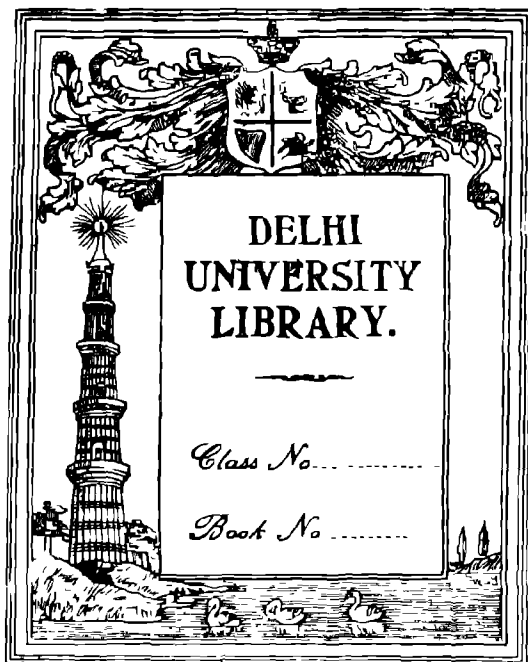




DELHI UNIVERSITY LIBRARY

CI No P/13:J'90F HO

Ac No 41332

Date of release for loan

This book should be returned on or before the date last stamped below. An overdue charge of 0.6 nP will be charged for each day the book is kept overtime.

		-	--	--
	-	-	--	
-				
--		-		
				-
	.			
-- --				

Advanced Readings in Chemical and Technical German

From
PRACTICAL REFERENCE BOOKS

(Ullmann, Houben, Meyer und Jacobson,
Beilstein, Gmelin, Oberholfer, Guerrier)

WITH
A SUMMARY OF READING DIFFICULTIES
A FREQUENCY VOCABULARY LIST
AND NOTES

Selected and Edited by
JOHN THEODORE FOTOS
Professor of Modern Languages
Purdue University

AND
R NORRIS SHREVE
Professor of Chemical Engineering
Purdue University

NEW YORK
JOHN WILEY & SONS, INC
LONDON CHAPMAN & HALL, LIMITED
1940

Copyright, 1940, by

JOHN T. FOTOS AND R. NORRIS SHRYVE

All Rights Reserved

This book or any part thereof **must not**
be reproduced in any form without the
written permission of the publisher

PRINTED IN U S A

PREFACE

THIS book is the last volume of a series of four chemical and technical graded readers that have been prepared through the cooperation of the School of Chemical and Metallurgical Engineering and the Department of Modern Languages at Purdue University.

The purpose of this book and that of its companion volumes is to facilitate the study of German for chemists, chemical engineers, metallurgists, and pharmacists, and to introduce the student to the form and appearance of technical German as it is found in the important German technical publications, which must be consulted in professional work. In the companion volumes the beginner has instruction on the elements of grammar, sentence structure, word order, word formation, as well as graded readings in chemical and technical German.

In this, the advanced readings, the selections have been made from practical and widely used German reference books which experience has shown that the research worker, the progressive engineer, and the advanced worker in chemistry and chemical engineering must consult from time to time.

Extracts have therefore been made from

Ullmann	<i>Enzyklopadie der technischen Chemie</i>
Houben	<i>Die Methoden der organischen Chemie</i>
Meyer und Jacobson	<i>Lehrbuch der organischen Chemie</i>
Beilstein	<i>Handbuch der organischen Chemie</i>
Gmelin	<i>Handbuch der anorganischen Chemie</i>
Oberhoffer	<i>Das technische Eisen</i>
Guertler	<i>Metallographie</i>

The selections were made by various members of the staffs of Chemistry and Chemical Engineering, to illustrate not only variety of subject matter, but also variation in style and vocabulary. Prior to their use a reluctance on the part of the student to consult these volumes had been noticed, apparently because of their bulk and number. However, since using these selections in mimeographed form, the student has become familiar with the style and vocabulary of these reference books and feels that, if he can read one chapter from them, he can read the entire book. For this reason, the text of these selec-

tions is presented exactly as originally written the tables, bibliographical references, abbreviations, etc., have all been reproduced as found. It should also be emphasized that the actual chemical facts in these selections are up-to-date and the acquisition of useful scientific information should result as a by-product.

Some one might ask "Are there no translations for these important German reference books?" The answer is in the negative. It would take years to translate them, and when this is done the translations would be antiquated, as new revised editions of these works are brought out, which include new up-to-date information. The French undertook a translation of Beilstein years ago, and had to give it up as a hopeless task.

Much work has been done in editing this book in order to facilitate the study and accurate comprehension of the German in these selections and to speed up the student's reading ability. In the Introduction is given a review of the "Reading Difficulties of Scientific and Chemical German." These syntactic difficulties have been found to constitute the main stumbling blocks in the accurate translation of this type of German. These reading difficulties are followed by a list of approximately 2250 words which, by actual count, have been shown to have a frequency of two or more times in the selections to be read.

Those words that were found to occur only *once* by this original count (which was the result of years of research) have been presented in visible form. These page vocabularies present, in the order in which they occur in the text, words that have a frequency of one in the text, or words with higher frequencies but unusual meanings. The visible vocabulary of unusual words is followed by explanatory visible notes on the various German reading difficulties with a cross-reference to the Introduction, where they are more fully explained.

This plan of editing enables the student to read more rapidly and thus derive more pleasure from his reading. It also serves as an incentive to vocabulary building, since the student who does not know all the words omitted from the page vocabularies will doubtless recognize his deficiency and correct it by looking them up in the complete vocabulary in the back of the book. To emphasize their importance, the frequency number of each word is indicated in the complete alphabetical vocabulary. The student will thus learn, both in context and out of context, a vocabulary which has been shown to be of the greatest importance to him in his future readings.

Other new features in this book are the complete list of abbreviations of scientific German, and the complete list of abbreviations of the names of important scientific journals cited, both given after the vocabulary at the end of the book.

The present edition is the result not only of theory, but also of actual practice. For several years mimeographed editions have been tried out with a large number of students. The editors have therefore found it possible to check their own ideas and opinions in the light of actual classroom experience.

From the beginning, the actual results from the use of even the trial editions have exceeded the editors' expectations. Not only has the attitude of the science students toward their work improved considerably, but also there is a noticeable saving in time.

The selections have been presented as nearly as possible in order of their difficulty. This order was determined by the actual number of new words that the average student has to look up in the complete vocabulary in the back of the book.

The editors wish to acknowledge their indebtedness to the German publishers for their kind permission to use the selections included in this reader. We also wish to thank Dr. James L. Cattell, Head of the Department of Modern Languages, and Dr. John L. Bray, Head of the School of Chemical and Metallurgical Engineering, for their advice and encouragement, as well as the various members of the German staff at Purdue, for using this book in mimeographed form in their classes for a number of years.

J T F
R N S

CONTENTS

	PAGE
PREFACE	iii
INTRODUCTION — READING DIFFICULTIES OF CHEMICAL AND TECHNICAL GERMAN	vii
MINIMUM CHEMICAL AND TECHNICAL GERMAN FREQUENCY VOCABULARY	xxv
 TEXT	
ULLMAN <i>Enzyklopadie der technischen Chemie</i>	
Chlor	3
Harnstoff	14
Kautschuk	19
HOUBIN <i>Die Methoden der organischen Chemie</i>	
Anleitung zum Identitätsnachweis einer homogenen organischen Substanz	27
Destillation	36
MEYER UND JACOBSON <i>Lehrbuch der organischen Chemie</i>	
Heterocyclische Verbindungen Dimidolyl Indigblau	50
BEILSTEIN <i>Handbuch der organischen Chemie</i>	
Oxybenzol, Phenol, Carbonsäure	82
GMFTIN <i>Handbuch der anorganischen Chemie</i>	
Chemische Passivierung (des Eisens)	110
Verhalten von Eisen gegen Wasser	118
Eisen (Geschichtliches)	126
Oxyde (des Eisens)	127
Darstellung (von Eisen) durch Reduktion des Oxyds	139
OBERHOFFER <i>Das technische Eisen</i>	
Definition und Einteilung des technischen Eisens	148
Gase und Schlackeneinschlüsse im schmiedbaren Eisen	162
Die vom Eisen aufgenommenen Gase	168
Einfluss der chemischen Zusammensetzung auf die Eigenschaften des schmiedbaren Eisens	178

	PAGE
GUERTLER <i>Metallographie</i>	
Aluminium	184
Invar	189
COMPLETE GERMAN-ENGLISH VOCABULARY	195
COMPLETE GERMAN-ENGLISH LIST OF SYMBOLS AND ABBREVIATIONS USED	287
LIST OF STRONG AND IRREGULAR VERBS	295
ABBREVIATIONS OF JOURNALS AND PUBLICATIONS CITED	298

INTRODUCTION

CHEMICAL GERMAN READING DIFFICULTIES

MINIMUM ESSENTIALS

Below is given a list of the main reading difficulties encountered in scientific and technical German. The student is expected to have a thorough knowledge of each difficulty, if he is to translate scientific German intelligently.

1 The Participial Construction The present participle ending in *-end*, and the past participle ending in *-(e)t* (with weak verbs) and *-en* (with strong verbs), are used as adjectives. When so used they have adjective endings and modify a noun or nouns.

The difficulty in translating a present or past participle used as an adjective, and called the participial construction, lies in the fact that prepositional phrases or other words modifying the German participle *precede it*, whereas in English they follow it. Hence in the English present participial phrase

The house standing on the hill,

"standing" is the present participle following the noun, and "on the hill" is the prepositional phrase modifying "standing."

In German, since the present or past participle is used as an adjective, it must precede the noun it modifies, and the above English present participial phrase with its modifiers would be expressed in German by

The on the hill standing house
Das auf dem Hügel stehende Haus

Similarly, the English past participial phrase

The gold dissolved in the sea-water,

is expressed in German by

The in the sea-water dissolved gold
Das im Seewasser gelöste Gold

It will be seen then, that in translating a German participial construction into English, the English word order would have to be rearranged as follows Translate (1) The definite or indefinite article, if there is one, (2) the preposition, if there is one, (3) the noun, (4) the present or past participle, which may be paraphrased by a relative clause, and (5) the intervening words (i.e., the prepositional phrase(s), adverb, or other modifiers)

- (1) Die Schwierigkeit der Gewinnung reinen Aluminiumsulfats
 1 4 4 3 2
 aus etwas Eisensulfat enthaltenden Laugen

The difficulty of the production of pure aluminum sulfate from
 2 1
 liquors which contain (containing) some iron sulfate

- (2) Das reinste bisher dargestellte Aluminium
 1 2 5 4 3
 The purest aluminum (that has been) prepared so far

- (3) Die in der verwendeten Kammersaure stets gelosten salpetri-
 1 6 7 9 8 4 5 2
 1 10
 gen Gase entweichen

The nitrous gases always dissolved (which are always dis-
 solved) in the chamber acid used, escape

- (4) The present participle used as an adjective and preceded by the preposition *zu* assumes a *future passive meaning* and should be noted

 1 4 3 2
 Das technisch herzustellende Reinaluminium
 The pure aluminum which is to be prepared commercially

- (5) In addition to the present and past participles, an *adjective preceded by long adverbial phrase(s)* is often translated as if it were a participle

Der Name ist abgeleitet von „coelestis“ = himmelblau, wegen
 der dem Mineral vielfach eigenen blauen Farbe

The name is derived from *coelestis* = azure blue, on account of
 the blue color that is frequently peculiar to the mineral

- 2 Word-Order** The word order of scientific German does not differ from that of literary German. However, scientific German usually employs long complex sentences, which for the sake of clarity

should be broken up into their simple forms and translated into English that sounds natural and that makes sense above all

The *inverted word order* in both the principal and subordinate clauses, with the omission of **wenn**, is of especially frequent occurrence in scientific German

Sinkt sein Gehalt unter 98%, so wird Aluminium spröde
If its content falls below 98% aluminum becomes brittle

This sentence in literary German would be expressed by

Wenn sein Gehalt unter 98% sinkt, wird Al spröde

The **so** connective in the principal clause is usually the sign that an "if" clause precedes it

3 Word-Formation There is no limit to the formation of compound words in German from two or more distinct words. Very often the components themselves are derivatives or even compounds. They will therefore not be found listed in any dictionary. The student will therefore have to regard such words not as single "long words" but as compound words. The meaning of these words is often obtained by reading the compound "long words" by their respective component parts

In compound words the first component receives the main stress and gives the keynote to the meaning. **Farb'-stoff** = *dye stuff*, **Gefrier'-punkts-erniedrigung** = *freezing-point lowering*, etc.

In the formation of words by the addition of a prefix, simply take the meaning of the prefix and derive the English form of the word. **Ge'gen-druck** = *counter pressure*, **Durch'-schnitt** = *cross section*, **Unter-abteilung** = *subdivision*

It will be noted that the correct English term of many such German words is often derived by taking the Latin meaning of the components

Zusammen-setzung = *com-position*, **wider-sprechen** = *contra-dict*, etc.

Other translation difficulties are

4 Verbs A thorough knowledge of simple and compound tenses and forms of both weak and strong verbs, and an understanding of the formation of compound tenses with **sein**, are essential. For a list of the principal parts of the irregular verbs, see p. 295

6 The Passive Voice Next to the present and past indicative tenses, the passive voice is the most frequently encountered verb form in scientific German

Formation **Werden** followed by the past participle (placed last in a clause)

Von Wasserdampf wird es oxydiert

It is oxidized by steam

Es ist von Wasserdampf oxydiert worden

It has been (was) oxidized by steam

Substitutions for the Passive

(1) By the reflexive pronoun **sich**, especially **sich lassen**

In feuchter Luft oxydiert sich reines Quecksilber zu Oxydul

In moist air pure Hg is oxidized to mercurous oxide

Das lässt sich leicht tun That may (can) be done easily

(2) By the impersonal pronoun **man** (one, we, they, people)

Man unterscheidet vier Sorten von Platinmetall

Four kinds of platinum metal are differentiated

(3) Any form of **sein** (usually **ist** or **sind**) + **zu** + an infinitive is to be translated by the passive

Das ist zu tun That is to be done

6 Verbs with Inseparable Prefixes Verbs with the prefix **be-**, **emp-**, **ent-**, **er-**, **ver-**, **zer-**, and **ge-** (and sometimes **durch-**, **über-**, **um-**, **unter-**, and **wieder-**) have no **ge** in the past participle. These prefixes are called *inseparable* prefixes.

Basic Meanings of the Inseparable Prefixes No general rules can be given regarding the meaning or meanings of the inseparable prefixes. They vary according to the verb to which they are prefixed. The student will note, however, that the inseparable prefix usually alters the meaning of the verb to which it is prefixed. The following observations may be found helpful.

(1) **Be-** has in general the force of English *be-*, it forms transitive verbs from intransitive verbs in that it tends to specify the action of the verb towards an object, it may also thus form a verb from an adjective or noun

fallen, to fall (intransitive), **befallen**, to befall, to attack (transitive)

frei, free (adjective), **befreien**, to set free, to liberate (transitive)

die Luft, air, **beluften**, to ventilate

(2) **Emp-** sometimes has the force of **ent-** and sometimes it does not, notice its effect in the following verbs

fangen, to catch, **empfangen**, to receive

finden, to find, **empfinden**, to feel, to be sensible of

fehlen, to miss, to err, to be wrong, **empfehlen**, to recommend, to commend, to intrust

The meaning is almost inverted by the **emp-** in the last example

(3) **Ent-** and sometimes **emp-** carry the idea of separation, or origin of an action, it may have the idea of *forth, from, out, away*, and also may have the force of the English *dis-* Its nearest English cognate is *en-*

decken, to cover, **entdecken**, to discover

fallen, to fall **entfallen**, to fall out of, to escape

farben, to color, dye **entfarben**, to decolorize, to bleach

stehen, to stand, **entstehen**, to arise, to originate, to be formed

(4) **Er-** denotes beginning, becoming, completion, or accomplishment, and may be translated *forth or out* it may have the meaning of **auf** as in **erstehen** I, as in English *arouse* might be considered its English cognate Sometimes it intensifies the meaning of the original verb

finden, to find, **erfinden**, to invent

stehen, to stand, **erstehen**, to arise

halten, to hold, **erhalten**, to maintain

It is used to form verbs from adjectives or nouns

kalt, cold (adjective), **erkalten**, to cool

(5) **Ge-** has an indefinite force It may be found in older literature with the force of *with or together* and sometimes denoting accomplishment, but is now used more in forming the perfect participle It may carry the idea of emphasis on the meaning of the verb stem

brauchen, to use, to need, **gebrauchen**, to use, to need

horchen, to listen, **gehörchen**, to obey

hören, to listen, to hear, **gehören**, to belong to
fallen, to fall, **gefallen**, to suit, to please
frieren, to freeze, **gefrieren**, to freeze

(6) **Miss-** (which may occasionally be also found as a separable prefix) has the idea of *false* or *amiss* and the force of the English *mis-*, *dis-*

handeln, to treat, to manage, **misshandeln**, to abuse, to mis-manage
fallen, to fall, **missfallen**, to be disagreeable to, to displease

(7) **Ver-** has the meaning of completeness of action, of error or perversion, it often has the force of English *for*, in *forbid*, or *forget*. It is also used to form verbs from nouns and adjectives, it may or may not change their meaning

fallen, to fall, **verfallen**, to expire, to fall into decline
führen, to lead, **verführen**, to lead astray, to mislead
binden, to bind, **verbinden**, to combine
stehen, to stand, **verstehen**, to understand
die Ursache, cause **verursachen**, to cause, to bring about
der Dampf, vapor **verdampfen**, to evaporate
schön (adj.), beautiful, **verschonen**, **verschönern**, to beautify

(8) **Voll-** is usually, but not always, an inseparable prefix. It carries the idea of completeness into the meaning of the stem verb

ziehen, to draw, to pull, **vollziehen**, to accomplish, to put into effect

(9) **Wider-** usually carries the idea of opposition into the action of the stem verb with which it is combined

sprechen, to speak, **widersprechen**, to contradict
stehen, to stand, **widerstehen**, to resist

(10) **Zer-** conveys the idea of destruction, i.e. in pieces or asunder

fallen, to fall, **zerfallen**, to fall to pieces, to disintegrate
der Staub, powder, dust, **zerstauben**, to spray

7 Reflexive Verbs Difficulties in translation arise over German reflexive verbs, especially those in which the reflexive pronoun is not felt as an object but as part of the verb, such as **sich verbinden**, to combine, **sich vereinigen**, to unite, **sich finden**, to be (located), **sich**

verhalten, *to behave*, **sich entzünden**, *to ignite*, **sich handeln um**, *to be a question about*, **vorsichgehen**, *to occur* For the translation of **sich** as a passive see § 5

8 Separable Prefixes Certain prepositions and adverbs are used as prefixes to a group of frequently occurring verbs known as separable-prefix verbs. They are so called because the prefixes are separated from the stem and stand at the end of independent clauses (1) in the present tense, (2) in the past tense, and (3) in the imperative mood. In a subordinate clause, the present and past tense of a separable verb are written together with the prefix.

- (1) **Seine Eigenschaften hangen von seiner Reinheit ab**

Its properties depend on its purity

- (2) **Es kam in jenem Verfahren vor**

It occurred in that process

- (3) **Da seine Eigenschaften von seiner Reinheit abhängen**

Since its properties depend on its purity

It will be noted that the addition of a separable prefix alters the meaning of the verb completely. **Hängen** means *to hang*, **abhängen** means *to depend*.

Prepositions and adverbs generally used as separable prefixes are

ab , off, down	entgegen , toward	ob , over, above
an , at, on	entzwei , in two	über , over
auf , up	fort , away, forth	um , around
aus , out	gegen , against	unter , under
bei , with	heim , home	vor , before
bevor , before	her , hither	weg , away
da(r) , there	hin , thither	wieder , again
dazwischen , between	hinter , behind	zu , to
durch , through	in(ne) , in	zurück , back
ein , into	mit , with	zusammen , together
empor , up	nach , after, toward	

9 The Impersonal es (1) The impersonal **es** besides being used as subject of impersonal verbs like **es regnet**, **es gelingt**, **es fehlt**, **es gibt**, etc., is often used in scientific German as the subject of any verb, *to introduce the real subject that follows*. The English translation of **es** often then begins with "there is," "there are".

Es werden daher langhalsige Kolben verwendet

For this reason there are used long-necked flasks i.e., Long-necked flasks are therefore used

(2) Very frequently the impersonal *es* is omitted from the German and has to be supplied

Da das Invar technische Bedeutung bekommen hat, so soll speziell auf diese Legierung näher eingegangen werden

Since invar has attained commercial importance, it (this alloy) especially must be gone into in greater detail (i.e., we must go into this alloy in greater detail)

10 The Subjunctive Mode is of rather infrequent occurrence in scientific German except

(1) *In Indirect Discourse* In quoting the statements or words of another person, German uses the subjunctive in order to avoid the responsibility for the correctness or truth of the statement

Gerade diese homogene und amorphe Beschaffenheit spricht gegen die früher vielfach geausserte Auffassung, Glas sei eine feste Lösung — that glass may be a solid solution

(2) The subjunctive is occasionally used to express a command in the third person

Vollende er diesen Versuch!

Let him finish this experiment!

Es sei auf jenes Verfahren verwiesen Let it be referred to that process (i.e., you are referred to that process)

Es sei erwähnt Let it be mentioned (i.e., it is mentioned)

(3) *Unreal Conditions* The past subjunctive is generally used for the present conditional tense in present time unreal conditions, the pluperfect subjunctive is used for the perfect conditional

(a) Present Time Unreal Condition

Die Entwicklung der Kautschukindustrie käme nicht weiter, wenn man nicht neuere Erfindungen machte

The development of the rubber industry would not go farther if newer discoveries were not made

(b) Past Time Unreal

Die Entwicklung der Kautschukindustrie wäre wohl nicht

weiter gekommen, wenn nicht im Jahre 1838 Goodyear in Amerika, und 1843 Hancock in England die Feststellung gemacht hatten, dass

The development of the rubber industry would probably not have gone farther, if in 1838 Goodyear in America and in 1843 Hancock in England had not established that

Unreal conditions are of rather infrequent occurrence in scientific German. However, when they do appear, they constitute a reading difficulty.

(4) The past subjunctive of *the modal auxiliary verbs* also has special meanings

durfte, might
konnte, might could
musste, would have to
sollte, should, ought
wollte, would (want to)
mochte, should like

11 Nouns, Case and Number (1) The case and number of a noun in German are generally determinable from the form of the definite or indefinite article, or an **ein** or **kein** word preceding it. The genitive, dative, and accusative case is often used after prepositions, verbs, or adjectives. A German sentence often begins with a noun object, direct or indirect, however, the form of the definite article used with the noun, or the descriptive adjective, or the ending on the verb, will indicate what case the noun is in, or whether it is singular or plural. For reading purposes, then, a knowledge of the correct gender of the noun is not necessary as the function of the noun is usually determined by the form of the article preceding it. The student should memorize, however, the following forms of the definite article together with their translations.

	SINGULAR			PLURAL FOR	TRANSLATION
	M	F	N	ALL GENDERS	
NOMINATIVE	der	die	das	die	the
GENITIVE	des	der	des	der	's, s', of
DATIVE	dem	der	dem	den	to (or, from) the
ACCUSATIVE	den	die	das	die	the

Die sicherste Angabe liefert aber die Veränderung des von der Hitze hervorgerufenen Lichtes

The change in the light produced by the heat gives the most reliable data

(You cannot tell whether **Angabe** or **Veränderung** is subject or object from the inflections, the meaning is to be derived from the sense)

Die graphische Darstellung zeigt Abbildung 46

Figure 46 shows the graphic representation

Den geringeren Ausdehnungskoeffizienten zeigen die nahestehenden Nickel-Eisen-Legierungen

The related nickel-iron alloys show the smaller coefficient of expansion

(You don't know whether **Ausdehnungskoeffizienten** is dative plural, or accusative singular except from the context)

(2) With nouns used in a *general sense* the definite article usually accompanies the German noun, but it is not to be translated into English

Der Zucker ist süß Sugar is sweet

Das Gold ist gelb Gold is yellow

(3) Certain verbs and adjectives govern the genitive or dative case, where in English the direct object is used **bedürfen, gewiss, frei, voll, wert** take the genitive, **ahneln, antworten, folgen, gelingen, geschehen, gehören** (sometimes **gehören zu**), **helfen, fehlen, mangeln, verdanken, ähnlich, bekannt, dankbar, eigen, nahe, schädlich, verwandt**, etc., take the dative

Es bedarf nicht weiterer Erklärung

It does not need further explanation

Den ersten geschichtlichen Hinweis auf die Verwendung von Kautschuk verdanken wir den Forschungen über die Majakultur

We are indebted to the investigations into the Maya Indian culture for the first historical clue on the use of rubber

(4) The student should recognize the noun suffixes **-ung, -heit, -keit, -schaft, -er, -ler, -ner, -el, -lung, -tum**, and **ei**

The Foreign Noun Suffixes **-or, -ant, -ent, -ment, -ion, -ie, -ik, -tat**, and **-ur**

It is of great importance that the student develop the ability to know whether the noun is singular or plural, in order to translate the noun correctly

12 Prepositions (1) Prepositions in German may govern the genitive, the dative, or the accusative case. The meaning of a preposition in scientific German is not confined to a certain single word in English. Prepositions have meanings and usages different from those listed in grammars based on literary German. The correct meaning will have to be derived from the context. In translating certain prepositions like **an**, **auf**, **bei**, **unter**, **aus**, **ausser**, **nach**, **vor**, etc., the English words *on*, *upon*, *by*, *under*, etc., are often misleading and should generally be avoided.

(2) The compounds of **da** (spelled **dar** when the preposition begins with a vowel) and **hier** joined to a preposition require especial attention. **Da(r)** and **hier** in such combinations generally mean "it" or "them". Usually a preposition may not govern a personal pronoun when referring to things.

Die anderen darin enthaltenen Elemente entweichen

The other elements contained in it escape

Das hierfür verwandte Invar

Invar used for this (it)

Er verwandte hierzu die Fizeausche Methode.

He used Fizeau's method for this (it)

(3) Certain prepositions are sometimes placed *after nouns or pronouns*, these usually are **nach**, **wegen**, and **gegenüber**.

Meiner Meinung nach, according to my opinion

Dem Natrium gegenüber hat Kalium den Nachteil der schwierigeren Herstellung

In comparison with sodium, potassium has the disadvantage of the more difficult preparation

(4) Sometimes prepositions occur *in pairs*, where in English only one preposition is used.

Das Monohydrat $\text{CaCl}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$ setzt sich beim Erhitzen der Lösung auf über 176° ab

The monohydrate $\text{CaCl}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$ is deposited upon the heating of the solution (up to and beyond) above 176° .

(6) Often certain prepositions *follow certain verbs or adjectives or nouns*, these prepositions then assume a special meaning, **abhängen von**, *to depend on*, **abhängig von**, *dependent on*, **bestehen aus**, *to con-*

sist of, **riechen nach**, *to smell of (like)*, **suchen nach**, *to seek for*, **teilnehmen an** (dat.), *to participate in*, **werden aus**, *to become of*, **werden zu**, *to change*, **hinweisen auf**, **deuten auf**, **zeigen auf**, *to point at (to)*, **zweifeln an**, *to doubt (about)*, **arm an**, *poor in*, **gleich an**, *equal in*, **gut gegen**, *good to*, **reich an**, *rich in*, **Gehalt an**, *contents of*, etc

Seine Eigenschaften hangen ausserordentlich von seiner Reinheit ab

Its properties depend extraordinarily (more than usual) on its purity

- 13 **Adjectives and Adverbs** (1) An adjective without any descriptive ending may be used *as an adverb*

Das technisch herzustellende Reinaluminium enthalt noch Si, Fe, Cu neben 99,6% Al

Pure Al which is to be prepared commercially (for commercial purposes) contains Si, Fe, Cu, in addition to 99.6% Al

- (2) The *comparative form* of the adjective ending in **-er** without any further inflection may be used *as the comparative of the adverb*

Zweckmassig ist es, den Schwefelkies durch vorsichtiges Rosten in Eisensulfur uberzufuhren, das leichter als das Ausgangsmaterial verwittert

It is appropriate to convert the iron pyrite, by careful roasting, into ferrous sulfide, which disintegrates more easily than the initial material

- (3) **-er**, however, is not *always the ending of the comparative*. An inflected adjective in the masculine nominative, when preceded by an **ein** (**kein**, **mein**, **dein**, **sein**, **ihr**, **unser**, **euer**, **ihr**) word, ends in **-er**, the ending **-er** is also found in adjectives which have the strong endings in the feminine genitive singular and in the genitive plural

Das Ammoniakgas wird ausserst heftig und unter lebhafter Wärmeentwicklung absorbiert

Ammonia gas is absorbed very vigorously and with lively evolution of heat

Bei gewöhnlicher Temperatur verbrennt es im Fluor

At ordinary temperature it burns in fluorine

Das Aluminium ist harter als Zinn und Zink aber weicher als Kupfer

Aluminum is harder than tin and zinc but softer than copper
Filter sind Apparate zur Trennung fester und flüssiger Körper
 Filters are apparatus for the separation of solid and liquid substances

Je reiner umso zäher ist Aluminium

The purer the aluminum, the tougher it is

Verwendung in grosserem Massstabe hat das Kalium nicht gefunden, weil es in allen wichtigeren Fällen durch das Natrium zu ersetzen ist

Potassium has not found use in a greater measure because it can be replaced by sodium in all the more important cases

Das ist durch neuere Untersuchungen zweifelhaft geworden
 That has become doubtful according to more recent investigations

- (4) The comparative degree of the adjective is translated by "rather," "quite," or "fairly" when *there is no direct comparison*

Er verfolgt dieses Verfahren seit längerer Zeit

He has been following this process for a rather long time (quite a long time)

- (5) The superlative of the predicate adjective and superlative adverbs are formed with **am** + **-sten** or **aufs am** **starksten**, **am** **heftigsten**, **am** **besten**, **aufs** **beste**, etc

- (6) Adjectives may be used as nouns, they are then declined as weak nouns **das Freie**, *the free (space)*, **das Nutzliche**, *the useful (things)*, etc

- (7) Adjective endings, especially the weak adjective endings, are rarely of service in reading German except as an indication whether the noun before which they stand is singular or plural **die beobachteten Effekte**, *the effects observed* **keine unmittelbaren Beweise**, *no immediate proofs*

- (8) The adjective suffixes are **-lich**, **-isch**, **-bar**, **-haft**, **-ig**, **-sam**, **-reich**, **-voll**, **-los**, **-n**, **-en**, **-ern**, **-er**, **-sch**

- (9) The compound adjective suffixes are **-artig**, **-haltig**, **-formig**, **-massig**

INTRODUCTION

14 Personal Pronouns (1) Personal pronouns, except for the subject pronouns *ich, er, es, sie, wir, ihr, sie, Sie*, are not of great frequency in scientific German. The subject and object pronouns are most frequently translated by *it*. *Er, sie, ihm, ihn, ihr* = *it*

Ihn kann man nicht sehr leicht herstellen

It cannot be manufactured very easily

Die Leitfähigkeit des Kupfers wird durch fremde Körper in ihm stark beeinflusst

The conductivity of copper is greatly influenced by impurities in it

(2) **Damit, daraus, dabei**, etc., cannot always be translated by *with it, out of it, by it*, respectively, **damit** as a conjunction may mean *in order to*, **dabei** often means *during this process* or *in so doing*

(3) **Es, das**, and **dies** are often used as subjects of the verb **sein**

Es sind viele davon hier

There are many of them here

15 Demonstrative Pronouns (1) **Der, die, das**, when used as demonstrative pronouns, may mean *the one, or he, she, it*. When **der, die, das** is used as a demonstrative it does not affect the word order as when used as a relative pronoun, nor is it followed by a noun as when it is used as the definite article

(2) The genitive form of the demonstrative pronoun is the same as that of the relative, **dessen** and **deren** mean most usually *whose* as relatives, but they mean *its, their, his, her* as demonstrative pronouns

(3) The dative plural **denen** means *to whom, to which*, as a relative but *to them* as a demonstrative

(4) **Derjenige, diejenige, dasjenige** means *the one, he, she, it, those*

(5) **Derselbe, dieselbe, dasselbe**, means *the same, or he, she, it, they*

(6) **Damit, daraus, dadurch**, etc., may refer to the content of a preceding clause, paragraph, or sentence, especially when followed by **dass**, they are then translated by *the fact that* or better by an English *gerundive*, when possible

Namentlich wies er auch darauf hin, dass es von besonderer

Bedeutung sei, dem Boden die betreffenden Pflanzennährstoffe zuzuführen

He especially also pointed out *the fact that* it was of especial importance to bring to the soil the suitable plant foodstuffs

Ob ein Teil gelöst ist, prüft man dadurch, dass man filtriert und das Filtrat auf einem Uhrglas verdampft

One tests whether a portion is dissolved by filtering and evaporating the filtrate on a watch glass

16 Relative Pronouns (1) The relative pronoun may be expressed in German by **der, die, das**, or by **welcher, welche, welches**. The relative pronoun introducing a subordinate clause transposes the verb to the end of the clause, and the relative pronoun is separated from the principal clause by a comma.

(2) The case forms of the relative pronoun help to establish its correct meaning.

(3) **Deren, dessen, and denen** as relatives mean *whose, its, their, to which*, and transpose the word order.

Bei bestimmtem Druck gibt es eine bestimmte Temperatur unterhalb deren nur monokliner Schwefel beständig ist

At a definite pressure, there is a definite temperature below which only monoclinic sulfur is stable.

(4) The relative pronoun is expressed by **wo(r)** when governed by a preposition referring to an inanimate object. Thus **woraus, wobei, womit**, etc., may mean *from which, during which* (process), *with which*, etc. These relative pronouns may have as their antecedent a word, phrase, or clause.

An der Luft erhitzt, verbrennt es mit lebhafter Feuererscheinung, wobei es sich sowohl mit Sauerstoff als auch mit Stickstoff verbindet

When heated in the air, it burns with a lively fire phenomenon (i.e., flame) during which (process) it combines with oxygen as well as nitrogen.

Die dabei beobachtete Wärmeentwicklung weist auf die Bildung eines Wasserstofftrichlorids, HCl_3 , hin

The evolution of heat (which was) observed during this process, points to the formation of a hydrogen trichloride, HCl_3 .

17. Conjunctions. The principal conjunctions that the student should learn are

(1) *Coordinate* These require the normal word-order

aber , but	denn , for	sondern , but, on the contrary
allein , but, yet	oder , or	und , and

(2) *Correlative*

bald	bald , now	again, sometimes	sometimes
entweder	oder , either	or	
nicht nur	sondern auch , not only	but also	
sowohl	als auch , both	and,	as well as
teils	teils , partly	partly	
weder	noch , neither	nor	

(3) *Subordinate* These require the transposed word-order

als , when, as, than	je je (or desto or um so) (ad-verbs), the (more, etc) the
als ob , as if	je nachdem , according as
auch (selbst) wenn , even if	kaum (dass) , barely, scarcely,
ausser(dem) dass , apart from, except that	hardly
bevor , before	nachdem , after
bis , until	ob , whether, if
da , since, as	obgleich (obschon, obwohl) , although
damit , in order that	ohne dass , without
dass , that	seit (dem) , since
ehe , before	sobald , as soon as
falls , in case	solange , as long as
indem , while, by	wahrend , while
indessen , while	
inzwischen , meanwhile	

18 The Infinitive. The infinitive is used in German

(1) As direct complement of modal auxiliaries, **lassen**, *to let, to allow*, **lehren**, *to teach*, **lernen**, *to learn*

Es kann nicht dargestellt werden

It cannot be manufactured

Lasst man diese zum Teil erstarren . . .

If one allows these to solidify in part . . .

(2) All other verbs, nouns, and adjectives take **zu** when they govern a complementary infinitive. The complementary infinitive is placed last in a clause

**Auf Grund dieser Eigenschaft ist wiederholt versucht worden,
Sauerstoff aus der Luft zu gewinnen**

On the basis of this property it has been repeatedly attempted
to obtain oxygen from the air

**Für Schaustücke empfiehlt es sich Li in Stangenform zu
giessen**

For exhibition pieces it is recommended to pour lithium in stick
form

The **zu** is placed between separable prefixes, but before inseparable
prefixes

**Es ist Regel, Phosphor stets unter Wasser aufzubewahren und
zu zerschneiden**

It is a rule always to store phosphorus and to cut it up into
pieces under water

**Es ist üblich, die Menge des in Stahlflaschen komprimierten
Sauerstoffs durch Multiplikation des Flaschenvolumens mit
dem Fülldruck zu ermitteln**

It is customary to determine the amount of oxygen compressed
in steel cylinders by multiplying the volume of the cylinder
by the filling pressure

(3) After certain verbs especially the construction **ist** (**sind, war,**
etc.) + **zu** followed by the infinitive, the German infinitive has passive
meaning and is translated as an English past participle

**Eine Dissoziation ist erst bei extrem hoher Temperatur zu
erwarten**

A dissociation is to be expected only at extremely high tem-
perature

Es lässt sich daher in ein anderes Gefäss ausgiessen

It can, therefore, be poured into another vessel

Other verbs requiring the above construction are **bleiben, to re-
main, es gibt, there is,** and verbs of perceiving and hearing **sehen,**
and **hören**

Es blieb nicht viel zu tun Not much remained to be done

Es gab viel zu tun There was much to be done

(4) The infinitive is frequently used after the prepositions **um**
zu in order to, ohne zu, without, and **anstatt zu, instead of**

Doch bedarf es besonderer Vorkehrungen, um das an der Luft verbrennende Kalium zusammenzuhalten

However, special precautions are needed to preserve potassium which is burning in the air

Es wird schnell erhitzt, ohne zu schmelzen

It is quickly heated without melting

19 Causative Verbs sitzen, setzen, liegen, legen, fallen, fällen; hängen, hangen etc

Er sass auf dem Boden He sat on the ground

Er setzte das Buch auf den Boden He placed the book on the ground

20 Translation of certain special words and compound prepositions damit, dabei, darüber, womit, wobei, daraus, also, da, denn, doch, eben, ja, nämlich, namentlich, schon, selbst, erst, wohl, stark
For the meaning or meanings of these words see Vocabulary at end of book

Erst wenn man chemische Kräfte zur Anwendung bringt, zerfällt Schwefeleisen in Eisen und Schwefel

Not until chemical forces are used does iron sulfide decompose into iron and sulfur

Erst does not mean *first* in the above sentence

MINIMUM CHEMICAL GERMAN FREQUENCY VOCABULARY

Learning to read a foreign language is, to a certain extent, the gaining of a comprehension of the meaning of words. A student's ability to read scientific German will depend on the number of words learned. In order to facilitate this difficult task the following list of chemical German words, selected on a frequency basis, is given here. These words are presented in the order of their frequency. All words that have a frequency of two or higher in the selections included in the "Advanced Readings in Chemical and Technical German" are listed here. These words (2250) the student should make an effort to learn. Common words like the auxiliary verbs *sein*, *haben*, and *werden* as well as the conjunction *und*, forms of the definite article *der*, *die*, *das*, and the relative and demonstrative pronouns were not included in the count.

The meaning of those words that have been found to occur, by actual count, only once in this book are mostly given at the bottom of each page of text where they occur.

The student should write the English meaning or meanings after each German word. Prepositions in scientific German have several common meanings, therefore give several. Uninflected forms of adjectives may be used as adverbs.

FREQUENCY		FREQUENCY		FREQUENCY	
in	748	nach	175	Temperatur	89
von	653	dass	156	Chlor	88
mit	482	oder	145	dieser, diese,	
bei	417	Mittel	136	dieses	85
durch	256	Wasser	127	unter	84
Phenol	228	Eisen	126	vergleichen	83
auch	227	Lösung	117	zur	82
zu	212	nicht	111	beim (bei dem)	75
für	195	als	109	Gas	72
auf	188	so	100	Indigblau	72
man	181	über	95	gross	71
aus	176	können	90	an	70

FREQUENCY		FREQUENCY		FREQUENCY	
wie	70	solcher	36	also	27
sehr	69	geben	35	bestimmen	27
noch	66	gleich (<i>adj</i>)	35	ganz	27
Menge	65	nahtlos	35	kommen	27
Verfahren	65	wässrig	35	all	26
etwa	63	bis, bis zu	34	allgemein	26
erst	59	gewinnen	34	Destillation	26
wenn	58	Benzol	33	gegen	26
entstehen	56	Kohlenstoff	33	Metall	26
während	55	Magnetit	33	Reduktion	26
dann	54	Material	33	Jahr	25
Indigo	54	stark	33	zeigen	25
lassen	54	erfolgen	32	zum (zu dem)	25
Teil	54	Fall	32	aber	24
zwischen	54	natürlich	32	bestehen (aus)	24
enthalten	53	technisch	32	Verwendung	24
bilden	48	um	32	Druck	23
ander(e)	47	meist	31	folgen	23
Luft	47	neben	31	Form	23
nächst	47	vor	31	müssen	23
nur	46	beide	30	Produkt	23
Seite	46	gewöhnlich	30	Salz	23
weit	44	Herstellung	30	sehen	23
gering	43	hoher	30	Stahl	23
schon	43	leicht	30	Tabelle	23
sowie	42	Oxyd	30	wenig	23
Zusammensetz-		verwenden	30	Alkali	22
ung	42	welcher	30	da	22
herstellen	41	Zweck	30	direkt	22
lösen	41	Art	29	erhitzen	22
Verbindung	41	Darstellung	29	Gegenwart	22
chemisch	40	Einfluss	29	Harnstoff	22
Oxydation	40	Einwirkung	29	im (in dem)	22
rein	40	ferner	29	kein	22
Bildung	38	Gruppe	29	konzentriert	22
Substanz	38	letzt	29	Molekularge-	
verschieden	38	ohne	29	wicht	22
Wasserstoff	38	schmiedbar	29	Stickstoff	22
erhalten	37	Verhalten	29	viel	22
finden	37	Ausdehnungs-		wesentlich	22
liefern	37	koeffizient	28	zwei	22
mehr	37	besonders	28	bleiben	21
flüssig	36	reduzieren	28	ergeben	21
Saure	36	Sauerstoff	28	erwähnen	21
Schwefelsäure	36	wollen	28	fast	21

INTRODUCTION

xxvii

FREQUENCY		FREQUENCY		FREQUENCY	
hier	21	Reaktion	18	System	15
indem	21	wohl	18	untersuchen	15
liegen	21	anorganisch	17	Versuch	15
Rohr	21	Berührung	17	Weise	15
Schmelze	21	besonder	17	Zersetzung	15
Synthese	21	Desoxydation	17	am (an dem)	14
unterscheiden	21	Eigenschaft	17	angeben	14
wichtig, wich-		erwärmen	17	Ather	14
tigst	21	Flüssigkeit	17	Atomgewicht	14
alkalisch	20	Indoxyl	17	aufnehmen	14
Aluminium	20	Lösungsmittel	17	auftreten	14
Anilin	20	Probe	17	bedürfen	14
derjenige	20	Salzsäure	17	benutzen	14
Guss	20	ähnlich	16	doch	14
neu	20	alt	16	einzeln	14
Passivität	20	Ammoniak	16	Farbung	14
wieder	20	annehmen	16	feststellen	14
Zeit	20	betragen	16	Formel	14
zunächst	20	bringen	16	führen	14
Abbildung	19	Dampf	16	gehören	14
alkoholisch	19	eintreten	16	gelb	14
bereits	19	Element	16	klein	14
dünnen	19	etwas	16	Literatur	14
Gemisch	19	Festigkeit	16	nachfolgend	14
Fluamatit	19	frei	16	niedrig	14
Kohlenoxyd	19	früher	16	ob	14
lang	19	Gehalt	16	Prozess	14
oft	19	Körper	16	Reihe	14
rot	19	Legierung	16	schmelzen	14
Schwefel	19	oxydieren	16	speziell	14
Silizium	19	Roheisen	16	Stoff	14
thermisch	19	Stelle	16	synthetisch	14
vorhanden	19	zwar	16	tief	14
Wert	19	Abschnitt	15	Umwandlung	14
Zahl	19	Alkohol	15	Untersuchung	14
Zustand	19	Angabe	15	Vorgang	14
zweit	19	Band	15	wobei	14
Aluminium-		dürfen	15	anwenden	13
sorte	18	Farbstoff	15	daher	13
Bedeutung	18	gut	15	Ergebnis	13
Dichte	18	häufig	15	Hohe	13
erzeugen	18	hoch	15	Kohle	13
fest	18	Natronlauge	15	Messung	13
gewiss	18	sein (<i>pron</i>)	15	nennen	13
Phosphor	18	stehen	15	schwach	13

FREQUENCY		FREQUENCY		FREQUENCY	
sieden	13	Destillat	11	mittels(t)	10
abscheiden	12	Farbe	11	Naphthalin	10
Behandlung	12	geeignet	11	passivieren	10
bekennen	12	hierzu	11	Pflanze	10
besitzen	12	kochen	11	praktisch	10
bezeichnen	12	Kohlendioxid	11	schliesslich	10
bisher	12	Methode	11	selbst	10
dagegen	12	nahe	11	Sorte	10
Erhitzen	12	Natrium	11	stets	10
erzielen	12	Natur	11	System-Num-	
fallen	12	Nummer	11	mer	10
Feststellung	12	Oberfläche	11	teils	10
Frage	12	Phase	11	verbreiten	10
Gefäss	12	Salpetersäure	11	verdünnt	10
Gewicht	12	sondern	11	weiss	10
Gewinnung	12	später	11	ziehen	10
heute	12	Verarbeitung	11	Anthranil-	
Indigweiss	12	verbinden	11	saure	9
Indol-Komplex	12	vollständig	11	Atzkalk	9
Industrie	12	weil	11	Ausbeute	9
Jod	12	Wirkung	11	ausschliesslich	9
Kautschuk	12	zuerst	11	Base	9
Kühler	12	Analyse	10	beruhren	9
Lagerstätte	12	Atmosphäre	10	beziehen (auf)	9
Löslichkeit	12	Atznatron	10	blau	9
machen	12	ausüben	10	Chlorwasser	9
magnetisch	12	beobachten	10	Dehnung	9
Masse	12	Bezeichnung	10	ebenfalls	9
möglich	12	Chemie	10	einfach	9
Molekul	12	dadurch	10	einführen	9
Nickel	12	einig	10	Einteilung	9
organisch	12	einzel	10	Eisenglanz	9
sie	12	erkennen	10	entdecken	9
übergehen	12	gehen	10	entweder	
überschüssig	12	gelangen	10	oder	9
Volumen	12	heissen	10	Fremdkörper	9
wechseln	12	Isatin	10	Gasblase	9
Abhängigkeit	11	je	10	Grenze	9
Anwendung	11	jedoch	10	Grund	9
Apparat	11	Kapitel	10	heiss	9
berechnen (auf)	11	lediglich	10	Hydrolyse	9
Bestimmung	11	leiten	10	Kalte	9
binden	11	löslich	10	Kohlensäure	9
Brom	11	manch	10	konstant	9
darauf	11	Mangan	10	Kupe	9

INTRODUCTION

XXIX

FREQUENCY		FREQUENCY		FREQUENCY	
Linie (in erster		Kohlenstoff-		Ende	7
—)	9	freiheit	8	endlich	7
Mischung	9	Konzentra-		Erhöhung	7
Nitrat	9	tion	8	ermitteln	7
Puddelroheisen	9	kurz	8	experimentell	7
reagieren	9	langsam	8	farben	7
sogenannt	9	namlich	8	farblos	7
trocken	9	p-Nitro-		Gasgehalt	7
ubrig	9	phenol	8	genau	7
unloslich	9	Oxalsäure	8	gesättigt	7
Veränderung	9	recht	8	Glasrohr	7
Verhältnis	9	Schmelzung	8	Grauguss	7
vom (von dem)	9	Schmiedeeisen	8	Handel	7
Warme	9	schwer	8	hauptsächlich	7
wegen	9	Siedepunkt	8	Hilfe	7
angreifen	8	spät	8	historisch	7
aufweisen	8	stammen	8	immer	7
ausserordent-		üblich	8	infolge	7
lich	8	verlindern	8	kalt	7
basisch	8	verlaufen	8	kaum	7
besser	8	Verteilung	8	Komplex	7
Brenzcatechin	8	verwandeln	8	kritisch	7
darin	8	Verwendungs-		Kühlrohr	7
deutlich	8	zweck	8	Kühlung	7
deutsch	8	vielmehr	8	künstlich	7
Einatz	8	vorhergehen	8	Minute	7
einteilen	8	Vorschlag	8	Name	7
Entdeckung	8	vorstehen	8	Natriumamid	7
entsprechen	8	weniger	8	nehmen	7
entwickeln	8	wirken	8	neuerdings	7
erforderlich	8	zurückföhren	8	normal	7
erscheinen	8	abnehmen	7	quantitativ	7
fehlen	8	Angriff	7	Sauerstoffver-	
Flusseisen	8	Anwesenheit	7	bindung	7
Gasmenge	8	beschreiben	7	schützen (vor)	7
Gattierung	8	Bestandteil	7	spezifisch	7
Gebiet	8	beziehungs-		Spur	7
Gegenstand	8	weise	7	Steinkohlen-	
gemäss	8	Block	7	teer	7
geschichtlich	8	Chloroform	7	stellen	7
gleichzeitig	8	Cyclohexanol	7	umschmelzen	7
Handbuch	8	eigentlich	7	Umstand	7
hart	8	einleiten	7	verarbeiten	7
insbesondere	8	Eintritt	7	vermeiden	7
je nach	8	Elektroofen	7	vermögen	7

FREQUENCY		FREQUENCY		FREQUENCY	
verschieden-		folgend	6	sprechen	6
artig	7	fullen	6	steigen	6
vielfach	7	gelingen	6	Strom	6
Vorkommen	7	Geruch	6	feer	6
Vorlage	7	Gramm	6	teilweise	6
vorliegen	7	Gusswaren	6	Thermometer	6
warm	7	Halogen	6	Thomasrohei-	
Warmbehand-		handeln	6	sen	6
lung	7	Hauptprodukt	6	uberfuhren	6
was	7	hierbei	6	vereinigen	
wirtschaftlich	7	Hydrochinon	6	(sich)	6
zerfallen	7	Hydroxyd	6	versehen	6
Zwischenpro-		inde(sen)	6	wo	6
dukt	7	Jahrhundert	6	zer-setzen	6
abhängig	6	Kahlauge	6	zusammen-	
Abkühlung	6	Kaliumsalz	6	stellen	6
Absicht	6	Kalk	6	Zusammen-	
Aceton	6	Kilogramm	6	stellung	6
Annahme	6	Kolben	6	zusetzen	6
Ansicht	6	Körperklasse	6	zweckmassig	6
Auflage	6	Korrosion	6	abhängen (von)	5
ausgehen	6	Krystall	6	ableiten (von)	5
ausscheiden	6	kry stallisieren	6	Abscheidung	5
Beginn	6	legieren	6	absolut	5
beginnen	6	Legierungs-		Aktivitat	5
besprechen	6	element	6	allein	5
betreffen	6	Methylalkohol	6	Amerika	5
braun	6	Milchsaft	6	analog	5
Buch	6	Mineralsaure	6	andern	5
charakteristisch	6	nachtraglich	6	ander-seits, an-	
damit	6	Nitrierung	6	derer-seits	5
darauf	6	obig	6	Anisotropie	5
darstellen	6	Phenollosung	6	Arbeit	5
Derivat	6	Phosphorsaure-		arbeiten	5
ebenso	6	triphenylester	6	atherisch	5
eignen	6	pro	6	auffangen	5
einmal	6	Rohsensorte	6	auflosen	5
einwirken	6	Rost	6	ausdehnen	5
entweichen	6	scheinen	6	Ausdruck	5
Erscheinung	6	Schluss	6	ausfuhrlich	5
Erz	6	Schutteln	6	Ausgangsma-	
Erzeugung	6	Schwierigkeit	6	terial	5
Fabrikation	6	Silbernitrat	6	ausserst	5
Farberei	6	sowohl als		bedeuten	5
Faser	6	auch	6	befinden (sich)	5

INTRODUCTION

xxx1

FREQUENCY		FREQUENCY		FREQUENCY	
befreien	5	genugen	5	Molybdan	5
beispielsweise	5	Geschwindigkeit	5	nachweisen	5
bekannt	5	Glas	5	Natriumphe-	
Benutzung	5	graphisch	5	nolat	5
Benzolsulfon-		halten (für)	5	Nitrobenzol	5
säure	5	Ilarn	5	<i>o</i> -Nitro-phenol	5
berciten	5	Harte	5	oben	5
Berücksichti-		Hauptsache (in		Oxalat	5
gung	5	der -)	5	Oxydationsmit-	
Beschreibung	5	Herd	5	tel	5
bestätigen	5	Herstellungsver-		Phosphorsulfo-	
betrachtlich	5	fahren	5	chlorid	5
bieten	5	hervorheben	5	Prozent	5
Bruch	5	hierfür	5	reichlich	5
Chloressigsäure	5	Hochofen	5	Rückflusskuh-	
Chlorhydrat	5	hydrothermal	5	ler	5
dabei	5	Indican	5	Rückstand	5
dauern	5	Indigotin	5	rund	5
denn	5	Indol	5	Salicylsäure	5
derartig	5	ia	5	scharf	5
dritt(e)	5	jeder	5	schlackenbil-	
eingehen	5	Kali	5	dend	5
einheitlich	5	keineswegs	5	schliessen	5
einsetzen	5	kennen	5	Schmelzpunkt	5
Eisenspane	5	klar	5	Schwefelkohlen-	
Flektroverfah-		Kohlenstoffa-		stoff	5
ren	5	tom	5	seitlich	5
entscheiden	5	Kohlenstoffge-		setzen	5
Ergussgustcin	5	halt	5	sinken	5
erheblich	5	Kondensation	5	sogar	5
erhohen	5	Kork	5	sorgfältig	5
erkennbar (an)	5	kryoskopisch	5	Stahlciscn	5
erklären	5	legiert	5	statthnden	5
erläutern	5	lehren	5	Sulfat	5
erstarren	5	Licht	5	Temperguss	5
erwarten	5	Magnet	5	theoretisch	5
fein	5	Markt	5	Tiegelcchmelz-	
feinverteilt	5	Mass	5	verfahren	5
Ferrolegierung	5	mechanisch	5	Trennung	5
Fertigerzeugnis	5	mehrere	5	2 4 6-Trichlor-	
Gasentwick-		mehrfach	5	phenol	5
lung	5	messen	5	Überführung	5
gasförmig	5	mitunter	5	unabhängig	
Gegensatz	5	molekular	5	(von)	5
gelegentlich	5			unmittelbar	5

FREQUENCY		FREQUENCY		FREQUENCY	
ursprünglich	5	Chinon	4	Gasstrom	4
Verfügung zur		Chlorgas	4	gelost	4
— stehen	5	Cyclohexanon	4	gelten	4
versetzen	5	dafür	4	geringer	4
Versuchsbedin-		demnach	4	geschmolzen	4
gung	5	derart	4	Gesellschaft	4
Verunreinigung	5	derselbe	4	Gespann	4
wahrscheinlich	5	deshalb	4	gewohnen	4
waschen	5	destillieren	4	Gitter	4
Wasserstoffsu-		deuten	4	Glaskopf	4
peroxyd	5	dichten	4	glatt	4
ziemlich	5	Diphenylather	4	Gluhbehand-	
Zinkstaubchen	5	dort	4	lung	4
ab	4	dunn	4	Grad	4
abgeben	4	durchführen	4	Haupt	4
abkühlen	4	ebenda	4	hervorrufen	4
abschneiden	4	ebensowenig	4	hierauf	4
absorbieren	4	einstellen	4	hierher	4
Absorption	4	eintauchen	4	hiernach	4
allerdings	4	eintragen	4	hierüber	4
Ammoniumcar-		eintropfen,		hinsichtlich	4
baminat	4	— untropfen	4	hochsiedend	4
Anfang	4	Einzelheit	4	höchst	4
anschliessen	4	Essig	4	Holz	4
Anzahl	4	entsprechend	4	Holzkohle	4
Arsen	4	entspringen	4	Immersion	4
Atom	4	Entwicklung	4	Indien	4
Aufgabe	4	Erfolg	4	industriell	4
Aufnahme	4	erinnern (sich)	4	isolieren	4
ausbilden	4	erreichen	4	Italien	4
Ausschluss	4	ersichtlich	4	Komponente	4
aussetzen	4	Erwärmung	4	konzentrieren	4
bauwürdig	4	erzmikrosko-		Kresol	4
bedingen	4	pisch	4	krySTALLINISCH	4
Beobachtung	4	Europa	4	KrySTALLISATION	4
berücksichtigen	4	Faktor	4	Kühlerende	4
beseitigen	4	Ferromangan-		Kühlwasser	4
besorgen	4	silizium	4	Land	4
bestimmt	4	Ferrosilizium	4	legen	4
Beurteilung	4	Flamme	4	leisten	4
Bildungsweise	4	flüchtig	4	linear	4
billig	4	Folge	4	Loch	4
Bindung	4	Fraktionierkol-		metallisch	4
brennbar	4	ben	4	minder	4
Carbolol	4	fraktioniert	4	Mineral	4

INTRODUCTION

xxxiii

FREQUENCY		FREQUENCY		FREQUENCY	
Mitteilung	4	rung	4	verzinken	4
nachstehen	4	schnell	4	vollig	4
Nachweis	4	schütteln	4	vorkommen	4
nachweisbar	4	Schwefelammo-		vorschlagen	4
Nadel	4	nium	4	Vorschrift	4
Nebenbahn	4	selbst	4	vorwiegend	4
Nebenprodukt	4	selten	4	wählen	4
neutral	4	Sinn	4	Walzenguss	4
nunmehr	4	Skelett	4	Wasserstoffa-	
oberhalb	4	sofort	4	tom	4
Ofen	4	spalten	4	weitgehend	4
O-Gehalt (Sauer-		spezial	4	Werkzeug	4
stoffgehalt)	4	Stahlformguss	4	Wolfram	4
Organismus	4	statt	4	Zimmertempera-	
p-Oxy-benzoe-		Stuck	4	tur	4
saure	4	Sache	4	Zucker	4
passiv	4	Temperaturge-		zunehmen	4
Pfanne	4	biet	4	Zusammenhang	4
Phenolat	4	Thomasflusse-		Zusatz	4
Phenylglycin	4	sen	4	Zuschlag	4
Phenylglycin-o-		trennen	4	Zwischenerzeug-	
carbonsaure	4	treten	4	nis	4
Phosphorsau-		2 4 6-Trijod-		Abbauprodukt	3
rediphenyle-		phenol	4	Abflussrohr	3
ster	4	trocknen	4	Abnahme	3
physikalisch	4	typisch	4	Absorptions-	
plotzlich	4	Übereinstim-		spektrum	3
Problem	4	mung	4	abspalten	3
Pulver	4	übersteigend	4	Abspaltung	3
quaternar	4	umkrystallisie-		abstellen	3
Quecksilber	4	ren	4	additionell	3
rauchend	4	umsetzen	4	Akademie	3
Reaktionspro-		ungefähr	4	A-Kohle	3
dukt	4	Unterschied	4	aktiv	3
rechteckig	4	variabel	4	allmählich	3
Reduktionsmit-		verändern	4	Ammoniumderi-	
tel	4	verdanken	4	vat	3
Regel (in der		verdunnen	4	Analysenwert	3
—)	4	verflüssigen	4	analysieren	3
Reinheit	4	vergessen	4	analytisch	3
relativ	4	verhältnismas-		Anderung	3
Rohstoff	4	sig	4	Anforderung	3
ruhig	4	Verseifung	4	Anhalt	3
schadlich	4	versuchen	4	anodisch	3
Schlussfolge-		verteilen	4	Anreicherung	3

FREQUENCY		FREQUENCY		FREQUENCY	
anstellen	3	dampfen	3	Faulnis	3
Anstieg	3	Dampfform	3	Federstahl	3
Anthranilsäure-		daran	3	ferromagne-	
derivat	3	dauernd	3	tisch	3
aromatisch	3	dergleichen	3	festhalten	3
auffinden	3	Destillationsge-		Feuergas	3
Aufzählung	3	fäss	3	filtrieren	3
Ausdehnung	3	Destillierrohr	3	formulieren	3
ausfallen	3	Dibromphenol	3	Forscher	3
ausreichen	3	Dichlorphenol	3	Forschung	3
ausser	3	Dielektrizitäts-		fraglich	3
ausserdem	3	konstante	3	freilich	3
bearbeiten	3	Dindolyl	3	Fremdstoff	3
bedecken	3	Diodphenol	3	früh	3
bedeutsam	3	Dioxydiphenyl	3	Gasart	3
beeinflussen	3	Draht	3	Gasgemisch	3
befindlich	3	dunkelblau	3	gegenseitig	3
Begleitstoff	3	Durchführung	3	gegenwärtig	3
behalten	3	einwandfrei	3	gehalten	3
beimengen	3	Eisenerz	3	gehorig	3
Beispiel (zum		Eisen-Nickel-		Giessen	3
—)	3	Legierung	3	Gleichgewichts-	
bemühen	3	elastisch	3	zustand	3
benötigt	3	elektrisch	3	gleichmässig	3
Benzolkern	3	elementar	3	Gleichung	3
Benzolreihe	3	empfindlich	3	Gleitfläche	3
beschränken	3	endgültig	3	grau	3
best(e)	3	Endprodukt	3	grösstenteils	3
Bewegung	3	Entfernung	3	grün	3
bewirken	3	Entscheidung	3	Grundlage	3
bleichen	3	entstammen	3	Gusseisen	3
brauchen	3	Enzym	3	haften	3
Carbonsäure	3	erfahren	3	Handelseisen	3
Cellulose	3	Erhitzung	3	Harz	3
Charakter	3	erkalten	3	Heissextrak-	
Chlorid	3	Erklärung	3	tionsverfahren	3
Chlorkalk	3	Ermittelung	3	herrühren	3
o-Chlor-phenol	3	ersetzen	3	hervorgehen	3
Chlorschwefel	3	Erstarrungs-		hervorragend	3
Chlorwasser-		punkt (Ep)	3	hinweisen	3
stoff	3	erubigen	3	homolog	3
Chlorzinkam-		Erzielung	3	horen	3
moniak	3	Extraktion	3	Hund	3
Chromsäure	3	Fabrik	3	Hydrat	3
cyclisch	3	falls	3	indigoid	3

INTRODUCTION

XXIV

FREQUENCY		FREQUENCY		FREQUENCY	
Indol-Körper	3	massig	3	Richtung	3
Indophenol	3	meistens	3	Rohkautschuk	3
Indoxylsaure	3	Million	3	Rohrmethode	3
Induktion	3	Mischbarkeit	3	Rolle (eine —	
Institut	3	mitteilen	3	spielen)	3
interessant	3	Nachwirkung	3	Rostgeschwin-	
Interesse	3	namentlich	3	digkeit	3
Ion	3	Nickelstahl	3	Roteisenstein	3
Iozit	3	Normenaus-		salpetrig	3
irgendeiner	3	schuss	3	Salzlosung	3
Isatin- α -anil	3	nun	3	Sauerstoffatom	3
jener	3	Öffnung	3	Schlackenein-	
Jodwasserstoff-		<i>m</i> -Oxy-benzoe-		schluss	3
saure	3	saure	3	Schlangenküh-	
Kaltemischung	3	Oxydationspro-		ler	3
kathodisch	3	dukt	3	Schmiedbarkeit	3
Kennzeichnung	3	Pankreas	3	schwanken	3
Klasse	3	Paraffin	3	schweflig	3
Koch	3	passend	3	Sieden	3
Kohlenwasser-		Passivierung	3	sodann	3
stoff	3	periodisch	3	sonit	3
kondensiert	3	Phosphat	3	Sonnenlicht	3
Konstitution	3	Phosphorpenta-		sonst	3
Kontakt	3	chlorid	3	sorgen	3
Krapp	3	Phthalsäure	3	soweit	3
kry stallisiert	3	Platz	3	Spiegeleisenzu-	
kry stallogra-		poros	3	satz	3
phisch	3	Pressmutterei-		Stab	3
Kühlvorrich-		sen	3	Stabeisen	3
tung	3	primär	3	Stammsubstanz	3
Kupenfarbstoff	3	proportional	3	Standpunkt	3
Kupolofen	3	Punkt	3	Stich	3
Lage	3	Qualität	3	Stopfen	3
Lange	3	Qualitätsstem-		Struktur	3
leider	3	perguss	3	Sulfonsäure	3
Leitungswasser	3	Quellensamm-		Sulfurierung	3
Lieferung	3	lung	3	Suspension	3
Losungsver-		rapid(e)	3	Suszeptibilität	3
mogen	3	rasch	3	systematisch	3
Magnetismus	3	Reagens (auf)	3	Temperrohei-	
mannigfach	3	Reflexvermo-		sen	3
Martinflusse-		gen	3	Tetrachlorkoh-	
sen	3	Regelung	3	lenstoff	3
Martinschmel-		reich	3	Titan	3
zung	3	richten	3	Toluol	3

FREQUENCY		FREQUENCY		FREQUENCY	
Träger	3	Werkzeug-		Alkalischemelze	2
Trinkwasser	3	stahl	3	alkalisch-wein-	
trotz	3	wertvoll	3	geistig	2
trotzdem	3	wiedergeben	3	Alkyl	2
tun	3	Wiederholung	3	Aluminiumstab	2
uberaus	3	wissen	3	Ameisensäure	2
Übergang	3	wissenschaft-		ammoniak-	
Überschuss	3	lich	3	lisch	2
Übersicht	3	wodurch	3	Ammoniumcy-	
überwiegen	3	wollen	3	anat	2
überziehen	3	Xanthin	3	Ammoniumoxa-	
übrigens	3	zäh	3	lat	2
Umfang	3	Zahlenwert	3	anerkennen	2
umfassen	3	zahlreich	3	anfanglich	2
unten	3	Zinn	3	anfeuchten	2
Unterteilung	3	zugegen	3	angelieren	2
Ursache	3	zugleich	3	Angriffsge-	
Urteil	3	zurück	3	schwindigkeit	2
Vakuum	3	zurückdrängen	3	anhalten	2
Vanadium	3	zuschmelzen	3	Anhalten	2
verbrennen	3	Abbau	2	Anilinderivat	2
Verbrennungs-		abbauen	2	Anilinoessig-	
warme	3	abdecken	2	saure	2
verdichten	3	abdestillieren	2	ankommen	2
verdrängen	3	abfiltrieren	2	Anleitung	2
Verdünnung	3	Abhandlung	2	annahern	2
Verein	3	abhelfen	2	Anpassung	2
verfahren	3	Abkommeling	2	ansammeln	2
verfrucht	3	Abmessung	2	Ansatz	2
verlieren	3	Abnahmebedin-		ansauern	2
vermittels(t)	3	gung	2	Ansauern	2
Verschmelzen	3	abschliessen	2	Anschluss	2
verschwinden	3	absehen (abge-		ansehen	2
verstehen	3	sehen von)	2	Antimon	2
vielleicht	3	absetzen	2	anlocknen	2
vorher	3	Abteilung	2	Antrocknen	2
vorlegen	3	abtrennen	2	Arsenigsaure-	
vornehmen	3	Abwasser	2	triphenyle-	
Vorteil	3	Acetophenon	2	ster	2
vorzüglich	3	achten (auf)	2	Arsensäure	2
Walze	3	Addition	2	Arsensäuretri-	
Warmetönung	3	Agens	2	phenylester	2
Wasserdampf	3	ahneln	2	Asbestschnur	2
wasserdicht	3	aktivieren	2	Athylnitrat	2
weich	3	Alkalinität	2	p-Athyl-phenol	2

INTRODUCTION

XXXVII

FREQUENCY		FREQUENCY		FREQUENCY	
Atomgewichts-		belegen	2	Chlorcalcium-	
bestimmung	2	beluften	2	rohr	2
Aufbau	2	Beluftung	2	p-Chlor-phenol	2
auffallend	2	bemerkbar	2	Chrom	2
Auffangegefaß	2	bemerkenswert	2	Cyanamid	2
aufheben	2	Benennung	2	Cyankalium	2
Auflösung	2	benötigt (sein)	2	Dampfkessel	2
auffragen	2	Benzin	2	Dampfleitung	2
Aufschluss	2	Benzol- Ab-		daneben	2
Auftreten	2	kommiling	2	darüber	2
Ausarbeitung	2	Benzoldiazo-		darum	2
Ausgangspro-		niumhydroxyd	2	darunter	2
dukt	2	Benzollosung	2	dazu	2
auskleiden	2	bequem	2	Deckel	2
auskrySTALLISIE-		berichten	2	Deckschicht	2
ren	2	Beschaffenheit	2	Dehydro-In-	
ausmachen	2	Besprechung	2	digo	2
Ausnahme	2	Bessemerroh-		denken	2
ausnutzen	2	eisen	2	Destillatdampf	2
ausreichend	2	Bessemerstahl	2	Deutschland	2
Ausscheidung	2	beständig	2	Diagramm	2
ausschliessen	2	Betracht	2	Dialkyl-barbi-	
aussprechen	2	Betrachtung	2	tursäure	2
austauschen	2	Betrieb	2	Dianilino-	
auswaschen	2	bevor	2	maleinsäure	2
Auswertung	2	Beweis	2	Dicke	2
auszeichnen	2	Beziehung	2	Dienst	2
Autor	2	Bleidioxyd	2	diffundieren	2
Bad	2	Bleimitrat	2	Diphenyl	2
Badisch	2	Blumendraht	2	Diphenylamin	2
Barium	2	Blutstein	2	Diphenylsulfid	2
bauen	2	Boden	2	Dislokationsme-	
Baum	2	Borsäure	2	tamorphose	2
Baumwolle	2	Bramme	2	Dissoziations-	
Baustahl	2	Bruchungszahl	2	druck	2
Bauweisen	2	brennen	2	Doppelverbin-	
beabsichtigen	2	Brennstoff	2	dung	2
Bedingung	2	Bromwasser	2	Dorn	2
befestigen	2	Calcium	2	Dunkeln	2
Behandeln	2	Calciumchlorid	2	durchaus	2
behaupten	2	Calciumsalz	2	Durchbildung	2
beheimatet	2	Charge	2	durchlaufen	2
Beimengung	2	Chemiker	2	durchscheinend	2
beinahe	2	Chlorat	2	edel, edle, edles	2
bekommen	2	Chlorbenzol	2	eher	2

FREQUENCY		FREQUENCY		FREQUENCY	
Einblasen	2	Erstarrung	2	Fraktion	2
einbohren	2	Essigsäure	2	Fraktionieren	2
eindeutig	2	Ester	2	französisch	2
einerseits	2	europaisch	2	Freiheit	2
einfullen	2	exakt	2	frisch	2
Eingeborene	2	Explosion	2	frühzeitig	2
einige	2	extrahieren	2	funft(e)	2
einlagern	2	Farbeindruck	2	Gang	2
Einleitung	2	Farbwerke	2	gar	2
einordnen	2	Federharz	2	Gasanalyse	2
Eintauchen	2	Federring	2	Gasbestim-	
eintretend	2	Feinguss	2	mung	2
Eisenabfälle	2	feinkörnig	2	gasdicht	2
Eisenerzlagere-		Feldspat	2	Gasleitung	2
statte		fern	2	Gaszusammen-	
Eisenkarbid	2	Ferricyanka-		setzung	2
Eisensorte	2	lium	2	gefüllt	2
Elektrostahl	2	Ferroalumi-		gegenüber	2
Elementar-		nium	2	gelblich	2
rhomboeder	2	lerromangan	2	genug	2
Elementar-		Ferrophosphor	2	genugend	2
zelle	2	Ferrosilikoalu-		geruchlos	2
empfehlen	2	minium	2	gesamt	2
empirisch	2	Ferrotitan	2	Gesamtleistungs-	
englisch	2	"ferrum reduc-		fähigkeit	2
entbehren	2	tum"	2	Gesamtver-	
entmischen	2	Feuchtigkeit	2	brauch	2
Entstehen	2	feuerbeständig	2	geschehen	2
entstehend	2	Filtrat	2	Geschichte	2
Entstehung	2	flach	2	Geschirrguss	2
entziehen	2	Flache	2	geschmiedet	2
entzünden		Flacheisen	2	Geschosskörper	2
(sich)		flächenreich	2	Gesetz	2
erbringen	2	Flaschenrohr	2	gestalten	2
Erdalkali	2	Flasche	2	Gestein	2
Erfahrung	2	fließen	2	getrocknet	2
erfüllen	2	Fluor	2	Gewebe	2
Erkenntnis	2	Flüssigkeits-		Gewichtskon-	
erlangen	2	spiegel	2	stanz	2
erlauben	2	Flüssigkeitstrop-		Gewicht-pro-	
erleichtern	2	fen	2	zent	2
erleiden	2	Formeisen	2	Giessereifertig-	
ermöglichen	2	fort	2	erzeugnis	2
erniedrigen	2	Fortschritts-		Giessereiroher-	
erschweren	2	bericht	2	sensorten	2

INTRODUCTION

XXXXX

FREQUENCY		FREQUENCY		FREQUENCY	
Giessereitechnik	2	Herdofen	2	jetzt	2
giftig	2	Hersteller	2	Jodierung	2
glanzend	2	hervorbringen	2	o-Jod-phenol	2
gleich (conj.)	2	hervortreten	2	Jodstickstoff	2
Gleichgewicht	2	hieraus	2	Kalium	2
gleichmolekular	2	hierdurch	2	Kalumpersulfat	2
Glied	2	hiermit	2	Kaltumsetzungsvfahren	2
Gluhen	2	Hilfsmittel	2	Kampf	2
Glycerin	2	hinaus	2	Kantenlange	2
Graphit	2	Hinsicht	2	Katazone	2
Graphitabscheidung	2	Hinweis	2	kaufmannisch	2
Graugusschrott	2	homogen	2	Kautschukarten	2
greifen	2	hubsch	2	Kautschukbaum	2
grunlichgelb	2	Hut	2	Kesselblech	2
Gummistopfen	2	Hydrazin	2	Kette	2
Gussstück	2	Hydrazinhydrat	2	Klavierdraht	2
Gute	2	Hydrosulfit	2	Klebrigkeit	2
Guteabstufung	2	Hydroxylamin	2	Kleie	2
Hakenagel	2	Hydroxylaminsalz	2	Klemmplatten	2
Hakenplatte	2	Hypochlorit	2	Kobalt	2
Hakenschraube	2	identisch	2	Kohlenstoffform (= Kohlenstoff-Form)	2
halb	2	immerhin	2	Kokillenguss	2
Halbrundeisen	2	impragnieren	2	Koks	2
Halogemid	2	indigo-ahnlich	2	Koksfeuer	2
Halogenerung	2	Indigofera	2	Kombination	2
Hals	2	Indigo-Formel	2	Kommission	2
haltig	2	indigoliefernd	2	Komparatormethode	2
Hand (an der —)	2	Indirubin	2	komprimiert	2
Handelsware	2	Indoxylaldehyd	2	Kondensationsmittel	2
Harnstoffbildung	2	Inhalt	2	Kongress	2
Hartguss	2	Inlosunggehen	2	Konstellation	2
Hauptelement	2	inner(e)	2	Konstruktion	2
Hauptmenge	2	innerhalb	2	kontaktmetasomatisch	2
heftig	2	insofern	2	Konzentrationsgrenze	2
Heizkorper	2	intensiv	2		
hell	2	irgendwelche	2		
herabgehen	2	Isatinchlorid	2		
herausstellen	2	isocyclisch	2		
herbeifuhren	2	isomer	2		
Herbeifuh rung	2	isomorph	2		
		isotrop	2		
		ie nachdem	2		

FREQUENCY		FREQUENCY		FREQUENCY	
Kornung	2	Massstab	2	Naturvolk	2
kraftig	2	Materialprü-		Neutralisation	2
Kreosot	2	fung	2	Neuzeit	2
kuhlen	2	maximal	2	nichtlegiert	2
Kühlhaus	2	mehrmals	2	nichtrostend	2
Kühlmantel	2	Meinung	2	nichts	2
Kühlspirale	2	Mensch	2	Nickelchrom-	
Kunstguss	2	menschlich	2	stahl	2
Kupfer	2	merklich	2	Niederschlag	2
Kupferoxy-		Mesozone	2	niemals	2
chlorid	2	metallurgisch	2	Nietelsen	2
Kurve	2	metamorphosie-		nütrieren	2
kurzlich	2	ren	2	Nomenklatur	2
kurzweg	2	Methan	2	notwendig	2
Laboratorium	2	mikroskopisch	2	nutzlos	2
Laboratoriums-		mindest	2	obwohl	2
buch	2	mindestens	2	Ofenatmo-	
Landdampf-		Minimaltem-		sphäre	2
kessel	2	peratur	2	O-menge (Sauer-	
Latex	2	mischen	2	stoffmenge)	2
Lebensdauer	2	mischen (sich)	2	opak	2
Leichtigkeit	2	Mischungs-regel	2	O-Partialdruck	2
Leiter	2	Mitte	2	Operation	2
Leitfähigkeit	2	Mittelblech	2	Orangegelb	2
Leitvermögen	2	Modifikation	2	Ordnungszahl	2
lernen	2	Möglichkeit	2	orthonitriert	2
Leuchtgas	2	Muffenrohr	2	Oxindol	2
Liebigkühler	2	Mullerema-		Oxy-phenyl-en-	
Limonit	2	schine	2	bisquecksil-	
Lokomotiv-		nachdem	2	beracetat	2
kessel	2	Nadelchen	2	Ozon	2
Lösungsfähig-		Naheres	2	Papiermaschine	2
keit	2	nahestehen	2	Parameter	2
Luftabschluss	2	Natriumalkoho-		Pariser	2
Luftbestandteil	2	lat	2	Partialdruck	2
Luftdruck	2	Natriumhydro-		Patentgesetz	2
Luftfeuchtig-		sulfit	2	Permanganat	2
keit	2	Natriumnitrat	2	Permanganat-	
luftfrei	2	Natron-Indigo	2	lösung	2
Luftstrom	2	Natronkalk	2	Peroxyd	2
Magnetstahl	2	Natronkalk-		Phenoldampf	2
mal	2	rohr	2	Phenol-disul-	
manchmal	2	Natur-Indigo	2	phonsaure	2
Mangel	2	Naturkolloid	2	Phenolsorte	2
Maschinenguss	2	Naturstoff	2	o-Phenolsul-	

INTRODUCTION

xli

FREQUENCY		FREQUENCY		FREQUENCY	
fonsaure	2	Resorcin	2	schraube	2
p-Phenolsulfon-		Rest	2	Seitenkette	2
saure	2	restlos	2	sekundär	2
Phenylhydrat	2	Resultat	2	selb(e)	2
Phosphorgehalt	2	Roheisenver-		Seltenheit	2
Phosphoroxyl-		fahren	2	sicher	2
chlorid	2	Röhrchen	2	Sicherheit	2
Phosphorsaure-		Rostbildung	2	sichtbar	2
phenylester-		rosten	2	Siedegefäß	2
dichlorid	2	Rostwirkung	2	Siedekonstante	2
Platin	2	Rotel	2	Siedepunktbe-	
Platintiegel	2	Rotfarbung	2	stimmung	2
pneumatoly-		rotglühend	2	Siederohr	2
tisch	2	Salzbildung	2	Siemens-Martin-	
polierfähig	2	salzsauer	2	Verfahren	2
Präparat	2	sammeln	2	Silicat	2
Präzision	2	sämtlich	2	Siliciumzusatz	2
Preis	2	sättigen	2	Skalenoedrisch	2
Presse	2	Sauerstoffge-		Soda	2
prinzipiell	2	halt	2	Sodafabrik	2
Protalbinsäure	2	Saugflasche	2	Sojabohnen-	
prüfen	2	Säurechlorid	2	extrakt	2
Prüfung	2	Säurehalogenid	2	Sonderblech	2
pulverförmig	2	Schadling	2	Spaltbarkeit	2
Pyrit	2	scheitern	2	Spalte	2
Quarz	2	Schicht	2	Spaltung	2
Querschnitt	2	Schiffsblech	2	Specularit	2
Raffinieren	2	Schiffskessel	2	Spektrum	2
rauchen	2	Schiffsmas-		Speziallegie-	
Reagensglas	2	chinenbau	2	rung	2
Reaktionsgas	2	schlagen	2	Spezialstahl	2
Reaktions-		Schmelz-		Spiegeleisen	2
geschwindigkeit		warme	2	spielen	2
keit	2	Schrot	2	spinellartig	2
Reaktions-		Schrott	2	Staat	2
wasser	2	Schrottroheisen-		Stadium	2
Reduktionsge-		verfahren	2	Stahlerzeugung	2
schwindigkeit	2	schwamm-		statistisch	2
Reduktionspro-		formig	2	Stehenlassen	2
dukt	2	schwarz	2	Stellung	2
Reduktions-		Schwarzblech	2	Stückstoff-	
stufe	2	schwarzkerbig	2	dioxyd	2
Reflexion	2	schwedisch	2	Stiftdraht	2
Reibechtheit	2	schweißen	2	Stillstand	2
Reinigung	2	Schwellen-		Stoffbahn(en)	2

FREQUENCY		FREQUENCY		FREQUENCY	
storen	2	Titanomagnetit	2	Verbesserung	2
streng	2	<i>p</i> -Toluidin	2	<i>p</i> -Verbindung	2
stromend	2	Traubenzucker	2	Verbrauch (an)	2
Strukturatzung	2	treffen	2	verbrauchen	2
Studium	2	treiben	2	verdampfen	2
stufenweise	2	Triebkraft	2	verdichtbar	2
Sulfid	2	2 4 6-Trinitro-		verfließen	2
Sulfomonoper-		phenol	2	Vergleichbar-	
saure	2	truben (sich)	2	keit	2
sulfurieren	2	Tubbings	2	vergleichend	2
Sulfurychlorid	2	Übelstand	2	verguten	2
Superoxyd	2	überall	2	verjungen	2
suspendieren	2	überdecken	2	verlangen	2
tagig (einlagig,		übereinstim-		verlaufend	2
etc.)	2	men	2	Vermeidung	2
Technik	2	überhaupt	2	vermutlich	2
teigig	2	Überhitzung	2	vernachlässigen	2
Telegraphen-		Überlegung	2	verschaffen	2
draht	2	überleiten	2	Verschiebung	2
Telephondraht	2	übersehen	2	Verschieden-	
Temperguss-		ubertreffen		heit	2
schrott	2	(an)	2	verseifbar	2
Temperkohle	2	ultraviolett	2	versetzen (mit)	2
ternar	2	Umbildung	2	verstreuen	2
Teslastrom	2	umgekehrt	2	Versuchsaus-	
Thionylchlorid	2	Umlagerung	2	führung	2
Thiophenol	2	Umschmelzpro-		Verteilungszu-	
Thiophosphor-		zess	2	stand	2
sauretrnphenyl-		Umsetzung	2	Vertilgung	2
ester	2	unbeständig	2	vertreten	2
Thioverbin-		unedel	2	verursachen	2
dung	2	Universaleisen	2	vervollkomm-	
Thomasprozess	2	unruhig	2	nen	2
Thomasschmel-		unterbringen	2	verwechseln	2
zung	2	Unterlags-		verweisen	2
Thomasver-		platte	2	Verwendungs-	
fahren	2	Unterscheidung	2	möglichkeit	2
Tiefengestein	2	unverändert	2	verwerten	2
Tiegel	2	unwahrschein-		Verwertung	2
Tiegelmaterial	2	lich	2	violett	2
Tiegelschmel-		unwesentlich	2	Vollständigkeit	2
zen	2	unzweideutig	2	vollziehen	2
Tiegelstahl	2	Uran	2	voneinander	2
tiensisch	2	verantwortlich	2	vorausgehen	2
Ti-Gehalt	2	Verband	2	vorgehen	2

INTRODUCTION

xlii

FREQUENCY		FREQUENCY		FREQUENCY	
vorgeschicht-		Wasserrohr	2	Zentralheizung	2
lich	2	Wasserrohrkes-		zerlegen	2
vorgeschlagen	2	sel	2	zerspringen	2
Vorhanden-		Wasserstoff-		Zerspringen	2
sein	2	menge	2	Zink	2
vorhergehend	2	Wechselstrom	2	Zinnchlorid	2
vorherig	2	Weichenplatte	2	Zirkon	2
vorherrschend	2	weisskernig	2	Zuckermühle	2
Vorprobe	2	Werk	2	zueinander	2
vorstehend	2	Wichtigkeit	2	zufliessen	2
Vorstoss	2	widerstands-		Zug	2
vorwiegen (v)	2	fähig	2	zugänglich	2
vorzugsweise	2	wiedererzeugen	2	zugrunde	2
Vulkanisation	2	wiederholen	2	Zunahme	2
wahr	2	wiederrum	2	zurzeit	2
Waid	2	Winkel	2	zusammen	2
Walzdraht	2	wirksam	2	zusammen-	
Walzeisen	2	Wolle	2	hangen	2
walzen	2	worauf	2	Zusatzele-	
Walzwerk	2	woraus	2	ment	2
Wand	2	Wort	2	zweifelhaft	2
Wandstarke	2	Xanthen	2	zweifelloß	2
Ware	2	Xanthon	2	Zweig	2
Wasserabspal-		m-Xylol	2	zweiwertig	2
tung	2	p-Xylol	2	Zwilling	2
wasserfrei	2	zähhart	2	Zwischen-	
Wassergas	2	zahlen	2	phase	2
Wassermantel	2	Zaundraht	2	Zylinderguss	2

ADVANCED READINGS IN
CHEMICAL AND TECHNICAL
GERMAN

FROM
PRACTICAL REFERENCE BOOKS

ACKNOWLEDGEMENT

The editors wish herewith to express their deep gratitude and appreciation to the following German publishers and authors from whose works the articles in this book have been selected

Urban and Schwarzenberg for Ullmann's "Enzyklopadie der technischen Chemie," Berlin, 1928-32

Georg Thieme for Houben's "Die Methoden der organischen Chemie," Leipzig, 1930

Walter de Gruyter & Co for Meyer und Jacobson's "Lehrbuch der organischen Chemie," Leipzig, 1924

Julius Springer for Beilstein's "Handbuch der organischen Chemie," Hamburg und Leipzig, 1938

Deutsche chemische Gesellschaft for Gmelin's "Handbuch der anorganischen Chemie," Verlag Chemie, G M B H , Berlin, 1937

Julius Springer for Oberhoffer's "Das technische Eisen," 598 pp , 2nd edition, Leipzig, 1925

The Gebruder Borntraeger for Dr Guertler's "Metallographie Die thermische Ausdehnung," 336 pp , Berlin, 1926

ADVANCED READINGS

ULLMANN ENZYKLOPADIE DER TECHNISCHEN CHEMIE

2 Auflage, Dritter Band

CHLOR

[Seite 205-208]

CHLOR, Cl, Atomgewicht 35, 46, ist (bei gewöhnlicher Temperatur und gewöhnlichem Druck) ein grünlichgelbes Gas von erstickendem Geruch, das schon in geringen Mengen eingeatmet Schnupfen, Husten und Erstickungsanfälle, bei häufigerem Einatmen ¹ Blutspeien hervorruft. Die schädliche Wirkung des Chlors ist ² hauptsächlich auf seine atzenden Eigenschaften zurückzuführen, es wirkt ³ demnach nicht giftig in dem Sinne wie z. B. Schwefelwasserstoff oder die Stickstoffoxyde auf den Organismus ein ³ 5

Aus dem Molekulargewicht des Cl₂ und des O₂ sowie der Dichte des O₂ wurde die theoretische Dichte des gasförmigen Cl₂ von 0° und 10 760 mm Druck, bezogen auf Luft von 0° und 760 mm Druck, zu 2,4494

VOCABULARY

erstickend (<i>adj</i>), suffocating, choking, pungent	Husten (<i>m</i>), cough
einatmen (<i>v</i>), to inhale, eingeatmet , when inhaled	Erstickungsanfall (<i>m</i>), choking attack
Schnupfen (<i>m</i>), irritation of the mucous membrane	Blutspeien (<i>n</i>), spitting of blood
	ätzend (<i>p adj</i>), caustic, corrosive

NOTES

1 bei häufigerem Einatmen, at more frequent inhaling Notice the use of the comparative of adjectives, also the formation of neuter verbal nouns from the infinitive of verbs (**Einatmen**)

2 ist, read with zurückzuführen, is to be attributed Any form of the verb sein (ist, sind, war) plus zu plus infinitive has a passive meaning See §18 (3), Introduction

3 Read the separable prefix ein with wirkt See §8

berechnet (PIER,¹ *Ztschr physikal Chem* **62**, 386 [1908]) Daraus wurde sich ² das Gewicht von 1 l Cl₂ von 0° und 760 mm zu 3,167 g berechnen ² Das experimentell bestimmte Gewicht von 1 l Cl₂ von 0° und 760 mm beträgt 3,214 g (JAQUEROD und TOURPALAN, *Journ*
 5 *Chim physique* **11**, 17 [1913]) Der höhere Wert der experimentell bestimmten Dichte deutet auf das Vorhandensein von grosseren Komplexen (Cl₄) hin Zwischen 20 und 200° ergibt sich die Dichte nach der Formel $D_t = 2,4855 - 0,00017 t$ (JAHN) Chlor ist etwa 2,3 mal so schwer wie Sauerstoff und 2,5 mal so schwer wie Luft Die Änderung
 10 der Dichte des Chlors bei hohen Temperaturen wurde besonders von V MEYER untersucht, ohne dass sich ⁴ die aus den erhaltenen Resultaten gezogenen weitgehenden Schlussfolgerungen ⁵ über die elementare Natur des Chlors in der Folge aufrechterhalten liessen Spätere Untersuchungen ergaben, dass die Dichte des Chlors (von
 15 300–1450°) normal ist

Von PIER wurden auch die schon früher ermittelten Abweichungen des Chlors von den Gasgesetzen (zwischen 0° und 184,4° sowie zwischen 0,0569 und 1,6960 Atm) wieder experimentell bestimmt und die Abhängigkeit der spezifischen Wärme von der Dampfdichte erörtert
 20 Oberhalb 1450° beginnt das Cl₂ sich in Atome zu spalten

Die spezifische Wärme des Chlors bei konstantem Druck (C_p) ist 0,1210, bezogen auf die des Wassers = 1 (REGNAULT), nach STRECKER ist C_p = 0,1155, die spezifische Wärme bei konstantem Volumen C_v = 0,08731 (nach EUCKEN bei 0° 0,082 Cal), $K = \frac{C_p}{C_v} = 1,323$, nach
 25 PITRINI 1,333

hindeuten auf (v), to indicate

aufrechterhalten (v), to maintain

Abweichung (f), variation, deviation

erörtern (v), to discuss

1 For the list of abbreviations and the titles of the periodicals for which they stand, see p 298

2 wurde sich berechnen, would be calculated Notice the formation of the present conditional tense (wurde + inf), also the passive force of sich See §5 (2)

3 t = Temperatur For a list of the abbreviations used in this book, see p 287

4 ohne dass sich aufrechterhalten liessen, without being able to be maintained, sich lassen + inf = may (can) be + English past participle See §18 (3)

5 die aus den erhaltenen Schlussfolgerungen, a participial phrase See §1

In eine Leuchtgas- oder Weingeistflamme geleitetes ¹ Chlor farbt sie grün Über das Spektrum des Chlors vgl Gmelin-Friedheim (Handbuch der anorganischen Chemie, 7 Aufl, 2 Abt 59, 8 Aufl, System-Nummer 6 [Chlor], S 50 ff) und Kayser (Handbuch der Spektroskopie 3, 322 [1905])

Das Chlor steht in der siebenten Gruppe des periodischen Systems, u zw in der Hauptgruppe zwischen Fluor und Brom und bildet mit diesen Elementen und dem Jod die Gruppe der Halogene Entsprechend der Zusammensetzung des Chlorwasserstoffs wird das Cl in den meisten Verbindungen für ² einwertig angesehen, die Zusammensetzung der Sauerstoffverbindungen und der Säuren des Chlors wurden für seine Mehrwertigkeit (3-, 5-, 7-Wertigkeit) sprechen Manchmal wurde (z B in ClO₂) das Chlor auch 4wertig angenommen

Chlor ist ein Gemisch zweier Isotopen mit den Massen 35 und 37 Auf Grund des Atomgewichtes von Cl 35,467 wurde das Isotopenverhältnis zu 76,6%, Cl (35) und 23,3%, Cl (37) berechnet (Harkins und Stone, *Nature* 116, 426 [1925]) Gemäss der volligen Übereinstimmung der Atomgewichte ist das Isotopenverhältnis in irdischem Chlor sowohl ³ marinen als auch nichtmarinen Ursprunges konstant Die Konstanz des Isotopenverhältnisses in Cl verschiedenen Ursprungs führt zu dem Schlusse, dass dasselbe ⁴ schon mehrere Billionen Jahre bestanden haben muss

Chlorgas wird von Wasser unter Bildung von grünlichgelb gefärbtem Chlorwasser gelöst, am reichlichsten ⁵ bei 9–10°, von 9° bis zu 60° nimmt die Löslichkeit ab, bei 100° ist sie gleich 0 (vgl später) Man stellt das Chlorwasser durch Einleiten von möglichst luftfreiem Chlor in Wasser von etwa 10° dar Gesättigtes Chlorwasser ist von

1 geleitetes Chlor, *chlorine that has been conducted* A participial phrase See §1

2 für read with *angesehen*, *looked upon as* Certain verbs and adjectives in German govern certain prepositions The meaning of such prepositions is to be determined from the context

3 sowohl read with *als auch* For a list of the common correlative conjunctions, see §17(2)

4 dasselbe schon *bestanden haben muss*, *it must have existed for several billion years* Notice use of *derselbe*, *dieselbe*, *dasselbe* meaning *it*, to make the antecedent clear, *schon* meaning *for* with expression of time

5 am reichlichsten, *most abundantly* Superlative adverb See §13(5)

6 bis zu, *down to* Prepositions are occasionally used in pairs Their meanings are to be derived from the context

grüngelber Farbe, weist den Geruch des Chlors auf und schmeckt herb. Bei etwa 0° gefriert es unter Bildung von Chlorhydrat und Eis.

Konz. Lösungen der Chloride haben eine geringere Löslichkeit für Chlor als reines Wasser. Eine gesättigte Natriumchloridlösung 5 löst bei 14,5° 0,3607 Vol. Chlor. Bei Sättigung in einer Chloratmosphäre von gewöhnlichem Druck und 12° löst 1 l Wasser sofort 4 g Chlor, bei sehr langer Einwirkung 6 g. Die Schwankungen werden auf eine Reaktion des Cl mit Wasser unter Bildung von HCl und HOCl zurückgeführt. Nach SCHONFELD (1855) absorbiert 1 Vol. 10 Wasser bei 10° 2,5852 Vol. Chlor (von 0° und 760 mm), bei 20° 2,1565, bei 30° 1,7499, bei 40° 1,3665 Vol. Chlor. Nach ROOZEBOOM (1884) enthält die Lösung des Chlors in Wasser (unter 760 mm Druck) bei 0° 1,44 %, bei 6° 1,07 %, bei 9° 0,95 %, bei 12° 0,87 % Cl.

In wässriger Salzsäure ist Cl löslicher als in Wasser. 1 l einer 15 gesättigten wässrigen Chlorwasserstofflösung löst 7,3 g Chlor. Die dabei beobachtete Wärmeentwicklung weist auf die Bildung eines Wasserstofftrichlorids, HCl₃, hin (BERTHELOT). 1 l wässrige Salzsäure, die zu etwa $\frac{1}{4}$ aus HCl besteht, löst 11 g Cl. Die Lösungswärme von Chlor in Wasser ist nach THOMSEN (korrigiert) 4870 Cal, nach BAKER 20 4970 Cal.

Die Reaktion des Chlors mit Wasser zu HCl und HOCl ist nach JAKOWKIN umkehrbar und wird durch Erhitzen beschleunigt. Bei etwa 90° können die Hydrolysenprodukte voneinander getrennt werden. Beim Erhitzen einer wässrigen Chlorlösung bleibt im Rück- 25 stand HCl in einer Menge, die der im Destillat vorhandenen ¹ HOCl äquivalent ist. Chlorwasser zersetzt sich bei der Einwirkung von Licht, wobei zunächst HOCl entsteht ($\text{Cl}_2 + \text{H}_2\text{O} = \text{HCl} + \text{HOCl}$), welches dann weiter gemäss $3 \text{HOCl} = 2 \text{HCl} + \text{HClO}_3$ unter Bildung von Chlorsäure zerfällt. Nach BILLITZER erfolgt die photochemische 30 Zersetzung des Chlorwassers nicht annähernd proportional der Belichtungsstärke und Belichtungsdauer, vielmehr geht hier eine autokatalytische Reaktion vor sich. Bei sehr starker Verdünnung (1 Mol Cl₂ auf 400 Mol Wasser) findet im Lichte weitgehende Zerschmecken (*v*), to taste Belichtungsstärke (*f*), light intensity
gefrieren (*v*), to congeal, to freeze
Schwankung (*f*), fluctuation Belichtungsdauer (*f*), time of exposure
umkehrbar (*adj*), reversible

¹ der im Destillat vorhandenen HOCl, a pseudo-participial phrase
See §1(5)

setzung gemäss $2 \text{Cl}_2 + 2 \text{H}_2\text{O} = 4 \text{HCl} + \text{O}_2$ statt Die Bildung von HCl und O kann auch auf die Zersetzung der durch Hydrolyse zunächst entstehenden HClO gemäss $2 \text{HClO} = 2 \text{HCl} + \text{O}_2$ zurückgeführt werden Die Produkte der Photolyse der Lösungen von Cl in Wasser und in wässrigen Lösungen von Salzen und Säuren sind HCl, HClO_3 und O_2 , HClO_4 und H_2O_2 treten dabei nicht auf

Aus gesättigtem Chlorwasser krystallisiert in der Kalte Chlorhydrat, das auch durch Eintropfen von Salzsäure in auf $2-3^\circ$ abgekühlte unterchlorige Säure entsteht (über seine Bildung in den Chlorleitungsrohren vgl S 214)

Das Chlorhydrat bildet eine blassgelbe (bei -50° fast weisse), baumförmig krystallinische Masse von etwa 1,2 spez Gew, die manchmal in Nadeln oder Oktaedern krystallisiert Es zerfällt bei gewöhnlicher Temperatur und normalem Druck in Chlorgas und Chlorwasser, im zugeschmolzenen Rohr bleibt es selbst bei Sommertemperatur unverändert und zersetzt sich erst ¹ bei 38° in wässriges und flüssiges Chlor, welche sich bei nachheriger Abkühlung wieder zu krystallisiertem Hydrat vereinigen Über die Zusammensetzung und Konstitution des Chlorhydrats wurden verschiedene Ansichten veröffentlicht ² Nach FARADAY ist die Zusammensetzung $\text{Cl}_2 + 10\text{H}_2\text{O}$, nach MAUMENÉ sollen ³ auch die Hydrate mit $12 \text{H}_2\text{O}$, $7 \text{H}_2\text{O}$ und $4 \text{H}_2\text{O}$ existieren, während ROOZEBOOM, der auch die Dissoziationsspannung ermittelte, zu der Formel $\text{Cl}_2 + 8 \text{H}_2\text{O}$ gelangte Nach DE FORDRAND, der auch die Bildungswärme bestimmte, ist die Zusammensetzung des Chlorhydrats $\text{Cl}_2 + 7 \text{H}_2\text{O}$, nach BOUZAT und AZANLÈRES (1923) $\text{Cl}_2 + 6 \text{H}_2\text{O}$, übereinstimmend mit einer älteren Angabe von VILLARD (1897)

Ausser in Wasser löst sich Chlor auch in verschiedenen anderen Lösungsmitteln auf So ⁴ nimmt Tetrachlorkohlenstoff bei gewöhnlich unterchlorig (*adj*), hypochlorous nachherig (*adj*), subsequent blassgelb (*adj*), pale yellow veröffentlicht (*v*), to publish baumförmig (*adj*), arborescent, Dissoziationsspannung (*f*), dissociation potential tree-shaped

1 und zersetzt sich erst bei 38° , and does not decompose until 38°
Erst as an adverb usually means *not until*, as an adjective it means *first*
For a list of tricky words see §20

2 wurden veröffentlicht = sind veröffentlicht worden

3 sollen existieren, are said to exist Note this special idiomatic meaning of sollen

4 so = zum Beispiel, for example

licher Temperatur 10% Chlor, bei 0° 25% seines Gewichtes auf 1 kg Chloroform lost bei 10° 250 g Cl auf

Chlor lost sich ferner in flussigem Athan, in Tetra- und Penta-chlorathan, ferner in Chromoxychlorid, Vanadinoxychlorid und in Sulfurychlorid Von Holzkohle wird es stark adsorbiert, ebenso von trockenem SnCl_4

Bei entsprechender Abkühlung sowie bei erhöhtem Druck verdichtet sich das Chlor zu einer dunkelgrünlichgelben, bei sehr niedriger Temperatur (−102°) orangegelben Flüssigkeit, in der sich gelbe Kry-
 10 stalle ausscheiden Bei weiterer Temperaturerniedrigung erstarrt die ganze Flüssigkeit zu einer gelben krystallinischen Masse, die bei −102° schmilzt

Das flussige Chlor siedet bei −33,6° und 760 mm Druck (REGNAULT, BECKMANN, KNILTSCH), nach P HARTECK (*Ztschr physikal*
 15 *Chem* **134**, 21 [1928]) ist der Kochpunkt bei 760 mm −33,95°, der Schmelzp −100,5°, die Siedekstante in CCl_4 bzw C_2Cl_6 ist 16,5 (BECKMANN), Chlor leitet nicht die Elektrizität

Dichte des flussigen Chlors nach KNIETSCH, (**1 259**, 100 [1890])

Temperatur°	Spez Gew	Temperatur°	Spez Gew	Temperatur°	Spez Gew
− 80	1,6602	13,85	1,4314	40,0	1 3490
− 33,6	1,5560	14,50	1,4278	51,3	1,3160
− 9,5	1 4931	19,00	1,4156	55,5	1 3000
± 0	1,4689	21,80	1,4065	63	1 274
5,25	1,4541	26,37	1,3930	67	1 258
7,73	1,4481	27,63	1,1891	69	1,250
9,70	1,4434	30,90	1,3786	77	1,216
11,10	1,4359	36 20	1,3621		

Für die Berechnung der Werte für die Dichte des flussigen Chlors
 20 wurde die Formel $y = 1,6583346 - 0,002003753x - 0,0000045596743x^2$
 abgeleitet, wobei $x = t + 80$ Auch A LANGE (*Ztschr angew Chem*
13, 683, [1900]) bestimmte die spez Gew des flussigen Chlors mit
 guter Übereinstimmung mit den Zahlen von KNIETSCH Nach diesem
 ist der mittlere Ausdehnungskoeffizient für −80° bis −33,6° 0,001409,
 25 für −30° bis + 0° 0,001793, für + 50 bis + 60° 0,002690, für + 70°
 bis + 80° 0,003460 Bei + 90° wird die Ausdehnung des flussigen
 Chlors so gross wie die der Gase

Die kritische Temperatur beträgt 146° Der kritische Druck 83,9

ebenso (adv), as well as

mittler(e) (adj), mean, average

Atm, der Zusammendruckbarkeitskoeffizient bei 35,4° 0,000225, bei 64,9° 0,000366, bei 91,4° 0,000637 Die spezifische Wärme zwischen 0° und 24° beträgt 0,2262 Der Ep¹ liegt bei -102° 1 kg flüssiges Chlor entspricht 300 l Gas Der Druck bei 146° von 93,5 Atm stellt den Druck beim kritischen Punkt dar

5

Druck des flüssigen Chlors nach KNILTSCH

Temperatur°	Atm absol Druck	Temperatur°	Atm absol Druck	Temperatur°	Atm absol Druck
- 33,6	1	29,70	8,652	80	28,4
- 9,5	2 662	33 16	9 470	90	34,5
± 0	3,660	38,72	10,889	100	41,7
9,62	4,885	40	11,50	110	50,8
13,12	5,433	50	14,7	120	60,4
20,85	6,791	60	18,6	130	71,6
21,67	6,960	70	23,0	146	93,5

Das Chlor gehört zu den am stärksten¹ elektronegativen und reaktionsfähigsten Elementen, indem es sich mit wenigen Ausnahmen (Sauerstoff, Fluor, Brom, Stickstoff, Edelgase) mit fast allen anderen Elementen direkt und häufig unter Feuererscheinung vereinigt Mit Wasserstoff verbindet es sich bei gewöhnlicher Temperatur im Dunkeln nicht, langsam im verstreuten Licht, im direkten Sonnenlicht tritt sofort Verbindung mit Wasserstoff unter Explosion und Bildung von Chlorwasserstoff ein Wasserstoff verbrennt im Chlorgas mit bläulicher Flamme

[Seite 231-32]

VERWENDUNG Der weitaus grösste Teil des erzeugten Chlors wird zur Darstellung der technischen Chlorprodukte, hauptsächlich Chlorkalk, ferner der Chlorate und Bleichflüssigkeiten (Hypochlorite) verwendet Ausserdem kommt das Chlor als flüssiges Chlor (vgl Gase, komprimierte) in den Handel Für manche Zwecke, besonders in der Cellulose- und Papierfabrikation für die Herstellung der Bleichlaugen, hat in einigen Ländern in den letzten Jahren das in

Zusammendruckbarkeitskoeffizient unter Feuererscheinung, with appearance of fire
(*m*), coefficient of compressibility
indem, in that
Edelgas (*n*), noble (inert) gas zerstreut (*adj*), diffused
weitaus (*adv*), by far

¹ Ep = Erstarrungspunkt For a list of abbreviations of words, see page 287

² am stärksten elektronegativen und reaktionsfähigsten, superlative adverb and adjective See §13

- Kesselwagen billig gelieferte flüssige Chlor den Chlorkalk stark zurückgedrängt Vgl z B hinsichtlich Amerika *Chemische Ind* **1927**, 533 In Deutschland wird etwa ein Drittel des produzierten Chlors verflüssigt Vgl J BILLITER (*Ztschr Elektrochem* **33**, 353 [1927])
- 5 Über das Bleichen von Rohcellulose mit freiem Chlor vgl WAENTIG (*Chem-Ztg* **52**, 479 [1928]) Für Desinfektionszwecke und zur Sterilisierung von Wasser hat man früher hauptsächlich Chlorkalk verwendet, während man in den letzten Jahren auch hierfür (für Trinkwasser, Wasser für Hallenbäder, für Abwasser) vorwiegend Chlor
- 10 verwendet Die Chlorung des Wassers wurde 1912 in Amerika eingeführt Anfangs 1926 wurden dort bereits rund 70% des gesamten Trinkwassers gechlort In Nordamerika wird flüssiges Chlor von mehr als 6000 Orten zum Desinfizieren von Wasser verwendet Auch die Chlorung von Abwässern zwecks Beseitigung von Geruch- und
- 15 Faulniswirkung, Desinfektion, Beseitigung von Wasseralgen hat bereits ausgedehnte Anwendung gefunden Vgl ORNSTEIN (*Chem-Ztg* **52**, 480 [1928], *Ztschr angew Chem* **39**, 1035 [1926]), **41**, 646 [1928]), ED MERKEL (ebenda 646), MEINGART (*Chem-Ztg* **52**, Fortschrittsberichte 49 [1928]), ferner auch KUFNIZ und GUBEL-
- 20 MANN (*Chem Ztrbl* **1927**, II, 1382), R GRASSBLRGER und F NOZISZKA (*Chem Ztrbl* **1927**, II, 2701), K BAUER, F NOZISZKA, O STUBER (Abhandlungen aus dem Gebiete der Hygiene, H 1 [1928]), W OLSZEWSKI (*Chem-Ztg* **52**, 141 [1928]), L W HAASE (*Chem Ztrbl* **1928**, I, 3104), M DUGGLI (ebenda **1928**, II, 94)
- 25 Die Verwendung von Chlor zur Darstellung verschiedener anorganischer und organischer Chlorverbindungen wurde in steigendem Masse durchgeführt, um¹ der sich stark fühlbar machenden² Überproduktion an Chlor (vgl S 212) zu begegnen Vgl z B ASKINASY (*Ztschr angew Chem* **20**, 1166 [1907]), F ULLMANN (*Chemische Ind*

Kesselwagen (*m*), tank car
 Hallenbad (*n*), swimming pool
 Abwasser (*n pl*), sewage
 Beseitigung (*f*), destruction, re-
 moval

Wasseralgen (*f pl*), water algae
 ausgedehnt (*p adj*), extensive,
 considerable
 Faulniswirkung (*f*), sepsis

1 um der Überproduktion an Chlor zu begegnen, *in order to meet the overproduction of chlorine* Notice that the verb **begegnen** governs the dative case, and that **Überproduktion** requires the preposition **an**

2 der sich stark fühlbar machenden Überproduktion, a (present) participial phrase See §1(1)

31, 405 [1908]), J T CONWAY (*Trans Amer elektrochem Soc* **49**) So wird das Chlor zur Darstellung von Chloral, Chloressigsäure, chlorierten Benzol- und Naphthalinderivaten, Chlorpikrin, chlorhaltigen Farbstoffen, Tetrachlorkohlenstoff, Acetylenchloriden, (s Bd I, 155) Phosgen, Chlorschwefelverbindungen verwendet Während des Krieges sind grosse Mengen Chlor im Gaskampf (als Bombenchlor und zur Herstellung anderer Gaskampfstoffe) verwendet worden

In den letzten Jahren hat auch die Verwendung von Chlor zum Aufschluss von Holz und anderen celluloschaltigen Rohstoffen (besonders aus Espartogras) für die Herstellung von Cellulose eine gewisse Bedeutung erlangt Das schon vor mehr als 20 Jahren von KELLNER vorgeschlagene Verfahren ist besonders in Italien industriell ausgebildet worden Vgl J BILLITER (*Ztschr Elektrochem* **33**, 353 ff [1927]), ferner G CONSIGLIO (*Papierfabrikant* **24**, 785 [1926]), H WENZL (ebenda **24**, 809 [1926]) und P WAENTIG (ebenda **25**, 144 [1927]) S¹ Näheres bei Cellulose, Bd III, 144

Chlor findet ferner Anwendung bei der Bromgewinnung (vgl Brom, Bd II, 667) aus den Kalendlaugen, dann als Oxydationsmittel, wie z B nach einem (alteren) Verfahren zur Darstellung von Ferricyankalum Relativ grosse Mengen Chlor werden zur Herstellung von Zinnchlorid (s d unter Zinnverbindungen) für die Seidenbeschwerung verwendet In ausgedehntem Masse findet Chlor zur Entzinnung von Weissblechabfällen Verwendung Auch Quecksilber-, Silicium-, Aluminiumchlorid (dieses für den Crackprozess) werden hergestellt Auch Zinkchlorid soll nach A P 1314715 in grossem Umfange aus Zn und Cl hergestellt werden (*Ztschr angew Chem* **39**,

Krieg (<i>m</i>), war (here the World War 1914-18)	Entzinnung (<i>f</i>), detinning, removal of tin
Gaskampfstoff (<i>m</i>), war gas material	Seidenbeschwerung (<i>f</i>), silk weighting
Espartogras (<i>n</i>), esparto grass, Spanish grass (tall perennial grass native to S Spain and N Africa)	Weissblechabfälle (<i>m pl</i>), tin plate scrap

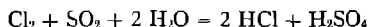
1 das vorgeschlagene Verfahren, a (past) participial phrase See §1(2)

2 vor mehr als 20 Jahren, more than twenty years ago The preposition vor followed by an expression of time means ago, never for

3 S Näheres bei Cellulose, Bd III, 144, for further details see Vol III, p 144, under cellulose

865 [1926]) Ferner wird Chlor zur Chlorierung von Erzen und (fruher mehr als gegenwartig) fur die Goldgewinnung verwendet

Von Interesse sind auch die Vorschlage zur Uberfuhrung von Chlor in Salzsauere (vgl S 208) Vorschlage, bei welchen gleichzeitig Schwefelsauere gewonnen werden soll, wurden z B von W HAHNER (1854), MASSON (1902) und von ASKENASY und MUGDAN (1903) gemacht Das letzterwahrnte, dem *Consortium*¹ patentierte Verfahren, das auch auf der Reaktion



beruht, wurde von A COPPADORO (*L'Ind Chim* 1910, H 2-5, 10 *Chem-Ztg* 34, Rep 354 [1910]) im kleinen Massstabe gepruft und fur die Verwertung von elektrolytischem Chlor als sehr beachtenswert bezeichnet Ausserdem sind eine Reihe anderer Verfahren zur synthetischen Darstellung von Salzsauere aus Chlor und Wasserstoff vorgeschlagen und zum Teil bereits technisch durchgefuhrt worden (vgl 15 auch Bd III, 208) Ein solches Verfahren war² bereits vor mehr als 15 Jahren in Italien bei der SOCIETÀ ITALIANA DI ELETTROCHIMICA³ in der Fabrik BUSSI⁴ in Betrieb, auch bei der BASF⁵ in Anwendung Auch in Spanien und in Amerika wird Salzsauere aus Chlor und Wasserstoff hergestellt Fur Italien hat⁶ die Herstellung von Salzsauere aus 20 Elektrolytchlor auch mit⁷ Hinsicht auf das dort bearbeitete Problem, Leuzite mittels derart synthetisch erzeugter Salzsauere aufzuschliessen, Bedeutung In Italien wird ferner das Chlor auch zur Erzeugung von Kupferchlorid und Kupferoxychlorid verwendet, letzteres wird in grossen Mengen von der Landwirtschaft zur Vertilgung von Schad-

Chlorierung (*f*), chlorination

beachtenswert (*adj*), worthy of

letzterwahrnt (*p adj*), last men-

notice, noteworthy

tioned

Landwirtschaft (*f*), agriculture

1 dem *Consortium*, for the *Consortium* (German syndicate)

2 war in Betrieb, was in operation

3 Società Italiana di Elettrochimica, name of the Italian Electrochemical Society (*Company*)

4 Fabrik Bussi, Bussi factory

5 BASF, abbreviation of the well-known "Badische Anilin- und Sodaabrik" at Ludwigshafen am Rhein

6 hat, read with Bedeutung

7 mit Hinsicht auf das dort bearbeitete Problem, Leuzite aufzuschliessen, with reference to the problem worked out there of decomposing leucites, etc

lingen gebraucht Vgl *Chem-Ztg* **38**, 865 [1914] In Amerika wird Chlor auch zum Bleichen von Mehl und in der Petroleumraffinerie benutzt Über das Bleichen von Fettsäuren mittels Chlors (oder HOCl oder ihrer Salze) vgl WELTLER, *Chem Ztrbl* **1928**, IX, 1113 Über die von OCHI vorgeschlagene Anwendung zur Saftreinigung in 5 der Zuckerfabrikation vgl O SPENGLER und R WEIDENHAGEN (*Z Ver D Zuckerind* **1927**, 119, *Chem Ztrbl* **1927**, I, 2245) Über die Lackbleichung durch Chlor vgl VENUGOPALON (*J Indian Inter Science Serie A* **17**, *Chem Ztrbl* **1928**, I, 2875) Über die Verwendung von verdünntem Chlor als Heilmittel vgl S 209 Im Lab- 10 oratorium findet das Chlorgas auch vielfache Verwendung, wie z B zur Aufschliessung von Erzen, für Oxydations- oder Chlorierungszwecke, dann als Bleichmittel (in Form von Chlorwasser) speziell für Paraffinschnitte auf dem Objektträger

Nach D A PRITCHARD (*Chemische Ind* **49**, 673 [1926]) betrug die 15 Gesamtleistungsfähigkeit aller Fabriken in den Vereinigten Staaten und Canada etwa 185 000 t Chlor im Jahre 1925, die aber nicht voll ausgenutzt wurden 46 000 t flüssiges Chlor wurden 1925 hergestellt Der Verbrauch an Chlor in obigen Ländern verteilt sich auf folgende Industrien Papierindustrie 65%, Textilindustrie 22%, sanitäre 20 Zwecke 10%, chemische Industrie 3% In den Vereinigten Staaten betrug 1925 der Gesamtverbrauch an Chlor etwa 125 000 t, der Verbrauch an flüssigem Chlor 1926 etwa 65 000 t (MFRINGAST *Chem-Ztg* **52**, Fortschrittsberichte 49 [1928])

In Frankreich wurden etwa 25 000 t Chlor elektrolytisch gewonnen 25 (*Chemische Ind* **38**, 610 [1925]) und 1927 162,8 t im Werte von 200 000 Fr ausgeführt

In Deutschland sollen 1913 etwa 20 000 t Chlor in der organisch-chemischen Industrie benutzt und 1927 etwa 100 000 t Elektrolyt- 30 Chlor erzeugt worden sein

LITERATUR G LUNGE, *Handbuch der Sodaindustrie*, Bd **3**,

Mehl (<i>n</i>), flour	Objektträger (<i>m</i>) (microscopic)
Saftreinigung (<i>f</i>), purification of juice	slide
Lackbleichung (<i>f</i>), bleaching of varnish	Gesamtleistungsfähigkeit (<i>f</i>), total output capacity
Handel (<i>m</i>), commerce	voll (<i>adv</i>), completely
Heilmittel (<i>n</i>), remedy, medicine	t = Tonne = 1,000 kilograms
Bleichmittel (<i>n</i>), bleaching agent	Literatur (<i>f</i>), literature, bibliography

Braunschweig [1909] — GMELIN FRIEDHEIM, Handbuch der anorganischen Chemie, 7 Aufl., Bd 2, Abt 1, Die Halogene, bearbeitet von HUGO DITZ, Heidelberg [1909] und GMELIN, Handbuch der anorganischen Chemie, 8 Aufl., System-Nummer 6 (Chlor)

HARNSTOFF

Sechster Band [Seite 104–105]

- 5 HARNSTOFF, Carbamid, Kohlensaurediamid, lateinisch urea, $\text{NH}_2 \text{ CO } \text{NH}_2$, krystallisiert aus Wasser oder Alkohol in langen, dünnen Prismen Tetragonalskalenoedrisch¹ Farb- und geruchlos, von kuhlendem, dem Kalisalpeter ähnlichem Geschmack Schmelzp 132,3–132,65°, Ep 132,20°, D 1,335 Sublimiert² im Vakuum
 10 zwischen 120–130° unzersetzt Das bei 160–190° erhaltene Sublimat besteht dagegen aus Ammoniumcyanat $\text{CO}(\text{NH}_2)_2 \rightarrow \text{CN O NH}_4$ Bei höherem Erhitzen unter gewöhnlichem Druck zerfällt Harnstoff unter Bildung von Ammoniak, Kohlendioxyd, Biuret, Cyanursäure, Cyanursäuretriureid 100 g Wasser lösen bei 20–25° 79,00 g Harnstoff
 15 Siedendes Wasser nimmt ihn in jeder Menge auf Bei 19,5° lösen 100 Tl, Alkohol 5,06 Tl, 100 Tl Methylalkohol 21,8 Tl Harnstoff (C A LOBRY DE BRUYN, *Ztschr physikal Chem* 10, 784 [1892]) Eine übersättigte methylalkoholische Lösung scheidet bei 0° die Verbindung $\text{CO}(\text{NH}_2)_2 + \text{CH}_3 \text{ OH}$ ab, die bei 19,25° in Harnstoff über-
 20 geht (J H WALTON und R V WILSON, *Journ Amer Chem Soc* 47, 320 [1925]) Dichte³ der gesättigten Lösung in Wasser, Alkohol und Methylalkohol bei verschiedenen Temperaturen s C L SPYERS, *Amer Journ Science (Silliman)* [4] 14, 298, 299 [1902] Harnstoff ist sehr wenig löslich in Äther und Benzol, unlöslich in Chloroform
 25 Beim Erhitzen mit Säuren oder Alkalien wird er zu Kohlensäure und Ammoniak verseift, jedenfalls nach vorhergehender Umlagerung in Ammoniumcyanat (CH E TAWSITT, *Ztschr physikal Chem* 41, 622

bearbeiten (v), to revise

übersättigt (p p adj), supersaturated

1 Tetragonal-skalenoedrisch This is telegraphic style for Er ist tetragonal-skalenoedrisch, it is tetragonal scalenohedral Notice the omission of subject and verb throughout the selection on "Harnstoff"

2 sublimiert, supply Er before sublimiert

3 Dichte, supply Für die before Dichte

[1902], E A WERNER, *Journ Chem Soc London* **111**, 1078 [1902]}.
 Mit alkoholischem Kali entstehen deshalb auch reichliche Mengen von Kaliumcyanat (A HALLER, *Ann Chem* [6] **9**, 276 [1886], F EMICH, *Monatsh Chem* **10**, 331 [1889]) Beim Eindampfen einer wässrigen Lösung mit Silbernitrat bildet sich Silbercyanat (FR WOHLER und J LIEBIG, *A* **26**, 301 [1838]) Auch Enzyme vermögen Harnstoff in Ammoniak und Kohlensäure zu spalten Hierauf beruht die durch Mikroorganismen hervorgerufene „ammoniakalische Gärung“ des Harns Sojabohnenextrakt enthält beträchtliche Mengen eines Harnstoff spaltenden Enzyms („Urease“) Salpetrige Säure reagiert mit Harnstoff in heisser wässriger Lösung unter Bildung von Kohlensäure und Stickstoff, ev auch von Ammoniumcarbonat (A CLAUS, *B* **4** 142 [1871]), während in der Kälte unter geeigneten Bedingungen Ammoniumnitrat und Cyansäure gebildet werden (F WOHLER und J LIEBIG, *A* **26**, 261, [1838]) Natriumhypobromit liefert gleichfalls unter Abscheidung von Natriumbromid Kohlensäure und Stickstoff, daneben auch etwas Natriumcyanat (M B DONALD, *Journ Chem Soc London* **127**, 2255 [1925]) Als Zwischenprodukt entsteht bei dieser Reaktion Hydrazin, das man bei Verwendung von Natriumhypochlorit in einer Ausbeute bis zu 60% erhalten kann (P SCHESTAKOW, *Journ Russ phys-chem Ges* **35**, 858 [1903], **37**, 5 [1905], D R P 164 755) Auch Monochlorharnstoff, $\text{NH}_2 \text{CO NHCl}$ (A BEIHAL und A DETOEUF, *Compt rend Acad Sciences* **153**, 681, 1229 [1911]) und Dichlorharnstoff, $\text{CO}(\text{NHCl})_2$ (F D CHATTAWAY *Amer Chem Journ* **41**, 83 [1909], *Journ Chem Soc London* **95**, 235 464 [1909], vgl R L DATIA, ebenda **101**, 166 [1912]) können aus Harnstoff gewonnen werden Beim Erhitzen mit Kalk (F EMICH, *Monatsh Chem* **10**, 324 [1889]) oder Natrium (H J H FENTON, *Journ Chem Soc London* **41**, 262 [1882]) liefert Harnstoff Cyanamid Mit Hydrazin reagiert er unter Bildung von Hydrazoformamid, $\text{NH}_2 \text{CO NH NH CO NH}_2$, und Semicarbazid, $\text{NH}_2 \text{CO NH NH}_2$ (TH CURTIUS und K HEIDENRICH, *B* **27**, 56 [1894], *Journ prakt Chem* [2] **52**, 465 [1895]) Gegen Permanganat ist Harnstoff recht beständig

Mit Alkohol erhitzt, geht Harnstoff in Urethan über (A W HOFMANN, *B* **4** 267 [1871]) Mit Formaldehyd liefert er bei Gegenwart geeigneter Kondensationsmittel Mono- und Dimethylolharnstoff

Gärung (*f*), fermentation

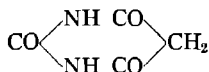
ev, eventual, perhaps

daneben (*adv*), in addition to this

Hydrazoformamid (*n*), hydrazoformamide

Semicarbazid (*n*), semicarbazide

NH₂ CO NH CH₂ OH bzw CO(NH CH₂ OH)₂ (A EINHORN und A HAMBURGER, *B* **41**, 26 [1908], *A* **361**, 131 [1908]), den unloslichen Methylenharnstoff (C₂H₄ON₂), sowie amorphe Produkte, die als Kunstharze (*s d* und Verwendung, S 110) gebraucht werden Mit
 5 Natriummalonester kondensiert sich Harnstoff in alkoholischer Lösung zu Barbitursäure



(A MICHAEL, *Journ prakt Chem* [2] **35**, 456 [1887]) Mono- und Dialkylmalonester liefern Mono- bzw Dialkylbarbitursäuren, ein Verfahren, das zur Fabrikation von Veronal (Bd III, 655) dient Freie
 10 Alkyl- bzw Dialkylmalonsäuren liefern Alkylbarbitursäuren bzw Dialkyllessigsäureureide Nur Dimethylmalonsäure gibt Dimethylbarbitursäure Durch Erhitzen von Harnstoff mit Anilin erhält man Phenyl- und Diphenylharnstoff (A FLRISCHER, *B* **9**, 995 [1876], A BANGER, *A* **131**, 252 [1864], T L DAVIS und H W UNDERWOOD
 15 JR, *Journ Amer Chem Soc* **44**, 2595 [1922]) Beim Erhitzen von Harnstoff mit Phenetidinsalzen in wässriger Lösung erhält man Dulcin (Riedel, D R P 76596) Harnstoff wirkt diuretisch

[Seite 106–107]

Darstellung im grossen Zu technischer Ausgestaltung sind ¹ z Z 2 der angeführten Bildungsweisen gelangt, nämlich die ² aus Cyanamid
 20 durch Anlagerung von Wasser und die aus Ammoniumcarbammat durch Abspaltung von Wasser

a) Darstellung aus Cyanamid Sie ist bereits Bd III, 22, behandelt worden R S Mc BRIDE (*Chem Metallurg Engin* **32**, 791 [1925])

Kunstharz (*n*), artificial resin

angeführt (*p adj*), quoted, cited

Dulcin (*n*), dulcin

Bildungsweise (*f*), method of preparation or production, mode of

im grossen, on a large scale, in mass production

formation

Ausgestaltung (*f*), development

Anlagerung (*f*), addition

1 sind gelangt, have attained (reached) This is the perfect tense of **gelingen** which forms its compound tenses with **sein** Notice that **gelingen** governs the preposition **zu** before its object Do not confuse this verb with the impersonal verb **gelingen**, to succeed

2 die, the one, die here is a demonstrative pronoun What other meanings may **der**, **die**, **das** have?

beschreibt das LIDHOLM-Verfahren, wie es von der UNION CARBIDE Co in Niagara Falls in einer grosseren ¹ Versuchsanlage ausgeführt wurde, an der Hand zahlreicher Abbildungen. Der gewonnene Harnstoff enthielt 44 % Stickstoff (ber 46,6 %), 1,5 % Stickstoff war als Guanylharnstoffsulfat vorhanden, 1 % als Dicyandiamid. Der Harnstoff konnte zu $\frac{2}{3}$ des Preises von Natriumnitrat geliefert werden, bezogen auf gebundenen Stickstoff.

b) Darstellung aus Ammoniumcarbammat. Die BASAROWSche Reaktion $^2\text{NH}_2\text{COONH}_4 = \text{NH}_2\text{CONH}_2 + \text{H}_2\text{O}$ wurde von einer ganzen Anzahl ¹ von Forschern untersucht (s. auch G. N. LEWIS und 10 G. H. BURROWS, *Journ Amer Chem Soc* **34**, 1517 [1912]), ausführlich und nach modernen Methoden aber erst von Fr. FICHTER und B. BECKER (*B* **44**, 3473 [1911]) und besonders eingehend von C. MATIGNON und M. FRÉJAQUES (*Compt rend Acad Sciences* **170**, 462 [1920], **171**, 1003 [1921], **174**, 455, 1747 [1922], *Ann Chim* [9] **15** **17**, 257, 271 [1922], *Bull soc chim France* [4] **31**, 307, 394 [1922], *Chim et Ind* **7**, 1057 [1922]). Es ist keineswegs allgemein anerkannt, dass sich der Harnstoff direkt durch Wasserabspaltung aus dem Ammoniumcarbammat bildet, wie es die meisten Autoren annehmen. E. A. WERNER (*Journ Chem Soc London* **117**, 1046 [1920]) und K. C. 20 BAILLY (*Compt rend Acad Sciences* **175**, 279 [1922]) nehmen als primäre Reaktion: $\text{CO}_2 + \text{NH}_3 = \text{H}_2\text{O} + (\text{HOCN} \rightleftharpoons \text{HCNO})$ an, als sekundäre Reaktionen: a) $\text{HOCN} + \text{NH}_3 = \text{NH}_4\text{OCN}$, b) $\text{HNCO} + \text{NH}_3 = \text{CO}(\text{NH}_2)_2$ (vgl. K. C. BAILLY, *F P* 554 520 [1922]). Wahrscheinlicher ist aber unter den üblichen Arbeitsbedingungen die 25

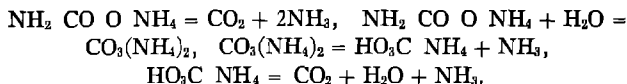
Versuchsanlage (<i>f</i>), experimental plant or works	ausführlich (<i>adv</i>), extensively, thoroughly, in great detail
an der Hand, by means	eingehend (<i>adv</i>), exhaustively
ber = berechnet, calculated	anerkennen (<i>v</i>), to acknowledge, to accept
Guanylharnstoffsulfat (<i>n</i>), guanylharnstoff sulfate	Arbeitsbedingung (<i>f</i>), working conditions
gebundener Stickstoff (<i>m</i>), fixed nitrogen	

1 in einer grosseren Versuchsanlage, in a rather (fairly) large experimental plant. Notice the translation of the comparative degree of an adjective (grosser) when there is no direct comparison. See § 13(4).

2 Die Basarowsche Reaktion, Basarow's reaction. To form adjectives out of proper names, German adds -sche to the proper name.

3 von einer ganzen Anzahl, by quite a number. Notice translation of ganz

erstgegebene Annahme Neben der Harnstoffbildung verläuft noch eine Reihe weiterer Reaktionen



so dass ein variantes System entsteht Die Dissoziationsdrucke des Ammoniumcarbamminats betragen bei 100° 6,4 Atm, bei 120° 14,6
 5 bei 130° 20,8 bei 140° 28,9 bei 145° 33,8, bei 150° 39,4 Atm Bei der Harnstoffbildung tritt ein Gleichgewichtszustand ein Die maximalen Gleichgewichtsdrucke betragen bei 100° 9,03, bei 122° 20,95, bei 135° 33,14 und bei 150° 55,09 Atm Sie sind hoher als die Dissoziationsdrucke, weil die Nebenreaktionen die Harnstoffreaktion überdecken
 10 Stellt man die gebildete Harnstoffmenge bei den verschiedenen Gleichgewichtszuständen fest, so findet man bei 130° (39^b) 30,2%, bei 134° (40^b) 39,92%, bei 140° (40^b) 41,3%, bei 145° (24^b) 43,3% Letztere Temperatur gibt die höchste erzielbare Ausbeute an Die Reaktionsgeschwindigkeit ist in der ersten Stunde des Erhitzens sehr gross, sie
 15 verlangsamt sich dann ausserordentlich infolge der katalytischen Wirkung des abgespaltenen Wassers, je ¹ mehr man sich dem Gleichgewichtszustande nähert Die Reaktionsgeschwindigkeit wird zwar durch gewisse Katalysatoren, wie Aluminiumoxyd, Siliciumdioxid, Kaolin, Calciumsulfat, erhöht, aber nur bei niedrigen Temperaturen,
 20 während bei der optimalen Temperatur ihr Einfluss so gering ist, dass ihre Anwendung nicht empfohlen werden kann Wasserentziehende Mittel, wie Magnesiumsulfat und Calciumchlorid, sind direkt schädlich, weil keines ² das Wasser binden kann, ohne mit einer Komponente des Systems zu reagieren Das Verfahren der NORSK HYDRO-ELEK-

erstgegeben (*p adj*), first mentioned

Nebenreaktion (*f*), side reaction

überdecken (*v*), to cover over, to overlap

h = hora, hour

verlangsamen (*v*), to retard, to slow down

ausserordentlich (*adv*), extraordinarily, unusually, very much

nähern (*sich*) (*v*), to draw near, to approach

Katalysator (*m*), catalytic agent, catalyser

¹ je mehr man sich nähert, the nearer one comes to Notice the translation of the subordinating conjunction *je* See §17(3)

² keines here is a pronoun standing for Mittel Translate by none (of them)

TRISK KVAELSTOFAKTIESELSKAB, Oslo (*Norw P* 39744 [1922]), die mit solchen Mitteln arbeitet, durfte¹ nicht zweckmassig sein Aus der Untersuchung der Reaktion ergibt sich, dass die Hochstausbeute, die man, arbeitend unter Druck, erzielen kann, etwa 40 % beträgt, und dass es keinen Zweck hat, die Temperatur von 140–150° zu überschreiten (s auch N W KRASE und V L GADDY, *Journ Ind Engin Chem* 14, 611 [1922], G JAKOWLIN, *Chem Ztrbl* 1929, I, 2875)

KAUTSCHUK

[Seite 491–494]

KAUTSCHUK (Federharz, Gummi elasticum, India Rubber, Rubber) ist die Bezeichnung für ein durch seine hohen elastischen Eigenschaften sich vor allen anderen Naturprodukten auszeichnendes Gel, das in der Hauptsache aus den Milchsäften verschiedener in den Tropen beheimateter Pflanzen gewonnen wird und in Bezug auf seine mannigfache Verwendungsmöglichkeit wohl das wichtigste Naturkolloid ist. Vereinzelte Kautschukarten finden sich jedoch bereits in der Pflanze in verfestigter Form vor, so dass ihre Gewinnung nicht durch Entnahme des Milchsaftes, sondern durch regelrechte Extraktion der Pflanzenteile vor sich geht, welche die verfestigte Substanz enthalten.

In der Natur kommt dieser Kohlenwasserstoff, welcher die empirische Formel $(C_5H_8)_x$ aufweist, niemals im reinen Zustande vor, sondern er ist, je nach der Pflanzengattung, aus der er gewonnen wird, mit den verschiedensten Substanzen vermischt, von denen vornehmlich Eiweiss, Zucker, Harze und Mineralsalze (Magnesium-, Calciumsalze sowie Phosphate) genannt werden müssen. Wenn auch diese

überschreiten (*v*), to go beyond, to exceed, to step over
Milchsafft (*m*), milky juice, latex
Tropen (*f pl*), tropics
in Bezug auf, with respect to
vereinzelte (*adv*), isolated, —
Kautschukarten, individual kinds of rubber
sich vorfinden (*v*), to be found, to occur

Entnahme (*f*), outlet, withdrawal
regelrecht (*adv*), regular, normal
Pflanzengattung (*f*), plant species
vermengen (*v*), to mix, to mingle, to blend
vornehmlich (*adv*), especially, particularly
Eiweiss (*n*), protein
wenn auch (*conj*), even though

¹ durfte sein, might be Notice the translation of the past subjunctive of **dürfen** See §10(4)

Substanzen bei den Kautschukarten, die industriell besondere Bedeutung gewonnen haben, nur einen geringen Prozentsatz der Gesamttrockensubstanz ausmachen, so ist ¹ die Anwesenheit des einen oder anderen hiervon ² auch für die weitere Verarbeitung und insbesondere für die Qualitäten der daraus hergestellten Kautschukwaren von Bedeutung

GESCHICHTLICHES Den ersten geschichtlichen Hinweis ³ auf die Verwendung von Kautschuk verdanken wir den Forschungen über die Majakultur, welche eindeutig ergeben haben, dass die Majaindianer bereits im 11. Jahrhundert Spielbälle aus einer Masse herstellten, welche als Kautschuk identifiziert werden konnte. Die ersten authentischen Nachrichten über dieses wichtige Naturkolloid entnehmen wir dem im Jahre 1525 erschienenen Buch „De Orbo Nuovo“ ⁴ von PIETRO MARTYRE D'ANGHERA. Eine weitere Mitteilung darüber erfolgte von dem Spanier FERNANDÉS D'OVIDEO Y VALDEZ in seiner 1536 zu Madrid erschienenen „Historia General y Natural de las Indias“ ⁵. Eine genaue Beschreibung der Gewinnung des Kautschuks, sowie die Übersendung der ersten Proben dieser Substanz an die französische Akademie ⁶ der Wissenschaften verdanken wir CHARLES

Prozentsatz (*m*), percentage

Gesamttrockensubstanz (*f*), total dry substance

Majakultur (*f*), Maya (Indian) civilization

Spielball (*m*), playing ball

Nachricht (*f*), information

entnehmen (*v*), to take from, to get
zu Madrid, at Madrid (capital of Spain)

Übersendung (*f*), shipment, transmission

1 **ist**, connect with **von Bedeutung**, at end of sentence

2 **hiervon** = **davon**, of these. **Hier** often replaces **da** in combination with prepositions. See §12(2)

3 **Den ersten geschichtlichen Hinweis verdanken wir den Forschungen über die Majakultur**, we are indebted to the investigations concerning the Maya civilization for the first historical reference. Notice that **verdanken** governs the dative case. The Mayas are American Indian people in Central America. The fifteenth century, before the Spanish advent, witnessed the collapse of an advanced Mayan civilization. It is marked by impressive architectural remains at Copán, Quiriguá, and Polenque.

4 „De Orbo Nuovo“ Italian for “Concerning the New World”

5 Spanish for “General and Natural History of the Indies (i.e., America)”

6 **die französische Akademie der Wissenschaften**, the French Academy of Sciences (*l'Académie des sciences*), a society founded by Colbert in 1666, composed of 66 members for the study of mathematical, chemical, and scientific questions

MARIE DE LA CONDAMINÉ, welcher im Jahre 1735 die Provinzen Quito ¹ und Esmeralda bereiste CONDAMINÉ war auch der erste, welcher mitteilte, dass die Eingeborenen diese Substanz aus dem milchigen Saft eines Baumes gewinnen, den sie „Hévé“ ² nennen (Der auch heute noch wichtigste Kautschukbaum ist bekanntlich die in Brasilien ⁵ beheimatete, zu den Euphorbiaceen gehorende *Hevea brasiliensis* Mull Arg) CONDAMINÉ berichtet auch, dass die Eingeborenen des Amazonas diesen Baum „Cahutschu“ nennen (caa = Holz, o-chu = Rinnen, Tränen), worauf wohl von den Franzosen das Wort „caoutchouc“ (Kautschuk) geprägt wurde 10

Die ersten chemischen Untersuchungen dieses Milchsafte und des daraus durch Trocknen erzielbaren Produktes verdanken wir FRESNEAU, welcher im Jahre 1751 ebenfalls der Pariser Akademie ³ einen ausführlichen Bericht erstattete In den deutschsprechenden Ländern wurde auf Grund der ersten Mitteilungen, die von einem elastischen ¹⁵ Harz sprachen, diese Substanz mit der Bezeichnung Federharz belegt, ein Ausdruck, der in allen Lehrbüchern und Nachschlagewerken noch häufig zu finden ist Die Bezeichnung *India rubber* wird dem englischen Chemiker PRIESTLEY ⁴ zugeschrieben, welcher im Jahre 1770 die Feststellung machte, dass man durch Reiben mit dieser Substanz leicht ²⁰

bereisen (v), to travel over, to journey

Euphorbiaceae (n pl), botanical (Latin) name for the species of trees to which the rubber tree belongs

Träne (f), tear

prägen (v), to coin

Bericht erstatten, to render an account, to report

belegen (v), to give to label

Nachschlagewerk (n), reference work

zuschreiben (v), to attribute to

Reiben (n), rubbing

1 Quito and Esmeralda, names of districts in Ecuador (South America) Quito is also the capital of Ecuador, population 92,000, located in the Andes, 9,350 feet above sea level

2 „hévé(e)“ name of the rubber tree, derived from the Esmeraldan Indian, *Hevea brasiliensis* is the botanical (Latin) name for the species of South American rubber tree belonging to the family Euphorbiaceae

3 Pariser Akademie, the Parisian Academy, i.e., the Academy of Sciences Note the formation of invariable adjectives from city names by the addition of the invariable ending -er (Paris-er)

4 Priestley, Joseph British chemist born in 1733, studied for the Non-conformist ministry, and while a minister published his "History of Electricity" (1767) He discovered oxygen in 1774 Because of his political opinions he emigrated to Pennsylvania in 1794, where he died in 1804 Among his discoveries were nitric oxide, hydrochloric acid, and sulfur dioxide

Bleistiftstriche vom Papier entfernen kann (Die Bezeichnung „India“ bezieht sich in diesem Falle naturgemäss auf Westindien) Die von CONDAMINÉ und FRESNEAU übersandten Gegenstände, wie Schuhe, Flaschen u dgl., stellten die Eingeborenen durch Aufträufeln
 5 des Milchsafte (Latex) auf poröse Tonformen entsprechender Gestalt und Trocknen des erzielten Überzuges her, wobei die gewünschte Schichtdicke durch mehrmaliges Ubergiessen oder Tauchen erzielt wurde Nach Trocknung der letzten Schicht wurde dann die Tonform zerdrückt und der Tonstaub aus der jeweiligen Öffnung entfernt Viel-
 10 fach hat man noch in von Eingeborenen hergestellten Gegenständen das Vorhandensein von Schwefel nachweisen¹ können Es konnte auch tatsächlich festgestellt werden, dass die Eingeborenen schon vor längerer Zeit² dem Latex Schiesspulver (Schwarzpulver) beimengten, da sie gefunden hatten, dass derartige Zusätze sowohl die Klebrigkeit
 15 der fertigen Gegenstände beseitigten, als auch Produkte erzielten, die erhöhte Strammheit aufwiesen In diesem Zusammenhang sei³ auf die weiter unten zu besprechende⁴ Einwirkung des Schwefels und des Russes, letzterer als verstärkender Zusatz, verwiesen

Bleistiftstrich (*m*), pencil mark
übersenden (*v*), to ship, to send
Aufträufeln (*n*), dripping on, pouring on
Tonform (*f*), clay shape, clay mold
Überzug (*m*), coating, covering, coat
Schichtdicke (*f*), layer thickness
gewünscht (*p adj*), desired
mehrmalig (*adj*), repeated
Tauchen (*n*), dipping
zerdrücken (*v*), to crush, to crumple

Tonstaub (*m*), clay dust
jeweilig (*adj*), momentary, respective
tatsächlich (*adv*), actually
Schiesspulver (*n*), gunpowder
Zusatz (*m*), admixture
erhöht (*p adj*), increased, greater
Strammheit (*f*), rigidity, toughness
weiter unten, farther down
Russ (*m*), soot, lamp black
verstärkend (*p adj*), strengthening, reinforcing

1 **hat nachweisen können**, *one has been able to detect* Notice the use of the infinitive of a modal auxiliary (**können**) in place of a past participle (in the compound tenses) with a direct complementary infinitive

2 **schon vor längerer Zeit**, *quite a long time ago* Notice the translation of the comparative See §13(4)

3 **sei verwiesen auf**, literally, *let it be referred to*, i.e., *you are referred to* Notice the use of the third person of the subjunctive for the imperative See §10(2) Also notice that the impersonal **es** has to be supplied as subject of the verb See §9(2)

4 **die weiter unten zu besprechende Einwirkung**, a participial phrase How is a present participle, used adjectively and preceded by **zu**, translated? See §1(4)

Der Umstand, dass aber der *Latex*, wie bereits *FRESNEAU* festgestellt hatte, ausserordentlich labil ist, verhinderte zur damaligen Zeit seine Versendung nach Europa, so dass die ersten zur Untersuchung gelangten Muster ¹ aus bereits eingetrocknetem Milchsafte bestanden. Die damaligen Forscher bemühten sich ² daher, in erster Linie Wege zu finden, dieses elastische Gel wieder in den flüssigen Zustand überzuführen, um auf diese Weise die verschiedensten Gegenstände herstellen zu können, wobei ³ es vornehmlich auf die Erzeugung wasserdichter Gewebe, Spritzen, Röhrchen u. dgl. ankam ⁴.

Kurze Zeit darauf wurde festgestellt, ⁵ dass sich ⁶ Kautschuk in verschiedenen organischen Lösungsmitteln zu einer viscosen, zähen Flüssigkeit lösen lässt, und man begann mit der Herstellung der verschiedensten Gegenstände, indem man ⁷ die mittels Lösungsmittel aus Rohkautschuk gewonnene teigige Masse auf Platten ausgoss und nach Verdunsten des Lösungsmittels sie z. B. über einen Dorn legte, um so schlauchähnliche Gegenstände herzustellen, während wasserdichte Kleidungsstücke einfach durch Auftragen der Teigmasse auf Stoffbahnen angefertigt wurden. Die industrielle Verwertung dieser Sub-

labil (*adj.*), labile, fluid

damalig (*adj.*), of that time

Muster (*n.*), sample

vornehmlich (*adv.*), especially, particularly

Gewebe (*n.*), fabric

Spritze (*f.*), syringe

teigig (*adj.*), doughy, pasty

Platte (*f.*), plate, sheet (of metal), slab

Verdunsten (*n.*), evaporation

Dorn (*m.*), mandrel, über einen —, upon a mandrel

schlauchähnlich (*adj.*), tubelike

Kleidungsstück (*n.*), wearing apparel

Auftragen (auf) (*n.*), carrying (upon), bringing (on)

Stoffbahn (*f.*), breadth (of cloth), cloth fabric

anfertigen (*v.*), to manufacture, to prepare

1 die ersten zur Untersuchung gelangten Muster, a participial phrase
See §1

2 bemühten sich überzuführen, concerned themselves with transforming. Notice the complementary infinitive überzuführen. See §18(2)

3 wobei, during which (process), i.e., and in so doing, not whereby
See §16(4)

4 es ankam auf die Erzeugung, they chanced upon, or, better, they succeeded in the production

5 wurde festgestellt, it was determined. The impersonal subject es must be supplied. See §9(2)

6 sich, connect with lösen lässt. See §18(3)

7 indem man ausgoss, by pouring out. The conjunction indem is best translated by an English gerundive

stanz litt aber an dem Umstande, dass so hergestellte Gegenstände eine sehr kurze Lebensdauer aufwiesen, und ferner darunter,¹ dass ihre Oberfläche eine starke, kaum zu beseitigende Klebrigkeit besass. Für wasserdichte Bekleidungsstücke versuchte man damals, diesem Übelstande dadurch abzuhelpen,² dass man zwei Stoffbahnen durch eine Kautschukzwischen-schicht verband, wodurch die Wasserdichtigkeit erzielt wurde, ohne dass man eine klebrige Oberfläche erhielt (Diese Art der Herstellung wurde von MACINTOSH³ eingeführt, deshalb werden auch heute noch vielfach derartig dublierte Regenmantelstoffe mit dem Namen „Macintosh“ bezeichnet)

Die Entwicklung der Kautschukindustrie wäre wohl nicht erheblich weiter gekommen, wenn nicht⁴ im Jahre 1838 GOODYEAR in Amerika und 1843 unabhängig von ihm TH. HANCOCK in England die Feststellung gemacht hätten, dass Kautschuk, mit Schwefel vermenget und erhitzt, bzw. in ein Bad von flüssigem Schwefel getaucht, seine physikalischen Eigenschaften weitgehend ändert und ein schwefelhaltiges Produkt liefert, welches gegen Temperaturunterschiede unempfindlich ist, keine klebenden Eigenschaften mehr besitzt und ferner die elastischen Eigenschaften in erhöhtem Masse zeigt. HANCOCK belegte die Umwandlung mit dem Ausdruck „Vulcanisation“. Diese Erscheinung hatte bereits im Jahre 1832 F. LUDERSDORFF festgestellt, ohne sich aber der Tragweite dieser Entdeckung bewusst zu sein.

leiden (aa) (v), to suffer (by)	unempfindlich (gegen) (adj), not sensitive to
Lebensdauer (f), life duration, durability	kein mehr, no longer
Kautschukzwischen-schicht (f), intervening layer of rubber	klebend (adj), adhesive
dubliert (p adj), doubled	belegen (v), to bestow, to give
Regenmantelstoff (m), raincoat material	Tragweite (f), extent, significance
	sich bewusst sein (+ gen), to be conscious of, to know

1 und ferner darunter, dass, and furthermore from the fact that Notice the translation of *da(r)* + a preposition and followed by *dass*. See §15(6)

2 diesem Übelstande dadurch abzuhelpen, dass man verband, to correct this defect by tying (combining) Notice the dative case after *abzuhelpen*, and the translation of *da* (+ preposition), *dass*, by an English gerundive

3 Macintosh, Charles, Scotch industrialist

4 wäre wohl nicht weiter gekommen, wenn nicht Goodyear und Hancock die Feststellung gemacht hätten, would probably not have progressed much farther if Goodyear and Hancock had not established Notice use of pluperfect subjunctive in contrary to fact conditions. See §10(3) Goodyear, Charles (1800-1860), discovered the secret of vulcanization of rubber which he patented in 1844

Wenige Jahre später (1846) fand ALEXANDER PARKES, dass man bei dünnen Kautschukplatten dieselbe Veränderung herbeiführen kann, wenn man sie in eine Lösung von Chlorschwefel oder in Chlorschwefeldampf bringt. Ähnliche Ergebnisse erzielte im Jahre 1921 PEACHEY durch Einbringen des Kautschuks in ein Gasgemisch, bestehend aus H_2S und SO_2 .

Wir verdanken TH. HANCOCK noch einen weiteren wesentlichen Fortschritt in der Verarbeitung von Rohkautschuk im grossen. Er ist es nämlich, der im Jahre 1820 festgestellt hat (im Jahre 1832 bekanntgegeben), dass Rohkautschuk, maschinell zerrissen oder zwischen Walzen geknetet,¹ plastisch wird, und in diesem Zustande geeignet ist, verschiedene Füllstoffe, wie vor allem Schwefel, homogen aufzunehmen. Die bei dem von HANCOCK als Mastikation bezeichneten Vorgang verlorengelassene Elastizität² wird bei der Vulkanisation wieder zum grossen Teil ruckgewonnen. Die von HANCOCK konstruierte Maschine, die er „Pickle“ nannte, ist schematisch aus Abb. 162 ersichtlich. HANCOCK hat auch mehrfach versucht,³ die Kautschukmilch (Latex) als solche zur Herstellung verschiedener Gegenstände in Anlehnung an die von den Eingeborenen übermittelten Herstellungsmethoden zu verwenden. Doch scheiterten seine ersten Versuche um das Jahr 1824 an der Unbestandigkeit des Milchsaftes. Er sowie sein Bruder CHARLES stellten dann in der zweiten Hälfte des

Kautschukplatte (*f*), rubber sheet
Einbringen (*n*), insertion, introduction
nämlich (*adv*), namely
bekanntgeben (*v*), to make known
maschinell (*adv*), mechanically, by machine
kneten (*v*), to knead
Füllstoff (*m*), filling material, filler
homogen (*adv*), homogeneously
verlorengelassen (*v*), to be lost

zum grossen Teil, to a great extent
ruckgewinnen (*v*), to recover
schematisch (*adv*), diagrammatically
Anlehnung (*f*), support, in — **an**, depending on, in accordance with
übermitteln (*v*), to hand over, to transmit
scheitern (**an**) (*v*), to run aground, to fail, to miscarry (by or from)
einstellen (*v*), to stop, to discontinue

1 zerissen oder zwischen Walzen geknetet, *when ripped (by machine) or kneaded between rollers*. Notice the translation of the past participle used absolutely.

2 Die bezeichneten verlorengelassene Elastizität, a participial phrase. See §1.

3 Hancock hat versucht, zu verwenden, *Hancock tried to use (employ)*. Notice the position of the complementary infinitive, and the intervening participial phrase.

19 Jahrhundert die Versuche ein, obwohl man inzwischen die Feststellung gemacht hatte, dass der Latex, mit Ammoniak versetzt, ohne weiteres in flüssigem Zustande transportiert werden kann. Der

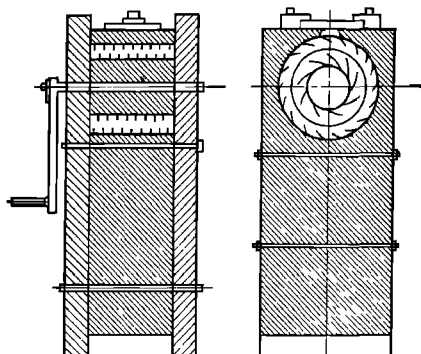


Abb. 162 Pickle (Mastikator) von HANCOCK

Grund hierfür war rein ökonomisch, da nach Ansicht von HANCOCK der Transport von $\frac{2}{3}$ des Gesamtvolumens an unnutzem Wasser sich nicht rentieren konnte¹ (Normaler Hevea-Latex enthält durchschnittlich 33% Kautschuksubstanz, 5-7% Nichtkautschukbestandteile, während der Rest Wasser ist).

inzwischen (*adv*), meanwhile, in the meantime

weiter (*adj*), additional, ohne — es, without further treatment (*ado*)

ökonomisch (*adj*), economical (one)

Transport (*m*) (von), the shipment (of)

unnutz (= unnützlich) (*adj*), useless, unprofitable

rentieren (*v*), to pay, to yield a profit

durchschnittlich (*adv*), on the average

¹ sich nicht rentieren konnte, *could not be made profitable*. Notice the use of the present subjunctive (*könne*) in quoting a statement for which the author does not wish to assume the responsibility. See §10(1).

HOUBEN *DIE METHODEN DER ORGANISCHEN CHEMIE*

*Dritte Auflage (G. Thiele), Leipzig, 1925
Erster Band, Allgemeiner Teil*

Organische Elementaranalyse

BEARBEITET VON

PROFESSOR DR. H. SIMONIS

*Honorar Professor an der Technischen Hochschule in
Berlin*

II ANLEITUNG ZUM IDENTITÄTSNACHWEIS EINER (HOMOGENEN) ORGANISCHEN SUBSTANZ

[Seite 10–15]

Nachdem man durch die im I. Kapitel beschriebenen Methoden festgestellt hat, welche Elemente anwesend und welche abwesend sind — wobei man bezüglich des Sauerstoffs noch keine Entscheidung treffen kann — geht man entweder zur quantitativen Bestimmung der vorhandenen Elemente über, oder¹ man sucht — falls es sich um den Identitätsnachweis einfacher Verbindungen handelt — diesen durch folgende Versuche zu erbringen.

1 Man stellt² zunächst das Aussehen, den Aggregatzustand, die Farbe, den Geruch und unter Umständen mit grösster Vorsicht auch

Hochschule technische —, poly-
technic institute or university

Anleitung (*f*), guide

Identitätsnachweis (*m*), identifica-
tion

Entscheidung (*f*), decision, —
treffen, to reach a decision

Aggregatzustand (*m*), state of aggre-
gation

Umstand (*m*), circumstance, unter
Umständen, in certain cases

Vorsicht (*f*), precaution, care, mit
grösster —, with very great cau-
tion

1 oder man sucht diesen durch folgende Versuche zu erbringen, or
one tries to bring it (the identification) about by the following experiments
Notice the distance of the complementary infinitive from sucht See
§18(2)

2 Man stellt fest. Dann führt man aus, separable prefix
verbs See §8

den Geschmack der fraglichen Substanz fest Dann fuhr man folgende Vorproben aus

a) Man pruft die Reaktion des Korpers auf Lackmuspapier nach dem Erwarmen mit Wasser oder Alkohol, woraus ¹ seine eventuelle saure oder basische Natur erkennbar ist

b) Man erhitzt eine Probe im Reagensglas und beobachtet, ob der Korper verpufft, sublimiert oder ob sich bei starkerem Erhitzen ² saure oder alkalische Zersetzungsprodukte verfluchtigen

c) Erwarmen des Korpers auf Zusatz von Phosphorsaure oder verdunnter Schwefelsaure in einem Becherglase, uber dessen Offnung angefeuchtetes blaues Lackmuspapier gelegt ist, dient zum Nachweis einer fluchtigen Saure (Ameisensaure, Essigsaeure usw.)

d) Erwarmen mit Alkali unter den gleichen Bedingungen lasst (durch rotes Lackmuspapier) das Vorhandensein einer fluchtigen Base erkennen ³

e) Eine Probe der Substanz wird mit Fehlingscher Losung auf ihre Reduzierfahigkeit untersucht

f) Eine Losung der Substanz wird im Polarisationsapparat auf ihr optisches Drehungsvermogen gepruft

2 Ist die Substanz fest, ⁴ so untersucht man dann unter dem Mikroskop ob sie amorph oder krystallisiert oder etwa organisiert ist

Geschmack (*m*), taste

fraglich (*adj*), in question, under consideration

Vorprobe (*f*), preliminary test (experiment)

eventuell (*adj*), eventual, probable

verpuffen (*v*), to detonate, to explode

auf Zusatz von, with the addition of
Becherglas (*n*), beaker

untersuchen auf (*z*), to investigate for

Drehungsvermogen (*n*), rotatory power

krystallisiert (*adj*), crystallized
organisiert (*adj*), organized

1 **woraus**, *from which fact* For a translation of the relative pronouns, see §16(4)

2 **bei starkerem Erhitzen**, *with more intense heating* The preposition **bei** hardly ever means *by* Notice also the many different meanings that **stark** may have according to the context in which it is used See §20

3 **lasst erkennen**, *causes to be known* Notice that **lassen** + infinitive has a causative force

4 **ist die Substanz fest**, *so untersucht man, if the substance is solid, one will investigate* See §2 Notice the frequency of this construction in this and following pages

(Cellulose, Stärke), ferner ob sie einheitlich ist oder scheint Die Kristallform erkennt man am besten bei durchscheinendem Licht,¹ die Farbe bei auffallendem² Licht Zeigte das Verhalten der Substanz auf dem Platinblech, dass sie beim Erhitzen schmilzt oder sich plötzlich zersetzt, so ist nunmehr der Schmelzpunkt bzw der Zersetzungspunkt³ festzustellen,³ der bei einer einheitlichen, reinen Substanz scharf innerhalb eines oder höchstens zweier Temperaturgrade liegen muss Der Schmelzpunkt ist das gebräuchlichste Mittel zur Identifizierung einer schmelzbaren Substanz, und zwar kann die Identifizierung einer fraglichen Verbindung von bestimmtem Schmelzpunkt mit einer bekannten⁴ sehr leicht durch eine *Mischprobe* erfolgen Sind die Substanzen identisch, so bleibt auch der Mischschmelzpunkt unverändert, während ein Gemisch nicht identischer Substanzen unscharf und zwar niedriger schmilzt Zur schnellen und mühelosen Orientierung über Substanzen, von denen der Schmelzpunkt bekannt ist, leisten auch¹⁵ Tabellen wertvolle Dienste, in denen die wichtigsten organischen Körper nach den Schmelzpunkten geordnet sind Hat man die Zugehörigkeit der Verbindung zu einer bestimmten Körperklasse festgestellt, so gibt es vielfach auch in den Lehrbüchern Schmelzpunktstabellen, die man sich dann zunutze machen kann Unschmelz-²⁰ bar oder wenigstens sehr schwer schmelzbar sind im allgemeinen die Salze und Verbindungen von salzigem Charakter, z B Aminosulfonsäuren, ferner hochmolekulare Verbindungen wie die Bienen, Polyosen, Polyoxyanthrachinone usw

3 Ist die Verbindung flüssig, so bestimmt man statt des²⁵ Schmelzpunktes

Platinblech (*n*), platinum foil
plötzlich (*adv*), suddenly
höchstens (*adv*), at (the) most
Mischprobe (*f*), mixed sample
gebräuchlich (*adv*), usual
unscharf (*adv*), unevenly, indefinitely

Dienst (*m*), service, — **leisten**, to perform service, to be of service

müheles (*adj*), easy, without trouble or care

ordnen (*v*) to classify

Zugehörigkeit (*f*), membership

sich zunutze machen, to make use of, to put into use

wenigstens (*adv*), at least

1 bei durchscheinendem Licht, with transmitted light

2 bei auffallendem Licht, with incident light (i e, direct reflected light)

3 ist festzustellen, is to be ascertained See §18(3)

4 mit einer bekannten, with a known one, bekannt is here used nominally, Verbindung being understood

- a) den Siedepunkt,
- b) das spezifische Gewicht,
- c) den Brechungsexponenten

Aus dem ersteren erkennt man, ob man es mit einer unzersetzt ¹ siedenden bzw einer einheitlichen Substanz zu tun hat. Es können ² allerdings auch konstant siedende Gemische vorliegen oder solche ³ einer Flüssigkeit mit gleichem Siedepunkt. Man kann auch versuchen, die Flüssigkeit in einem Kaltegemisch zum Erstarren zu bringen, doch ist hierbei ⁴ die Feststellung eines genauen Schmelzpunktes selten zu
 10 erreichen

4 Verbrannte die Substanz auf dem Platinblech mit leuchtender, stark russender Flamme, so liegt vermuthlich eine aromatische Verbindung vor. Eine Stütze dieser Annahme kann dadurch ⁵ erbracht werden, dass die Substanz beim Vermischen und Erhitzen mit Kalk
 15 oft brennbare, aromatisch riechende Dämpfe entwickelt

5 Weiterhin prüft man die Löslichkeit der Verbindung, und zwar unterscheidet man zwei Arten von Lösungsmitteln

- a) indifferente, welche die Substanz rein physikalisch lösen, d. h. ohne sie chemisch zu verändern,
- 20 b) typische Lösungsmittel, welche unter chemischer Veränderung lösen

Bei den indifferenten Lösungsmitteln wie Wasser, Alkohol, Ather, Benzol, Aceton, Chloroform, Schwefelkohlenstoff, Essigäther, Ligroin

Brechungsexponent (*m*), refractive index, index of refraction

ersterer (*der, die, das erstere*), former

es zu tun haben, to have to do with, to deal with

leuchtend (*adj*), luminous, shiny, bright

russend (*adj*), smoky

Stütze (*f*), support

riechen (*v*), to smell, to reek, **aromatisch** — *adj*, having an aromatic odor

weiterhin (*adv*), furthermore

indifferent (*adj*), passive, inactive

Ligroin (*n*), petroleum ether, ligroin, benzine

1 mit einer unzersetzt siedenden Substanz, with a substance that boils without decomposition

2 es können Gemische vorliegen, mixtures may be present. Notice the use of impersonal *es*. See §9

3 solche is here used pronominally standing for *Gemische*, translate = *such ones*

4 hierbei = *dabei, in this process*. See §12(2)

5 dadurch . . . dass, by the fact that. See §15(6)

— hoch und niedrigsiedendem — versucht man die Löslichkeit zunächst in der Kalte

Zu dem Zwecke¹ wird die Substanz vorher feinst pulverisiert, in ein Reagensglas gebracht, mit dem kalten Lösungsmittel übergossen und mit einem Glasstab zerrieben. Ob ein Teil gelöst ist, prüft man dadurch, dass man filtriert² und das Filtrat auf einem Uhrglas verdampft, wobei das Geloste als Rückstand hinterbleibt. Tritt in der Kalte keine oder unvollständige Lösung ein, dann erwärmt bzw. kocht man. Beim Erkalten tritt bei derartig gelösten Verbindungen oft ein Wiederausscheiden in krystallisierter Form ein (Umkristallisieren³). Man beobachtet dann wiederum genau die Krystallform mittels der Lupe, denn es kann der Fall eintreten,⁴ dass die Verbindung in veränderter Form auskrystallisiert (z. B. mit Krystallflüssigkeit). Doch dürfte⁵ dies bei indifferenten Lösungsmitteln nur eine Ausnahme sein.

15

Wasser ist übrigens nicht immer indifferent und wirkt, zumal in der Hitze, oft spaltend (Verseifung¹). In Wasser unloslich sind die meisten organischen Verbindungen, solange sie nicht basischen, sauren oder salzartigen Charakter haben. Bei loslichen ist die Reaktion der Lösung auf Lackmus zu prüfen,⁶ Basen müssen Stickstoff oder Phosphor enthalten (Ausnahmen: Sulfonium-, Jodonium- und Oxoniumbasen). Das gleiche gilt von den Salzen einer solchen Base. Salze sind allgemein in Äther unloslich, während die meisten übrigen organischen Körperklassen sich in der Regel in genugenden Mengen Äther

übergossen (*v*), to cover (with a liquid)

Glasstab (*m*), glass rod

zerreiben (*v*), to triturate, to pulverize

Uhrglas (*n*), watch glass

Geloste (*n*), dissolved part, solute

hinterbleiben (*v*), to remain behind

unvollständig (*adj*), incomplete

Wiederausscheiden (*n*), reprecipitation

Umkristallisieren (*n*), recrystallization

Lupe (*f*), magnifying glass

Krystallflüssigkeit (*f*), liquid of crystallization

zumal (*adv*), especially

spaltend wirken, to hydrolyze

solange (*conj*), as long as

1 zu dem Zwecke, for this purpose

2 dadurch, dass man filtriert und verdampft, by filtering and evaporating. The verb following *dadurch* (*darn*, *damit*, etc.) *dass*, is best translated by an English gerundive. See §15(6)

3 es kann der Fall eintreten, impersonal *es*. See §9

4 dürfte, for translation of this, see §10(4)

5 ist. zu prüfen. See §18(3)

losen Ein Salz ist dann zur weiteren Untersuchung stets in die Komponenten zu spalten und diese sind getrennt zu behandeln Wie Salze verhalten sich auch die Zucker sie sind in Wasser löslich, in Ather unloslich (vgl Vorproben *e* und *f*, S 28) Alkoholische Losungen
 5 können oft durch Wasser oder Ather, Benzollosungen durch Ligroin, Acetonlosungen durch Wasser oder Ligroin wieder ausgefällt werden

Weit wertvoller als die mechanischen Lösungsmittel zur Ermittlung der Natur eines Körpers aber sind die chemischen¹ Bemerkt man² z B, dass die Substanz zwar nicht in Wasser, wohl aber in verdünnter kalter Soda löslich ist, so liegt vermutlich eine Carbonsäure
 10 vor Die wichtigsten charakteristischen Lösungsmittel sind folgende

verdünnte Sodalösung,
 verdünnte Schwefelsäure,
 Natronlauge

15 Verdünnte Sodalösung ist ein Reagens auf Säuren Diese werden in der Kälte unter Salzbildung und Entwicklung von Kohlendioxyd gelöst Die chemische Lösung lässt sich daran erkennen,³ dass⁴ die Verbindung mit Ather nicht mehr extrahiert werden kann Vermutet man das Vorliegen einer einfachen bekannten Carbonsäure, so lassen
 20 sich zur Ermittlung derselben⁵ die in den anorganisch-analytischen Werken hierüber gemachten Angaben verwerten Hat man bei der Vorprobe eine anorganische Base gefunden⁶ und liegt die Annahme vor, dass man es in der ursprünglichen Substanz mit einem Salz zu tun hat, so setzt man die organische Säure mit Mineralsäure in Freiheit,
 25 isoliert und untersucht sie wie angegeben weiter

stets (*adv*), always
 getrennt (*adv*), separately
 verhalten (sich) (*v*), to behave, to act
 weit (*adv*), by far
 wohl (*adv*), easily

Reagens (*n*) — auf, reagent for
 mehr (*adv*) nicht —, no longer
 vermuten (*v*), to suppose, to presume
 wie angegeben, as indicated

1 die chemischen, the chemical ones See §13(6)

2 Bemerkt man, so liegt vor See §2

3 lässt sich erkennen See §18(3)

4 daran, dass See §15(6)

5 zur Ermittlung derselben, for its determination Notice the special meaning of derselben

6 hat man gefunden und liegt vor Two "if" clauses See §2

Verdünnte Schwefelsäure (d h Mineralsäure) ist ein charakteristisches Reagens auf organische Basen. Auch hier tritt wieder Lösung unter Salzbildung ein, und die Base lässt sich mit Äther nicht mehr extrahieren. Mit Natronlauge dagegen wird die Base wieder in Freiheit gesetzt und fällt aus, falls sie unlöslich ist, oder lässt sich 5 andernfalls mit Äther aufnehmen. Dieser Fall ist dann zu berücksichtigen, wenn bei der Vorprobe die Gegenwart einer Mineralsäure festgestellt war. Sollte die Substanz ¹ etwa ein Alkaloid sein (vielfach durch Vorprobe f erkennbar), so sei zur Ermittlung derselben auf die analytischen und speziellen Werke verwiesen. 10

Kalte Natronlauge ist ein Reagens auf Phenole, welche sich in dieser als Phenolate chemisch lösen. Ist die Substanz nur in heisser Natronlauge löslich, so hat vermutlich eine Verseifung stattgefunden, und die Verbindung kann dann einer der verseifbaren Körperklassen — Ester, Saureamide, -chloride, -anhydride, Nitrile, Lactone usw. — angehören. 15 Die Substanz ist dann auf diese Körperklassen hin ² durch Ausführung von typischen Reaktionen zu untersuchen. Auch sind die bei der Verseifung entstehenden Produkte zu ermitteln.

6 Wenn die bisherigen Ermittlungen noch keinen sicheren Schluss auf die Natur ³ der zu untersuchenden Substanz ⁴ erlaubten, so muss 20 man weiterhin zur Prüfung auf die einzelnen Atomgruppen übergehen, d h auf solche, welche der Verbindung den Charakter als Alkohol, Äther, Ester, Aldehyd, Keton usw. auftragen.

Hierzu ⁵ sei noch im Anschluss an die Ergebnisse der Elementarprüfung folgendes bemerkt ⁶. 25

in Freiheit setzen, to liberate, to set free	aufprägen (v), to imprint, to stamp upon
andernfalls (adv), otherwise	im Anschluss an, in connection with
bisherig (adj), previous	

1 Sollte die Substanz sein, so sei verwiesen, if the substance should be, you are referred, sollte is here the past subjunctive of sollen, in a present time contrary to fact condition. See §10(4)

2 auf diese Körperklassen hin, for these classes of substances. Notice use of hin with auf

3 auf die Natur, in respect to the nature

4 der zu untersuchenden Substanz. How is a participial phrase preceded by zu translated? See §1(4)

5 hierzu = dazu, to this

6 sei bemerkt. For translation as imperative, see §10(2)

Enthalt die Substanz Stickstoff, so kommen folgende Körperklassen in Frage Nitro- oder Nitrosoverbindungen (diese sind reduzierbar¹), Nitrate oder Nitrite — sie sind als Ester verseifbar, als Salze spaltbar — Ammoniakderivate, Verbindungen aus der Diazoreihe, Cyanverbindungen, Pyridinderivate, Eiweisskörper usw. Bei Aminbasen ist zu untersuchen,¹ ob eine primäre, sekundäre, tertiäre oder quaternäre Base vorliegt

Enthalt die Substanz Schwefel, so ist auf Sulfosauren, Schwefelsäure- oder Schwefligsäure-Ester und Salze (geruchlos), Sulfide, Mercaptane, Thioverbindungen, Senföle (am Geruch erkennbar) zu prüfen.² Salze geben in wässriger Lösung ohne weiteres die Reaktionen der Schwefelsäure bzw. schwefligen Säure, Ester erst nach dem Verseifen, Thioverbindungen erst nach der völligen Oxydation

Die Formen, in welchen Halogen in organischen Verbindungen enthalten sein kann, sind ausserst mannigfaltig. Es gibt wohl kaum eine Körperklasse bei der nicht ein Wasserstoff oder Hydroxyl durch Halogen ersetzt werden könnte.³

Es ist zu untersuchen, ob die fragliche Substanz etwa direkt nach Ansäuern mittels Salpetersäure mit Silbernitrat reagiert. In diesem Falle liegt entweder das Halogen als Ion, d. h. also ein halogenwasserstoffsäures Salz vor, oder in einer leicht abspaltbaren Form, z. B. als Säurehalogenid, oder auch als Jodalkyl. Während Äthylbromid sich⁴ in alkoholischer Lösung mit Silbernitrat erst in der Siedehitze zu Äthylnitrat und Bromsilber umsetzt, tritt die analoge Reaktion mit Jodäthyl schon in der Kälte ein. Äthylchlorid reagiert ebenso wenig wie aromatisch gebundenes Halogen mit Silbernitrat, dieses kann somit in manchen Fällen zur Unterscheidung leicht und schwer beweglichen Halogens dienen. Für denselben Zweck, d. i. Nachweis

in Frage kommen, to come in for consideration	halogenwasserstoffsäures Salz, a salt of hydrohalic acid
spaltbar (<i>adj.</i>), capable of being split	in der Siedehitze, at boiling heat
Senföle (<i>n.</i>), mustard oil	ebensowenig wie, as little as
	beweglich (<i>adj.</i>), mobile, reactive

¹ ist zu untersuchen, it is to be investigated Supply impersonal es as subject See §9(2)

² so zu prüfen See previous note

³ könnte, might See §10(4)

⁴ sich, read with umsetzt

austauschfähigen Chlors und Broms lässt sich ¹ nach Finkelstein die Umsetzung von Chlor- und Bromkörpern mit Jodnatrium in acetonscher Lösung verwerten nur das am einfach gebundenen Kohlenstoff sitzende Chlor ² und Brom wird (ev beim Kochen) im allgemeinen ausgetauscht Wertvolle Dienste leistet bei der Prüfung der ⁵ Halogenverbindungen auch das alkoholische Kali als halogenwasserstoffabspaltendes Agens

Die Anzahl der vorhandenen Halogenatome kann nur durch die quantitative Bestimmung ³ derselben sicher ermittelt werden

Die Anwesenheit von Metall ist ⁴ entweder durch Vorliegen eines ¹⁰ Salzes oder des Derivates eines Körpers mit ersetzbarem Wasserstoffatom (beispielsweise einer sauren Methylen- oder einer Methingruppe), oder auch durch Vorliegen einer metallorganischen Verbindung bedingt In ersterem Falle zersetzt man die Substanz mit Mineralsäuren und sucht die metallfreie Verbindung zwecks weiterer Unter- ¹⁵ suchung z B durch Abfiltrieren oder Ausäthern zu isolieren

⁷ Glaubt man die Körperklasse gefunden zu haben, ⁵ welcher die zu analysierende Substanz angehört, so sind die physikalischen und chemischen Eigenschaften der letzteren mit jedem Gliede der betreffenden Klasse zu vergleichen Der endgültige Nachweis der Identität ²⁰ ist dann durch Ausführung aller bekannten Reaktionen der Verbindung zu kontrollieren

Hat man die Vergleichssubstanz zur Hand und besitzt sie einen

austauschfähig (*adj*), replaceable, interchangeable, that is easily replaced

nach Finkelstein, according to Finkelstein (person's name)

Umsetzung (*f*), reaction

halogenwasserstoffabspaltend (*adj*), splitting of hydrogen halide

suchen zu (+ *inf*), to attempt to
Ausäthern (*n*), extraction with ether

Identität (*f*), identification

kontrollieren (*v*), to check

Vergleichssubstanz (*f*), comparison substance, i e, known substance

zur Hand haben, to have (on hand)

¹ lässt sich, read with **verwerten**

² das am einfach gebundenen Kohlenstoff sitzende Chlor, the chlorine attached to the single-bonded carbon

³ die quantitative Bestimmung derselben, their quantitative determination Note meaning of **derselben**

⁴ ist read with **bedingt**, is determined

⁵ Glaubt man die Körperklasse gefunden zu haben, if one believes that he has discovered Notice the use of the perfect infinitive (**gefunden zu haben**) for an English noun clause

Schmelzpunkt, so muss dieser ¹ in einem Gemisch der beiden vermutlich identischen Substanzen ² den gleichen Wert behalten (Bestimmung des Mischschmelzpunktes s S 11)

8 Die Zahl der gasförmigen organischen Verbindungen ist eine
5 beschränkte ³ Die Anfangsglieder einiger aliphatischer Körperklassen sind gasförmig und durch charakteristische Reaktionen, Geruch, Brennbarkeit und Absorption unschwer erkennbar Die sogenannten „schweren Kohlenwasserstoffe“ Athylen usw lassen sich von den
10 leichten durch ihre Fähigkeit, von konzentrierter Schwefelsäure absorbirt zu werden, unterscheiden Auch ist das Verhalten gegen Brom zu untersuchen In zweifelhaften Fällen kann nur die quantitative Analyse eine Entscheidung herbeiführen

Destillation

BEARBEITET VON

DR CHRISTIAN J HANSEN IN LEVERKUSEN BEI KÖLN
(Mit 76 Abbildungen)

I DESTILLATION UNTER GEWÖHNLICHEM LUFTDRUCK

[Seite 581–587]

Das historische Destillationsgefäß ist die Retorte, von deren Verwendung man im Laboratorium fast völlig abgekommen ist
15 Lediglich bei der Destillation besonders hochsiedender Substanzen wird sie noch gelegentlich verwandt Ihr Hauptfehler ist die zu geringe Steighöhe ⁴ für den Destillatdampf, denn es gehen fast unvermeidlich

Mischschmelzpunkt (<i>m</i>), mixed	abkommen (von) (<i>v</i>), to discontinue
melting point	Hauptfehler (<i>m</i>), main defect
unschwer (<i>adv</i>), without difficulty,	Steighöhe (<i>f</i>), height of ascent
easily	unvermeidlich (<i>adv</i>), unavoidably

1 dieser, *it* (i e, der Schmelzpunkt)

2 der beiden vermutlich identischen Substanzen, *of the two substances that are supposedly identical* See §1(5)

3 eine beschränkte, *a limited one* See §13(6)

4 ist die zu geringe Steighöhe, *is its too (slight) small height of ascent*

Flüssigkeitsnebel,¹ von dem Zerplatzen der Dampfblasen herrührend, in das Destillat mit über, so dass sogar anorganische Salze darin gefunden werden können, worauf² zuerst Berzelius aufmerksam gemacht hat. Neuerdings wurden darüber Versuche angestellt 5 durch v Rechenberg, die zwar noch nicht vollständig veröffentlicht worden sind, jedoch bereits bestimmtere Angaben enthalten

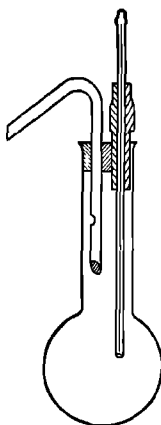


Abb 483

Kolben mit Destillierrohr und Thermometerbefestigung nach Lassar-Cohn

Es³ werden daher allgemein entweder mehr oder weniger langhalsige Kolben verwendet, die 10 wie in Abb 483 mit einem doppelt durchbohrten Stopfen versehen werden, durch den man Thermometer und Destillierrohr einführt, oder weit häufiger die sogenannten Fraktionierkolben (Abb 484-487), die auch eine sichere Bestimmung des 15 Siedepunktes zulassen

Das Destillierrohr ist unten schrag abgeschnitten und mit einem seitlichen Loch versehen. Dadurch wird das Überreissen von Flüssigkeitstropfen verhindert, da der Dampfstrom ungehindert seinen 20 Weg durch das seitliche Loch nehmen kann. Lassar-Cohn empfiehlt, das Thermometer nicht direkt durch den Kork hindurchzuführen,⁴ sondern es mit Hilfe der aus Abb 483 zu

Flüssigkeitsnebel (*m*), mist
Zerplatzen (*n*), bursting
Dampfblase (*f*), vapor bubble
aufmerksam (*adj*), attentive, —
auf etwas machen, to call one's
attention to
langhalsig (*adj*), long-necked
durchbohren (*v*), to bore through,

mit einem doppelt durchbohrten
Stopfen, with a two-hole stopper
zulassen (*v*), to permit, to allow
Überreissen (*n*), carrying over
Dampfstrom (*m*), vapor stream
ungehindert (*adj*), unhindered, un-
checked
Weg (*m*), course

1 es gehen fast unvermeidlich Flüssigkeitsnebel in das Destillat mit über, *liquid vapors go along unavoidably into the distillate* Notice the impersonal *es* See §9

2 worauf zuerst Berzelius aufmerksam gemacht hat, *a fact to which Berzelius first called attention*

3 Es werden langhalsige Kolben verwendet, impersonal *es* See §9

4 hindurchzuführen and zu befestigen, complementary infinitives governed by *empfeht* See §18(2)

erscheidenden Anordnung zu befestigen. Diese besteht aus einem Stück ausreichend weiten Glasrohres, durch das das Thermometer hindurchgesteckt und in dem es mit einem Stückchen starken Gummischlauches festgehalten wird. Sehr kurze Thermometer kann man bei weiten Apparaturen auch einfach an einem Draht- oder Glashäkchen anhängen.

- Die gebräuchlichsten Destilliergefäße sind die in Abb 484 und 485 wiedergegebenen Fraktionierkolben. Der Dampf fließt hier durch das seitlich angeschmolzene, am besten,¹ wie aus Abb 486 ersichtlich, schrag abgeschliffene Glasrohr ab, ohne mit dem Stopfen in Berührung zu kommen. Die Höhe der Anschmelzstelle des Abflussrohres richtet sich nach der Höhe des Siedepunktes der verarbeiteten Substanz.

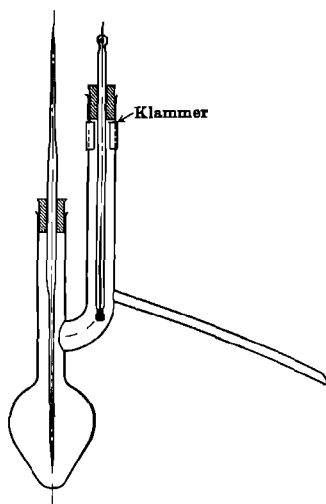


Abb 486 Fraktionierkolben nach J Houben

- Besonders vorteilhaft sind die von Houben² für Vakuum-Destillationen (s a S 619–24) empfohlenen zweihalsigen Kolben (Abb 486) mit einem längeren³ Hals, bei denen die Destillatdämpfe in der

ausreichend (*adv*), sufficiently
hindurchstecken (*v*), to stick (place)
through
festhalten (*v*), to hold fast
Glashäkchen (*n*), small glass hook,
clasp
anhängen (*v*), to hang or fasten to,
to attach to
angeschmolzen (*adj*), fused (on)

abgeschliffen (*adj*), ground off
Anschmelzstelle (*f*), point of fusion,
i.e., point where it is fused onto
the tube
(sich) richten (nach) (*v*), to be
governed (calculated) (by), to
depend on [vorable
vorteilhaft (*adj*), advantageous, fa-
zweihalsig (*adj*), two-necked

1 am besten, superlative adverb See §13(5)

2 die von Houben empfohlenen zweihalsigen Kolben, a participial phrase See §1

3 längeren weiteren grosseren oberen are all comparatives See §13

Regel nicht bis an ¹ den Stopfen gelangen können und die den weiteren ² Vorteil besitzen, dass man die ganze Thermometerskala stets innerhalb des Gefasses unterbringen kann. Sie sind eine Modifikation des Claisen-Kolbens (s. S. 623, Abb. 530). Für leicht stossende Körper ist die von Emery empfohlene Form (Abb. 487), für solche

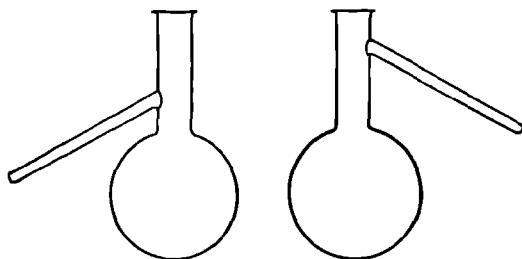


Abb. 484

Abb. 485

Fraktionierkolben

mit sehr hohem Siedepunkt der Kragenkolben (s. Abb. 529 auf S. 623) anzuwenden.

Die Weiten der Halse und Dampfabflussrohren sind bei den meisten im Handel befindlichen ¹ Kolben viel zu klein, was vor allem für die grosseren ² Formen gilt. Am besten ⁴ hält man sich an die vom Ausschuss für Laboratoriumsapparate des Vereins Deutscher Chemiker vorgeschlagenen Normen. Die Weite der Abflussrohren darf ⁵ vor

unterbringen (*v*), to place

stossen (*v*), to bump, leicht

—de Körper, substances that bump easily

Kragenkolben (*m*), collared flask, flanged flask

Ausschuss (*m*), committee

Norm (*f*), standard, model

¹ bis an, up to, bis is frequently used with another preposition. See §13(4).

² See note 3, page 38.

³ im Handel befindlichen Kolben, the flasks (that are) on the market. This is an adjective used as a participle. See §1(5). Note, however, that befindlich is best left untranslated.

⁴ am besten hält man sich an die Normen, one best follows ("sticks to") the models, or it is best to follow, etc. Notice the superlative absolute [§13(5)], the special meaning assumed by certain reflexive verbs (§7), and the participial phrase.

⁵ darf nicht, must not. Durfen in the negative, generally has this meaning.

allem dann nicht zu klein sein, falls ¹ es sich bei der Destillation um eine gleichzeitige genauere Siedepunktsbestimmung handelt. Vielfach wird auch der Kolbenhals in seinem oberen ² Ende stark verengt, was ³ den Vorteil bietet, dass keine grossen Gummistopfen erforderlich sind (siehe auch Seite 623, Abb 530)

Oft muss ⁴ man einen noch ⁵ von der Gewinnung her in einer grosseren Menge eines leichter flüchtigen Lösungsmittels aufgelosten Körper zwecks Reinigung destillieren. Um Substanzverlust durch Umfüllen zu vermeiden, verdampft man das Lösungsmittel am zweckmassigsten direkt aus ⁶ dem später zu benutzenden ⁶ Destillierkolben,

indem ⁷ man durch einen Tropftrichter in selbener Masse, wie das Lösungsmittel abdestilliert, von der Lösung nachtropfen lässt. Meistens kann man hier das Thermometer fortlassen, wenn man für nicht zu hohe Badtemperatur sorgt und so ein Überdestillieren der Körper mit dem Lösungsmittel verhindert.

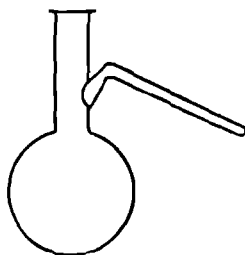


Abb 487
Fraktionierkolben nach
Emery

Zur Erzielung eines gleichmässigen Siedens benutzt man ⁸ eines verengen (*v*), to (make) narrow Mass (*n*) in selbener —e, in the Substanzverlust (*m*), loss of material same degree (quantity) nachtropfen (*v*), to drop in (after) Umfüllen (*n*), transferring fortlassen (*v*), to dispense with, to Tropftrichter (*m*), dropping funnel omit

1 falls es sich handelt (um), in case we are dealing (have to do) with
Notice the meanings of this very common idiomatic reflexive verb

2 See note 3, page 38

3 was, a fact that Was has this meaning when its antecedent is a whole clause

4 muss man einen Körper destillieren Modal auxiliaries govern a complementary infinitive directly. See §18(1). Notice the intervening participial phrase

5 noch von der Gewinnung her, from the very beginning of the production
Notice the idiomatic use of *her*

6 aus dem später zu benutzenden Destillierkolben, from the distilling flask (retort) to be used later. See §1(4)

7 indem man von der Lösung nachtropfen lässt, by allowing the solution to drop in

8 benutzt man eines der angegebenen Mittel, one uses one of the agents given, etc., a participial phrase. Note also the use of *eines*

der unten bei dem Abschnitt zur Bestimmung des Siedepunktes angegebenen Mittel, meistens genügen Tonscherben, durch Zerschneiden eines unglasierten Tontellers gewonnen ¹

Die im Laboratorium verwendeten Destilliergefäße stellt man fast ausschliesslich aus Glas her. Nur bei Destillation grosserer Flüssigkeitsmengen werden Metall- oder Porzellengefäße benutzt, die in den Instituten zur allgemeinen Benutzung aufgestellt sind und deren ² Beschreibung erspart werden kann.

Über das Erhitzen der Siedegefäße wird unten bei Besprechung der Siedepunktsbestimmung unter gewöhnlichem Druck das Wesentliche angegeben. Meistens kann man hier mit freier Flamme auskommen. Sie direkt unter das Gefäß zu stellen ist ³ gefährlich und deshalb nur mit untergelegtem Drahtnetz auszuführen, und zwar möglichst nur bei ausreichend gefülltem Destilliergefäß. Im allgemeinen lässt es sich kaum vermeiden, dass gegen Ende der Destillation, wenn nur noch sehr wenig Flüssigkeit im Gefäß vorhanden ist, Überhitzung eintritt. Man kann deshalb bei präparativen Arbeiten ruhig gegen Ende des Prozesses die einige Grade höher siedenden Bestandteile mit der Hauptmenge vereinigen.

Die gewöhnlichste Kühlvorrichtung ist der bekannte „Liebig'sche Kühler“ (Abb. 488), der oben abgebildet ist und dessen Beschreibung sich erubrigt. Nur soll man darauf achten, ⁴ dass die Kühlrohre ein-

Tonscherbe (*f*), pottery fragment,
piece of pottery

Zerschneiden (*n*), breaking to pieces
unglasiert (*adj*), unglazed

Tonteller (*m*), pottery plate

Porzellengefäß (*n*), porcelain vessel

aufstellen (*v*), to set up

ersparen (*v*), to spare

Wesentliche (*n*), the essentials

frei (*adj*), free, —e Flamme, (open)
direct flame

auskommen, to manage

gefährlich (*adj*), dangerous

untergelegt (*adj*), placed beneath

Drahtnetz (*n*), wire gauze, wire
net

abbilden (*v*), to illustrate, to portray

(sich) erubrigen (+ *gen*) (*v*), to be
superfluous

einigermassen (*adv*), to a certain
extent

1 gewonnen is a past participle used absolutely, read with Tonscherben and translated by *pieces of pottery that have been obtained*

2 und deren Beschreibung erspart werden kann, supply impersonal *es* as subject. See §9(2). What case is *deren*? See §16(3)

3 ist gefährlich. Supply impersonal *es* as subject. See §9(2)

4 Nur soll man darauf achten, however, one must see to it. Notice omission of impersonal *es*, and use of *darauf* as *achten* governs *auf*

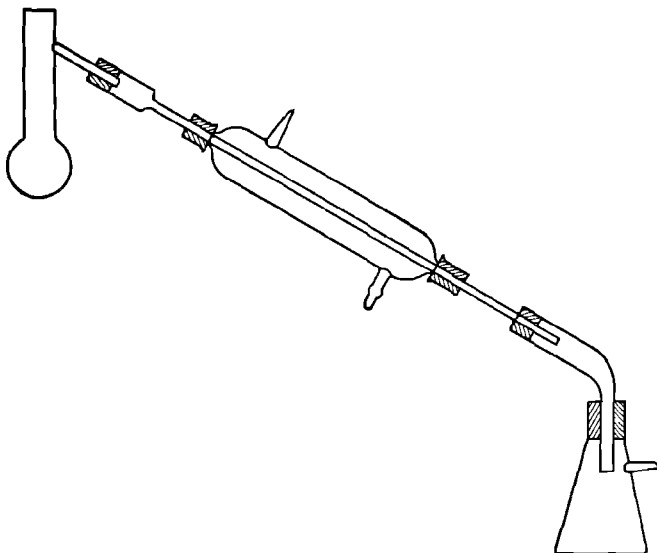


Abb 488

Liebig'sche K hler mit Vorstoss und Vorlage

germassen weit und vor allem recht **dunn** sind. Sie werden jetzt viel mit ganz engem Wassermantel angefertigt, was neben raschem Wechsel des Kühlwassers eine wesentliche Gewichtsverringerung bedingt (s u Abkühlen Abb 264, S 348). Nach der Höhe des Siedepunktes der zu destillierenden Substanz richtet sich auch die Lange des K hlers. Seine Wirksamkeit kann man noch erhöhen, wenn man,¹ besonders bei sehr flüchtigen Substanzen, dafür sorgt, dass die D mpfe² durch ¹

eng (*adj*), narrow**anfertigen** (*v*), to manufacture, to prepare**Gewichtsverringerung** (*f*), weight decrease**Wirksamkeit** (*f*), efficiency¹ wenn man dafür sorgt dass, *if one sees to it that*² die Dämpfe an die Wand des K hlrohres gepresst werden, *the vapors are pressed against the wall of the condenser*. Notice the meaning of the preposition **an** in the context³ durch ein in das Kühlrohr gelegtes zugeschmolzenes Glasrohr, a participial phrase See §1(1)

ein in das Kuhlrohr gelegtes, an beiden Seiten zugeschmolzenes Glasrohr an die Wand des Kuhlrohres gepresst werden Das Kuhlwasser soll stets an dem dem Dampfeintritt entgegengesetzten Kuhlerende eingeleitet werden, also die Kuhlung nach dem Gegenstromprinzip erfolgen Zu lange Kuhler sind unbequem Man verwendet anstatt 5 dessen¹ solche, deren Kuhlfläche bei gleichen Abmessungen des Apparates wesentlich vergrößert ist Die für den Laboratoriumsgebrauch erforderlichen² Kuhler sind der Schlangenkühler oder der Schraubenkühler nach Friedrichs, oder auch der Stoltzenbergkühler, ferner der³ mit mehrfach kugelig erweitertem Kuhlrohr versehene 10 „Rückflusskühler“

Letzterer (Abb 489) wird angewandt, um bei längerem⁴ Erhitzen von Substanzen auf ihren Siedepunkt das Abdestillieren zu vermeiden, die kondensierten Dämpfe fließen dann dauernd in das Kochgefäß zurück Das Kuhlrohr sei⁵ genügend weit, schrag abgeschnitten und 15 am besten am unteren Ende mit einem oder zwei seitlichen Lochern versehen (siehe Abb 482, S 579, das Dampfrohr)

Bei sehr flüchtigen und besonders bei brennbaren Substanzen ist es strenge Regel, das Erwärmen selbst nur auf kurze Zeit, ausschliesslich bei⁶ aufgesetztem Rückflusskühler vorzunehmen Dagegen ge- 20

Seite (*f*), side, end, an beiden —n, on both ends, on either end

Dampfeintritt (*m*), entrance of vapor
entgegengesetzt (*adj*), opposite

Gegenstromprinzip (*m*), counter-current principle

unbequem (*adj*), inconvenient, clumsy

Abmessung (*f*), dimension

vergrößert (*p p*), increased

Stoltzenbergkühler (*m*), Stoltzenberg condenser

kugelig (*adj*), spherical

erweitern (*v*), to broaden, to increase

dauernd (*adv*), lastingly, while this lasts

streng (*adj*), strict, —e Regel, stringent (inviolable) rule

Rückflusskühler (*m*), reflux condenser

1 anstatt dessen, *in their stead*, dessen is here a demonstrative pronoun

2 Die erforderlichen Kuhler, an adjective translated like a participle See §1(5)

3 der mit mehrfach kugelig erweitertem Kuhlrohr versehene „Rückflusskühler“, *the reflux condenser that is provided with a cooling tube that is broadened spherically (like a ball) at intervals*

4 bei längerem Erhitzen, *with quite prolonged heating* See §13(4)

5 Das Kuhlrohr sei versehen, *let the condenser be provided*, i e, the condenser should be provided See §10(2)

6 bei aufgesetztem Rückflusskühler, *with a reflux condenser that has been set on top*

nugt bei oberhalb 150° siedenden Substanzen als Rückflusskühler ein einfaches luftgekuhltes Glasrohr, das sogenannte „Steigrohr“, etwa der Einsatz eines Liebig-Kuhlers

Kühler aus gewöhnlichem Glas mit eingeschmolzenem Kühlmantel
 5 springen bei grosseren ¹ Temperaturunterschieden sehr leicht an der Stelle, wo der Wassermantel mit dem heissen Dampf in Berührung kommt, besonders leicht bei hochsiedenden Substanzen. Man kann diesem Übelstande ² etwas abhelfen, wenn
 10 man ein längeres Stück des Kuhlers als Luftkühler vorarbeiten lässt ³. Bei hoher siedenden Substanzen kann, falls nicht infolge Entweichens grosser Mengen von Gasen eine intensive Kühlung nötig ist, auch so verfahren werden, ⁴ dass man das Kühl-
 15 wasser so langsam strömen lässt, dass es warm abläuft. Freilich ist es bei Rückflusskühlern erforderlich, das Kühlwasser nicht, wie man es meistens sieht, unten, sondern oben in den Kühlmantel einströmen zu lassen, ⁵ man muss dabei aber Sorge
 20 tragen, dass der Kühler stets gefüllt bleibt, ihn also zu Beginn zunächst durch Aufsaugen mit Wasser füllen und den Ablaufschlauch in ein mit Wasser gefülltes Gefäss eintauchen lassen ¹.

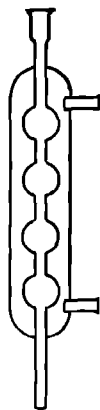


Abb 489
Kugelkühler
(Rückflusskühler)

Gelegentlich kommt es vor, dass Substanzen im Rückflusskühler
 25 erstarren. Dies kann durch Einbringen eines ⁶ für den betreffenden

Stück (*n*), part

vorarbeiten (*v*), to do preliminary work

ablaufen (*v*), to run (flow) off

Sorge (*f*), care

Aufsaugen (*n*), sucking up, suction

Ablaufschlauch (*m*), discharge tube

Einbringen (*n*), insertion

¹ bei grösseren Temperaturunterschieden See §13(4)

² diesem Übelstande is in the dative case governed by *abhelfen* See §11(3)

³ vorarbeiten lässt einströmen zu lassen eintauchen lassen Notice that *lassen* + infinitive means to let, allow, or cause (something to be done), do not confuse with *sich lassen* + infinitive See §18(1, 3)

⁴ kann verfahren werden Supply impersonal *es* as subject, §9(2)

⁵ eines für den betreffenden Prozess indifferenten Lösungsmittels, one of the solvents that is inert towards the process in question Notice the use of the adjective as a participle See §1(5)

Prozess indifferenten Lösungsmittels, welches das Erstarrte aus dem Kühler herauswascht, meist ¹ wirksam verhindert werden. Gegen die Einwirkung der Luftfeuchtigkeit oder der Kohlensäure schützt man sich durch Chlorcalcium- oder Natronkalkrohrchen, die oben auf den Kühler aufgesetzt werden. Gasförmige Körper werden durch ein

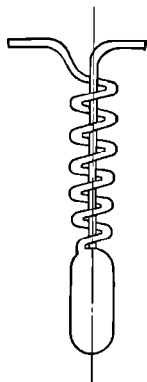


Abb 490
Kühlspirale mit
Auffanggefäß

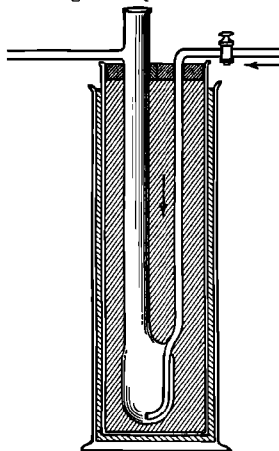


Abb 491
Apparat nach v. Bartsch zum
Verflüssigen und Destillieren
leicht verdichtbarer Gase

neben oder auch direkt durch den Kühler eingeführtes Glasrohr eingeleitet. Flüssige Substanzen werden während der Operation, besonders, wenn es sich um flüchtige und brennbare Körper handelt, am einfachsten ² mittels eines Tropftrichters, in den man die Substanz fern vom Apparat eingefüllt hat, durch den Kühler zugeführt. Beim Zulaufenlassen ist ³ bei sehr leichtsiedenden Körpern Vorsicht zu üben, um zu stürmische Dampfbildung zu vermeiden. Feste (das) Erstarrte (*n*), (the) solidified substance beim —, upon allowing (the solution) to flow in, during the period of flow herauswaschen (*v*), to wash out Zulaufenlassen (*n*), period of flow, stürmisch (*adj*), stormy, violent

1 meist = meistens, generally

2 am einfachsten See §13(5)

3 ist zu üben, is to be exercised See §18(3)

Substanzen kann man ebenfalls durch den Kähler nachfahren Entweder spült man mit dem verwendeten Lösungsmittel nach oder ¹ lässt durch vorübergehendes Abstellen des Kühlwasserstromes die siedende Flüssigkeit das Auflösen besorgen

- 5 Zum Kühlen mittels Kältemischung verwendet man eine Spirale aus Metall oder Glas, die in ein mit der Kältemischung zu füllendes Gefäß gelegt wird In diesem Fall ist ² zur besseren Ausnutzung des Kühlmittels mit Leitungswasser in einem gewöhnlichen Kähler vorzukühlen Eine Kältespirale mit Auffangegefäß ist in Abb 490
10 wiedergegeben Sehr hübsch ist auch ein von A von Bartsch angegebener Apparat zum Verflüssigen und Destillieren leicht verdichtbarer Gase (Abb 491)

- Gewöhnlich wird ³ man die Abflussröhre des Siedegeäßes mittels Kork oder Gummistopfen mit der Kältevorrichtung verbinden (Abb 15 488) Greifen ⁴ die Dämpfe den Kork an, so wird ² es oft genügen, das Kälterohr einzuschieben, um das Zurückfließen des Dampfes zu verhindern, kann das Kälterohr eine Einschnürung erhalten Sonst dichtet man mit einigen Wicklungen von Asbestschnur Soll ⁴ gasdichter Abschluss erzielt werden, dann verfährt man entweder wie
20 Vorländer und Schilling, indem ⁵ man eine Dichtung aus Asbestpapier, besser Asbestschnur und Wasserglaslösung, oder nach Hensgen eine solche aus Asbest und Gipslösung herstellt Auch Leimlösung und Gips, Mennige und Glycerin, oder Bleiglätte und Leinol ergeben gute

nachfahren (*v*), to introduce (afterwards)

nachspülen (*v*), to rinse, to wash afterwards (later)

vorübergehend (*p p adj*), temporary, transitory

Ausnutzung (*f*), utilization

vorzukühlen (*v*), to precool

einschieben (*v*), to push in, to insert

Einschnürung (*f*), constriction, binding up

Wicklung (*f*), winding

Abschluss (*m*), closing device, occlusion

Dichtung (*f*), packing

Gipslösung (*f*), gypsum solution

Leimlösung (*f*), glue solution

Gips (*m*), gypsum, plaster of Paris

Mennige (*f*), minium, red lead

Bleiglätte (*f*), litharge — lead oxide

Leinol (*n*), linseed oil

1 oder lässt das Auflösen besorgen, or one allows the boiling liquid to take care of the dissolving by temporary stopping of the current (stream) of cooling water

2 ist vorzukühlen, supply es as subject See §18

3 wird verbunden, wird genügen What tense is this?

4 Greifen an, so Soll erzielt werden, dann See §2

5 indem man herstellt, by making

Dichtungsmittel Sie lassen sich jedoch schlecht ohne Zerspringen der Apparate entfernen Sehr häufig muss man die Kuhlvorrichtung mit dem Destillierrohr zusammenschmelzen, Schliffe vermeidet man besser, weil sie beim Erwärmen zu leicht springen

Körper, die nicht luft- oder feuchtigkeitsempfindlich sind, lassen sich ohne weiteres in einem unter das Kuhlende gestellten Gefäß auffangen, oft benutzt man Rundkolben, die man über das Kuhlende schiebt Will¹ man ein Destillat noch einer zweiten Destillation unterwerfen, dann fangt man es sogleich in einem passenden Fraktionierkolben auf, im allgemeinen kann man in solchen Fällen also besondere Vorlagen entbehren Anders ist dagegen zu verfahren, wenn man die gewonnenen Präparate vor Feuchtigkeit, Oxydation usw schützen muss, auch leichtentzündliche oder unertragliche Gerüche verbreitende² Körper müssen in besonders gedichteten Gefäßen aufgefangen werden Man verfährt dann so,³ dass man zunächst das Kuhlende — beim aufrechtstehenden Schlangenkühler erubrigt sich das — mittels Korkes mit einem Vorstoss, einem unter⁴ einem stumpfen Winkel entsprechend gebogenen, konisch verjüngten Glasrohr (siehe Abb 488) verbindet und dann das senkrecht stehende, spitze Ende wiederum durch einen Kork in eine mit zwei Öffnungen versehene Vorlage einführt Fraktionierkolben, besser⁵ noch die bekannten Saugflaschen, lassen sich hierzu vorzüglich verwenden Eine Vorlage zum Fraktionieren im Gasstrom und unter vermindertem

Dichtungsmittel (<i>n</i>), packing (agent) material, sealing agent	leichtentzündlich (<i>adj</i>), easily inflammable
Schliffe (<i>m pl</i>), grindings, i.e., ground-glass joints	unertraglich (<i>adj</i>), unbearable, intolerable
springen (<i>v</i>), to crack	stumpf (<i>adj</i>), obtuse
luftempfindlich (<i>adj</i>), sensitive to air	gebogen (<i>p p of biegen</i>), bent
unterwerfen (+ <i>dat</i>) (<i>v</i>), to subject to	verjüngt (<i>adj</i>), constricted
entbehren (<i>v</i>), to dispense with	senkrecht (<i>adj</i>), perpendicular
	spitz (<i>adj</i>), sharp, pointed

1 will man unterwerfen, if one wants to subject, etc See §2

2 verbreitende Körper, a participial phrase See §1

3 so, dass man verbindet, in such a way that one connects

4 unter einem stumpfen Winkel entsprechend gebogenen Glasrohr, participial phrase, stumpfen Winkel is in the dative case governed by entsprechend

5 besser noch, or still better

Druck beschreiben Wheeler und Blair An das seitliche Ansatzrohr des Gefasses kann z B zwecks Ausschluss von Luftfeuchtigkeit — wie bei organischen Saurechloriden usw — einfach mittels Schlauchstückchens ein Chlorcalciumrohr befestigt werden, selbst-
 5 verständlich müssen die Gefasse vorher vorzüglich getrocknet sein
 Bei Verarbeitung ubelriechender oder giftiger Substanzen ist natürlich zunächst für möglichst gute Kondensation zu sorgen — Anwendung eines Schlangen- oder Schraubenkühlers nach Friedrichs und
 10 Einstellen der Vorlage in eine Kältemischung, auch Verwendung des in Abb 490 angegebenen Apparates Den Tubus des Gefasses verbindet man mit einer Schlauchleitung, die man in den Kamin oder ins Freie endigen lässt, in den Kapellen befinden sich für solche Zwecke gewöhnlich kleine Öffnungen in den Zugschornsteinen Für diese Zwecke eignet sich auch der Berieselungskühler von Stoltzenberg
 15 (Abb 492) Die einfachste Methode zum Auffangen und Festhalten derartiger Substanzen aus Gas- oder Luftströmen ist jedoch die sogenannte A-Kohle, die man in Absorptionsrohren oder -türme einfüllt und hinter die Apparate schaltet Liegen¹ oxydable oder gegen² Kohlensäure empfindliche Körper vor, dann leitet man einen
 20 passenden Gasstrom mittels eines in den Kolben eingeführten Rohres durch den Apparat, also von Kohlensäure durch Waschen mit Kalilauge und Überleiten über Natronkalk befreite Luft, die man auch von der Vorlage aus vorsichtig durch eine Wasserstrahlpumpe ansaugen kann — die Vorlage selbst schliesst man mittels Natronkalk-
 25 rohr von der Luft ab — oder trockene Kohlensäure, Wasserstoffgas, sorgfältig gereinigtes Leuchtgas Hierbei muss man sich aber durch

Ansatzrohr (<i>n</i>), addition (pipe)	(das) Freie, (open) air
tube, connecting pipe	Kapelle (<i>f</i>), cupel
selbstverständlich (<i>adv</i>), naturally,	Zugschornstein (<i>m</i>), draft chimney
of course	Berieselungskühler (<i>m</i>), trickle or
ubelriechend (<i>adj</i>), ill-smelling,	spray cooler
malodorous	Absorptionsturm (<i>m</i>), absorption
Einstellen (<i>n</i>), introduction, plac-	tower
ing, insertion	schalten (<i>v</i>), to insert, to connect
Tubus (<i>m</i>), tube	Wasserstrahlpumpe (<i>f</i>), water jet
Schlauchleitung (<i>f</i>), rubber con-	pump
necting tube, hose line	ansaugen (<i>v</i>), to suck
Kamin (<i>m</i>), chimney	

1 Liegen vor See §2

2 gegen Kohlensäure empfindliche Körper See §1(5)

die bekannte Explosionsprobe im Reagensglase vorerst vor Beginn der Destillation überzeugen, ob der Apparat mit Gas völlig angefüllt ist, auch darf¹ der Gasstrom nicht gar zu langsam genommen werden. Man ist² dann im Falle des Zerspringens des Apparates vor Explosionen ziemlich geschützt, selbst³ wenn sich das austromende Gas entzünden sollte, in diesem Falle suche⁴ man zuerst das brennende Gas durch Bedecken mit einem feuchten Tuch auszulöschen, bevor man den Gasstrom abstellt. Sollte⁵ der Apparat dagegen springen, ohne dass sich das Gas entzündet, dann stellt man zuerst die Heizflamme ab. Bei Destillation feuergefährlicher Flüssigkeiten, die stets auf dem Sicherheitswasserbad oder am besten mit einem an die Dampfleitung angeschlossenen Dampf- oder Wasserbad vorzunehmen sind, z. B. von Äther, Schwefelkohlenstoff

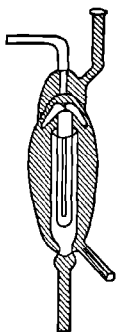


Abb 492
Bernieselungskühler
nach Stolzenberg

u. s. f., leitet man einen mit der Vorlage verbundenen Schlauch auf den Fussboden, etwa entweichende Dämpfe verbreiten sich dann wegen ihres hohen spezifischen Gewichtes unschädlich am Boden

sich überzeugen (*v*), to convince oneself, to make sure
vorerst (*adv*), from the very first
anfüllen (*v*), to fill up
ausströmend (*adj*), rushing out, escaping
Tuch (*n*), cloth

abstellen (*v*), to turn off, to shut off
Heizflamme (*f*), heating flame
feuergefährlich (*adj*), inflammable, danger in catching fire
Sicherheitswasserbad (*n*), safety water bath
Fussboden (*m*), floor, ground

1 darf nicht, *must not*

2 Man ist vor Explosionen ziemlich geschützt, *one is fairly well protected from explosions*. Notice meaning of *vor* when governed by *schützen*

3 selbst wenn sich entzünden sollte, *even if the escaping gas should catch fire*, sich entzünden is always reflexive. See §7, sollte is here the past subjunctive of *sollen*. See §10(4)

4 suche man auszulöschen, *let one try to extinguish*, *suche* here is the third person subjunctive. See §10(2)

5 Sollte springen. See §2 and §10(4)

MEYER UND JACOBSON *LEHRBUCH DER ORGANISCHEN CHEMIE*

Zweiter Band, Dritter Teil

HETEROCYCLISCHE VERBINDUNGEN

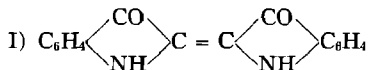
Erste und Zweite Auflage, 1923

[Seite 280–301]

Kondensierte Pyrrol-Systeme II Das Indigblau und die ihm nachstehenden Indol-Derivate

(Dindolyl — Indigblau — Derivate, Homologe und Substitutions-Produkte des Indigblaus — Weitere indigoide Körper mit Indol-Komplexen)

In dem vorangehenden Kapitel ist ¹ an vielen Stellen hervorgetreten, dass die Erforschung der Indol-Gruppe ihren wesentlichsten Antrieb dem Problem verdankte, für den Indigo-Farbstoff, der aus gewissen Pflanzen gewonnen werden kann und schon ² seit alten Zeiten in der Färberei eine hervorragende Rolle spielt, die Struktur zu ermitteln und zu seiner synthetischen Gewinnung zu gelangen. Die Formel, zu welcher BAYERS klassische Untersuchungen geführt haben



wurde ebenfalls schon mehrfach benutzt. Nach ihr leitet sich ³ das **nachstehend** (*adj*), most closely related **Erforschung** (*f*), investigation **Antrieb** (*m*), motive, instigation **vorangehend** (*adj*), preceding, foregoing

¹ ist **hervorgetreten**, *it has been emphasized* Notice omission of impersonal **es**

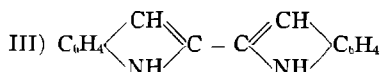
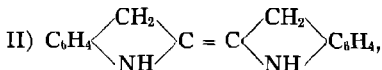
² **schon seit** **spielt**, *and has been playing a prominent rôle* Notice idiomatic use of the present tense in German with **seit**

³ **leitet sich ab**, *is derived* Notice separable prefix and passive force of **sich**

Indigblau von einem aus zwei Indol-Kernen zusammengefügten System¹ ab

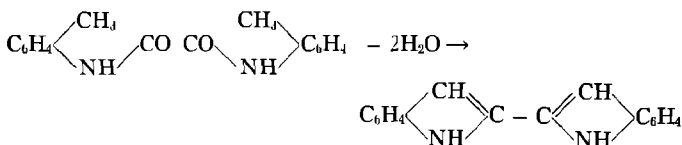
Die „nächste“ Stammsubstanz des Indigblaus wäre² eine Verbindung von der Formel II, welche die Pyrrol-Kerne in hydriertem Zustand aufweist,

5



sie ist bisher noch nicht bekannt Als „nächste Stammsubstanz von aromatischem Sättigungszustand“ aber kann man das kurzlich entdeckte α α' -DIINDOLYL (Dundyl) der Formel III bezeichnen, MADLLUNG erhielt diese Verbindung, indem er Oxal- α -toluidid mit Natriumamylat erhitzte

10



(vgl S 230 und S 272 die ähnlichen Synthesen des α -Methyl-indols und der Indol- α -carbonsaure)

Das Dundolyl ist eine fein krystalherte, gelbliche, in den meisten Lösungsmitteln sehr schwer lösliche Substanz, die gegen 300° unter vorher beginnender Zersetzung schmilzt Ein³ mit ihrer Lösung 15 getränkter Fichtenspan färbt sich im Salzsäure-Dampf sofort blau-schwarz, beim Versetzen der Eisessig-Lösung mit etwas Wasserstoff-superoxyd tritt Rotfärbung ein Das Perchlorat $\text{C}_{16}\text{H}_{12}\text{N}_2 + \text{HClO}_4$

zusammenfugen (aus) (v), to join tranken (v), to steep, to soak, to
(with), combine, construct (of) saturate
Sättigungszustand (m), saturation Fichtenspan (m), pine chip
state

1 von einem aus zwei Indol-Kernen zusammengefügten System, a participial phrase See §1

2 wäre, would (might) be The imperfect subjunctive often stands for a present conditional

3 Ein getränkter Fichtenspan, a participial phrase See §1

bildet orangegelbe Nadelchen, das Pikrat $C_{16}H_{12}N_2 + 2C_6H_5O_7N_3$ krystallisiert in dunkelbraunen violettschimmernden Nadelchen Das Dindolyl wird durch Chlor leicht substituiert Einwirkung¹ von salpetriger Säure s S 308-309

- 5 Es ist die Aufgabe dieses Kapitels, das Indigblau und andere Derivate der Dindolyle zu schildern Daran² schliessen sich ferner Verbindungen, welche dem Indigblau in ihrem molekularen Bau ähneln, aber nur einen Indol-Komplex enthalten, während der zweite durch einen isocyclischen oder durch einen anderen heterocyclischen Kom-
10 plex vertreten ist

Geschichtliches über das Indigblau

Schon im Altertume wurde der³ aus Indien stammende, aus gewissen Pflanzen erzeugte Indigo als Farbe benutzt, wie wir besonders aus einer von PLINIUS⁴ gegebenen Beschreibung wissen Zu⁵ seiner beherrschenden Stellung in der Färberei — er wurde der „König der
15 Farbstoffe“ genannt — gelangte er, als seit dem Anfange des sechzehnten Jahrhunderts infolge der Entdeckung des Seeweges nach Indien grossere⁶ Mengen nach Europa eingeführt wurden

Die Erkenntnis der Konstitution entwickelte sich aus Untersuchungen über die chemischen Umwandlungen des natürlichen
20 Farbmateri als, denen⁷ dann seine Synthese aus den gewonnenen Abbauprodukten, sowie aus anderen Stoffen folgte

violettschimmernd (<i>p p adj</i>), violet gleaming	Altertum (<i>n</i>), antiquity
schildern (<i>v</i>), to depict, to describe	Seeweg (<i>m</i>), sea route

1 Einwirkung, supply für before this word

2 Daran schliessen sich ferner Verbindungen, *furthermore, compounds are included in this*

3 der aus Indien stammende erzeugte Indigo, two participial phrases See §1

4 Plinius (Gaius Secundus) = Pliny, Roman writer, known as the Elder (A D 23-79) An indefatigable student, author of "Natural History", is said to have read 2000 works in compiling this treatise of 37 books He lost his life when he went to investigate the eruption of Vesuvius which burned Herculaneum and Pompeii

5 Zu, object of gelangte

6 grossere See §13(4)

7 denen dann seine Synthese folgte, *which its synthesis followed* Denen is in the dative governed by folgen See §11(3)

Als das erste Ergebnis der analytischen Untersuchungen, das sich in der Folgezeit als bedeutungsvoll für das Problem herausstellte, darf man wohl die Entdeckung des Isatins (1841) durch O L ERDMANN und LAURENT (vgl S 257) bezeichnen

An dieses Oxydationsprodukt knüpfen ein Vierteljahrhundert ⁵ nach seiner Entdeckung die planmassigen Untersuchungen an, die BAEYER von 1865–1870 anstellte und nach einer achtjährigen Pause in den Jahren 1878–1883 zu Ende führte Seine Arbeiten haben eine vollständige Lösung der Frage gebracht, aber damit ¹ ist ihr Inhalt keineswegs erschöpft Durch die Methoden, welche in ihrem Verlaufe ¹⁰ ersonnen wurden, durch die Erscheinungen, welche das Studium der Abbau-Produkte aufdeckte, haben sie ganz allgemein die Entwicklung der organischen Chemie in experimenteller wie in theoretischer Richtung ausserordentlich gefordert. ¹⁵ ²Erinnert sei z B an die Auffindung der „Zinkstaub-Methode“ (vgl S 214), deren erste Anwendung in der Gewinnung des Indols aus dem Oxindol bestand Hervorgehoben ³ muss ⁴ ferner ihr Einfluss auf die Lehre von der Ringschliessung werden, denn aus den Untersuchungen über die Struktur der Indol-Körper und damit ⁴ zusammenhängenden Forschungen über Chinolin-Körper ergab sich die Erkenntnis, welche Bedeutung die Fünf- und ²⁰ Sechszahl der Ringglieder für das Zustandekommen cyclischer Atomgruppierungen besitzen

Im Verlaufe dieser denkwürdigen Untersuchungen gelang es

Folgezeit (<i>f</i>)	in der —, afterwards	erschöpfen (<i>v</i>), to exhaust
herausstellen (<i>sich</i>) (<i>v</i>), to show	(prove) itself	ersinnen (<i>v</i>), to devise
anknüpfen (<i>an</i>) (<i>v</i>), to join, to unite (to)		aufdecken (<i>v</i>), to disclose
Vierteljahrhundert (<i>n</i>), quarter of a century		Auffindung (<i>f</i>), discovery
planmässig (<i>adj</i>), systematic		Ringschliessung (<i>f</i>), ring closure, cyclization
achtjährig (<i>adj</i>), of eight years		Fünffzahl (<i>f</i>), five number (of links)
Ende (<i>n</i>), end, zu — führen, to bring to an end, to complete		Sechszahl (<i>f</i>), six number (of links)
		Zustandekommen (<i>n</i>), occurrence
		denkwürdig (<i>adj</i>), notable

¹ damit = *therewith* See §14(2)

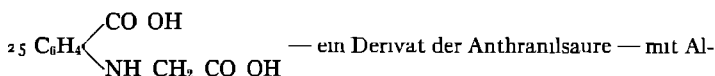
² erinnert sei See §10(2)

³ hervorgehoben muss , werden Supply *es* as subject See §9(2)

⁴ damit zusammenhängenden Forschungen, of the researches connected with them, a participial phrase See §1

BAEYER zuerst 1870, einen Rückweg von den Abbauprodukten zu dem Indigo aufzufinden die S 253 schon erwähnte Bildung des Indigblaus aus dem Isatinchlorid Die erste ergebige Synthese aus einem nicht vom Indigo abstammenden Material wurde 10 Jahre später von ihm entdeckt und bestand darin, dass ¹ eine alkalische Lösung von *o*-Nitrophenyl-propionsäure mit Zucker, der als Reduktionsmittel wirkt, gekocht wird (Naheres vgl S 291–292)

Mit dieser Entdeckung beginnen die Bemühungen der Industrie, durch synthetische Darstellung aus Rohstoffen, welche der Steinkohlenteer bietet, den „natürlichen“ Indigo zu verdrängen Allein die Preisverhältnisse der Ausgangsmaterialien und die Schwierigkeiten, die sich der technischen Ausgestaltung des BAEYERschen Verfahrens entgegenstellten, verhinderten zunächst einen durchschlagenden Erfolg Erst 1897 wurde ein solcher von der Badischen Anilin- und Soda-fabrik errungen, in der unter Führung von H BRUNCK ein Stab ausgezeichnete Chemiker mit grosser Energie ihre wissenschaftliche Begabung und technische Kunst der Lösung des Problems zuwandten Das Verfahren, welches schliesslich zum Siege führte, weil es ein billiges Ausgangsmaterial — das Naphthalin — durch eine Reihe von glatt verlaufenden Operationen in Indigblau zu verwandeln gestattete (Naheres vgl S 294), beruht in seinen beiden letzten Phasen auf einer von HELMANN entdeckten Bildungsweise des Indigos, sie ist schon S 245 u 278 besprochen worden und besteht darin, dass man N-Phenylglycin-*o*-carbonsäure



kali schmilzt, wobei sich Indoxyl-*o*-carbonsäure bildet, die dann mit Luft oxydiert Indigblau liefert Allein um das für diese letzten Phasen

Bemühung (<i>f</i>), effort	durchschlagend (<i>p p adj</i>), conclusive
Preisverhältnis (<i>n</i>), price ratio	
Ausgangsmaterial (<i>n</i>), initial or raw material	errungen (<i>p p of errungen, a, u</i>), won
Ausgestaltung (<i>f</i>), development	Begabung (<i>f</i>), talent
entgegenstellen (<i>v</i>), to obstruct, to be in the way	zuwenden (<i>v</i>), to turn to, to apply
	Sieg (<i>m</i>), victory

1 bestand darin, dass How is da(r) + prep + dass usually translated? See §15(6)

benötigte Anthranilsäure-Derivat herbeizuschaffen, bedurfte es der technischen Lösung einer Reihe von anderen Aufgaben, um die sich KNIETSCH und SAPPER in der Badischen Anilin- und Sodafabrik die grosssten Verdienste erworben haben. SAPPER entdeckte das Verfahren, die Phthalsäure aus Naphthalin durch Erhitzen mit hochkonzentrierter Schwefelsäure unter Zusatz von etwas Quecksilber zu bereiten. KNIETSCH lehrte durch seine glänzende Ausarbeitung des Schwefelsäure-Kontakt-verfahrens, die bei der Oxydation des Naphthalins frei werdende schweflige Säure auf billigste Weise wieder in konzentrierte Schwefelsäure überzuführen, so dass der Sauerstoff der Luft das eigentliche Oxydationsmittel wurde,¹ das bei der Umwandlung von Naphthalin in Phthalsäure verbraucht wird. Wie man von der Phthalsäure weiter über die Anthranilsäure zur Phenyl-glycin-*o*-carbonsäure gelangt, wird S. 294 erläutert werden.² Aber man erkennt aus obigen Angaben schon, dass die technische Ausarbeitung des Indigo-Problems — ebenso wie die wissenschaftliche — weit³ über die gestellte Aufgabe hinaus für die verschiedensten Gebiete Früchte gezeitigt hat.

Im Jahre 1901 — vier Jahre nachdem die Badische Anilin- und Sodafabrik den synthetischen Indigo auf den Markt gebracht hatte — erlangte ein weiteres Verfahren die technische Durchbildung, die es zur Konkurrenz befähigte. Es beruht ebenfalls auf einem schon 1890 von HEUMANN entdeckten Prozess der S. 245 formulierten Umwandlung von N-Phenyl-glycin (Anilino-essigsäure) $C_6H_5 \cdot NH \cdot CH_2 \cdot CO \cdot OH$ in Indoxyl, das dann zu Indigblau oxydiert wird. Allein das technisch Entscheidende war die 1900 von PFLEGER in der Deutschen Gold- und Silber-Scheideanstalt gefundene Modifikation, Natriumamid⁴ an die Stelle des von HEUMANN für die Umwandlung benutzten schmelzenden

herbeizuschaffen (*v*), to collect, to provide
 erwerben (*v*), to acquire
 Früchte (*f pl*) fruit, — zeitigen, to bear fruit [velopment
 Durchbildung (*f*), perfection, de-

Konkurrenz (*f*), competition
 befähigen (*v*), to qualify, to enable
 Entscheidende (*n*), the deciding factor

1 wurde, *became*, werden when used by itself means *to become*

2 wird erläutert werden, *will be explained*. Werden followed by an infinitive expresses the future tense, followed by the past participle, it forms the passive voice

3 weit über hinaus, *far beyond*

4 Natriumamid an die Stelle des Alkalis zu setzen, *to put sodium amide in the place of alkali*. Notice intervening participial phrase

Alkalis zu setzen. Erst hierdurch wurde die Ausbeute an Indoxyl auf eine Hohe gebracht, welche die ökonomische Durchführung des Verfahrens ermöglichte. Es wurde von den Hochster Farbwerken (vorm MEISTER, LUCIUS u. BRUNING) in Betrieb gesetzt, welche erkannten, dass an Stelle des Natriumamids auch Natrium und seine Legierungen mit dem gleichen Erfolge angewandt werden können. Die Badische Anilin- und Sodafabrik bildete ein Verfahren technisch aus, um aus Phenyl-glycin ohne Anwendung von Natriumamid Indigo herzustellen, nämlich durch Benutzung von wasserfreiem Atzalkali bei gleichzeitiger Gegenwart von Calcium-, Strontium- oder Bariumoxyd.

Durch die Verfahren der Badischen Anilin- und Sodafabrik und der Hochster Farbwerke wird heute der Weltbedarf an Indigo grösstenteils gedeckt, der „natürliche“ Indigo ist fast verdrängt worden.¹ (Statistische Angaben s. S. 301)

Der Teerbestandteil, welcher für das Hochster Verfahren gebraucht wird, ist das Benzol, das in Anilin und dann in Anilino-essigsäure (Phenyl-glycin) verwandelt wird. Bei dem Verfahren der „Badischen“, das vom Naphthalin ausgeht, ist die Anthranilsäure ein Zwischenprodukt. Das Anilin ist 1826 von UNVERDORFEN bei der Destillation von Indigo zuerst erhalten worden¹, die Anthranilsäure wurde 1841 von FRITZSCHE ebenfalls durch eine Umwandlung des Indigos (mittels kochender Kalilauge) entdeckt. Beide Stoffe haben ihre Namen von dem spanischen Ausdruck für Indigo („añil“) erhalten. Einst in winzigen Mengen durch Zerfall des Naturstoffs gewonnen,² dienen sie heute, zentnerweise aus Teer bereitet,² zu seinem künstlichen Aufbau.

Die wissenschaftliche und technische Eroberung des Indigos gehören zu den grössten Erfolgen der organischen Chemie. Als um den Beginn des neuen Jahrhunderts die Deutsche Chemische Gesellschaft ihr eigenes Heim begründen konnte, war die Eröffnungs-Sitzung

vorm = *normals*, formerly
Weltbedarf (an) (*m*), world need or demand (for)
decken (*v*), to cover, i.e., satisfy
einst (*adv*), once, formerly
winzig (*adj*), tiny, small

zentnerweise (*adv*), by the hundred-weight
Eroberung (*f*), conquest
begründen (*v*), to establish
Eröffnungs-Sitzung (*f*), opening session

¹ ist verdrängt worden, ist erhalten worden. What voice are these?
See §§

² gewonnen, bereitet, past participles used absolutely

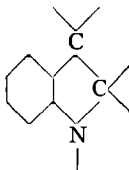
der Rückschau auf die Etappen, in denen dieser Siegeszug sich vollzogen hatte, gewidmet

Die Konstitution des Indigblaus

Im vorigen Abschnitt wurde hervorgehoben, dass wir **BAEYER** die Aufklärung der Indigblau-Konstitution verdanken. Den einzelnen ¹ Schritten, in denen das Ziel erreicht wurde, können wir hier nicht ⁵ folgen. Aber die Momente seien zusammengestellt,² aus welchen sich heute am einfachsten das geltende Formelbild ableiten lässt.

Durch die Elementaranalyse im Verein mit vaporimetrischen, kryoskopischen und ebullioskopischen Molekulargewichts-Bestimmungen ergibt sich die Formel $C_{16}H_{10}O_2N_2$ als empirischer Ausdruck ¹⁰ für die Zusammensetzung des Indigblaus.

Andererseits haben wir im vorhergehenden Kapitel unter den Verbindungen mit einem Indol-Komplex eine ganze Reihe von Vertretern — Isatin, Oxindol, Dioxindol, Indol selbst — kennen gelernt, die aus dem Indigblau durch direkten oder indirekten Abbau hervor- ¹⁵ gehen, und für die es nach ihren synthetischen Bildungsweisen sowie ihrem Verhalten nicht zweifelhaft sein kann, dass ihre Moleküle acht Kohlenstoffatome und ein Stickstoffatom in der Gruppierung



enthalten

Rückschau (auf) (*f*), review (of)
Etappe (*f*), steps, stage
Siegeszug (*m*), triumphal train, progress
widmen (+ *dat*), to devote to
Schritt (*m*), step, stride
Ziel (*n*), goal, aim
Moment (*n*), factor

Formelbild (*n*), structural formula
im Verein mit, together with
Ausdruck (*m*), expression
Vertreter (*m*), representative
kennen (*v*), to know, — **lernen**, to get to know, become acquainted with
zweifelhaft (*adj*), dubious

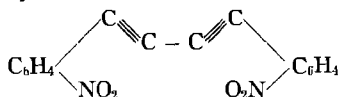
¹ Den einzelnen Schritten is in the dative case, object of folgen

² seien zusammengestellt See §10(2)

Wir ¹ haben uns ferner der ² in grosser Zahl bekannten Vorgänge zu erinnern, in denen aus Derivaten dieses Indol-Komplexes Indigblau entsteht, z. B. besonders der ³ fast quantitativ verlaufenden Oxydation von Indoxyl zu Indigblau

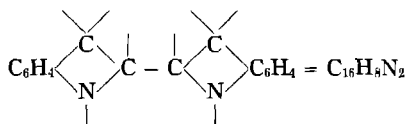
- 5 Es ist hiernach ⁴ klar, dass das Molekül des Indigblaus sich aus zwei Indol-Komplexen zusammenfügt, und es ⁵ ergibt sich als nächste Frage „an welcher Stelle findet die Verknüpfung statt?“

Hierauf ⁶ wurde 1882 eine unzweideutige Antwort durch BAEYERS Entdeckung eines Prozesses gegeben, in welchem das Indigblau aus einem Körper der Benzolreihe mit 16 C-Atomen gebildet wird. Das *o, o'*-Dinitro-diphenyl-butadin



geht nämlich durch konzentrierte Schwefelsäure in eine isomere Verbindung $\text{C}_{16}\text{H}_8\text{O}_4\text{N}_2$ („Dusatogen“) über, die von Schwefelammonium in der Kälte quantitativ zu Indigblau reduziert wird (vgl. dazu S. 285). Das Molekül des Indigblaus muss also zwischen den beiden Benzolkernen eine fortlaufende Kette von 4 Kohlenstoffatomen enthalten, eine Forderung, die nur erfüllt wird, wenn man sich die beiden Indol-Komplexe vermitteltst ihrer α -C-Atome miteinander verbunden denkt

- 20 Dem ⁷ sich hiernach ergebenden Formel-Rudiment



- 1 Wir haben uns zu erinnern, *we have to (must) remember*
- 2 der in grosser Zahl bekannten Vorgänge, a participial phrase in the genitive case, object of *sich erinnern*
- 3 der fast quantitativ verlaufenden Oxydation, a participial phrase, object of *sich erinnern*
- 4 hiernach = danach See §14(2)
- 5 es, impersonal See §9
- 6 hierauf, to this
- 7 Dem sich hiernach ergebenden Formel-Rudiment, *to the basic formula obtained according to this*, a participial phrase in the dative Object of *hinzufügt*

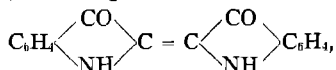
müssen noch zwei Wasserstoff- und zwei Sauerstoffatome hinzugefügt werden, um es zur Indigo-Formel $C_{16}H_{10}O_2N_2$ zu vervollständigen

Da es Dialkyl-Derivate des Indigblaus gibt, welche zufolge ihrer synthetischen Bildungsweisen zwei Alkyle an ¹ Stickstoff gebunden enthalten (vgl S 301–302) und dem Indigo in ihrer Farbe und ihrem Absorptionsspektrum sehr ähnlich sind, darf man schliessen, dass die beiden Wasserstoffatome an Stickstoff gebunden sind

Die beiden Sauerstoffatome müssen, da das Indigblau durch Oxydation des Indoxyls $C_6H_4 \begin{smallmatrix} \diagup CO \\ \diagdown NH \end{smallmatrix} CH_2$ bzw $C_6H_4 \begin{smallmatrix} \diagup C(OH) \\ \diagdown NH \end{smallmatrix} \rangle CH$ ent-

steht, an den beiden β -Kohlenstoffatomen der beiden Indol-Komplexe haften Bezüglich ihrer Bindungsform bietet das Verhalten des Indigblaus einige Anhaltspunkte dafür,¹ dass sie als Carbonyl-Sauerstoff zugegen sind So entsteht mit Hydroxylamin ein Monoxim (S 304), und mit Chlorzink-Ammoniak ein Dimid (S 303), das von Säuren wieder in Indigblau zurückgeführt wird Besonders aber spricht für diese Annahme eine grosse Zahl von Synthesen, in denen indigo-ähnliche Körper durch Kondensation von 2 Molekulan carbonylhaltiger Verbindungen hervorgehen (vgl S 141, 142 die indigoiden Verbindungen der Thionaphthen-Reihe, S 317 ff Indirubin und andere Indigoide)

Mit diesem letztangeführten Schluss sind allen Atomen ihre Plätze zugewiesen, und es ergibt sich die Formel



nach welcher das Molekul des Indigblaus aus zwei miteinander verbundenen ² zweiwertigen Radikalen $C_6H_4 \begin{smallmatrix} \diagup CO \\ \diagdown NH \end{smallmatrix} C \begin{smallmatrix} \diagup \\ \diagdown \end{smallmatrix}$ — von BAEYER

„Indogen“ genannt — besteht

zufolge (*adv*), owing to, according to
gebunden (*p p*), bound, an Stickstoff —, (when) attached to nitrogen
schliessen (*v*), to conclude

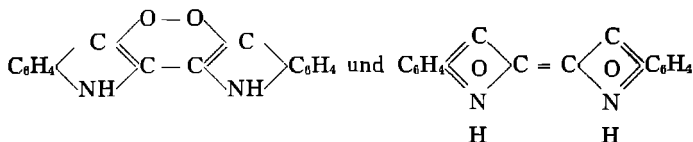
Anhaltspunkt (*m*), indication, criterion
[tioned
letztangeführt (*p p adj*), last mentioned
Schluss (*m*), conclusion, statement
zuweisen (+ *dat*), to assign, to allot

¹ an, prep governed by gebunden

² dafür, dass, for the assumption that See §15(6)

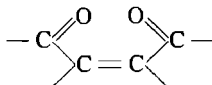
³ aus zwei miteinander verbundenen Radikalen .. besteht, consists of two bivalent radicals that have combined with each other.

Immerhin durften¹ auch Symbole mit andersartig gebundenem Sauerstoff, z. B.

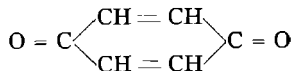


nicht ganz ausgeschlossen sein

Jene Formel enthält ein System von drei benachbarten Doppel-
5 bindungen



wie es² auch für das Benzochinon



und andere Parachinone charakteristisch ist. In dieser Konstellation erblickt man die Ursache für die tiefe Färbung des Indigblaus: seine „chromophore Gruppe“.

Wir³ haben bereits an früherer Stelle erfahren (vgl. S. 141) und werden später noch eingehender darauf zurückkommen, dass es viele indigo-ähnliche Körper gibt, in denen die gleiche Gruppe auf mannigfache Weise cyclische⁴ Komplexe aneinander schliesst. Da⁵ man auf alle diese Körper den Namen „Indigo“ als Klassenbezeichnung anwen-

andersartig (*adv.*), in a different way,
differently

benachbart (*adj.*), neighboring, ad-
jacent

erblicken (*v.*), to see

auf mannigfache Weise, in many
ways

1 **durften nicht ganz ausgeschlossen sein**, *would not have to be entirely excluded*. The past subjunctive is often used for the present conditional.

2 **wie es auch**, *just the same as*

3 **wir haben an früherer Stelle erfahren**, *we have learned before* (literally, *from an earlier [place, i.e.] statement*)

4 **cyclische Komplexe aneinander schliesst**, *combines cyclic complexes* (ring structures)

5 **Da man auf alle diese Körper . . . anwendet**, *since one uses for all these substances*

det, muss das alte Indigblau noch eine speziellere Benennung erhalten
Als solche ergibt sich aus der später (S 316) zu erklärenden Nomen-
klatur der Name

Bis-indol-(2 2')-indigo

Die Gewinnung des „natürlichen Indigos“

Das Indigblau kommt nicht als solches fertig¹ gebildet in der 5
Natur vor Die Pflanzen, aus denen es gewonnen wird, enthalten
vielmehr als indigoliefernden Bestandteil ein Glykosid — das schon
S 249 besprochene Indican —, welches durch Hydrolyse in Zucker
und Indoxyl zerfällt, das in diesem Spaltungsprozess erzeugte Indoxyl
geht dann durch Oxydation in Indigo über 10

Diejenigen Pflanzen, welche reichlich Indigo liefern (ca 1 ½-2%
der getrockneten Pflanzen), gedeihen nur in tropischen Ländern Es
sind dies² verschiedene Species der Gattung Indigofera, unter denen
als besonders wichtig Indigofera³ tinctoria und pseudotinctoria zu
nennen sind, von den verschiedenen Teilen der Pflanzen sind die 15
Blätter am⁴ reichsten an Indican

Zur Gewinnung des Indigos lässt man die Pflanzen zunächst in
Kufen mit Wasser übergossen einige Zeit „gären“, hierbei erfolgt die
Extraktion des Indicans und seine Hydrolyse durch ein in den Pflan-
zenzellen vorhandenes Enzym Die gewonnene Lösung wird dann in 20
andere Kufen abgelassen, in denen man sie durch Schlagen oder mit
Hilfe von rotierenden Schaufelrädern möglichst in Berührung mit der
Luft bringt, der Sauerstoff der Luft bewirkt hierbei die Oxydation
des Indoxyls zum Farbstoff, der sich als Niederschlag absetzt und
gesammelt wird 25

In Europa wurde seit alten Zeiten der Waid — *Isatis tinctoria* —
zum Zwecke der Indigo-Färberei kultiviert Er liefert aber viel

gedeihen (v), to thrive

Gattung (f), genus

Blatt (n), leaf

mit Wasser übergossen, covered
with water

gären (v), to ferment

Schlagen (n), beating, agitation

rotierend (adj), rotating

Schaufelrad (n), paddlewheel

Waid (m), woad

1 fertig gebildet, completely formed

2 es sind dies, these are §9(1) and §14(3)

3 *Indigofera tinctoria* und *pseudotinctoria*, Latin botanical names for
the indigo plant species, same in English

4 am reichsten an, richest in, superlative absolute See §13(5)

weniger Farbstoff als die Indigofera-Arten. Sein früher sehr ausgedehnter Anbau wurde daher durch den Import des Indigos aus Indien stark zurückgedrängt, doch bedurfte es hierzu eines ausserordentlich langen Kampfes. Den Farbeknöterich (*Polygonum tinctorium*),
 5 der etwa $\frac{3}{4}$ % Indigo liefert und in China zu dessen Gewinnung dient, kann man auch in Europa kultivieren.

Der in dieser Weise erhaltene „natürliche Indigo“ enthält als wesentlichen und wertvollen Bestandteil das Indigblau oder Indigotin (Eigenschaften s. S. 296 ff.), als Beimengungen aber andere Stoffe —
 10 Indigoaleum, Indigobraun, Indirubin (S. 319). Die Begleitstoffe ruhen teils daher, dass das aus dem Indican abgespaltene Indoxyl neben seiner Überführung in Indigblau noch andere Veränderungen erleidet (vgl. S. 296–297), teils entstammen sie nicht dem Indican, sondern anderen Bestandteilen der Pflanzen.

15 Um das reine Indigotin zu gewinnen, reduziert man den natürlichen Indigo zu Indigweiss (S. 304), was z. B. mit Hilfe von Traubenzucker in alkalischweingeistiger Lösung geschehen kann, und reoxydiert die Indigweiss-Lösung mit Luft.

Zu erinnern ist hier noch an die natürliche Bildung eines indigofernden Stoffs — des Harn-Indicans (S. 247–248) — im tierischen Organismus, die aber als Indigo-Quelle keine praktische Bedeutung
 20 hat.

Die Gewinnung des „synthetischen Indigos“

Prozesse, in welchen sich Indigblau aus synthetisch herstellbaren Materialien bildet, sind in sehr grosser Zahl bekannt geworden.
 25 Mehrere von ihnen wurden bereits im vorhergehenden Kapitel bei Besprechung der Verbindungen mit einem Indol-Komplex und in dem geschichtlichen Abschnitt dieses Kapitels (S. 282–283) erwähnt.

Wir haben nunmehr diese Vorgänge zusammenzufassen, wobei¹ es sich weniger um eine vollständige Aufzählung, als um eine Hervorhe-

ausgedehnt (*adj.*), extensive

Anbau (*m.*), cultivation, culture

Farbeknöterich (*m.*), colored knot

grass

Indigoaleum (*m.*), indigo gelatin

herrühren (*v.*), to be due to

geschehen (*v.*), to take place

Quelle (*f.*), source

zusammenfassen (*v.*), to collect together, to sum up

¹ wobei es sich weniger um . . . handeln soll, in which it must treat less with, etc

bung des praktisch, theoretisch oder historisch Bedeutsamen¹ handeln soll. Erleichtert wird die Übersicht durch eine Einteilung des Stoffs nach folgenden Gesichtspunkten

1 Synthesen, in denen sich Indigblau durch Zusammentritt zweier Indol-Komplexe bildet, und zwar

- a) ausgehend von Indol-Körpern,
- b) " " Anilin-Derivaten,
- c) " " Anthranilsäure-Derivaten,
- d) " " orthomethylierten Benzol-Abkömmlingen mit einer Seitenkette

2 Synthesen, in denen sich Indigblau aus Dindolyl-Derivaten bildet

Die Synthesen der Gruppen 1b, 1c und 1d sind eigentlich Wiederholungen von solchen der Gruppe 1a, denn bei ihnen sind stets Indol-Körper als Zwischenprodukte anzunehmen. Da diese Zwischenprodukte indes nicht immer isoliert worden sind, da ferner für die Beurteilung vom praktischen Gesichtspunkt aus besonders die Natur der² zur Benzol-Reihe gehörigen Ausgangsmaterialien ins Gewicht fällt, empfiehlt sich die obige Gliederung

1a) *Synthesen des Indigblaus aus Verbindungen mit einem Indol-Komplex*. Die Mittel, durch welche Indol selbst zu Indigblau oxydiert werden kann, wurden schon S. 225 genannt, verhältnismässig reichlich (höchstens indes 40%) ist die Ausbeute bei Anwendung von Jod und Natriumbicarbonat — Als historisch wichtig wurde S. 282 die Bildung durch Reduktion von Isatinchlorid (vgl. S. 253) hervorgehoben. ²⁵Erinnert³ sei ferner an die Bildungen aus Isatin- α -oxim durch Schwefelammonium (S. 266), aus Indol- β -carbonsäure durch

Zusammentritt (<i>m</i>), "going together," combination	Ausgangsmaterial (<i>n</i>), initial material
Gesichtspunkt (<i>m</i>), viewpoint	Gewicht (<i>n</i>), weight, importance,
vom praktischen Gesichtspunkt aus, from a (the) practical point of view	ins — fallen, to be of importance
	Gliederung (<i>f</i>), division

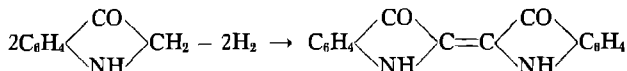
1 des praktisch oder historisch Bedeutsamen, of what is of practical or historical importance. Note use of the adjective *bedeutsam*, significant, as a noun. See §13(6)

2 der gehörigen Ausgangsmaterialien. See §1(5)

3 Erinnert sei an. See §10(2)

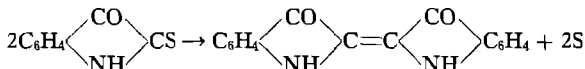
Ozon (S 272) und aus N-Oxy-indol- α -carbonsäure durch konzentrierte Schwefelsäure (S 272)

Fast quantitativ kann das Indigblau durch Oxydation des Indoxyls (S 246) oder seiner α -Carbonsäure (der Indoxylsäure, S 277) in der
5 Kalte gewonnen werden Auf diesem Vorgang

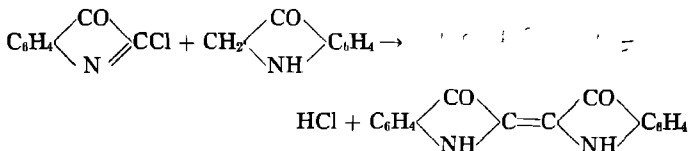


beruht die letzte Phase der ¹ heute industriell ausgeführten Indigo-Synthesen (s S 294) Dass ² dabei ein kleiner Teil des Indoxyls zu Isatin oxydiert wird, und dass sich daher dem Indigblau etwas Indirubin infolge von Kondensation des Isatins mit unverändertem In-
10 doxyl beimengt, wurde schon S 246 erwähnt

Glatt und ohne Beimengung von Indirubin entsteht das Indigblau aus dem Isatin- α -anil (S 264) durch Reduktion mit Schwefelammonium und aus dem α -Thioisatin (S 267) durch Einwirkung schwach alkalischer Agenzien



15 Endlich ist ³ die Bildung von Indigblau durch Kondensation von Isatinchlorid mit Indoxyl in Pyridin-Lösung



zu erwähnen

1b) *Synthesen aus Anilin-Derivaten, bei welchen Indoxyl als Zwischenprodukt anzunehmen ist* Die erste Beobachtung einer Indigo-Bil-
20 dung auf solchem Wege ruht von FLIMM her, welcher zeigte, dass beim Schmelzen von Bromacetanilid $\text{C}_6\text{H}_5 \text{NH CO CH}_2\text{Br}$ mit Atzkali eine Schmelze entsteht, deren wässrige Lösung an der Luft

Agenzien (*pl* of **Agens**), reagents

1 der ausgeführten Indigo-Synthesen See §1

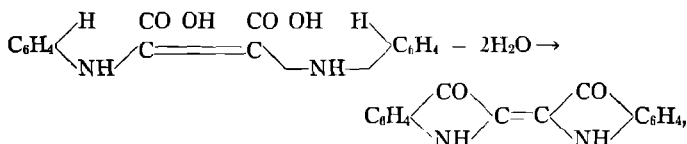
2 Dass, the fact that

3 ist, connect with zu erwähnen See §18(3)

Indigblau abscheidet. Bei ihr dürfte¹ ebenso wie bei der HEUMANN-
schen Synthese aus N-Phenyl-glycin $C_6H_5 \text{ NH CH}_2 \text{ CO OH}$ (durch
Schmelzen mit Alkali und nachfolgende Oxydation) das Indoxyl (s.
Gleichung A auf S. 245) das in der Alkali-Schmelze vorhandene Pro-
dukt sein, dessen Oxydation den Indigo liefert. Dass diese letztere
Synthese zu einem² technisch ausfuhrbaren Prozess wurde, als man
das Alkali durch Natriumamid ersetzte, wurde schon S. 245 und S.
283 hervorgehoben, vgl. ferner S. 294.

Durch Einwirkung von rauchender Schwefelsäure liefert das
Phenylglycin die Indigo-disulfonsäure, vgl. S. 313–314.

Wahrscheinlich gehört in diese Gruppe auch die Synthese aus
Diamino-maleinsäure durch Schmelzen mit Natriumamid. Freilich
konnte³ sich aus der Diamino-maleinsäure Indigblau direkt durch
Wasserabspaltung bilden.



und ein solcher Vorgang wurde⁴ ein besonderes Interesse bieten, weil
er ein wertvolles Argument für die Annahme der Doppelbindung
zwischen den beiden Indol-Komplexen des Indigo-Moleküls bietet.
Aber das Schmelzprodukt enthält noch nicht das Indigblau selbst,
liefert dieses vielmehr erst beim Auflösen durch Luft-Oxydation.

1c) Synthesen aus Anthranilsäure-Derivaten, bei welchen Indoxyl
bzw. Indoxylsäure als Zwischenprodukte anzunehmen sind. Dass
durch Schmelzen mit Alkalien aus N-Methyl-anthranilsäure C_6H_4
(CO_2H) NH CH_3 das Indoxyl, aus N-Phenyl-glycin-o-carbonsäure
(N-Carboxymethyl-anthranilsäure) $C_6H_4(\text{CO}_2\text{H}) \text{ NH CH}_2 \text{ CO}_2\text{H}$ die
Indoxylsäure hervorgeht, wurde schon S. 245 und 278 mitgeteilt und
durch Gleichungen erläutert. Die Lösungen dieser Schmelzen liefern

ausfuhrbar (adj.), practicable
Doppelbindung (f), double bond

Wasserabspaltung (f), splitting off
of water

1 dürfte sein See §10(3)

2 zu einem technisch ausfuhrbaren Prozess wurde, was transformed
into a process that was capable of being carried out industrially

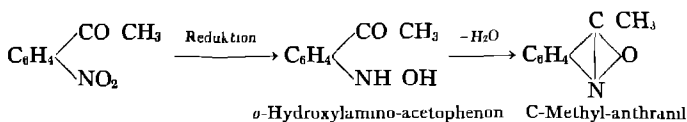
3 könnte sich bilden, might be formed See §10(3)

4 würde bieten What tense is this?

durch Oxydation Indigblau Die auf solchem Wege aus der Phenylglycin-*o*-carbonsäure erfolgende,¹ von HEUMANN entdeckte Bildung des Indigblaus bildet die Grundlage des ersten der „Badischen“ Verfahren für die technische Herstellung des Farbstoffs, die historische Bedeutung dieses Verfahrens wurde S 282–283 gewürdigt, die industrielle Durchführung wird noch S 294 näher erläutert

An Stelle der Phenylglycin-*o*-carbonsäure sind mehrere nahestehende Derivate der Anthranilsäure vorgeschlagen worden, bei manchen lässt sich der Ringschluss auch durch saure Kondensationsmittel bewirken Auch findet man in der Literatur Vorschläge, nach ² denen man die geeigneten Abkömmlinge der Anthranilsäure in der Alkalischemelze erst entstehen lassen soll, indem man α B Anthranilsäure mit mehrwertigen Alkoholen (Glycerin usw.) und Alkali verschmilzt

1d) Synthesen aus orthomitrierten Benzol-1bkömmlingen mit einer Seitenkette, bei welchen Verbindungen mit einem Indol-Komplex als Zwischenprodukte anzunehmen sind Die Synthesen dieser Gruppe sind von grossem historischen und theoretischen Interesse Zu ihnen gehört der Vorgang, nach dem EMMERLING u ENGLER im Jahre 1870 zum ersten Mal Indigo — wenn auch in sehr kleinen Mengen und nach ³ einem nicht sicher zu wiederholenden Verfahren — synthetisch erhalten haben Sie erhitzten ein durch Nitrieren von Acetophenon bereitetes Rohprodukt mit Zinkstaub und Natronkalk Später zeigte es sich, dass der Versuch sicher gelingt, wenn man reines *o*-Nitroacetophenon anwendet Die Erklärung der eigentümlichen Reaktion erfolgte dann durch Versuche von CAMPS und besonders von BAM-



würdigen (*v*), to mention duly
nahestehend (*adj*), closely related
Ringschluss (*m*), ring closure
Abkömmling (*m*), derivative

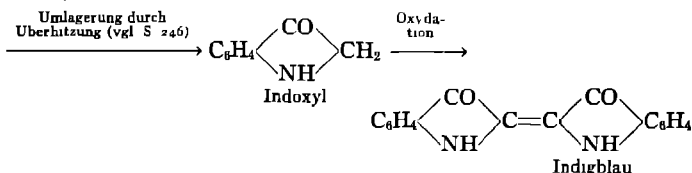
mehrwertig (*adj*), polyvalent
(polyhydroxy)
eigentümlich (*adj*), peculiar (to)

1 Die erfolgende entdeckte Bildung, two participial phrases
See §1

2 nach denen man entstehen lassen soll, according to which one is supposed to cause derivatives to be formed

3 nach einem nicht sicher zu wiederholenden Verfahren, according to a procedure that is not to be repeated with certainty

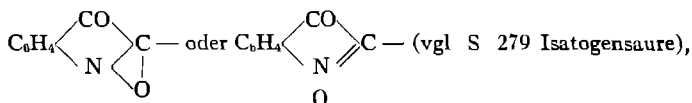
BERGER u ELGFR Aus ihnen ergab sich, dass sie die folgenden Zwischenphasen durchläuft



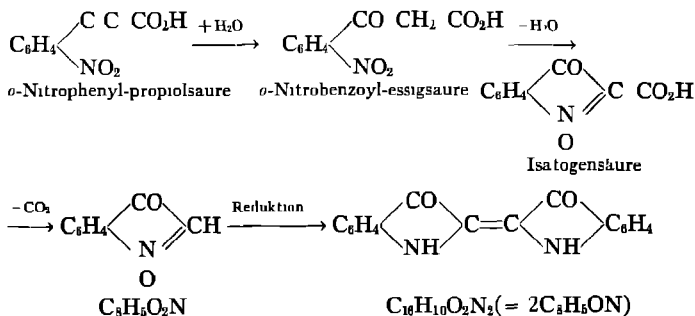
Im Zusammenhang hiermit sei ¹ erwähnt, dass sich Indigblau aus *o*-Amino-acetophenon beim Erhitzen mit Schwefel auf 210–230° bildet

5

Bei anderen Synthesen aus *o*-Nitro-Derivaten der Benzol-Reihe sind ² als Zwischenprodukte wahrscheinlich „Isatogen“-Körper, d h Verbindungen mit dem Komplex



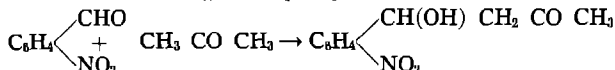
anzunehmen Hierher gehört die erste glatte Indigo-Synthese aus *o*-Nitrophenyl-propionsäure durch Kochen in alkalischer Lösung mit ¹⁰ Traubenzucker (vgl S 282), die man sich etwa in folgenden Phasen verlaufend denken kann



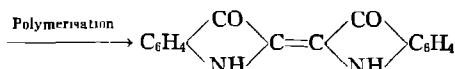
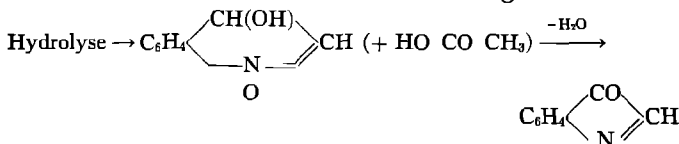
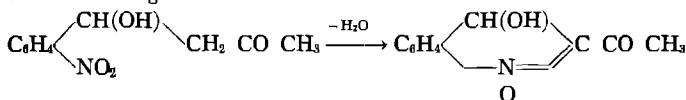
Zwischenphase (f), intermediate stage

- 1 sei erwähnt See §10(2)
 2 sind anzunehmen See §18(3)

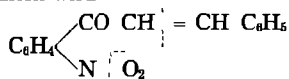
Einer der überraschendsten Vorgänge dieser Art ist die von **BAEYER** und **DREWSEN** aufgefundenene, ausserst glatt in der Kälte erfolgende Bildung von Indigo beim Versetzen einer Lösung von *o*-Nitrobenzaldehyd in Aceton mit wässrigen Alkalien. In erster Phase findet hierbei



Isoliert man dieses Kondensationsprodukt und zersetzt es dann erst mit Natronlauge, so wird die Ausbeute an Indigo noch beträchtlicher. Die Zersetzung verläuft unter Abspaltung von Essigsäure und kann vielleicht in folgender Weise erklärt werden



- 10 Interessant ist auch die Umwandlung von Benzal-*o*-nitroacetophenon unter der Einwirkung des Sonnenlichts, wobei der Benzal-Rest durch den Sauerstoff der Nitro-Gruppe oxydiert und in Form von Benzoesäure abgespalten wird



- Mehrere Synthesen dieser Art haben ¹ grosszügigen Versuchen der

überraschend (*adj*), surprising
Versetzen (*n*), mixing, treatment
„*o*-Nitrophenyl-milchsäure-keton“

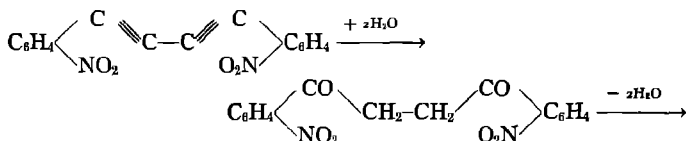
(*n*), β-hydroxy-β-(*o*-nitro-phenyl)-
ethyl methyl ketone
grosszügig (*adj*), on a large scale,
elaborate

1 haben grosszügigen Versuchen
basis for elaborate experiments

zugrunde gelegen, have been the

technischen Verfahren der Herstellung von kunstlichem Indigo auszubilden Trotz des recht glatten Verlaufs der Indigo-Bildung wurde ein dauernder Erfolg hierbei nicht erzielt Die Schwierigkeit lag¹ grosstenteils darin, die als Ausgangsmaterialien benötigten ortho-Nitroverbindungen zu einem genügend billigen Preise herzustellen, 5 und wurde² dadurch bedingt, dass bei ihrer Bildung stets auch entsprechende meta- oder para-Nitroverbindungen in beträchtlicher Menge entstehen, welche für die Indigo-Fabrikation nutzlos sind Aber³ selbst wenn diese Schwierigkeit behoben worden wäre, hatte man nicht erwarten dürfen, dass durch Verfahren solcher Art der 10 natürliche Indigo verdrängt werden würde Denn sie gehen sämtlich auf das Toluol des Teers als Rohstoff zurück, das Toluol steht aber nicht in solchen Mengen zur Verfügung, dass man aus dieser Quelle den Weltkonsum an Indigo decken konnte⁴

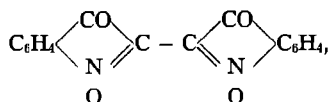
2 Synthesen, in denen sich Indigblau aus Dindolyl-Derivaten 15 bildet Die erste hierher gehörige Synthese wurde schon S 285 unter den Tatsachen, aus denen sich die Struktur des Indigos ableiten lässt, mitgeteilt Das⁵ „Disatogen“, dessen Bildung aus *o,o'*-Dinitro-diphenylbutadin durch konzentrierte Schwefelsäure man analog der S 292 für die Bildung der „Isatogensäure“ gegebenen Interpretation 20 folgendermassen deuten kann



nutzlos (*adv*), useless, unprofitable
beheben (*v*), to remove
Verfügung (*f*), disposal, zur —
stehen, to be available, be at
one's disposal

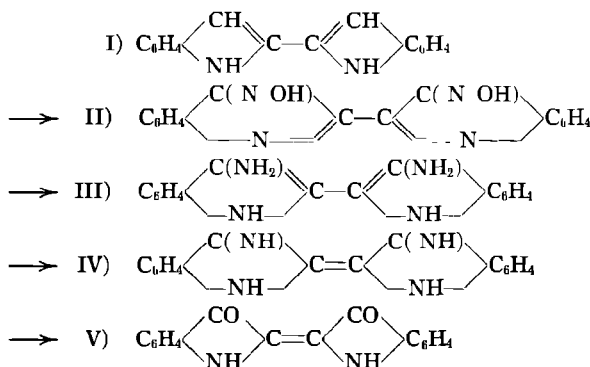
Weltkonsum (*an*) (*m*), world consumption (of)
folgendermassen (*adv*), as follows

- 1 lag darin herzustellen, lay (was) in producing
- 2 wurde dadurch bedingt, dass, was caused by the fact that
- 3 Aber selbst wenn diese Schwierigkeit behoben werden wäre, hätte man nicht erwarten dürfen, however, even if this difficulty had been removed, one should not have expected See §10(3)
- 4 könnte, would be able The past subjunctive often stands for the present conditional
- 5 Das „Disatogen“ is the subject of liefert.



liefert durch Reduktion mit Schwefelammonium schon in der Kälte quantitativ Indigblau

Diese Synthese blieb lange vereinzelt. Erst ¹ ganz kürzlich erhielt sie ein Seitenstück in einer höchst interessanten Indigo-Bildung, welche 5 MADELUNG im Anschluss an seine S. 280 schon besprochene Entdeckung des α , α' -Dundolyls (s. Formel I, ² S. 294) auffand. Behandelt man diese „nächste aromatische Stammsubstanz“ des Indigos in Eisessig mit Natriumnitrit-Lösung, so wird sie zu Diisonitroso- α , α' -dundolenyl (II) nitrosiert, das in alkalisch-alkoholischer Lösung zu 10 Diamino- α , α' -dundolyl (III) reduziert wird. Das Diamino-dundolyl nun wird von schwachen Oxydationsmitteln glatt in das Indigo-dimid (IV) übergeführt, dessen salzsaures Salz beim Kochen mit Wasser oder beim Schmelzen mit Oxalsäure unter Bildung von Indigblau (V) hydrolysiert wird.



lange (*adv*), for a long time
 vereinzelt (*adj*), isolated, solitary
 Seitenstück (*n*), counterpart, parallel

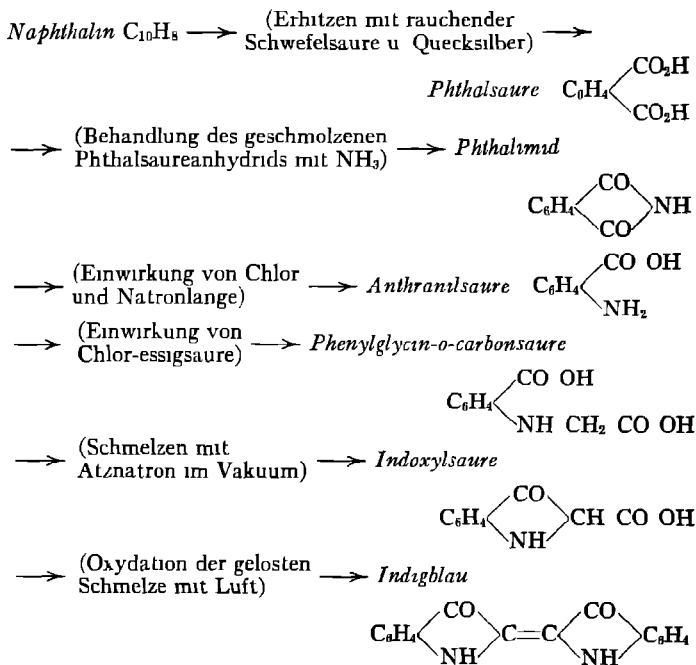
im Anschluss an, in connection with
 glatt (*adv*), smoothly, readily
 Salz (*n*), salt, salzsaures —, hydrochloric acid salt

1 Erst ganz kürzlich, it wasn't until very recently that

2 Formel I, referred to, is that designated I) on this page, etc

In der voranstehenden Übersicht sind sub 1b und 1c (S 290) auch die letzten Phasen der Prozesse enthalten, auf denen die heutige Fabrikation des künstlichen Indigos beruht. Diese Fabrikation aber ist von einer so ausserordentlichen wirtschaftlichen Bedeutung, dass es angezeigt erscheint,¹ ihren Gang durch eine Zusammenstellung aller Zwischenphasen zu erläutern, über welche sie von den Teer-Bestandteilen, die als Rohstoffe dienen, bis zu dem Endprodukte führt.

Das ² vom Naphthalin ausgehende Verfahren der Badischen Anilin- und Soda-Fabrik durchläuft die folgenden Stadien



voranstehend (*adj.*), preceding, previous

sub (*Latin*), under
angezeigt (*adj.*), advisable

¹ es erscheint zu erläutern Notice use of complementary infinitive See §18

² Das . ausgehende Verfahren, present participial phrase. See §1

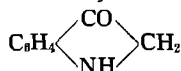
Für das Verfahren der Hochster Farbwerke bildet das Benzol den Ausgangspunkt

Benzol $C_6H_6 \longrightarrow$ (Nitrierung) $\longrightarrow$ *Nitrobenzol* $C_6H_5 NO_2$

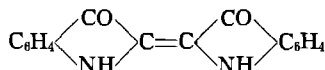
$\longrightarrow$ (Reduktion) $\longrightarrow$ *Anilin* $C_6H_5 NH_2$

$\longrightarrow$ (Einwirkung von Chlor-essigsäure) $\longrightarrow$ *Phenyl-glycin*
 $C_6H_5 NH CH_2 CO OH$

$\longrightarrow$ (Schmelzen mit Natriumamid, vgl S 283) $\longrightarrow$ *Indoxyl*



$\longrightarrow$ (Oxydation der gelosten Schmelze mit Luft) $\longrightarrow$ *Indigblau*



Ausser den Teerkohlenwasserstoffen ist ¹ es in beiden Fällen die Chlor-essigsäure (vgl Bd I, Tl II, S 494), welche die ² zum Aufbau des Indigo-Molekuls notwendigen Kohlenstoffatome liefert. Bei einem anderen, sehr ingeniosen Verfahren, das von SANDMEYER in den Farbenfabriken, R GLIGY u Co ausgearbeitet ist und gleich dem Hochster Verfahren vom ³ Benzol über das Anilin führt, werden die nicht zu den Benzolkernen gehörigen Kohlenstoffatome des Indigblaus dem ¹⁰ Schwefelkohlenstoff und dem Cyankalium entnommen. Trotzdem diese Materialien gegenüber der Chlor-essigsäure vom technischen Standpunkt aus wohl verlockender erscheinen dürften, ⁴ hat sich ⁵ herausgestellt, dass das SANDMEYERSche Verfahren für die Gewinnung des Indigblaus selbst nicht mit dem „Badischen“ und dem „Hochster“

ausarbeiten (v), to work out, to develop, to perfect	Standpunkt (m) vom — aus, from a point of view
entnehmen (v), to extract, take (from)	verlockend (p p adj), enticing, desirable

¹ **ist es** die Chlor-essigsäure, it is the chloroacetic acid Notice use of **es** ist for emphasis

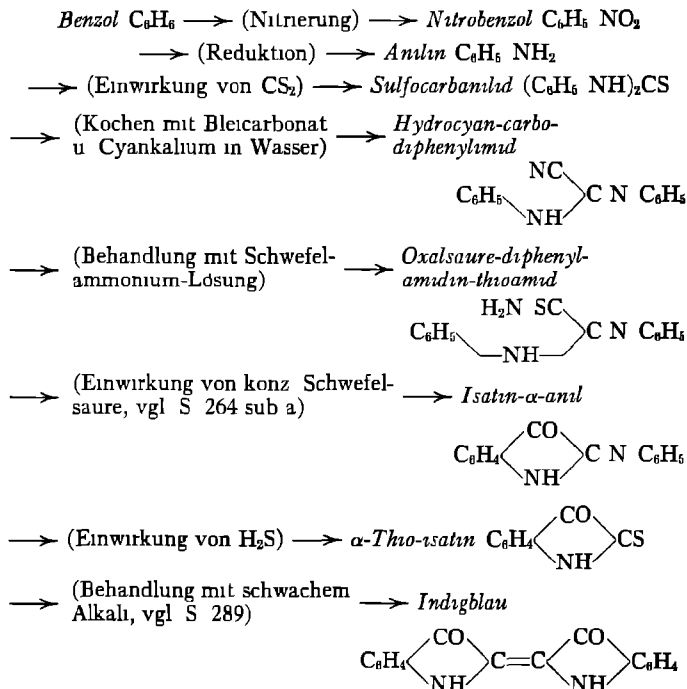
² **die zum Aufbau notwendigen Kohlenstoffatome**, an adjectival phrase See §1(5)

³ **(das) vom Benzol über das Anilin führt**, which leads from benzene via aniline

⁴ **dürften** See §10(4)

⁵ **hat sich**, supply **es** as subject

Verfahren konkurrieren kann Da aber das bei ihm als Zwischenprodukt auftretende Isatin- α -anil (S 264) bzw das daraus durch Sauren leicht gewinnbare Isatin ein vielgebrauchtes Material zur Gewinnung anderer, dem Indigo nahestehender Kupferfarbstoffe geworden ist (vgl S 317 ff), so seien¹ hier auch die Phasen des SANDMEYERSchen Prozesses zusammengestellt



Bei den Verfahren der Badischen Anilin- und Sodafabrik und der Hochster Farbwerke — den Prozessen,² denen heute der³ am Markt konkurrieren (v), to compete nahestehend (p p adj), closely related

1 seien zusammengestellt See §10(2)

2 den Prozessen, is in apposition with Verfahren, denen is in the dative with entstammt

3 der befindliche Indigo, an adjectival phrase See §1(5)

befindliche kunstliche Indigo entstammt, — ist die allerletzte Phase die Oxydation der „Indoxyl-Schmelzen“ in wässriger Lösung mit Luft. Es wurde nun schon an mehreren Stellen erwähnt (vgl. S. 246), dass diese Oxydation nicht ganz einheitlich verläuft, dass¹ sich vielmehr dem als Hauptprodukt gebildeten Indigblau braunrote und rote Stoffe — besonders das durch Kondensation von Indoxyl mit Isatin entstehende Indirubin (S. 319, vgl. auch S. 321 Indoxylrot) — beimengen. Diese Nebenprodukte sind unerwünscht, und man bemüht sich, ihre Bildung möglichst einzuschränken. Damit² sich nicht schon während der Alkalischmelze Isatin durch Oxydation von Indoxyl bildet, führt man sie bei Luftabschluss aus. Bei der Oxydation der gelosten Schmelze mit Luft wirkt ein Zusatz von Alkalinitraten der Bildung der roten Oxydationsprodukte entgegen. Endlich nimmt man eine Reinigung des Oxydationsproduktes durch Anwendung von Lösungsmitteln vor, da die roten Nebenprodukte starker basisch als das Indigblau sind, kann man sie z. B. durch passende Behandlung mit Säuren entfernen.

Das³ schliesslich an den Markt gelangende Produkt — „Indigo rein“ — übertrifft den natürlichen Indigo an Reinheit. Über die Verwendung in der Färberei und den Umfang der Fabrikation s. S. 299–301.

Eigenschaften und Verhalten des Indigblaus

Das INDIGBLAU — Indigotin, Bis-indol-(2,2')-indigo — ist ein dunkelblaues Pulver, das in den gewöhnlichen Lösungsmitteln, wie Alkohol, Äther, Benzol, so gut wie unlöslich ist. Beim Reiben nimmt das Pulver einen kupferroten, metallglänzenden Schiller an, auf diese charakteristische Eigenschaft ist es wohl zurückzuführen, dass der⁴

allerletzt (*adj.*), very last
unerwünscht (*adj.*), undesirable, unwelcome
einschränken (*v.*), to cut down, to limit, to suppress

entfernen (*v.*), to remove
Reiben (*n.*), rubbing, **beim** —, upon being rubbed
Schiller (*m.*), iridescence, (metallic) color

1 **dass sich dem Indigblau beimengen** Notice the dative case after **beimengen** and the intervening participial phrase

2 **Damit sich nicht Isatin bildet**, *in order that isatin may not be formed* Notice special meaning of **damit**. See §14(2)

3 **Das gelangende Produkt**, a participial phrase. See §1

4 **der aus Indien nach Europa unportierte Indigo**, *the indigo imported from India to Europe*

aus Indien nach Europa importierte Indigo anfanglich für ein Mineral oder gar ein Metall gehalten wurde Aus Chloroform, Nitrobenzol (Löslichkeit beim Siedepunkt 0.5 — 1g in 100 ccm), Anilin, Phenol, Terpentinal, Paraffin, Phthalsäureanhydrid und anderen hochsiedenden Lösungsmitteln lässt sich das Indigblau umkrystallisieren, 5 die Lösung in Anilin ist blau, in Paraffin rot Auch durch Sublimation kann es in Krystallen erhalten werden Die Krystalle gehören dem rhombischen System an und zeigen starken *Dichroismus* In zugeschmolzenen Röhrchen schmilzt Indigblau bei 390–392° zu einer purpurroten Flüssigkeit, indem zugleich Zersetzung stattfindet Die 10 Farbe seines Dampfes ist feurig rot mit violetterm Stich, etwa ¹ die Mitte haltend zwischen der Farbe des Brom- und Jod-Dampfes

Wenn man das Indigblau aus der Lösung seines Reduktionsprodukts (dem Indigweiss, S. 304) durch Oxydation in Gegenwart von Lysalbinsäure und Protalbinsäure (Produkte der alkalischen Spaltung 15 von Eieralbumin) wiedererzeugt, so entsteht eine klare blaue Flüssigkeit, welche ² das Indigblau kolloidal gelöst enthält

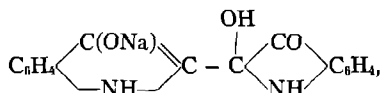
Das Indigblau verbindet sich mit Mineralsäuren zu Salzen, die von Wasser sofort in ihre Komponenten zerlegt werden Infolge dieser Salzbildung wird es von Eisessig, Benzol und Chloroform schon in der 20 Kalte mit Leichtigkeit aufgenommen, wenn man Salzsäure-Gas einleitet Aus der so gewonnenen Eisessig-Lösung wird das Hydrochlorid $C_{16}H_{10}O_2N_2 \cdot HCl$ durch Äther in glänzenden dunkelblauen Flittern ausgefällt Beim Digerieren von Indigblau mit konzentrierter Schwefelsäure in Eisessig auf dem Wasserbade erhält man eine Lösung, aus 25 der sich beim Erkalten das Monosulfat $C_{16}H_{10}O_2N_2 \cdot H_2SO_4$ in sehr feinen dunkelblauen Nadeln abscheidet Durch Behandlung mit Schwefelsäure von 60° Bé aber verwandelt sich das Indigblau in ein dunkelgrünes krystallinisches Disulfat $C_{16}H_{10}O_2N_2 \cdot 2H_2SO_4$, bei dessen Zersetzung durch Wasser es in äusserst fein verteilter, für die 30 Kufenfarberei besonders geeigneter Form („Indigo S“) wieder abgeschieden wird

Dichroismus (<i>m</i>), dichroism	Protalbinsäure (<i>f</i>), protalbinic acid
Lysalbinsäure (<i>f</i>), lysalbinic acid	Flitter (<i>m</i>), spangle, tinsel
(cleavage product from alkaline hydrolysis of albumen)	Digerieren (<i>n</i>), digestion

1 etwa die Mitte haltend, *halfway, intermediate*

2 welche das Indigblau kolloidal gelöst enthält, *which contains the indigo blue dissolved as a colloid*

Wichtig ist das Verhalten des Indigos gegen Alkalihydroxyde. Die erste Phase besteht in einer Addition. Schüttelt¹ man Indigo mit warmer alkoholischer Natronlauge etwa eine halbe Stunde, so wandelt er sich in ein grünes Pulver, welches die Zusammensetzung $C_{16}H_{10}O_2N_2$, NaOH zeigt und durch Wasser wieder in Indigblau und Natron gespalten wird, lässt man die alkoholische Natronlauge viele Tage wirken, so wird noch ein zweites Molekül Natriumhydroxyd aufgenommen. Der Natron-Indigo besitzt wahrscheinlich die Strukturformel

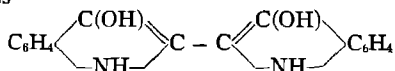


zu der man von der Indigo-Formel gelangt, wenn man annimmt, dass

die Addition an den Enden des konjugierten Systems $\begin{array}{c} O \\ || \\ C \quad C \quad C \end{array}$

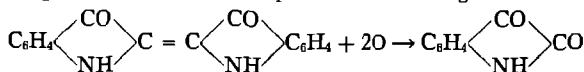
erfolgt. Beim Kochen mit starkem Alkali tritt dann die schon S. 251 formulierte Spaltung in Anthranilsäure und Indoxyl-aldehyd ein, in der Kalischmelze bildet sich durch weitere Zersetzung des Indoxyl-aldehyds etwas² Indoxyl (vgl. S. 246).

Für die praktische Verwendung des Indigblaus ist die leicht eintretende Reduktion zu einer alkalilösliehen „Leukoverbindung“ — dem Indigweiss



von grosser Bedeutung. Dieser Vorgang wird in praktischer Hinsicht S. 299–300, in³ theoretischer S. 305 näher besprochen.

Die kraftige Oxydation mit Salpetersäure oder Chromsäure bewirkt, wie wir schon aus früheren Stellen (S. 253, 257, 281) wissen, Trennung der beiden Indol-Komplexe unter Bildung von Isatin



bestehen (in) (v), to consist in

Hinsicht (f), view, in praktischer —, from a practical viewpoint

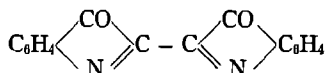
1 Schüttelt man, so etc. See §2

2 etwas Indoxyl, some (a little) indoxyl

3 in theoretischer (Hinsicht), from a theoretical point of view

Unter¹ der Einwirkung von Chlor- und Bromwasser erhält man Halogen-Derivate des Isatins. Die Oxydation lässt² sich indes auch derart leiten, dass der Zusammenhang der Indol-Komplexe gewahrt bleibt und unter einfacher Abspaltung von zwei Wasserstoff-Atomen der „Dehydro-indigo“ (Naheres³ s. S. 307)

5



gebildet wird, dies erfolgt, wenn man Indigblau, in siedendem Benzol suspendiert, mit Bleidioxid unter Zusatz von etwas Eisessig behandelt, oder wenn man Chlor auf eine Suspension von Indigblau in Tetrachlormethan einwirken lässt und die entstandene schwach braunliche Lösung mit Calciumhydroxyd versetzt. Eine Essigsäure-Verbindung⁴ des Dehydro-indigos bildet sich beim Schütteln von Indigo, der in Eisessig suspendiert ist, mit trockenem Kaliumpermanganat.

Durch Schmelzen von Indigo mit Chlorzink-Ammoniak werden die Sauerstoff-Atome gegen Imino-Gruppen ausgetauscht, indem Indigo-monimid und -dimid (S. 303) entstehen. Beim Erhitzen mit⁵ siedenden Arylaminen unter Zusatz von wasserfreier Borsäure bilden sich bis-Arylimide (vgl. S. 304 das Dianil). Beim Behandeln mit alkalischer Hydroxylamin-Lösung geht Indigo leicht in Lösung, indem das Monoxim (S. 304) entsteht. Auch durch atherische Lösungen von Alkyl- oder Arylmagnesiumhaloiden R MgHlg ⁴ wird Indigo²⁰ leicht in Lösung gebracht, die nach dem Zersetzen mit Wasser erhaltenen⁵ Produkte besitzen die Zusammensetzung $\text{C}_{16}\text{H}_{11}(\text{R})\text{O}_2\text{N}_2$.

Die Benzolkerne des Indigblaus sind der Substitution zugänglich. Besonders leicht und glatt lässt sich die Halogenierung und Sulfierung ausführen (vgl. S. 311, 313).

25

gewahrt (<i>p p of</i> wahren), pro-	Dianil (<i>n</i>), dianil (derivative of
TECTED, preserved, maintained	indigo)
austauschen (gegen) (<i>v</i>), to ex-	zugänglich (<i>adj</i>), accessible to
change (for)	

1 Unter der Einwirkung von, under the action of

2 lässt sich derart leiten, dass, may be carried out in such a way that

3 Näheres (= für Näheres), for further details

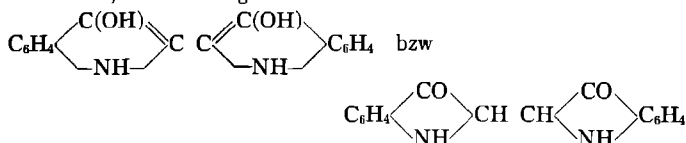
4 Hlg = Halogen, haloid

5 die erhaltenen Produkte See §1

Die Verwendung des Indigblaus in der Färberei

Das Indigblau ist der älteste „Kupenfarbstoff“ und war bis zum Anfang des zwanzigsten Jahrhunderts der einzige Farbstoff solcher Art, der technische Bedeutung besass. Unter „Kupenfarbstoffen“ verstehen wir Pigmente, welche an sich ¹ in Wasser unlöslich sind, aber durch alkalische Reduktionsmittel in lösliche Reduktionsstufen übergehen und in Form dieser Reduktionsprodukte von den pflanzlichen und tierischen Fasern derart ² aufgenommen werden, dass ³ sie sich durch Oxydation mit Luft auf der Faser wiedererzeugen lassen und ⁴ diese nunmehr echt anfärben.

- 10 Die Reduktionsstufe des Indigblaus, welche in solcher Weise benutzt wird, ist das Indigweiss



- dessen Eigenschaften S. 305 näher beschrieben werden. Beim Färben mit Indigo handelt es sich also zuerst darum, aus dem unlöslichen Indigo eine alkalische Lösung von Indigweiss herzustellen, die „Kupe“ zu bereiten.

- Hierfür gibt es eine grosse Anzahl verschiedener Verfahren, unter denen man besonders die „kalten“ und die „warmen“ Kupen unterscheidet. Für die kalten Kupen benutzt man als Reduktionsmittel Eisenvitriol oder Zinkstaub bei Gegenwart von geloschtem Kalk, die warmen Kupen wurden früher durch Gärungsvorgänge unter Benutzung von Waid (mit Krapp, Kleie, Sirup, Kalk und Soda) oder von Krapp (mit Kleie und Alkalicarbonat) oder auch von Urin

anfärben (*v*), to dye, to color, **echt** **gelöscht** (*adj*), slaked, —er Kalk, —, to color fast, slaked lime
echt (*adj*), fast (of colors), firm, **Kleie** (*f*), bran
 genuine, real

1 an sich, by or of themselves

2 derart aufgenommen werden, dass, are absorbed in such a way that

3 dass sie sich wiedererzeugen lassen, that they can be reproduced

4 und diese nunmehr echt anfärben, and now color the latter fast

5 handelt es sich darum . . herzustellen, we are concerned with producing

(mit Krapp und Kochsalz) bereitet Gegenwartig aber ist sowohl zum Ansatz von kalten wie von warmen Kupa das Natriumhydrosulfit $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_4$ — meist „Hydrosulfit“ schlechthin genannt — ein besonders wichtiges Reduktionsmittel Eine Losung dieses Salzes erhält man durch Einwirkung von Zink auf eine Losung von Natriumbisulfit NaHSO_3 , auch wird das Salz in fester Form von der Badischen Anilin- und Sodafabrik geliefert Man verwendet das Hydrosulfit im Gemisch mit Kalk, Ammoniak, Soda oder Atznatron

Die kalten Kupa dienen zur Färberei von Baumwolle und Leinen, zum Färben von Wolle bedarf man der warmen Kupa, die auch für Baumwolle verwendet werden können Die mit der Kupa imprägnierte Ware setzt man der Luft aus, wobei sich die Farbe entwickelt

Will man gemusterte Färbungen erzielen, so imprägniert man das Gewebe mit einer Traubenzucker-Lösung und bedruckt es mit einer aus feinverteiltem Indigo, Natronlauge und einem Verdickungsmittel bestehenden Indigo-Druckfarbe („direkter Druck“), die Ware wird nun gedampft, wobei die Reduktion des Indigblaus durch Zucker und Alkali und die Aufnahme der alkalischen Indigweiss-Lösung durch die Faser erfolgt, dann gespült und der Luft behufs Reoxydation des Indigweiss ausgesetzt Oder man färbt den Stoff zunächst gleichmassig blau und entfernt den Farbstoff nachträglich an bestimmten Stellen („Atzdruck“) Dies geschah früher ausschliesslich durch Zerstören mit Oxydationsmitteln (Chromate, Chlorate, Ferricyankalium, Nitrate), welche den Farbstoff bei geeigneter Behandlung in das wasserlösliche Isatin verwandeln, neuerdings hauptsächlich durch Überführung in ein lösliches und luftbeständiges, sulfiertes Benzylindigweiss mit Hilfe eines Gemisches von Natrium-formaldehydsulfoxylat (vgl Bd I, Tl I, S 706) und einer benzylierend wirkenden Ammoniumbase (Leukotrop-Verfahren B A S F)

Man hat früher angenommen, dass das Indigblau auf der Faser

Ansatz (<i>m</i>), preparation	spulen (<i>v</i>), to rinse, to wash
schlechthin (<i>adv</i>), merely, plainly, simply	behufs (<i>prep</i> with <i>gen</i>), for (the purpose of)
bedrucken (<i>v</i>), to print (upon)	nachträglich (<i>adv</i>), later, subsequently
dämpfen (<i>v</i>), to steam, to treat with steam	benzylierend (<i>adv</i>), benzylating

1 Will man erzielen, if one wants to obtain

2 und einer benzylierend wirkenden Ammoniumbase, and a benzylating ammonium base

lediglich durch mechanische Einlagerung fixiert ist. Diese Auffassung aber wird durch die interessante Beobachtung widerlegt, dass die in der Kupe gefärbten Stoffe beim Behandeln mit Natriumalkoholat-Lösung ihre blaue Farbe behalten, während Indigo selbst bei solcher
 5 Behandlung in den grünen „Natron-Indigo“ (S 297) übergeht. Wenn dagegen Indigblau ohne vorherige Reduktion zu Indigweiss (durch ein besonderes Druckverfahren oder als „kolloidaler“ Indigo) (vgl. S 297) auf die Faser aufgezogen wird, oder wenn man kupengefärbte Stoffe sehr lange dampft — wobei sie an Reibechtheit verlieren —,
 10 oder wenn man Färbungen mit alkoholischer Indigweiss-Lösung ohne Alkali hervorbringt, so beobachtet man an diesen Färbungen Veränderung durch Natriumalkoholat.

Die mit Indigblau erzielten Färbungen sind von grosser Schönheit und hervorragender Echtheit. Namentlich die Färbung auf Wolle
 15 besitzt eine ausserordentliche Lichtechtheit. Dagegen leiden die Färbungen auf den Pflanzenfasern an geringer Festigkeit („Reibunechtheit“). Trotzdem die steuige Arbeit der Teerfarben-Industrie zur Entdeckung einer ganzen Reihe von blauen Farbstoffen geführt hat, welche — wenn auch meist bei höherem Preise — ihn in gewissen
 20 Eigenschaften übertreffen, ist auch heute noch der Indigo der wichtigste aller Farbstoffe.

Durch den Kampf des synthetischen Indigos mit dem Natur-Indigo ist sein Preis ausserordentlich gesunken, während er 1897 pro Kilogramm noch über 16 Mk. betrug, ist er gegenwärtig auf 7 Mk.
 25 und weniger herabgegangen. Die Produktion von Natur-Indigo — 1897 noch 6 Millionen Kilogramm — ist auf etwa ein Sechstel verringert. Die deutsche Ausfuhr an synthetischem Indigo dagegen betrug 1913 8 Millionen Kilogramm im Wert von etwa 53 Millionen Mark.

fixieren (*v*), to fix

Einlagerung (*f*), deposit, intercalation, infiltration

Auffassung (*f*), conception, view

widerlegen (*v*), to disprove, to refute

Druckverfahren (*n*), printing process

aufziehen (*auf*) (*v*), to be absorbed, to go on (of dyes)

kupengefärbt (*adj*), vat-dyed

Echtheit (*f*), fastness

Lichtechtheit (*f*), fastness to light

leiden (*litt*, *gehitten*) (*an*), (*v*), to suffer (from)

Reibunechtheit (*f*), lack of fastness to rubbing

stehg (*adj*), continuous, constant

verringern (*auf*) (*v*), to reduce (to), to diminish (to)

Sechstel (*n*), sixth

Ausfuhr (*an*) (*f*), exportation (of)

Zur Anwendung in der Kunstmalerei eignet sich der Indigo nicht, da er bei ¹ längerer Berührung mit trocknenden Ölen entfärbt wird

Der natürliche Indigo wird in Form von Stücken in den Handel gebracht, der synthetische Indigo meist in Form einer etwa 20-prozentigen Paste, welche den Farbstoff in sehr fein verteilter und für die Färberei viel bequemerer Form enthält. Während der natürliche Indigo des Handels höchstens etwa 90% Indigotin enthält (vgl. über die Verunreinigungen S. 287–288), ist das synthetisch hergestellte Handelsprodukt ein fast chemisch reiner Körper.

Zur Wertbestimmung dienen Methoden, welche teils auf vergleichender Ausfärbung, teils auf chemischen Vorgängen beruhen. So kann man den Indigo nach erfolgter Sulfurierung (vgl. S. 313) titrimetrisch durch Reduktion mit Natriumhydrosulfit oder durch Oxydation mit Permanganat bestimmen. Auch kann man ihn durch Reduktion zu Indigweiß in Lösung bringen, aus der Lösung durch Luft-Oxydation wieder abscheiden und dann wägen. Auf der Faser bestimmt man ihn durch Extraktion — am besten mit siedendem Eisessig — und Wägung des aus dem Extraktionsmittel in der Kälte sich ² abscheidenden Farbstoffs.

Kunstmalerei (*f*), art painting
entfärben (*v*), to deprive of color, to decolorize
Handel (*m*), commerce, des —s, commercial

Wertbestimmung (*f*), valuation, determination of value
 teils teils (*conj*), partly partly
Ausfärbung (*f*), exhaust dyeing
erfolgt (*adj*), accomplished

1 bei längerer Berührung, by a fairly long contact See §13(4)

2 des sich abscheidenden Farbstoffs, a participial phrase See

BEILSTEINS HANDBUCH DER ORGANISCHEN
CHEMIE

Vierte Auflage

Band VI, System-Nummer 499-608

Isocyclische Reihe Oxy-Verbindungen

[Seite 110-121]

Oxybenzol, Phenol, Carbonsäure

Geschichtliches

RUNGE erhielt 1834 Phenol, verunreinigt mit Kresolen, aus dem Steinkohlenteer und gab ihm den Namen Carbonsäure (*Ann d Physik* **31**, 75, **32**, 308) 1841 stellte LAURENT die Verbindung in reiner Form aus dem Teer dar, analysierte sie und nannte sie Phenolsäure (acide phénique) oder Phenylhydrat (*Ch [3]* **3**, 198, **1** **43**, 203) Der Name Phenol ruhrt von GERHARDT her (*Revue scientifique* **10**, 210 [1841], zitiert nach *Grh*¹ **3**, 16) Die erste vom Benzol ausgehende künstliche Darstellung des Phenols stammt von HUNT (*J* **1849**, 391), der es 1849 durch Einw. von Silbernitrat auf salzsaures Anilin erhielt, 1867 folgte die Darstellung durch Verschmelzen von benzol-sulfonsaurem Kalk mit Atzkali (WURTZ, *C r* **64**, 749, *A* **144**, 121, KEKULÉ, *C r* **64**, 753, *Z* **1867**, 300) Seit² etwa 1860 wird krystallisiertes Phenol grostechnisch hergestellt (G. LUNGE, H. KOHLER, Die Industrie des Steinkohlenteers und des Ammoniaks, Bd I [Braunschweig 1912], S. 21, 22, vgl. Bericht über die Pariser Ausstellung von 1867, *Chem N* **16**, 57)

verunreinigt (mit) (*adv*), contaminated (with)

zitiere(n) (*v*), to cite, to quote (from)
salzsaures Anilin, hydrochloride of aniline, aniline hydrochloride

grostechnisch (*adv*), on a large scale

Ausstellung (*f*), exhibition, die Pariser —, Paris World's Fair (of 1867)

1 *Grh* = Gerhardt, *Traité de chimie organique* ("Treatise on Organic Chemistry") 4 vols. Paris, 1853-1856

2 Seit etwa 1860 wird hergestellt, since about 1860 has been produced Notice idiomatic use of present tense with *seit* for an English perfect

Vorkommen

Im ¹ kaukasischen Erdöl, und zwar in dessen Destillationsrückständen (MARKOWNIKOW OGLOBLIN, *Ж* ² **13**, 180) — Im Bibergeil (Castorium) in sehr kleiner Menge (WOHLER, *A* **67**, 360) — Im Holz, in den Nadeln und Zapfen der Kiefer (*pinus silvestris*) (GRIFFITHS, *Chem N* **49**, 95) — Im Pferdeharn findet sich Phenol in Form des Kaliumsalzes des Schwefelsauremonophenylesters $C_6H_5 O SO_3K$ (BAUMANN, *B* **9**, 55, 1389, *H* **2**, 335) In geringerer Menge kommt dieses Salz im Harn von Mensch und Hund vor (BAUMANN, *H* **2**, 335) Über die Mengen von Phenol, die im normalen Harn des Menschen täglich ausgeschieden werden, s. MUNCK, *Pflügers Arch d Physiol* **12**, 144, 10 E SALKOWSKI, *B* **9**, 1596, **10**, 842, BRIEGLER, *H* **2**, 243, NEUBERG, *H* **27**, 133 Eine geringe Menge Phenol findet sich im menschlichen Harn auch an *d*-Glykuronsäure gebunden (P. MAYER, NEUBERG, *H* **29**, 271) Phenol findet sich als konstanter Bestandteil in den menschlichen Faeces (BRIDGER, *B* **10**, 1032, *J pr* [2] **17**, 134) Ausführliche 15 Literatur über die Phenolausscheidung des normalen und kranken Organismus findet man bei EINBECK in ABDERHALDEN, *Biochemisches Handlexikon*, Bd I [Berlin, 1911], S. 531

Bildungen

Phenol entsteht neben Indol und anderen Produkten bei der Faulnis von Eiweisskörpern mit Pankreas (BAUMANN, *B* **10**, 685, 20 *H* **1**, 63, BAUMANN, BRIEGER, *H* **3**, 152, vgl. ODERMATT, *J pr* [2] **18**, 249) Bei der Faulnis von Fibrin und Leberamyloid, neben Indol (WEYL, *H* **1**, 339) — Bei der Destillation der Steinkohle, daher im Steinkohlenteer enthalten (RUNGE, *Ann d Physik* **31**, 69, **32**,

kaukasisch , Caucasian, in Caucasus (Asia Minor)	Zapfen (<i>m</i>) (= Tannenzapfen), (fir) cone
Erdöl (<i>n</i>), petroleum	Kiefer (<i>f</i>), fir, pine
Destillationsrückstand (<i>m</i>), residue left after distillation	Pferdeharn (<i>m</i>), horse urine gebunden (<i>an</i>) (<i>adj</i>), combined,
Bibergeil (<i>n</i>), castoreum beaver oil	attached (to)

1 Im kaukasischen Erdöl, it occurs (is found) in the petroleum of the Caucasus Notice the omission of verbs and other easily understood words in this article This telegraphic style is characteristic of Beilstein's famous work

2 For meaning of this Russian symbol see abbreviations of periodicals

308, LAURENT, *A ch* [3] 3, 195, *J pr* [1] 25, 401, *A* 43, 203) Bei der Destillation der Braunkohle, daher im Braunkohlenteer enthalten (ROSENTHAL, *Ch Z* 14, 870) Bei der Destillation des Torbanits von Neu-Sudwales (PETRIE, *Journ Soc Chem Ind* 24, 1002, *C* 1905 II, 1510) Bei der Destillation von bituminösen Schieferen, daher im Kreosot des Schieferöls („Græn-Naphtha“) enthalten (GRAY, *Journ Soc Chem Ind* 21, 845) Bei der trocknen Destillation von Holz, findet sich daher im Holzteer (DUCLOS, *A* 109, 136, MARASSE, *A* 152, 63) Bei der Destillation der Gelatine (WEIDEL, CLAMICIAN, *M* 1, 279, 293)

Leitet¹ man Acetylen in² eine ca. 30% ige rauchende Schwefelsäure, so gewinnt man nach dem Verdünnen mit Wasser durch Neutralisation mit Kalilauge ausser dem Kaliumsalz der Acetaldehydisulfonsäure eine Substanz $(C_2H_2)_3(SO_4KH)_4$ (Kaliumsalz der „Triacetylentetrasulfonsäure“, Bd I, S. 244), die beim Erhitzen, am besten mit Atzkali, Phenol liefert (BERTHELOT, *C r* 68, 540, *A* 154, 133, *C r* 127, 908, 128, 334, *A ch* [7] 17, 289) SCHROTER (*B* 31, 2189, *A* 303, 115, 132) konnte nach diesem Verfahren kein Phenol erhalten — Phenol entsteht neben vielen anderen Produkten bei der Destillation von 20 Tln Glycerin mit 3 Tln Calciumchlorid (LINNEMANN, ZOTTA, *A Spl* 8, 254)

Beim Einleiten von Luft in siedendes Benzol in Gegenwart von $AlCl_3$ (FRIEDEL, CRAFTS, *C r* 86, 885, *A ch* [6] 14, 435) Geringe Mengen Phenol entstehen, wenn man Benzoldämpfe mit ozonisiertem Sauerstoff behandelt und das in einem Kühler kondensierte Produkt in 1% ige wassr. Kalilauge gelangen lässt (NENCKI, GIACOSA, *H* 4, 339) Bei Behandlung von Benzol mit Luft und Wasser in Gegenwart von Phosphor am Sonnenlicht, neben Oxalsäure (LEEDS, *B* 14, 975) Beim Kochen von Benzol mit 1,2% igem Wasserstoffsuperoxyd, neben Oxalsäure (LEEDS, *B* 14, 976) Durch Einwirkung von Wasserstoffsuperoxyd in Gegenwart von Ferrosulfat auf Benzol bei 45°, neben Brenzcatechin, Hydrochinon und einem amorphen Produkt (CROSS, BEVAN, HEIBERG, *B* 33, 2018) Beim Schütteln von Benzol mit Palladiumwasserstoff und Wasser unter Luftzutritt (HOPPE-SEYLER, *B* 12, 1552) Benzol wird vom Hund als Phenol ausgetorbanit (*m*), torbanite (an organic mineral) Schiefer (*m*), shale, slate

1 Leitet man , so See §2

2 in eine rauchende Schwefelsäure See §1(5)

schieden, das als Schwefelsauremonophenylester (BAUMANN, HERTER, *H* 1, 264), z T auch in Bindung mit *d*-Glykuronsäure (SCHMIEDEBERG, *A Pth* 14, 306) auftritt — Phenol entsteht aus Brombenzol beim Erhitzen mit Natriummethylat in Methylalkohol auf 220° neben Anisol und etwas Benzol (BLAU, *M* 7, 622, 625) — Beim Schmelzen von benzolsulfonsaurem Kalk mit Atzkali (WURTZ, *C r* 64, 749, *A* 144, 121, KÉKULÉ, *C r* 64, 753, *Z* 1867, 300) oder Atznatron Nach DEGENER (*J pr* [2] 17, 402) ist unter sonst gleichen Versuchsbedingungen die Menge des entstandenen Phenols bei der Verwendung von Atznatron bedeutend geringer als bei der ¹ von Atzkali — Phenol entsteht bei der Oxydation von Phenylhydrazin mit Arsensäure (OECHSNER DE CONINCK, *C r* 126, 1043), desgleichen mit Chromsäure oder Dichromatlösung (OE, DE CO, *C r* 127, 1028) Bei Einw von Silbernitrit auf salzsaures Anilin in heisser wasser Lösung (HUNT, *J* 1849, 391, A W HOFMANN, *A* 75, 359) Beim Kochen von Benzoldiazonium-nitrat (GRIESS, *I* 137, 46), -bromid oder -sulfat (GRIESS, *A* 137, 67) mit Wasser Aus Benzoldiazoniumhydroxyd in Wasser mit Kupferpulver bei 0° (HANTZSCH, *B* 31 344) Aus *o*-, *m*- und *p*-Oxy-benzoldiazonium-chlorid beim Erwärmen mit Alkohol oder Methylalkohol (CAMERON, *Am* 20, 229, 233, 234) — Durch Einw von Sauerstoff auf eine atherische Lösung von Phenylmagnesiumbromid (BODROUX, *C r* 136, 158), neben anderen Produkten (WUYTS, *C r* 148, 930) — Phenol entsteht, wenn man Cyclohexen-(1)-on-(3) in CS₂ mit 2 At-Gew Brom in CS₂ behandelt, das Lösungsmittel verdampft und den Rückstand mit Eisessig kocht (KOETZ, GOTZ, *A* 358, 197) — Phenol entsteht beim Leiten von Dämpfen des Brenzcatechins, Resorcins oder Hydrochinons mit Wasserstoff über Nickel bei 250° (SABATIER, SENDERENS, *A ch* [8] 4, 428) Aus Quercit bei längerem ² Kochen mit Jodwasserstoffsäure (Kp 127°), neben anderen Produkten (PRUNIER, *A ch* [5] 15, 75)

Aus Salicylsäure beim Erhitzen im Rohr auf 250–260° (KLEPE, *J pr* [2] 25, 464, vgl GRAEBE, *A* 139, 143), beim Erhitzen mit Wasser im Rohr auf 220–230° (GRAEBE, *A* 139, 143), beim Erhitzen

Anisol (*n*), anisole, phenyl methyl ether

Resorcin (*n*), resorcinol

Rohr (*n*) im Rohr, in a tube

desgleichen (*adv*), likewise, similarly

1 *der, that*, a demonstrative pronoun.

2 *bei längerem* See §13(4)

mit konz Jodwasserstoffsäure, Chlorwasserstoffsäure oder verd Schwefelsäure im Rohr auf 140–150° GRAEBE, *A* 139, 143), beim Erhitzen mit 8–10 Tln Atznatron auf 340–350° (BARTH, SCHREDER, *B* 12, 1257), bei der Destillation mit Kalk (GERHARDT, *A* 45, 21, 5 *A ch* [3] 7, 221) Aus *m*-Oxy-benzoesäure beim Erhitzen mit 8 bis 10 Tln Atznatron auf ¹ eine 360° übersteigende Temperatur (BARTH, SCHREDER, *B* 12, 1257, vgl KUPFERBERG, *J pr* [2] 16, 433) Aus *m*-Oxy-benzoesäure bei der Destillation mit Kalk (ROSENTHAL, *Z* 1869, 627, LADENBURG, *B* 7, 1686) oder aus ihrem Calciumsalz bei
 10 der Destillation (GOLDSCHMIEDT, HERZIG, *M* 3, 134) Aus *m*-Oxy-benzoesäure beim Erhitzen mit 3½ Mol -Gew Baryt auf 350° (KLEPL, *J pr* [2] 27, 160) Aus *p*-Oxy-benzoesäure beim Erhitzen (G FISCHER, *A* 127, 147, GRAEBE, *A* 139, 145, KLEPL, *J pr* [2] 25, 464, 28, 194), beim Erhitzen mit Wasser im Rohr auf 200–210° (GRAEBE, 15 *A* 139, 145), beim Erwärmen mit konz Jodwasserstoffsäure oder verd Schwefelsäure im Rohr auf 135–140° (GRAEBE, *A* 139, 145) Aus *p*-Oxy-benzoesäure beim Erhitzen mit 8–10 Tln Atznatron auf eine 355° übersteigende Temperatur (BARTH, SCHREDER, *B* 12, 1257), oder aus ihrem Natrium- oder Kaliumsalz beim Erhitzen auf
 20 240–250° (KUPFERBERG, *J pr* [2] 16, 425, 431), sowie aus ihrem Calciumsalz bei der Destillation (GOLDSCHMIEDT, HERZIG, *M* 3, 132) Aus *p*-Oxy-benzoesäure bei der Faulnis mit Pankreas (BAUMANN, *B* 10, 686, *H* 1, 65) Phenol bezw Schwefelsäuremonophenylester findet sich nach der Verfütterung von *p*-Oxy-benzoesäure an Hunde
 25 im Harn dieser Tiere (BAUMANN, HERTER, *H* 1, 262, BAUMANN, *H* 3, 252) — Bei der Destillation von Chinasäure (WOHLER, *A* 45, 25) Phenol entsteht beim Behandeln von *p*-Hydrocumarsäure mit faulendem Pankreas, neben *p*-Kresol und *p*-Oxy-phenylessigsäure (*B*, *H* 4, 312) — *p*-Aethylphenol zerfällt beim Erhitzen mit P_2O_5
 30 in Phenol und Aethylen (CHRUSCHTSCHOW, *B* 7, 1166) In analoger Weise entstehen aus *p*-tert²-Butyl-phenol Phenol und Isobutylphenol (STUDER, *A* 211 248) Phenol entsteht beim Destillieren von Paracumaron (C_8H_8O)₄ (Syst No 2367) (KRAEMER, SPILKER, *B* 33, 3259)

Verfütterung (*f*), feeding
 Chinasäure (*f*), quinic acid

Hydrocumarsäure (*f*), *p*-hydrocumaric acid
 faulend (*adj*), rotting, decaying

1 auf eine Temperatur See §1(5)

2 *p*-tert, para tertiary (Chemical arrangement)

Darstellung

Darstellung im grossen a) *Aus Steinkohlenteer* Zur Fabrikation des Phenols dient das sog „Carbolol“, das zur Hauptsache aus dem „Mittelol“ des Steinkohlenteers herausfraktioniert und mit entsprechenden Fraktionen des „Leichtols“ und „Schwerols“ vereinigt, zwischen 160° und 250° siedet. Es enthält 25–40% Phenole, unter denen Phenol überwiegt, neben 25–40% Naphthalin und 7% Basen. In Kuhlhäusern wird das Naphthalin möglichst zur Ausscheidung gebracht. Das abgetropfte Carbolol liefert nunmehr eine Fraktion 160–205° mit 35–40% Phenolen. Diese werden¹ ihr durch Schütteln mit Natronlauge entzogen (vgl LAURINI, *Ch* [3] 9, 197). Wenn² man hierbei eine zur Aufnahme aller vorhandenen Phenole unzureichende³ Menge Lauge an, so wird von dieser zunächst nur das Phenol selbst aufgenommen, während die Kresole erst bei erneuter Behandlung mit Lauge gelöst werden (BEIJRENS, *D* 208, 367, DAVIS, *Journ Soc Chem Ind* 12, 233, *B* 26 Ref, 595). Durch längeres⁴ Einleiten von Dampf treibt man aus der alkal. Flüssigkeit die⁵ in ihr gelosten Kohlenwasserstoffe und Pyridinbasen über, man filtriert dann von ausgeschiedenen harzigen Bestandteilen ab und fällt durch Einleiten von Kohlendioxyd (LUNGE, *Ch Z* 7, 29) die Phenole aus. Sie geben bei der fraktionierten Destillation kristallisierendes Phenol. Die Ausbeute beträgt 0,3–0,5% des Teers (G LUNGE, H KOHLER, „Die Industrie des Steinkohlenteers und des Ammoniaks“, Bd I [Braunschweig 1912], S 724, 772). — Zum Extrahieren der Phenole ist auch Kalkmilch vorgeschlagen worden (Chem Fabr Ladenburg, *D R P* 147999, *C* 1904, I, 134). Zur Zersetzung der alkal. Lösung der Phenole ist früher auch Mineralsäure (Schwefelsäure, Salzsäure, schweflige Säure) oder Natriumdisulfat verwendet worden (vgl LUNGE, KOHLER, S 742). Durch fraktionierten Zusatz von Säure zur alkal. Lösung kann man zuerst die Kresole zur Abscheidung bringen, darauf⁶

Kuhlhaus (*n*), refrigeratorerneuen (*v*), to renewabgetropft (*adj*), drainedübertreiben (*v*), to drive overunzureichend (*adj*), insufficient

1 werden ihr entzogen, are extracted from it

2 wendet man an, so See §2

3 eine unzureichende Menge See §1(5)

4 längeres See §13(4)

5 die Kohlenwasserstoffe See §1

6 darauf, after that

das Phenol selbst (H MÜLLER, *Z* **1865**, 271) Trennung des Phenols von den Kresolen durch fraktionierte Neutralisation des Phenolgemisches mit heissem Barytwasser und Krystallisation oder durch Überführung des Phenolgemisches in die Bariumsulfate und fraktionierte Lösung des Salzgemisches RIEHM, *D R P* 53307, *Frdl* **2**, 9 Nach A FRIEDLANDER (*D R P* 181288, *C* **1907 I**, 1650) kann eine Trennung des Phenols von seinen Homologen darauf¹ gegründet werden, dass es sich² im Gegensatz zu seinen Homologen in verd. wasser. Lösungen von benzolsulfonsaurem Natrium oder ähnlichen Salzen
10 sehr leicht löst

Zur Reingewinnung kann die Überführung in das krystallisierte Phenolhydrat dienen, das beim Schütteln des Rohphenols mit 5-10% Wasser entsteht, durch Zentrifugieren abgetrennt und durch Destillation wieder zerlegt wird (CALVERT, *Chem N* **11**, 114, **16**, 57, 298, *Z* **1865**, 530, MARCELL, *Chem N* **37**, 105, LUNGE, KOHLER, S 754)

b) Aus benzolsulfonsaurem Natrium Man verschmilzt benzolsulfonsaures Natrium mit überschüssigem Alznatron bei 340° in³ eisernen, mit Ruhrwerk versehenen Kesseln, gibt zur Schmelze so viel Wasser, dass der grösste Teil des entstandenen Natriumsulfits ungelöst bleibt und fällt aus dem Filtrat mit Schwefelsäure oder Schwefeldioxyd das Phenol aus (vgl. G. COHN in F. ULLMANN'S „Enzyklopadie der technischen Chemie“, Bd IX [Berlin-Wien 1921], S 35)

Darstellung im kleinen aus Anilin Zu einer noch heissen Mischung von 50 g Wasser und 20 g konz. Schwefelsäure gibt man 10 g Anilin, 25 fügt 100 g Wasser hinzu, lässt unter Kühlung mit kaltem Wasser eine Lösung von 8,5 g NaNO₂ in 40 g Wasser zufließen, erwärmt ½ Stde auf 40-50° und destilliert das Phenol mit Wasserdampf über. Man sättigt das Destillat mit NaCl und äthert das Phenol aus (GATTER-

Barytwasser (*n*), solution of barium hydroxide, baryta water

gründen (auf) (*v*), to base, to establish (on)

Zentrifugieren (*n*) centrifuging

verschmelzen (*v*), to melt, to fuse

Ruhrwerk (*n*) = **Ruhrapparat** (*m*), stirring apparatus, stirrer, agitator

geben (*v*), to add

hinzufügen (*v*), to add to

überdestillieren (*v*), to distil over

ausäthern (*v*), to extract with ether

¹ darauf, dass See §15(6)

² sich, read with löst

³ in eisernen Kesseln Notice intervening participial phrase See §1

MANN, „Die Praxis des organischen Chemikers“, 12 Aufl [Leipzig 1914], S 228)

Physikalische Eigenschaften

(auch Allgemeines über Salzbildung)

Farblose Nadeln von charakteristischem Geruch (LAURENT, *A ch* [3] **3**, 198) Chemisch reines Phenol zerfließt nicht und bleibt an der Luft dauernd farblos (WEGER, *Z Ang* **22**, 393) Krystallo-
graphisches¹ GROTH, *Ch Kr* **4**, 72 Über zwei Krystallarten des
Phenols und ihre gegenseitige Umwandlung vgl TAMMANN, *Ann d Physik* [4] **9**, 250, *Ph Ch* **69**, 571, BECK, EBBINGHAUS, *B* **39**,
3872 — F² 43° (SCHOORL, *C* **1903** II, 449), 42,5–43° (BÉHAL, CHOAY, *C r* **118**, 1211, *Bl* [3] **11**, 603), 42,25° (LOWE, *Chem N* **16**, 57) ¹⁰
Erhöhung des Schmelzpunktes durch Druck HULETT, *Ph Ch* **28**,
663 Erstarrungspunkt 40,9° (EGFR, *Pharm Ztg* **48**, 210), 40,5°
(WEGER, *Z Ang* **22**, 393) Der Erstarrungspunkt wird durch Spuren
von Wasser stark erniedrigt (WEGFR, *Z Ang* **22**, 393) — Kp₇₇₀
181° (SCHOORL, *C* **1903** II, 459), Kp_{761.3} 182,3–182,5° (LADENBURG, *B* **7**, 1687), Kp₇₆₀ 181,4° (KAHLBAUM, *Ph Ch* **26**, 603), 181,3°
(korrt) WUYTS, *Bl* [4] **5**, 409), Kp_{743.19} 178,8° (CALVERT, *Chem N*
16, 57), Dampfdrucke bei verschiedenen Temperaturen KAHLBAUM,
Ph Ch **26**, 603 — D₂₀²⁰ 1,0722³ (berechnet für flüssiges Phenol aus
dem bei 40° ermittelten spez Gewicht) (LANDOLT, *Ann d Physik* **122**, ²⁰
559), D₂₁ 1,0598 (GLADSTONE, *Soc* **45**, 245), D_{32.9} (1,0597 (KOPP,
A **95**, 313), D₃₆ 1,0469 (LADENBURG, *B* **7**, 1687), D₃₅³⁵ 1,0677,
D₄₀⁴⁰ 1,0656, D₅₀⁵⁰ 1,0616, D₆₀⁶⁰ 1,0580, D₇₀⁷⁰ 1,0546, D₈₀⁸⁰
1,0516, D₉₀⁹⁰ 1,0492, D₁₀₀¹⁰⁰ 1,0479 (PERKIN, *Soc* **69**, 1182), D₄⁴⁰
1,0591, D₄⁴⁵ 1,0545 (BEDSON, WILLIAMS, *B* **14**, 2551), D_{54.4}^{54.4} 1,0452, ²⁵
D_{108.2}² 0,9972, D₁₅₀¹⁵⁰ 0,9891 (BOLIE, GUYE, *C* **1905** I, 868), D_{68.5}⁵
1,0387 (PINETTE, *A* **243**, 33), D₄^{82.7} 1,0213 (EIJKMAN, *R* **12**, 177),
D₁₀₀¹⁰⁰ 1,0532 (THORNER, *C* **1908** I, 2002) Ausdehnungskoeffizient

Praxis (*f*), practice

dauernd (*adv*), permanently

zerfließen (*v*), to deliquesce, to melt

1 Krystallographisches, concerning its crystallography see Notice the telegraphic style The student of chemistry consulting Beilstein should refer to the bibliography after each statement

2 F = Fusionspunkt (*m*), melting point

3 D₂₀²⁰ 1,0722, Density at 20° referred to water at 20° 1 0722

- PINETTE, *A* **243**, 33, KREMANN, EHRLICH, *M* **28**, 851 Ausdehnung zwischen 0–100° THORNER, *C* **1908 I**, 2002
- n_{α}^{20} 1,54447, n_{β}^{20} 1,56357, n_{γ}^{20} 1,57555 (im unterkühlten Zustande) (LANDOLT, *Ann d Physik* **122**, 559), n_{α}^{40} 1,53618, n_{β}^{40} 1,55496, n_{α}^{45} 1,0545, n_{β}^{45} 1,53386 (BEDSON, WILLIAMS, *B* **14**, 2551), $n_{\alpha}^{82.7}$ 1,51739, $n_{\beta}^{82.7}$ 1,53565 (EIJMAN, *R* **12**, 177), n_D^{21} 1,5509 (GLADSTONE, *Soc* **46**, 245) — Absorptionsspektrum im Ultraviolett BALY, EWBANK, *Soc* **87**, 1351 Fluoreszenz im Ultraviolett BA, EW, *Soc* **87**, 1351, LEY, V ENGELHARDT, *B* **41**, 2990 Die alkoh Lösung des Phenols zeigt bei der Temperatur der flüssigen Luft blauviolette Phosphoreszenz (DZIERZBICKI, KOWALSKI, *C* **1909 II**, 959, 1618, vgl KOW, *C r* **148**, 280)
- Capillartatskonstante bei verschiedenen Temperaturen FEUSTFL, *Ann d Physik* [4] **16**, 82 Oberflächenspannung KREMANN, EHRLICH, *M* **28**, 868, BOLLE, GUYE, *C* **1905 I**, 868, HEWITT, WINMILL, *Soc* **91**, 441 Oberflächenspannung und Binnendruck WALDEN, *Ph Ch* **66**, 395 Innere Reibung KREMANN, EHRLICH, *M* **28**, 877
- Latente Schmelzwärme PETTERSSON, *J pr* [2] **24**, 161 Molekulare Verbrennungswärme bei konstantem Vol 734,2 Cal (BERTHELOT, LUGVIN, *A ch* [6] **13**, 329), bei konstantem Vol 731,9 Cal, bei konstantem Druck 732,5 Cal (STOHMANN, LANGBEIN, *J pr* [2] **45**, 333) Molekulare Verbrennungswärme für dampfförmiges Phenol bei konstantem Druck 768,76 Cal (THOMSEN, *Ph Ch* **52**, 343)
- Magnetische Suszeptibilität MFSLIN, *C r* **140**, 237, PASCAL, *Bl* [4] **5**, 118 Magnetische Drehung PERKIN, *Soc* **69**, 1239 — Dielektrizitätskonstante DRUDE, *Ph Ch* **23**, 298, 310 Dielektrizitätskonstante bei –185° DLWAR, FLEMING, *C* **1897 II**, 564 Dielektrizitätskonstante in Benzol und *m*-Xylol PHILIP, HAYNES, *Soc* **87**, 1001 Elektrische Absorption DRUDE, *Ph Ch* **23**, 310 Elektrocapillare Funktion GOUY, *C r* **132**, 823, *A ch* [8] **8**, 316, **9**, 133, 135, 137 — Elektrisches Leitvermögen BARTOLI, *G* **15**, 401 Elektrolytische Dissoziationskonstante *k* bei 18° $1,3 \times 10^{-10}$ (WALKER, CORMACK, *Soc* **77**, 18, 20, *Ph Ch* **32**, 137, vgl HANTZSCH, BARTH, *B* **35**, 224) Dissoziationswärme, v STEINWEHR, *Ph Ch* **38**, 198
- unterkühlt (*adj*), supercooled dampfförmig (*adj*), gaseous
Oberflächenspannung (*f*), surface Drehung (*f*), rotation
tension elektrocapillar (*adj*), electrocapil-
lary
Binnendruck (*m*), internal pressure

Elektrisches Leitvermögen in flüssiger Bromwasserstoffsäure ARCHIBALD, *Am Soc* **29**, 665 — Phenol verhält sich gegen Helianthin und Phenolphthalein neutral, gegen Wasserblau (Poirierblau) aber einbasisch (ENGEL, *A ch* [6] **8**, 568, IMBERT, ASTRUC, *C r* **130**, 36) Reagiert ¹ bei ziemlicher Verdünnung ² noch deutlich sauer auf empfindliches Lakmuspapier (HANTZSCH, BARTH, *B* **35**, 213) Phenol verbindet sich mit Alkalien und Erdalkalien zu salzartigen Verbindungen (LAURENT, *A ch* [3] **3**, 202, *A* **43**, 206) Warmetonung bei Neutralisation mit Natronlauge WERNER, *A ch* [6] **3**, 574, *JK* **18**, 27, vgl PLOTNIKOW, *JK* **33**, 51, *C* **1901 I**, 1003 Kryoskopischer Nachweis der Hydrolyse des Natriumphenolats in wasser Lösung 10 GOLDSCHMIDT, GIRARD, *B* **29**, 1224 Messung der Hydrolyse des Natriumphenolats durch Bestimmung der elektrischen Leitfähigkeit HAN, *B* **32**, 3077, WALKER, CORMACK, *Soc* **77**, 18, 20, *Ph Ch* **32**, 137, HAN, BARTH, *B* **35**, 224 Messung der Hydrolyse des Natriumphenolats durch Verseifung von Methylacetat HAN, *B* **32**, 3081 Bestimmung der Hydrolyse des Natriumsalzes auf Grund der fraktionierten Destillation einer wasser Lösung NAUMANN, MÜLLER, LANTELME, *J pr* [2] **75**, 65 Hydrolyse des Kaliumsalses, bestimmt durch Verseifung von Athylacetat SCHIELDS, *Ph Ch* **12**, 175 Wird 20 aus der alkal. Lösung bei Zimmertemperatur durch CO₂ ausgefällt (LUNGE, *Ch Z* **7**, 29), treibt aber aus Kaliumcarbonat beim Kochen mit Wasser CO₂ aus (BAUMANN, *B* **10**, 686) Phenol löst sich bei 40° in 2 Vol. Ammoniak (D 0,96) zu einer klaren Flüssigkeit, die sich bei 17–18° trübt (HAMBERG, *B* **4**, 751) Salzbildung mit Ammoniak 25 HANTZSCH, DOLLFUS, *B* **35**, 241, 2725, BUCH, *B* **41**, 692 Absorptionsgeschwindigkeit für gasförmiges Ammoniak HANTZSCH, *Ph Ch* **48**, 314 Über die Acidität des Phenols vgl ferner RAIKOW, *Ch Z* **27**, 781, THIEL, ROEMER, *Ph Ch* **63**, 731 Phenol steht hinsichtlich des Sauercharakters zwischen Malonester und Acetessigester 30 (VORLANDER, *B* **36**, 281)

Helianthin (<i>n</i>), helianthine	ausstreiben (<i>v</i>), to drive out, to expel, to set free
Wasserblau (<i>n</i>), marine blue	
auf Grund (+ <i>gen</i>), on the basis of	(sich) trüben (<i>v</i>) to become (cloudy) turbid

1 Reagiert, supply Phenol as subject Nouns or pronouns as well as verbs and prepositions easily understood from the context are omitted by Beilstein

2 bei ziemlicher Verdünnung, with considerable dilution

Phenol in Mischung und als Lösungsmittel

Gegenseitige Löslichkeit von Phenol und Wasser ALEXEJEW, *Ann d Physik* [N F] **28**, 308, ROTHMUND, *Ph Ch* **26**, 452 SCHREINEMAKERS, *Ph Ch* **29**, 579, TIMMERMANS, *Ph Ch* **58**, 184 100 Tle Wasser lösen bei 15° 8,2 Tle Phenol, 100 Tle Phenol lösen bei 15° 37,4 Tle Wasser (SCHOORL, *C* **1903 II**, 459) Phenol lost sich bei 16–17° in 15 Tln Wasser (HAMBERG, *B*, **4**, 751) Ist ¹ in Wasser von 20° zu 8,40 Gewichtsprozent löslich (FUHNER, *B* **42**, 888) Die Temperatur, oberhalb welcher ² Phenol mit Wasser in jedem Verhältnis mischbar ist (obere kritische Lösungstemperatur) liegt bei 65,3° (TIMMERMANS, *Ph Ch* **58**, 184) Erstarrungspunkt von Phenol-Wasser-Gemischen PATERNO, AMPOLA, *G* **27 I**, 523 Dampfdrucke der Gemische von Phenol und Wasser SCHREINEMAKERS, *Ph Ch* **36**, 461, **39**, 485, VAN DER LEE, *Ph Ch* **33**, 628 Regelmässigkeiten beim Destillieren verd ¹ wasser Phenollosungen NAUMANN, MÜLLER, *B* **34**, 225 Viscosität der wasser Lösungen des Phenols SCARPA, *C* **1904 II**, 953 Veränderung der kritischen Lösungstemperatur durch Zusätze TIMMERMANS, *Ph Ch* **58**, 186 Beeinflussung der Wasserlöslichkeit des Phenols durch andere Verbindungen FUHNER, *B* **42**, 887 Durch einen Zusatz von benzolsulfonsaurem Natrium wird Phenol in Wasser sehr leicht löslich (A FRIEDLANDER, *D R P* 181288, *C* **1907 I**, 1650) Bildung von Phenol-Hydrat s S 136 bei additionellen Verbindungen — Phenol mischt sich mit verflüssigtem Ammoniak in jedem Verhältnis (BUCH, *B* **41**, 692) In verflüssigter schwelliger Saure ist es mit gelber Farbe leicht löslich (WALDEN, *B* **32**, 2864) Verhalten zu flüssigem Kohlendioxyd s S 128 — Phenol mischt sich in jedem Verhältnis mit Äther und Alkohol (LAURENT, *A ch* [3] **3**, 199, *A* **43**, 204) Warmetonung beim Mischen mit Alkohol TIMOFEJEW, *C* **1905 II**, 436 1 Tl Phenol lost sich bei 16° in 40 Tln Benzin (D 0,659), bei 41° in 3 Tln, bei 42° in 2 Tln, bei 43° in 1 Tl Benzin (SCHWEISSINGER, *Pharm Ztg* **30**, 259) Löslichkeit

mischbar (<i>adj</i>), miscible, mixable	ober(e) (<i>adj</i>), upper
Lösungstemperatur (<i>f</i>) kritische	Beeinflussung (<i>f</i>), exertion of influence
—, critical solution temperature	

1 Ist, supply subject (Phenol or es)

2 oberhalb welcher, above which, welcher here is in the genitive case, object of oberhalb

3 verd wasser = verdünnter, wässriger

von Phenol in Paraffinum liquidum zwischen 17° und 44° SCHWEISINGER Warmetonung beim Mischen von Phenol mit Chloroform, Benzol und Pyridin TIMOFEJEV, *C* **1905 II**, 436 Dichte der Mischungen von Phenol und Trimethylcarbinol PATERNÒ, MIELI, *R A L* [5] **17 I**, 397, *G* **38 II**, 137 Dampfdrucke und Siedepunkte von Gemischen von Phenol und Aceton SCHREINEMAKERS, *Ph Ch* **39**, 500, 507 Über die Bildung fester Lösungen mit Cyclohexanol vgl. MASCARELLI, PESTALOZZA, *R A L* [5] **17 I**, 601, *G* **39 I**, 218 Gleichgewicht von Phenol und Anilin SCHREINEMAKERS, *Ph Ch* **29**, 581, 583, 584, 585, vgl. LIDBURY, *Ph Ch* **39**, 460 Gleichgewicht zwischen Phenol und *p*-Toluidin, *o*-Toluidin, *m*-Xylidin, β -Naphthylamin und Dimethylamin KREMAN, *M* **27**, 98 — Verteilung von Phenol zwischen Wasser und Chloroform, zwischen Wasser und Bromoform, zwischen Wasser und Tetrachlorkohlenstoff HERZ, LEWY, *C* **1906 I**, 1728, zwischen Wasser und Amylalkohol HERZ, FISCHER, *B* **37**, 4747, zwischen Wasser und Aceton SCHREINEMAKERS, *Ph Ch* **33**, 78, 88 Dampfdrucke und Siedepunkte der Gemische von Phenol, Aceton und Wasser SCHR, *Ph Ch* **39**, 491, 507, **40**, 440, **41**, 331 Verteilung von Phenol zwischen Wasser und Schwefelkohlenstoff HERZ, LEWY, *C* **1906 I**, 1728, zwischen Wasser und Benzol NERNST, *Ph Ch* **8**, 117, ROTHMUND, WILSMORE, *Ph Ch* **40**, 623, zwischen Wasser und Toluol, Wasser und *m*-Xylol HERZ, FISCHER, *B* **38**, 1143 Gleichgewicht zwischen Phenol, Wasser und Triäthylamin MEYERBURG, *Ph Ch* **40**, 673, zwischen Phenol, Wasser und Anilin SCHR, *Ph Ch* **29**, 577, **30**, 460 Dampfdrucke der Gemische von Phenol, Anilin und Wasser SCHR, *Ph Ch* **35**, 477

Additionelle Verbindungen des Phenols mit solchen Komponenten, welche in diesem Handbuch vor¹ Phenol behandelt sind, s. S. 136 und 137, additionelle Verbindungen mit anderen Komponenten sind bei diesen² angeordnet

Molekulare Gefrierpunktserniedrigung 72 (EIJKMAN, *Ph Ch* **4**, 515) Kryoskopisches Verhalten verschiedener Kohlenwasserstoffe in Phenollosung ROBERTSON, *Soc* **89**, 567 Kryoskopisches Verhalten von Thiophenol in Phenol BRUNI, TROVANFLLI, *R A L* [5] **13 II**, 181, *G* **34 II**, 355 Assoziation verschiedener Säuren in Phenollosung

Assoziation (*f*), (molecular) aggregate or association

1 vor, before

2 bei diesen, with these

- ROB, *Soc* **83**, 1425, **85**, 1617, verschiedener Ester in Phenollosung
 ROB, *Soc* **87**, 1574 Kryoskopisches Verhalten von Phenol in Eisessig
 BECKMANN, *Ph Ch* **2**, 732, in Benzol BECK, *Ph Ch* **2**, 728,
 PATERNÒ, *G* **19**, 649, 651, AUWERS, *Ph Ch* **12**, 696, BRUNI, *G* **28**
1, 249, in *p*-Xylol BRUNI, *G* **28** **1**, 249, in Naphthalin AU., *Ph Ch*
18, 599, AU, ORTON, *Ph Ch* **21**, 345, in Anilin (AMPOLA, RIMATORI,
G **27** **1**, 45), in Dimethylanilin (AM, RI, *G* **27** **1**, 65) — Molekulare
 Siedepunkterhöhung 34,40 (BECKMANN, GABEL, *B* **39**, 2613)
 Ebullioskopisches Verhalten von Phenol in Benzollosung BRUNI,
10 *G* **28** **1**, 251, MAMMLI, *G* **33** **1**, 468
 Phenol lost in der Warme Schwefel (LAURENT, *A ch* [3] **3**, 199,
A **43**, 204) Lost in der Hitze Indigotin, das beim Erkalten auskrys-
 tallisiert (MÉHU, *J* **1872**, 682) Lösungsvermögen der Lösung von
 Phenol in wassr Alkalien für wasserunlösliche Substanzen (z B Hep-
15 tan, Toluol) SCHEUBLE, *A* **351**, 476

Chemisches Verhalten

- Einwirkung der Warme und der Elektrizität* Phenol liefert beim
 Durchleiten durch ein¹ eisernes, auf 700–800° erhitztes Rohr als
 wesentliche Zersetzungsprodukte Kohlenoxyd, Wasserstoff, Kohle
 und Teer, während Benzol und aliphatische Kohlenwasserstoffe (Me-
20 than und Athylen) nur in untergeordneter Menge gebildet werden
 (MULLER, *J pr* [2] **58**, 27) Zersetzung von Metallphenolaten durch
 Warme s S 121 — Bei² der Elektrolyse einer Lösung von Phenol in
 mit etwas Wasser versetztem Atzkali bei 200° mit Wechselströmen
 entstehen Salicylsäure und wenig Xanthon (Syst No 2467)³ (BAM-
25 BERGER, STRASSER, *B* **24**, 3212) Bei der Elektrolyse einer mit über-
 schussigem MgSO₄ und Mg(HCO₃)₂ versetzten wassr Lösung von
 Phenol mit Wechselströmen entstehen Schwefelsäuremonophenylester,
 untergeordnet (*p adj*), subordi- Wechselstrom (*m*), alternating cur-
 nate, minor, in —er Menge, to a rent
 lesser degree

1 ein eisernes erhitztes Rohr, a participial phrase See §1

2 Bei der Elektrolyse mit Wechselströmen, *During the electrolysis with alternating currents at 200° of a solution of phenol in caustic potash that has been treated with a little water* Notice the participial phrase, as well as the meaning of *etwas*

3 Syst No 2467. This refers to Beilstein's classification of organic compounds by system numbers

Brenzcatechin, Hydrochinon, 4 4'-Dioxy-diphenyl (Syst No 563), Ameisensäure, Buttersäure (?), *n*-Valeriansäure (?), Oxalsäure, Malonsäure (?) und Bernsteinsäure (DRECHSEL, *J pr* [2] 29, 235) und etwas Cyclohexanon (D, *J pr* [2] 38, 67) Über die Elektrolyse einer Lösung von Phenol in Kalilauge an Kohlenelektroden¹ s. BAR- 5
TOLI, PAPASOGLI, *G* 14, 103 Zersetzung von Phenol durch schwache elektrische Schwingungen v. HEMPTINNE, *Ph Ch* 25, 298 Verhalten gegen Teslastrome KAUFFMANN, *Ph Ch* 26, 723, 28, 694 Verhalten bei Einw. der dunklen elektrischen Entladung in Gegenwart von Stickstoff BERTHLOT, *C r* 126, 622 10

Oxydation Die meisten Phenolsorten färben sich an Licht und Luft mehr oder weniger rot Während nach WEGER (*Z Ang* 22, 393) reines Phenol an der Luft dauernd farblos bleibt, nach KERN (*Ch Z* 17, 707) auch das aus Braunkohlenkreosot isolierte Phenol sich an der Luft nicht verändert, kann nach SCHNEIDER (*P C H* 31, 68) und 15
FABINI (*Ch I* 15, 148, *B* 25 Ref, 386) auch bei reinstem, synthetisch erhaltenem Phenol die Färbung eintreten Nach BIDET (*C r* 108, 521) bleibt Phenol, das aus thiophenfreiem Material hergestellt ist, farblos Ammoniak und Ammoniumverbindungen beschleunigen den Rotungs- 20
prozess (HAGER, *P C H* 24, 447, HANKÓ, *Ch Z* 19, 1143, *B* 25 Ref, 386, MYLIUS, *P C H* 28, 73), desgl. Spuren gewisser Metalle, namentlich Kupfer (SCHNEIDER, *P C H* 31, 68, KREMEL, *Ch I* 9, 84, HANKÓ, *B* 25 Ref, 386, KOHN, FRYER, *Journ Soc Chem Ind* 12, 107, *Ch Z* Rep 17, 98), ferner Eisen (FAHLBUSCH, *P C H* 26, 6, WALTER, *Ch Z* 23 Rep, 47), auch der Bleigehalt der Glasgefäße 25
wird für das Auftreten der Färbung verantwortlich gemacht (MEYKE, *B* 16, 2513) Aber auch Phenolsorten, die völlig metallfrei sind, nehmen die Rotfärbung an (FABINI, *Ch I* 15, 148, EBELL, *B* 17 Ref, 69) Das Entstehen der Rotfärbung wird als ein Oxydationsvorgang angesehen (HANKÓ, *Ch Z* 19, 1143, *B* 25 Ref, 386, KOHN, FRYER, 30
Journ Soc Chem Ind 12, 107, *Ch Z* 17 Rep, 98), weil Luft und Feuchtigkeit auch im Dunkeln die Rotung erzeugen, während Licht ohne diese beiden Faktoren wirkungslos ist (KOHN, FRYER) und auch keine Färbung hervorruft, wenn man das Phenol in Wasserstoff-, Stickstoff- oder Kohlendioxyd- Atmosphäre schüttelt (GIBBS, *C* 1909 35

Bernsteinsäure (*f*), succinic acid
Schwingung (*f*), oscillation

Entladung (*f*), discharge
wirkungslos (*adj*), inactive

1 an Kohlenelektroden, with carbon electrodes

I, 1092, *Chem N* 100, 96) Als Oxydationsprodukte treten Chinon, Brenzcatechin und andere Produkte auf, giesst man Phenol, das längere Zeit ¹ gestanden und sich gerotet hat, in Wasser, so entsteht ein roter Niederschlag, in Lösung lässt sich Brenzcatechin nachweisen
 5 (GIBBS, *C* 1909 I, 1092, II, 597) Zur Frage des Auftretens von Wasserstoffsuperoxyd bei der Färbung des Phenols vgl. RICHARDSON, *Journ Soc Chem Ind* 12, 415, vgl. dagegen BACH, *B* 27 Ref, 790 Phenol kann durch Zusatz geringer Mengen SO₂ farblos erhalten werden (RUTER, *C* 1905 I, 1012) Zinn und Zinnoxidulsalze hindern das
 10 Entstehen der Färbung bzw. zerstören sie (HANKÓ, *Ch Z* 19, 1143, *B* 25 Ref, 386, vgl. HOFMANN, *D R P* 67693, 67696) In innen paraffinierten Glasflaschen ² bleibt Phenol farblos (WALTER, *Ch Z* 23 Rep, 47) Rot gewordenes Phenol kann durch Destillation wieder farblos erhalten werden, der Farbstoff bleibt im Rückstand als rot-
 15 braune oder violettrote Masse (HAGER, *P C II* 26, 7, KÜHL, *C* 1906 I, 345) Auch durch Gefrierenlassen des ³ mit etwas Alkohol vermischten Phenols, wobei der Farbstoff im Alkohol gelöst bleibt, kann Phenol wieder farblos erhalten werden (DEMAN, *Ch Z* 11 Rep, 78) Weiteres über die Rotfärbung des Phenols s. G. LUNGE, H. KOHNER, Die
 20 Industrie des Steinkohlenteers und des Ammoniaks, Bd I [Braunschweig 1912], S. 757

Phenol brennt an der Luft mit russender Flamme (LAURENT, *Ch* [3] 3, 199)

Elektrochemische Oxydation des Phenols s. S. 115 — Phenol
 25 wird durch Ozon zu Hydrochinon, Chinon, Brenzcatechin, CO₂ und Glyoxylsäure oxydiert (GIBBS, *Chem V* 100, 68, 81, 94, *C* 1909 II, 597, vgl. OTTO, *Ch* [7] 13, 135) Bei der Oxydation mit Wasserstoffperoxyd in warmer neutraler oder schwach saurer Lösung entsteht Brenzcatechin neben Hydrochinon (MARTINON, *Bl* [2] 43, 156)
 30 Oxydiert man mit Wasserstoffperoxyd in Gegenwart eines Eisensalzes, so erhält man Brenzcatechin, Hydrochinon und Chinon (MARTINON)

(sich) röten (<i>v</i>), to be reddened, to assume a red color	hindern (<i>v</i>), to prevent
Zinnoxidulsalz (<i>n</i>), stannous salt	Gefrierenlassen (<i>n</i>), allowing to freeze

¹ Längere Zeit See §13(4)

² in innen paraffinierten Glasflaschen, in glass flasks that have been coated with paraffin on the inside

³ des Phenols See §1

Phenol zersetzt in Gegenwart von Wasser Bariumsuperoxyd unter Sauerstoffentwicklung (TANATAR, *B* 36, 1895) Bei der Oxydation von Phenol sowohl mittels neutralisierter als auch mittels schwefelsaurehaltiger Sulfomonopersaurelösung entstehen Brenzcatechin und Chinhydron (BAMBERGER, CZERNIS, *J pr* [2] 68, 486) Phenol wird 5 in wasser Natronlauge von Kalumpersulfat zu dem Kaliumsalz des Schwefelsauremono-*[p*-oxy-phenyl]-esters (Syst No 555) oxydiert (Chem Fabr SCHERING, *D R P* 81068, *Irdl* 4, 126) — Einw von Kalumchlorat und Salzsäure auf Phenol s S 117 — Bei der Oxydation von Phenol mit Chromsäure erhält man Phenochinon $C_{18}H_{16}O_4$ 10 (Syst No 671) (WICHELHAUS, *B* 6, 248) Phenol reagiert mit CrO_2Cl_2 unter Bildung eines braunen chromhaltigen Produktes, das bei der Behandlung mit Wasser 4 4'-Dioxy-diphenylather liefert (ÉTARD, *Bl* [2] 28, 276, *1 ch* [5] 22, 283) — Bei der Destillation von Phenol mit Bleioxyd entstehen Diphenylenoxyd und Xanthon 15 (GRAEBE, *B* 7, 397, *A* 174, 191, *A* 254, 279, BEHR, VAN DORP, *B* 7, 398, vgl MERZ, WEITH, *B* 14, 192) — Phenol gibt beim Schmelzen mit Atzkali Salicylsäure, *m*-Oxybenzoesäure, 3 3'-Dioxydiphenyl, β -Diphenol und ein Harz, das beim Gluhen mit Zinkstaub 1 4-Diphenyl-benzol liefert (BARTH, *A* 156, 93, *B* 11, 1332) Beim 20 Schmelzen von Phenol mit Altnatron werden Brenzcatechin, Resorcin und Phloroglucin gebildet (BARTH, SCHREDER, *B* 12, 417, vgl dazu GAUJIER, *Bl* [2] 33, 585) Beim Schmelzen von Phenol mit Atzkali und Bleidioxyd bei 330° entsteht — wohl aus sich zunächst bildenden Diphenolen — nur Salicylsäure (GRAEBE, KRAFT, *B* 39, 801) — Bei 25 der Oxydation von Phenol mit wasser Permanganatlösung entsteht viel Oxalsäure neben etwas Salicylsäure (HENRIQUES, *B* 21, 1620) Beim Behandeln von Phenol mit schwefelsaurer Permanganatlösung bildet sich 4 4'-Dioxy-diphenyl (DIANIN, *Jk* 23, 508, *B* 26 Ref, 335) Bei der Oxydation mit Permanganat in alkal Lösung bei 0° entstehen 30 Mesoweinsäure, Oxalsäure und CO_2 (DOBNER, *B* 24, 1755) — Phenol reduziert ammoniakalische Silbernitratlösung unter Spiegelbildung (MORGAN, MICKLETHWAIT, *Journ Soc Chem Ind* 21, 1374, *C* 1903 I, 72) Reduziert 1 verd Goldchloridchlorwasserstoff-Lösung lang-

Mesoweinsäure (*f*), mesotartaric Spiegelbildung (*f*) unter —, accompanied by mirror formation

1 Reduziert, supply Phenol as subject

sam unter Dunkelrosafärbung (GARBOWSKI, *B* 36, 1216) — Beim Erhitzen einer alkal. Phenollosung mit Nitrobenzol auf 150° wird Oxalsäure gebildet, während das Nitrobenzol zu Azobenzol reduziert wird (SIEGFRIED, *J. pr.* [2] 31, 542)

- 5 Oxydation ¹ des Phenols im Organismus s. S. 133

Reduktion Beim Erhitzen von Phenol mit Kalium auf 240° entsteht Diphenyl (CHRISTOMANOS, *B* 9, 83) — Beim Überleiten von Phenoldämpfen über erhitzten Zinkstaub erhält man Benzol (BAEYER, *A* 140, 295) Benzol bildet sich auch beim Durchleiten von Phenol
 10 durch ² ein rotglühendes, mit Holzkohle oder Eisenfeile gefülltes Glasrohr (SMITH, *Journ. Soc. Chem. Ind.* 9, 447, *Ch. I.* 14, 77), beim Erhitzen von Phenol mit Phosphortrisulfid (GEUTHER, *A* 221, 56), beim Verschmelzen von Phenol mit Natriumamid (SACHS, *B* 39, 3023) — Lässt man ³ geschmolzenes Phenol unter gleichzeitigem
 15 Einleiten von Wasserstoff zu feinverteiltem Nickel, das auf 160° erhitzt wird, tropfen, so erhält man Cyclohexanol in nahezu theoretischer Ausbeute (BRUNGL, *C. r.* 137, 1269, *Bl.* [1] 33, 268) — Leitet man Phenoldämpfe im Gemisch mit Wasserstoff über feinverteiltes Nickel bei 140–150°, so erhält man ein Gemisch von Cyclohexanol mit wenig
 20 Cyclohexanon neben Spuren Benzol (HULLEMAN, VAN DER LAAN, SLIJFFER, *R.* 24, 19, vgl. HOLL, *C.* 1904 I, 727) — Führt man die Reaktion bei 180–210° aus, so erhält man ein Gemisch von Cyclohexanol mit wechselnden Mengen Cyclohexanon (SABATIER, SENDREFFS, *C. r.* 137, 1025, *Al. ch.* [8] 4, 371) — Phenol wird beim
 25 Erhitzen mit komprimiertem Wasserstoff auf 245° in Gegenwart von Nickeloxyd zu Cyclohexanol reduziert (IPATJEW, *B.* 40, 1286, *Ж.* 39, 698) — Reduktion zu Cyclohexanol erfolgt auch beim Erhitzen von Phenol mit komprimiertem Wasserstoff in Gegenwart von Nickel auf 235–240°, wird die Reaktionstemperatur unter 220° gehalten, so wird ⁴
 30 ein Gemisch von Cyclohexanol und Cyclohexanon erhalten (IPATJEW, *Ж.* 38, 89, *C.* 1906 II, 86)

Dunkelrosafärbung (*f.*) unter —, passing through, on being conducted
 accompanied by a dark rose colored rotglühend (*adj.*), red glowing, red hot
Durchleiten (*n.*) beim —, on

1 Oxydation, supply für before Oxydation

2 durch ein gefülltes Glasrohr See §1

3 Lässt man tropfen See §2 What does lassen mean here?

4 so wird erhalten, what tense is this? werden + infinitive = future, werden + past participle = passive voice.

Halogenierung Lässt man auf Phenol die 2 Atomgewichten entsprechende Menge Chlor einwirken, so erhält man *o*- und *p*-Chlorphenol (DUBOIS, *Z* 1867, 205, *J* 1867, 613, FAUST, MÜLLER, *B* 5, 777, *A* 173, 303, VARNHOLT, *J pr* [2] 36, 17, 22) *o*-Chlorphenol entsteht fast ausschliesslich, wenn man bei 150–180° in ein Mol-Gew Phenol 2 Atomgewichte Chlor einleitet (MERCK, *D R P* 76597, *Frdl* 3, 845) Bei 2-tägiger Einw von Chlor auf (500 g) geschmolzenes Phenol entstehen 2,4-Dichlorphenol und wenig 2,6-Dichlorphenol (F FISCHER, *A Spl* 7, 181) Behandelt man Phenol anhaltend, zuletzt unter Erwärmen, mit Chlor (bis der Schmelzpunkt des Chlorierungsproduktes 67° erreicht) so entsteht 2,4,6-Trichlorphenol (FAUST, *A* 149, 149, vgl LAURENT, *A ch* [3] 3, 206, *A* 43, 209) Durch 14-tägige Einw von Chlor auf Phenol bei 80° erhält man 2,3,4,6-Tetrachlorphenol (BARRAL, GROSFILLEX, *Bl* [3] 27, 1176) In einem indifferenten Lösungsmittel, z B Tetrachlorkohlenstoff, liefert Phenol mit der berechneten Menge Chlor in Lösung oder als Gas unter Kühlung *o*-Chlorphenol (LOSSEN, *D R P* 155631, *C* 1904 II, 1486) Chloriert man Phenol, bis es zum grossten Teil in Trichlorphenol übergegangen ist, setzt dann 4–5% SbCl₃ oder 2–3% Jod oder 5–6% FeCl₃ zu und behandelt bei 70–75° weiter mit Chlor, bis die berechnete Gewichtszunahme erfolgt ist, so erhält man 2,3,4,6-Tetrachlorphenol (BARRAL, GRO, *Bl* [3] 27, 1175), führt man die Weiterchlorierung in Gegenwart eines der Chlorüberträger unter allmählichem Erwärmen auf eine 135–140° nicht übersteigende Temperatur aus, so erhält man Pentachlorphenol (BARRAL, JAMBON, *Bl* [3] 23, 822, vgl MERZ, WEITH, *B* 5, 458) Erfolgt die Weiterchlorierung des Phenols in Gegenwart von SbCl₃ bei einer 130° nicht übersteigenden Temperatur, so entstehen Hexachlorcyclohexadienon (Syst No 620) (BARRAL, *Bl* [3] 11, 559) und drei Oktachlorcyclohexenone (Syst No 616) (BARRAL, *Bl* [3] 13, 490) Behandelt man eine Lösung von Phenol in verd Natronlauge mit Natriumhypochloritlösung, so erhält man je nach der Menge des angewandten Hypochlorites *o*-Chlorphenol, 2,4- und 2,6-Dichlorphenol und 2,4,6-Trichlorphenol (CHANDELON, *Bl* [2] 38, 116, *B* 16, 1749) Leitet man Chlor in eine anhaltend (*adv*), continuously Hexachlorcyclohexadienon (*n*), hexachlorcyclohexadienone zuletzt (*adv*), finally Oktachlorcyclohexenon (*n*), octachlorcyclohexenone Chlorüberträger (*m*), chlorine carrier

1. übergegangen ist What tense is this?

eisgekuhlte Losung von Phenol in verd Natronlauge, bis die dauernd alkal gehaltene Flüssigkeit,¹ die sich zunächst braun und dann schwarz färbt, wieder eine hellbraune Färbung annimmt, so erhält man 2 2 4-Trichlor-cyclopentanol-(1)-on-(3)-carbonsäure-(1) (?) (Syst No 1397) neben 2 4 6-Trichlor-phenol (HANTZSCH, *B* 20, 2781, *B* 22, 1238, 1246, HOFFMANN, *B* 22, 1264) Die Einw von KClO_3 und Salzsäure auf Phenol liefert 2 4 6-Trichlor-phenol, Trichlorchinon und Tetrachlorchinon (A W HOFFMANN, *A* 52, 57, 60, GRAEBE, *A* 146, 8, 12) Phenol bildet mit Sulfurylchlorid *p*-Chlor-phenol (Dubois, *Z* 1866, 706, PERATONER, CONDORELLI, *G* 28 I, 210) — Lässt man auf Phenol 2 Atomgewichte Brom in Dampfform oder in Lösung (Eisessig, Schwefelkohlenstoff) einwirken, so entstehen *o*- und *p*-Brom-phenol (KORNER, *A* 137, 205, *G* 4, 387, 389, *J* 1875, 335, HUBNER, BRENNEN, *B* 6, 171, 172, WERNER, *A ch* [6] 3, 567, MELDOLA, STREATFIELD, *Soc* 73, 681) neben etwas 2 4-Dibrom-phenol (MEL, STREAT) Nach HANTZSCH, MAI (*B* 28, 978) wird beim Bromieren in Schwefelkohlenstofflösung vorwiegend die *p*-Verbindung erhalten *o*-Brom-phenol entsteht fast ausschliesslich, wenn in 1 Mol -Gew Phenol bei 150–180° 2 At -Gew Brom in Dampfform geleitet werden (MERCK, *D R P* 76597, *Frdl* 3, 845) Phenol gibt mit 2 At -Gew Brom in Dampfform oder in Lösung 2 4-Dibrom-phenol (KORNER, *A* 137, 205, WERNER, *A ch* [6] 3, 571) und mit 6 Atomgewichten Brom ohne oder mit Lösungsmittel 2 4 6-Tribrom-phenol (LAURENT, *A ch* [3] 3, 211, *A* 43, 212, KORNER, *A* 137, 208, WERNER, *A ch* [6] 3, 572) Bei der Monobromierung von Phenol durch 2 Atomgewichte Brom in Eisessig lässt sich durch Zusatz von konz Schwefelsäure die Entstehung von *p*-Brom-phenol begünstigen Bromierung von Phenol durch Bromcyan s S 129 Bei Einw einer Lösung von 4 At -Gew Brom in Eisessig auf eine Lösung von Phenol in überschüssiger 73% iger Schwefelsäure entsteht fast quantitativ 2 4-Dibrom-phenol (HEWITT, KENNER, SILK, *Soc* 85, 1227) In sehr verd wasser Lösung gibt Phenol mit überschüssigem Bromwasser 2 4 6-Tetrabrom-cyclohexadien-(1 4)-on-(3) („Tribromphenolbrom“) (Syst No 620) (BENEDIKT, *A*

eisgekuhlt (*p adj*), ice-cooled

vorwiegend (*adv*), predominantly,
above all

begünstigen (*v*), to favor

Tetrabrom-cyclohexadienon (*n*),
tetrabromocyclohexadienone

1 bis die dauernd alkal gehaltene Flüssigkeit, until the liquid that is kept permanently alkaline

199, 128, THIELF, EICHWEDE, *B* 33, 673) Über die Bromierungsgeschwindigkeit des Phenols vgl BRUNER, *Ph Ch* 41, 535 Bei Einw freies Alkali¹ enthaltender Kaliumhypobromitlösung auf Phenol entsteht 2 4 6-Tribrom-phenol (CHANDLON, *Bl* [2] 38, 71) Lässt man auf Phenol die 10-fache Menge Brom in Gegenwart von Jod⁵ und Wasser einwirken, so entsteht Bromanil (Syst No 671) (STENOHOUSE, *A Spl* 8, 19) Behandelt man Phenol zunächst bei gewöhnlicher Temperatur mit reinem, dann jodhaltigem Brom, erhitzt darauf das Reaktionsprodukt mit überschüssigem Brom in geschlossenem Rohr 20–25 Stunden auf 50–70° und schliesslich bis 350°, so entsteht¹⁰ Hexabrombenzol (GESSNER, *B* 9, 1509) Phenol liefert mit überschüssigem Brom, das 1¹, Aluminium gelöst enthält, Pentabromphenol (BODROUX, *C r* 126, 1283) — Jod wirkt nicht direkt auf Phenol ein (LAURENT, *A* 43, 204) Behandelt man Phenol in alkoh Lösung mit Jod und Quecksilberoxyd, so erhält man als Hauptprodukt ein bei¹⁵ 150° schmelzendes Dijodphenol (?) neben einem Gemisch von Monojodphenolen (WESELSKY, HLASIWITZ, *B* 2, 523) Tragt man Phenol in eine Lösung von Jod und Jodsaure in verd Kalilauge ein und sauert mit verd Salzsäure an, so erhält man ein Gemisch von *o*-Jod-phenol und *p*-Jod-phenol, sowie 2 4 6-Trijod-phenol (KORNER, *A* 137, 213,²⁰ 214, *Z* 1868, 322, *G* 4, 429, *J* 1875, 356) Bei der Einw von Jod (in Kaliumjodidlösung) auf eine alkal Phenollösung entstehen 2 4-Dijod-phenol (BRENANS, *C r* 132, 831, *Bl* [3] 25, 630), 2 4 6-Trijod-phenol (BRE, *C r* 132, 833, *Bl* [3] 25, 630, CARRASCO, *C* 1908 I,

1735) und die Verbindung $\text{O}-\text{C}_6\text{H}_2\text{I}_4-\text{C}_6\text{H}_2\text{I}_4=\text{O}$ (Syst No 675)²⁵

(KAMMERER, BENZINGER, *B* 11, 557, BOUGAUIT, *C r* 146, 1403, vgl MESSINGER, VORTAMANN, *B* 22, 2313, BAYER AND CO, *D R P* 49739, *Frdl* 2, 507) Über die Jodierung des Phenols in alkal Lösung s auch CARSWELL, *Chem N* 68, 87, 99, 131, über die Jodierung in Dicarbonatflösung vgl VAUBEL, *Ch Z* 24, 1060, 1077 1 Mol -Gew³⁰

10-fach (*adj*), tenfold, die 10 — e Bromanil (*n*), bromanil = tetrabromoquinone, $\text{O C}_6\text{Br}_4\text{O}$
 Menge Brom, the tenfold quantity of bromine Kaliumjodidlösung (*f*), potassium iodide solution

1 freies Alkali is the object of the present participle enthaltender.

2 bei 150° schmelzendes Dijodphenol, participial phrase See §1.

- Phenol verbraucht beim Jodieren in wassr Boraxlösung 2 At -Gew Jod, es entsteht eine Verbindung ($C_6H_4OI_2$)₃ (?) (gelbliche Schuppen, F 144-145°) (E ORLOW *HK* 38, 1205, C 1907 I, 1194) Beim Eintragen von (45 g) trockenem Jod in ¹ mit CS₂ übergossenes Natriumphenolat (20 g, bei 300° getrocknet) entsteht wesentlich *o*-Jod-phenol neben 2 6-Dijod-phenol und wenig 2 4 6-Trijod-phenol (SCHALL, B 16, 1897, 1902, 20, 3363, BRENNANS, C r 134, 347, Bl [3] 27, 398) Phenol liefert bei längerer Einw ² von Chlorjod 2 4 6-Trijod-phenol (SCHUTZFENBERGER, Bl [2] 4, 102, J 1865, 524, vgl auch SCHUTZENBERGER, SFNGENWALD, J 1862, 413) Auch beim Eintragen von Jodstickstoff in eine Lösung von Phenol in Natronlauge entsteht 2 4 6-Trijod-phenol (LEPETIT, G 20, 105) Verhalten von Phenol gegen WIJSSche Jodlösung ³ WAKE, INGLE, *Journ Soc Chem Ind* 27, 315, C 1908 I, 2060
- 15 *Nitrosierung und Nitrierung* Beim Erwärmen einer wassr Phenollosung mit Wasserstoffsuperoxyd und einem Hydroxylaminsalz auf 40° erhält man *p*-Nitroso-phenol (Chinonoxim) (WURSTER, B 20, 2632) Phenol gibt mit Alkalinitrit und verd Säuren (Schwefelsäure, Essigsäure) *p*-Nitroso-phenol (BAEYER, CARO, B 7, 967, vgl BRIDGE, 20 A 277, 85) Auch die Einw von Nitrosylschwefelsäure auf Phenol in wassr Lösung führt zu *p*-Nitroso-phenol (STENHOUSE, GROVES, A 188, 360) Phenol reagiert mit salpetrigsäurehaltiger konz Schwefelsäure unter Bildung von C₁₄H₁₁O₄N (?) (S 137) (LIEBERMANN, B 7, 247, 1099, vgl KRAEMER, B 17, 1877, BRUNNER, CHUIT, B 21, 25 249) Bei der Einw nitroser Gase, aus Salpetersäure und Starke gewonnen, auf eine eisgekühlte äther Phenollosung entstehen *o*- und *p*-Nitro-phenol, sowie *p*-Oxy-benzoldiazoniumnitrat (WESELSKY, B 8, 98, WES, SCHULER, B 9, 1159, vgl JAGGER, B 8, 894) Lässt man auf eine Benzollosung des Phenols Stickstoffdioxyd (aus Bleim-

beim Jodieren, upon iodization

Schuppe (*f*), scale, flake

F = Fusionspunkt (*m*), melting point

beim Eintragen, on introduction

salpetrigsäurehaltig (*adj*), containing nitrous acid

nitros (*adj*), nitrous

1 in mit CS₂ übergossenes Natriumphenolat, participial phrase
See §1

2 bei längerer Einw See §13(4)

3 WIJSSche Jodlösung, *Wijss' iodine solution* Notice the formation of adjectives derived from names of persons, addition of *sch* and the use of capital letters of a person's name

trat) oder die aus arseniger Saure und Salpetersaure entwickelten Stickstoffoxyde einwirken, so erhält man *o*- und *p*-Nitro-phenol (AUWERS, *B* 35, 456) Diese Verbindungen entstehen auch bei der Einw von Stickstoffdioxid (aus Bleinitrat) auf trocknes Natriumphenolat in Schwefelkohlenstoff-Suspension (SCHALL, *B* 16, 1901) 5 Die Einw von verd Salpetersaure auf Phenol führt zu *o*- und *p*-Nitrophenol und harzigen Produkten (A W HOFFMANN, *A* 103, 348, *Soc* 10, 204, FRITZSCHL, *J pr* [1] 73, 296, *A* 110, 151) Bei niedriger¹ Temperatur entsteht vorzugsweise die *p*-Verbindung, bei höherer¹ Temperatur die *o*-Verbindung (GOLDFEIN, *Z* 10, 353, *B* 11 1943, 10 vgl PICTET, *C r* 116, 817) Geschwindigkeit der Nitrierung von Phenol in wassr Lösung MARTINSEN, *Ph Ch* 50, 421 Bei energischerer¹ Einw von Salpetersaure auf Phenol entstehen 2,4-Dinitrophenol und 2,4,6-Trinitrophenol (Pikrinsäure) (LAURLIN, *A* 43, 204, 213, 219, KOLBE, *A* 147, 67) Zweckmassig ist es, das Phenol erst mit 15 konz Schwefelsäure zu sulfurieren und dann mit Salpetersäure zu nitrieren (SCHMITT, GUTZ, *B* 2, 52, REVERDIN, DE LA HARPE, *Ch Z* 16, 45, MARZLL, *Chem N* 37, 145), auch kann man das Phenol erst in Nitrophenoldisulfonsäure oder Dinitrophenolsulfonsäure überführen und diese nach Wasserzusatz mit NaNO_3 auf 140° erhitzen, 20 um 2,4,6-Trinitrophenol zu erhalten (KOLLER, *D R P* 67074, *Frdl* 3, 804) Zur Darstellung von Pikrinsäure kann man auch eine Lösung von Phenol in Paraffin nitrieren (GUTLISOHN, *D R P* 121197, *C* 1901 II, 1373) Über Bildung von Cyanwasserstoff bei der Nitrierung des Phenols s SEYEWETZ, POIZAR, *Bl* [4] 5, 490 — Phenol 25 gibt beim Erwärmen mit Äthylnitrat und ca 66% iger Schwefelsäure auf 50° *o*-Nitrophenol und sehr wenig *p*-Nitrophenol (NATANSON, *B* 13, 416) Phenol liefert auch mit Acetylnitrat (PICTET, KHOTINSKY, *B* 40, 1165) oder mit Benzoylnitrat (FRANCIS, *B* 39, 3801) *o*- und *p*-Nitrophenol 30

Einwirkung von Schwefel, von Halogeniden und Oxyden des Schwefels, Selens und Tellurs Beim Erhitzen von 2 Mol -Gew Phenolnatrium mit 1 At -Gew Schwefel auf 180–200° wird 2,2'-Dioxy-diphenyldisulfid $\text{HO C}_6\text{H}_4 \text{S}_2 \text{C}_6\text{H}_4 \text{OH}$ gebildet (HAITINGER, *M* 4, 166)

harzig (*adj*), resinous

Dioxy-diphenyldisulfid (*n*), dihydroxydiphenyl disulfide

1 niedrigerer, höherer, energischerer What is the force of the -er ending here? See §13(2)

Chlorschwefel SCl_2 gibt, in CS_2 -Lösung unter guter Kühlung mit Phenol zusammengebracht, 4,4'-Dioxy-diphenylsulfid $\text{HO}-\text{C}_6\text{H}_4-\text{S}-\text{C}_6\text{H}_4-\text{OH}$ (TASSINARI, *G* 17, 83) Das Produkt, das aus Phenol und Chlorschwefel bei 150–160° erhalten wird, kann zur Darstellung von Schwefelfarbstoffen verwendet werden (*Soc St Denis, D R P* 113 893, 120467, 131 567, *C* 1900 II, 797, 1901 I, 1130, 1902 I, 1384) — Phenol liefert bei Behandlung mit SO_2 eine unbeständige Verbindung 5 (?) $\text{C}_6\text{H}_5\text{O}+\text{SO}_2$ (S 136) (HOLZER, *J pr* [2] 25, 463) Beim Überleiten von SO_2 über Natriumphenolat entsteht phenylschweflig-saures Natrium $\text{C}_6\text{H}_5 \text{ O SO}_2\text{Na}$ (SCHALL, *J pr* [2] 48, 243) Thionylchlorid liefert mit Phenol 4,4'-Dioxy-diphenylsulfid (TASSINARI, *G* 20, 363) Behandelt man Phenol in CS_2 -Lösung bei 0° in Gegenwart von AlCl_3 mit Thionylchlorid, so erhält man 4,4'-Dioxy-diphenylsulfoxyd (SMILES, BAIN, *Soc* 91, 1119) — Geschwindigkeit der Sulfurierung des Phenols durch eine Schwefelsäure der Zusammensetzung $\text{H}_2\text{SO}_4 + \text{H}_2\text{O}$ bei 50° FULDA, *Ph Ch* 6, 503 Behandelt man Phenol mit etwa der gleichen Menge konz Schwefelsäure oder mit ca 1,1–1,5 Tln Schwefelsäuremonohydrat bei massiger Temperatur (15–20°, 35–40°), so erhält man ein Gemisch von *o*- und *p*-Phenolsulfonsäure (KEKULÉ, *Z* 1867, 199, *J* 1867, 637, POST, *A* 205, 64, *B* 8, 1548, SCHULTZ, ICHENHAUSEN, *J pr* [2] 77, 113, OBERMILLER, *B* 40, 3637, 41, 696), während bei hoherer Temperatur (90–100°) ganz überwiegend *p*-Phenolsulfonsäure entsteht (KEK, *B* 2, 331, POST, *A* 205, 65, SCHULTZ, ICH, *J pr* [2] 77, 114, PAUL, *Z Ang* 9, 590, OBERM, *B* 41, 701, vgl HAZARD-FLAMAND, *D R P* 141751, *C* 1903 I, 1324) Mit überschüssiger 95%iger Schwefelsäure (4 Tle) erhält man bei 90–100° (in 6–8 Stdn) vorwiegend Phenoldisulfonsäure-(2,4), vielleicht daneben noch eine isomere Disulfonsäure (OBERM, *B* 40, 3631, 3640) Mit 4 Tln einer Schwefelsäure, welche 2 Moleküle SO_3 enthält, erzielt man bei 6–8-stdg Rühren bei 20–30° befriedigende Ausbeute an Phenol-disulfonsäure-(2,4) (OBERM, *B* 40, 3641, 41, 701, vgl KEK, *Z* 1866, 693, ENGELHARDT, LATSCHINOW, *Z* 1868, 270) Erhitzt man Phenol mit etwa der halben Menge rauchender Schwefelsäure 3–5 Stdn auf 180–190°, so erhält man beträchtliche Mengen 4,4'-Dioxy-diphenylsulfon (ANNAHEIM, *A* 172,

zusammenbringen (v), to bring together
beim Überleiten, on the passing over

phenylschwefligsaures Natrium, sodium phenylsulfite [factory
befriedigend (adj), satisfying, satis-

36, vgl GLUTZ, *A* 147, 53) Erhitzt man Phenol mit 5 Tln konz Schwefelsäure und $2\frac{1}{2}$ Tln P_2O_5 auf 180° (SENHOFER, *A* 170, 110) oder mit etwa der berechneten Menge Pyroschwefelsäure auf 100 – 110° (ARCHE, EISENMANN, *D R P* 51321, *Frdl* 2, 218), so erhält man Phenol-trisulfonsäure-(2 4 6) Bei 2–3-stdg Erhitzen von Phenol mit 4 Tln rauchender Schwefelsäure auf 190° bis 200° entsteht Phenol-tetrasulfonsäure (ANNAHEIM, *A* 172, 33 Anm.) Durch Einw von $K_2S_2O_7$ auf Kaliumphenolat bei 60 – 70° entsteht das Kaliumsalz des Schwefelsäuremonophenylesters $C_6H_5 O SO_3K$ (BAUMANN, *B* 9, 1716, 11, 1907, *H* 2, 336) Über Einw von Chlorsulfonsäure auf Phenol vgl ENG, LA, *JK* 1, 131, *Z* 1869, 297, MAZUROWSKA, *J pr* [2] 13, 169, KLASON, *J pr* [2] 19, 236 Einw von Sulfurylchlorid auf Phenol s S 117 Einw von Sulfomonopersäure und von Kalumpersulfat s S 116

Die Einw von $SeOCl_2$ auf Phenol liefert Dioxydiphenylselenid $HO C_6H_4 Se C_6H_4 OH$ (Syst No 555a) (MICHAELIS, KUNCKELL, *B* 30, 2824) — Mit $TeCl_4$ gibt Phenol ein Additionsprodukt $2C_6H_5O + TeCl_4$ (S 136) (RUST, *B* 30, 2832)

Einwirkung von Ammoniak und anorganischen Ammoniakderivaten Phenol gibt beim Erhitzen mit Ammoniak auf ca 220 – 280° Anilin (LETHEBY, *Chem N* 16, 55) Beim Erhitzen von Phenol mit Chlorzinkammoniak auf ca 300° entstehen Anilin, Diphenylamin und Diphenyläther (MERZ, WEITH, *B* 13, 1299, vgl MERZ, MÜLLER, *B* 19, 2902), Zusatz von Salmiak und Erhöhung der Temperatur (auf ca 330°) steigert die Ausbeute an Anilin (MERZ, MÜLLER, *B* 19, 2916) Einw von Natriumamid auf Phenol s S 116 Schüttelt man Phenol in Wasser bei Gegenwart von Ammoniak und etwas Sodalösung, unter Zusatz von etwas Hydroxylaminsalz als reaktionsbeförderndem Mittel, mit Wasserstoffsuperoxyd, so erhält man eine ¹ tiefblaue, das Indophenol $HO C_6H_4 N C_6H_4 O$ (Syst No 1846) enthaltende Lösung (WURSTER, *B* 20, 2935, vgl PHIPSON, *B* 6, 823) Das Indophenol entsteht auch durch Zusatz von Ammoniak zu einer wassr Lösung von Chinon und überschüssigem Phenol und Schütteln mit Luft (WUR) Über gemeinsame Oxydation von Phenol mit Aminen s S 131 — Phe-

Dioxydiphenylselenid (*n.*), dihydroxydiphenyl selenide reaktionsbefördernd (*adj.*), reaction-promoting
gemeinsam (*adj.*), common, joint

1 eine .. enthaltende Lösung. See §1.

nol gibt mit Chloramin ClNH_2 wenig *p*-Amino-phenol, das sich weiter
 in Indophenol umwandelt (Ursache der Blaufärbung phenolhaltiger
 Flüssigkeiten mit NH_3 und Chlorkalklösung) (RASCHIG, *Z Ang* 20,
 2069) Reaktion zwischen Chinon-chlorimid und Phenol s S 125
 5 Einw von Jodstickstoff auf Phenol s S 118 Einw von Hydroxyl-
 amin und H_2O_2 auf Phenol s S 118 Einw von Phospham auf Phen-
 ol s S 120 — Hydrazinhydrat gibt mit Phenol bei gewöhnlicher
 Temperatur und auch bei 130° eine unbeständige Doppelverbindung
 (CURTIUS, THUN, *J pr* [2] 44, 190) Beim Erhitzen von Phenol
 10 mit Hydrazinhydrat auf 220° bildet sich wenig Phenylhydrazin
 (L HOFFMANN, *B* 31, 2910)

*Einwirkung von Phosphor, von Halogeniden, Oxyden, Sulfiden usw
 des Phosphors, Arsens und Antimons* Über das Verhalten des Phenols
 beim Erhitzen mit rotem Phosphor vgl WICHELHAUS, *B* 36, 2944, 38,
 15 1727 — Beim Erhitzen von Phenol mit Phospham auf 400° entsteht
 Diphenylamin (VIDAL, *C* 1897 II, 517, *D R P* 64346, *Frld* 3, 13) —
 Beim Erwärmen von Phenol mit etwas mehr als der gleichmolekularen
 Menge PCl_3 auf 140° entsteht als Hauptprodukt Phosphorig-
 saurephenylesterdichlorid, als Nebenprodukt Phosphorigsaurediphe-
 20 nylesterchlorid (NOACK, *A* 218, 87, 90, 91, ANSCHUTZ, EMERY, *A*
 239, 310) Beim Erhitzen von PCl_3 mit 3 Mol-Gew Phenol bildet
 sich als Hauptprodukt Phosphorigsauretriphenylester (No, *A* 218,
 96, AN, LM, *A* 239, 311) — Phenol gibt beim Erhitzen mit „Phos-
 phortrisulfid“ Benzol neben wenig Diphenylsulfid und einem Phos-
 25 phorsäurephenylester (Phosphorsäuretriphenylester?) (GEUTHER, *A*
 221, 56) — Beim Lösen von Phenol in Phosphorsäure (D 1,75–1,76)
 entsteht eine Verbindung $\text{C}_6\text{H}_6\text{O} + \text{H}_3\text{PO}_4$ (S 136) (HOOGWERFF,
 VAN DORP, *R* 21, 354) Phosphorpentoxyd und Phenol reagieren
 unter Bildung von Phosphorsäuremonophenylester und -diphenylester
 30 (REMBOLD, *Z* 1866, 651, vgl GENVRESSE, *C r* 127, 522) — Er-
 warmt man Phosphorpentachlorid mit Phenol und destilliert das
 Reaktionsprodukt, so erhält man Chlorbenzol und Phosphorsäuretri-
 phenylester (WILLIAMSON, SCRUGHAM, *A* 92, 317, RICHE, *A* 121,
 358, GLUTZ, *A* 143, 183), und zwar entsteht als erstes Einwirkungs-

Chloramin (*n*), chloroamine

gleichmolekular (*adj*), equal mole-
 cular

Chlorkalklösung (*f*), solution of
 chlorinated lime (bleaching-
 powder solution)

**Phosphorigsäurephenylesterdichlo-
 rid** (*n*), phosphorous acid phenyl
 ester dichloride

Phospham (*n*), phospham, PN_2H

produkt von Phosphorpentachlorid auf (3 Mol-Gew) Phenol Phosphorsäuretriphenylesterdichlorid, wenn man nicht höher als 140° erhitzt, bei höherer Temperatur (200° bis 210°) tritt dann Zersetzung unter Bildung von Chlorbenzol ein (AUTENRIETH, GEYER, *B* 41, 151, 153) — Beim Erwärmen gleichmolekularer Mengen Phenol und Phosphoroxychlorid entsteht als Hauptprodukt Phosphorsäurephenylesterdichlorid, mit dem mehrfachen Mol-Gew an Phenol Phosphorsäurediphenylesterchlorid, gleichzeitig bildet sich bei der Reaktion Phosphorsäuretriphenylester (JACOBSEN *B* 8, 1521) Letzterer ist das Hauptprodukt, wenn man Phosphoroxychlorid mit etwas mehr als 3 Mol-Gew Phenol längere Zeit ¹ erhitzt (HEIM *B* 16, 1765, vgl. SCHIAPARELLI, *G* 11, 69) Beim Schütteln von Phenol in 10% iger Natronlauge mit POCl₃ entstehen Phosphorsäurediphenylester und Phosphorsäuretriphenylester (AUTENRIETH, *B* 30, 2372) — Durch Destillation von Phenol mit PBr₅ erhält man Brombenzol (RICHE, *A* 15 121, 359) — Erhitzt man Phenol mit 1½ Mol-Gew Phosphorsulfochlorid, so erhält man Thiophosphorsäurephenylesterdichlorid C₆H₅O PSCl₂ (MICHAFLIS, SCHROMGLINS, *A* 326, 206) Beim Kochen von Phosphorsulfochlorid mit 3 Mol-Gew Phenol entsteht Thiophosphorsäuretriphenylester (SCHWARZF, *J pr* [2] 10, 227) Schüttelt man eine Lösung von 3 Mol-Gew Phenol in überschüssiger 10% iger Natronlauge unter guter Kühlung mit 2 Mol-Gew Phosphorsulfochlorid, so gewinnt man Thiophosphorsäurephenylesterdichlorid und Thiophosphorsäurediphenylesterchlorid (AUTENRIETH, HILDEBRAND, *B* 31, 1100) Bei 2-stdg Erwärmen einer Lösung von 3 Mol-Gew Phenol in 15 bis 20% iger Natronlauge mit 1 Mol-Gew Phosphorsulfochlorid auf dem Wasserbade, erhält man Thiophosphorsäuretriphenylester (AUTENRIETH, HILDEBRAND, *B* 31, 1100) Als Nebenprodukt entsteht bei der Einw. von Phosphorsulfochlorid auf wasser-alkal. Phenollosungen Thiophosphorsäurediphenylester (AU, 30 Hr, *B* 31, 1104) Bei der Destillation von Phenol mit Phosphorpen-tasulfid werden neben anderen Produkten Thiophenol, Diphenylsulfid (KEKULÉ, SZUCH, *Z* 1867, 194, *J* 1867, 628) und Thianthren (GRAEBE, *A* 179, 179), aber kein Benzol (GEUTHER, *A* 221, 57) erhalten

Beim Eintropfen von AsCl₃ in eine ather. Suspension von Natrium-

Eintropfen (*n*), dropping in, instilling

1 längere Zeit See §13(4)

- phenolat entsteht Arsenigsäuretriphenylester (FROMM, *B* 28, 621)
 Erhitzt man 140 Tle Phenol mit 80 Tln Arsentrioxyd unter Entfernung des Reaktionswassers, so entsteht Arsenigsäuretriphenylester (AUGER, *C r* 143, 909, LANG, MACKEY, GORTNER, *Soc* 93, 1369)
- 5 Phenol geht beim Erwärmen mit Arsensäure in *p*-Oxy-phenylarsinsäure über (*Hochster Farbw*, *D R P* 205616, *C* 1909 I, 807) — Erhitzt man Phenol mit Antimontrioxyd unter Entfernung des Reaktionswassers, so entsteht Antimonigsäuretriphenylester (MACKEY, *Soc* 95, 608)
- 10 *Einwirkung sonstiger anorganischer Reagenzien auf Phenol* Beim Erhitzen von Phenol mit 10 Tln Siliciumtetrachlorid auf 220–225° entsteht Orthokieselsäuretetraphenylester (HERTKORN, *B* 18, 1679) Gibt man in ather Lösung 1 Mol-Gew Phenol zu 1 Mol-Gew SiCl_4 , dann die Flüssigkeit zu ather Lösung von 1 Mol-Gew Methylalkohol, so gewinnt man Orthokieselsäure-methylesterphenylester-dichlorid $\text{SiCl}_2(\text{O CH}_3)(\text{O C}_6\text{H}_5)$ (KIPPING, LLOYD, *Soc* 79, 457) Bei der Umsetzung von Titan-tetrachlorid mit 4 Mol-Gew Phenol in Benzol unter Kühlung entsteht die Verbindung $\text{Ti}(\text{O C}_6\text{H}_5)_4 + \text{HCl}$ (SCHUMANN, *B* 21, 1079) Durch Zusatz von SnCl_4 zu einer
- 20 Chloroformlösung von 2 Mol-Gew Phenol und nachfolgendes Kochen erhält man die Verbindung $(\text{C}_6\text{H}_5 \text{ O})_2\text{SnCl}_2 + \text{HCl}$ (ROSENHEIM, SCHNABEL, *B* 38, 2779) — Beim Erhitzen von Phenol mit geschmolzener Borsäure entstehen die Ester $\text{C}_6\text{H}_5\text{O}_2\text{B}$ und $\text{C}_6\text{H}_5\text{O}_5\text{B}_3$ (S 183) (H SCHIFF, *A Spl* 5, 202) Beim Erhitzen von 3 Mol-Gew Phenol
- 25 mit 1 Mol-Gew BCl_3 in Benzollösung im Druckrohr auf Wasserbadtemperatur entsteht Borsäuretriphenylester (S 183) (MICHAELIS, HILLRINGHAUS, *A* 315, 41) — Beim Erwärmen von 2 Tln Phenol mit 1 Tl AlCl_3 entstehen Benzol, Diphenylather und Xanthen (Syst No 2370) (MERZ, WEITH, *B* 14, 189) Bei 1-stdg Kochen von 10 g
- 30 Phenol mit 13 g AlCl_3 und 100 g Schwefelkohlenstoff erhält man eine Verbindung $\text{C}_6\text{H}_5 \text{ O AlCl}_2$ (PERRIER, *C r* 122, 196, *Bl* [3] 15, 1181, vgl CLAUS, MERCKLIN, *B* 18, 2932) Durch Eintropfen von 5 g geschmolzenem Phenol in 10 g AlBr_3 und Waschen des Produkts mit CS_2 erhält man eine Verbindung $\text{Al}(\text{O C}_6\text{H}_5)_3 + \text{AlBr}_3$ (GUSTAVSON, *Jk* 16, 242) Aluminiumphenolat zerfällt bei der Destillation in Tonerde, Phenol, Diphenylather und wenig Xanthen) (Vgl hierzu die

sonstg (*adj*), other
 Tonerde (*f*), alumina

Eintropfen (*n*), dropping in, instilling

Arbeiten von MOHLAU (*B* 49, 168 [1916], und von RUSSIG (*Z Ang* 32, 37 [1919]), die nach dem Literatur-Schlussstermin der 4 Aufl dieses Handbuchs [1 I 1910] erschienen sind) (GLADSTONE, *TRIBB, Soc* 41, 7, COOK, *Am Soc* 28, 615) — Bei der trocknen Destillation von Calciumphenolat entstehen Diphenylenoxyd und etwas Benzol 5 (v NIEDERHAUSERN, *B* 15, 1120) Beim Erhitzen von Phenol mit überschüssigem ZnCl_2 auf $350\text{--}400^\circ$ unter Druck gibt Phenol Diphenylather (MERZ, WEITH, *B* 12, 1925, 14, 187) Bei der Destillation eines Gemenges von Natriumphenolat mit Natriummetaphosphat erhält man Diphenylather, Phenol und etwas Xanthen (v NIF, *B* 15, 10 1123) — Aus konz wasser Lösung von Phenol und Quecksilberacetat scheidet sich Oxyphenylen-bis-quecksilberacetat $(\text{HO})\text{C}_6\text{H}_5(\text{Hg O CO CH}_3)_2$ ab, in der Flüssigkeit bleiben *o*- und *p*-Oxy-phenyl-quecksilberacetat (DIMROTH, *B* 31, 2154, 32, 762, *C* 1901 I, 451) Die Mercurierung des Phenols in demselben Sinne erfolgt auch bei der 15 Einw von HgO oder HgCl_2 auf wasser Phenolnatrium-Lösungen (DIM, *B* 31, 2155, *B* 32, 762, *C* 1901 I, 451, vgl GRUTZNER, *Ar* 236, 623) Über Einw von „MILLONSCHEM Reagens“ auf Phenol vgl VAUBEL, *Z Ang* 13, 1125

Schlussstermin (*m*), term, **Literatur** **Mercurierung** (*f*) mercurization
—, final bibliography list

GMELINS HANDBUCH DER ANORGANISCHEN CHEMIE

(8 Auflage)

HERAUSGEGEBEN VON DER DEUTSCHEN CHEMISCHEN
GESELLSCHAFT

System-Nummer 59

Eisen

Teil A — Lieferung 3

1930

CHEMISCHE PASSIVIERUNG

Durch Säuren und Salzlösungen

[Seite 315–319]

Nur solche Säuren und Salzlgg erzeugen im allgemeinen ohne Anwendung des elektr Stromes Passivität, die zugleich starke Oxydationsmittel sind, der Eintritt der Passivität hängt bei den passivierenden Säuren von der Konz, bei den Salzlgg von dem Gehalt an freier Säure und der Konz ab Auch die Temp ist von grossem Einfluss

Durch Salpetersäure

Einfluss der Konzentration und Temperatur Konzentrierte Salpetersäure erzeugt Passivität, R KIRWAN („Essay on Phlogiston and the Constitution of Acids“, London 1787, S 244, „Essai sur le phlogistique et sur la constitution des acides“, Paris 1788, S 100), J KIR (Phil Tran 80 [1790] 359, Schw J 53 [1828] 151), H BRACONNOT (Ann Chim Phys [2] 52 [1833] 286, Pogg Ann 29 [1833] 174), J F W HERSCHEL (Ann Chim Phys [2] 54 [1833] 87, Pogg Ann 32 [1834] 211, Phil Mag [3] 11 [1837] 329), CH F SCHONBEIN (Pogg Ann 37 [1836] 390, 590, 38 [1836] 444, Phil Mag [3] 9 [1836] 53, Bibl univ 5 [1836] 177), A MOUSSON (Bibl univ 5 [1836] 165, Pogg Ann 39 [1836] 330), H BUFF (Lieb Ann 34 [1840] 252), W BEETZ (Pogg Ann 87 [1846] 186), CH TOMLINSON (J Chem Soc 22 [1869] 141), L VARENNE (C r 89 [1879] 783),

E RAMANN (*Ber* 14 [1881] 1430), H L HEATHCOTE (*Z phys Ch* 38 [1901] 368)

Rauchende Salpetersaure erzeugt ebenfalls Passivität, J KEIR (*Phil Trans* 80 [1790] 359, *Schw J* 53 [1828] 163), G WETZLAR (*Schw J* 49 [1827] 489, 50 [1827] 137), G TH FECHNER (*Schw J* 53 [1828] 129), G S OHM (*Pogg Ann* 63 [1844] 398), J M ORDWAY (*Am J Sci* [2] 40 [1865] 316, *J pr Ch* 99 [1866] 366), L VARENNE (*C r* 89 [1879] 783), s auch Tabelle weiter unten

Verdünnte Salpetersaure Beim Verd der HNO_3 -Lsg hört bei einer bestimmten Konz die passivierende Wrkg auf Diese Konzen-
trationsgrenze ist bei gegebenem Eisenmaterial stark von der Temp
abhängig Die Grenzkonz ist dadurch charakterisiert, dass¹ bei ihr
period Erscheinungen auftreten, derart,² dass das Eisen abwechselnd
aktives und passives Verh zeigt Vgl auch „Periodische Erscheinun-
gen“ S 342

Dass³ der Eintritt der Passivität von der Konz der Saure abhängig
ist, beobachteten bereits, ohne die Konz zu⁴ bestimmen, G TH
FECHNER (*Schw J* 53 [1828] 129), A DE LA RIVE (*Schw J* 53 [1828]
418)

J F W HERSCHEL (*Ann Chim Phys* [2] 54 [1833] 87, *Pogg* 20
Ann 32 [1834] 215, *Phil Mag* [3] 11 [1837] 329) fand, dass die Pas-
sivität in HNO_3 -Lsg ($D = 1.399$) bei Siedhitze verschwindet —
Ähnlich gibt E MILLON (*C r* 14 [1842] 904, *Pogg Ann* 57 [1842]
289) an, dass bei Zimmertemp HNO_3 mit 4, $4\frac{1}{2}$ und mehr Mol H_2O
noch passivierend wirkt, während bei Erwärmung energischer Angriff
erfolgt — Nach M MARTENS (*Bl Acad Belg* 9 II [1842] 19, *Pogg*
Ann 58 [1843] 239) erfolgt bei gewohnl Temp bei $D = 1.34$ heftiger
Angriff

Exakte Angaben über den Passivierungsvorgang bei der Dichte D
und verschiedener Temp

aufhören (*v*), to cease, to stop
Grenzkonzentration (*f*), concentra-
tion limit
abwechselnd (*adv*), alternately, in-
termittently

Siedhitze (*f*) bei —, at boiling
heat
Passivierungsvorgang (*m*), passiva-
tion process

1 dadurch dass See §15(6)

2 derart, dass, in such a way that

3 Dass, the fact that

4 ohne zu bestimmen See §18(4)

D	TEMP	VORGANG	AUTOR UND LITERATUR
1 38	31°	Passivität tritt nach kurzer Zeit ein	J M ORDWAY (<i>Im J Sci</i> [2] 40 [1865] 416, <i>J pr Ch</i> 99 [1866] 366)
1 18	32°	Passivität tritt nicht mehr ein	
1 42	55°	Passivität tritt nach kurzer Zeit ein	
1 42	56°	Passivität tritt nicht mehr ein	
1 42*	82°	Passivität tritt nach kurzer Zeit ein	
1 42*	81°	Passivität tritt nicht mehr ein	
1 319	Zimmertemp	Perioden	L VARENNE (<i>Ann Chim Phys</i> [5] 20 [1880] 240, <i>C r</i> 90 [1880] 998)
1 409	"	Passivierung	
1 21	15°	Aktivität	H GAUTIER, G CHARPY (<i>C r</i> 112 [1891] 1452)
1 38	60°	"	
1 40	Zimmertemp	Passivierung	H L HEATHCOTE (<i>Z phys Ch</i> 37 [1901] 368)
1 25	"	Kann bereits passivieren	
1 20	"	Aktivität	

* In rauchender Salpetersäure.

Die tabellarisch gebrachten Angaben¹ beziehen sich auf gewöhnliches Eisen (Flusseisen) — Auch für Elektrolyteisen geben H L HEATHCOTE (*J Soc Chem Ind* 26 [1907] 901), U R EVANS (*J Chem Soc* 1927 1036) die gleichen Grenzdichten 1 40 und 1 20 für den Eintritt der Passivität bzw. Aktivität an.

A RENARD (*C r* 79 [1874] 159) stellt fest, dass der Eintritt der Passivität durch Herabgehen zu tieferen Temperaturen erleichtert wird — Über den Einfluss von Konz. und Temp. s. auch T ANDREWS (*Pr Roy Soc* 49 [1891] 120, *Nature* 43 [1891] 358).

E S HEDGES (*J Chem Soc* 1928 972) bestimmt, ähnlich wie J M ORDWAY (*l.c.*), den Einfluss der Temp. auf den Eintritt der Aktivität t_1 bedeutet die Temp., bei der Gasentw. einsetzt, sie beträgt 74.5°.

Periode (f), period, — n , (in) $t_1 = t$ sub one (temperature)
periods Gasentw. = Gasentwicklung (f),
Grenzdichte (f), density limit evolution of gas
Herabgehen (n), going down

¹ Die tabellarisch gebrachten Angaben, the data that have been brought together in the table

bis 75 5° und ist von der HNO₃-Konz unabhängig Bei der Temp
t₂ geht Eisen in Lsg

HNO ₃ -Konz in %	100	99	98	95	90
t ₁	74 5°	74 5°	75 5°	74 5°	75 0°
t ₂	86 5°	85 0°	83 0°	77 5°	75 0°

Nach W A HOLLIS (*Pr Cambridge Soc* 12 [1904] 462) macht es einen Unterschied, ob das Eisen und die Saure getrennt erhitzt werden, oder ob das Eisenblech in der Saure erhitzt wird, in letzterem Falle 5 erfolgt ¹ ein Umschlag zur Aktivität erst bei etwa 94°, während im ersten Falle schon bei 74° heftige Gasentw einsetzt, auch besteht eine Abhängigkeit der krit Temp von der Reinheit des Materials

Zur Best der richtigen Konzentrationsgrenzen ist ² auf ein schnelles Einführen des Probekörpers in die Saure zu achten, E S HEDGES 10 (*J Chem Soc* 1928, 970) Ein vorheriges Abspülen mit Wasser ist zu vermeiden, da hierdurch der Eintritt der Passivität erschwert wird, H M NOAD (*Phil Mag* [4] 10 [1837] 276)

Einfluss des Materials Die Art des Materials ist für das Auftreten der Passivität nicht ohne Bedeutung Die ursprüngliche 15 Ansicht von T BERGMAN („Opuscula Physica et Chemica“, Upsala 1783, Bd 3, S 140, „Kleine Physische und chymische Werke“, übersetzt von H TABOR, Frankfurt a M 1785, Bd 3, S 169), dass nur die Sorte des Eisens für das Auftreten der Passivitätserscheinungen verantwortlich sei,³ hat sich in der Folge als unrichtig erwiesen Das ⁴ 20 von R KIRWAN („Essay on Phlogiston and the Constitution of Acids“, London 1787, S 244) beobachtete Ausbleiben eines Angriffs von konz HNO₃-Lsg auf Eisenspane wurde noch von BERTHOLLET in R KIRWAN („Essai sur le phlogistique et sur la constitution des acides“, Paris 1788, S 140) als eine Besonderheit des Stahls angesehen Das 25

Eisenblech (<i>n</i>), sheet iron, iron plate	erweisen (<i>v</i>), to prove, sich — als,
Umschlag (<i>m</i>), sudden change,	to be found
transition	Ausbleiben (<i>n</i>), absence
Abspülen (<i>n</i>), rinsing	Eisenspäne (<i>m pl</i>), iron filings
unrichtig (<i>adj</i>), incorrect	Besonderheit (<i>f</i>), peculiarity

1 erfolgt erst, does not take place until Note meaning of erst as an adverb See §20

2 ist (es) auf zu achten, care is to be taken for a quick insertion of the testing substance (sample) into the acid

3 verantwortlich sei, was responsible Notice use of subjunctive in qualifying statements See §10(1)

4 Das Ausbleiben See §1

Unzutreffende dieser Ansicht geht bereits aus der Arbeit von J KEIR (*Phil Trans* 80 [1790] 359, *Schw J* 53 [1828] 154) hervor¹ Eine Abhängigkeit von der Art des Materials stellte bereits J F W HERSCHEL (*Ann Chim Phys* [2] 54 [1833] 87, *Pogg Ann* 32 [1834] 215) fest¹ Angelassener Stahl wird von kalter und heisser HNO_3 -Lsg (D = 1.399) nicht angegriffen, sehr harter Stahl dagegen wird angegriffen, vgl auch J P JOULE (*Phil Mag* [3] 24 [1844] 106), J B SENDERNER (*Bl Soc chim* [3] 15 [1896] 691, 17 [1897] 279), weitere Arbeiten über den Einfluss des Materials s E SAINT-EDME (C r 52 [1861] 930), J M ORDWAY (*Am J Sci* [2] 40 [1865] 416, *J pr Ch* 99 [1866] 366), L VARENNE (*Ann Chim Phys* [5] 19 [1880] 251, 20 [1880] 240), M CORSLPIUS (Dissert München 1887, *Wied Ann Brühl* 1887, 272), T ANDREWS (*Pr Roy Soc* 49 [1891] 122), H G BYLERS, A F MORGAN (*J Am Soc* 33 [1911] 1757) — Das Verh¹ verschiedener Eisensorten ist nie ganz einheitlich, H L HATHCOTE (*J Soc Chem Ind* 26 [1907] 900)

Fein verteiltes Fe wird schwerer passiv als kompaktes, W HELDT (*J pr Ch* 90 [1863] 266)

Einfluss der Bewegung Nach C W BENNETT, W S BURNHAM (*Trans Am Electrochem Soc* 29 [1916] 217, *Z Elektroch* 22 [1916] 390) wird rotierendes Eisen in HNO_3 -Lsg (D = 1.40) nicht passiv, während es in Ruhe passiv wird Nach W KISTIAKOWSKY (*Nernst-Festschrift*, Halle a S 1912, S 215) dagegen beeinflusst Bewegung das Potential in einem² für den Eintritt der Passivität günstigen Sinne — Passives Eisen wird durch Rotieren in konz HNO_3 -Lsg (86%, ig) aktiv Bei 3000 Umdrehungen/min tritt nach 30 Sek Aktivität ein, E S HEDGES (*J Chem Soc* 1928, 671) — Nach Z C MUTAFSCHIEV (*Z Elektroch* 35 [1929] 861) ergibt sich aus³ den in der Arbeit angeführten Zahlen, dass Rühren in HNO_3 -Lsg von D = 1.2 ein rascheres Inlosgehen des Eisens bis zu 5 Std

Unzutreffende (*n*), incorrectness
angelassen (*p adj*), annealed
nie (*adv*), never
rotierend (*adj*), rotating
günstig (*adj*), favorable, beneficial

Umdrehungen/min = Umdrehungen
je Minute, revolutions per minute
anführen (*v*), to quote, to cite, to
mention

1 hervor, read with geht, fest, read with stellte See §8

2 in einem günstigen Sinne See §1(5)

3 aus den angeführten Zahlen See §1

bewirkt, von¹ 5 Std ab bis 24 Std ergibt sich kein Unterschied mehr zwischen gerührter und nicht gerührter HNO_3 -Lsg

Nach P DE REGNON (*C r* 79 [1874] 299) ist es zweckmassig, das Eisen am Flüssigkeitsspiegel abzudecken, da sonst der eingetauchte Teil durch elektrolyt Kurzschluss mit noch nicht passiven Eisen-
5 flächen beim Rühren aktiviert werden kann, vgl hierzu auch G WIEDEMANN („Lehrbuch der Elektrizität“, Braunschweig 1883, Bd 2, S 819), H L HEATHCOTE (*J Soc Chem Ind* 26 [1907] 899)

Chemischer Angriff vor und während der Passivität Dem Eintritt² der Passivität geht stets ein chem Angriff voraus Es³ liegen 10 hierüber Beobachtungen vor von A J MAASS (*Bl Acad Belg* 6 II [1839] 438), von A RENARD (*C r* 79 [1874] 159) für HNO_3 -Lsgg von $D = 1.35$ bis $D = 1.38$, von L VARENNE (*Ann Chim Phys* [5] 20 [1880] 240, *C r* 90 [1880] 998), der zugleich findet, dass die⁴ bis zum Eintritt der Passivität erforderliche Zeit mit zunehmender 15 Konz abnimmt und bei⁵ starker konz HNO_3 -Lsg kaum merklich wird, s weiterhin E RAMANN (*Ber* 14 [1881] 1431), H GAUTIER, G CHARPY (*C r* 112 [1891] 1451), H L HEATHCOTE (*Z phys Ch* 37 [1901] 368, *J Soc Chem Ind* 26 [1907] 902)

Auch im passiven Zustande selbst ist noch eine geringe Auflösung 20 nachweisbar A SCHFURER-KESTNER (*Repert Chim pure* 4 [1862] 161) beobachtete bei längerem Stehenlassen⁶ von Eisen in rauchender Salpetersäure die Entstehung von Fe-Nitraten, E L NICHOLS, W S FRANKLIN (*Am J Sci* [3] 34 [1887] 420) finden, dass sich das Fe trotz des passiven Zustandes langsam lost, s ferner W BELCK (Dis- 25 sert München 1888), H L HEATHCOTE (*J Soc Chem Ind* 26 [1907] 907)

Nach H GAUTIER, G CHARPY (lc) finden bei der Dichte D der HNO_3 -Lsg die im folgenden angegebenen durchschnittlichen Gewichts-
verluste für je 24 Std in Prozenten des ursprünglichen Gewichts statt, 30

Kurzschluss (m), short circuit
Eisenfläche (f), iron surface

durchschnittlich (adj), average
Gewichtsverlust (m), loss in weight

- 1 von 5 Std ab, from five hours
- 2 Dem Eintritt, governed by vorausgeht.
- 3 Es liegen vor See §9
- 4 die erforderliche Zeit See §1(5)
- 5 bei stärker konz HNO_3 -Lsg, with an HNO_3 solution that is more (strongly) highly concentrated Notice that stärker here is used adverbially
- 6 bei längerem Stehenlassen, on fairly long immersion

wobei a den Durchschnitt der ersten 2 Tage, b den der ersten 10 Tage bedeutet

D	1 28	1 34	1 38	1 48	1 53
a	0 82	0 75	0 29	0 34	5 80
b	0 59	0 45	0 25	0 33	5 75

Für 0.23 g Fe in 10 cm³ HNO₃-Lsg verschiedener Dichte D für zwei verschieden reine Eisensorten im passiven Zustand, und zwar für das mit e_1 bezeichnete reduzierte Eisen und das mit e_2 bezeichnete Eisenpulver von KAILBAUM, ergeben sich folgende Gewichtsverluste in g

Zeit in Min	10	120	300	600	900	1440
e_1 (D = 1.39)	0.00005	0.0015	0.0035	0.0065	0.0090	0.0196
e_1 (D = 1.42)	0.00000	0.0014	0.0034	0.0050	0.0093	0.0160
e_2 (D = 1.42)	0.00000	0.0012	0.0032	0.0050	0.0093	0.0162

Z. C. MUTAITSCHIEV (*Z. Elektroch.* **35** [1929] 861)

Nachtragliches Anhalten der Passivität Der passive Zustand bleibt, wenn das Eisen nachtraglich in Säure von einer solchen Verdünnung gebracht wird, die den passiven Zustand an sich nicht hervorzubringen in der Lage ist, noch eine gewisse Zeitlang erhalten — Nach L. VARENNE (*Ann. Chim. Phys.* [5] **20** [1880] 245, *C. r.* **90** [1880] 1000) bleibt die in HNO₃-Lsg von D = 1.42 erzeugte Passivität in Prüflsgg verschiedener Dichte verschieden lange erhalten, Abhängigkeit der Passivitätsdauer t in Std von der Dichte D der HNO₃-Lsg

D	1 3	1 28	1 26	1 16
t	264	120	32	12

Nach M. MUGGAN (*Z. Elektroch.* **9** [1903] 452) bleibt in konz. HNO₃-Lsg passiviertes Eisen in HNO₃-Lsg von D = 1.2 wochenlang blank — Die Beständigkeit der Passivität wird durch wiederholtes Herausziehen aus der passivierenden Säure und Wiedereintauchen erholt, J. F. W. HILSCHEL (*Ann. Chim. Phys.* [2] **54** [1833] 87, *Pogg.*

Anhalten (n), endurance, continuation

Lage (f) in der — sein (zu), to be in a position (to)

Zeitlang (f) eine —, a while, for a time

lange (adv), a long while, verschieden —, a different length of time

wochenlang (adv), for weeks

blank (adj), shining, bright

Beständigkeit (f), continuance, constancy, permanency

Herausziehen (n), removal

Wiedereintauchen (n), redipping, re-immersion

Ann 32 [1834] 214, *Phil Mag* [3] 11 [1837] 329), CH F SCHONBEIM (*Pogg Ann* 38 [1836] 444), W HELDT (*J pr Ch* 90 [1863] 274), vgl hierzu H L HEATHCOTE (*Z phys Ch* 37 [1901] 368) — Nach E SAINT-EDME (*C r* 51 [1860] 507) kann durch das Antrocknen in Luft auch nach Eintauchen in noch nicht passivierende HNO_3 -Lsg 5 das Fe für diese Saure passiv werden, wobei¹ es die für die Passivität charakteristische² mattweisse Farbe annimmt. In HNO_3 -Lsg ($D = 1.4$) passiviertes Eisen wird in Luft wieder aktiv, wobei¹ die hierzu erforderlichen Zeiten stark variieren, H L HEATHCOTE (*J Soc Chem Ind* 26 [1907] 907). Auch nach U R EVANS (*Techn 10 Publ Am Inst Min Metallurg Eng* 1929 Nr 205) wird das in konz HNO_3 -Lsg passivierte Eisen beim Antrocknen in Luft wieder aktiv, s auch U R EVANS (*J Chem Soc* 1927 1036).

Elektrolyt- bzw. Armco-Eisen, das 30 Min lang³ in 5% iger alkohol. Salpetersäurelsg geätzt wurde, wird nach T FUJIHARA (*Chem 15 Met Eng* 32 [1925] 810, *J Ind Eng Chem* 18 [1926] 62) von dest. Wasser in CO_2 -freier Atmosphäre nicht mehr angegriffen, während bei Anwesenheit von CO_2 sich in 10 bis 20 Min Rost bildet.

Über die mitunter gleichzeitig auftretende mechanische aktivierende Wrkg beim Einblasen von Luft und anderen Gasen oder bei 20 plotzlicher Entfernung des Fe aus der passivierenden Säure s unter Aktivierung „Auf mechanischem Wege“ S 332.

Einfluss von Zusätzen. Anwesenheit von HNO_2 bzw. NO_2 in verd. HNO_3 -Lsg erschwert bzw. verhindert den Eintritt der Passivität, J F W HERSCHEL (*Ann Chim Phys* [2] 54 [1833] 87, *Pogg 25 Ann* 32 [1834] 211, *Phil Mag* [3] 11 [1837] 329), W BEFTZ (*Pogg Ann* 67 [1846] 186), W HELDT (*J pr Ch* 90 [1863] 284), vgl auch M LE BLANC (*Z Elektroch* 6 [1899–1900] 476), A KLEMENC (*Z Elektroch* 32 [1926] 150).

In Gemischen von HNO_3 und H_2SO_4 kann Passivität eintreten, 30 J F DANIELL (*Phil Trans* 126 [1836] 114), BOUTMY, CHATEAU (*Cosmos* 19 [1861] 117) — Nach W HELDT (lc) kann die aktivierende Wrkg von NO_2 durch Beigabe von FeSO_4 , das NO_2 absorbiert, auf-

mattweiss (*adj*), dull white

ätzen (*v*), to corrode

Antrocknen (*n*) beim —, on drying

Beigabe (*f*), addition

1 wobei See §16(4)

2 charakteristische See §1(5)

3 30 Min lang, for 30 minutes

gehoben werden — W BEETZ (Ic S 189) sieht die Wrkg konz H_2SO_4 -Lsg darin, dass¹ sie der HNO_3 -Lsg Wasser entzieht, so dass infolge der stärkeren Konzentrierung der HNO_3 -Lsg die Passivität leichter eintritt — Über die schützende Wrkg von Nitriersäure vgl
 5 A VOIGT („Die Herstellung der Sprengstoffe“ in *Monographien über chemisch-technische Fabrikationsmethoden*, Halle a S 1913, Bd 32, S 139), R ESCALES („Nitro-Sprengstoffe“, Leipzig 1915, S 92, 93), P GUNTHER („Laboratoriumsbuch für die Sprengstoffindustrie“ in *Laboratoriumsbücher für die chemische und verwandte Industrie*, Halle
 10 a S 1923, Bd 24, S 10)

HNO_3 -Lsg von D = 1.4 greift auf Zusatz von festem KNO_2 oder $Fe(NO_3)_3$ Elektrolyteisen nicht an, U R EVANS (*J Chem Soc* 1927, 1037)

Über das Auftreten von Passivität in verd. alkohol. Lsg von HNO_3
 15 s T FUJIHARA (*Chem Met Eng* 32 [1925] 810, *J Ind Eng Chem* 18 [1926] 62) Nach C BENFICKS, P SEDERHOLM (*Z phys Ch A* 138 [1928] 124) kann auch sehr verd. HNO_3 -Lsg passivierend wirken, wenn durch Zusatz einer organ. Fl., wie Äthylalkohol, der Dissoziationsgrad der HNO_3 -Lsg genügend stark zurückgedrängt wird, s
 20 hierzu auch U R EVANS (*J Chem Soc* 1930, 478)

VERHALTEN VON EISEN GEGEN WASSER

UNTERWASSER-KORROSION

Reines Wasser

[Seite 385–388]

Die Ansichten über die Frage, ob Eisen in luftfreiem reinem Wasser rostet, sind vielfach geteilt. Das Urteil hierüber war früher meist dadurch beeinflusst, dass² man nicht streng zwischen dem primären Vorgang der Auflösung unter Bildg. von löslichem Eisen (II)-hydroxyd und
 25 dem sekundären³ unterschied, der unter der Einw. des Sauerstoffs

Nitriersäure (*f*), nitric sulfuric acid
 (a mixture of concentrated H_2SO_4
 and HNO_3)

Sprengstoff (*m*), explosive

Fl = Flüssigkeit (*f*), fluid, liquid

Unterwasser-Korrosion (*f*), under-
 water corrosion
 streng (*adv*), strictly, sharply,
 closely

1 darin, dass See §15(6)

2 dadurch, dass See §15(6)

3 dem sekundären, supply Vorgang, the secondary one

zur eigentlichen Rostbildg, d h zur sichtbaren Abscheidung von unlös Eisen (III)-hydroxyd führt. Ausserdem wurde fast immer der Einfluss der Begleitstoffe des Eisens vernachlässigt, eine Schwierigkeit liegt auch in der Beseitigung der letzten Spuren von O, gegen den das von Wasser bedeckte Fe überaus empfindlich ist, E HEYN, 5 O BAUER (*Mitt Materialpr* 26 [1908] 6). In der ältesten Literatur findet sich vorwiegend die Meinung vertreten, Eisen werde¹ durch Wasser allein nicht angegriffen, HALL (*J Roy Inst* 7 [1881] 55), M MEYER (*Erdmann J techn okonom Ch* 10 [1831] 233), R MALLET (*Rop 8th Brit Assoc* 1838 253), R ADIE (*Minutes Pr Inst Civil Eng* 4 [1845] 10 323), M TRAUB (*Ber* 18 [1885] 1877), I SPENNRATH (*Verh Gewerbebl* 74 [1895] 245).

Viel später hat W R WHITNEY (*J Am Soc* 26 [1903] 394) zuerst festgestellt, dass zwar ein sichtbarer Angriff nicht festzustellen ist, solange die Luft fernbleibt, dass aber dann beim Zutritt von Luft die 15 Fl durch Rostbildg getrübt wird. W R DUNSTAN, H A D JOWETT, E GOULDING (*J Chem Soc* 87 [1905] 1557) konnten diese Beobachtung nicht bestätigen, dagegen stellten² W H WALKER, A M CEDERHOLM, L N BLUNT (*J Am Soc* 29 [1907] 1251) die Löslichkeit des Fe in reinem Wasser schon nach kurzer Einw unzwei- 20 deutig fest, ebenso A CUSHMAN (*Electrochem Met Ind* 5 [1907] 257, 365). Auch die Verss von E HLYN, O BAUER (l c) zeigten, dass Eisen bei Ausschluss des Sauerstoffs von dest Wasser gelöst wird. Nach V ANDSTROM (*Z unorg Ch* 69 [1911] 15) zeigt von allen gelösten Gasen sorgfältig befreites dest Wasser einen qualitativ nachweisbaren, 25 wenn auch sehr geringen Angriff, der sich bei Anwendung von Leitungswasser nicht verstärkt. Ebenso J W SHIPLEY, I R MCHAFFIE (*Canad Chem Metallurg* 8 [1924] 121) und K INAMURA (*Sci Rep Tôhoku* 16 [1927] 981).

Der Angriff des Metalls auch bei Luftabschluss durch Entsendung 30 von Fe -Ionen in die Lsg unter Bildg von Fe (II)-hydroxyd wird jedenfalls infolge der geringen H -Konz des Wassers sehr langsam vor

fernbleiben (v), to remain away, to

be absent

Zutritt (m), entry, access

verstärken (v), to strengthen, to increase, to augment

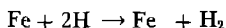
Entsendung (f), sending off

1 werde nicht angegriffen Why is the subjunctive used here?
See §10(1)

2 stellten read with fest See §8

sich gehen Im ubrigen ist die Losungsgeschwindigkeit abhängig von dem Grade der Reinheit des Eisens und von der Loslichkeit des gebildeten $\text{Fe}(\text{OH})_2$

Beim Inlosunggehen des Eisens nach



5 unter Bildg des ¹ praktisch in der Lsg vollständig dissoziierten Hydroxyds wird das Gleichgewichtspotential des Fe gegen die Lsg edler, das des H undler, und der Vorgang kommt zum Stillstand, wenn beide EK den gleichen Wert haben, E HEYN, O BAUFER (*Mitt Materialpr* 28 [1910] 62) — F FOERSTLER (*Z Elektroch* 16 [1910] 982, Anmerkung 1) berechnet aus der Loslichkeit des $\text{Fe}(\text{OH})_2$ die EK von kompaktem Eisen gegen eine gesatt Lsg von $\text{Fe}(\text{OH})_2$ zu -0.54 V und die EK des Wasserstoffs gegen eine solche Lsg zu -0.57 V Die Triebkraft der Rrk ist also jedenfalls sehr gering Neuerdings hat W PALMAER (*Korrosion Metallschutz* 2 [1926] 58) die Rechnung mit Hilfe genauer Loslichkeitsbestst durchgefuehrt Die Loslichkeit von $\text{Fe}(\text{OH})_2$ in Wasser betragt bei 18° 1.3×10^{-5} Mol/l, die EK des Eisens gegen die gesatt Lsg betragt dann -0.57 V, waehrend die EK, die erforderlich ist, um H aus der Lsg auf Fe abzuseiden, unter Beruecksichtigung der Uberspannung des H, 0.63 V betragt Die ² fur das Inlosunggehen des Metalls geltende Grundbedingung $\epsilon\text{Fe} > \epsilon\text{H}$ ist also nicht erfuellt Das so gewonnene Ergebnis, nach dem Eisen von Wasser bei gewohnl Temp nicht angegriffen wird, kann aber nur fur den praktisch kaum realisierbaren Grenzfall eines chemisch und mechanisch vollkommen homogenen Metalls Geltung haben, ²⁵ so dass eine vollkommene Unangreifbarkeit nicht behauptet werden kann Über den Einfluss der Oberflächenbeschaffenheit s S 392, über die Wrgk von Begleitstoffen den Abschnitt „Einfluss der Zusammensetzung des Eisens“ S 391

Einfluss des Verteilungszustandes Ein besonderes Verh zeigt ³⁰ feinverteiltes, insbesondere pyrophores Eisen gegen Wasser Die im ubrigen, moreover **Oberflächenbeschaffenheit** (f), surface condition **Überspannung** (f), overvoltage **Grenzfall** (m), limiting case **Verteilungszustand** (m), condition of dispersion (division) **Geltung** (f) — haben, to be valid **pyrophor** (adj), pyrophoric **Unangreifbarkeit** (f), resistance to attack or corrosion

1 des dissoziierten Hydroxyds. See §1

2 Die geltende Grundbedingung See §1

hohe Aktivität, die es auch bei gewöhnl Temp betätigt, indem es mehr oder weniger lebhaft H entwickelt, ist wahrscheinlich auf die grosse freie Oberfläche solcher Pulver zurückzuführen. Inwieweit auch eine Adsorption von Sauerstoff an der Oberfläche mitwirkt, ist aus den Angaben der Literatur nicht mit Sicherheit zu erkennen. 5
Vgl hierzu S 219, 220 — Nach L. TROOST, P. HAUTLÉFUILLE (*C r* 80 [1875] 791) zersetzt Eisenpulver, wie man es durch Red von $\text{Fe}(\text{OH})_3$ bei niedriger Temp erhält, Wasser ziemlich schnell bei gewöhnl Temp, schnell bei 100° . Diese Rk wird bei Ggw von Hg sehr stark beschleunigt, W. VAN RIJN (*Chem Weekbl* 5 [1908] 1) 10
Eine H-Entw lässt sich nach S. BIRNIE (*Chem Weekbl* 4 [1907] 291) sogar noch beim Behandeln von Blumendraht mit sd Wasser beobachten.

Natürliche Wasser

Unter „natürliche Wasser“ werden alle ¹ in der Natur vorkommenden Wasser verstanden, die in Berührung mit Eisen Korrosion verursachen können, also vorwiegend die Gebrauchswasser, wie Brunnen und Leitungswasser, Trinkwasser usw., während Meerwasser als ausgesprochenes Salzwasser im Abschnitt „Verhalten von Eisen gegen wässrige Lösungen von Salzen“ S 395 berücksichtigt wird.

Die natürlichen Wasser umfassen, entsprechend ihrer schwach 20 alkalischen, neutralen bis schwach sauren Rk, ein ziemlich weites Gebiet verschiedener H-Konz, das etwa zwischen den Grenzen der pH -Zahlen 9 nach der alkalischen und 4.5 nach der sauren Seite liegt. Das Verh. solcher Wasser gegen Eisen wird wesentlich bestimmt durch die Konz. des im Wasser gelösten Sauerstoffs und der freien und ge- 25 bundenen Kohlensäure — Ist ² dagegen der Zutritt von Sauerstoff ausgeschlossen, so wächst die Angriffsgeschwindigkeit direkt proportional der H-Konz., J. TILLMANS, B. KLARMANN (*Z ang Ch* 36 [1923] 94), J. W. SHIPLEY, I. R. McHAFIF (*Canad Chem Metallurg* 8 [1924] 121, *J Soc Chem Ind Trans* 43 [1924] 599) 30

betätigen (*v*), to manifest
inwieweit (*conj*), how far
mitwirken (*v*), to take place simultaneously

Brunnen (*m*), well, spring
Meerwasser (*n*), sea water
ausgesprochen (*adj*), pronounced
Zutritt (*m*), access, entry

1 alle vorkommenden Wasser See §1

2 Ist, so See §2

Einfluss des Sauerstoffs Der¹ im Wasser gelöste oder hinein-
diffundierende Sauerstoff ist der eigentliche Träger der Rostwirkung
Seine Einw führt zur Oxydation des zweiwertig gelösten Fe zu drei-
wertigem und zur Abscheidung von Eisen (III)-verbb, die als Rost
5 auf dem Metall als gleichmassige Deckschicht haften oder ungleich-
massig auf der Oberfläche verteilt sind, zum Teil auch sich als Nd
in der Fl absetzen Dass die typische Rostwirkung durchaus an
die Ggw von O gebunden ist, wird jetzt allgemein anerkannt S die
älteren Arbeiten von M TRAUBE (*Ber* 18 [1885] 1877), I SPENNRATH
10 (*Verh Gewerbfl* 74 [1895] 245) und insbesondere E HEYN (*Mitt
lechn Versuchsanst Berlin* 18 [1900] 38), E HEYN, O BAUER (*Mitt
Materialpr* 26 [1908] 1) Für die Geschwindigkeit des Rostens und
seinen Verlauf sind massgebend die Konz des Wassers an Sauerstoff
und die Art der Zufuhr

15 Die H -Konz der natürlichen Wasser, $p_H = 9$ bis 4.5, spielt nach
R E WILSON (*Ind Eng Chem* 16 [1923] 127) und nach G W WINT-
MAN, R P RUSSELL, V J ALTIERI (*Ind Eng Chem* 16 [1924] 665)
keine wesentliche Rolle, wenn der Sauerstoffgehalt konstant bleibt
Vgl S 379 Nach J R BAYLIS (*Chem Met Eng* 32 [1925] 874)
20 verläuft die Oxydation bei $p_H = 6$ langsam, und der Rost wird in das
Wasser diffundiert, während er bei $p_H = 8.5$ auf der Oberfläche des
Eisens abgeschieden wird und dort eine Deckschicht bildet Dass die
H -Konz in sauerstoffhaltigen Wassern im Gegensatz zu dem Verh
der Sauerstofffreien² nicht direkt von Einfluss auf die Rostgeschwin-
25 digkeit ist, stellen auch J TILLMANS, P HIRSCH, W WEINTRAUD
(*Gas-Wasserfach* 70 [1927] 845, 877, 898, 919) fest Ist Sauerstoff im
Überschuss vorhanden, kann er die Korrosion vollständig verhindern
Diese Passivierung ist von der H -Konz in dem Sinne abhängig, dass
sie bei alkal Rk leichter eintritt und bestandiger ist als bei saurer³
30 Vgl auch unter „Passivität“ S 324

Einen typischen und besonders anschaulichen Fall der Wrkg des

hineindiffundieren (v), to diffuse	Zufuhr (f), supply, addition
into	anschaulich (adj), plain, clear,
massgebend (adj), determinative,	visible
decisive	

1 Der Sauerstoff See §1

2 der Sauerstofffreien, of those (the waters) free from oxygen

3 als bei saurer (Rk), than with an acid one (reaction)

O beschreibt E HEYN (1 c) gelegentlich der Unters einer¹ durch den Rost zerstorten Heizschlange in einem Warmwassererzeuger Das Eisen wird an den Stellen besonders stark angegriffen und mit einer schwammigen Rostschicht überzogen, an denen sich vorzugsweise Luftblasen ansammeln Die Möglichkeit hierzu hängt von der Art 5 der Apparatur und der Art der Luftzuführung ab Taucht² das Fe nur teilweise in das Wasser ein, so ist die unmittelbare Einw des atmosphärischen O an der Berührungsstelle Wasser/Luft/Fe von grosser Bedeutung Nach W H WALKER, A M CEDERHOLM, L N BENT (*J Am Soc* 29 [1907] 1251) ist die Geschwindigkeit der Korrosion 10 proportional dem Partialdruck des O im Gasraume

Ebenso E HEYN, O BAUER (*Mitt Materialpr* 26 [1908] 5) Die Erhöhung des Partialdruckes kann erfolgen durch Druckerhöhung und durch Erhöhung des O-Gehalts der Luft Reines O musste³ 5 mal so⁴ stark angreifen wie Luft Da sich die Löslichkeiten von N 15 zu O in Wasser verhalten wie 1 : 1.9, so wird beim Erhitzen von mit Luft gesätt. Wasser ein wesentlich O-reicheres Gasgemisch abgegeben, als der Zus der atmosphärischen Luft entspricht Sammelt sich dieses Gasgemisch in Form von Luftsäcken, z. B. in einem unter Druck stehenden Dampfkessel, so kommen die beiden obengenannten Einflüsse 20 für die Erhöhung des O-Partialdruckes und somit für die Verstärkung des Rostens in Betracht Die lineare Beziehung zwischen dem O-Partialdruck und der Rostgeschwindigkeit verwendet V DUFFEK (*Korrosion Metallschutz* 2 [1926] 183) zur Beurteilung der Rostneigung von Stählen

Zu dem gleichen Ergebnis, dass die Menge des in Wasser abkor-

gelegentlich (*adv*), on the occasion
(of)

Heizschlange (*f*), heating coil

Warmwassererzeuger (*m*), hot
water heater

schwammig (*adj*), spongy, sponge-

Luftblase (*f*), air bubble

Apparatur (*f*), apparatus

Luftzuführung (*f*), supply (feeding)
of air

Berührungsstelle (*f*), point of contact

Gasraum (*m*), gas space, gas volume

Luftsack (*m*), air pocket

Verstärkung (*f*), strengthening, increase

Rostneigung (*f*), tendency to rust,
propensity to rust

abkorrodiert (*p adj*), corroded

1 einer . Heizschlange See §1

2 Taucht , so See §2

3 müsste See §10(4)

4 so stark wie, what does so + *adj* + *wie* mean?

- rodierten Fe in einem bestimmten Verhältnis zu dem Gehalt des Wassers an gelostem O steht, kommt V ANDSTROM (*Z anorg Ch* 69 [1910] 10), indem¹ er Eisenplatten von bekannter Oberfläche unter Ausschluss von Luft in Wasser von bekanntem O-Gehalt bringt
- 5 — Auch beim Rosten von mit heissem, O-haltigem Wasser gefüllten Rohren, kommt dem O-Gehalt die Hauptwrkg zu, denn das ursprünglich im Wasser vorhandene O wird beim Rostprozess vollkommen vom Eisen absorbiert, J W COBB, G DONZILL (*J Soc Chem Ind* 33 [1914] 403)
- 10 G SCHICKORR (*Korrosion Metallschutz* 4 [1928] 244) findet, dass die Rostgeschwindigkeit im Gebiete von 0.2 bis 5 Atm ein Maximum bei etwa 1 Atm zeigt

- Über Korrosion an einer Kuhlanlage, verursacht durch hohen O-Gehalt des Kühlwassers berichtet L E JACKSON (*Chem Met Eng* 15 26 [1922] 60)

- Sehr bedeutsam ist die *Verteilung des Sauerstoffs* im Wasser, insofern zwischen den verschieden belüfteten Stellen des Fe elektrische Spannungsunterschiede auftreten, wobei die weniger mit O in Berührung kommenden Stellen der Fe-Oberfläche anodisch werden und
- 20 infolgedessen sich lösen, während die² stärker belüfteten als Kathoden vor dem Angriff geschützt werden. Verschiedenartige Belüftung ist gegeben, wenn Fremdkörper (Sand, Kesselstein) auf der Eisenoberfläche haften, wenn sich Flüssigkeitstropfen darauf befinden, oder wenn die Oberfläche uneben ist. Schon durch Schmirgeln entstandene
- 25 Kratzstellen vermögen in diesem Sinne zu wirken. Auf diese Weise können örtliche Anfressungen bis zur Entstehung von Lochern zustande kommen, U R EVANS (*Met Ind London* 23 [1923] 248, *Pr Cambridge Soc* 22 [1924] 54, *Ind Eng Chem* 17 [1925] 363, *J Inst Met* 30 [1923] 240). — Der Einfluss der Verteilung des O zeigt sich

Eisenplatte (*f*), iron slab, iron plate
zukommen (*v* + *dat*), to be due to
Gebiet (*n*), region

Kühlanlage (*f*), condensing (refrigeration) plant

belüftet (*p adj*), ventilated, exposed to the atmosphere

anodisch (*adj*) — **werden**, to become anodic

infolgedessen (*prep*), consequently
Schmirgeln (*n*), rubbing, polishing with emery

Kratzstelle (*f*), scratched place

örtlich (*adj*), local

Anfressung (*f*), corrosion

zustande (*adv*) — **kommen**, to come about, to take place

1 **indem er bringt**, by bringing

2 **die stärker belüfteten**, the ones exposed more to the atmosphere

auch darin, dass ¹ beim tiefen Eintauchen von Eisen in die korrodierende Fl, so dass die Luftzufuhr beschränkt ist, das Metall sich unedler verhält als solche Zonen, die bei der Korrosion mit viel Luft in Berührung kommen, A L MACAULAY, F P BOWDEN (*J Chem Soc* **127** [1925] 2605) Haben sich ² einmal bei verschiedener Belüftung anod und kathod Bezirke auf einer Eisenoberfläche ausgebildet, so genügt schon die geringe Leitfähigkeit des dest Wassers, um einen Strom zu erzeugen, U R EVANS (*Trans Faraday Soc* **19** [1923] 206) Vgl S 380 — Nach F TODT (*Z Elektroch* **34** [1928] 586, *Korrosion Metallschutz* **5** [1929] 169, *Z phys Ch* **148** A [1930] 434) ist der grösste Teil der Oberfläche des Eisens mit einer Oxydhaut bedeckt, die als *kathodische* Fläche gegenüber den freiliegenden *anodischen* Metallflächen wirkt Der an die kathod Gebiete herandiffundierende, depolarisierende Sauerstoff ist für den Fortgang der Korrosion im Gebiete der natürlichen Wasser (schwach alkalisch, neutral bis schwach sauer) in erster Linie bestimmend, insofern die Stromintensität der Lokalmomente von ³ der an den Kathodenflächen wirksamen O-Menge abhängt Hieraus ergibt sich die Möglichkeit, durch Messung der Stromstärke zwischen Eisen und einem edleren Metall in der gleichen Lsg den Korrosionszustand des Eisens zu bestimmen

korrodierend (*adj*), corroding
Luftzufuhr (*f*), introduction (conveyance) of air
Bezirke (*m*), region
Oxydhaut (*f*), film of oxide

freiliegend (*p p adj*), uncovered
herandiffundieren (*v*), to diffuse
Fortgang (*m*), continuance, progress
Lokalmoment (*n*), local force, local moment

1 darin, dass See §15(6)

2 Haben sich ausgebildet, so See §2

3 von der wirksamen O-Menge abhängt See §1(5)

GMELINS HANDBUCH DER ANORGANISCHEN
CHEMIE
(8 Auflage)

HERAUSGEGEBEN VON DER DEUTSCHEN CHEMISCHEN
GESELLSCHAFT

System-Nummer 59

Eisen

Teil A — Lieferung 1
1929

EISEN

Ordnungszahl 26, Atomgewicht 55 84

Geschichtliches

Quellensammlung zur Geschichte des Eisens

[Seite 1]

Die Quellensammlung zur Geschichte des Eisens zerfällt in zwei grosse Abschnitte. In dem ersten, der rein geschichtlicher Natur ist, haben die historisch bedeutsamen älteren Werke zur Eisenhüttenkunde, die Abhandlungen über Verhüttung und Verwendung des Eisens in vorgeschichtlicher Zeit sowie bei den alten Kulturvölkern und den Naturvölkern Aufnahme gefunden. Daran¹ schliesst sich ein Kapitel, in dem Nachweise zur Entwicklungsgeschichte der Eisenindustrien in den Kulturstaaten der Neuzeit zusammengestellt sind.

In dem zweiten Hauptabschnitt werden Veröffentlichungen aufgeführt, die für die ältere Entwicklung einer Reihe wichtiger Zweige

Eisenhüttenkunde (*f*), iron metallurgy, ferrous metallurgy

Verhüttung (*f*), smelting, treatment of ores

Kulturvolk (*n*), civilized race, people

Aufnahme (*f*) — **finden**, to be listed, to be considered

Nachweise (*m pl*), references

Entwicklungsgeschichte (*f*), history of development

Kulturstaat (*m*), civilized country

Hauptabschnitt (*m*), main section (of a book)

Veröffentlichung (*f*), publication

aufführen (*v*), to quote, to cite

1 Daran schliesst sich ein Kapitel, to this we add a chapter

der Eisenhüttenkunde und der Eisenindustrie, so für die Roheisen-
darstellung, unter besonderer Berücksichtigung des Hochofenprozesses,
ferner für die Stahlerzeugung, für das Giessereiwesen und für die Eisen-
und Stahldrahterzeugung von Bedeutung sind. Die zeitliche Abgren-
zung gegen die Neuzeit erfolgt in diesem Abschnitt etwa mit der 5
Mitte des 19. Jahrhunderts, in der die ersten Arbeiten zum Bessemer-
Prozess erscheinen, durch die eine direkte Umwandlung von ge-
schmolzenem Gusseisen in Stahl durch Einblasen von Luft ermöglicht
und im eigentlichen Sinne die moderne Eisenhüttenkunde eingeleitet
wurde. Die Literatur hierüber findet sich daher nicht mehr in diesem 10
historisch-bibliographischen Abschnitte, sondern in den einzelnen
Spezialkapiteln des Buches.

In dem Kapitel „Eisen in vorgeschichtlicher Zeit“ konnte es sich
nicht darum handeln,¹ jeden einzelnen Eisenfund zu registrieren, die
Auswahl ist ² in diesem Kapitel vielmehr so erfolgt, dass im wesent- 15
lichen nur bedeutendere Funde sowie solche Aufnahme gefunden
haben, die für die Zuordnung irgendeiner³ Fundstätte zu einem
Kulturgebiete von Wichtigkeit sind.

Oxyde

[Seite 143–146]

IOZIT, FeO, soll nach A. BRUN (*Arch. phys. nat.* [5] 6 [1924] 243,
Schweiz. min. petrogr. Mitt. 4 [1924] 355) natürlich in frischen, Fe- 20
reichen Laven vorkommen. Scheidet sich ⁴ in Körnerform bei Beginn

Giessereiwesen (*n*), foundry practice, (means of) casting

Stahldrahterzeugung (*f*), steel-wire production

zeitlich (*adj*), temporal

Abgrenzung (*f*), demarcation, delimitation

Neuzeit (*f*) **gegen die** —, towards modern (recent) times

Spezialkapitel (*n*), special chapter

Eisenfund (*m*), iron discovery

Auswahl (*f*), choice, selection

Fund (*m*), discovery

Zuordnung (*f*), association, relation

Fundstätte (*f*), locality where something is discovered

Kulturgebiet (*n*), civilized region

Lava (*f*, *pl* **Laven**), lava

Körnerform (*f*), granular shape

1 konnte es sich darum handeln See §7

2 Ist so erfolgt, dass, has been followed in such a way that

3 irgendeiner Fundstätte, of any locality whatsoever Notice translation of irgendein

4 Scheidet sich. aus, supply es as subject

der Krystallisation der Feldspate lagenförmig um deren Keim ¹ herum aus Die Körner sind $<10 \mu$, rechteckig, opak, magnetisch und lassen sich ² von den zusammen vorkommenden Magnetit und Titanomagnetit, mit denen sie bisher verwechselt worden sein sollen, trennen ³ Iozit soll bis 50%, des Fe-Gehaltes der Feldspate ausmachen Von anderen ist „Iozit“ noch nicht bestätigt worden Vgl hierzu auch G PONTI (*14th Linc* [6] 1 I [1925] 377)

HAMATI, Eisenglanz, Roteisen (wenn feinkörnig), Specularit, [Rotel, Blutstein] Fe_2O_3 mit wechselnden Gehalten an $FeTiO_3$ (s S 10 155) Über die isomorphe Mischbarkeit mit Fe_2O_3 sind die Meinungen geteilt, nach R RULR, M NAKAMOTO (*Rec Trav chim* 42 [1923] 675) ist sie sehr gering, nach R B SOSMAN, J C HORSTETTER (*Bl Min Eng* 1917 903, *Trans Min Eng* 58 [1917] 409) gross Der Befund im Naturvork spricht ³ nach F M GRODERICK (*Econom Geol* 14 [1919] 353), J W GRUNER (*Econom Geol* 17 [1922] 1), P RAMDOHR (*Festschrift der Berg-Akademie Clausthal* 1925, S 307), G GIBBERT (*Econom Geol* 20 [1925] 587) und anderen entschieden für die Ansicht von R RULR M NAKAMOTO (lc) Die ⁴ in hohem Masse wechselnde, meist kleine, magnet Suszeptibilität scheint ⁵ keinerlei sichere Schlüsse zu erlauben

Krystallographische Eigenschaften Ditrigonal-skalaenoedrisch $a : c = 1 : 1.3658$ (VON KOKSHAROV) c mit Ti-Gehalt zunehmend Der sehr wechselnde Habitus der Krystalle lässt manche Schlüsse auf die Bildungstypen zu Oft ⁶ sehr flächenreich Am häufigsten ist

lagenförmig (<i>adv</i>), in the form of a layer	keinerlei (<i>adv</i>), by no means, in no way, not any
Eisenglanz (<i>m</i>), specular iron ore (form of hematite)	zunehmend (<i>p p adj</i>), increasing, growing
Roteisen (<i>n</i>), red iron	Habitus (<i>m</i>), habit
Befund (<i>m</i>), state, condition	zulassen (<i>v</i>), to admit, to allow
Festschrift (<i>f</i>), anniversary publication	Bildungstypus (<i>m</i>), type of formation
Berg-Akademie (<i>f</i>), school of mines	flächenreich (<i>adj</i>), rich in surface, polyhedral

1 um deren Keim herum, around their nucleus (of crystallization)

2 lassen sich, connect with trennen

3 spricht, connect with für, speaks for, i e, is proof for

4 Die Suszeptibilität See §1

5 a c, refer to crystallographic axes

6 Oft etc Supply Sie sind.

taflige Entw nach (0001)¹ — Zwillinge nach verschiedenen Gesetzen, besonders nach (1011), das auch Gleitfläche ist Keine Spaltbarkeit, aber oft ähnlich gute Teilbarkeit nach der Gleitfläche (1011), ebenso nach der Translationsfläche (0001)

Gitter Korundtypus Kantenlänge des Elementarrhomboeders $a_0 = 5.42 \text{ \AA}$, $\alpha = 55^\circ 17'$, Parameter $\mu = 0.105$, $\nu = 0.292$, 2 Molekeln in der Elementarzelle, L PAULING, S B HLNDRICKS (*J Am Soc* **47** [1925] 781), E A HARRINGTON (*Am J Sci* [5] **13** [1927] 467) gibt $\alpha_0 = 5.406 \text{ \AA}$

Physikalische Eigenschaften Härte $5\frac{1}{2}$ bis $6\frac{1}{2}$ (eher² der höhere² 10 Wert) $D = 4.9$ bis 5.3 (auch hier ist der höhere² Wert wohl zuverlässiger, die niedrigeren von porigem oder einschlussreichem Material)

Stahlblau, oft bunt angelauten, in Schichten von etwa 0.02 mm zuerst für Rot, dünnere² auch für grössere² Teile des Spektrums durchsichtig Beim Erwärmen nimmt die Lichtdurchlässigkeit reversibel stark ab Strich kirschrot

Angaben für die spezif Wärme zwischen 0.1645 und 0.1748 Ausdehnungskoeff $\alpha = 0.00000829$, $\alpha' = 0.00000836$ nach A H L FIZFAU (*Ann Chim Phys* [4] **8** [1866] 360) — Elastizitätskoeff gibt W VOIGT (*Ann Phys* [4] **22** [1907] 129)

Pleochroismus³ merklich O bräunlichrot⁴ > E gelblichrot Lichtbrechung nach E A WULFING (*Tschermak* [2] **15** [1896] 73)

taflig (*adj*), tabular
Gleitfläche (*f*), slip plane
Teilbarkeit (*f*), divisibility
Translationsfläche (*f*), translation surface or plane
Korundtypus (*m*), corundum type
Kantenlänge (*l*), length of the edge (of a crystal)
eher (*adv*, compar of *ehe*), rather
zuverlässig (*adj*), reliable, authentic, trustworthy
einschlussreich (*adj*), rich in inclu-

bunt (*adv*), colored, gayly, variegated
anlaufen (*v*), to tarnish, to become coated
Lichtdurchlässigkeit (*f*), permeability to light, light transmission
reversibel (*adv*), reversibly
Strich (*m*), streak
kirschrot (*adj*), cherry red
Lichtbrechung (*f*), optical refraction

- 1 0001, etc, refer to mineralogic designations for crystal surfaces
- 2 eher höhere dünnere grössere What is the force of the suffix -er here? See §13(2)
- 3 Pleochroismus, *pleochroism* (i e, property of showing different colors along different axes) O = ordinary ray, E = extraordinary ray
- 4 O bräunlichrot, O brownish red

	A	B	C	D (extrapoliert)
ω	2 904	2 988	3 042	3 22
ϵ	2 690	2 759	2 797	2 94

Weitere, nach der Meth wohl ungenauere¹ Angaben bei C FORSTER-LING (*N Jb Min Beilagebd* 25 [1908] 359)

Magnet Verh wechselnd auch bei² erzmikroskopisch völlig einwandfreiem Material fast ganz unmagnetisch bis fast magnetitartig
 5 Im allgemeinen schwach ferromagnetisch in (0001), T T SMITH (*N Jb Min* 1918, 249) Bei den bisherigen quantitativen Daten ist nicht sicher, ob sie sich auf absolut einwandfreies Material beziehen, vgl z B R B SOSMAN, J C HOSTETTER (*Trans Min Eng* 58 [1918] 403) Die Verschiedenheit im magnet Verh ist aufbereitungstechnisch unter Umständen störend — Hamatit gehört zu den
 10 variablen Leitern, J KOENIGSBERGER, K SCHILLING (*Ann Phys* [4] 32 [1910] 179), vgl auch H BACKSTROM (*Öfvers Akad Stockholm* 51 [1894] 552)

Erzmikroskopisches Verhalten Eisenglanz ist ausserst schwer
 15 polierfähig, schliesslich wird aber hochglänzende Fläche erzielt Harte beträchtlich höher als Magnetit Reflexionsvermögen ist hoch, wird durch Immersion herabgesetzt Farbeindruck weiss, bei Immersion und im Kontrast leicht blau Reflexpleochroismus ist merklich O > E Die Anisotropie deutlich, bei intensiver Beleuchtung hoch
 20 Innenreflexe häufig, tiefblutrot Alle gewohnl Atzmittel negativ, HCl gibt nach Stunden gute Strukturätzung

Vor dem Lotrohr Umwandlung in Magnetit unter Schwarzfärbung und Erhöhung der Magnetisierbarkeit

Natürliche Umbildungen sind beim Eisenglanz relativ selten Er
 25 ist sehr verwitterungsbeständig, liefert aber schliesslich doch Braun-

extrapoliert (*adj*), extrapolated
einwandfrei (*adj*), flawless, unobjectionable

magnetitartig (*adv*), like magnetite

Daten (*n pl*) = **Angaben**, data
aufbereitungstechnisch (*adj*), referring to ore dressing

hochglänzend (*adj*), highly polished, with high luster

Reflexpleochroismus (*m*), reflection pleochroism

Innenreflex (*m*), inner reflection

Atzmittel (*n*), etching medium

Lotrohr (*n*), blowpipe [zability

Magnetisierbarkeit (*f*), magnetization
verwitterungsbeständig (*adj*), durable against weathering

Brauneisen (*n*), brown iron ore, limonite

1 See note 2, page 129

2 bei **einwandfreiem Material** See §1(5)

eisen In manchen Lagerstätten ist er nachtraglich durch Kontakt oder durch Regionalmetamorphose in Magnetit übergeführt. Seltenere Pseudomorphosierungen in mannigfache andere Mineralien sind ebenfalls bekannt.

Vorkommen Hamatit ist in den verschiedenartigsten Lagerstätten verbreitet. Er deutet genetisch auf oxydierende Bedingungen und nicht sehr hohe und niedrige Temp., ohne dass aber entscheidende Schlüsse aus seinem Auftreten gezogen werden könnten.¹ Grosse Bedeutung hat er in Lagerstätten der Gruppe II A 1 d,² doch ist er hier oft, vielleicht immer, durch spätere pneumatolytisch-hydrothermale oder dislokationsmetamorphe Vorgänge aus Magnetit entstanden. In Pegmatiten sind Mischkrystalle mit reichlich FeTiO_3 häufig, aber kaum in bauwürdiger Menge.³ II A 2 c ist wichtig, hier ist Hamatit oft deutlich als jüngere oder kaltere Bildg. neben Magnetit zu erkennen. II A 2 d — wirtschaftlich unbedeutend. In den hydrothermalen Lagerstätten II A 3 a, b, c, d ist Hamatit häufig vorhanden, wirtschaftlich aber meist ganz unbedeutend, gelegentlich im Abbau stehen gewisse Quarz-Pyrit-Eisenglanzgänge aus der Verwandtschaft der Goldquarzgänge, und auch in den Spateisensteinängen kann Hamatit in bauwürdiger Menge beibrechen. Manche Barytgänge (II A 3 e) führen so viel feinkörnigen Roteisenstein oder roten Glaskopf, dass sie früher auf Fe gebaut wurden. In der

nachtraglich (*adv*), subsequently
Regionalmetamorphose (*f*), regional metamorphosis

Pseudomorphosierung (*f*), pseudomorphosis, pseudo-transformation

genetisch (*adv*), genetically

Auftreten (*n*), occurrence

pneumatolytisch (*adj*), pneumatolytic, i.e., formed by vapors or superheated liquids under pressure (geology)

dislokationsmetamorph (*adj*), structurally changing

Pegmatit (*m*), pegmatite (granite

with large crystals of constituent minerals)

Quarz-Pyrit-Eisenglanzgänge (*m pl*), veins of quartz, pyrite, and specular iron ores

Verwandtschaft (*f*), affinity, relationship

Goldquarzgänge (*m pl*), veins of auriferous quartz

Spateisensteingang (*m*), siderite vein

beibrechen (*v*), to break out, to occur

Barytgang (*m*), vein of barite

bauen (auf) (*v*), to mine (for)

1 könnten See §10(4)

2 II A 1 d refers to Gmelin's classification under Lagerstätten, S. 64

3 in bauwürdiger Menge, occurring in paying quantity

Ergussgesteinsfolge ist Hamatit in pneumatolyt Bildgg in schonen Krystallen, aber wirtschaftlich ohne Bedeutung verbreitet, ebenso in hydrothermalen Gangen. Grossere wirtschaftliche Wichtigkeit besitzt er in submarinen Exhalationen. In ¹ den im Lagerstättensystem schwer unterzubringenden, den ² physikal-chem Bildungsbedingungen nach am ehesten ³ an II A 3 anzuschliessenden alpinen Kluften ist Hamatit oft in vorzüglichen Krystallen in geringer Menge vorhanden. Hamatit ist das verbreitetste rote Pigment in der Gesteinswelt. In der sedimentaren Folge ist die Stellung des Hamatits nicht immer eindeutig festzulegen, da die uberaus feinschuppigen oder glaskopf- oder oolithformigen Eisenglanze sehr leicht mit ähnlichen Gliedern der Goethit-Turgit-Familie verwechselt werden und worden sind. Der hier häufige grobstrahlige „rote Glaskopf“ ist aber rontgenographisch zweifellos zum Eisenglanz zu rechnen, J. A. HLDVALL (*Z anorg Ch* 15 121 [1922] 217), ähnliche Ergebnisse haben Arbeiten von J. BOHM (*Z Kryst* 68 [1928] 567, *Koll Z* 42 [1927] 279) und F. RINNLE (*Z Kryst* 60 [1924] 62). Der rote Glaskopf ist wie viele „Roteisensteine“ sicher durch Diagenese erstausgeschiedener Gele entstanden. Sicher nachgewiesen in grosserer Menge III A, III B 1 a, III B 1 b α, III B 2, III B 3 (Glaskopfe).

Ergussgesteinsfolge (*f*), igneous rock series
submarin (*adj*), under water (sea)
Exhalation (*f*), exhalation
Lagerstättensystem (*n*), deposit system
unterbringen (*v*), to place
Bildungsbedingung (*f*), condition of formation
alpin (*adj*), Alpine, mountainous
Kluft (*f* pl **Klufte**), cleft, gap, ravine
vorzüglich (*adj*), excellent
Gesteinswelt (*f*), rock world, lithosphere
festlegen (*v*), to fix, to define

feinschuppig (*adj*), fine-flaky, scaly
glaskopfformig (*adj*), hematite shaped
oolithformig (*adj*), oolitic shaped
Goethit-Turgit-Familie (*f*), goethite-turgite family
grobstrahlig (*adj*), rough-(ray), fibrous
rontgenographisch (*adv*), Roentgenographically, by X-rays
rechnen (zu) (*v*), to classify (as)
Diagenese (*f*), diagenesis, reformation
erstausgeschiedener (*pp adj*), (which) separated first
Gel (*n*), gel

1 In den schwer unterzubringenden alpinen Kluften, in the Alpine fissures that are difficult to place

2 den physikal-chem Bildungsbedingungen nach, according to the physical-chemical conditions of formation. Note position of nach

3 am ehesten, most nearly. Read am ehesten anzuschliessenden

In der metamorphen Folge ist Hamatit enorm häufig, die Eisenglimmerschiefer und die Itabirite Brasiliens, die größten Eisenerzlagerstätten der Welt überhaupt, gehören hierher. Der Hamatit entsteht bei Epi- und Mesometamorphose aus Brauneisen, Goethit, Magnetit und anderen, er selbst bildet sich in der Katazone (bei Anwesenheit reduzierender Substanz schon in der Mesozone) zu Magnetit um. Die Kontaktmetamorphose liefert im allgemeinen keinen Hamatit.

„NATÜRLICHES FERROMAGNETISCHES EISENOXYD“, als Mineral noch unbenannt. P. A. WAGNER (*Econom. Geol.* **22** [1927] 845) schlägt für eine nicht ganz zweifelsfrei hierher gehörende Substanz den Namen „Magnetit“ vor — Vgl. auch S. 143.

Das leicht künstlich herzustellende ferromagnetische Fe_2O_3 ist als Seltenheit auch in der Natur gefunden, R. B. SOSMAN, E. POSNJAK (*J. Washington Acad.* **15** [1925] 329), J. HILSMANN (*Dissert. Hannover* **T. II** 1927, S. 38). Über seine Eigenschaften und sein Vorkommen ist bisher nur ganz wenig bekannt. Regular, Gitter des Magnetits, pulverige Massen — In der Hauptsache isotrop, Brechungsindex für Rot 2.52 (unter Vorbehalt!), Farbe schokoladenbraun, Anschließfarbe entschieden blauer als Hamatit. Magnetische Suszeptibilität innerhalb der für Magnetit gefundenen Werte. Geht bei Erhitzung in paramagnetisches Fe_2O_3 über.

Vorkommen. Von einem eisernen Hut (III B 3 a) von Iron Mountains, Shasta Co., Californien, in devonischen Eisenerzlagerstätten des Mittelharzes, wo es wohl aus Rubinglimmer durch Wasserverlust entstanden ist.

MAGNETIT, Magneteisenstein, Fe_3O_4 oder $\text{FeO} \cdot \text{Fe}_2\text{O}_3$ mit einer bei einem Glied der Spinellgruppe verständlichen, meist geringen, isomorphen Vertretung des FeO durch MgO , MnO auch NiO , des Fe_2O_3

enorm (*adv.*), enormously

Eisenglimmerschiefer (*m.*), hematite (slate) schist

Itabirite Brasiliens (Latin), Brazilian itabirite, a quartzite containing micaceous hematite

Epimetamorphose (*f.*), epimetamorphosis

zweifelsfrei (*adv.*), free of doubt

Vorbehalt (*m.*) **unter** — with reservations

schokoladenbraun (*adj.*), chocolate brown

Anschließfarbe (*f.*), color of a fresh cut surface

Hut (*m.*), top

devonisch (*adv.*), Devonian

Mittelharz, name of range of mountains in Germany

Rubinglimmer (*m.*), goethite

Wasserverlust (*m.*), loss of water

Spinellgruppe (*f.*), spinel group

Vertretung (*f.*), substitution

durch Al_2O_3 auch Cr_2O_3 und andere. Bei hoher Temp besteht eine, durch Unterkühlung in manchen „schlackigen Magnet Eisen“ aus Basalten noch erhaltene Mischbarkeit mit FeTiO_3 bzw spinellartigen Verbb wie FeTi_2O_4 oder Fe_2TiO_4 oder beiden zugleich, V M GOLD-
 5 SCHMIDT (*Skr Akad Oslo* 1926 Nr 2, S 82). Bei langsamer Abkühlung entmischen sich diese „Titanomagnetite“ weitgehend, P RAMDOHR (*N Jb Min Beilagebd* 54 A [1926] 335), indem sich Ilmenit in Tafelchen nach (0001) || (111)¹ des Magnetits einlagert. Auch Al_2O_3 entmischt sich zusammen mit MgO oder FeO als Spinell. Über²
 10 das stochiometrische Verhältnis hinaus wird FeO bis zu mehreren Prozenten aufgenommen, M K PALMUNEN (*Fennia* 46 Nr 9 [1925] 18). Behauptete völlige Mischbarkeit ist hier aber wegen Verschiedenheit der Gitter unwahrscheinlich, vgl H GROEBLER, P OBERHOFFER (*Stahl Eisen* 47 [1927] 1988) — Manche Magnetite magmat. Her-
 15 kunft weisen merkbare V-Gehalte auf. Dieses ist wohl ebenfalls in spinellartiger Bindung beigemischt.

Krystallographische Eigenschaften. Regular, hexakisoktaedrisch. Gitter: Spinelltyp. Genauere Darstellung der Verhältnisse bei P NIGGLI, *Bd* 2, S 135. Kantenlänge des Elementarkörpers $a =$
 20 8,37 ± 0,01 Å, R W G WICKOII, E D CRITTENDEN (*J Am Soc* 47 [1925] 2866). Die Kristalle sind meist vorwiegend oktaedrisch, besonders in kontaktmetakommat Lagerstätten auch Rhombendodekaeder. Es sind sehr flächenreiche Kombinationen bekannt, die dann oft rundlich erscheinen. Zwillinge nach (111), dem Spinellgesetz, sind sehr häufig. In Gesteinen oft idiomorph, in Ergussgesteinen auch oft Skelette. Spaltbarkeit nach (111) beruht wohl nur auf Abtrennung nach den Zwillingslamellen nach (111) oder nach den || (111) eingelagerten Ilmenitentmischungstafeln. (111) ist Gleitfläche $k_1 = (111)$, $k_2 = (111)$, A GRUEN (*N Jb Min* 1918, 99).

Unterkühlung (*f*), supercooling
schlackig (*adj*), scoraceous, clinkery

Täfelchen (*n*), platelet, little table
einlagern (*sich*) (*v*), to be intercalated, imbedded

Herkunft (*f*), origin, source

rundlich (*adj*), roundish
idiomorph (*adj*), idiomorphous
Zwillingslamelle (*f*), twinning laminae
Ilmenitentmischungstafel (*f*), ilmenite disintegration flakes

¹ || (111) Many mineralogical expressions are used in this paragraph. This one means parallel to crystal face 111.

² über hinaus, over and beyond, beyond

Physikalische Eigenschaften Bruch muschelrig — Harte 5½ bis 6, D = 4 9 bis 5 2, rein etwa 5 17

Schwacher Metallglanz, eisenschwarz mit Stich nach blau, gelegentlich bei höherem Fe-Gehalt auch nach rotbraun Vollig opak, nur allerfeinste Hautchen und Skelette im Muskovit rauchgrau 5 durchscheinend Strich schwarz Brechungsahl bestimmt durch Reflexion 2 42 für Gelb, ST LORIA, C ZAKRZEWSKI (*1nz Krakau Akad A* 1910 284), Extinktionskoeff 0 55 Danach wäre¹ das Reflexvermögen etwa 0 28

Spezif Wärme 0 17 Kub Ausdehnungskoeff zwischen 16° bis 10 47° 0 000029, P NIGGLI, *Bd 2*, S 138

Magnet Eigenschaften sind von B BAVINK (*N Jb Min Beilagebd* 19 [1904] 425), V QUITTNER (*Ann Phys* [4] 30 [1911] 289), J BUCKENKAMP (*Z Kryst* 36 [1902] 102) studiert — Magnetit ist ferromagnetisch Oft ist er auch polarmagnetisch, aber anscheinend 15 fast stets nur in angewitterten Stücken Der Magnetismus verschwindet bei etwa 570°, was aber nicht mit einer Modifikationsänderung zusammenhängt Magnet Anisotropie wurde von P WEISS (*Eclairage électrique* 7 [1896] 487, 8 [1896] 56, 105, *J Phys theor* [3] 5 [1896] 415) festgestellt 20

Magnetit gehört zu den variablen Leitern, J KOLNIGSBERGER (*Z Elektroch* 15 [1909] 97), J KOLNIGSBERGER, K SCHILLING (*Ann Phys* [4] 32 [1910] 179), vgl auch H BACKSTROM (*Ofvers Akad Stockholm* 45 [1888] 544)

Erzmikroskopisches Verhalten H SCHNEIDLRHOHN (*Anleitung zur mikroskopischen Untersuchung der Erze*, Berlin 1922, S 255), P RAMDOHR (*N Jb Min Beilagebd* 54 A [1926] 320) Polierfähigkeit gut, zeitraubend Reflexvermögen massig, bei Immersion stark

muschelrig (*adj*), conchoidal, shelly, **angewittert** (*p adj*), weathered, flinty efflorescent

allerfeinst (*adj*), very fine

Häutchen (*n*), thin skin, film

Muskovit (*m*), muscovite, potassium mica

rauchgrau (*adj*), smoky gray

polarmagnetisch (*adj*), polar magnetic

anscheinend (*adv*), apparently

Modifikationsänderung (*f*), variation (change) in modification

zusammenhängen (*v*) to be connected with

Polierfähigkeit (*f*), capacity for taking a high polish

zeitraubend (*p p adj*), time-consuming

¹ wäre = wurde sein, the imperfect subjunctive is often used for the present conditional

abnehmend Farbe grauweiss mit deutlichem Stich nach gelblich-braun, der bei Immersion nach mattrosa übergeht Isotrop Gegen Eisenglanz deutlich weicher Ausgezeichnete Strukturatzung mit rauchender Salzsäure macht¹ oft massenhafte Zwillingslamellierung
 5 nach (111) und auch bei chemisch fast genau reinen Magnetiten deutlichen Zonenbau erkennbar Besonders auffallend ist die² in allen Stadien zu verfolgende Martitisierung, die sehr viele Magnetite zeigen Die Deutung der Martitisierung durch J W GRÜNER, G GILBERT, P RAMDOHR und andere, Literatur bei P RAMDOHR (*N Jb Min*
 10 *Beilagebd* 54 A [1926] 332), hat auch die von O MUGGE (*N Jb Min Beilagebd* 32 [1911] 215) beschriebenen Struktureigentümlichkeiten geklärt Sehr hübsch sind auch die Strukturen der entmischten Titanomagnetite Weitere Angaben in der erzmikroskop Literatur

Beim Erhitzen bildet sich aus Magnetit in Luft ab etwa 150° ein
 15 ferromagnet Eisenoxyd, das etwa von 500° an in normalen Eisenglanz übergeht Bei noch weiterer Erhitzung geht dieser dann, etwa von 1200° an, wieder in Magnetit über (Genaueres vgl in „Eisen“ Tl B unter „Eisen und Sauerstoff“ Als geolog. Thermometer sind diese Angaben wegen der starken Abhängigkeit der Rk. von der Anwesen-
 20 heit reduzierender Stoffe und anderem nicht brauchbar

In der Natur tritt neben der gewöhnlichen schon erwähnten Um-
 bildung in Hämatit (Martitisierung) im eisernen Hut eine solche in Limonit häufig auf In der Nachbarschaft von Erzgangen und auch
 weiter verbreitet in grosseren Massiven sind gesteinsbildende Mag-
 25 netite oft in Pyrit verwandelt Pseudomorphosierung in eine ganze Anzahl weiterer Minerale ist bekannt

mattrosa (*adj*), dull pink, dull rose
massenhaft (*adj*), numerous, abundant

Zwillingslamellierung (*f*), twinning laminae

Zonenbau (*m*), zonal structure

Stadien (*n pl*), stages

Martitisierung (*f*), martitization, conversion of magnetite into martite (martite is a form of hematite)

Deutung (*f*), explanation

Struktureigentümlichkeit (*f*), structural peculiarity

brauchbar (*adj*), useful, usable

Nachbarschaft (*f*), neighborhood

gesteinsbildend (*pr p* and *adj*), rock-making

Massive (= massive Gesteine) (*n pl*), massive rocks

Pseudomorphosierung (*f*), pseudomorphosis

1 macht, read with **erkennbar**

2 die zu verfolgende See §1(4)

Vorkommen Magnetit ist ungemein verbreitet in Lagerstätten verschiedenster Art. Er gibt im allgemeinen einen Hinweis auf hohe Bildungstemp., doch fehlt er auch in ¹ sicher bei niedriger Temp. gebildeten Lagerstätten keineswegs.

Er steckt in vielen Steinmeteoriten, auch in Meteoreisen (I). In den durch liquidmagmat. Differentiation gebildeten Nickelmagnetkieslagerstätten ist er als frühe Ausscheidung reichlich verbreitet, aber wirtschaftlich unbedeutend. Riesige Anreicherungen sind durch Krystallisationsdifferentiation entstanden, sie sind wegen des sehr hohen Ti- und Mg-Gehalts zur Zeit nicht bauwürdig (II A 1 b), aber ¹⁰ für die Zukunft von Bedeutung. In den normalen Tiefengesteinen, besonders den SiO₂-ärmeren, ist Magnetit als frühe Ausscheidung verbreitet, durch natürliche Aufbereitung in Flüssen oder an der Meeresküste kann dieser Magnetit bis zur Bauwürdigkeitsgrenze ¹⁵ angereichert sein. Von grosser wirtschaftlicher Bedeutung sind die sehr hochwertigen Lagerstätten des Typus II A 1 d, sie liefern zum Teil Fordererze, die fast ausschliesslich aus Magnetit bestehen.

In den Gruppen pegmatitisch-pneumatolytischer Entstehung ist Magnetit überall vorhanden, bauwürdig im allgemeinen aber nur in den oft sehr reines Erz führenden ² kontaktmetasomatischen Bildgg. an Kalken (II A 2 c). Wegen der reinen Erze haben diese Lagerstätten früher eine grosse Rolle gespielt und sind in zahlreichen Gruben gewonnen worden, jetzt treten sie wegen der Unregelmässigkeit der Erzkörper wirtschaftlich zurück.

Den Lagerstätten der hydrothermalen Phase ist Magnetit im all- ²⁵

ungemein (*adv.*), extraordinarily,
exceedingly

fehlen (*v.*), to fail, to lack, **fehlt er**
keineswegs, it is by no means
absent

stecken (*v.*), to occur

Steinmeteorit (*m.*), stone meteorite

Meteoreisen (*n.*), meteoric iron

Nickelmagnetkieslagerstätten (*f. pl.*), nickeliferous magnetic pyrite deposits, nickelous pyrrhotite deposits

riesig (*adj.*), gigantic

zur Zeit, at present, for the time
being

bauwürdig (*adj.*), workable

Zukunft (*f.*), future

Tiefengestein (*n.*), plutonic rock

Fluss (*m.*), stream, river

Meeresküste (*f.*), seacoast

Bauwürdigkeitsgrenze (*f.*), point of
profitable working

anreichern (*v.*), to concentrate

Fordererz (*n.*), pit ore

Grube (*f.*), pit, hole, mine

Unregelmässigkeit (*f.*), irregularity

1 in gebildeten Lagerstätten See §1

2 führenden, containing

gemeinen fremd, wenn auch von „volligem Fehlen“ nicht gesprochen werden kann, abgebaut wird er aber nirgends

Auch in der Ergussgesteinsreihe ist Magnetit überall vorhanden, er gehört zu den stets vorhandenen Nebengemengteilen aller Ergussgesteine, ist als pneumatolyt Prod, oft in schonen Krystallen in den Dampfabzugsspalten der Vulkane häufig und ist schliesslich auch in den hydrothermalen Gängen als Seltenheit bekannt, aber nirgends bauwürdig — In den submarinen Exhalationslagerstätten (II B 1 b) ist er neben vorherrschendem Hamatit und anderen häufig, aber leicht zu übersehen

In Seifenbildgg ist Magnetit häufig, da diese Magneteisensande meist magmat Magnetiten entstammen, ist der Ti-Gehalt meist zu hoch

Grosse wirtschaftliche Bedeutung hat Magnetit in der Lagerstättengruppe III B 1 b α , wo er neben Siderit, Greenalit, Hamatit und anderen wesentlich am Aufbau, z B der reichen Lagerstätten des Lake Superior Gebiets, oft allerdings übersehen, beteiligt ist Es ist hier vielfach unklar, ob er durch Vorgänge von Diagenese oder Metamorphose aus anderen Erzen entstanden ist oder unmittelbar aus der Lsg, wenn auch zunächst kolloidal, gefällt ist Letzteres ist durch K C BERZ (*C Min* 1922, 569) und andere durchaus wahrscheinlich gemacht In III B 1 b β ist er selten und unwichtig, häufiger in III B 2, wo er offenbar intermediär sich bei Verwitterung eisenreicher Silicate bildet

Gross ist die Verbreitung des Magnetits wieder in der metamorphen Folge Durch Erwärmung am Kontakt von Tiefen- oder Ergussgesteinen werden viele Eisenminerale in Magnetit übergeführt, z B Hamatit, Siderit und Limonit In allen Fällen bedeutet¹ das eine

fremd (*adj*), foreign

Fehlen (*n*), absence, „völliges —“ complete absence

nirgends (*adv*), nowhere

Ergussgesteinsreihe (*f*), igneous rock series

Nebengemengteil (*n*), secondary constituent (of a mineral)

Dampfabzugsspalte (*f*), vapor fissure

Seifenbildgg = Seifenbildungen (*f pl*), alluvial formations

Magneteisensand (*m*), magnetite sand

Greenalit (*m*), greenalite

beteiligen (*sich*) (*an*) (*v*), to take part in, to participate (in)

offenbar (*adv*), obviously, apparently

Verwitterung (*f*), weathering

metamorph (*adj*), metamorphous

Siderit (*m*), siderite (ferrous carbonate)

¹ bedeutet das, this signifies

relative Fe-Anreicherung, zudem werden die Erze der magnet Aufbereitung zugänglich. In den Kontakten an eisenarmen Gesteinen ist die Magnetitbildg oft mit einer Entfärbung verbunden, da er eine geringere farbende Kraft besitzt als Roteisen- oder Brauneisenstein. Die Dislokationsmetamorphose liefert aus Fe-haltigen Silicaten, z B 5 Olivin, schon in der Epizone Magnetit, aus sehr vielen anderen Eisenmineralen besonders in der Meso- und Katazone. Warum hier einmal Magnetit, einmal Hamatit entsteht, ist nicht immer klar. Auch der Magnetit mancher morphosierten Lagerstätten wird abgebaut.

DARSTELLUNG (VON EISEN) AUF CHEMISCHEM WEGE

Darstellung durch Reduktion des Oxyds

Reduktion mit Wasserstoff

[Seite 212–215]

Allgemeines. Im Gegensatz zu den Beobachtungen fruherer 10 Forscher, namentlich von H. MOISSAN (*C r* 84 [1877] 1298, *Ann Chim Phys* [5] 21 [1880] 201), F. GLASER (*Z anorg Ch* 36 [1903] 21), haben neuere Verss, insbesondere von S. HILPERT (*Ber* 42 [1909] 4575), L. MATHESIUS (*Dissert Berlin T II* 1913, S. 15, *Stahl Eisen* 34 [1914] 872), K. HOFMANN (*Z ang Ch* 38 [1925] 715) ergeben, dass 15 die Red. des Fe_2O_3 in stromenden Gasen nicht stufenweise erfolgt, sondern dass im Reaktionsprod. Gemische aller Phasen vom Oxyd bis zum metall. Fe vorliegen konnen. — Die Angaben uber den Beginn der Red. des Oxyds und uber die ¹ zur Herst. des metall. Fe erforderliche Minimaltemp. gehen weit auseinander, jedoch besteht Uberein- 20

zudem (<i>adv</i>), besides, in addition,	einmal einmal , at one time
moreover	at another time
zugänglich (<i>adj</i>), accessible	morphosiert (<i>p adj</i>) morphous
eisenarm (<i>adj</i>), poor in iron	stromende Gase , (streaming) flow-
Kraft (<i>f</i>), power or strength	ing gases
Epizone (<i>f</i>), epizone	auseinandergehen (<i>v</i>), to differ,
Mesozone (<i>f</i>), mesozone	weit — , to differ greatly from each
Katazone (<i>f</i>), catazone (zone of	other
artificial weathering and forma-	
tion of sediments)	

1, die erforderliche Minimaltemp. See §1(5)

stimmung darin, dass ¹ Red des Oxyds mit H oberhalb 350° mit Sicherheit nachweisbar ist, vgl F WUST, P RUTTEN (*Mitt Kaiser Wilhelm Inst Eisenforschung* 5 [1924] 6) S HILPERT (lc) stellte Abhängigkeit des Reduktionsbeginns von der Art der Herst des Oxyds und
 5 seiner Erzeugungstemp fest — Für die Herst von ganz reinem Fe empfiehlt sich ² die Anwendung hoher Temp, s G P BAXTER, CH R HOOVER (*J Am Soc* 34 [1912] 1668, *Z anorg Ch* 80 [1913] 214) — Nach H MOISSAN (*C r* 84 [1877] 1298) sind zur vollständigen Red bei 350° 36 Std, bei 440° 12 Std erforderlich, während von
 10 500° an die Red sehr schnell verläuft — Die ³ von S HILPERT (lc) hauptsächlich an künstlichem Fe₂O₃, von K HOFFMAN (lc) grösstenteils an natürlichem Material angestellten Verss haben die Abhängigkeit der Reduktionsgeschwindigkeit von der physikal Beschaffenheit der Oxyde, besonders von der Gestaltung der Oberfläche
 15 ergeben Vgl auch die Resultate von F WUST, P RUTTEN (lc S 1) über die Abhängigkeit der Reduktionsgeschwindigkeit von Eisenerzen von ihrer Porosität und Gasdurchlässigkeit Näheres über den Verlauf der Red im stromenden H s ⁴ unter Eisen (III)-oxyd „Verhalten gegen Wasserstoff“ in „Eisen“ Teil B Über die bei Einw von H
 20 auftretenden Gleichgewichte s „Das System Eisen-Sauerstoff-Wasserstoff“ in Teil B

Verfahren Über die Darst von pyrophorem Eisen durch Red des Oxyds mit H bei niedriger Temp s unter „Besondere Formen des reinen Eisens“ S 219

25 Laut F WOHLER (*Lieb Ann* 94 [1855] 125) schlugen QUVENNE, MIQUILARD 1840 vor, Eisen für pharmazeut Zwecke durch Red von Fe₂O₃ herzustellen — Ältere Angaben über Darst des „ferrum reductum“ in grösserem Massstabe ⁵ E SOUBEIRAN, J B DUBLANC (*J Pharm Chim* [3] 8 [1845] 187), BURIN-DUBOISSON (*Bt Soc d'Enc*
 30 57 [1858] 633), vgl auch A THIBERGE (*J Pharm Chim* [3] 8

Gestaltung (*f*), form, state

pyrophor (*adj*), pyrophoric

Gasdurchlässigkeit (*f*), permeability to gas

laut (*prep*) according to, in consequence of

1 **darin, dass** See §15(6)

2 **empfiehlt sich**, *is recommended*

3 **Die angestellten Verss** See §1

4 **H s** Two abbreviations, see *Chemical Symbols and Abbreviations* at end of book

5 **in grösserem Massstabe** See §13(4)

[1845] 132) — Über die Verunreinigungen des „ferrum reductum“ und deren Beseitigung¹ s auch S DE LUC^a (C r 51 [1860] 333), DESCHAMPS (J Pharm Chim [3] 38 [1860] 250), L DUSART (J Pharm Chim [3] 39 [1861] 415) — Nach A MATTHILSEN, S PRUS-SZCZEPANOWSKI (Chem N 18 [1868] 114, 20 [1869] 101) gewinnt⁵ man ein S-freies Fe, wenn man sorgfältig gereinigtes FeSO₄ 7H₂O und Na₂SO₄ zu gleichen Teilen im Platintiegel kraftig bis zur Beendigung der SO₂-Entw. glüht. Das² durch Ausziehen und Auswaschen mit H₂O fein verteilte, krystalline Oxyd wird im Platintiegel mit H reduziert und der erhaltene Regulus in einem Kalktiegel mit Hilfe¹⁰ eines Knallgasgeblases umgeschmolzen, um H, Si, P, S usw. restlos zu entfernen — CROIX (C r 78 [1874] 977) befreit die zur Verwendung gelangende FeCl₂-Lsg. mit BaCl₂ von SO₄, beseitigt einen Überschuss von BaCl₂ durch Umkrystallisieren und stellt das zur Red. gelangende Oxyd auf dem Wege über das Hydroxyd¹ her — H KRFUSLER (Verh¹⁵ phys. Ges. [2] 10 [1908] 344) geht von reinstem¹ Mohrschen Salz aus, fällt mit reinster¹ Oxalsäure, verbrennt das Oxalat zu Oxyd, wobei eine Atherflamme benutzt wird, und reduziert das Oxyd in einem Hartglasrohr mit reinstem¹ elektrolyt. H. Um Spuren von S zu entfernen, wird die Gesamtoperation mehrmals wiederholt und sowohl²⁰ auf die Benutzung von Porzellanmaterial als auch von Leuchtgas verzichtet, da selbst durch Quarz bei 1000° noch S aus der Leuchtgasflamme aufgenommen werden soll. Zwischen gepressten Stäbchen aus⁶ diesem bei möglichst niedriger Temp. hergestellten Eisenpulver wird im Vak. ein Lichtbogen erzeugt und das⁶ abschmelzende, H in²⁵

Beendigung (*f*), termination

Ausziehen (*n*), extraction

Kalktiegel (*m*), lime crucible

Knallgasgeblase (*n*), oxyhydrogen blast

gelangen (*zu*) (*v*), to come to, **zur**

Verwendung —, to be used, **zur**

Reduktion — to be reduced

Atherflamme (*f*), ether flame

Gesamtoperation (*f*), entire operation

verzichten (*auf*) (*v*), to renounce

Stäbchen (*n*), small rod or bar

Lichtbogen (*m*), electric arc

abschmelzen (*v*), to fuse, to separate by melting

1 und deren Beseitigung, and their removal

2 Das verteilte Oxyd See §1

3 auf dem Wege über das Hydroxyd, by way of the hydroxide

4 reinstem, reinster, very pure

5 aus diesem hergestellten Eisenpulver See §1

6 das abschmelzende abgebende Eisen See §1

grossen Mengen abgebende Eisen auf Hg aufgefangen, es ist dann sehr duktil, zahe und polierfähig

A SANFOURCHE (*Rev Mét Mém* 16 [1919] 218) lost schwedisches Hufnagelisen in verd Königswasser, filtriert SiO_2 nach Eindampfen zur Trockne ab und fällt das zur Herst des Fe_2O_3 dienende $\text{Fe}(\text{OH})_3$ mit NH_4OH in geringem Überschuss Das gleiche Ausgangsmaterial benutzt L C TURNOCK (*Met Chem Eng* 15 [1916] 260), der das aus Sulfat hergestellte Oxyd trocknet, in einer eisernen Muffel im H-Strom glüht und schliesslich in H erkalten lässt S auch N PARRAVANO, P DE CESARIS (*Gazz* 47 [1917] 144), O RUFF, E GLERSTEN (*Ber* 45 [1912] 69)

Die Darst von Fe-Pulver durch Glühen von Oxalat im H-Strom wurde von F WOHLER (*Lieb Ann* 95 [1855] 192) angegeben — G DRAGENDORFF (*Pharm J* [3] 2 [1872] 988) fällt das Oxalat aus salzsaurer Lsg und glüht es im H-Strom, der mit $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ gereinigt ist — L MOND, C LANGLER (*J Chem Soc* 59 [1891] 1090) fallen das Oxalat aus heisser FeSO_4 -Lsg, waschen es durch wiederholte Dekantation mit H_2O und erhitzen das getrocknete Oxalat im langsamen H-Strom bis zum Aufhören der Gasabgabe Das reduzierte Eisen wird unter Luftausschluss bis zur Beseitigung des Sulfats mit H_2O gekocht, zunächst oberflächlich und dann im H-Strom bei 300° vollständig getrocknet

Beim Erhitzen von Eisensalzlosungen unter Druck in Wasserstoff bildet sich im allgemeinen kein Metall, sondern es¹ werden nur Oxyde oder bas Salze abgeschieden, nur aus einer 0.1 n-Eisenacetatls^g entsteht bei 400° und bei 420 Atm H-Druck eine sehr geringe Menge schwammförmiges Fe, W IPATIEW, W WERCHOWSKY (*Ber* 42 [1909] 2086), W IPATIEW (*Ber* 59 [1926] 1420)

auffangen (v) (auf), to catch up (in),
to collect (into)

Hufnagelisen (n), horseshoe-nail
iron

Eindampfen (n), evaporation, —
zur Trockne, evaporation to dry-
ness

Muffel (f), muffle

Glühen (n), calcination

salzsaure Lösung (f), solution of
hydrochloric acid

reinigen (v), to purify

Aufhören (n), ceasing

Gasabgabe (f), escape of gas
unter Luftausschluss, with exclu-
sion of air

Eisensalzlosung (f), iron salt solu-
tion

0.1 n-Eisenacetatls^g = 0.1 n-Eisen-
acetatlösung (f), 0.1 normal
iron acetate solution

¹ es werden nur Oxyde . abgeschieden See §9

Darstellung von reinstem Eisen für Atomgewichtsbestimmungen
 T W RICHARDS, G P BAXTER (*Pr Am Acad* **35** [1900] 253, *Z anorg Ch* **23** [1900] 247, 251) lösen reines schwedisches Fe in H_2SO_4 , schlagen das Fe elektrolytisch aus der mit Ammoniumoxalat versetzten Lsg nieder, lösen wiederum in reiner, konz HNO_3 , filtrieren das 5 ausgeschiedene C ab und krystallisieren das Nitrat mehrmals um Das mit NH_4OH gefällte Hydroxyd wird in einer Platinschale getrocknet und schliesslich bei 900° in einem Strom von elektrolytisch hergestelltem, gut gereinigtem H im Porzellanrohr 20 Std lang reduziert Ähnlich verfahren F K BELL, W A PATRICK (*J Am Soc* 10 **43** [1921] 451), die das aus Nitrat hergestellte Fe_2O_3 7 Std bei 600° und darauf 1 Std bei 1000° im H-Strom erhitzen Als genaueres Verfahren T W RICHARDS, G P BAXTER (l c S 248) vor allem zur Trennung des Fe von den übrigen Metallen folgende Arbeitsweise Reinste $FeCl_2$ -Lsg wird mit H_2S gesättigt, das Filtrat mit H_2O_2 oxy- 15 diert und Fe als bas Sulfat gefällt Nach dem Auswaschen wird dieses in H_2SO_4 gelöst und die Lsg elektrolytisch reduziert Das aus dieser Lsg gewonnene $FeSO_4 \cdot 7H_2O$ wird mehrfach umkrystallisiert, gelöst und unter Zusatz von Cl-freiem Ammoniumoxalat elektrolysiert (Trennung von Mn und Al) Das Elektrolyseisen wird nach dem oben 20 beschriebenen Verf über das Nitrat und das Hydroxyd in Fe_2O_3 verwandelt und bei 900° im H-Strom bis zur Gewichtskonstanz reduziert Das so hergestellte Eisen weist nur Spuren von Pt und O auf, s auch G P BAXTER (*Pr Am Acad* **39** [1902] 245, *Z anorg Ch* **38** [1904] 237), wonach NH_3 an Stelle von H zur Red von Fe_2O_3 nicht 25 verwendet werden darf¹ — T W RICHARDS, G E BEHR JR (*Z Phys Ch* **58** [1907] 303) empfehlen,² bei der Darst des Fe nach dem Verf von T W RICHARDS, G P BAXTER (l c) an Stelle von konz HNO_3 verdünntes zur Lsg des Eisens anzuwenden, da Si und Fe_2Si

niederschlagen (*v*), to precipitate
Platinschale (*f*), platinum dish or basin

Porzellanrohr (*n*), porcelain tube
lang (*adv*), long, **20 Std lang**, for 20 hours

verfahren (*v*), to proceed, **ähnlich**

—, to proceed similarly or in a like manner

Arbeitsweise (*f*), procedure

Auswaschen (*n*), washing out, rinsing

wonach (*conj*), according to which

1 nicht verwendet werden darf, must not be used

2 empfehlen - anzuwenden, recommend the use of

- von diesem nicht angegriffen werden und sich ¹ leichter abfiltrieren lassen Zur Gewinnung des Oxyds wird das Nitrat bei massiger Temp stufenweise denitriert, man erhält dann bei der Red mit H bei 600° ein pulverförmiges Metall ohne Zusammenhalt, während bei 1100°
 5 ein hartes, nur schwer zerbrechliches ² Metall von silbergrauer Färbung entsteht Vgl auch G P BAXTER, TH THORVALDSON, V COBB (*J Am Soc* **33** [1911] 319, *Z anorg Ch* **70** [1911] 329) Auch G P BAXTER, C R HOOPER (*J Am Soc* **34** [1912] 1657, *Z anorg Ch* **80** [1912] 204) bedienen sich ³ bei der Darst von reinstem Fe eines aus
 10 bas Nitrat durch Gluhen an der Luft hergestellten Fe₂O₃, das bei 1000° in einem mit einer Platinfole ausgekleideten Quarzrohr bis zur Gewichtskonstanz in einem trockenen Luftstrom erhitzt und anschliessend bei 1100° bis 1150° mit H reduziert wird — Vgl auch T W RICHARDS, W T RICHARDS (*J Am Soc* **46** [1924] 92)
 15 Ausserst reines Fe erhalten B LAMBLRT, J C THOMSON (*J Chem Soc* **97** [1910] 2429) Sie elektrolysieren eine Lsg von reinstem FeCl₂, frei von S, As und Erdalkali, zwischen Iridumelektroden, waschen das erzeugte Elektrolytisen mit reinstem H₂O und lösen es in HNO₃ Das 5- bis 6mal umkristallisierte Nitrat wird in einem
 20 Iridiumtiegel, vor der Flamme geschützt, zu Oxyd vergluht und dieses dann in einem Bergkrystallrohr bei 1000° mit H, der elektrolytisch aus Ba(OH)₂-Lsg erzeugt wird, reduziert Die Verwendung von Iridium an Stelle von Platin gestattet ⁴ im Gegensatz zu T W RICHARDS, G P BAXTER (loc) deren Verf prinzipiell zugrunde gelegt wird,
 25 ein Pt-freies Fe zu erhalten Auch lassen ⁵ B LAMBLRT, J C THOM-

denitrieren (*v*), to denitrate

Zusammenhalt (*m*), cohesion

zerbrechlich (*adj*), breakable, fragile

silbergrau (*adj*), silver gray

Platinfole (*f*), platinum foil

auskleiden (*v*), to line

Iridiumtiegel (*m*), iridium crucible

vergluhen (*v*), to bake, to ignite, to calcine

Bergkrystallrohr (*n*), rock crystal tube quartz tube

prinzipiell (*adv*), principally mainly

zugrunde legen (*v*), to take as a basis, start out from

1 sich abfiltrieren lassen See §18(1)

2 ein zerbrechliches Metall See §1(5)

3 bedienen sich eines hergestellten Fe₂O₃ Note use of genitive case after sich bedienen

4 gestattet ein Pt-freies Fe zu erhalten, permits the obtaining of a Pt-free iron

5 lassen fort, omit

son (lc) das vorhergehende Erhitzen des Oxyds im O-Strom, um Nitratreste zu vertreiben, fort,¹ da sich ² so vorbehandeltes Eisenoxyd niemals vollständig reduzieren lässt. Das nach diesem Verf. gewonnene Eisen rostet in Ggw. von H₂O und O nicht.

Verunreinigungen Das aus völlig reinem Eisenoxyd durch Red. 5 bei 900° mit H gewonnene Eisen kann sehr kleine Mengen Sauerstoff enthalten, T. W. RICHARDS, G. P. BAXTER (*Pr. Am. Acad.* **35** [1900] 253, *Z. anorg. Ch.* **23** [1900] 252), besonders gilt dies, wenn das Oxyd durch Zers. des Nitrats hergestellt wird, F. MALLIUS (*Naturw.* **5** [1917] 409), in diesem Falle liegt die Ursache zum Teil wohl in einer nicht 10 ganz vollständigen Red. des Oxyds, I. W. RICHARDS, G. P. BAXTER (lc). Auch die reinsten Proben von „ferrum reductum“ enthalten nach R. SCHLÖCK, TH. DINGMANN (*Z. anorg. Ch.* **166** [1927] 146) kleine O-Mengen, wenn sie nicht nach der Red. in mit H gefüllten, zugeschmolzenen Rohren aufbewahrt werden. — Über die nachtrag- 15 liche Aufnahme von Luftbestandteilen durch reduziertes Eisen s. die eingehenden Verss. von R. RUEB, J. KUSCHMANN (*Z. anorg. Ch.* **173** [1928] 244) und den Abschnitt „Chemisches Verhalten des reinen und technischen Eisens“.

Sehr geringe Mengen Wasserstoff enthält das reinste durch H-Red. 20 gewonnene Eisen stets, doch kann man es durch Schmelzen im Vak. vollkommen davon befreien, G. P. BAXTER (*Am. Chem. J.* **22** [1899] 363), nach H. KREUSLER (*Verh. phys. Ges.* [2] **10** [1908] 344) ist einmaliges Umschmelzen nicht ausreichend. — Jedenfalls ist der Betrag an H, den Eisen bei der Red. aufnimmt, auch nach dem Ab- 25 kühlen im H-Strom so gering, dass er auch bei Atomgewichtsbest. vernachlässigt werden kann, G. P. BAXTER, CH. R. HOOPER (*Z. anorg. Ch.* **80** [1913] 213). — Nach A. SIEVELT (*Z. Elektroch.* **16** [1910] 707) nimmt Fe bei 800° nur 0.0002% H auf. Vgl. über die Wasserstoffaufnahme „Eisen und Wasserstoff“ in „Eisen“ Teil B. 30

Nitratrete (*m*), nitrate residue
vorbehandelt (*p. adj.*), treated beforehand, pretreated
aufbewahren (*v*), to keep, to preserve
einmalig (*adj.*), one-time, single

Umschmelzen (*n*), remelting
ausreichend (*adj.*), sufficient
Betrag (*an*) (*m*), amount (of)
vernachlässigen (*v*), to overlook, neglect

1 See note 5, page 144

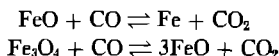
2 **sich**, read with **lässt**

Von anderen Fremdstoffen kommen noch Spuren von Platin in Betracht, die bei der Red in Platingefassen aufgenommen werden können, T W RICHARDS, G P BAXTER (1 c)

Im Gegensatz zu dem ¹ mit allen Vorsichtsmassregeln hergestellten 5 reduzierten Eisen sind kaufliche Präparate von „ferrum reductum“ meist unreiner, s z B F SAUERWALD (*Z anorg Ch* **122** [1922] 278)

Reduktion mit Kohlenoxyd (Kohlenstoff)

Die Red des Eisenoxyds mit Wasserstoff lässt sich bei der Darst von reinem Eisen nicht ohne weiteres durch die Red mit Kohlenoxyd ersetzen, weil C-Abscheidung und Kohlhung eintreten kann, K STAM-
10 MFR (*Pogg Ann* **82** [1852] 138), L GRUNER (*Ann Chim Phys* [4] **26** [1872] 8, *Dingl J* **202** [1871] 160), R AKFRMAN, C G SARNSTROM (*Jernkontorets Ann* [2] **37** [1882] 329), H MOISSAN (*Ann Chim Phys* [5] **21** [1880] 217), GUNTZ (*C r* **114** [1892] 115), S HILPERT (*Ber* **42** [1909] 4580) — Naheres hieruber s in „Eisen“ Teil B unter
15 Eisen (III)-oxyd „Verhalten gegen Kohlenoxyd“ Über die bei der Einw von CO auf Fe₂O₃ auftretenden Gleichgewichte s in Teil B „Das System Eisen-Kohlenstoff-Sauerstoff“ — Über die Vermeidung der Carbidbildg bei tieferen ² Temp im Verlaufe der Rkl



vgl R SCHENCK, TH DINGMANN (*Z anorg Ch* **166** [1927] 122)
20 — Angaben über die zur Herst von metall Eisen erforderliche Minimaltemp findet man bei L MATHLISIUS (*Stahl Eisen* **34** [1914] 866), A LIEDEBUR (Handbuch der Eisenhüttenkunde, neubearbeitet von H v JUPITER, 6 Aufl, Leipzig 1923, Abt I, S 360)

Im Zusammenhang hiermit stehen die zahlreichen Verff zur Gewinnung von technisch reinem Eisen durch direkte Red der Erze,
25 bei denen meist schwammförmiges Metall von hoher Reinheit erzeugt wird Vgl naheres hieruber unter „Direkte Stahlerzeugung“

in Betracht kommen, to have to be taken into account	kauflich (<i>adj</i>), commercial
Vorsichtsmassregel (<i>f</i>), precautionary (safety) measure	Kohlhung (<i>f</i>), carbonization
	neubearbeiten (<i>v</i>), to revise

1 dem hergestellten Eisen See §1

2 tieferen positivieren, what is the force of the suffix -er? See §13

Reduktion mit Metallen

Auf trockenem Wege lässt sich Eisen aus dem Oxyd durch Erhitzen mit positiveren¹ Metallen abscheiden, so² mit Calcium oder Calciumhydrid CaH_2 bei heller Rotglut, F M PERLEIN, L PRATT (*Trans Faraday Soc* **3** [1908] 181) — Auch auf aluminothermischem Wege kann man das Metall aus dem Oxyd gewinnen, H GOLDSCHMIDT ⁵ (*Lieb Ann* **301** [1898] 19, *Z Elektroch* **4** [1898] 494) In ähnlicher Weise gelingt die Abscheidung durch Verwendung des sogenannten „Mischmetalls“, das durch Schmelzelektrolyse der Chloride der seltenen Erden aus Monazitsand gewonnen wird und sich infolge seiner hohen Verbrennungswärme für solche Redd besonders eignet, ¹⁰ L WEISS, O AICHEL (*Lieb Ann* **337** [1904] 376)

Lsgg von Eisenchlorid oder -sulfat werden durch Zink nach N W FISCHER (*Pogg Ann* **9** [1827] 266) zum größten Teil als Oxyd gefällt, eine geringe Menge Fe überzieht das Zn metallisch „Vollzieht¹ sich die Rk in einer geschlossenen Flasche und liegt die Spitze ¹⁵ des Zinkstabchens fest an der Wand des Glases an, so wächst das reduzierte Eisen am Glase selbst fort“ Taucht man reines Zn in Stabform in eine neutrale sd Lsg von FeCl_2 , so überzieht es sich mit metall Fe — O PRÄFINGER (*Monatsh* **14** [1893] 368) gibt an, dass auch metall, pulverförmiges Mangan aus einer Lsg von FeSO_4 ²⁰ Eisen abscheidet

trocken (*adj*), dry, **auf —em Wege**,
by a dry method

Rotglut = **Rotglühhitze** (*f*), red
heat, **bei heller —**, with a bright
red heat

aluminothermisch (*adj*), aluminothermic, **auf —em Wege**, in an
aluminothermic way [alloy

„**Mischmetall**“ (*n*), mixed metal,
seltene Erden (*f pl*), rare earths

Schmelzelektrolyse (*f*), fusion electrolysis

Monazitsand (*m*), monazite sand,
aus —, made of monazite sand

vollziehen (sich) (*v*), to be executed,
to take place

anliegen (an + dat) (*v*), to lie (be)
close to or near (to)

Spitze (*f*), point

Zinkstabchen (*n*), small zinc rod
fortwachsen (an + dat) (*v*), to
grow (on)

Stabform (*f*), rod shape

¹ See note 2, page 146

² so, thus

³ **Vollzieht sich** , so See §2

SELECTIONS FROM METALLURGICAL REFERENCE BOOKS

PAUL OBERHOFFER, *DAS TECHNISCHE EISEN*

(Zweite Auflage, Berlin, Springer, 1925)

I Definition und Einteilung des Technischen Eisens

[Seite 1-8]

Das technische Eisen enthält ausser Eisen eine Reihe von anderen Elementen, die bei seiner Herstellung teils ohne Absicht infolge der¹ in den Ausgangsprodukten enthaltenen Verunreinigungen hineinge-
langen, teils zur Erzielung besonderer Eigenschaften absichtlich zu-
gesetzt werden. Zur ersten Gruppe dieser sogenannten Fremdkörper
gehören Kohlenstoff, Phosphor, Schwefel, Arsen, Kupfer, Silizium und
Mangan, von der letzteren seien² Nickel, Chrom, Wolfram, Molybden,
Vanadium, Titan, Kobalt und Aluminium erwähnt. Obwohl Kohlen-
stoff, Silizium, Mangan und Phosphor in keinem technischen Eisen
vollständig fehlen durften,³ kann auch der Gehalt an diesen Elementen
mit Absicht zur Regelung der Eigenschaften bemessen werden. In
besonders hervorragendem Masse ist dies⁴ der Fall für den Kohlen-
stoff. Der Gehalt an diesem Element bildet die Grundlage für die
Einteilung der technischen Eisensorten, weil bis zu einem Kohlen-
stoffgehalt von 1,8-2% das Eisen die technisch ausserst wichtige
Eigenschaft besitzt, bei höheren Temperaturen ein gewisses Mass
von Bildsamkeit oder Formänderungsfähigkeit aufzuweisen,⁵ die zu
seiner Verarbeitung durch Walzen, Schmieden, Pressen und dergleichen
erforderlich ist. Diese Eigenschaft heisst Schmiedbarkeit oder Warm-
bildsamkeit, und man nennt alle technischen Eisensorten mit weniger

hineingelangen (*v*), to get in

absichtlich (*adv*), intentionally

bemessen (*v*), to measure, to adjust

hervorragend (*adv*), outstanding,

in —em Masse, to a high degree

Bildsamkeit (*f*), flexibility, plas-
ticity

Formänderungsfähigkeit (*f*), abil-
ity to change form, plasticity

Schmieden (*n*), forging

Warmbildsamkeit (*f*), forgeability

1 **der enthaltenen Verunreinigungen** See §1

2 **seien erwähnt** See §10(2)

3 **durften**, *should*

4 **dies, this** See §14(3)

5 **aufzuweisen**, complementary infinitive of **besitzt** See §18

als 1,8–2% Kohlenstoff schmiedbares Eisen Die nichtschmiedbaren Eisensorten mit mehr als 1,8–2% Kohlenstoff heissen Roheisen Eine scharfe Grenze zwischen beiden Gruppen technischer Eisensorten lässt sich nicht ziehen, weil die Schmiedbarkeit einerseits mit steigendem Kohlenstoffgehalt des Eisens allmählich abnimmt und 5 nicht plötzlich verschwindet, anderseits durch die gleichzeitige Anwesenheit anderer Fremdkörper beeinflusst wird

Das schmiedbare Eisen wird in Schmiedeeisen und Stahl eingeteilt Bei Anwesenheit geringer Mengen anderer Fremdkörper liegt die Grenze zwischen diesen beiden Untergruppen bei einem Kohlenstoff- 10 gehalt von 0,4% Die Unterteilung erfolgt auf Grund der Tatsachen, dass Stahl harter, fester und sproder ist als Schmiedeeisen und durch Abschrecken oder Harten (Erhitzung auf hohe Temperaturen und nachfolgende sehr rasche Abkühlung) eine grossere Hartesteigerung aufweist als Schmiedeeisen Da aber die erwähnten Eigenschaften, wie 15 Harte, Festigkeit, Sprodigkeit und Hartbarkeit, sich mit steigendem Kohlenstoffgehalt kontinuierlich verändern, ist eine solche Unterteilung willkürlich Weder der englische noch der französische Sprachgebrauch kennt eine Unterscheidung zwischen Schmiedeeisen und Stahl, vielmehr heisst jedes schmiedbare Eisen, unabhängig vom 20 Kohlenstoffgehalt, Stahl Zur besonderen Kennzeichnung wird lediglich ein Eigenschaftswort, wie weich, mittelweich, extraweich bzw hart, mittelhart, extrahart, hinzugefügt Auch im deutschen Sprachgebrauch macht sich, wie schon Ledebur (Handbuch der Eisenhüttenkunde, 5 Auflage 1906) ausführt, eine zunehmende Verwischung 25 des erwähnten Unterschiedes bemerkbar Es ist daher durchaus erklärlich, dass die¹ vom internationalen Verband für die Materialprüfungen der Technik eingesetzte Kommission, deren spezielle Auf-

einerseits anderseits, on the one hand on the other hand

Untergruppe (*f*), subgroup

Abschrecken (*n*), quenching, chilling

Sprödigkeit (*f*), brittleness

Härtbarkeit (*f*), ability to be hardened (tempered)

kontinuierlich (*adv*), continually

willkürlich (*adj*), arbitrary

weder noch (*conj*), neither nor

Sprachegebrauch (*m*), (colloquial) usage, language

Eigenschaftswort (*n*), adjective

hinzufügen (*v*), to add, to append to

ausführen (*v*), to explain, to state

Verwischung (*f*), effacement, disappearance

erklärlich (*adj*), clear, plausible

1 die eingesetzte Kommission, the committee that was established

- gab die Aufstellung einer einheitlichen Nomenklatur des Eisens war, dem¹ im Jahre 1912 in New York tagenden Kongress die Abschaffung der Unterteilung und die einheitliche Benennung jedes schmiedbaren Eisens, unabhängig vom Kohlenstoffgehalt, mit „Stahl“ vorschlug
- 5 Die Annahme dieses Vorschlages scheiterte jedoch insbesondere am Widerstand der deutschen Mitglieder des Kongresses, die auf die Schwierigkeiten wirtschaftlicher Natur hinwiesen, die eine Veränderung des jetzigen Sprachgebrauches für Deutschland im Gefolge haben wurde. Die Kommission zog infolgedessen ihren Antrag zurück.
- 10 Der deutsche Verband für die Materialprüfung der Technik und die Behörden halten auch heute noch an der Unterscheidung zwischen Schmiedeeisen (oder kurzweg Eisen) und Stahl im erwähnten Sinne fest.

Je nachdem, ob das schmiedbare Eisen im teigigen oder im flüssigen

15 Zustande gewonnen, d. h. nach dem älteren Puddel- oder nach einem der neueren Verfahren zur Gewinnung des Eisens im flüssigen Zustande hergestellt worden ist, unterscheidet man Schweiss-Schmiedeeisen bzw. Fluss-Schmiedeeisen oder kurzweg Schweiss- bzw. Flusseisen sowie Schweisstahl und Flusstahl. •

- 20 Das Schweisseisen wird eingeteilt nach Festigkeitseigenschaften und Verwendungszweck in

Aufstellung (*f*), setting up, establishment
tagen (*v*), to sit (assemblies), to hold a meeting
Abschaffung (*f*), removal, doing away, abolishment
Annahme (*f*), acceptance
scheitern (*an*) (*v*), to fail (because of)
Widerstand (*m*), resistance
Mitglied (*n*), member
jetzig (*adj*), present
Gefolge (*n*) **im** — **haben**, to involve, to entail
zurückziehen (*v*), to withdraw
Antrag (*m*), motion, proposal
Behörden (*f pl*), authorities
festhalten (*an*) (*v*), to adhere (to)

je nachdem (*adv*), in proportion as, according as
teigig (*adj*), pasty, **im** — **en Zustande**, in a pasty condition
Schweiss-Schmiedeeisen (*n*), weld iron, wrought iron produced in pieces that weld together (puddling process)
Fluss-Schmiedeeisen (*n*), ingot iron, wrought iron produced in liquid state
Schweistahl (*m*), welding steel, wrought steel
Flusstahl (*m*), ingot steel, low-carbon steel
Festigkeitseigenschaft (*f*), solidification property

¹ dem . . Kongress, object of vorschlug

- 1 Schweisseisen ohne Abnahmebedingungen
 - a) Handelseisen
 - b) Schrauben- und grobkorniges Pressmuttereisen
 - c) Hufstabeisen
 - d) Fittings- und Muffeneisen
- 2 Schweisseisen mit Abnahmebedingungen
 - a) Gütestufe „best“ für Bauwerkisen, Oberbau, Eisenbahnfahrzeuge, Schiffs- und Maschinenbau Festigkeit je nach Dicke 34–36 kg/qmm,¹ Dehnung 12 %
 - b) Gütestufe „best best“ für Eisenbahnmateriäl Schrauben, 10 Niete Ketten, Kupplungen usw Stabeisen für Maschinenbau Festigkeit je nach Dicke 35–37 kg/qmm, Dehnung 18–15 %
 - c) Gütestufe „best best best“ für Eisenbahn-, Schiffs- und Maschinenbau Festigkeit 37–38 kg/qmm, Dehnung 18–20 %¹⁵

Die im flüssigen Zustande erzeugten schmiedbaren Eisensorten benennt man häufig nach dem besonderen Herstellungsverfahren. Es² ergeben sich also Bezeichnungen wie Thomas-,³ Bessemer-, Siemens-Martin-Eisen und -Stahl, ferner auch basisches oder saures Eisen bzw. ebensolcher Stahl. Nach irgendeinem der vorstehenden,²⁰ also auch nach dem Puddelverfahren hergestellter, sodann im Tiegel umgeschmolzener Stahl heisst Tiegelstahl, Tiegelgussstahl oder kurzweg Gussstahl. Diese letztere Bezeichnung, die also ursprünglich nur

Abnahmebedingungen (*f pl*), specifications
Schraubeneisen (*n*), screw (stock) iron
Pressmuttereisen (*n*), pressed nut iron
grobkornig (*adj*), coarse-grained
Hufstabeisen (*n*), horseshoe iron
Fittings-eisen (*n*), fittings iron
Muffeneisen (*n*), socket or faucet iron
Gütestufe (*f*), grade (of quality)
Oberbau (*m*), superstructure

Eisenbahnfahrzeuge (*n pl*), railroad cars
Schiffsbau (*m*), ship-building, construction of ships
Maschinenbau (*m*), machine (building), construction of machines
Eisenbahnmateriäl (*n*), railroad material
Niete (*f*), rivet
Kupplung (*f*), coupling
ebensolch (*adj*), like, similar, -- er
 Stahl, steel of the same kind
irgendein (*adj*), any one (whatsoever)

1 Festigkeit je nach Dicke 34–36 kg/qmm = Die Festigkeit beträgt 34–36 kg je Quadratmillimeter, the tensile strength is 34–36 kg per square millimeter

2 Es ergeben sich also, accordingly there are obtained See §9

3 Thomas- etc., notice use of hyphen, read each component both with -Eisen and -Stahl

für den im Tiegel hergestellten ¹ Stahl üblich ist, wird in neuerer Zeit auch angewendet auf den im Elektroofen hergestellten ¹ Stahl. Dieser sollte ² aber zum mindesten als Elektrostahl oder besser Elektrogussstahl bezeichnet werden.

- 5 Das im flüssigen Zustande erzeugte ¹ schmiedbare Eisen wird entweder in Blöcke mit quadratischem, polygonalem, rundem oder besonders geformtem, oder in Brammen mit annähernd rechteckigem Querschnitt (hauptsächlich für Bleche) vergossen, und diese werden sodann weiter verarbeitet durch Walzen, Schmieden, oder aber die
 10 typische Eigenschaft des schmiedbaren Eisens, nämlich die Schmiedbarkeit, wird nicht ausgenutzt, das Eisen wird vielmehr zu Stahlguss oder besser Stahlformguss vergossen, d. h. es wird nicht weiter verarbeitet, sondern schon durch das Gießen in die gewünschte, endgültige Form gebracht. Blöcke und Brammen werden zunächst zu
 15 Zwischenerzeugnissen, wie Riegel, Platten, Knüppel usw., verarbeitet, die dann zur Herstellung des Fertigerzeugnisses dienen.

Stahlformguss wird ¹ eingeteilt wie folgt:

Sorte	Mindest-Festigkeit	Mindest-Drehung ^b
St. I 38	38 kg/qmm	20 ‰
St. I 45	45 kg/qmm	16 ‰
St. I 52	52 kg/qmm	12 ‰
St. F 60	60 kg/qmm	8 ‰

a) Diese und die nachfolgende Einteilung des Stahlformgusses, des Gusseisens und des Graugusses folgt in grossen Zügen dem ³ Vorschlag des Vereins Deutscher Eisenhüttenleute an den Normenausschuss der Deutschen Industrie bzw. den ³ durch diesen gemachten Abänderungen. Die Angaben sind noch nicht endgültig.

b) Kurzstabe von 20 mm φ bei 100 mm Messlänge.

anwenden (auf) (*v*), to apply (to a thing)

Bramme (*f*), slab (of iron)

annähernd (*adv*), approximately

oder aber (*conj*), or

gewünscht (*p. adj*), desired

endgültig (*adj*), final, definitive

Riegel (*m*), rail, bar, bolt

Platine (*f*), plate, mill bar

Knüppel (*m*), billet, cudgel

Zug (*m*), line, in grossen Zügen, in the main

Eisenhüttenleute (*m pl*), iron workers, metallurgists

Abänderung (*f*), modification, change, amendment

Kurzstab (*m*), short bar (rod)

Messlänge (*f*), gage length

1 See §1

2 sollte bezeichnet werden See §10(4)

3 dem Vorschlag den Abänderungen, objects of folgt, which governs the dative case

4 φ = Durchmesser, diameter

Bei Lieferung von Stahlformguss mit magnetischen Eigenschaften legt man allgemein folgende Zahlen zugrunde

Magnetische Induktion	B =	12 000	bei	7,7	Amp	Wind ¹
"	"	B =	15 000	"	25	"
"	"	B =	175 000	"	100	"

Flusseisen wird eingeteilt wie folgt

- A Eisenbahnmaterial**
- 1 Schienen für Haupt- und Nebenbahnen 5
 - 2 Strassenbahnschienen
 - 3 Schwellen für Haupt- und Nebenbahnen
 - 4 Kleineisenzeug, wie Laschen, Unterlagsplatten, Hakenplatten, Klemmplatten, Hakennagel, Schwellenschrauben, Laschenschrauben, Hakenschrauben, Federringe, Radlenker 10
 - 6 Weichenplatten
 - 7 Radreifen
 - 8 Achsen
 - 9 Schmiedeter Stahl
- B Bauwerkseisen** 15
- 1 Formeisen, wie Träger, [— und Zorseisen (Belageisen), Stabeisen (Rund-, Vierkant-, Sechskant- und Achtkanteisen), Flach- und Halbbrundeisen, Universaleisen, Winkel-, T-, Z- und ähnliche Walzeisen

zugrundelegen (<i>v</i>) = zu Grunde legen, to take as a basis, to start out from	Schwellenschrauben (<i>f pl</i>), tie bolts
wie folgt , as follows	Laschenschrauben (<i>f pl</i>), shackle screws, shackle bolts
Schiene (<i>f</i>), rail	Federring (<i>m</i>), spring ring
Hauptbahn (<i>f</i>), main track	Radlenker (<i>m</i>), wheel guide, guiding wheel
Nebenbahn (<i>f</i>), side-track	Weichenplatten (<i>f pl</i>), switch plates
Strassenbahnschiene (<i>f</i>), street-car rail	Radreifen (<i>m</i>), tire rim
Schwelle (<i>f</i>), tie, sleeper (in railroad)	Achse (<i>f</i>), axle
Kleineisenzeug (<i>n</i>), small iron product	Zorseisen (<i>n</i>) = Belageisen , plating or flooring iron
Lasche (<i>f</i>), railroad side-bar, shackle (in railroad)	Vierkanteisen (<i>n</i>), square bar iron
Unterlagsplatte (<i>f</i>), base, foundation, sole plate	Sechskanteisen (<i>n</i>), hexagonal bar iron
Hakenplatte (<i>f</i>), hook plate	Achtkanteisen (<i>n</i>), octagonal bar iron
Klemmplatten (<i>f pl</i>), iron tongs (pliers, clamps, clips)	Winkelisen (<i>n</i>), angle iron

¹ Wind = Windungen, windings

154 CHEMICAL AND TECHNICAL GERMAN

2. Schraubeneisen
3. Nieteisen
4. Handelseisen

C. Geschmiedeter Stahl

Sorte	Festigkeit kg/qmm	Dehnung %
St 34	34-42	≥ 25
St 36	36-44	≥ 22
St 42	42-50	≥ 20
St 50	50-60	≥ 18
St 60	60-70	≥ 14
St 70	70-80	≥ 10

5 D Bleche

- 1 Feibleche, ≤ 3 mm
- 2 Mittelbleche, 3-5 mm
- 3 Grobbleche, ≥ 5 mm
- 4 Riffel- und Schwarzbleche

10 Bezüglich der Güte unterscheidet man

- 1 Gewöhnliche Bleche oder Handelsware
- 2 Baubleche
- 3 Schiffsbleche
- 4 Kesselbleche
- 5 Sonderbleche

15

E Draht

- 1 Walzdraht
- 2 Gezogene Stiftdrahte, Zaundrahte u dgl
- 3 Verzinkter, gegluhter Telegraphendraht (Flusseisen) ≥ 40 kg/qmm
- 4 Verzinkter Telephondraht (Flusstahl), 130-140 kg/qmm
- 5 Draht für Drahtseile
- 6 Klavierdraht

20

F Rohre

- 1 Nahtlose Rohre für Lokomotivkessel
 - a) Siederohre
 - b) Rauchrohre
- 2 Feuer- und Ankerrohre für Schiffskessel

25

Feiblech (*n*), thin gaged plate, foil
Grobblech (*n*), heavy plate
Riffelblech (*n*), corrugated sheet steel
Baublech (*n*), structural plate

Schiffsblech (*n*), ship plate
Drahtseil (*n*), wire rope, wire cable
Rauchrohr (*n*), smoke flue, fire tube
Ankerrohr (*n*), anchor tube

- 3 Rohre für Länddampfkessel
- 4 Nahtlose Wasserrohrkessel für engrohrige Wasserrohrkessel
- 5 Nahtlose und überlappt- oder patentgeschweisste Rohre für Dampfleitungen, Zentralheizungen, Rohrschlangen, Ölleitungen usw.
- 6 Rohre für gewöhnliche Wasser- und Gasleitungen bis 4" 5
1 W
- 7 Mit Wassergas oder im Koksfeuer geschweisste Rohre
- 8 Gefässe für verflüssigte oder verdichtete Gase

Eine besondere Gruppe bilden endlich die Werkzeugstähle, die sich 10 im wesentlichen von den vorhergehenden Erzeugnissen durch höheren Kohlenstoffgehalt unterscheiden. Dieser liegt etwa zwischen 0,6 und 1,5%, während er bei der vorhergehenden Gruppe etwa zwischen 0,1 und 0,7% gelegen ist. Ganz allgemein unterscheidet man drei 15 Qualitäten: zähhart, hart, sehr hart. Über den besonderen Verwendungszweck und die Güteabstufungen enthalten die entsprechenden Abschnitte dieses Buches nähere Einzelheiten. Letzteres ist ferner der Fall für die 1 in keine der beiden Gruppen einzureihenden Einsatzstähle, Federstahl, Magnetstahl, nichtrostende Stähle und andere 20 Stähle für besondere Zwecke.

Sie gehören im übrigen meist der Gruppe der Spezial- oder Sonder- oder legierten Stähle an, d. h. denjenigen schmelzbaren Eisensorten, die zur Erzielung besonderer Eigenschaften mit beabsichtigtem Zusatz von besonderen Elementen erzeugt werden. Zur Kennzeichnung des Stahls dient in erster Linie die Art der Legierungselemente, z. B. 25 Nickelstahl, Nickelchromstahl usw. Die Spezialstähle, denen 2 übrigens nur in den allerseltensten Fällen der Kohlenstoff praktisch vollständig fehlt, heißen ternär, wenn sie ein Legierungselement, quaternär, wenn sie zwei Legierungselemente, und komplex, wenn sie mehr als zwei Legierungselemente enthalten. Die legierten Stähle 30

engrohrig (<i>adj</i>), with small tubes, which have narrow tubes	1 W = lichte Weite, inside diameter
überlapptgeschweisst (<i>p adj</i>), lap-welded	einreihen (<i>v</i>), to classify
patentgeschweisst (<i>p p</i>), patent welded, butt-welded	Einsatzstahl (<i>m</i>), case-hardened steel
Rohrschlange (<i>f</i>), coil of pipe	beabsichtigt (<i>adj</i>), intentional
	allerseltenst (<i>adv</i>), very seldom, very rare

1 die einzureihenden Einsatzstähle See §1(4)

2 denen fehlt, *which lack* Notice dative case of relative pronoun, object of *fehlen*

werden üblicherweise eingeteilt in Konstruktions- oder Baustahle und Werkzeugstahle, und diese Einteilung hat sich allgemein auch für nichtlegierte Stahle dort Eingang verschafft, wo die legierten Stahle am meisten verwendet werden, nämlich im Automobil-, Flugzeug- und Präzisions-Werkzeugmaschinenbau. Man unterscheidet allgemein niedrig, mittel und hoch legierte Stahle. Über den besonderen Verwendungszweck enthalten die entsprechenden Abschnitte dieses Buches nähere Einzelheiten.

Insbesondere die legierten Stahle werden von den Herstellern häufig mit besonderen Bezeichnungen benannt, die mit den Eigenschaften oder mit dem Verwendungszweck nichts zu tun haben und lediglich aus kaufmännischen Gründen gewählt werden. Es erubrigt sich, hierauf näher einzugehen.

Die Legierungen mit mehr als 1,7 % Kohlenstoff heissen, wie schon erwähnt, Roheisen. Man unterscheidet zwei grosse Gruppen, je nachdem, ob der Kohlenstoff ausschliesslich als Eisenkarbid, Fe_3C , oder nur teilweise als solches, im übrigen als elementarer Kohlenstoff Graphit oder Temperkohle, zugegen ist. Im ersteren Falle handelt es sich um weisses, im letzteren um graues Roheisen. Aus einem Gemisch bei der Roheisenarten bestehende Sorten heissen mehrt. Das Roheisen enthält ausser Kohlenstoff, wie das schmiedbare Eisen, jedoch meist in höherer Masse als dieses, eine Reihe von Fremdkörpern. Je nach dem Herstellungsverfahren unterscheidet man Koksroheisen, Holzkohlenroheisen, Elektroroheisen und synthetisches Roheisen. Die drei ersten Gruppen umfassen die aus Eisenerzen, eisenhaltigen Zusätzen, Eisenabfällen (Schrott) und schlackenbildenden Zuschlägen durch reduzierendes Schmelzen im Hochofen gewonnenen Erzeugnisse, während das synthetische Roheisen aus Eisenabfällen, kohlendenden Mitteln und schlackenbildenden Zuschlägen im Hochofen, Elektro-, Herd- oder Kupolofen gewonnen wird. Mit Rücksicht auf die je nach der üblicherweise (*adv*), usually **Eingang** (*m*), entrance, introduction, sich -- verschaffen (*v*), to be introduced **Flugzeugbau** (*m*), airplane construction **Präzisions-Werkzeugmaschinenbau** (*m*), construction of precision tool machines

mehrt (*adj*), mottled (**Roheisen**) **Koksroheisen** (*n*), coke pig iron **Holzkohlenroheisen** (*n*), charcoal pig iron **Schrott** (*m*), scrap (iron) **mit Rücksicht auf**, in regard to **Marktlage** (*f*), condition of the market

1 die gewonnenen Erzeugnisse Sec §1

Marktlage eintretenden Verschiebungen in der Verwendung des Schrottanteils kann eine scharfe Grenze zwischen beiden Gruppen heute nicht mehr gezogen werden. Die Weiterverarbeitung des Roheisens erfolgt auf verschiedene Weise

Es wird entweder ¹ durch oxydierendes Schmelzen (Frischen) zu schmiedbarem Eisen weiterverarbeitet, wobei alle Fremdkörper eine wesentliche Abnahme erleiden, oder ¹ durch eine geeignete Glühbehandlung, das Tempern, wird unter Ausschluss oxydierender Einflüsse der ² ausschliesslich als Eisenkarbid vorhandene Kohlenstoff ² des in diesem Falle weissen Roheisens ganz oder teilweise in elementaren Kohlenstoff zwecks Erzeugung von schmiedbarem Guss oder Temperguss verwandelt (amerikanisches Verfahren), — oder ¹ die Glühbehandlung erfolgt mit oxydierenden Mitteln, sodass ausser einer Umwandlung der Kohlenstoffform eine Abnahme des Gehaltes an diesem Element erfolgt (europäischer Temperguss), — oder ¹ das in diesem Falle graue Roheisen wird direkt aus ¹ dem zur Erzeugung dienenden Ofen in Formen vergossen zu Gusswaren erster Schmelzung, — oder ¹ eine geeignete Mischung oder Gattierung von Roheisensorten wird in einem besonderen Ofen (Kupol-, Herd-, Tiegel-, Elektroofen) lediglich umgeschmolzen zu Gusswaren zweiter Schmelzung oder kurzweg Gusseisen oder Grauguss

Je nach der Art des beabsichtigten Fertigerzeugnisses werden an die einzelnen Ausgangserzeugnisse bezüglich der chemischen Zusammensetzung verschiedenartige Anforderungen gestellt, die eine besondere Einteilung dieser Erzeugnisse bedingen

Das zur Erzeugung von schmiedbarem Eisen dienende ⁴ Roheisen wird eingeteilt in Puddelroheisen, Thomasroheisen, Bessemerroheisen und Stahleisen. Die nachfolgende Tabelle gibt einen ungefähren Anhalt über die Zusammensetzung einiger wichtiger Eisensorten

Schrottanteil (<i>m</i>), scrap piece	Tempern (<i>n</i>), tempering
Weiterverarbeitung (<i>f</i>), further treatment, ulterior manufacture	Ausgangserzeugnis (<i>n</i>), initial or starting product
Frischen (<i>n</i>), refining (of metals)	stellen Anforderungen , to set requirements
weiterverarbeiten (<i>v</i>), to treat (manufacture) further	

1 entweder oder . oder, correlative conjunctions See §17(2)

2 der vorhandene Kohlenstoff des weissen Roheisens is the subject of this clause, wird verwandelt is the verb

3 aus dem dienenden Ofen See §1

4 das dienende Roheisen. See §1.

	C	Si	Mn	P	S
Puddelroheisen weiss	2,5	0,5	2,0	0,4	0 04-0,1
Puddelroheisen grau	2,5	2,5	2 0	0,4	0 04-0,1
Stahlroheisen Rhld -Westf	3,5	1,6	2,0	0,3	0,03-0,05
Stahlroheisen Sieg	4,0	0,5	6 0	0 08	0,01-0,03
Bessemerroheisen	3,5	2 0	2,5	0 08	0 01-0,03
Thomassoheisen Rhld -Westf	3 8	0 7	1,5	1,8	0 1 -0,15
Thomassoheisen Lothr -Lux O M	3 1	0 6	0 3	1,8	0,08-0,15
Thomassoheisen Lothr -Lux M M	3 1	0 6	1,5	1,8	0 04-0,07

Zur Erzeugung von europaischem Temperguss dienen Schmiedeeisen, Tempergusschrott und verschiedene Roheisensorten, darunter ¹ die eigens fur das Verfahren hergestellten Temperroheisen in solcher Mischung oder Gattierung unter Berucksichtigung der geringen ⁵ Veranderungen der chemischen Zusammensetzung durch das Herstellungsverfahren, das das Endprodukt je nach der Wandstarke etwa

2 3-3,3%, Kohlenstoff,
0,4-0,8%, Silizium,
0,4%, Mangan,
nicht uber 0 2%, Phosphor und
0,1%, Schwefel

enthalt. Die nachfolgenden Zahlen geben die chemische Zusammensetzung einiger Spezial-Temperroheisensorten wieder

	C	Si	Mn	P	S
Temperroheisen grau	4 1	1 2	0,1	0,03	0 05
Temperroheisen weiss	3 2	0 5	0 1	0 04	0 19

Zur Erzeugung von Gusswaren zweiter Schmelzung dienen neben ¹⁰ Schmiedeeisen und Graugusschrott verschiedene Roheisensorten in einer fur die Lizielung der Zusammensetzung des Endproduktes geeigneten Mischung oder Gattierung unter Berucksichtigung der Veranderung der chemischen Zusammensetzung durch den Um-

Rhld Westf = Rheinland Westfalen

Lothr -Lux O M = Lothringen-Luxemburg O M

Lothr -Lux M M = Lothringen-Luxemburg M M

eigens (*adv*), expressly, on purpose
geeignet (*adj*), suitable, fit

¹ darunter die hergestellten Temperroheisen, among them the tempered pig irons that have been prepared expressly for the process

schmelzprozess Die nachfolgende Zusammenstellung enthält die Zusammensetzung einiger wichtiger Roheisensorten für Gießereizwecke

	C	Si	Mn	P	S
Hamatit	4,0	2,3	max 1,2	0,1	0,04
Gießereisen Nr I	4,0	2,25-3	max 1,0	0,7	0,04
Gießereisen Nr III Rhld-Westf	3,8	1,8-2,5	max 1,0	0,9	0,06
Gießereisen Nr III Lothr-Lux	3,8	1,8-2,5	max 0,8	1,4-1,8	0,06
Gießereisen Nr III Quid. Lngl	4,0	2,2,5	max 0,8	1-1,5	0,06

Die Bezeichnung der Gießereiroheisensorten mit römischen Zahlen stammt aus der Zeit, in der es üblich war, das Roheisen nach der Kornung des Bruches einzuteilen,¹ die im wesentlichen auf die Grösse 5 der auf diesem erkennbaren Graphitabscheidungen zurückzuführen ist. Man unterschied früher fünf Nummern, während heute fast nur noch die Nummern I und III im Handel erscheinen, im übrigen aber allmählich immer mehr die zweckmassigere Einteilung nach der chemischen Analyse Platz greift. 10

Ausser den vorstehenden wichtigsten Roheisensorten werden noch eine ganze Reihe von Sorten mit mehr oder minder abweichender chemischer Zusammensetzung, in der Hauptsache bezüglich des Mangans, Siliziums und Phosphors, hergestellt, die bei der Zusammenstellung der Gattierung zur bequemen Regelung der Gehalte an den 15 erwähnten Elementen dienen. Eine Aufzählung wurde hier zu weit führen. (Vgl. z. B. Geiger: Handbuch der Eisen- und Stahlgießerei Bd I, Berlin: Julius Springer 1911, sowie Leber: Temperguss und Glühfrischen, Berlin: Julius Springer 1919.) Diese Roheisensorten bilden den Übergang zu den sogenannten Speziallegierungen, die² zum 20 Teil gleichen Zwecken hauptsächlich bei der Herstellung des schmelzbaren Eisens, insbesondere der Spezialstähle, dienen,³ nur dass die Zahl der³ in Frage kommenden Elemente grösser ist. Zum Teil

Gießereizweck (*m*), foundry purpose

max = maximum

romisch (*adj*), Roman

greifen (*v*), to grasp, to seize, **Platz** —, to gain ground

abweichend (*adj*), deviating, varying

1 **einzuteilen**, complementary infinitive, after **üblich war**

2 **dienen**, read with **die**. Relative pronouns transpose verb to end of clause

3 **der . Elemente**. See §1

bezwackt man jedoch auch durch ihren Zusatz die Herbeiführung gewisser chemischer Reaktionen im flüssigen Eisen, die es von schädlichen Stoffen, wie Eisenoxydul und Gasen, befreien sollen

Eine scharfe Grenze zwischen beiden Gruppen lässt sich nicht ziehen, da mit dem Zusatz der zweiten Gruppe von Legierungen meist, z T auch ohne Absicht, eine Anreicherung an dem betreffenden Hauptelement erfolgt. Man rechnet zur zweiten Gruppe dieser Legierungen folgende

	C	Si	Mn	P	S
Spiegelisen	4-5	0,4	6-25	0,08	0,01-0,02
Ferromangan	5-7,5	1,3-0,2	10-80	0,3	0,01-0,02
Ferrosilizium, im Hochofen hergestellt	3-1	8-10	0,8	0,07	0,01-0,03
Ferrosilizium, im Elektroofen hergestellt	0,3-0,5	25-75	0-0,4	0,4-0,1	0,005-0,03
Ferromangansilizium, Silkospiegel, im Hochofen hergestellt	1-2,5	5-13	6-20	0,1-0,2	—
Ferromangansilizium, im Elektroofen hergestellt	0,2-1,0	20-35	40-75	0,01-0,05	0,01-0,03

Ausser diesen Legierungen verwendet man zum gleichen Zweck 10 Rein-Aluminium, Ferroaluminium, Ferrosilkoaluminium, Titan, Ferrotitan und eine Reihe anderer komplexer Legierungen, neuerdings auch Brolegierungen

Zur ersten Gruppe von Legierungen, die also die Einführung gewisser Elemente zur Verbesserung der Eigenschaften zum Zwecke 15 haben, gehören ausser den reinen Metallen Nickel, Chrom, Wolfram, Molybdan und Kobalt die Ferrolegierungen des Chroms, Wolframs, Molybdans, Vanadiums und in neuerer Zeit die des Bros, Urans, Zirkons, wenngleich bezüglich dieser letzteren noch kein abschliessendes Urteil vorliegt. Erstrebt wird ¹ in der Ferrolegierung neben hohem 20 Gehalt an den Zusatzelementen möglichste Kohlenstofffreiheit. In

bezwacken (v), to intend, to aim at,
to have in view

Silikospiegel (m), ferromanganese
silicon, silicospiegel

Brolegierung (f), scrap alloy

Einführung (f), introduction

Zweck (m) zum — e haben, to be
(one's) purpose, to have the object

Bro (m), scrap

wenngleich (conj), even though

abschliessend (adj), definitive, de-
cisive

erstreben (v), to strive after, to
seek

Zusatzelement (n), additional ele-
ment

1 Erstrebt wird is the verb of möglichste Kohlenstofffreiheit

der Giessereitechnik, sowie mitunter zur Erzeugung von phosphorreichem schmiedbarem Eisen (Pressmuttereisen), verwendet man zur Regelung des Phosphorgehaltes im Hochofen oder Elektroofen hergestelltes Ferrophosphor, das

20-25 % P,
0,03-1,2 % C,
0,1-4 % Mn,
0,5-1,8 % Si,
0,08-0,3 % S,

enthalt

5

Die vorstehenden Erzeugnisse Roheisen und Ferrolegierungen, sind Zwischenerzeugnisse Sie werden ¹ in diesem Buche ihrer ² technischen Bedeutung gemäss keine so ausführliche Behandlung erfahren wie die Fertigerzeugnisse

Die Giesserei-Fertigerzeugnisse werden teils nach den Eigenschaften, teils nach dem Verwendungszweck eingeteilt Stötz (Mitteilung an den Normenausschuss der Deutschen Industrie 1922) gibt folgende Einteilung für Temperguss

- a) gewöhnlicher Temperguss oder Weichguss, Festigkeit 30 kg/qmm, Dehnung $\geq 3\%$, soll leicht bearbeitbar sein 15
- b) weisskerniger Qualitätstemperguss, Festigkeit ≥ 35 kg/qmm, Dehnung $\geq 7,5\%$
- c) schwarzkerniger Qualitätstemperguss, Festigkeit ≥ 35 kg/qmm, Dehnung $\geq 7,5\%$
- d) Bohrguss, Festigkeit ≥ 30 kg/qmm Dehnung $\geq 1\%$ 20
- e) Dynamo-Temperguss

Grauguss wird dem Verwendungszweck entsprechend wie folgt eingeteilt

- 1 Kunstguss 3 Bauguss
- 2 Feinguss 4 Guss für Heide und Ofen sowie Geschirrguss 25

Weichguss (*m*), soft casting

Bohguss (*m*), drillable casting

bearbeitbar (*adj*), workable

Dynamo-Temperguss (*m*), dynamo

weisskernig (*adj*), white heart

malleable casting

(malleable iron)

Kunstguss (*m*), art casting

schwarzkernig (*adj*) black heart

Bauguss (*m*), structural casting

(malleable iron)

1 sie werden erfahren What tense is this?

2 ihrer technischen Bedeutung gemäss, in accordance with their technical (commercial) importance Notice position of the preposition (**gemäss**) after the noun it governs

5	Guss für Heizkörper	Müllerei- Papier- und Textilmaschinen, Zuckermühlen usw
6	Guss für Piano- und Flügelplatten	
7	Muffen- und Flanschenrohre	14 Guss für Geschosskörper
5 8	Maschinenguss ohne besondere Vorschriften	15 Chemisch widerstandsfähiger Guss
9	Maschinenguss nach besonderen Vorschriften	16 Feuerbeständiger Guss
10	Zylinderguss	17 Kokillenguss
10 11	Hartguss	18 Guss für Tubblings
12	Walzenguss für Walzwerke	19 Guss für Bremsklötze
13	Walzenguss für Druckerei-,	20 Guss für Ambossstücke und dgl

Einzelheiten über chemische Zusammensetzung und Eigenschaften enthält der Abschnitt Grauguss

II Die Konstitution des Eisens in Abhängigkeit von der chemischen Zusammenansetzung

Gase und Schlackeneinschlüsse im Schmiedbaren Eisen

[Seite 149-158]

A Die¹ mit dem Eisen während dessen Herstellung in Berührung kommenden Gase

- 15 Während des Herstellungsprozesses kommt das Eisen in Berührung mit Gasen, die seine Konstitution beeinflussen. Die Art dieser Gase ist für alle Prozesse die gleiche, nur ihre Menge und die Mengenanteile der einzelnen Gase schwanken verhältnismässig stark.

Was die Art der mit dem Eisen in Berührung kommenden¹ Gase 20 betrifft, so finden wir stets

1 Sauerstoff und

2 Stickstoff, die aus der Atmosphäre stammen und mit Absicht

Heizkörper (*m*), heating body, heater, radiator

Bremsklotz (*m*), brake shoe or block

Flügelplatten (*f pl*), grand-piano plates

Ambossstück (*n*), anvil piece

Druckereimaschine (*f*), printing press

Mengenanteil (*m*), quantitative proportion or constituent amount

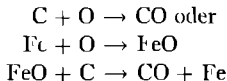
Müllereimaschine (*f*), mill machinery

betreffen (*v*), to concern, **was das betrifft**, as to that, **was mich betrifft**, as for me, so far as I am concerned

1 die kommenden Gase See §1

- (Bessemer-, Thomasprozess) oder ohne Absicht (Siemens-Martin-, Elektro-, Tiegelschmelzverfahren) mit dem Eisen in Berührung kommen,
- 3 Wasserstoff, der im wesentlichen aus der Zersetzung der Luftfeuchtigkeit stammt, 5
- 4 Kohlenoxyd und
- 5 Kohlendioxyd, die entweder ¹
- a) aus den Feuergasen (Siemens-Martinprozess) oder
- b) aus in der Ofenbeschickung vor sich gehenden Reaktionen (Siemens-Martin-, Elektro-, Tiegelschmelzverfahren) stam- 10
men

Die unter 1 und 5 b genannten Gase sind zur Durchführung des Prozesses mehr oder minder notwendig und stehen in einer gewissen Beziehung zueinander, während Wasserstoff und Stickstoff zum Teil entbehrt werden konnten ² und daher mit dem Verfahren an und für sich nichts zu tun haben. Am klarsten zeigt sich dies bei den Windfrischverfahren. Hier dient der Sauerstoff zur Oxydation der Fremdkörper des Roheisens, wobei aus dem Kohlenstoff entweder direkt oder wahrscheinlicher indirekt über das im Überschuss vorhandene Eisen Kohlenoxyd oder Kohlendioxyd entsteht. 20



und ähnlich für CO_2 . Beim Siemens-Martin-Verfahren ist es nicht der Sauerstoff der Luft, wenigstens nicht direkt, der die Bildung der zur Kohlenstoffverbrennung erforderlichen festen Sauerstoffverbindungen (in geringem Masse kommt auch MnO and SiO_2 in Betracht) veranlasst, sondern insbesondere das unter 5 a) genannte Kohlendioxyd 25 aus den Feuergasen, das die Bildung von Sauerstoffverbindungen in grossen Mengen während der Einschmelzperiode hervorruft (Schrot-

Ofenbeschickung (*f*), furnace charge tun (*v*), to do, nichts mit etwas zu — haben, to have nothing to do with

Beziehung (*f*), relation, in gewissens —en zueinander stehen, to stand (be) in a certain relationship to each other [process] Windfrischverfahren (*n*), converter **Kohlenstoffverbrennung** (*f*), carbon combustion

sich (*refl pron*), itself, themselves, an und für —, in themselves, taken by themselves veranlassen (*v*), to cause **Einschmelzperiode** (*f*), melting-down period

¹ entweder oder See §17(2)

² konnten See §10(4)

Roheisenverfahren) Mitunter wird die feste Sauerstoffverbindung in Form von Eisenerz zugesetzt (Roheisen-Erzverfahren bzw. Erzzusatz beim Schrott-Roheisenverfahren, wenn Mangel an Sauerstoffverbindungen herrscht) Elektro- und Tiegelverfahren sollten ¹ eigentlich reine Umschmelzverfahren und infolgedessen unabhängig von den obigen Reaktionen sein, indessen trifft dies einmal für das erstgenannte Verfahren nicht immer zu, indem auch im Elektroofen Frischarbeit geleistet werden kann, andererseits enthält der Einsatz beim Raffinieren im Elektroofen bzw. beim Tiegelschmelzen feste Sauerstoffverbindungen in geringen Mengen, die dann mit dem Kohlenstoff des Einsatzes reagieren, oder beim Tiegelschmelzen reagiert das SiO_2 -haltige Tiegelmateriale. In allen Fällen erfolgt Kohlenoxyd — und in geringerem Masse jedenfalls auch Kohlendioxydbildung. Freier Sauerstoff kann bei den in Betracht kommenden Temperaturen in Gegenwart von Eisen nur in geringen Mengen bestehen, und im wesentlichen sind nur seine Reaktionsprodukte FeO (MnO , SiO_2) oder CO und CO_2 existenzfähig.

Die Menge der mit dem Eisen in Berührung kommenden Gase wird ² wohl am grössten bei den Windfrischprozessen sein, wird doch beim Thomasprozess rd. 300 l Luft für das Kilogramm Eisen oder etwa das 2200 fache des Eisenvolumens durchgeblasen. Hierzu kommen noch etwa 70 l Kohlenoxyd aus der Verbrennung des Kohlenstoffs unter der Annahme, dass dieser ausschliesslich zu Kohlenoxyd verbrennt. Beim Siemens-Martin-Prozess befindet sich nach dem Einschmelzen zwar eine schützende Schlackenschicht über dem Eisen-

Roheisen-Erzverfahren (*n*), pig and ore process

Erzzusatz (*m*), ore addition

Umschmelzverfahren (*n*), recasting process

infolgedessen (*adv*), consequently, on this account

zutreffen (*v*), to come true, to agree, dies trifft für dieses Verfahren zu, this agrees with this process

einmal (*adv*), on the one hand

Frisharbeit (*f*), refining

leisten (*v*), to perform, to accomplish

existenzfähig (*adj*), capable of existence

Windfrischprozess (*m*), converter process

fach (*adv*), times

Siemens-Martin-Prozess (*m*), Siemens-Martin process, modern basic open-hearth process

Einschmelzen (*n*), melting down, remelting

¹ sollten sein See §10(4)

² wird wohl am grössten sein, is probably largest Note the English translation of the German future of probability

bade, aber einerseits ist bei den hohen Temperaturen kein Stoff undurchlässig für Gase und dann kommt das Eisen während der sogenannten Kochperiode mit der Ofenatmosphäre in nicht geringe Berührung. Immerhin wird ¹ zweifellos die Menge der Gase bei diesem Prozess eine wesentlich geringere sein als bei den Windfrischverfahren, ⁵ wenngleich an und für sich das aus inneren Reaktionen entstehende CO und CO₂ für beide Verfahren in gleichen Mengen entwickelt wird. Nur muss ² berücksichtigt werden, dass der Kohlenstoffgehalt des Einsatzes, wenigstens beim Schrott-Rohisenverfahren, meist wesentlich niedriger ist als bei den Windfrischverfahren. Beim Elektro- ¹⁰ verfahren ist die Menge der mit dem Eisen in Berührung kommenden Gase noch geringer als beim vorhergehenden Verfahren. Es kommen ³ hier nur die durch die Ofentüren eintretende Luft bzw. bei Elektrodenöfen die aus der Verbrennung der Elektroden stammenden Gase in Betracht. Wird ⁴ wie im Siemens-Martin-Ofen geschmolzen, so ¹⁵ sind die Mengen der Reaktionsgase, gleichen Einsatz vorausgesetzt, gleich. Wird ⁴ lediglich raffiniert, so ist natürlich die Menge der entwickelten Gase sehr gering. Am geringsten werden wohl die Gasmengen beim Tiegelschmelzverfahren sein, um so mehr, als die Tiegeldeckel sorgfältig verschmiert werden. Trotzdem diffundieren ²⁰ die Ofengase in den Tiegel, aber die Menge der so hineingelangen- den Gase ist natürlich erheblich geringer als bei offenem Deckel. Reaktionsgase entwickeln sich zwar auch beim Tiegelschmelzverfahren, wie schon erwähnt wurde, jedoch normalerweise, d. h. bei nicht zu ²⁵ stark oxydhaltigem Einsatz und bei genügendem Graphitgehalt der Tiegelwände, in unvergleichlich geringerem Masse als bei den vorhergehenden Verfahren.

Der Mengenanteil der einzelnen Gase ist natürlich recht verschieden.

undurchlässig (<i>adj</i>), impermeable, impervious	hineingelangen (<i>v</i>), to get into, to enter
Elektrodenofen (<i>m</i>), electrode (furnace) oven	normalerweise (<i>adv</i>), normally
Tiegeldeckel (<i>m</i>), crucible lid	Tiegelwand (<i>f</i>), crucible wall
verschmieren (<i>v</i>), to lute, to smear, to daub	unvergleichlich (<i>adj</i>), incomparable
	Mengenanteil (<i>m</i>), quantitative proportion, constituent amount

1 wird eine wesentlich geringere sein, will be substantially smaller

2 muss berücksichtigt werden, supply impersonal es

3 Es kommen die stammenden Gase in Betracht See §9 and §1

4 See §2

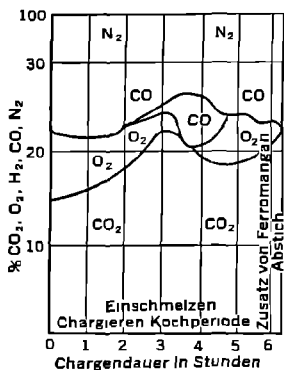


Abb 165 a) S-Martinverfahren

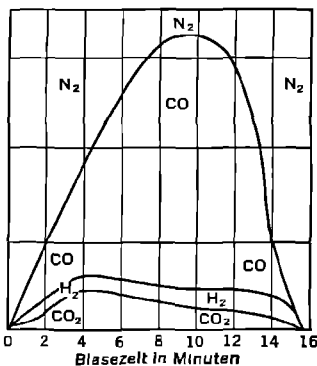


Abb 165 b) Thomasverfahren

den bei den einzelnen Verfahren, und er schwankt auch während des Verfahrens beträchtlich. Wird ¹ bei den Windfrischverfahren vom Sauerstoff der Luft abgesehen, der sich ja hier sofort zu festen Sauerstoffverbindungen umsetzt, so überwiegt zweifellos Stickstoff, während ² Kohlenoxyd und -dioxid nur während ² der Kohlenstoffverbrennungsperiode beträchtliche Werte annehmen. In Anbetracht der hohen Luftmengen sind die mit dem Eisen in Berührung kommenden Wasserstoffmengen ziemlich gross, aber vom Feuchtigkeitsgehalt der Luft abhängig. Bei den Siemens-Martin-Verfahren sind die Stickstoffmengen natürlich kleiner als bei den Windfrischverfahren und hängen von der Art des verwendeten Brennstoffs sowie vom Luftüberschuss ab. Beträchtlich sind die Kohlendioxyd- und die Wasserstoffmengen in den Feuergasen, indem ³ zum Wasserstoff aus der **Abstich** (*m*) = *Giess, tapping (off the blast furnace)* **umsetzen (sich)** (*v*), to be transformed **Chargieren** (*n*), charging, (furnace) **Anbetracht** (*m*), consideration, in charge —, considering **Chargendauer** (*f*), duration (length) of charge **Luftüberschuss** (*m*), air excess, excess of air **Blasezeit** (*f*), blast time

1 Wird vom Sauerstoff der Luft abgesehen, if we disregard the oxygen of the air

2 Notice the two meanings of während as a conjunction (*while*) and as a preposition (*during*)

3 indem hinzukommt, while to the hydrogen from the combustion air is added that from the fuel

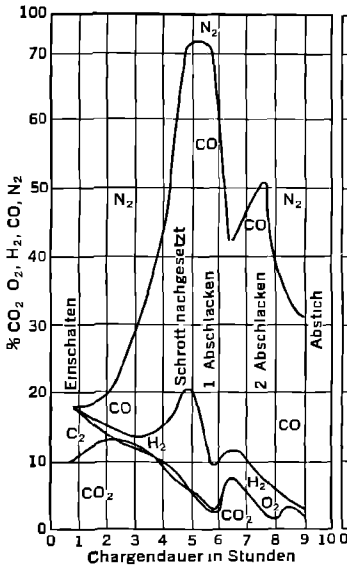


Abb 165 c) Lichtbogenofen

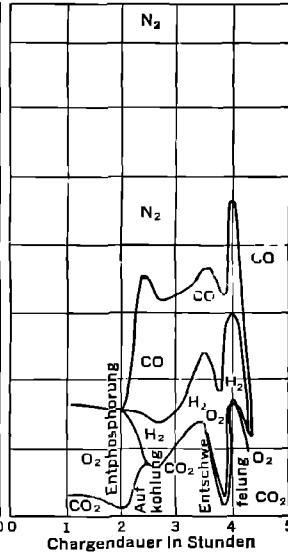


Abb 165 d) Induktionsofen

Verbrennungsluft der aus dem Brennstoff hinzukommt. Besonders hoch ist natürlich der Wasserstoff- bzw. Wasserdampfgehalt in hoch wasserstoffhaltigen Feuerungsgasen, wie insbesondere bei Koksofen- gas. Beim Elektroverfahren wird die Zusammensetzung der Gasatmosphäre vom Ofensystem und vom Einsatz, beim Tiegel- schmelzverfahren vom Einsatz und vom Tiegelmaterial abhängig sein.

In Abb 165 a-d ist die Zusammensetzung der einzelnen Ofenatmosphären in grossen Zügen graphisch veranschaulicht.

Einschalten (*n*), switching on, turning on

Abschlacken (*n*), slagging (out)

Entphosphorung (*f*), dephosphorization

Aufkohlung (*f*), carbonization

Entschwefelung (*f*), desulfurization

Lichtbogenofen (*m*), electric-arc furnace

Induktionsofen (*m*), induction furnace

hinzukommen (*v*), to come to, to be added

Feuerungsgas (*n*), fuel gas

Ofensystem (*n*), furnace system, type of furnace (used)

Ofenatmosphäre (*f*), furnace atmosphere

Zug (*m*), drawing, in process

Zügen, in bold outlines, large strokes

veranschaulichen (*v*), to illustrate

Im allgemeinen wechselt die Ofenatmosphäre verhältnismässig stark, und nur beim Siemens-Martin-Verfahren ändert sie sich nur in geringen Grenzen während der Kochperiode erfolgt ein Ansteigen des CO-Gehaltes um einige Prozent, und das Öffnen der Türen **macht** sich durch einen Anstieg des Sauerstoffgehaltes bemerkbar. **Bemerkenswert** ist der überaus hohe Anstieg des CO-Gehaltes im Elektroofen mit Elektroden. Es muss berücksichtigt werden, dass in den mitgeteilten Gasanalysen der Wasserdampfgehalt fehlt.

B Die vom Eisen aufgenommenen Gase

Wie alle Flüssigkeiten Gase aufzunehmen oder zu lösen vermögen, ist es von vornherein nicht unwahrscheinlich, dass auch das flüssige Eisen die mit ihm in Berührung stehenden bzw. in ihm sich entwickelnden Gase Wasserstoff, Stickstoff, Kohlenoxyd und -dioxid aufzunehmen bestrebt ist, und zwar um ¹ so mehr, je ¹ höher die Temperatur, je höher ¹ der Druck und natürlich auch je ¹ grösser die Menge der mit ihm in Berührung stehenden bzw. sich entwickelnden Gase ist. Mit sinkender Temperatur, also vom Augenblick des Abstiches in die Pfanne und erst ² recht vom Guss in die Form ab, ² wird das nunmehr im Überschuss befindliche Gas sich abscheiden. Dies tritt ja auch tatsächlich ein, wie das Auftreten der hellen Wasserstoff- bzw. blauen Kohlenoxydflamme beim Guss andeutet oder die Beobachtung des Flüssigkeitsspiegels in der Form lehrt. Es ist ferner durch Sieverts und seine Mitarbeiter experimentell nachgewiesen, dass das Lösungsvermögen vieler Metalle für Gase sich bei der Erstarrung sprunghaft ändert, und zwar meist plötzlich sinkt, wie z. B. für Wasserstoff im Eisen (vgl. Abb. 166). Es hängt, wie im Abschnitt Kristallisation

Ansteigen (*n*), increase, **ein** — um einige Prozent, a rise of a few per cent

Anstieg (*m*), increase

vornherein (*adv*) **von** —, at first, from the first, as a matter of course

bestreben sich bestrebt zu sein, to exert oneself (to), to strive (to)

Augenblick (*m*), instant, moment

Abstich (*m*), tapping

Pfanne (*f*), ladle, pan

tatsächlich (*adv*), actually

Auftreten (*n*), appearance

andeuten (*v*), to indicate

Mitarbeiter (*m*), collaborator

sprunghaft (*adj*), by leaps

Abschnitt (*m*), chapter, **im** — **Kristallisation**, in the chapter on crystallization

1 um so mehr, je höher je höher. je grösser See §17(3)

2 erst recht vom Guss in die Form ab, right from the casting in the mold.

gezeigt wird, in erster Linie vom Erstarrungsvorgang ab, ob diese plötzlich freiwerdenden Gase aus dem Eisen entweichen können oder ob sie in Form von Gasblasen im Eisen eingeschlossen bleiben. Aber auch feste Metalle vermögen Gase zu lösen im eigentlichen Sinne des Wortes. Zum mindesten gelingt es¹ selbst bei Anwendung starkster 5 Vergrösserungen nicht, in solchen gashaltigen Metallen etwa mikroskopisch feine Gashohlräume zu entdecken. Über die Art der Bindung dieser Gase vermag heute noch nicht viel ausgesagt zu werden. Möglicherweise handelt es sich um sehr leicht zerlegbare Verbindungen. Andererseits sind auch Verbindungen grosserer Stabilität im festen 10 Eisen denkbar. So lernten wir bereits eine sehr stabile Titanstickstoff-Verbindung kennen, die im festen Eisen unloslich ist.

Wir können also gemäss obigen Betrachtungen drei Arten von Gasen unterscheiden

- 1 die vor der Erstarrung entweichenden Gase, 15
- 2 die während der Erstarrung vom Eisen in Form von Gasblasen zurückgehaltenen Gase, und
- 3 die nach der Erstarrung, also im festen Eisen vorhandenen Gase. Bevor auf die Natur dieser Gase näher eingegangen wird,² seien³ die Verfahren zu ihrer Ermittlung kurz gestreift. 20

Wegen der experimentellen Schwierigkeiten ist bisher kaum versucht worden, die Gase zu 1 zu ermitteln. Piwowsky (Diss. Breslau 1918, St. E. 1920, 773) hat eine einfache Vorrichtung geschaffen zum Aufsaugen der Gase beim Kokillenguss von unten. Sie bestand in einem gasdicht mit dem Kokillenrand verkitteten Deckel, 25

Erstarrungsvorgang (*m*), solidification process

einchiessen (*v*), to lock in, to enclose, to include

Vergrösserung (*f*), enlargement, magnification

Gashohlraum (*m*), gas pocket (hollow)

möglicherweise (*adv*), possibly

zerlegbar (*adj*), decomposable

denkbar (*adj*), conceivable

stabil (*adj*), stable

streifen (*v*), to touch on

schaffen (*v*), to create, to make, to produce

Vorrichtung (*f*), apparatus

Aufsaugen (*n*), absorbing, sucking up

Kokillenguss (*m*), chill casting

Kokillenrand (*m*), chill mold collar

verkitten (*v*), to cement, to seal

1 gelingt es nicht . zu entdecken See §9

2 eingegangen wird Supply es See §9

3 See §10

der eine Bohrung besass, durch die das Gas mit Hilfe einer Saugflasche angesaugt werden konnte. Es lassen sich leider auf diesem Wege nur ungefähre Anhalte über Gasmenge und -zusammensetzung gewinnen, weil einmal die Temperatur und damit natürlich auch die Menge und Art der entweichenden Gase nicht über den ganzen Querschnitt die gleiche ist und ¹ beispielsweise die Erstarrung an den Kokillenwänden schon eingesetzt hat, während der Rest des Kokilleninhaltes noch flüssig ist. Andererseits erfolgen Messung und Analyse nicht kontinuierlich, es können vielmehr nur Werte gewonnen werden, die sich über ein grösseres Zeitintervall erstrecken.

Die unter 2 genannten Gase äussern sich im fertigen Gussstück als Gasblasen. Über ihre Menge kann daher nur durch Zerschneiden des Gussstückes ein Anhalt gewonnen werden, ein kostspieliges, aber empfehlenswertes und leider nur zu wenig angewandtes Verfahren, das auch über die recht wichtige Verteilung der Gasblasen Aufschluss gibt. (Vereinzelt, z. B. bei der Herstellung von Qualitätsrohren, wird von einem hierhergehörigen Verfahren mitunter Gebrauch gemacht, indem die Blöcke gebrochen werden. Die Menge und Verteilung der Gasblasen entscheidet über den Verwendungszweck der Blöcke.) Allerdings ist ein einfaches Verfahren zur Messung der Menge der Gasblasen noch nicht gefunden, und man ist auf die Betrachtung des freigelegten Schnittes bzw. auf die Erfahrung angewiesen. Hingegen lässt sich die Art der in den Gasblasen enthaltenen Gase durch Anbohren des Stückes unter Wasser ermitteln, ein von F. C. G. Müller (St. E. 1882, 537) angewandtes, aber seither nicht mehr vervollkommenes Verfahren.

Was schliesslich die unter 3 erwähnten Gase betrifft, so bestehen zwei grosse Gruppen von Verfahren, und zwar die Heissextraktions-

Bohrung (*f*), hole, boring

ansaugen (*v*), to suck up

Kokillenwand (*f*), chill mold wall

Kokilleninhalt (*m*), contents of the chill mold

Zeitintervall (*n*), interval of time

erstrecken (*sich*) (*über*) (*v*), to extend, to stretch (over)

äussern (*sich*) (*v*), to manifest (oneself)

Zerschneiden (*n*), shredding, cutting to pieces

kostspielig (*adj*), expensive

empfehlenswert (*adj*), recommendable, advisable

freigelegt (*p adj*), freely opened

Schnitt (*m*), cross-section, cut

Anbohren (*n*), boring, tapping

seither (*adv*), till now, since that time

und die Kaltumsetzungsverfahren, wenn zunächst von dem nass-analytischen Verfahren zur Bestimmung des Stickstoffs abgesehen wird Die Heissextraktionsverfahren bestehen darin dass¹ die zerkleinerte Probe (Spane) erhitzt und die Gase mit einer Luftpumpe abgesaugt, aufgefangen und analysiert werden Das ältere Verfahren, 5 das u a Baker (C Sc M 1909, 1, 219, sowie 1911, 3, 249), Charpy und Bonnerot (C R 1911, 152, 1247), Boudouard (C R 1907, 145, 1280), sowie Belloc (C R 1907, 145, 1283) anwandten, unter scheidet sich von dem neueren, von P Goerens (P Goerens, St E 1910, 1514, P Goerens und Paquet, Fer 1914/15, 57, sowie P Goerens und 10 Collart, Fer 1915, 16, 145) vorgeschlagenen und angewandten und vom Verfasser (Oberhoffer und Beutell, St E 1919, 1584, sowie Piwowarsky, Diss Breslau 1918, St E 1920, 775, ferner Oberhoffer und Piwowarsky, St E 1922, 801, sowie Oberhoffer Piwowarsky, Pfeiffer-Schiessl und Stein, St E 1924, 114) und seinen Mitarbeitern 15 apparativ vervollkommenen dadurch, dass¹ bei ersterem die Spane nicht zum Schmelzen gebracht werden, während bei den neueren durch Zugabe von Antimon und Zinn zu den Spanen der Schmelzpunkt soweit erniedrigt wird, dass die Anwendung der üblichen elektrischen Laboratoriumsofen möglich ist Der Vorteil der neueren Verfahren 20 ergibt sich ohne weiteres aus der Überlegung, dass die Gase aus dem geschmolzenen Metall leichter und vor allem rascher und vollständig abgesaugt werden können Die Kaltumsetzungsverfahren beruhen auf der Tatsache, dass das Eisen sich mit gewissen Salzen wie Quecksilber- und Kupferchlorid, sowie mit Brom und Jod umsetzt, wobei 25 das Eisen molekular zerteilt wird und die gelösten Gase frei werden Das Verfahren ist auch zur Bestimmung des Schlackengehaltes angewandt worden, da ja die nichtmetallischen Schlackeneinschlüsse sich nicht umsetzen, sondern mit dem Kohlenstoff im Rückstand verbleiben Von den Beziehungen beider Verfahren zueinander soll 30 später die Rede sein, ebenso vom Verfahren zur Bestimmung des Stickstoffs

nass (*adj*), wet

zerkleinert (*p adj*), reduced to small pieces

Span (*m*), chip, shaving

absaugen (*v*), to suck (off, up)

u a = **unter anderen**, among others

Verfasser (*m*), author, writer

Zugabe (*f*), addition

Rede (*f*), speech, discussion, **es soll die — sein**, it is to be the subject of discussion

1 **darin, dass, dadurch, dass** See §15(6)

Nachstehend seien zunächst einige Versuchsergebnisse mitgeteilt, die mit Hilfe der hier beschriebenen Verfahren erzielt wurden, wobei gleich betont sei, dass das Studium dieses Gegenstandes sich noch in den Anfängen befindet

	Kein Ferro-Silizium		Ferro-Silizium zeitig zugesetzt		Ferro-Silizium spät zugesetzt	
	A	B	A	B	A	B
C %	0,10	0,10	0,35	0,35	0,36	0,36
Mn %	0,40	0,40	0,55	0,57	0,57	0,57
P %	0,030	0,030	0,050	0,050	0,045	0,045
S %	0,030	0,030	0,035	0,035	0,040	0,040
Si %	—	—	0,22	0,22	0,25	0,25
Gesamtgasmenge in Liter	36,0	2,8	18,0	8,4	11,0	3,9
CO ₂ %	4,8	3,5	4,2	6,1	4,6	4,0
CO %	54,3	21,2	52,5	35,4	65,8	16,7
H ₂ %	30,0	11,1	41,0	37,2	20,0	8,4
CH ₄ %	2,2	1,8	2,3	1,1	1,2	0,9
N ₂ %	8,7	62,4	—	20,2	8,4	70,0
Gasvol	1,28	0,10	0,64	0,28	0,39	0,139
Blockvol						

A = Gasentwicklung bis etwa 1300°

B = Gasentwicklung von etwa 1300° bis etwa 800°

- 5 Piwowarsky (Tabell s Diss Piwowarsky, Breslau 1918, St E 1920, 755, sowie St E 1920, 1365) hat, wie erwähnt, die während der Erstarrung von Siemens-Martin-Stahl mit verschiedenem Kohlenstoffgehalt entweichenden Gase der Menge und Zusammensetzung nach ¹ zu ermitteln versucht In der vorstehenden Tabelle sind einige seiner
o Ergebnisse (Mittel aus je sechs Versuchen) mitgeteilt

Aus den vorstehenden Zahlen geht zunächst hervor, dass Wasserstoff, Stickstoff, Methan, Kohlenoxyd und -dioxid entweichen Man erkennt ferner, dass die Hauptmengen der Gase in dem die Erstarrung einschliessenden Intervall A entweichen, geringe Mengen aber auch
5 aus dem bereits erstarrten Eisen frei werden Am grossten sind die Gas Mengen beim unsilzierten Material, und es ist eine längst bekannte metallurgische Erfahrungstatsache, dass Silizium das Eisen „beruhigt“, d h die Gasentwicklung zum Stillstand bringt Dies wird viel-

Versuchsergebnisse (*n pl*), experimental data or results **betonen** (*v*), to stress, to emphasize
unsilziert (*p adj*), unsiliconized

1 Notice position of **nach** See §12(3)

fach dahin aufgefasst, dass Silizium die Losungsfähigkeit des Eisens für Gase steigert. Dann musste man allerdings erwarten, dass siliziertes Material mehr Gase enthält als unsiliziertes. Für diese Erklärung spricht ein später zu erwähnender Versuch Bakers, der in einer Probe, die mit dem ähnlich wie Silizium wirkenden Aluminium behandelt war, mehr Gas fand als in einer ohne Aluminium behandelten. Endlich zeigen die Versuche von Piwowarsky, dass bei spätem Siliziumzusatz der Gasgehalt niedriger ist als bei frühzeitigem. Unter spätem Zusatz ist Zusatz bei ¹ zu zwei Drittel gefüllter Pfanne zu verstehen, unter frühzeitigem, ² dass es auf den Boden der Pfanne gelegt wird. Piwowarsky erklärt die vorerwähnte Tatsache damit, dass durch den Sturz in die Pfanne, den Temperaturabfall sowie durch die Aufhebung etwaiger Übersättigungserscheinungen an und für sich schon viel Gas frei wird, so dass das spät zugesetzte Silizium eine geringere Gasmenge zu binden hatte ¹.

Die obige Tabelle gestattet auch eine Beurteilung der Ergebnisse vom Standpunkt der Verteilung der einzelnen Gasarten sowie ihrer Abhängigkeit von der Temperatur, doch dürften ⁴ irgendwelche hieran zu knüpfenden Erörterungen wohl noch verfrüht sein.

Die Zusammensetzung des in den Gasblasen enthaltenen Gases ²⁰ nach F. C. G. Müller erläutert die nachfolgende Tabelle.

Material	Wasserstoff c_i	Stickstoff c_n	Kohlenoxyd c_o	Gasmenge %
Poröser Bessemer Schienenstahl	90,3	9,7	—	48
Poröser Bessemer Federstahl	81,9	18,1	—	21
Bessemerstahl vor dem Spiegeleisenzusatz	88,8	10,5	0,7	60
Bessemerstahl nach dem Spiegeleisenzusatz	77,0	23,0	—	45
Martinstahl vor dem Spiegeleisenzusatz	67,0	30,8	2,2	25

siliziert (<i>p adj</i>), siliconized	Übersättigungserscheinungen (<i>f pl</i>), phenomena of supersaturation
steigern (<i>v</i>), to increase	
Sturz (<i>m</i>), fall	
Temperaturabfall (<i>m</i>), fall (decrease) in temperature	knüpfen (<i>an</i>) (<i>v</i>), to connect (to)
Aufhebung (<i>f</i>), abolishment, suppression, removal	Erörterung (<i>f</i>), discussion, debate
	verfrüht (<i>p adj</i>), premature
	Schienenstahl (<i>m</i>), rail steel

1 bei zu zwei Drittel gefüllter Pfanne, with a ladle that is 2/3 full

2 unter frühzeitigem, by the early (addition)

3 hätte = würde haben, would have (to)

4 dürften sein See §10(4)

Auffallend ist das Fehlen grosserer¹ Kohlenoxydmengen Die Versuche bedürfen jedenfalls der Wiederholung

Die dritte der erwähnten Gasarten, nämlich die im erstarrten, ausserlich gasblasenfreien Eisen vorhandenen Gase, sind weit eingehender untersucht worden als die beiden vorhergehenden Gasarten P Goerens und seine Mitarbeiter haben die Abhängigkeit der Menge und Art dieser Gase vom Herstellungsverfahren nach dem Heissextraktionsverfahren untersucht Gemäss den Betrachtungen über die während der Herstellung des Eisens mit diesem in Berührung kommenden Gasmengen sollte² man eine direkte Abhängigkeit vom Verfahren erwarten, etwa in der Reihenfolge der nachstehenden Tabelle von P Goerens und Paquet Wie man aber an den Zahlenwerten dieser Tabelle erkennt, besteht keine derartige Abhängigkeit, und die Werte schwanken

in Thomasflusseisen	22-49 ccm Gas pro 100 g Eisen
in Martinflusseisen	38-78 ccm Gas pro 100 g Eisen
in Elektrostaht	10-105 ccm Gas pro 100 g Eisen
in Tiegelstaht	29-152 ccm Gas pro 100 g Eisen

15 ausserordentlich für ein und dasselbe Verfahren, ein Beweis dass noch andere Faktoren die Gasmenge bestimmen Von diesen wird wohl in erster Linie die Temperatur in Frage kommen Die nachstehende Zusammenstellung nach P Goerens gibt eine Vorstellung von der Zusammensetzung der Gase Man sieht, dass in allen Fällen das
20 Kohlenoxyd bei weitem überwiegt Irgendwelche Erörterungen über Zusammenhänge zwischen der Gasanalyse und dem Herstellungsverfahren dürften verfrucht sein Dagegen lehrt die nachfolgende Tabelle, ebenfalls nach P Goerens und Paquet, dass die Desoxydation

Material	Chemische Zusammensetzung					Prozentuale Zusammensetzung der Gase			
	P	Mn	C	S	Si	CO	CO	H	N ₂
Thomasflusseisen	0,1	0,49	0,08	0,05	0,05	14,7	65,1	12,2	8,0
Elektroflusseisen	0,1	0,22	0,15	0,04	0,17	4,7	78,3	11,7	5,3
Martinflusseisen	0,05	0,93	0,14	0,04	0,24	1,7	68,4	15,4	14,5

Fehlen (*n*), absence
ausserlich (*adv*), outwardly

Vorstellung (*f*), notion, idea
prozentual (*adv*), per cent

1 See §13(4)

2 See §10(4)

Material	Gesamtgasgehalt pro 100 g Eisen (cm)	Prozentuale Gaszusammensetzung				Chemische Zusammensetzung				
		CO	CO	H	N	P	Mn	C	S	Si
Thomasflusseisen v d ¹ Desoxydat	13,0	20,1	42,1	24,2	13,6	0,07	0,23	0,05	0,06	0,02
desgl., nach der Desoxydation	43,0	7,8	76,3	6,0	9,9	0,08	0,40	0,07	0,04	0,02
Martinflusseisen v d Desoxydat	21,6	2,2	85,6	7,4	4,8	0,03	0,30	0,09	0,05	0,00
desgl., nach der Desoxydation	24,2	3,4	82,8	8,1	5,7	0,03	0,90	0,14	0,04	0,35

den Gasgehalt ganz anders beim Thomas- wie beim Siemens-Martin-Verfahren beeinflusst. Bei ersterem zeigt die Probe nach der Desoxydation erheblich mehr Gas als vor der Desoxydation im Gegensatz zum Martinverfahren, wo die Gasmenge sich infolge der Desoxydation kaum ändert. Die nachfolgend wiedergegebenen Zahlen von Oberhoffer und Beutell bestätigen die obigen Schlussfolgerungen bezüglich des Thomaseisens an zwei Chargen, von denen die eine sichtlich sehr unruhig, die andere sehr ruhig in der Kokille stand. In beiden Fällen erfolgt eine Steigerung der Gasmenge durch die Desoxydation. Man erkennt ferner an diesen Zahlen, dass im Verlauf des Giessens der Gasgehalt wieder sinkt. Endlich ist zu sehen, dass die ruhige Charge weniger Gas enthält als die unruhige, so dass hiernach der Gasgehalt ein Massstab für das Verhalten des Eisens beim Giessen war.² Es erscheint verfrüht, weitere Schlussfolgerungen an obige Zahlen zu knüpfen. Was die Siemens-Martin-Chargen betrifft, so lehrt die Tabelle, dass nicht nur keine Zunahme des Gasgehaltes wie beim Thomasverfahren, auch kein annäherndes Gleichbleiben stattfindet, wie es Goerens und Paquet fanden, sondern dass eine deutliche Abnahme durch die Desoxydation erfolgt. Thomas- und Martin-Verfahren unterscheiden sich also prinzipiell voneinander bezüglich der Verhältnisse bei der Desoxydation. Absolut sind die Gasgehalte wesentlich höher bei dem Martinmaterial, und sie liegen auch ausserhalb der von Goerens und Paquet gefundenen Grenzen. Ob aber hier

sichtlich (*adv*), evidently, obviously ausserhalb (*prep* with *gen*), outside, beyond
 annähernd (*p p adj*), approximate
 Gleichbleiben (*n*), constancy

1 v d = vor der, before the

2 wäre = sein wurde

Nr	Bezeichnung der Probe	cm ³ Gas auf 100 g Eisen	Volumprozent				O ₂ 950°	Gewichtsprozent			
			CO	CO	H ₂	N ₂		C	Mn	P	S
1	A) Thomasschmelzung vor der Desoxydation	39,6	13,5	61,1	13,7	11,6	0,035	0,025	0,31	0,098	0,045
	B) nach der Desoxydation Probe nach dem ersten Block	86,6	9,7	70,8	12,5	7,0	0,019	0,04	0,34	0,090	0,046
	C) Desgl. Probe nach dem letzten Block	72,3	8,6	68,0	12,9	9,8	0,019	0,05	0,28	0,099	0,035
2	A) Thomasschmelzung vor der Desoxydation	12,1	15,4	64,5	20,1	20,1	0,035	0,055	0,31	0,091	0,058
	B) nach der Desoxydation Probe nach dem ersten Block	56,0	13,6	75,5	3,8	7,0	0,017	0,065	0,31	0,093	0,058
	C) Desgl. Probe nach dem letzten Block	33,7	11,0	70,2	7,8	10,9	0,020	0,065	0,31	0,091	0,058
3	A) Martinschmelzung Probe vor der Desoxydation	164,5	0,6	66,5	5,7	27,0	0,021	—	—	—	—
	B) Probe nach dem ersten Gespann	106,0	0,0	53,6	39,5	6,8	0,019	—	—	—	—
	C) Probe nach dem dritten Gespann	90,6	0,7	26,9	38,9	3,4	0,018	0,09	0,38	0,027	0,04
4	A) Martinschmelzung Probe vor der Desoxydation	190,5	0,3	84,2	5,6	9,8	0,026	0,13	0,36	n b	0,057
	B) Probe nach dem ersten Gespann (rd 8000 kg)	136,5	10,7	46,0	35,7	7,6	0,022	0,16	0,42	—	0,042
	C) Probe nach dem Abgießen von 16,000 kg Formguss (Dauer 50 Min)	109,5	2,0	67,8	22,0	8,2	0,018	0,10	0,33	0,016	0,40
5	A) Martinschmelzung Probe nach der Desoxydation	110,0	4,7	69,7	16,1	9,4	0,028	—	—	—	—
	B) nach dem ersten Gespann	78,5	0,7	87,5	8,3	3,5	0,021	—	—	—	—
	C) nach dem Auswalzen	60,5	0,0	81,3	7,6	10,6	0,020	0,20	0,48	0,03	0,03

Note „Gewichtsprozent von Si und Bemerkungen“ were omitted from above table

Gespann (n), group

eine Gesetzmässigkeit vorliegt, bleibt noch durch weiteres Material zu entscheiden. Goerens hat die Vermutung ausgesprochen, dass der niedrige Gasgehalt des Thomasmetalles vor der Desoxydation auf die energische Bewegung des Bades zurückzuführen sei.¹ Folgerichtig musste² im gleichen Sinne das während des Herstellungsverfahrens 5 verhältnismässig ruhig liegende Martinmetall unter sonst gleichen Umständen mehr Gas enthalten. Die obige Zusammenstellung zeigt auch den Einfluss des späten Siliziumzusatzes auf den Gasgehalt im gleichen Sinne wie für die während und nach dem Erstarren entwickelten Gase. Dagegen liefern diese Zahlen keinen Anhalt für den 10 Einfluss des Siliziums auf die Lösungsfähigkeit des Eisens für Gase. Lediglich für das ähnlich wie Silizium wirkende Aluminium hegen die nachfolgenden Zahlen von Baker vor, die, wie schon erwähnt, für eine Erhöhung des Lösungsvermögens sprechen, doch genügt auch hier das Material keineswegs zur Entscheidung der Frage. Ein Material 15 mit 0,8% Kohlenstoff wurde einmal mit Aluminiumzusatz, sodann ohne solchen vergossen. Die Gasbestimmung bei etwa 1000° ergab

	ccm Gas auf 100 g Eisen					Gesamte Gasmenge bzw. auf 100 g Eisen ccm
	CO ₂	H ₂	CO	CH ₄	N ₂	
Im ersten Falle (mit Aluminium)	1,54	47,77	41,83	0,66	0,77	91,86
Im zweiten Falle (ohne Aluminium)	0,37	22,99	17,85	0,73	0,20	42,09

Wie aus dem Vorstehenden ersichtlich ist, sind die aus den Ergebnissen zu ziehenden metallurgischen Schlussfolgerungen noch nicht sehr weittragend, doch muss berücksichtigt werden, dass die Gasbestimmung bisher erst im geringem Umfang angewandt worden ist. 20 Vom Standpunkt der Konstitution interessiert die Beantwortung der Frage, ob die bei der Gasbestimmung gefundenen Gase identisch

Gesetzmässigkeit (*f*), conformity to law, regularity

Vermutung (*f*), supposition, conjecture

folgerichtig (*adv*), consistently,

Vorstehende (*n*), the preceding information (table)

weittragend (*adv*), far-reaching, important

1 zurückzuführen sei, *was to be attributed to* See §10(1)

2 müsste See §10(4)

sind mit den Gasen, die mit dem Eisen während des Herstellungsvorganges in Berührung stehen. In zweiter Linie ist die Frage zu beantworten, in welcher Form die Gase im Eisen enthalten sind.

III. Einfluss der chemischen Zusammensetzung auf die Eigenschaften des schmiedbaren Eisens

1 Einleitung

[Seite 192–194]

Die Anforderungen an die technischen Eigenschaften des schmiedbaren Eisens bewegen sich in den weitesten Grenzen und können sich sogar grundsätzlich widersprechen. So soll beispielsweise Feinblechmaterial weich und zäh sein, während man vom Werkzeugstahl grösste Härte verlangt. Vom Magneten erwartet man, dass er den ihm erteilten Magnetismus unbegrenzt lange beibehält, vom Anker der 10 Dynamomaschine, der während einer Umdrehung wiederholt ummagnetisiert wird, also die Polarität wechselt, dass er den Magnetismus fast momentan und restlos verliere, und vom Antimagneten, dass er sich überhaupt nicht magnetisieren lasse. Diese hervorragende Anpassungsfähigkeit verdankt das Eisen in erster Linie dem Umstande, dass 15 durch relativ geringfügige Zusätze anderer Elemente, mit denen man es legiert, seine Eigenschaften sich recht erheblich verändern lassen.

Wenn nun auch die chemische Analyse die Grundlage für die erfahrungsmässige Beurteilung der Eigenschaften des schmiedbaren Eisens abgibt, so ist sie dennoch keineswegs der einzige bestimmende

Herstellungsvorgang (*m*), manufacturing process

in zweiter Linie, secondly

(sich) bewegen (*v*), to move

grundsätzlich (*adj*), fundamentally

widersprechen (*v*), to contradict

verlangen (*v*), to require, to expect

erteilen (*v*), to give, to impart

unbegrenzt (*adv*), unbounded, unlimited, — **lange** for an indefinitely long time

beibehalten (*v*), to keep on, to retain

Anker (*m*), armature

Umdrehung (*f*), revolution

Polarität (*f*), polarity

momentan (*adv*), momentarily

restlos (*adv*), without leaving any residue (of magnetism), absolutely

Antimagnet (*m*), non-magnetic (steel)

überhaupt (*adv*), at all

Anpassungsfähigkeit (*f*), ability to be fitted to the circumstances, flexibility

geringfügig (*adj*), insignificant

Zusatz (*m*), addition

erfahrungsmässig (*adj*), empirical, usual

einzig (*adj*), only

Faktor In späteren Abschnitten wird vielmehr gezeigt werden, dass der Einfluss der Verarbeitung und der Wärmebehandlung sehr gross sein kann, unter Umständen sogar den der Analyse zu überdecken vermag Ein Material von gegebener Zusammensetzung ist demnach nur dann hinreichend gekennzeichnet, wenn die Art der Verarbeitung 5 und der Wärmebehandlung, die es erfahren hat, angegeben wird

Schliesslich kann nicht unterlassen werden, auf einen weiteren, die Bedeutung der Analyse herabmindernden Umstand hinzuweisen Es ist anzunehmen, und die Erfahrung bestätigt dies, dass ausser der Analyse im üblichen Sinne sowie der Art der Verarbeitung und Wärme- 10 behandlung noch andere Faktoren eine gewisse nicht zu unterschätzende Rolle spielen Hierher gehört beispielsweise die Frage des Sauerstoffs sowie die der Gase und der Schlackeneinschlüsse Durch eine weitere Verfeinerung der analytischen und andern Hilfsmittel sowie durch Anpassung der Methoden an die Bedürfnisse der Werks- 15 laboratorien dürften¹ auch die Fälle einwandfrei zu erklären sein, in denen trotz gleicher Analyse im üblichen Sinne, Weiterbehandlung, und trotz gleichen Herstellungsverfahrens wesentlich verschiedene Eigenschaften erzielt werden

Es ist auf Grund der vorstehenden Darlegungen einzusehen, dass 20 der Wert von Untersuchungen über den Einfluss der chemischen Zusammensetzung auf die Eigenschaften des schmiedbaren Eisens ein verhältnismässig begrenzter ist und vor allem nur dann Vergleiche statthaft sind, wenn die Ergebnisse unter gleichen Voraussetzungen hinsichtlich des Zustandes, in dem sich die zu vergleichenden Materia- 25 lien befinden, gewonnen werden So bezieht sich die Mehrheit der in der Literatur mitgeteilten Untersuchungen auf warm verarbeitetes (meist gewalztes) Material Es ist klar, dass diese Zahlen nicht verglichen werden können mit entsprechenden, an nicht gewalztem

hinreichend (*adv*), sufficiently
kennzeichnen (*v*), to designate
unterlassen (*v*), to omit, to leave off
Verfeinerung (*f*), refinement
Bedürfnis (*n*), requirement, need
Werkslaboratorium (*n*), works laboratory
Weiterbehandlung (*f*), further treatment

Darlegung (*f*), explanation
einsehen (*v*), to see
begrenzt (*adv*), limited
Vergleich (*m*), comparison
statthaft (*adv*), permissible, valid, allowable
Voraussetzung (*f*), condition
Mehrheit (*f*), majority

¹ **dürften, müssten** See §10(4)

Material, also etwa an Stahlguss erhaltenen. Aber auch die Vergleichbarkeit warmverarbeiteter Materialien untereinander zum Zwecke der Ermittlung des Einflusses der chemischen Zusammensetzung ist nur dann in vollem Masse gegeben, wenn Art und Grad der Verarbeitung untereinander gleich sind. Bezüglich der Wärmebehandlung gilt das gleiche. Rohgegossenes oder -gewalztes Material kann nicht mit zweckmässig gegluhtem und noch weniger etwa mit vergutetem verglichen werden. Für systematische Untersuchungen mussten¹ bezüglich der Verarbeitung und Wärmebehandlung gewisse Normen geschaffen werden. Bei der Festlegung solcher Normen konnte¹ z. B. hinsichtlich der Wärmebehandlung der kritische Punkt AC_1 ² gute Dienste leisten und sozusagen als Normalglüh- und Härte-temperatur dienen. Zum mindesten wäre³ eine gewisse Einheitlichkeit der Versuchsbedingungen anzustreben. Neuerdings hat sich die Gepflogenheit eingebürgert, Baustähle dadurch⁴ vergleichbar zu machen, dass man sie auf gleiche Festigkeit vergutet, d. h. die Anlass-temperaturen so wählt, dass die Zugfestigkeiten ungefähr die gleichen werden. Vergleichbar sind dann die Dehnungen, Kontraktionen und Kerbzahigkeiten. Für die praktischen Anforderungen ist das Verfahren in diesem Sonderfall geeignet, doch lässt es sich auf beliebige Stähle natürlich nicht übertragen. Ferner wird ja nicht eine einzige Eigenschaft in bestimmter zahlenmässiger Höhe, sondern eine Kombination mehrerer Eigenschaften verlangt, die von Fall zu Fall wechseln kann.

Wenn die Einheitlichkeit der Versuchsbedingungen bezüglich der

Stahlguss (*m*), cast steel
rohgegossen (*p p adj*), crude cast
gegluht (*p p adj*), annealed
vergutet (*p p adj*), tempered
Festlegung (*f*), establishing
sozusagen (*adv*), so to speak, more or less
anstreben (*v*), to strive for
Gepflogenheit (*f*), custom, habit
einbürgern (*sich*) (*v*), to become adapted

Anlasstemperatur (*f*), annealing temperature
Zugfestigkeit (*f*), tensile strength
vergleichbar (*adj*), comparable
Kerbzahigkeit (*f*), impact strength
Sonderfall (*m*), special case
beliebig (*adj*), optional, any, of all kinds
übertragen (*v*), to apply
zahlenmässig (*adj*), numerical

¹ See §10(4)

² AC_1 , one of the points on the iron carbon diagram

³ wäre anzustreben, would have to be striven

⁴ dadurch, dass man vergutet. See §15(6)

Verarbeitung und Wärmebehandlung fehlt, so ist dies nicht minder für die übrigen Versuchsbedingungen der Fall. So beispielsweise für die Abmessungen der Schlagproben, für die Bestimmung der Streckgrenze, die häufig mit der Elastizitätsgrenze verwechselt wird und für die magnetischen Untersuchungen. Häufig fehlen sogar in der Literatur jegliche Angaben über die Art der Versuchsausführung, wodurch natürlich die Ergebnisse erst recht erheblich an Wert einbüssen.

Bei der Sichtung des in der Literatur vorhandenen Materials fällt endlich ein weiterer Mangel an Vollständigkeit und Systematik auf. Will man den Einfluss eines Elementes auf die Eigenschaften untersuchen, so darf nur der Gehalt an diesem Element als Veränderliche eingeführt werden, und man sollte wie bei der Aufstellung von Zustandsdiagrammen mit binären Systemen beginnen, also zunächst den Einfluss von Kohlenstoff, Phosphor, Schwefel usw. auf die Eigenschaften des von übrigen Elementen freien, also reinen Eisens untersuchen. Sodann sollte man übergehen zur Untersuchung der Dreistoffsysteme, und zwar zunächst der wichtigsten, Eisen-Kohlenstoff-Phosphor, Eisen-Kohlenstoff-Silizium usw., indem in einzelnen Reihen mit konstantem Kohlenstoffgehalt der Gehalt am Zusatzelement gesteigert wird. Dann müssten in ähnlicher Weise quaternäre und komplexe Systeme erforscht werden. Wenn auch nach dieser Richtung hin gewisse Ansätze bereits vorliegen, so ist das Material von der Vollständigkeit dennoch sehr weit entfernt, und es bleibt noch sehr viel zu leisten.

Daeves (St. E. 1923, 462, vgl. auch P. Goerens, St. E. 1923, 1191) empfiehlt die Auswertung des im Betriebe sich ansammelnden statistischen Materials auf dem Wege der sogenannten Grosszahlforschung.

Schlagprobe (*f*), impact test
Streckgrenze (*f*), yield point
Elastizitätsgrenze (*f*), elastic limit
jeglich (*pron*), any
einbüssen (*v*), to lose by, to suffer loss of
Sichtung (*f*), sifting
auffallen (*v*), to appear remarkable (to one), to strike (one)
Veränderliche (*f*), variable
Aufstellung (*f*), erection, setting up

Zustandsdiagramme (*n pl*), phase diagrams
nach dieser Richtung hin, in this direction (way)
dennoch (*conj*), yet, nevertheless, however
auf dem Wege, by way of, by means of
Grosszahlforschung (*f*), great number of investigations, large-scale investigation

Liegt eine sehr grosse Anzahl Zahlenwerte (über 1000 Werte) der Analysen einerseits und einer bestimmten zu diesen Analysenwerten gehörigen Eigenschaft andererseits vor, so lässt sich allein durch graphische Auswertung die Richtung und Stärke des Einflusses eines jeden einzelnen, durch die Analyse angegebenen Elements auf die gemessene Eigenschaft feststellen. Man trägt die Werte in ein Koordinatensystem ein und ordnet sie einmal nach dem Kohlenstoffgehalt, dann dem Mangangehalt, Schwefelgehalt usw. ein. Nach dem Gesetz der grossen Zahlen überdecken sich dann in jedem Falle die Einflüsse aller Elemente mit Ausnahme des Elements, nach dem die Zahlen jeweils geordnet sind. Durch ein solches Verfahren wird eine mühselige Untersuchung der Wirkung des Einzeleinflusses, die nur möglich ist durch Erschmelzung einer Reihe sehr reiner Legierungen (die nur das eine Element, dessen Einfluss bestimmt werden soll, variabel enthalten dürfen) überflüssig.

Eine exakte Darstellung des Einflusses der chemischen Zusammensetzung kann aus den vorher erwähnten Gründen zurzeit noch nicht gegeben, vielmehr muss versucht werden, an Hand des in der Literatur verstreuten Materials einen Einblick zu gewinnen, wobei zur Vermeidung von Missverständnissen die Art und Weise, wie dieses Material gewonnen wurde, also die besonderen Versuchsbedingungen, soweit solche überhaupt angegeben sind, beigefügt werden müssen.

Den Zwecken¹ dieses Buches entsprechend sind lediglich die technisch zurzeit wichtigsten Eigenschaften (Über die Bedeutung und Ermittlung dieser Eigenschaften vgl. z. B. Martens, Materialkunde Bd. I, Berlin 1898, Wawrzyniak, Materialprüfungswesen, Berlin 1908, Schreiber, Materialprüfungsmethoden im Elektromaschinen- und Apparatebau, Stuttgart 1915, ausserdem viele in der neueren Literatur verstreute Einzelaufsätze, deren Aufzählung hier zu weit führen würde) herangezogen worden.

jeweils (*adv*), respectively
 mühselig (*adj*), toilsome, laborious
 Einzeleinfluss (*m*), single influence
 (addition)
 Erschmelzung (*f*), melting, fusion,
 smelting
 überflüssig (*adj*), superfluous

zurzeit (*adv*) at the time, at present
 Einblick (*m*), insight
 Missverständnis (*n*), misunderstanding
 beifügen (*v*), to add to
 Einzelaufsatz (*m*), individual article
 heranziehen (*v*), to refer to

¹ Den Zwecken, dative object of *entsprechend*

Eine erschöpfende Benutzung des in der Literatur vorhandenen Materials ist vermieden worden. Vielmehr wurden meistens von den einschlägigen Arbeiten die am wichtigsten¹ und ausführlichsten¹ erscheinenden gleichzeitig auf Grund neuerer¹ Anschauungen durchgeführt berücksichtigt. Die Mehrzahl dieser Arbeiten enthält 5 im übrigen geschichtliche Übersichten und ältere¹ Literaturangaben, auf die notigenfalls zurückgegriffen werden kann.

Zur Veranschaulichung der Abhängigkeit der Eigenschaften von der chemischen Zusammensetzung wurde, soweit dies angängig war, in ausgedehntem Masse die graphische Darstellung benutzt. Auf 10 eine Beschreibung der Diagramme ist im allgemeinen verzichtet worden, weil sie in Worten ja nur das zum Ausdruck bringt, was ein Blick auf das Diagramm lehrt. Auf besonders bemerkenswerte Punkte wurde natürlich hingewiesen. Den² Diagrammen sind, wenn möglich, Zusammenstellungen der chemischen Zusammensetzung, sowie An- 15 gaben über Herstellung und Behandlung des Versuchsmaterials und über die Einzelheiten der Versuchsausführung beigelegt.

erschöpfend (*p p adj*), exhaustive
einschlägig (*adj*), pertinent, appropriate

Anschauung (*f*), view, idea

notigenfalls (*adv*), in case of necessity

zurückgreifen (*auf*) (*v*), to fall back upon

Veranschaulichung (*f*), illustration

angängig (*adj*), possible, feasible
in ausgedehntem Masse, extensively, considerably

verzichten (*auf*) (*v*), to renounce, to put aside

1 See §13

2 Den Diagrammen, dative after beigelegt

DR W GUERTLER *METALLOGRAPHIE*

(Berlin, Gebrüder Borntraeger, 1926)

ZWEITER BAND

Zweiter Teil Fünfter Abschnitt

ZWEITE LIEFERUNG

DIE THERMISCHE AUSDEHNUNG

VON DR A SCHULZE

Aluminium

[Seite 100–104]

Aluminium verschiedener Reinheit ist auf seine thermische Ausdehnung untersucht worden, und zwar in tiefen Temperaturen sowohl, wie in hohen¹ Zu erwähnen sind zuerst die alten Messungen von Le Chatelier (1889 und 1899), die den thermischen Ausdehnungskoeffizienten bei den Temperaturen von 63° und 600° bestimmten, er erhielt

$$\text{bei } t = 63^\circ \quad \beta = 0,000\,024$$

$$\text{bei } t = 600^\circ \quad \beta = 0,000\,031$$

Voigt (1893) bestimmte den Ausdehnungskoeffizienten zwischen 15° und 31° W H Souder und P Hidnert (1922) fanden in dem Temperaturgebiet von 20° bis 600° für

$$1_t = 1_0 (1 + at + bt^2)$$

$$a = 0,000\,021$$

$$b = 0,000\,000\,012$$

10 woraus sich ein Ausdehnungskoeffizient bei 20°:

$$\beta_{20} = 0,000\,022$$

ergibt

In tiefen Temperaturen, vom Siedepunkt des flüssigen Wasserstoffs bis zur Zimmertemperatur, hat Ch L Lindemann (1911) die

1 in tiefen . sowohl, wie in hohen, *at low as well as at high ones*
(temperatures)

Ausdehnungskoeffizienten des Aluminiums bestimmt, er brauchte für seine Messungen technisch reines Metall, die Versuchsergebnisse sind in Tabelle 3 zusammengestellt, sie sind auf Quarz bezogen. Die thermische Ausdehnung des Quarzes ist wegen der Kleinheit vernachlässigt

5

TABELLE 3

Thermischer Ausdehnungskoeffizient von Aluminium in tiefen Temperaturen
(nach Ch. L. Lindemann)

t° C	β
-253 bis -192	0,000 002
-192 bis -183	0,000 009
-191 bis -20	0,000 016

Man sieht, dass der Ausdehnungskoeffizient in tiefen Temperaturen rapide abnimmt, besonders stark in dem Gebiet von -253° bis -192° (vergl. auch die Fig. 9)

F. Henning (1907) fand nach der Komparatormethode für den Ausdehnungskoeffizienten zwischen -191° und +16°

10

$$\beta = 0,000 0185$$

Scheel untersuchte 1921 zwei Aluminiumsorten verschiedener Reinheit, ein Al III, das an Fremdstoffen (besonders Eisen und Silizium) 1,2% und ein Al IV, das an Fremdstoffen nur 0,4% enthält. Beide Aluminiumsorten wurden sowohl nach der Komparatormethode wie nach der Fizeauschen Methode gemessen. Nach der Rohrmethode wurden Stäbe von 244,8 und 225,0 mm Länge benutzt, für die Fizeausche Methode waren Versuchskörperchen von 9,53 und 9,30 mm Länge zur Verfügung. Die Beobachtungen wurden bei -78° im Kohlendioxidschnee, bei 100° in Wasserdampf, bei 200° in Dampf von Methylbenzol, in höheren Temperaturen im elektrisch geheizten Salpeterbad ausgeführt. Die Tabelle 4 enthält die gemessenen Längenänderungen der Aluminiumkörper zwischen

$$20^\circ \text{ und } t^\circ \text{ in } \frac{\text{mm}}{\text{m}}$$

Samtliche Beobachtungen Scheels lassen sich mit hinreichender Genauigkeit durch die Formel:

25

$$\Delta l = 22,9 \gamma + 0,09 \gamma^2$$

($\gamma = \frac{t}{100}$) in dem Temperaturgebiet von -78° bis +500° darstellen

TABELLE 4

Thermische Ausdehnung von Aluminium in $\frac{\text{mm}}{\text{m}}$ (nach Scheel)

t° C	Al III		Al IV		Formel
	Fizeausche Methode	Rohr Methode	Fizeausche Methode	Rohr Methode	
-78	—	-2,22	—	—	-2,19
+20	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
+100	1,96	+1,91	—	—	1,92
200	4,58	4,39	—	—	4,48
250	—	—	5,80	5,79	5,83
300	7,10	7,31	7,24	7,20	7,22
350	—	—	8,75	8,72	8,66
400	—	10,07	10,18	10,14	10,14
450	—	—	—	11,68	11,67
500	—	13,15	13,25	13,32	13,24

Ein Unterschied der Ausdehnung ist für die beiden Reinheitsstufen nicht nachweisbar

Daraus ergaben sich für die entsprechenden Temperaturintervalle folgende Ausdehnungskoeffizienten

von -78° bis 0° $\beta = 0,000\ 0222$

von 0° bis 100° $\beta = 0,000\ 0238$

von 0° bis 300° $\beta = 0,000\ 0256$

von 0° bis 500° $\beta = 0,000\ 0274$

- 5 Neuerdings hat P. Hidnert (1925) zwei Sorten Aluminium (99,95 % und 99,15 % Al) bis 600° untersucht und kommt zu Ergebnissen, die sich von denen Scheels nur ganz unwesentlich unterscheiden

W. Dittenberger (1902), der Aluminium in dem Temperaturgebiet von 0° bis 610° untersucht hat, erhält hierfür die Formel.

$$\Delta l = 2,3536 \gamma + 0,07071 \gamma^2$$

- 10 mithin also etwas grossere Werte für die Ausdehnungskoeffizienten, als sie Scheel gefunden hat

Gelegentlich der Messungen an Aluminium-Zink-Legierungen ist von A. Schulze die thermische Ausdehnung eines Aluminiumstabes, der zuvor auf 420° angelassen war, bestimmt worden. Die Messergeb-

zuvor (*adv*), previously
anlassen (*v*), to anneal

Messergebnisse (*n pl*), data

nisse sind in der folgenden Tabelle 5 zusammengestellt, sie lassen sich durch die Formel

$$\Delta l = 230 \gamma + 0,07 \gamma^2$$

TABELLE 5

Thermische Ausdehnung von Aluminium in $\frac{\text{mm}}{\text{m}}$ (nach A. Schulze)

t° C	beob	Formel
0	0,00	0,00
100	1,89	1,90
200	4,41	4,41
300	7,06	7,06
400	9,85	9,85

darstellen. Dieser Aluminiumstab zeigt eine etwas geringere thermische Ausdehnung als die von Scheel gemessenen.

E. Gruneisen (1910) gibt für das Temperaturgebiet von -190° bis 0° und von 0° bis $+100^\circ$ die Formel

$$\Delta l = 1000\gamma \{ (t_2 + 273)t_1^{1+\epsilon} - (t_1 + 273)^{1+\epsilon} \} \text{ mm}$$

Für Aluminium haben sich die Werte

$$\gamma = 2,22 \cdot 10^{-6}$$

$$\epsilon = 0,35$$

ergeben. Die sich hieraus ergebenden Längenänderungen stimmen gut mit den übrigen überein.

Figur 9 zeigt die graphische Darstellung der thermischen Ausdehnung von Aluminium. In tiefen Temperaturen ist die Ausdehnung sehr klein, in höheren Temperaturen nimmt sie in einer schwach gekrümmten Kurve um stets nahezu gleiche Beiträge zu. Die Ausdehnungskoeffizienten nehmen mit fallender Temperatur rapide ab. Der Kurvenverlauf ähnelt sehr dem der Atomwärme.

K. Bornemann und F. Sauerwald (1922) haben die thermische Ausdehnung des Aluminiums in flüssigem Zustande bestimmt dadurch, dass sie das spezifische Volumen v_s gemessen haben. Aus der Tabelle 6 ist die Abhängigkeit des spezifischen Volumens von der Temperatur

Längenänderung (f), longitudinal **Beitrag** (m), contribution, portion, change, elongation share
krümmen (v), to bend, to curve **Kurvenverlauf** (m), course of the curve
nahezu (adv), almost

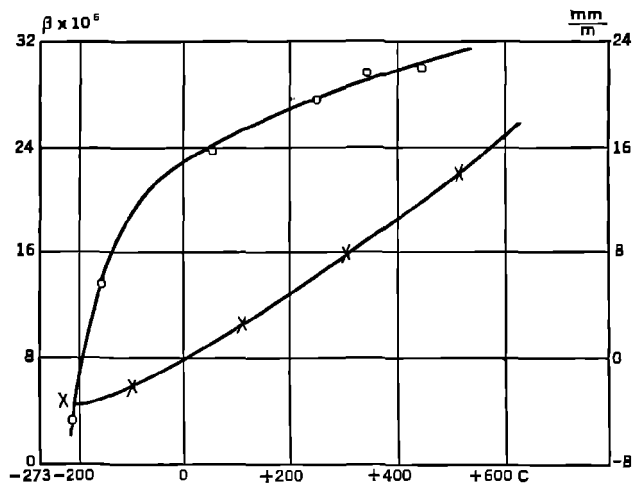


Fig 9 Thermische Ausdehnung von Aluminium

ersichtlich In der letzten Spalte ist die Änderung des spezifischen Volumens pro Grad Temperaturdifferenz $\frac{\Delta v_s}{\Delta t}$ berechnet Ausser dem spezifischen Volumen im flüssigen Zustande ist das bei 0° C angegeben, ferner ist das spezifische Volumen im festen Zustande unmittelbar vor dem Beginn des Schmelzens (657°) bestimmt und das im flüssigen Zustande unmittelbar nachdem alles geschmolzen ist Man sieht daraus, dass das Aluminium sich beim Schmelzen um 6,7 % seines Schmelzpunktvolumens (fest) ausdehnt

Der Ausdehnungskoeffizient des flüssigen Aluminiums ändert sich in dem Temperaturintervall von 700 bis 1200° C nur unwesentlich, wie aus der letzten Spalte der Tabelle 6 ersichtlich

Nach Messungen von H Endo (1924) beträgt die Volumenzunahme beim Übergang aus dem festen in den flüssigen Zustand 6,20 %, also in guter Übereinstimmung mit den Messungen von Bornemann und Sauerwald

Spalte (f), column
Temperaturdifferenz (f), difference
in temperature

Schmelzpunktvolumen (n), volume
at the melting point

TABELLE 6

Spezifisches Volumen von flüssigem Aluminium (nach Bornemann und Sauerwald)

$t^{\circ}\text{C}$	v_s	$\frac{\Delta v_s}{\Delta t}$
0	0,3720	—
657	$\left\{ \begin{array}{l} \text{fest} \quad 0,3910 \\ \text{flüssig} \quad 0,4172 \end{array} \right.$	—
700	0,4196	0,000 052
800	0,4248	0,000 052
900	0 4300	0,000 052
1000	0,4352	0,000 048
1100	0,4400	0,000 06
1200	0,446	

Invar

[Seite 206–211]

Da das Invar wegen seines ausserordentlich kleinen Ausdehnungskoeffizienten grosse Bedeutung für technische, präzisionsmechanische Zwecke u a m bekommen hat, so soll¹ speziell auf diese Legierung noch näher eingegangen werden

Eine sichere Erklärung dafür, dass² der thermische Ausdehnungskoeffizient des Invars bei gewöhnlicher Temperatur beinahe verschwindet, war bisher nicht bekannt. Man neigte zuweilen dazu, eine Umwandlung, die bei der Erwärmung unter Volumenabnahme verläuft und die die rein thermische Ausdehnung kompensiert, anzunehmen, hatte jedoch keine unmittelbaren Beweise dafür. C 10 Benedicks und P. Sederholm (1925) ist es gelungen, diese beiden Erscheinungen experimentell voneinander zu trennen, und zwar von der Überlegung ausgehend, dass eine Umwandlung ein langsam verlaufender Vorgang ist. Diese beiden Forscher haben einen Invardraht schnell erhitzt und festgestellt, dass dabei zuerst eine Längenzunahme 15 und dann eine Zusammenziehung erfolgt, die sich gegenseitig beinahe aufheben, und umgekehrt bei der Abkühlung. Die Versuchsergebnisse

präzisionsmechanisch (*adv*), mechanical precision
neigen (zu) (*v*), to incline (to), to tend (to)

zuweilen (*adv*), at times, sometimes
sich gegenseitig aufheben, to neutralize each other

1 See §9

2 See §15(6)

sind in der Fig 44 wiedergegeben, in der die Zahlen den Zeitabstand seit dem Beginn des Versuches in Minuten bedeuten. Die Ausdehnung setzt zunächst mit einem Ausdehnungskoeffizienten von etwa $\beta = 13 \times 10^{-6}$ ein, der schon nach 10 Sekunden zu sinken beginnt. Dieser anfängliche Ausdehnungskoeffizient lässt sich aus denen des Eisens und des Nickels nach der Mischungsregel berechnen. Nach 3 Minuten fängt der Draht an, sich zu kontrahieren und nach 12 Minuten (bei 65°) hat bereits wieder eine Verkürzung auf die ursprüngliche Länge stattgefunden. Bei der Abkühlung (vergl Fig 44) tritt dann — ganz analog — der umgekehrte Vorgang ein.

Benedicks und Sederholm haben auch auf mikroskopischem Wege nachgewiesen, dass das Invar aus zwei Strukturelementen besteht (siehe Fig 45). Besonders deutlich zeigt das Bild B, das eine Legierung mit 30,5% Nickel darstellt, die Zwei-Phasen-Struktur.

Mit der Temperatur ändert sich offenbar ihr Mengenverhältnis, wodurch die beobachteten Effekte zu erklären sind.

Es scheint, dass damit eine gesicherte Grundlage für das Verständnis des Invars und nahestehende Eisen-Nickel-Legierungen mit geringeren Ausdehnungskoeffizienten gegeben ist. Andere, allerdings weniger markante Ausdehnungsanomalien in dem Eisen-Nickel-System, wie z. B. bei 23% Nickel (vergl Fig 40) werden von dieser Erklärung durch Benedicks und Sederholm nicht berührt. Dabei erreicht der Ausdehnungskoeffizient den Wert von etwa 18×10^{-6} , während nach der Mischungsregel etwa 12×10^{-6} zu erwarten wäre.¹

In höheren Temperaturen tritt die eben besprochene Eigenschaft des Invars und der nahebei gelegenen Legierungen viel weniger hervor, wie die Versuche von Charpy und Grenet (1902) zeigen (siehe Tabelle 69). Das hierfür verwandte Invar enthielt als Verunreinigungen 0,39% Kohlenstoff und 0,39% Mangan.

Zeitabstand (*m*), interval
Mischungsregel (*f*), rule of mixing,
law of mixtures

Verkürzung (auf) (*f*), shortening
(of)

auf mikroskopischem Wege, microscopically

offenbar (*adv*), obviously

Mengenverhältnis (*n*), quantitative relation

nahestehen (*v*), to be intimately connected with, related

markant (*adj*), striking, prominent
Ausdehnungsanomalien (*f pl*), expansion irregularities

berühren (*v*), to affect

nahebei (*adv*), nearby, **nahe** (*bei*)
liegen, obvious

¹ zu erwarten wäre, would have to be expected.

TABELLE 69

Lineare Ausdehnungskoeffizienten einiger Eisen-Nickel-Legierungen in hohen Temperaturen (nach Charpy und Grenet)

Gewichts- prozent Ni	15 bis 100°	100 bis 200°	200 bis 400°	400 bis 600°	600 bis 800°
26,9	11,0	18,0	18,7	22,0	23,0
30,1	9,5	14,0	19,5	19,0	21,3
34,1	2,1	2,5	11,75	19,5	25,7
36,1 (Invar)	1,5	1,5	11,75	17,0	20,3

Während zwischen 15 und 100° das Verhältnis zwischen dem ersten und letzten Wert von β 7,33 beträgt, ist es zwischen 600 und 800° nur noch 1,13

Systematische Messungen des Ausdehnungskoeffizienten von Invar und von zwei Legierungen, die einige Prozente Nickel mehr und weniger besitzen, sind von Goerens (1924) angegeben. Die graphische Darstellung zeigt Fig. 46. Die Zahlenwerte sind in der Tabelle 70 zusammengestellt. Hiernach nimmt der wahre Ausdehnungskoeffizient des Invars mit steigender Temperatur rapide zu, besonders in dem Temperaturgebiet zwischen 100 und 300°. Darauf wird die Zunahme des Ausdehnungskoeffizienten geringer, bis er von etwa 700 bis 1000° konstant bleibt.

TABELLE 70

Wahrer linearer Ausdehnungskoeffizient von Invar und zwei anderen Eisen-Nickel-Legierungen in hohen Temperaturen (nach Goerens)

t° C	30% Ni	36% Ni Invar	44% Ni
0	$4,0 \times 10^{-6}$	$1,5 \times 10^{-6}$	$6,6 \times 10^{-6}$
100	13,4	3,0	6,3
200	17,0	7	6
300	17,5	15	5
400	17,8	16	10
500	17,6	17	16
600	17,2	17	17
700	19,8	18	18
800	19,9	18	18
900	21,0	18	19
1000	21,6	18	19

In tiefen Temperaturen hat K. Scheel (1908) die thermische Ausdehnung des Invars untersucht, er verwandte hierzu die Fizeausche Methode

Ihm standen zwei verschiedene Sorten Invar zur Verfügung, die eine war von Krupp und die andere aus Imphy. Wie die Messungen zeigen (siehe Tabelle 71) nimmt der mittlere lineare Ausdehnungskoeffizient zwischen 0° und der flüssigen Luft wieder zu, so dass man etwa bei 0° das Minimum der thermischen Ausdehnung anzunehmen hat

TABELLE 71

Thermische Ausdehnung von Invar in tiefen Temperaturen (nach Scheel)

Material	t° C	Δl in $\frac{\text{mm}}{\text{m}}$	$\beta \times 10^6$
Invar von Krupp	0	0,00	2,9
Invar von Krupp	-190	-0,55	
Invar aus Imphy	0	0,00	1,9
Invar aus Imphy	-190	-0,37	

Leider zeigt — wie bereits oben erwähnt — das Invar starke thermische Nachwirkungen, welche sich zwar durch geeignete mechanische oder thermische Behandlung stark reduzieren lassen

Schon Guillaume (1912) hat darauf hingewiesen, dass die Nickelstähle, je nach ihrer Zusammensetzung mehr oder weniger thermische Nachwirkungen zeigen. Auch bei dem Invar beobachtete er langdauernde Nachwirkungen, die noch nach Jahren nachweisbar waren. Bei kurz aufeinander folgenden Abkühlungen und Erwärmungen müssen sich diese nachträglichen Änderungen teilweise überdecken und als unregelmässige Längenänderungen in die Erscheinung treten

Besonders störend trat dies bei den Messungen von S. Valentiner und J. Wallot (1915) auf, die das Invar bei tiefen Temperaturen untersuchten. Sie hatten das Invar von der Société Genevoise¹. Die Ausdehnungskoeffizienten, die sie erhalten haben, steigen mit abnehmender Temperatur an, so dass dieses Ergebnis im Einklang mit den Scheelschen Messungen steht (siehe Tabelle 72 und Fig. 47) und in der Tat das Invar bei etwa 0° den geringsten thermischen Ausdehnungskoeffizienten besitzt

1 Société Genevoise, French for Genevan Society (of Switzerland)

TABELLE 72

Linearer Ausdehnungskoeffizient von Invar in tiefen Temperaturen
(nach Valentiner und Wallot)

$t^{\circ} \text{C}$	$\beta \times 10^6$
0	0,38
-50	0,70
-100	1,02
-150	1,34

VOCABULARY

Completeness and Frequency The following vocabulary is intended to be complete in every way. It lists every word that occurs in all the reading selections, even words whose English meaning is evident. The number following each word indicates its frequency of occurrence in the selections. This should give the student a clue as to what are the most important and most frequently occurring words in this Reader. It is suggested that no effort be made to learn those words that are listed as occurring only once. Items preceded by an asterisk were not counted as they were too common.

Verbs Only the infinitive form of verbs is given. For a list of irregular verbs together with their principal parts, consult the list at the end of the vocabulary.

Nouns The case endings of nouns are not listed. Only the nominative singular is given. The student should learn, from his own observation, that German nouns form their genitive singular and nominative plural in the following different ways.

- 1 der Chemiker, des Chemikers, die Chemiker (no change in plural),
das Fenster, des Fensters, die Fenster
- 2 der Vater, des Vaters, die Väter (Umlaut in plural)
- 3 der Hund, des Hundes, die Hunde (adding of -e),
das Jahr, des Jahres, die Jahre
- 4 der Baum, des Baumes, die Bäume (adding of -e and Umlaut),
die Wand, der Wand, die Wände
- 5 das Buch, des Buches, die Bücher (adding of -er and Umlaut, if possible),
der Mann, des Mannes, die Männer,
das Kind, des Kindes, die Kinder
- 6 die Farbe, der Farbe, die Farben, (addition of -n, -en, or -nen),
der Mensch, des Menschen, die Menschen,
der Staat, des Staates, die Staaten,

der Doktor, des Doktors, die Doktoren,
 der Name, des Namens, die Namen,
 das Auge, des Auges, die Augen,
 die Gräfin, der Gräfin, die Gräfinnen

7. das Studium, des Studiums, die Studien (plurals from Latin and Greek),
 das Mineral, des Minerals, die Mineralien (neuters in **-en**),
 das Drama, des Dramas, die Dramen

The genitive singular it will be noted, ends in **-s**, **-es**, **-en**, **-n**, **-ens**, or **-ns**, the dative plural in **-n** or **-en**, the other cases are the same as the corresponding nominative singular or plural

Adverbs and Adjectives The positive or comparative form of an adjective may be used adverbially without any change of form

Abbreviations. The abbreviations used are *adj* adjective, *abbrev* abbreviation, *adv* adverb, *comp* comparative, *conj* conjunction, *f* feminine noun, *m* masculine noun, *n* neuter noun, *p adj* participial adjective, *pl* plural, *p p* past participle, *prep* preposition, *v* verb, *v r* reflexive verb (with *sich*)

The *chemical prefixes*, *o*, *p*, *m*, α , etc., standing for *ortho*, *para*, *meta*, etc., are not indexed α -Thioisatin, for example, is to be found not under *A* but under *T* Similarly, *o*-Nitro-phenol is to be looked for under *N*

VOCABULARY

A		FREQUENCY	
	FREQUENCY		
ab (<i>adv</i>), off, from, down	4	abhelfen (<i>v</i>), to remedy, to correct	2
Abänderung (<i>f</i>), modification, change, alteration, variation	1	abkommen (<i>von</i>) (<i>v</i>), to discontinue	1
Abbau (<i>m</i>), analysis, decomposition	2	Abkommling (<i>m</i>), derivative	1
abbauen (<i>v</i>), to mine, to decompose	2	abkorrodieren (<i>v</i>), to corrode	1
Abbauprodukt , (<i>n</i>), decomposition product	3	abkühlen (<i>v</i>), to cool, to anneal	4
abbilden (<i>v</i>), to illustrate	1	Abkühlung (<i>f</i>), cooling, annealing	6
Abbildung (<i>f</i>), model, figure, illustration	19	ablassen (<i>v</i>), to drain, to decant	1
abdecken (<i>v</i>), to cover up	2	ablaufen (<i>v</i>), to run off	1
abdestillieren (<i>v</i>), to distil off or over	2	Ablaufschlauch (<i>m</i>), discharge tube	1
Abdestillieren (<i>n</i>), distilling over	1	ableiten (<i>v</i>), to derive, to divert, to let escape	5
aber (<i>conj</i>), but, however	24	Abmessung (<i>f</i>), measurement, survey, adjustment, dimension	2
Abfiltrieren (<i>n</i>), filtering off	1	Abnahme (<i>f</i>), decrease, decline	3
abfiltrieren (<i>v</i>), to filter off	2	Abnahmebedingung (<i>f</i>), stipulation of sale or inspection, (<i>pl</i>) specifications	2
abfließen (<i>v</i>), to flow out	1	abnehmen (<i>v</i>), to decrease, to reduce, — <i>d</i> , decreasing	7
Abflussrohr (<i>n</i>), discharge tube, waste pipe	3	absaugen (<i>v</i>), to suck off, to draw off, to siphon	1
abgeben (<i>v</i>), to give off, to yield, to deliver, to part with	4	Abschaffung (<i>f</i>), removal, abolishment, discharge	1
Abgießen (<i>n</i>), casting	1	abscheiden (<i>v</i>), to separate (away), to refine, to precipitate, <i>sich</i> —, to be separated	12
Abgrenzung (<i>f</i>), demarcation, delimitation	1	abscheidbar (<i>adj</i>), separable	1
Abhandlung (<i>f</i>), essay, treatise, transaction	2	Abscheidung (<i>f</i>), deposit, separation, precipitation	5
abhängen (<i>von</i>) (<i>v</i>), to depend (on)	5	Abschlacken (<i>n</i>), slagging	1
abhängig (<i>von</i>) (<i>adj</i>), dependent (on)	6	abschleifen (<i>v</i>), to polish, to grind off	1
Abhängigkeit (<i>von</i>) (<i>f</i>), dependence (on)	11	abschliessen (<i>v</i>), to shut off, to	

occlude, to conclude, to come to a final decision	2	Abstellen (<i>n</i>), turning off, stopping (of an engine)	1
abschliessend (<i>adj</i>), definitive, conclusive	1	abstellen (<i>v</i>), to turn off, to stop, Wasser —, to cut off the water	3
Abschluss (<i>m</i>), closing device, shutting, cut-off	1	Abstich (<i>m</i>), tapping	1
abschmelzen (<i>v</i>), to melt off, to fuse, to separate by melting	1	Abteilung (<i>f</i>), division, compartment	2
abschneiden (<i>v</i>), to cut-off	4	abtrennen (<i>v</i>), to separate, to cut off, to disconnect	2
Abschnitt (<i>m</i>), class, part, paragraph, section, portion	15	Abtrennung (<i>f</i>), separation	1
Abschrecken (<i>n</i>), quenching (steel), chill(ing) (cast steel)	1	abtropfen (<i>v</i>), to drain (off), abgetropft , drained	1
absehen (<i>v</i>), to neglect, to look away from, to disregard, davon abgesehen , apart from, disregarding this	2	Abwasser (<i>n</i>), drain water, sewage, waste water	2
absetzen (<i>v</i>), to settle, to deposit, to precipitate	2	abwechseln (<i>v</i>), to alternate, to fluctuate, —d, (<i>adv</i>), alternately	1
Absicht (<i>f</i>), purpose, intention, mit —, intentionally, ohne —, unintentionally	6	abweichen (<i>v</i>), to deviate, to diverge, to vary	1
absichtlich (<i>adj</i> , <i>adv</i>), intentional(ly)	1	Abweichung (<i>f</i>), deviation, variation	1
absolut (<i>adj</i> , <i>adv</i>), absolute(lv), — Druck , absolute pressure, pressure above vacuum	5	abwesend (<i>p adj</i>), absent	1
absorbieren (<i>v</i>), to absorb	4	Acetaldehyddisulfonsäure (<i>f</i>), acetaldehyde disulfonic acid	1
Absorption (<i>f</i>), absorption	4	Acetessigester (<i>m</i>), acetoacetic ester	1
Absorptionsgeschwindigkeit (<i>f</i>), absorption speed	1	Aceton (<i>n</i>), acetone	6
Absorptionsrohr (<i>n</i>), absorption tube	1	acetonisch (<i>adj</i>), of acetone	1
Absorptionsspektrum (<i>n</i>), absorption spectrum	3	Acetophenon (<i>n</i>), acetophenone	2
Absorptionsturm (<i>m</i>), absorption tower	1	Acetylen (<i>n</i>), acetylene	1
abspaltbar (<i>adj</i>), separable	1	Acetylenchlorid (<i>n</i>), acetylene chloride	1
abspalten (<i>v</i>), to split off, to separate	3	Acetylnitrat (<i>n</i>), acetyl nitrate	1
Abspaltung (<i>f</i>), splitting off, elimination, cleavage, separation	3	Achse (<i>f</i>), axle, axis, shaft	1
Abspülen (<i>n</i>), rinsing, washing	1	acht (<i>adj</i>), eight	1
abspülen (<i>v</i>), to wash off, to flush, to rinse	1	achten (<i>auf</i>) (<i>v</i>), to regard, to respect, to pay attention (to), to attend (to)	2
abstammen (<i>v</i>), to derive	1	achtjahrig (<i>adj</i>), of eight years	1
		Achtkanteisen (<i>n</i>), octagon bar iron, eight-sided bar iron	1
		Acidität (<i>f</i>), acidity	1
		Addition (<i>f</i>), addition	2
		additionell (<i>adj</i>), additional	3
		Additionsprodukt (<i>n</i>), addition product	1
		adsorbieren (<i>v</i>), to adsorb	1

Adsorption (<i>n</i>), adsorption	1	allerseltenst (<i>adv</i>), scarcely,	
Agents (<i>pl</i> , Agenzien) (<i>n</i>), agent	2	very seldom, rarely	1
Aggregatzustand (<i>m</i>), state of aggregation	1	alles (<i>n</i>), all, everything	1
ähneln (+ <i>dat</i>) (<i>v</i>), to resemble, to be similar (to)	2	allgemein (<i>adj</i> , <i>adv</i>), usual(ly), ordinari(ly), general(ly), im	
ähnlich (<i>adj</i>), similar, like, — wie, the same as	16	—en (<i>adv</i>), in general, Allgemeines (<i>n</i>), general information	26
Akademie (<i>f</i>), academy	3	allmählich (<i>adj</i>), gradual(ly)	3
A-Kohle , (<i>f</i>), activated carbon	3	alpin (<i>adj</i>), Alpine (referring to the Alps), mountainous	1
aktiv (<i>adj</i>), active	3	als (<i>conj</i>), when, as, than, like, in comparison	109
aktivieren (<i>v</i>), to activate	2	also (<i>adv</i>), thus, then, therefore, however, accordingly	27
Aktivierung (<i>f</i>), activation	1	alt , alter (<i>adj</i>), old	16
Aktivität (<i>f</i>), activity	5	Altertum (<i>n</i>), antiquity	1
Aldehyd (<i>m</i>), aldehyde	1	Aluminium (<i>n</i>), aluminum	20
Aldolkondensation (<i>f</i>), aldol condensation	1	Aluminiumchlorid (<i>n</i>), aluminum chloride	1
aliphatisch (<i>adj</i>), aliphatic	1	Aluminiumkörper (<i>m</i>), aluminum body	1
Alkali (<i>pl</i> Alkalien) (<i>n</i>), alkali	22	Aluminiumoxyd (<i>n</i>), aluminum oxide	1
Alkalicarbonat (<i>n</i>), alkali carbonate	1	Aluminiumphenolat (<i>n</i>), aluminum phenolate	1
Alkalihydroxyd (<i>n</i>), alkali hydroxide	1	Aluminiumsorte (<i>f</i>), type of aluminum	18
alkalilöslich (<i>adj</i>), alkali soluble	1	Aluminiumstab (<i>m</i>), aluminum rod or bar	2
Alkalinitrat (<i>n</i>), alkali nitrate	2	Aluminium-Zink-Legierung (<i>f</i>), aluminum-zinc alloy, aluminum brass	1
alkalisch (<i>adj</i>), alkaline	20	Aluminiumzusatz (<i>m</i>), addition of aluminum	1
Alkalischmelze (<i>f</i>), alkali fusion	2	aluminothermisch (<i>adj</i>), aluminothermic	1
alkalischweingeistig (<i>adj</i>), alkaline-alcoholic	2	am = an dem to (the), at (the)	14
Alkaloid (<i>n</i>), alkaloid	1	Amazone (<i>f</i>), Amazon	1
Alkohol (<i>m</i>), alcohol	15	Ambossstück (<i>n</i>), anvil piece	1
alkoholisch (<i>adj</i>), alcoholic	19	Ameisensäure (<i>f</i>), formic acid	2
Alkyl (<i>n</i>), alkyl	2	Amerika (<i>n</i>), America, the United States	5
Alkylbarbitursäure (<i>f</i>) alkyl barbituric acid	1	amerikanisch (<i>adj</i>), American	1
Alkylhaloid (<i>n</i>), alkyl halide	1	Amidobase (<i>f</i>), amido base	1
Alkylmalonsäure (<i>f</i>), alkyl malonic acid	1	Amin (<i>n</i>), amine	1
all (<i>pl</i> alle) (<i>adj</i>), every, vor —em, above all, especially	26	Aminbase (<i>f</i>), amine base	1
allein (<i>adj</i>), alone, (<i>adv</i>), but, (<i>conj</i>), but, still	5		
allerdings (<i>adv</i>), undoubtedly, only, to be sure	4		
allerfeinst (<i>adj</i>), very fine	1		
allerletzt (<i>adj</i>), very last	1		

Aminophenol (<i>n</i>), aminophenol	1	anderseits, andererseits (<i>adv</i>), on the other hand	5
Aminosulfosäuren (<i>f pl</i>), amino sulfonic acids	1	Änderung (<i>f</i>), change, variation	3
Ammoniak (<i>n</i>), ammonia	16	anduten (<i>v</i>), to indicate	1
ammoniakalisch (<i>adj</i>), ammo- niacal	2	aneinander (<i>adv</i>), on each other, together	1
Ammoniakderivat (<i>n</i>), ammo- nium derivative	1	anerkennen (<i>v</i>), to recognize, to acknowledge	2
Ammonium (<i>n</i>), ammonium	1	Anfang (<i>m</i>), beginning, start	4
Ammoniumbase (<i>f</i>), ammonium hydroxide	1	anfangen (<i>v</i>), to begin	1
Ammoniumcarbammat (<i>n</i>), am- monium carbamate	4	anfanglich (<i>adv</i>), at the begin- ning, (<i>adj</i>), initial, first	2
Ammoniumcarbonat (<i>n</i>), ammo- nium carbonate	1	Anfangsglied (<i>n</i>), initial member	1
Ammoniumcyanat (<i>n</i>), ammo- nium cyanate	2	anfärben (<i>v</i>), to dye	1
Ammoniumderivat (<i>n</i>), ammo- nium derivative	3	anfertigen (<i>v</i>), to make ready, to manufacture	1
Ammoniumnitrat (<i>n</i>), ammo- nium nitrate	1	anfeuchten (<i>v</i>), to moisten	2
Ammoniumoxalat (<i>n</i>), ammo- nium oxalate	2	Anforderung (<i>an</i>) (<i>f</i>), require- ment, claim (for)	3
Ammoniumverbindung (<i>f</i>), am- monium compound	1	Anfressung (<i>f</i>), corrosion	1
amorph (<i>adj</i>), amorphous	1	anführen (<i>v</i>), to mention, to cite	1
Amylalkohol (<i>m</i>), amyl alcohol	1	anfullen (<i>v</i>), to fill up, to re- plenish	1
an (<i>prep</i>) in, in respect to, on, at, to, of, by, — und für sich , in itself, in themselves	70	Angabe (<i>f</i>), statement, (<i>pl</i>) data	15
analog (<i>adj</i>), analogous	5	angängig (<i>adj</i>), possible, feasible	1
Analyse (<i>f</i>), analysis	10	angeben (<i>v</i>), to state, to cite, to show, to give, to specify. wie angegeben , as indicated, as stated	14
Analysenwert (<i>m</i>), analytical value	3	angehören (+ <i>dat</i>) (<i>v</i>), to belong to, to be classified among	2
analysieren (<i>v</i>), to analyze	3	angelassen (<i>p adj</i>), annealed	1
analytisch (<i>adj</i>), analytical	3	angewandt (<i>p adj</i>), used, applied	1
Anbau (<i>m</i>), cultivation, culture	1	angezeigt (<i>p adj</i>), advisable	1
Anbetracht (<i>m</i>), consideration	1	angreifen (<i>v</i>), to attack, to affect, to corrode	8
Anbohren (<i>n</i>), boring, tapping	1	Angriff (<i>m</i>), attack, action	7
ander(e) (<i>adj</i>), other, another, der andere the other	47	Angriffsgeschwindigkeit (<i>f</i>), speed of attack	2
ändern (<i>v</i>), to alter, to change	5	Anhalt (<i>m</i>), clue, idea, criterion	3
anderwärts (<i>adv</i>), otherwise	1	Anhalten (<i>n</i>), endurance, con- tinuation	2
anders (<i>adv</i>), otherwise, dif- ferently, in another manner	1	anhalten (<i>v</i>), to stop	2
andersartig (<i>adv</i>), differently, in a different way	1	anhaltend (<i>adv</i>), continuously	1
		Anhaltspunkt (<i>m</i>), indication, criterion	1

anhängen (<i>v</i>), to hang to, to attach to	1	Anordnung (<i>f</i>), arrangement	1
anhören (<i>v</i>), to listen to	1	anorganisch (<i>adj</i>), inorganic	17
Anhydrid (<i>n</i>), anhydride	1	Anpassung (<i>an</i>) (<i>f</i>), adjustment (to)	2
Anilin (<i>n</i>), aniline	20	Anpassungsfähigkeit (<i>f</i>), ability to fit (be adjusted to) the circumstances	1
Anilinderivat (<i>n</i>), aniline derivative	2	anreichern (<i>v</i>), to concentrate, to enrich, to strengthen, (met) to carburize, mit Kohlenstoff —, to add carbon	1
Anilinoessigsäure (<i>f</i>), aniline-acetic acid	2	Anreicherung (<i>an</i>) (<i>f</i>), concentration, enrichment (in)	3
Anisol (<i>n</i>), anisole, phenyl methyl ether	1	ansammeln (<i>v</i>), to accumulate, to gather, to collect	2
Anisotropie (<i>f</i>), anisotropy	2	Ansatz (<i>m</i>), deposit	2
Anker (<i>m</i>), armature	1	Ansatzrohr (<i>n</i>), connective tube, addition tube	1
Ankerrohre (<i>n</i>), anchor tube	1	ansäuern (<i>v</i>), to acidify	2
anknupfen (<i>an</i>) (<i>v</i>), to join (to), to unite (to)	1	Ansäuern (<i>n</i>), acidification	2
ankommen (<i>auf</i>) (<i>v</i>), to depend upon (a thing, one), — (<i>an</i>), to arrive (at, in), gut (<i>schlecht</i>) —, to fare well (ill) (with), es kommt darauf an (<i>ob</i>), the question is (whether)	1	ansaugen (<i>v</i>), to suck	1
Anlagerung (<i>f</i>), addition	1	anschaulich (<i>adj</i>), plain, clear, visible	1
anlassen (<i>v</i>), to anneal	1	Anschauung (<i>f</i>), view, idea	1
Anlasstemperatur (<i>f</i>), annealing temperature	1	anscheinend (<i>adj</i> , <i>adv</i>), apparent(ly)	1
anlaufen (<i>v</i>), to tarnish, to become coated with	1	anschiessen (<i>v</i>), to join, to attach	4
Anlehnung (<i>f</i>), support, in — an , with reference to, depending on, in accordance with	1	Anschliffarbe (<i>f</i>), color on polished surface	1
Anleitung (<i>f</i>), introduction, guide	2	Anschluss (<i>m</i>), joining, coupling, connection	2
anliegen (<i>an</i> + <i>dat</i>) (<i>v</i>), to lie close or near (to)	1	anschmelzen (<i>v</i>), to melt, to fuse	1
Anmerkung (<i>f</i>), remark	1	Anschmelzstelle (<i>f</i>), point of fusion	1
annahern (<i>v</i>), to approximate	2	ansehen (<i>als</i>) (<i>v</i>), to regard (as)	2
annähernd (<i>p adj</i>), approximate	1	Ansicht (<i>f</i>), view, opinion, sich <i>einer</i> — anschiessen , to agree with an opinion	1
Annahme (<i>f</i>), assumption, supposition, acceptance, hypothesis, adoption (of a proposal)	6	anstatt (<i>prep</i>), instead of	1
annehmen (<i>v</i>), to take (on, up), to assume, to suppose, to accept	16	Ansteigen (<i>n</i>), increase	1
anodisch (<i>adj</i>), anodic	3	ansteigen (<i>v</i>), to rise, to ascend, to mount, to increase	1
anordnen (<i>v</i>), to arrange	1	anstellen (<i>v</i>), to prepare, to set going, to install, to start, to begin	3
		Anstieg (<i>m</i>), rise, increase	3

Anteil (<i>an</i>) (<i>n</i>), share (<i>in</i>)	1	Arsensäure (<i>f</i>), arsenic acid	2
Anthranilsäure (<i>f</i>) anthranilic acid	9	Arsensäuretriphenylester (<i>m</i>), triphenyl ester of arsenic acid	2
Anthranilsäurederivat (<i>n</i>), anthranilic acid derivative	3	Arsentrioxyd (<i>n</i>), arsenic trioxide	1
Antimagnet (<i>m</i>), non-magnet	1	Art (<i>f</i>), class, sort, type, kind	29
antmagnetisch (<i>adj</i>), non-magnetic	1	Arylamin (<i>n</i>), aryl amine	1
Antimon (<i>n</i>), antimony	2	Arylmagnesiumhaloid (<i>n</i>), aryl-magnesium halide	1
Antimonigsäuretriphenylester (<i>m</i>), triphenyl ester of antimonious acid	1	Asbest (<i>m</i>), asbestos	1
Antimontrioxyd (<i>n</i>), antimony trioxide	1	Asbestpapier (<i>n</i>), asbestos paper	1
Antrag (<i>m</i>), motion, proposal	1	Asbestschnur (<i>f</i>), asbestos twine	2
Antrieb (<i>m</i>), impulse, motive	1	Assoziation (<i>f</i>), association	1
Antrocknen (<i>n</i>), drying	2	Athan (<i>n</i>), ethane	1
antrocknen (<i>v</i>), to dry	2	Ather (<i>m</i>), ether	14
Antwort (<i>f</i>), answer	1	Atherflamme (<i>f</i>), ether flame	1
anweisen (<i>v</i>), to direct, to refer	2	ätherisch (<i>adj</i>), ethereal	5
anwenden (<i>v</i>), to use, to employ	13	Athyl (<i>n</i>), ethyl	1
Anwendung (<i>f</i>), use, application	11	Athylacetat (<i>n</i>), ethyl acetate	1
anwesend (<i>p adj</i>), present	1	Athylalkohol (<i>m</i>), ethyl alcohol	1
Anwesenheit (<i>f</i>), presence	7	Athylbromid (<i>n</i>), ethyl bromide	1
anwittern (<i>v</i>), to effloresce	1	Athylchlorid (<i>n</i>), ethyl chloride	1
Anzahl (<i>f</i>), number	4	Athylen (<i>n</i>), ethylene	1
anzeigen (<i>v</i>), to show, to indicate	1	Athylnitrat (<i>n</i>), ethyl nitrate	2
Apparat (<i>m</i>), apparatus	11	p-Athyl-phenol (<i>n</i>), <i>p</i> -ethylphenol	2
apparativ (<i>adj</i>), apparative, pertaining to apparatus	1	Atmosphäre (<i>f</i>), atmosphere	10
Apparatur (<i>f</i>), apparatus	1	Atom (<i>n</i>), atom	4
Aquivalent (<i>n</i>), equivalent	1	Atomgewicht (<i>n</i>), atomic weight	14
Arbeit (<i>f</i>), work, labor, investigation	5	Atomgewichtsbestimmung (<i>f</i>), atomic-weight determination	2
arbeiten (<i>v</i>), to work	5	Atomgruppe (<i>f</i>), atomic group	1
Arbeitsbedingung (<i>f</i>), working limit or condition	1	Atomgruppierung (<i>f</i>), atomic grouping	1
Arbeitsweise (<i>f</i>), procedure	1	Atomwärme (<i>f</i>), atomic heat	1
Argument (<i>n</i>), argument	1	Atzdruck (<i>m</i>), discharge printing, engraving	1
arm (<i>adj</i>), poor	1	ätzen (<i>v</i>), to corrode	1
Armco-Eisen (<i>n</i>), Armco iron	1	ätzend (<i>p adj</i>), corrosive, caustic	1
aromatisch (<i>adj</i>), aromatic	3	Atzkali (<i>n</i>), caustic potash	9
Arsen (<i>n</i>), arsenic	4	Atzmittel (<i>n</i>), etching medium	1
arsenig (<i>adj</i>), arsenious	1	Atznatron (<i>n</i>), caustic soda	10
Arsenigsäuretriphenylester (<i>m</i>), triphenylester of arsenious acid	2	auch (<i>adv</i>), also, even, wenn —, even though	227
		auf (<i>prep</i>), at, from, on, onto, for, up to, to	188
		Aufbau (<i>m</i>), composition, synthesis, production	2

aufbauen (<i>v</i>), to synthesize, to build up	1	Auflösung (<i>f</i>), solution	2
Aufbereitung (<i>f</i>), preparation, ore dressing	2	aufmerksam (<i>adj</i>), attentive, auf etwas — machen, to call one's attention to	1
Aufbereitungstechnik (<i>f</i>), art of ore dressing	1	Aufnahme (<i>f</i>), taking up, absorbing, survey, measure, — finden, to be listed, to be considered	4
aufbereitungstechnisch (<i>adj</i>), referring to ore dressing	1	aufnehmen (<i>v</i>), to assume, to absorb, to take up, to dissolve to accept, to consider, to list	14
aufbewahren (<i>v</i>), to keep, to preserve, to store	1	aufprägen (<i>v</i>), to imprint, to stamp upon, to give, to impart	2
aufdecken (<i>v</i>), to disclose, to reveal	1	aufrechterhalten (<i>v</i>), to maintain	1
aufeinander (<i>adv</i>), one after another, one upon another	1	aufrechtstehend (<i>p adj</i>), upright	1
auffallen (<i>auf</i>) (<i>v</i>), to appear remarkable (to one), to strike	1	aufsaugen (<i>v</i>), to absorb, to suck up	1
auffallend (<i>p adj</i>) striking, remarkable, showy, reflected (light)	2	Aufsauger (<i>m</i>), absorber	1
Auffang (<i>m</i>), collecting, gathering	1	aufschliessen (<i>v</i>), to open, to disclose, to decompose	1
Auffangegefäß (<i>n</i>), collection vessel, receptacle, receiver	2	Aufschliessung (<i>f</i>), decomposition, disintegration	1
auffangen (<i>v</i>), to collect, to intercept, to catch	5	Aufschluss (<i>m</i>), disclosure, solution, decomposition, explanation, zum —, for the decomposition	2
Auffassung (<i>f</i>), conception	1	aufsetzen (<i>v</i>), to set up, to put on, to affix	1
auffinden (<i>v</i>), to discover	3	aufstellen (<i>v</i>), to set up	1
Auffindung (<i>f</i>), discovery	1	Aufstellung (<i>f</i>), erection, setting up	1
aufführen (<i>v</i>), to represent, to note, to quote, to cite, to include	1	Auftrag (<i>m</i>), coating, coat (of color)	1
Aufgabe (<i>f</i>), task, problem, purpose, exercise	4	Auftragen (<i>n</i>), incorporating, adding (addition)	1
aufheben (<i>v</i>), to raise, to keep, to lift, sich gegenseitig —, to neutralize each other	2	Aufträufeln (<i>n</i>), dripping, trickling, falling in drops	1
Aufhebung (<i>f</i>), abolishment, removal, suppression, neutralizing	1	aufträufeln (<i>v</i>), to drop, to pour on drop by drop, to drip	1
Aufhören (<i>n</i>), ceasing	1	Auftreten (<i>n</i>), appearance, occurrence	2
aufhören (<i>v</i>), to cease, to stop	2	auftreten (<i>v</i>), to appear, to occur	14
Aufklärung (<i>f</i>), clarification	1	aufweisen (<i>v</i>), to show, to exhibit, to produce	8
Aufkohlung (<i>f</i>), carbonization			
Auflage (<i>f</i>), edition	6		
Auflösen (<i>n</i>), loosening, dissolving	1		
auflösen (<i>v</i>), to dissolve	5		

Aufzählung (<i>f</i>), enumeration, counting up	3	Ausgangsmaterial (<i>n</i>), initial or raw material	5
aufziehen (<i>auf</i>) (<i>v</i>), to be absorbed (of dyes)	1	Ausgangsprodukt (<i>n</i>), initial or raw product	2
Augenblick (<i>m</i>), instant, moment	1	ausgehen (<i>v</i>), to proceed (from), to go out, to start, to begin (with)	6
aus (<i>prep</i>), of, from, made of, out of	176	ausgesprochen (<i>p adj</i>), pronounced	1
ausarbeiten (<i>v</i>), to elaborate, to work out, to prepare	1	Ausgestaltung (<i>f</i>), development	1
Ausarbeitung (<i>f</i>), elaboration	2	ausgezeichnet (<i>p adj</i>), excellent, superb	1
Ausäthern (<i>n</i>), extraction with ether	1	ausgessen (<i>v</i>), to run out, to pour out	1
ausäthern (<i>v</i>), to extract with ether	1	auskleiden (<i>v</i>), to line, to coat (of boilers)	2
Ausbeute (<i>f</i>), yield	9	auskommen (<i>v</i>), to use, to manage, to get on	1
ausbilden (<i>v</i>), to develop, to perfect, to form	4	auskrystallisieren (<i>v</i>), to crystallize out	2
Ausbleiben (<i>n</i>), absence	1	Auslöschten (<i>n</i>), extinction, putting out	1
ausdehnen (<i>v</i>), to expand, to extend	5	ausmachen (<i>v</i>), to constitute, to amount to	2
Ausdehnung (<i>f</i>), expansion	3	Ausnahme (<i>f</i>), exception	2
Ausdehnungsanomalien (<i>f pl</i>), abnormal irregular expansion	1	ausnutzen (<i>v</i>), to make the most of, to use, to utilize, to make effective	2
Ausdehnungskoeffizient (<i>m</i>), coefficient of expansion	28	Ausnutzung (<i>f</i>), utilization	1
Ausdruck (<i>m</i>), expression, saying	5	ausreichen (<i>v</i>), to suffice	3
auseinander (<i>adv</i>), apart, separately	1	ausreichend (<i>adj, adv</i>), sufficient(ly)	1
auseinandergehen (<i>v</i>), to differ, weit — gehen , to differ greatly from each other	1	aussagen (<i>v</i>), to express, to state	1
ausfällen (<i>v</i>), to precipitate	3	ausscheiden (<i>v</i>), to precipitate, to excrete, to eliminate, to set free	6
Ausfärbung (<i>f</i>), exhaust dyeing, dye exhaustion	1	Ausscheidung (<i>f</i>), separation, elimination	2
Ausfuhr (<i>f</i>), export, exportation	1	ausschliessen (<i>v</i>), to exclude, to reject	2
ausführbar (<i>adj</i>), practicable, exportable	1	ausschliesslich (<i>adj, adv</i>), exclusive(ly)	9
ausführen (<i>v</i>), to work out, to carry out, to execute, to export, to explain	10	Ausschluss (<i>m</i>), exclusion	4
ausführlich (<i>adv</i>), detailed, complete	5	Ausschuss (<i>m</i>), committee	1
Ausführung (<i>f</i>), performance	1	Aussehen (<i>n</i>), appearance	1
Ausgangserzeugnis (<i>n</i>), initial or starting product	1	ausser (<i>prep</i>), besides, except, in addition to	3

ausserdem (<i>adv</i>), besides, more-over	3
ausserhalb (<i>prep</i> + <i>gen</i>), outside, beyond	
ausserlich (<i>adv</i>), outwardly	1
aussern (<i>sich</i>) (<i>v</i>), to manifest, to express oneself	1
ausserordentlich (<i>adj</i>), extraordinary, unusual, (<i>adv</i>), unusually	8
äusserst (<i>adj</i> , <i>adv</i>), extreme(ly)	5
aussetzen (+ <i>dat</i>) (<i>v</i>), to set out, to expose (to)	4
aussprechen (<i>v</i>), to express, to pronounce, to state, to declare	2
Ausstellung (<i>f</i>), exhibition, World's Fair	1
ausstromend (<i>p adj</i>), rushing out, escaping, flowing out	1
austauschen (<i>v</i>), to interchange, to exchange, to barter	2
austauschfähig (<i>adj</i>), interchangeable	1
ausstreiben (<i>v</i>), to expel, to drive out, to set free	1
Auswahl (<i>f</i>), choice	1
auswählen (<i>v</i>), to select	1
auswalzen (<i>v</i>), to roll out	1
Auswaschen (<i>n</i>), washing	1
auswaschen (<i>v</i>), to wash out, to rinse	2
Auswertung (<i>f</i>), evaluation, value	2
auszeichnen (<i>sich</i>) (<i>v</i>), to excel, to distinguish oneself	2
Ausziehen (<i>sich</i>) (<i>n</i>), extracting	1
ausziehen (<i>v</i>), to extract	1
authentisch (<i>adj</i>), authentic	1
autokatalytisch (<i>adj</i>), autocatalytic	1
Automobil (<i>n</i>), automobile, motor car	1
Automobilbau (<i>m</i>), automobile construction	1
Autor (<i>m</i>), author	2
Azobenzol (<i>n</i>), azobenzene	1

B

Bad (<i>n</i>), bath	2
Badisch (<i>adj</i>), of Baden (state in Germany)	2
Badtemperatur (<i>f</i>), bath temperature	1
Band (<i>m</i>), volume	15
Barbitursäure (<i>f</i>), barbituric acid	1
Barium (<i>n</i>), barium	1
Bariumoxyd (<i>n</i>), barium oxide	1
Bariumsalm (<i>n</i>), barium salt	2
Bariumsuperoxyd (<i>n</i>), barium peroxide or dioxide	1
Baryt (<i>m</i>), barite (BaSO_4), baryta [BaO or Ba(OH)_2]	1
Barytgan (<i>m</i>), barite vein	1
Barytwasser (<i>n</i>), baryta water, solution of barium hydroxide	1
Basalt (<i>m</i>), basalt (a volcanic rock)	1
Basarowisch (<i>adj</i>), Basarow's	1
Base (<i>f</i>), base	9
basisch (<i>adj</i>), basic	8
Bau (<i>m</i>), structure, construction	1
Baublech (<i>n</i>), structural plate	1
bauen (<i>v</i>), to build, to mine (mining)	2
Bauguss (<i>m</i>), castings for structures, structural casting	12
Baum (<i>m</i>), tree	
baumformig (<i>adj</i>), arborescent, tree-shaped	1
Baumwolle (<i>f</i>), cotton	2
Baustahl (<i>m</i>), structural steel	2
Bauwerkisen (<i>n</i>), structural iron	2
bauwürdig (<i>adj</i>), workable, paying, worthy of cultivation, in —er Menge vorkommen, to occur in workable quantity	4
Bauwürdigkeitsgrenze (<i>f</i>), limit of profitable working	1
beabsichtigen (<i>v</i>), to intend to, to have in view, to aim at	2

beabsichtigt (<i>p adj</i>), intended, intentional 1	Beginn (<i>m</i>), beginning, commencement, um den —, at the beginning 6
beachtenswert (<i>adj</i>), remarkable, worthy of notice 1	beginnen (<i>v</i>), to begin 6
beantworten (<i>v</i>), to answer 1	Begleitstoff (<i>m</i>), accompanying substance, impurity 3
Beantwortung (<i>f</i>), answer 1	begrenzen (<i>v</i>), to limit, to bound 1
bearbeitbar (<i>adj</i>), workable 1	begründen (<i>v</i>), to establish 1
bearbeiten (<i>v</i>), to work over 3	begünstigen (<i>v</i>), to favor 1
Becherglas (<i>n</i>), beaker 1	behalten (<i>v</i>), to retain, to keep, to maintain 3
bedecken (<i>v</i>), to cover 3	Behandeln (<i>n</i>), treating, handling, beim —, during the treatment 2
bedeuten (<i>v</i>), to mean, to signify 5	behandeln (<i>v</i>), to treat 19
bedeutsam (<i>adj</i>), significant, das Bedeutsame , the important (significant) thing 3	Behandlung (<i>f</i>), treatment, treatise 12
Bedeutung (<i>f</i>), significance, importance 18	behaupten (<i>v</i>), to assert, to state 2
bedeutungsvoll (<i>adj</i>), (very) significant, very important 1	behauptet (<i>p adj</i>), asserted 1
bedienen (<i>v</i>), to serve, sich — (+ <i>gen</i>), to use 1	beheben (<i>v</i>), to remove 1
bedingen (<i>v</i>), to restrict, to limit, to stipulate, to determine, to cause 4	beheimatet (<i>adj</i>), native, indigenous 2
Bedingung (<i>f</i>), condition, unter den gleichen —, under similar circumstances 2	beherrschen (<i>v</i>), to rule over, to govern 1
bedrucken (<i>v</i>), to print 1	Behörde (<i>f</i>), authority 1
bedürfen (<i>v</i>), to need, to require, (+ <i>gen</i>), to be in need of 14	behufs (<i>prep</i> with <i>gen</i>), in behalf of, for the purpose of 1
Bedürfnis (<i>n</i>), requirement, need 1	bei (<i>prep</i> with <i>dat</i>), at, during, on, etc 417
beeinflussen (<i>v</i>), to influence 3	beibehalten (<i>v</i>), to retain, to keep on 1
Beeinflussung (<i>f</i>), influence 1	beibrechen (<i>v</i>), to break out, to occur 1
Beendigung (<i>f</i>), termination 1	beibringen (<i>v</i>), to produce 1
befähigen (<i>v</i>), to enable 1	beide (<i>num adj</i>), both, either 30
befestigen (<i>v</i>), to fasten, to make solid 2	beifügen (<i>v</i>), to add to, to annex 1
befinden (<i>v</i>), to find, sich —, to be (located) 1	Beigabe (<i>f</i>), addition 1
befindlich (<i>adj</i>), existent 3	beim = bei dem , during, with (the), in (the), on, upon, in the case of, with, — Erhitzen , upon being heated 75
befreien (<i>v</i>), to free, to liberate, to release 5	beimengen (<i>v</i>), to add, to admix 3
befriedigen (<i>v</i>), to satisfy 1	Beimengung (<i>f</i>), impurity, admixture 2
Befund (<i>m</i>), state, condition 1	beinahe (<i>adv</i>), almost, nearly 2
Begabung (<i>f</i>), talent 1	Beispiel (<i>n</i>), example, instance, zum —, for example 3
begegnen (+ <i>dat</i>) (<i>v</i>), to meet 1	

beispielsweise (<i>adv</i>), for example, by way of instance	5	benachbart (<i>adj</i>), neighboring, adjacent	1
Beitrag (<i>m</i>), portion, contribution	1	benennen (<i>v</i>), to name, to call	1
bekannt (<i>p adj</i>), known, well-known	5	Benennung (<i>f</i>), naming, nomenclature, designation, term	2
bekanntgeben (<i>a, e</i>) (<i>v</i>), to make known, to make public	2	benötigen (<i>v</i>), to want	2
bekanntlich (<i>adj</i>), as is well known	1	benötigt (<i>adj</i>), necessary	1
bekennen (<i>v</i>), to confess, to acknowledge	12	benutzen (<i>v</i>), to use, to utilize	14
Bekleidungsstück (<i>n</i>), clothing material	1	Benutzung (<i>f</i>), use, application	5
bekommen (<i>v</i>), to get, to obtain, to receive	2	Benzin (<i>n</i>), benzine, petroleum ether	2
Belagern (<i>n</i>), flooring (iron), iron for covering the floor	1	Benzochinon (<i>n</i>), benzoquinone	1
belegen (<i>v</i>), to prove, to coat, to apply (to), to give, to label	2	Benzoesäure (<i>f</i>), benzoic acid	1
beleuchten (<i>v</i>), to illuminate, to examine	1	Benzol (<i>n</i>), benzol (commercial), benzene	33
Belichtungsdauer (<i>f</i>), time of exposure	1	Benzol-Abkömmling (<i>m</i>), benzene derivative	2
Belichtungsstärke (<i>f</i>), strength of exposure, intensity of illumination	1	Benzoldampf (<i>m</i>), benzene vapor	1
beliebig (<i>adj</i>), optional, of all kinds, any	1	Benzolderivat (<i>n</i>), benzene derivative	1
belüften (<i>v</i>), to ventilate, to expose to the air	2	Benzoldiazoniumhydroxyd (<i>n</i>), benzenediazonium hydroxide	2
Belüftung (<i>f</i>), ventilation, exposing to the atmosphere	2	Benzoldiazoniumnitrat (<i>n</i>), benzenediazonium nitrate	1
bemerkbar (<i>adj</i>), notable, noticeable, perceptible	2	Benzolkern (<i>m</i>), benzene nucleus	3
bemerkens (<i>v</i>), to notice	1	Benzollösung (<i>f</i>), benzene solution	2
bemerkenswert (<i>adj</i>), remarkable, noteworthy	2	Benzolreihe (<i>f</i>), benzene series	3
Bemerkung (<i>f</i>), notation, remark, observation	1	Benzolrest (<i>m</i>), benzene residue	1
bemessen (<i>v</i>), to measure, to adjust (by measure), to proportion	1	benzolsulfonsäuer (<i>adj</i>), benzenesulfonate, combined with benzenesulfonic acid	2
bemühen (<i>sich + zu</i>) (<i>v</i>), to take the trouble, to take pains (to)	3	Benzolsulfonsäure (<i>f</i>), benzenesulfonic acid	5
Bemühung (<i>f</i>), trouble, effort	1	Benzoylnitrat (<i>n</i>), benzoyl nitrate	1
		benzylieren (<i>v</i>), to benzylate	1
		Benzylindigweiss (<i>n</i>), benzyl indigo white	1
		Benzylnitrat (<i>n</i>), benzyl nitrate	1
		beobachten (<i>v</i>), to observe, to notice	10
		Beobachtung (<i>f</i>), observation, examination	4
		bequem (<i>adj</i>), convenient, suitable, easy	2
		berechnen (<i>auf</i>) (<i>v</i>), to calculate	11

Berechnung (<i>f</i>), calculation	1	besonder (<i>adj</i>), especial, specific, particular	17
bereisen (<i>v</i>), to travel over, to journey	1	Besonderheit (<i>f</i>), peculiarity	1
bereiten (<i>v</i>), to prepare	5	besonders (<i>adv</i>), especially, particularly	28
bereits (<i>adv</i>), already, previously	19	besorgen (<i>v</i>), to care for, to provide for	4
Berg (<i>m</i>), mountain	1	besprechen (<i>v</i>), to discuss, to review	6
Bergakademie (<i>f</i>), school of mines	1	Besprechung (<i>f</i>), discussion	2
Bergkrystallrohr (<i>n</i>), rock-crystal tube	1	Bessemer-Prozess (<i>m</i>), Bessemer process	1
Bericht (<i>m</i>), report	1	Bessemerroheisen (<i>n</i>), pig iron (Bessemer)	2
berichten (<i>v</i>), to report, to give an account	2	Bessemerstahl (<i>m</i>), Bessemer steel	2
Berieselungskühler (<i>m</i>), spray cooler, trickle cooler	1	besser (comp of <i>gut</i>) (<i>adj</i>), better	8
Bernstein (<i>m</i>), amber	1	best(e) (super of <i>gut</i>) (<i>adj</i>), best	3
Bernsteinsäure (<i>f</i>), succinic acid	1	beständig (<i>adj</i>), durable, constant	2
berücksichtigen (<i>v</i>), to consider, to take into consideration, to take notice, to bear in mind	4	Beständigkeit (<i>f</i>), stability, continuance	1
Berücksichtigung (<i>f</i>), respect, regard, consideration, unter —, with regard to	5	Bestandteil (<i>m</i>), constituent (part)	7
beruhen (<i>auf</i>) (<i>v</i>), to depend (on), to be founded (on), to be attributable (to)	1	bestätigen (<i>v</i>), to confirm, to prove, to verify, to corroborate	5
beruhigt (<i>adj</i>), quiet	1	bestehen (<i>v</i>), to exist, to be, — aus, to be composed of, to consist of	24
berühren (<i>v</i>), to touch, to handle, to affect	9	bestimmen (<i>v</i>), to determine, to decide, to settle, —d, determining	27
Berührung (<i>f</i>), contact, touching	17	bestimmt (<i>adj</i>), definite, certain, precise	4
Berührungsstelle (<i>f</i>), point of contact	1	Bestimmung (<i>f</i>), determination	11
besagen (<i>v</i>), to mean, to prove	1	bestreben (<i>sich + zu</i>) (<i>bestrebt sein zu</i>) (<i>v</i>), to strive for, to exert oneself to, to endeavor to	1
besass , see besitzen		betätigen (<i>v</i>), to manifest, to prove	1
Beschaffenheit (<i>f</i>), nature, state, kind	2	beteiligen (<i>sich an</i>), beteiligt sein an (<i>v</i>), to participate in, to take part	1
beschleunigen (<i>v</i>), to hasten, to accelerate, to speed up	3	Betracht (<i>m</i>), consideration, in	
beschränken (<i>v</i>), to limit	2		
beschreiben (<i>v</i>), to describe	7		
Beschreibung (<i>f</i>), description	5		
beseitigen (<i>v</i>), to remove, to put aside, to do away with	4		
Beseitigung (<i>f</i>), doing away with, removal	4		
besitzen (<i>a, e</i>), (<i>v</i>), to possess, to have, to own	12		

— kommen , to be of moment (importance), to have to be taken into account	2	Bezug (<i>m</i>), reference, in — auf , with regard to, as to	1
beträchtlich (<i>adj</i> , <i>adv</i>), considerable, considerably	5	bezüglich (<i>adv</i>), with reference to, relative to, (<i>prep</i> + <i>gen</i>), regarding, in regard to	13
Betrachtung (<i>f</i>), consideration	2	bezwecken (<i>v</i>), to aim at, to have in view, to intend	1
Betrag (<i>an</i>) (<i>m</i>), amount, total (of)	1	Bibergeil (<i>n</i>), castor, castoreum, beaver oil (dried preputial follicles and secretions of common beaver)	1
betragen (<i>v</i>), to amount to	16	bibliographisch (<i>adj</i>), bibliographic	1
betreffen (<i>v</i>), to concern, was das betrifft , as to that	6	biegen (<i>v</i>), to bend, to curve, to bow, to inflect, to refract	1
Betreiber (<i>m</i>), manager, promoter	1	bieten (<i>v</i>), to offer, to bid, to show, to give	5
Betrieb (<i>m</i>), work, operation, plant, in — setzen , to put into operation, in — sein , to be in operation	2	Bild (<i>n</i>), diagram, picture, chart	1
Beurteilung (<i>f</i>), judgment, close estimate, critical examination	4	bilden (<i>v</i>), to form, to build	48
Beutel (<i>m</i>), bag, pouch	1	Bildsamkeit (<i>f</i>), flexibility, plasticity	1
bevor (<i>conj</i>), before	2	Bildung (<i>f</i>), formation, shape, structure, unter — von , accompanied by the formation of	38
bewegen (<i>v</i>), to move, to stir	1	Bildungsbedingung (<i>f</i>), condition of formation	1
beweglich (<i>adj</i>), movable, mobile, replaceable, interchangeable	1	Bildungstemperatur (<i>f</i>), temperature of formation	1
Bewegung (<i>f</i>), motion, movement	3	Bildungstypus (<i>m</i>), type of formation	1
Beweis (<i>m</i>), proof	2	Bildungswärme (<i>f</i>), heat of formation	1
bewirken (<i>v</i>), to cause, to bring about	3	Bildungsweise (<i>f</i>), manner of formation	4
bewusst (<i>adj</i>), conscious, sich — sein , to be conscious (of)	1	billig (<i>adj</i>), cheap, auf —ste Weise , in the cheapest way	4
bezeichnen (<i>v</i>), to name, to designate	12	Billion (<i>f</i>), billion	1
Bezeichnung (<i>f</i>), note, name, term, designation	10	binär (<i>adj</i>), binary	1
beziehen (<i>sich auf</i>) (<i>v</i>), to refer (to)	9	binden (<i>v</i>), to bind	11
Beziehung (<i>f</i>), relation, reference, bearing, in — auf , with reference to	2	Bindung (<i>f</i>), bond, union, combination	4
beziehungsweise (<i>adv</i>), respectively, as the case may be, or	7	Bindungsform (<i>f</i>), form of bond	1
Bezirk (<i>m</i>), region	1	Binnendruck (<i>m</i>), internal pressure	1
bezogen (<i>pp</i> of <i>beziehen</i>), referred to, — auf , that has to do with	1	biochemisch (<i>adj</i>), biochemical	1
		Biöse (<i>f</i>), biöse	1

bis (<i>prep</i>), to, until, — zu, until, up to	34	Bohrung (<i>f</i>), hole, boring	1
Bis-Arylimid (<i>n</i>), bisarylimide	1	Bombenchlor (<i>n</i>), chlorine bomb	1
Bis-Indol-Indigo (<i>m</i>), bisindol-indigo	1	Boraxlösung (<i>f</i>), borax solution	1
bisher (<i>adv</i>), hitherto, as yet	12	Borsäure (<i>f</i>), boric acid	2
bisheng (<i>adj</i>), previous		Borsäuretriphenylester (<i>m</i>), tri-phenyl ester of boric acid	1
bituminös (<i>adj</i>), bituminous	1	Bramme (<i>f</i>), slab (of iron), ingot metal	2
Biuret (<i>n</i>), biuret	1	Brasilien (<i>n</i>), Brazil	1
blank (<i>adj</i>), bright, shining, polished	1	Brasilensis (<i>adj</i>), Brazilian, Hevea — (Latin), botanical name of rubber plant	1
Blasezeit (<i>f</i>), blowing period, duration of blast	1	brauchbar (<i>adj</i>), useful, serviceable	1
blassgelb (<i>adj</i>), pale yellow	1	brauchen (<i>v</i>), to use, to want	3
Blatt (<i>n</i>), leaf	1	braun (<i>adj</i>), brown	6
blau (<i>adj</i>), blue	9	Brauneisen (<i>n</i>), brown iron ore, limonite	1
Blaufärbung (<i>f</i>), blue coloration	1	Brauneisenstein (<i>m</i>), limonite	1
bläulich (<i>adj</i>), bluish	1	Braunkohle (<i>f</i>), lignite (coal)	1
blauschwarz (<i>adj</i>), blue-black	1	Braunkohlenkresot (<i>n</i>), lignite creosote	1
blauviolett (<i>adj</i>), blue-violet	1	Braunkohlenteer (<i>m</i>), brown coal tar, lignite tar	1
Blech (<i>n</i>), sheet, plate	3	bräunlich (<i>adj</i>), brownish	1
bleiben (<i>v</i>), to remain, to stay, to be	21	braunlichrot (<i>adj</i>), brownish red	1
Bleicarbonat (<i>n</i>), lead carbonate	1	brechen (<i>v</i>), to break	1
bleichen (<i>v</i>), to bleach	3	Brechungsexponent (<i>m</i>), index of refraction	1
Bleichfähigkeit (<i>f</i>), bleaching liquid	1	Brechungszahl (<i>f</i>), refractive index	2
Bleichlauge (<i>f</i>), bleaching lye	1	Bremsklotz (<i>m</i>), brake shoe, brake block	1
Bleichmittel (<i>n</i>), bleaching agent	1	brennbar (<i>adj</i>), combustible, burnable	4
Bleidioxyd (<i>n</i>), lead dioxide	2	Brennbarkeit (<i>f</i>), combustibility	1
Bleigehalt (<i>m</i>), lead content or percentage	1	brennen (<i>v</i>), to burn	2
Bleiglätte (<i>f</i>), litharge, lead oxide	1	Brennstoff (<i>m</i>), fuel, combustible	2
Bleinitrat (<i>n</i>), lead nitrate	2	Brenzcatechin (<i>n</i>), pyrocatechol	8
Bleioxyd (<i>n</i>), lead oxide	1	bringen (<i>v</i>), to bring, to place	16
Bleistiftstrich (<i>m</i>), pencil mark	1	Bro (abbrev for Brosam[e]), scrap	1
Blick (<i>m</i>), glance, look	1	Brolegierung (<i>f</i>), scrap alloy	1
Block (<i>m</i>), ingot, block, pig	7	Brom (<i>n</i>), bromine	11
Blockvolum (<i>n</i>), ingot volume	1	Bromanil (<i>n</i>), bromanil, tetrabromoquinone	1
Blumendraht (<i>m</i>), flower wire	2		
Blutspen (<i>n</i>), spitting of blood	1		
Blutstein (<i>m</i>), bloodstone (form of hematite)	2		
Boden (<i>m</i>), floor, bottom, ground	2		
Bohrgruss (<i>m</i>), drillable casting	1		

Brombenzol (<i>n</i>), bromobenzene	1	Californien (<i>n</i>), California	1
Bromcyan (<i>n</i>), cyanogen bromide	1	Calorie (<i>f</i>), calory	1
Bromgewinnung (<i>f</i>), bromine extraction or production	1	Canada (<i>n</i>), Canada	1
Bromid (<i>n</i>), bromide	1	Capillarität (<i>f</i>), capillarity	1
Bromieren (<i>n</i>), bromination	1	Capillartitätskonstante (<i>f</i>), capillary constant	1
bromieren (<i>v</i>), to brominate	1	Carbamid (<i>n</i>), carbamide	1
Bromierung (<i>f</i>), bromination	1	Carbidbildung (<i>f</i>), formation of carbide	1
Bromierungsgeschwindigkeit (<i>f</i>), speed of bromination	1	Carbolol (<i>n</i>), carbolated oil	4
Bromkorper (<i>m</i>), bromine substance	1	Carbonsäure (<i>f</i>), carboxylic acid	1
Bromoform (<i>n</i>), bromoform	1	carbonylhaltig (<i>adj</i>), containing carbonyl (group or groups)	1
o-Brom-phenol (<i>n</i>), <i>o</i> -bromophenol	2	Carbonylsauerstoff (<i>m</i>), carbonyl oxygen	1
p-Brom-phenol (<i>n</i>), <i>p</i> -bromophenol	2	Carboxymethyl (<i>n</i>), carboxymethyl	1
Bromsilber (<i>n</i>), silver bromide	1	Cellulose (<i>f</i>), cellulose	3
Bromwasser (<i>n</i>), bromine water	2	cellulosehaltig (<i>adj</i>), containing cellulose	1
Bromwasserstoffsäure (<i>f</i>), hydrobromic acid	1	Charakter (<i>m</i>), character, nature	3
Bruch (<i>m</i>), fracture, breakage	5	charakterisieren (<i>v</i>), to characterize	1
Bruder (<i>m</i>), brother	1	charakteristisch (<i>adj</i>), characteristic	6
Brunnen (<i>m</i>), well, spring	1	Charge (<i>f</i>), = Beschickung (<i>f</i>), furnace charge	2
Buch (<i>n</i>), book	6	Chargendauer (<i>f</i>), duration of charge	1
bunt (<i>adj</i>), colored, gay, variegated	1	Chargieren (<i>n</i>), charging	1
Buttersäure (<i>f</i>), butyric acid	1	Chemie (<i>f</i>), chemistry	10
p-tert-Butyl-phenol (<i>n</i>), <i>p</i> -tert-butylphenol	1	Chemiker (<i>m</i>), chemist	2
C		chemisch (<i>adj</i>), chemical	40
<i>See also K and Z</i>		China (<i>n</i>), China	1
Calcium (<i>n</i>), calcium	2	Chinasäure (<i>f</i>), quinic acid	1
Calciumchlorid (<i>n</i>), calcium chloride	2	Chinhydron (<i>n</i>), quinhydrone	1
Calciumhydrid (<i>n</i>), calcium hydride	1	Chinolinkörper (<i>m</i>), quinoline substance	1
Calciumhydroxyd (<i>n</i>), calcium hydroxide	1	Chinon (<i>n</i>), quinone	4
Calciumoxyd (<i>n</i>), calcium oxide	1	p-Chinon (<i>n</i>), <i>p</i> -quinone	1
Calciumphenolat (<i>n</i>), calcium phenolate	1	Chinonchloramid (<i>n</i>), quinone chloramide	1
Calciumsalz (<i>n</i>), calcium salt	2	Chinoxim (<i>n</i>), quinone oxime	1
Calciumsulfat (<i>n</i>), calcium sulfate	1	Chlor (<i>n</i>), chlorine	88
		Chloral (<i>n</i>), chloral, trichloroacetic aldehyde	1
		Chloramin (<i>n</i>), chloroamine	1

Chlorat (<i>n</i>), chlorate	2	Chlorsulfonsäure (<i>f</i>), chlorosulfonic acid	1
Chloratmosphäre (<i>f</i>), chlorine atmosphere	1	Chlorüberträger (<i>m</i>), chlorine carrier	1
Chlorbenzol (<i>n</i>), chlorobenzene	2	Chlorung (<i>f</i>), chlorination	1
Chlorcalciumrohr (<i>n</i>), calcium chloride tube	2	Chlorverbindung (<i>f</i>), chlorine compound	1
Chlorcalciumrohrchen (<i>n</i>), small calcium chloride tube	1	Chlorwasser (<i>n</i>), chlorine water	9
chloren (<i>v</i>), to chlorinate	1	Chlorwasserstoff (<i>m</i>), hydrogen chloride, hydrochloric acid	1
Chloressigsäure (<i>f</i>), chloroacetic acid	5	Chlorwasserstofflösung (<i>f</i>), hydrogen chloride solution	1
Chlorgas (<i>n</i>), chlorine gas	4	Chlorwasserstoffsäure (<i>f</i>), hydrochloric acid	1
chlorhaltig (<i>adj</i>), containing chlorine	1	Chlorzinkammoniak (<i>n</i>), zinc ammonium chloride	3
Chlorhydrat (<i>n</i>), chlorine hydrate	5	Chrom , (<i>n</i>), chromium	2
Chlorid (<i>n</i>), chloride	3	Chromat (<i>n</i>), chromate	1
chlorieren (<i>v</i>), to chlorinate	1	chromhaltig (<i>adj</i>), containing chromium	1
Chlorierung (<i>f</i>), chlorination	1	chromophor (<i>adj</i>), chromophorous	1
Chlorierungsprodukt (<i>n</i>), chlorination product	1	Chromoxychlorid (<i>n</i>), chromium oxychloride, chromyl chloride	1
Chlorjod (<i>n</i>), iodine chloride	1	Chromsäure (<i>f</i>), chromic acid	3
Chlorkalk (<i>m</i>), chloride of lime	3	Claisen-Kolben (<i>m</i>), Claisen flask	1
Chlorkalklösung (<i>f</i>), solution of chlorinated lime	1	Cl-frei (<i>adj</i>), chlorine-free, free from chlorine	1
Chlorkörper (<i>m</i>), chlorine substance	1	Consortium (<i>n</i>), (<i>pl</i> , Consortien or Konsortien), syndicate	1
Chlorleitungsrohr (<i>n</i>), chlorine conducting tube	1	Crackprozess (<i>m</i>), cracking process	1
Chlorlösung (<i>f</i>), chlorine solution	1	Cyanamid (<i>n</i>), cyanamide	2
Chloroform (<i>n</i>), chloroform	7	Cyankalium (<i>n</i>), potassium cyanide	2
Chloroformlösung (<i>f</i>), chloroform solution	1	Cyansäure (<i>f</i>), cyanic acid	1
o-Chlor-phenol (<i>n</i>), <i>o</i> -chloro-phenol	3	Cyanursäure (<i>f</i>), cyanuric acid	1
p-Chlor-phenol (<i>n</i>), <i>p</i> -chloro-phenol	2	Cyanursäuretriureid (<i>n</i>), cyanuric acid triureide	1
Chlorpikrin (<i>n</i>), chloropicrin	1	Cyanverbindung (<i>f</i>), cyanogen compound	1
Chlorprodukt (<i>n</i>), chlorine product	1	Cyanwasserstoff (<i>m</i>), hydrocyanic acid	1
Chlorsäure (<i>f</i>), chloric acid	1	cyclisch (<i>adj</i>), cyclic	3
Chlorschwefel (<i>m</i>), sulfur chloride	3	Cyclohexanol (<i>n</i>), cyclohexanol	7
Chlorschwefeldampf (<i>m</i>), sulfur chloride vapor	1	Cyclohexanon (<i>n</i>), cyclohexanone	4
Chlorschwefelverbindung (<i>f</i>), sulfur chloride compound	1		

Cyclohexen (<i>n</i>), cyclohexene	1	Dampfkessel (<i>m</i>), steam boiler	2
Cyclohexen-(1)-on-(3) , (<i>n</i>), cyclohexene-1-one-3	1	Dampfleitung (<i>f</i>), conduction of vapor, steam piping	2
D		Dampfrohr (<i>n</i>), vapor tube, steam pipe	1
da (<i>conj</i>), since, because, as, (<i>adv</i>), there, then, here	22	Dampfstrom (<i>m</i>), vapor stream	1
dabei (<i>adv</i>), during this (process), in so doing	5	danach (<i>adv</i>), according to that, after that, for that or it	1
dadurch (<i>adv</i>), by this means, in this way, —, dass , by the fact that, in —ing	10	daneben (<i>adv</i>), near it, next to it, by the side of it, besides, in addition to this, (<i>conj</i>), besides, moreover, also, at the same time	2
dafür (<i>adv</i>), for it, for that	4	dann (<i>conj</i>), then, at that time, thereupon, — erst , only then, not till then	54
dagegen (<i>adv</i>), in comparison with, in contrast to, (<i>conj</i>), whereas, on the other hand	12	daran (<i>adv</i>), thereon, thereat, in that, on it, by it, near that, in regard to it or them	3
daher (<i>adv</i>), from that, thence, (<i>conj</i>), therefore, for that reason, hence	13	darauf (<i>adv</i>), thereupon, thereafter, upon it, that or them, after that, then, in addition, kurze Zeit —, a short time after	11
damalig (<i>adj</i> , <i>adv</i>), of that time, then	1	daraus (<i>adv</i>), from this, from it, therefore	6
damals (<i>adv</i>), at that time, then	1	dann (<i>adv</i>), in it, in this, in there, within	8
damit (<i>prep</i>), by this or it, with it, therewith, with that, (<i>conj</i>), so that, in order to	6	Darlegung (<i>f</i>), explanation	1
Dampf (<i>m</i>), steam, vapor	16	darstellen (<i>v</i>), to prepare, to produce, to represent	6
Dampfabflussrohr (<i>n</i>), vapor discharge tube	1	Darstellung (<i>f</i>), preparation, production, description, representation, — im grossen , large-scale production, — im kleinen , small-scale production	29
Dampfabzugsspalte (<i>f</i>), vapor fissure	1	darüber (<i>adv</i>), concerning this, or it, about it	2
Dampfbubble (<i>f</i>), vapor bubble	1	darum (<i>adv</i>), about it or that, respecting it, that, or them	2
Dampfdichte (<i>f</i>), vapor density	1	darunter (<i>adv</i>), among them	2
Dampfdruck (<i>m</i>), vapor pressure	1	dass (<i>conj</i>), that, the fact that, in order that	156
Dampfeintritt (<i>m</i>), entrance of vapor	1	dasselbe (<i>pron</i>), it, <i>see</i> derselbe	4
dampfen (<i>v</i>), to smoke, to fume, to steam	3	Daten (<i>n pl</i>), data	1
Dampfentwicklung (<i>f</i>), evolution of vapor	1	Dauer (<i>f</i>), duration	1
Dampfform (<i>f</i>), vapor form	3		
dampförmig (<i>adj</i>), in the form of vapor, gaseous	1		

dauern (<i>v</i>), to last, to endure	5	Derivat (<i>n</i>), derivative	6
dauernd (<i>p adv</i>), permanently, indefinitely	1	derivieren (<i>v</i>), to derive	1
davon (<i>adv</i>), of, by, respecting it, that, or them	1	derjenige (<i>diejenige, dasjenige</i>) (<i>dem adj</i> and <i>pron</i>), that (one), the one, it, such, this	20
dazu (<i>adv</i>), with respect to this, that, to, for, at it, that or them, besides, in addition to this or that	2	dieselbe (<i>dieselbe, dasselbe</i>), (<i>adj</i>), the same, the self-same, it	4
Deckel (<i>m</i>), lid, cover	2	desgleichen (<i>adv</i>), likewise, similarly	3
decken (<i>v</i>), to cover, to protect, to conceal	1	deshalb (<i>conj</i>), on this account, for that reason, therefore	4
Deckschicht (<i>f</i>), surface layer	2	Desinfektion (<i>f</i>), disinfection	1
Definition (<i>f</i>), definition	1	Desinfektionszweck (<i>m</i>), disinfection purpose	1
Dehnung (<i>f</i>), elongation, extension, tension, dilatation	9	Desinfizieren (<i>n</i>), disinfection, disinfecting, sterilizing	1
Dehydro-indigo (<i>m</i>), dehydro-indigo	2	Desoxydation (<i>f</i>), deoxidation	17
Dekantation (<i>f</i>), decantation	1	*dessen (<i>rel</i> and <i>dem</i>) whose, of which, its	
demnach (<i>conj</i>), accordingly, then, since, however	4	Destillat (<i>n</i>), distillate	11
*denen (<i>dat pl</i> of <i>der</i>), to which, to these, to those, to the ones		Destillatdampf (<i>m</i>), distillate vapor	2
denitrieren (<i>v</i>), to denitrate	1	Destillation (<i>f</i>), distillation	26
denkbar (<i>adj</i>), conceivable	1	Destillationsgefäß (<i>n</i>), distilling vessel	3
denken (<i>v</i>), to think, sich —, to form an idea of, to conceive, to realize, to fancy, to imagine	2	Destillationsrückstand (<i>m</i>), residue left after distillation	1
denkwürdig (<i>adj</i>), notable	1	Destillieren (<i>n</i>), distillation, distilling	1
denn (<i>conj</i>), for, as, because, since	5	destillieren (<i>v</i>), to distil	4
dennoch (<i>conj</i>), yet, nevertheless, however	1	destillierend (<i>adj</i>), distilling	1
depolarisieren (<i>v</i>), to depolarize	1	Destillierkolben (<i>m</i>), distilling flask or retort	1
*der (<i>die, das</i>) (<i>def art</i>), the, (<i>rel pron</i>), which, who, that, (<i>dem pron</i>), this, that, he (she, it)		Destillierrohr (<i>n</i>), distillation tube	3
derart (<i>adv</i>), in this way or manner, in such a way	4	deuten (<i>auf</i>) (<i>v</i>), to indicate, to signify, to point (to), to explain	4
derartig (<i>adj</i>), such, of this or that kind	5	deutlich (<i>adj</i>), distinct(ly), evident	8
*deren (<i>rel</i> and <i>dem pron</i>), whose, of which, its, their		deutsch (<i>adj</i>), German	8
dergleichen (<i>adj</i>), such, the like, und —, and so forth	3	Deutsche(r) (<i>m</i>), German	1
		Deutschland (<i>n</i>), Germany	2
		deutschsprechend (<i>p adj</i>), German-speaking	1
		Deutung (<i>f</i>), significance, explanation	1

devonisch (<i>adj</i>), Devonian	1	digeneren (<i>v</i>), to digest	1
Diagenes (<i>f</i>), diagenesis, reformation	1	Dumid (<i>n</i>), dumide	1
Diagramm (<i>n</i>), diagram	2	Dundolyl (<i>n</i>), dundolyl	3
Dialkylbarbitursäure (<i>f</i>), dialkylbarbituric acid	2	Dundolylderivat (<i>n</i>), dundolyl derivative	1
Dialkyllessigsäureureid (<i>n</i>), ureide of dialkylacetic acid	1	Dusatogen (<i>n</i>), dusatogen	1
Dialkylmalonester (<i>m</i>), dialkylmalonic ester	1	Dijodphenol (<i>n</i>), diiodophenol	3
Dialkylmalonsäure (<i>f</i>), dialkylmalonic acid	1	Dimethyl- , dimethyl-	
Dianil (<i>n</i>), (<i>here</i>) indigo dianil	1	Dimethylanilin (<i>n</i>), dimethylaniline	1
Dianilmaleinsäure (<i>f</i>), dianilnomaleic acid	2	Dimethylbarbitursäure (<i>f</i>), dimethylbarbituric acid	1
Diazoreihe (<i>f</i>), diazo series	1	Dimethylharnstoff (<i>m</i>), dimethylurea	1
Dibromphenol (<i>n</i>), dibromophenol	3	Dinitro-diphenyl-butadien (<i>n</i>), dinitrodiphenylbutadiene	1
Dichlorharnstoff (<i>m</i>), dichloro-urea	1	Dinitrophenol (<i>n</i>), dinitrophenol	1
Dichlorphenol (<i>n</i>), dichlorophenol	3	Dinitrophenolsulfonsäure (<i>f</i>), dinitrophenolsulfonic acid	1
Dichroismus (<i>m</i>), dichroism	1	Dioxindol (<i>n</i>), dioxindole	1
Dichromatlösung (<i>f</i>), dichromate solution	1	Dioxyd (<i>n</i>), dioxide	1
Dichte (<i>f</i>), thickness, density, imperviousness	18	Dioxy-diphenyl (<i>n</i>), dihydroxydiphenyl	3
dichten (<i>v</i>), to pack, to seal	4	Dioxydiphenyläther (<i>m</i>), dihydroxydiphenyl ether	1
Dichtung (<i>f</i>), packing	1	Dioxydiphenylselenid (<i>n</i>), dihydroxydiphenyl selenide	1
Dichtungsmittel (<i>n</i>), condensing agent, packing material	1	Dioxydiphenylsulfid (<i>n</i>), dihydroxydiphenyl sulfide	1
Dicke (<i>f</i>), thickness, density	2	β-Diphenol (<i>n</i>), <i>beta</i> -diphenol	1
Dicyandiamid , (<i>n</i>), dicyandiamide	1	Diphenyl (<i>n</i>), diphenyl	2
Dielektrizitätskonstante (<i>f</i>), dielectric constant	3	Diphenylamin (<i>n</i>), diphenylamine	2
dienen (<i>v</i>), to serve	19	Diphenyläther (<i>m</i>), diphenyl ether	4
Dienst (<i>m</i>), service, — leisten , to perform (render) a service	2	Diphenylbarbitursäure (<i>f</i>), diphenylbarbituric acid	1
dieser, diese, dieses , etc (<i>dem adj</i> and <i>pron</i>), this, that, these, this one, the latter, it, they, etc	85	Diphenylbenzol (<i>n</i>), diphenylbenzene	1
Differentiation (<i>f</i>), differentiation	1	Diphenylenoxyd (<i>n</i>), diphenylene oxide	1
diffundieren (<i>v</i>), to diffuse	2	Diphenylharnstoff (<i>m</i>), diphenylurea	1
Digeneren (<i>n</i>), digestion	1	Diphenyloxyd (<i>n</i>), diphenyl oxide, phenyl ether	1
		Diphenylsulfid (<i>n</i>), diphenyl sulfide	2

direkt (<i>adj, adv</i>), direct(ly)	22	Drittel (<i>n</i>), (a) third	1
dislokationsmetamorph (<i>adj</i>), structurally changing	1	Druck (<i>m</i>), pressure	23
Dislokationsmetamorphose (<i>f</i>), dislocation metamorphosis, structural change	2	Druckereimaschine (<i>f</i>), print- ing press	1
Dissoziationsdruck (<i>m</i>), disso- ciation pressure	2	Druckereimaschinenpresse (<i>f</i>), printing press	1
Dissoziationsgrad (<i>m</i>), degree of dissociation	1	Druckereimühle (<i>f</i>), pressure mill	1
Dissoziationskonstante (<i>f</i>), dis- sociation constant	1	Druckerhöhung (<i>f</i>), increase of pressure	1
Dissoziationsspannung (<i>f</i>), dis- sociation potential	1	Druckrohr (<i>n</i>), pressure tube, sealed tube	1
Dissoziationswärme (<i>f</i>), heat of dissociation	1	Druckverfahren (<i>n</i>), printing process	1
dissoziieren (<i>v</i>), to dissociate	1	dublieren (<i>v</i>), to double	1
Disulfat (<i>n</i>), disulfate	1	duktil (<i>adj</i>), ductile	1
Disulfonsäure (<i>f</i>), disulfonic acid	1	Dulcin (<i>n</i>), dulcin	1
ditrigonal (<i>adj</i>), ditrigonal	1	dunkel (<i>adj</i>), dark	1
diuretisch (<i>adv</i>), diuretically	1	dunkelblau (<i>adj</i>), dark blue	3
doch (<i>conj</i>), yet, however, for all that, after all	14	dunkelbraun (<i>adj</i>), dark brown	1
Doppelbindung (<i>f</i>), double bond	1	dunkelgrün (<i>adj</i>), dark green	1
doppelt (<i>adj</i>), double	1	dunkelgrünlichgelb (<i>adj</i>), dark greenish yellow	1
Doppelverbindung (<i>f</i>), double compound	2	Dunkeln (<i>n</i>), darkening	2
Dorn (<i>m</i>), pin, mandrel, slag (copper)	2	Dunkelrosafärbung (<i>f</i>), dark rose color	1
dort (<i>adv</i>), there	4	dunn (<i>adj</i>), thin	4
Draht (<i>m</i>), wire	3	durch (<i>prep</i> with acc), through, by, by means of, owing to	256
Drahtstückchen (<i>n</i>), small wire hook, wire clasp	1	durchaus (<i>adv</i>), throughout, by all means, positively	2
Drahtnetz (<i>n</i>), wire gauze, wire net	1	Durchbildung (<i>f</i>), formation, development	2
Drahtseil (<i>n</i>), wire rope, wire cable	1	durchblasen (<i>v</i>), to blow through	1
Drehung (<i>f</i>), rotation	1	durchbohren (<i>v</i>), to bore through	1
Drehungsvermögen (<i>n</i>), ro- tatory power, optisches —, optical rotatory power	1	durchführen (<i>v</i>), to lead through, to execute, to con- duct, to accomplish, to carry out	4
drei (<i>adj</i>), three	1	Durchführung (<i>f</i>), carrying (out), performance, accom- plishment	3
Dreistoffsystem (<i>n</i>), three-com- ponent system	1	durchlässig (<i>adj</i>), permeable, pervious	1
dreiwertig (<i>adj</i>), trivalent	1	Durchlässigkeit (<i>f</i>), permea- bility	1
dritt(e) (<i>adj</i>), third	5		

durchlaufen (<i>v</i>), to filter, to (run) go through, to traverse	2
Durchleiten (<i>n</i>), conduction, passing through, beim —, by passing through	1
durchscheinen (<i>v</i>), to shine through	1
durchscheinend (<i>p adj</i>), transparent, transmitted (light)	2
durchschlagend (<i>p adj</i>), conclusive, telling, complete, decisive	1
Durchschnitt (<i>m</i>), average, cross-section	1
durchschnittlich (<i>adj</i>), average	1
durchsichtig (<i>adj</i>), clear, transparent	1
durfen (<i>v</i>), to be permitted, may, can, darf nicht , must not, durfte , might	15
Dynamomaschine (<i>f</i>), dynamo	1
Dynamo-Temperglass (<i>m</i>), dynamo malleable casting	1

E

ebenda (<i>adv</i>), <i>ibidem</i> , at that same place, <i>loco citato</i>	4
ebenfalls (<i>adv</i>), likewise	9
ebenso (<i>adv</i>), likewise, — gut , just as good, equally good, as well as	9
ebensolche (<i>adj</i>), likewise, same	1
ebensowenig (<i>adv</i>), ever so little, — wie , as little as	4
ebullioskopisch (<i>adj</i>), ebullioscopic	1
echt (<i>adj</i>), fast (of colors), firm, genuine, real	1
Echtheit (<i>n</i>), fastness (of colors), genuineness	1
edel , edle, edles (<i>adj</i>), noble (as applied to metals, those that resist oxidation, to gases, inert)	2
Edelgas (<i>n</i>), noble (inert) gas	1
Effekte (<i>m pl</i>), effects	1

ehe (<i>conj adv</i>), before	1
eher (<i>comp</i> of bald) (<i>adv</i>), sooner, rather	2
ehest(e) (<i>superl</i> of bald) (<i>adv</i>), am ehesten soonest, earliest	1
Eieralbumin (<i>n</i>), egg albumen	1
eigens (<i>adv</i>), expressly	1
Eigenschaft (<i>f</i>), property, quality	17
Eigenschaftswort (<i>n</i>), adjective	1
eigentlich (<i>adj, adv</i>), proper(ly), real(ly)	7
eigentumlich (<i>adj</i>), peculiar, characteristic	1
eignen (<i>sich</i>) (<i>v</i>), to suit, to be suitable for, to be appropriate for	6
ein (<i>und art</i>), a, an, one, (<i>pron</i>), der eine , the one, eines , one	185
Einatmen (<i>n</i>), inhalation	1
einatmen (<i>v</i>), to inhale, einatmet , when inhaled	2
einbasisch (<i>adj</i>), monobasic	1
Einblasen (<i>n</i>), injection, blowing in, beim —, with the blowing in	2
Einblick (<i>m</i>), insight	1
einbohren (<i>v</i>), to bore into	2
Einbringen (<i>n</i>), bringing in, insertion	1
einburgern (<i>sich</i>) (<i>v</i>), to become adapted	1
einbussen (<i>v</i>), to lose by, to suffer the loss of	1
Eindampfen (<i>n</i>), evaporation	1
eindampfen (<i>v</i>), to evaporate	1
eindeutig (<i>adj, adv</i>), clear(ly), unequivocal	2
einerseits (<i>adv</i>), on the one hand	2
einfach (<i>adj, adv</i>), simple, single, simply, merely	9
Einfluss (<i>m</i>), influence	29
Einfuhren (<i>n</i>), introduction, insertion	1
einfuhren (<i>v</i>), to introduce, to import	9

Einführung (<i>f</i>), introduction	1	enschliessen (<i>v</i>), to enclose	1
einfüllen (<i>v</i>), to fill up	2	Einschluss (<i>m</i>), inclusion, content	1
Eingang (<i>m</i>), entrance, introduction		entschlussreich (<i>v</i>), rich in inclusions	1
Eingeborene (<i>m</i>), native	2	Einschmelzen (<i>n</i>), melting down	1
eingehen (<i>v</i>), to go into, eingehend (<i>adj</i> , <i>adv</i>), thorough(ly), exhaustive(ly)	5	Einschmelzperiode (<i>f</i>), melting-down period	1
einheitlich (<i>adj</i>), homogeneous, uniform	5	Einschnürung (<i>f</i>), constriction, binding up	1
Einheitlichkeit (<i>f</i>), uniformity	2	einschränken (<i>v</i>), to confine	1
einig (<i>adj</i>), united	10	einsehen (<i>v</i>), to see, to perceive, to understand	1
einige (<i>pron</i>), several, some, a few	2	einsetzen (<i>v</i>), to set in, to insert, to establish	5
einigen (<i>v</i>), to unite	1	einst (<i>adv</i>), once	1
eingermassen (<i>adv</i>), in some degree, to a certain extent	1	Einstellen (<i>n</i>), putting in, insertion, standardization (of a solution)	1
Einklang (<i>m</i>), harmony, unison, im — stehen mit , to be in harmony with, to agree with	1	einstellen (<i>v</i>), to insert, to put in, to install, to lay up, to institute, to stop, to standardize	4
einlagern (<i>v</i>), to store away, to imbed	2	einströmen (<i>v</i>), to flow in	1
Einlagerung (<i>f</i>), deposit	1	Eintauchen (<i>n</i>), dipping, immersion	2
einleiten (<i>v</i>), to introduce, to conduct	7	eintauchen (<i>v</i>), to dip into, to immerse	4
Einleiten (<i>n</i>), introduction	1	einteilen (<i>v</i>), to divide, to classify	8
Einleitung (<i>f</i>), introduction	2	Einteilung (<i>f</i>), division, classification	9
einmal (<i>adv</i>), once, on the one hand, einmal einmal , at one time at another, einmal dann , at first then	6	eintragen (<i>v</i>), to introduce, to bring into, to carry into	4
einmalig (<i>adj</i>), single, at one time	1	entretreten (<i>v</i>), to occur, to appear, to begin, to set in, to commence	16
einordnen (<i>v</i>), to arrange, to classify	2	entretend (<i>p adj</i>), apparent, occurring	2
einreihen (<i>v</i>), to arrange, to classify	1	Eintritt (<i>m</i>), entrance, setting in, appearance, commencement	7
Einsatz (<i>m</i>), insert, furnace charge	8	entrocknen (<i>v</i>), to dry up	1
Einsatzstahl (<i>m</i>), steel for case hardening, case-hardened steel	1	Eintropfen (<i>n</i>), Eintropfen (<i>n</i>), instilling, trickling, adding dropwise, dropping in	4
Einschalten (<i>n</i>), switching on, turning on	1	einwandfrei (<i>adj</i>), unobjectionable, flawless, satisfactory	3
einschieben (<i>v</i>), to insert, to push in	1		
einschlägig (<i>adj</i>), pertinent, appropriate	1		

einwertig (<i>adj</i>), univalent	1	(form of hematite), specular iron ore	9
einwirken (<i>auf</i>) (<i>v</i>), to act (on), to exert (influence) (on)	6	Eisenglummerschiefer (<i>m</i>), tab-irite, hematite (slate) schist	1
Einwirkung (<i>f</i>), action, influence, effect	29	eisenhaltig , (<i>adj</i>), iron-containing	1
Einwirkungsprodukt (<i>n</i>), reaction or resultant product	1	Eisenhüttenkunde (<i>f</i>), metallurgy of iron, ferrous metallurgy	1
Einzelauflauf (<i>m</i>), individual article, single attachment	1	Eisenhüttenleute (<i>m pl</i>), iron workers, iron metallurgists	1
Einzeleinfluss (<i>m</i>), single influence, single addition	1	Eisen(II)hydroxyd (<i>n</i>), ferrous hydroxide	1
Einzelheit (<i>f</i>), detail, particular	4	Eisen(III)hydroxyd (<i>n</i>), ferric hydroxide	1
einzel (<i>adj</i>), single, separate, individual	14	Eisenindustrie (<i>f</i>), iron industry	1
einzig (<i>adj</i>), only, single	1	Eisenkarbid (<i>n</i>), iron carbide	2
Eis (<i>n</i>), ice	1	Eisenmaterial (<i>n</i>), iron material	1
Eisen (<i>n</i>), iron	126	Eisen-Nickel-Legierung (<i>f</i>), iron-nickel alloy	3
Eisenabfälle (<i>m pl</i>), scrap iron	2	Eisen-Nickel-System (<i>n</i>), iron-nickel system	1
Eisenacetatlosung (<i>f</i>), iron acetate solution	1	Eisenoxydul (<i>n</i>), ferrous oxide	1
eisenarm (<i>adj</i>), poor in iron	1	Eisenplatte (<i>f</i>), iron slab, iron plate	1
Eisenbad (<i>n</i>), iron bath	1	eisenreich (<i>adj</i>), rich in iron	1
Eisenbahn (<i>f</i>), railroad	1	Eisensalzlösung (<i>f</i>), iron salt solution	1
Eisenbahnbau (<i>m</i>), railroad construction	1	Eisenschwarz (<i>n</i>), iron black	1
Eisenbahnfahrzeug (<i>n</i>), railroad car	1	Eisensorte (<i>f</i>), grade or kind of iron	2
Eisenbahnmateriel (<i>n</i>), railroad material	1	Eisenspäne (<i>m pl</i>), iron filings, iron turnings	5
Eisenblech (<i>n</i>), sheet iron, iron plate	1	Eisensulfat (<i>n</i>), iron sulfate, ferrous sulfate	1
Eisenchlorid (<i>n</i>), iron chloride, ferric chloride	1	Eisenvolumen (<i>n</i>), iron volume	1
Eisendrahterzeugung (<i>f</i>), iron-wire production	1	Eisessig (<i>m</i>), glacial acetic acid	4
Eisenerz (<i>n</i>), iron ore	3	Eisessig-Lösung (<i>f</i>), glacial acetic acid solution	1
eisenerzeugend (<i>p adj</i>), iron-producing	1	eisgekühlt (<i>p adj</i>), ice-cooled	1
Eisenerzlagerstätte (<i>f</i>), iron-ore deposit	2	Eiweiss (<i>n</i>), albumen, protein, egg-white	1
Eisenfeile (<i>f</i>), = Eisenfeilspäne (<i>m pl</i>), iron filings	1	Eiweisskörper (<i>m</i>), protein	1
Eisenfläche (<i>f</i>), iron surface	1	elastisch (<i>adj</i>), elastic	3
Eisenforschung (<i>f</i>), iron analysis, iron research	1	Elastizitätsgrenze (<i>f</i>), elastic limit	1
Eisenfund (<i>m</i>), discovery of iron	1		
Eisenglanz (<i>m</i>), iron-glance			

Elastizitätskoeffizient (<i>m</i>), coefficient of elasticity	1	wards the end, zu — führen , to complete	7
elektrisch (<i>adj</i>), electrical	3	endgültig (<i>adj</i>), final	3
Elektrizität (<i>f</i>), electricity	1	endigen (<i>v</i>), to end, to terminate	1
elektro- (prefix), electric-, electro-	1	endlich (<i>adj, adv</i>), final(ly), at last	7
elektrocapillar (<i>adj</i>) electrocapillary	1	Endprodukt (<i>n</i>), final product	3
elektrochemisch (<i>adj</i>), electrochemical	1	Energie (<i>f</i>), energy	1
Elektrode (<i>f</i>), electrode	1	energisch (<i>adj</i>), energetic, vigorous	3
Elektrodenofen (<i>m</i>), electrode oven	1	eng (<i>adj</i>), narrow	1
Elektroflusseisen (<i>n</i>), electric ingot iron	1	englisch (<i>adj</i>), English	2
Elektrogussstahl (<i>m</i>), electric cast steel (by electric process)	1	engroß (<i>adj</i>), with small tubes, narrow tube	1
Elektrolytchlor (<i>n</i>), electrolytic chlorine	1	enorm (<i>adj</i>), enormous	1
Elektrolyteisen (<i>n</i>), electrolytic iron	1	entbehren (<i>v</i>), to dispense with, to lack, to be or do without	2
elektronegativ (<i>adj</i>), electro-negative	1	entdecken (<i>v</i>), to discover	9
Elektroofen (<i>m</i>), electric oven	7	Entdeckung (<i>f</i>), discovery	8
Elektrorohreisen (<i>n</i>), electric pig iron (by electric process)	1	entfarben (<i>v</i>), to decolorize, to bleach	1
Elektrostahl (<i>m</i>), electric steel	2	Entfärbung (<i>f</i>), decolorization	1
Elektroverfahren (<i>n</i>), electric process, electric method	5	entfernen (<i>v</i>), to remove, to extract	1
Element (<i>n</i>), element	16	entfernt (<i>p p</i>), distant, remote	1
elementar (<i>adj</i>), elementary	3	Entfernung (<i>f</i>), removal, unter —, with removal	3
Elementaranalyse (<i>f</i>), elementary analysis	1	entgegengesetzt (<i>adj</i>), opposite, inverse	1
Elementarprüfung (<i>f</i>), elementary testing	1	entgegenstellen (<i>v</i>), to obstruct	1
Elementarrhomboeder (<i>n</i>), elementary or unit rhombohedron	2	entgegenwirken (+ <i>dat</i>) (<i>v</i>), to react against	1
Elementarzelle (<i>f</i>), elementary or unit cell	2	enthalten (<i>v</i>), to contain	53
empfehlen (<i>v</i>), to recommend	2	Entladung (<i>f</i>), discharge	1
empfehlenswert (<i>adj</i>), recommendable, advisable, to be recommended	1	entmischen (<i>v</i>), to separate, to disintegrate, to dissociate	2
empfindlich (<i>adj</i>), sensitive, susceptible	3	Entnahme (<i>f</i>), extraction, withdrawal	1
empirisch (<i>adj</i>), empiric	2	entnehmen (<i>v</i>), to extract, to take (from)	1
Ende (<i>n</i>), end, gegen —, to-		Entphosphorung (<i>f</i>), dephosphorization	1
		entscheiden (<i>v</i>), to decide, to determine	5
		entscheidend (<i>adj</i>), decisive, conclusive	1
		Entscheidung (<i>f</i>), decision	3

entschieden (<i>p adj</i>), determined, decided, final, decisive, (<i>adv</i>), decidedly 1	Epizone (<i>f</i>), epizone 1
Entschwefelung (<i>f</i>), desulfurization 1	erblicken (<i>v</i>), to see 1
Entsendung (<i>f</i>), sending off 1	erbringen (<i>v</i>), to produce 2
entsprechen (+ <i>dat</i>) (<i>v</i>), to correspond to, to answer 8	Erdalkali (<i>n</i>), alkaline earth 2
entsprechend (<i>p adj</i>), corresponding (to) 4	Erde (<i>f</i>), earth 1
entspringen (<i>v</i>), to spring, to arise, to produce 4	Erdöl (<i>n</i>), petroleum 1
entstammen (+ <i>dat</i>) (<i>v</i>), to come from, to originate, to form 3	erfahren (<i>v</i>), to learn, to discover, to experience 3
Entstehen (<i>n</i>), formation, producing, origin 2	Erfahrung (<i>f</i>), experience, knowledge 2
entstehen (<i>v</i>), to arise, to be formed, to originate, to come into being 56	erfahrungsmässig (<i>adj</i>), according to experience, experimental, empirical, usual 1
entstehend (<i>p adj</i>), originating, arising 2	Erfahrungstatsache (<i>f</i>), experimental fact 1
Entstehung (<i>f</i>), origin, formation, nascence 2	Erfolg (<i>m</i>), result, success 4
entweder oder (<i>conj</i>), either or 9	erfolgen (<i>v</i>), to result, to ensue, to occur, to arise 32
entweichen (<i>v</i>), to escape, to leak (out) 6	erforderlich (<i>adj</i>), necessary, prerequisite, requirable 8
Entweichen (<i>n</i>), escape 1	erfordern (<i>v</i>), to require, to demand 1
entweichend (<i>p adj</i>), escaping, leaking 1	erforschen (<i>v</i>), to investigate 1
entwickeln (<i>v</i>), to develop, to evolve 8	Erforschung (<i>f</i>), investigation, research 1
entwickelt (<i>p adj</i>), evolved, developed 1	erfüllen (<i>v</i>), to fill (up), to fulfil, to accomplish 2
Entwick(e)lung (<i>f</i>), development, evolution 4	ergeben (<i>v</i>), to yield, to show, to result, to appear, to indicate, sich — + <i>dat</i> , to devote oneself to 21
Entwicklungsgeschichte (<i>f</i>), history of development 1	ergebend (<i>p adj</i>), resulting 1
entziehen (<i>v</i>), to extract 2	Ergebnis (<i>n</i>), result, consequence, yield, conclusion 13
Entzunnung (<i>f</i>), detinning 1	ergiebig (<i>adj</i>), productive 1
entzünden (<i>sich</i>) (<i>v</i>), to ignite, to catch fire 2	Ergussgestein (<i>n</i>), igneous rock 5
Enzyklopädie (<i>f</i>), encyclopedia 1	Ergussgesteinsfolge (<i>f</i>), series of igneous rock 1
Enzym (<i>n</i>), enzyme 3	erhalten (<i>v</i>), to receive, to obtain, to get, to maintain, to acquire 37
Epimetamorphose (<i>f</i>), epimetamorphosis 1	erheblich (<i>adj</i>), considerable 5
	erhellen (<i>v</i>), to illuminate, to expose 1
	Erhitzen (<i>n</i>), heat, heating 12
	erhitzen (<i>v</i>), to heat 22
	erhitzt (<i>p adj</i>), heated 1

Erhitzung (f), heating	3	Erörterung (f), discussion, de-	
erhöhen (v), to raise, to increase	5	bate	1
erhöht (adj), raised, increased,		erreichen (v), to arrive at, to	
greater, in —em Masse, to		reach, to attain	4
an increased degree	1	errungen (p p of erringen), won	1
Erhöhung (f), raising, increase	7	erscheinen (v), to appear, to	
erinnern (v), an, to remind of,		seem, to be published	8
— sich + gen, to remember	4	erscheinend (p adj), appearing	1
erkalten (v), to cool (off)	3	Erscheinung (f), appearance,	
Erkalten (n), cooling, beim —,		phenomenon	6
upon cooling	1	Erschmelzung (f), melting, fu-	
erkennbar (an) (adj), recogniz-		sion, smelting	1
able, discernible (by)	5	erschöpfen (v), to exhaust	1
erkennen (v), to recognize, to		erschöpfend (p adj), exhaust-	
detect, to distinguish	10	ing, exhaustive	1
Erkenntnis (f), knowledge, re-		erschweren (v), to make diffi-	
alization	2	cult, to aggravate	2
Erkennung (f), recognition	1	ersehen (v), to see (learn) by,	
erklären (v), to explain, to de-		to be clear	1
clare, to illustrate	5	ersetztbar (adj), replaceable	1
erklärlich (adj), clear, plausible	1	ersetzen (v), to replace, to sub-	
Erklärung (f), explanation	3	stitute	3
erlangen (v), to obtain, to attain,		ersichtlich (adj, adv), illustrated,	
to reach	2	visible, evident(ly), clear(ly)	4
erlauben (v), to allow, to per-		ersinnen (v), to devise	1
mit	2	ersparen (v), to save, to spare	1
erläutern (v), to explain, to il-		erst (adj, adv), (at) first, not	
lustrate, to clarify	5	until, for the present, only,	
erleichtern (v), to facilitate, to		(pron), der erste , the first one,	
make easier	2	erstere , former	59
erleiden (v), to undergo, to en-		Erstarren (n), freezing, solidify-	
dure, to suffer	2	ing, zum — bringen , to solidify	
ermitteln (v), to ascertain, to		erstarren (v), to solidify, to con-	
find out, to determine	7	geal	5
Ermittlung (f), determination,		erstarrt (p adj), hardened, con-	
ascertainment	3	gealed, solidified	1
ermöglichen (v), to make pos-		Erstarrte (n), solidified material	
sible, to enable (to be carried		or matter	1
out)	2	Erstarrung (f), solidification,	
ermöglicht (adj), possible	1	coagulation, freezing	2
erneuern (v), to renew	1	Erstarrungspunkt (m), freezing	
erniedrigen (v), to lower, to de-		point	3
crease	2	Erstarrungsvorgang (m), solidi-	
Eroberung (f), conquest	1	fication process	1
Eröffnungssatzung (f), opening		erstatten (v), to give, to make	
session or meeting	1	good, Bericht —, to report	1
erörtern (v), to discuss	1	erstausgesprochen (p adj) used	

as noun), that which was first separated, the one which separated first	1	ermikroskopisch (<i>adv</i>), as microscopic ore, the manner of microscopic ore, (<i>adj</i>), ore microscopic	4
erstgegeben (<i>adj</i>), given first	1	Erzzusatz (<i>m</i>), ore addition	1
erstgenannt (<i>adj</i>), first named or mentioned	1	* es (<i>pron</i>), it, (<i>impersonal</i>) there, — gibt , there is, there are	
erstickend (<i>p adj</i>), suffocating, choking	1	Espartogras (<i>n</i>), esparto grass, Spanish grass	1
Erstickungsanfall (<i>m</i>), choking attack	1	Essigäther (<i>m</i>), acetic ether (ethyl acetate)	1
erstreben (<i>v</i>), to strive for, to attain	1	Essigsäure (<i>f</i>), acetic acid	2
erstrecken (<i>v</i>), to extend, to stretch	1	Essigsäureverbindung (<i>f</i>), acetic acid compound	1
erteilen (<i>v</i>), to give, to impart, to grant	1	Ester (<i>m</i>), ester	2
erübrigen (<i>v</i>), to spare, to lay aside, sich — (<i>etwas zu tun</i>), to be superfluous	1	Etappe (<i>f</i>), stage, steps	1
erwähnen (<i>v</i>), to mention, to refer to	21	etwa (<i>adv</i>), approximately, about, perhaps, nearly	63
erwähnt (<i>p adj</i>), mentioned	1	etwaig (<i>adj</i>), likely, possible	1
Erwärmen (<i>n</i>), heating	1	etwas (<i>undef pron</i>), somewhat, something, a little, some	16
erwärmen (<i>v</i>), to heat	17	Europa (<i>n</i>), Europe	4
Erwärmung (<i>f</i>), heating, warming	4	europäisch (<i>adj</i>), European	2
erwarten (<i>v</i>), to await, to expect	5	eventuell (<i>adj</i>), eventual, probable, (<i>adv</i>), in the event of, perhaps	1
erweisen (<i>v</i>), to prove, sich — als) to be found as	1	exakt (<i>adj</i>), exact, accurate	2
erweitern (<i>v</i>), to broaden, to increase	1	Exhalation (<i>f</i>), exhalation	1
erwerben (<i>v</i>), to acquire	1	existenzfähig (<i>adj</i>), capable of existence	1
Erz (<i>n</i>), ore	6	existieren (<i>v</i>), to exist, to be	1
erzeugen (<i>v</i>), to produce, to generate	18	experimentell (<i>adj, adv</i>), experimental(ly)	7
Erzeugnis (<i>n</i>), production, product	1	Explosion (<i>f</i>), explosion	2
Erzeugung (<i>f</i>), production	6	Explosionsprobe (<i>f</i>), explosion test	1
Erzeugungstemperatur (<i>f</i>), temperature of production	1	Extinktionskoeffizient (<i>m</i>), extinction coefficient	1
Erzgang (<i>m</i>), ore vein, lode	1	extrahant (<i>adj</i>), extra hard	1
erzielbar (<i>adj</i>), obtainable	2	extrahieren (<i>v</i>), to extract	2
erzielen (<i>v</i>), to obtain, to attain, to get, to achieve	12	Extraktion (<i>f</i>), extraction	3
Erzielung (<i>f</i>), attainment, achievement, obtaining	3	Extraktionsmittel (<i>n</i>), extracting agent	1
Erzkörper (<i>m</i>), ore body	1	extrapoliert (<i>p adj</i>), extrapolated	1
		extraweich (<i>adj</i>), extra soft	1

F

Fabrik (<i>f</i>), factory, establishment	3	Fäulniswirkung (<i>f</i>), sepsis, bei der —, during putrefaction	1
Fabrikation (<i>f</i>), manufacture	6	Federharz (<i>n</i>), feather resin, rubber	2
Fabrikationsmethode (<i>f</i>), production method	1	Federring (<i>m</i>), spring ring	2
— fach (suffix), —fold, —times		Federstahl (<i>m</i>), spring steel	3
Fach (<i>n</i>), branch, profession	1	Fe-Gehalt (<i>m</i>), iron content	1
Faeces (<i>n pl</i>), feces	1	Fe-haltig (<i>adj</i>), iron-containing	1
Fähigkeit (<i>f</i>), ability, capacity, capability	1	Fehlen (<i>n</i>), absence	1
Faktor (<i>m</i>), factor	4	fehlen (<i>v</i>), to fail, to lack, to be absent	8
Faktorei (<i>f</i>), factory	1	fein (<i>adj</i> , <i>adv</i>), fine, thin, small, feinst, very fine(ly)	5
Fall (<i>m</i>), case	32	Feinblech (<i>n</i>), thin-gaged plate, foil	1
fallen (<i>v</i>), to fall, es fällt ins Gewicht, that is of weight, it is of importance	12	Feinblechmaterial (<i>n</i>), foil material, fine plate material	1
fallen (<i>v</i>), to precipitate	1	feingepulvert (<i>adj</i>), pulverized	1
fallend (<i>p adj</i>), decreasing, falling	1	Feinguss (<i>m</i>), small casting	2
falls (<i>conj</i>), in case	3	feinkornig (<i>adj</i>), fine-grained, finely grained	2
Farbe (<i>f</i>), color, dye	11	feinschuppig (<i>adj</i>), fine-flaky, scaly	1
Farbeindruck (<i>m</i>), color impression	2	feinverteilt (<i>adj</i>), finely divided	5
Farbeknoterich (<i>m</i>), colored knot grass (<i>Polygonum tinctorium</i>)		Feldspat (<i>m</i>), feldspar	2
Färben (<i>n</i>), dyeing, zum —, for dyeing	1	Fe-Oberfläche (<i>f</i>), iron surface	1
färben (<i>v</i>), to color, to dye	7	Fe-Pulver (<i>n</i>), iron powder	1
farbend (<i>p adj</i>), coloring	1	Fe-reich (<i>adj</i>), iron rich	1
Farbenfabrik (<i>f</i>), dye factory	1	fern (<i>adj</i>), far, distant, (<i>adv</i>), away, at a distance from	2
Färberei (<i>f</i>), dye works, dyeing	6	fernbleiben (<i>v</i>), to remain away, to keep at a distance	1
farblos (<i>adj</i>), colorless	7	ferner (<i>adj</i> , <i>adv</i>), farther, furthermore, besides, moreover	29
Farbmaterial (<i>n</i>), coloring material, dyestuff	1	Ferricyankalium (<i>n</i>), potassium ferricyanide	2
Farbstoff (<i>m</i>), coloring matter, dye	15	Ferroaluminium (<i>n</i>), ferroaluminum	2
Färbung (<i>f</i>), coloration, color	14	Ferrocyankalium (<i>n</i>), yellow prussiate of potash, potassium ferrocyanide	1
Farbwerke (<i>n pl</i>), dye works	2	Ferrolegerung (<i>f</i>), ferroalloy, iron alloying	5
Faser (<i>f</i>), fiber	6	ferromagnetisch (<i>adj</i>), ferromagnetic	3
fast (<i>adv</i>), almost, nearly	21	Ferromangan (<i>n</i>), ferromanganese	2
faulend (<i>adj</i>), rotting, decaying	1		
Fäulnis (<i>f</i>), rottenness, putrefaction	3		

Ferromangansilizium (<i>n</i>), ferro-manganese silicon	4	feuerbeständig (<i>adj</i>), fire-resisting, fireproof	2
Ferrophosphor (<i>m</i>), ferrophosphorus	2	Feuererscheinung (<i>f</i>), appearance of fire	1
Ferrosilikoaluminium (<i>n</i>), ferrosilicoaluminum	2	Feuergas (<i>n</i>), fire gas, flue gas	3
Ferrosilizium (<i>n</i>), ferrosilicon	1	feuergefährlich (<i>adj</i>), inflammable	1
Ferrosulfat (<i>n</i>), ferrous sulfate	1	Feuerrohr (<i>n</i>), fire tube	1
Ferrotitan (<i>n</i>), ferrotitanium	2	feurig (<i>adj</i>), fiery, igneous	1
fertig (<i>adj</i>), ready, complete, prepared, finished	3	Feuerungsgas (<i>n</i>), furnace gas	1
Fertigerzeugnis (<i>n</i>), ready product, finished product	5	Fibrin (<i>n</i>), fibrin	1
fest (<i>adj</i>), solid, firm	18	Fichtenspan (<i>m</i>), pine chip	1
festern = festigen (<i>v</i>), to make fast or firm, to make solid	1	Figur (<i>f</i>), figure	1
Festhalten (<i>n</i>), retaining, holding	1	Filtrat (<i>n</i>), filtrate	2
festhalten (<i>v</i>), to hold fast, to restrain, to adhere	3	filtrieren (<i>v</i>), to filter	3
Festigkeit (<i>f</i>), solidity, tenacity (of metals), tensile strength, resistance	16	finden (<i>v</i>), to find, to discover	37
Festigkeitseigenschaft (<i>f</i>), solidity	1	Fittingseisen (<i>n</i>), iron for fittings	1
festlegen (<i>v</i>), to fix, to define	1	fixieren (<i>v</i>) to fix	1
Festlegung (<i>f</i>), fixation, establishing, agreement	1	flach (<i>adj</i>), flat, level	2
Festschrift (<i>f</i>), anniversary publication, publication in celebration of a festival or anniversary	1	Fläche (<i>f</i>), surface	2
feststellen (<i>v</i>), to establish, to determine, to ascertain	14	Flacheisen (<i>n</i>), flat (bar) iron	2
Feststellung (<i>f</i>), determination, establishment, — machen , to establish, to discover, to ascertain	12	flächenreich (<i>adj</i>), rich in (full of) surfaces, polyhedral	2
Fettsäure (<i>f</i>), fatty acid	1	Flamme (<i>f</i>), flame	4
feuchten (<i>v</i>), to dampen	1	Flanschenrohr (<i>n</i>), flanged pipe	2
Feuchtigkeit (<i>f</i>), moisture, dampness	2	Flasche (<i>f</i>), flask, bottle	2
feuchtigkeitsempfindlich (<i>adj</i>), moisture sensitive	1	fleischern (<i>adj</i>), fleshy, meaty	1
Feuchtigkeitsgehalt (<i>m</i>), moisture content	1	fließen (<i>v</i>), to flow, to melt	2
Feuer (<i>n</i>), fire	1	Flitter (<i>m</i>), spangle, tinsel	1
		flüchtig (<i>adj</i>), volatile	4
		Flügelplatten (<i>f pl</i>), grand piano plates	1
		Flugzeug (<i>n</i>), airplane	1
		Flugzeugbau (<i>m</i>), airplane construction	1
		Fluor (<i>n</i>), fluorine	2
		Fluoreszenz (<i>f</i>), fluorescence	1
		Fluss (<i>m</i>), stream, river	1
		Flusseisen (<i>n</i>), ingot iron, very low-carbon steel, soft steel	8
		flüssig (<i>adj</i>), liquid, fluid	36
		Flüssigkeit (<i>f</i>), liquid, fluidity	17
		Flüssigkeitsmenge (<i>f</i>), amount of liquid	1
		Flüssigkeitsnebel (<i>m</i>), mist	1
		Flüssigkeitsspiegel (<i>m</i>), surface of a liquid, liquid mirror	2

Flüssigkeitstropfen (<i>m</i>), liquid drop	2	fortlassen (<i>v</i>), to leave out, to let go, to omit	1
Fluss-Schmiedeseisen (<i>n</i>), malleable ingot iron	1	fortlaufend (<i>p adj</i>), continuous, running	1
Flussstahl (<i>m</i>), ingot steel	1	Fortschritt (<i>m</i>), progress, development	1
Folge (<i>f</i>), series, sequence, in der —, subsequently, hereafter, in the future	4	Fortschrittsbericht (<i>m</i>), report of progress	2
folgen (+ dat) (<i>v</i>), to follow	23	fortwachsen (<i>v</i>), to grow on, to keep growing	1
folgend (<i>p adj</i>), following	6	Frage (<i>f</i>), question, problem, in — kommen , to come under consideration	12
folgendermass(en) (<i>adv</i>), as follows	1	fraglich (<i>adj</i>), in question	3
folgerichtig (<i>adj</i>), consistent, logical	1	Fraktion (<i>f</i>), fraction	2
Folgezeit (<i>f</i>), following period, time to come	1	Fraktionieren (<i>n</i>), fractionation	2
Fördererz (<i>n</i>), pit ore	1	fraktionieren (<i>v</i>), to fractionate	1
fördern (<i>v</i>), to further, to promote	1	Fraktionierkolben (<i>m</i>), fractionating flask	4
Forderung (<i>f</i>), condition, demand, claim, requirement	1	fraktioniert (<i>adj</i>), fractionated, fractional	4
Form (<i>f</i>), mold, form, shape, cut, size, in — von , in the shape of	23	Frankreich (<i>n</i>), France	1
Formaldehyd (<i>n</i>), formaldehyde	1	Franzose (<i>m</i>), French(man)	1
Formänderung (<i>f</i>), change of form	1	französisch (<i>adj</i>), French	2
Formänderungsfähigkeit (<i>f</i>), ability to change form, plasticity, ductility	1	frei (<i>adj</i>), free, — werden , to be liberated, to be set free	16
Formeisen (<i>n</i>), structural iron	2	Freie (<i>n</i>), the open, the air	1
Formel (<i>f</i>), formula	14	freigelegt (<i>p adj</i>), freely opened	1
Formelbild (<i>n</i>), structural formula	1	Freiheit (<i>f</i>), freedom, liberty, in — setzen , to set free, to liberate	2
Formel-Rudiment (<i>n</i>), basic formula	1	freilich (<i>adv</i>), to be sure, indeed	3
formen (<i>v</i>), to form, to shape, to mold, to cast	1	freiliegend (<i>p adj</i>), uncovered	1
Formguss (<i>m</i>), casting shape	1	freiwerdend (<i>p adj</i>), being set free, nascent	1
formulieren (<i>v</i>), to formulate	3	Freiwerden (<i>n</i>), liberation	1
Forscher (<i>m</i>), investigator, research man, scientist	3	fremd (<i>adj</i>), foreign, strange	1
Forschung (<i>f</i>), investigation, research	3	Fremdkörper (<i>m</i>), foreign substance, impurity	9
fort (<i>adv</i>), away, on, off, gone, along	2	Fremdstoff (<i>m</i>), foreign matter, impurity	3
Fortgang (<i>m</i>), progress, advance	1	freren (<i>v</i>), to freeze, to congeal	1
		frisch (<i>adj</i>), fresh, new, unused	2
		Früscharbeit (<i>f</i>), refining	1
		Früschchen (<i>n</i>), refining (of metals)	1
		Frucht (<i>f</i>), (<i>pl</i> , Früchte), fruit, product	1

früh (<i>adj</i>), soon, early	3	Gasanalyse (<i>f</i>), gas analysis	2
früher , (<i>adj, adv, comp</i> of früh), earlier, sooner, former(ly)	16	Gasart (<i>f</i>), kind of gas	3
frühzeitig (<i>adj</i>), early, premature	2	Gasatmosphäre (<i>f</i>), gaseous atmosphere, air atmosphere, atmosphere	1
fugen (<i>v</i>), to join, to unite, to fit together, to add	1	Gasbestimmung (<i>f</i>), gas determination	2
fühlbar (<i>adj</i>), appreciable, perceptible, "felt"	1	Gasblase (<i>f</i>), gas bubble	9
führen (<i>v</i>), to lead, to guide, to conduct, to carry	14	gasblasenfrei (<i>adj</i>), free of gas bubbles, bubble-less	1
Führung (<i>f</i>), leadership, direction	1	gasdicht (<i>adj</i>), gas-tight	2
fullen (<i>v</i>), to fill up, to put in, to stuff	6	Gasdurchlässigkeit (<i>f</i>), permeability to gas	1
fullend (<i>adj</i>), filling	1	Gasentwicklung (<i>f</i>), gas evolution	5
Fullstoff (<i>m</i>), filling material, filler	1	gasförmig (<i>adj</i>), gaseous	5
Fund (<i>m</i>), discovery	1	Gasgehalt (<i>m</i>), gas content	7
Fundstätte (<i>f</i>), locality (where something is discovered)	1	Gasgemisch (<i>n</i>), gas mixture	3
fünf (<i>adj</i>), five	1	Gasgesetz (<i>n</i>), gas law	1
fünfmal (<i>adj</i>), five times	1	gashaltig (<i>adj</i>), containing gas	1
fünft(e) (<i>adj</i>), fifth	2	Gashohlraum (<i>m</i>), gas pocket, gas hollow, air pocket (aviation)	1
Fünfzahl der Ringglieder (<i>f</i>), five number (of links)	1	Gaskampf (<i>m</i>), gas attack, gas war	1
Funktion (<i>f</i>), function	1	Gaskampfstoff (<i>m</i>), war gas material	1
für (<i>prep</i> with <i>acc</i>), for, an und — sich , in itself, taken by itself (themselves)	195	Gasleitung (<i>f</i>), piping of gas, gas supply	2
Fussboden (<i>m</i>), floor, ground	1	Gasmenge (<i>f</i>), quantity of gas	8
		Gasraum (<i>m</i>), gas volume	1
		Gasstrom (<i>m</i>), gas stream or current	4
		Gaszusammensetzung (<i>f</i>), gas composition, gas synthesis	2
G		Gattierung (<i>f</i>), mixture of ores, mixing, sorting (suitable sorting of scrap material)	8
Gang (<i>m</i>), course, vein (mining)	2	Gattung (<i>f</i>), genus	1
ganz (<i>adv</i>), whole, all, (<i>adv</i>), very, quite	27	geben (<i>v</i>), to give, to yield, to add, to feed, es gibt , there is, are	35
gar (<i>adv</i>), even, quite, entirely, fully, at all, — nicht , not at all, by no means	2	Gebiet (<i>n</i>), region, department, field, range	8
gären (<i>v</i>), to ferment	1	gebogen (<i>p p</i> of biegen), bent	1
Gärung (<i>f</i>), fermentation	2	Gebrauch (<i>m</i>), use, custom, practice	1
Gärungsvorgang (<i>m</i>), fermentation process	1		
Gas (<i>n</i>), gas	72		
Gasabgabe (<i>f</i>), escape of gas	1		

gebrauchen (<i>v</i>), to use, to employ	1	occur, weit auseinander —, to differ greatly (from)	10
gebrauchlichst (<i>adj</i>), (<i>superl</i> of gebräuchlich), most usual, most ordinary	1	gehören (<i>v</i> + <i>dat</i>), to belong (to)	14
Gebrauchswasser (<i>n</i>), usable water, drinking water	1	gehörig (<i>adj</i> , <i>adv</i>), proper(ly), belonging, suitable	3
gebunden (<i>an</i>) (<i>p adj</i>), combined (to), connected (with)	3	Gel (<i>n</i>), gel (the solid or jelly-like mass produced by the coagulation of a colloidal solution)	
gedeihen (<i>v</i>), to thrive	1	gelangen (<i>zu</i>) (<i>aux sein</i>) (<i>v</i>), to arrive, to reach, to attain, to come to	10
geeignet (<i>adj</i>), suitable, proper	11	Gelatine (<i>f</i>), gelatine	1
gefährlich (<i>adj</i>), dangerous	1	gelb (<i>adj</i>), yellow	14
gefärbt (<i>p adj</i>), colored, dyed	1	gelblich (<i>adj</i>), yellowish	2
Gefäß (<i>n</i>), vessel	12	gelblichrot (<i>adj</i>), yellowish red	1
Gefolge (<i>n</i>), attendants, im — haben , to involve, to entail	1	gelegentlich (<i>adv</i>), occasionally, on the occasion, incidentally	5
gefrieren (<i>v</i>), to freeze	1	gelingen (<i>a</i> , <i>u</i>) (<i>aux sein</i>) (+ <i>dat</i>), to succeed, to be successful	6
Gefrierenlassen (<i>n</i>), allowing of freezing	1	gelbst (<i>p p</i> and <i>adj</i>), dissolved	4
Gefrierpunktserniedrigung (<i>f</i>), freezing-point, lowering	1	Geloste (<i>n</i>), dissolved part, solute	1
geführt (<i>p adj</i>), led, conducted	1	gelten (<i>von</i> or <i>als</i>) (<i>v</i>), to hold good (for), to hold (be) true, to be worth, to pass for, to have value	4
gefüllt (<i>p adj</i>), filled	2	geltend (<i>adj</i>), having value, valid	1
gegeben (<i>p adj</i>), given	1	Geltung (<i>f</i>), value, worth	1
gegen (<i>prep</i> with <i>acc</i>), against, around, towards, to	26	gemäss (<i>prep</i> with preceding or following <i>dat</i>), according to, in conformity to	8
Gegensatz (<i>m</i>), opposition, contrast, im — zu , in contrast to, contrary to	5	gemeinsam (<i>adj</i> , <i>adv</i>), common(ly), joint(ly)	1
gegenseitig (<i>adj</i>), reciprocal, mutual	3	Gemenge (<i>n</i>), mixture, conglomerate (petrog)	1
Gegenstand (<i>m</i>), object, affair, topic	8	Gemisch (<i>n</i>), mixture, im — mit , in a mixture with	19
Gegenstromprinzip , (<i>n</i>), counter-current principle	1	gemustert (<i>p adj</i>), patterned, designed	1
gegenüber (<i>adv</i>), in contrast with, opposite	2	genau (<i>adj</i> , <i>adv</i>), exact(ly), precise(ly), Genaueres (<i>n</i>), more precise information	7
Gegenwart (<i>f</i>), presence, in — von , in the presence of	22	Genauigkeit (<i>f</i>), accuracy	1
gegenwärtig (<i>adv</i> , <i>adj</i>), (at) present, actual	3	genetisch (<i>adj</i>), genetic(ally)	1
gegluht (<i>p adj</i>), annealed	1	genug (<i>adv</i>), enough	2
Gehalt (<i>an</i>) (<i>m</i>), content(s) (of), capacity, extent, yield (of)	16		
gehalten (<i>p p</i> and <i>adj</i> , see halten), held, considered	3		
gehen (<i>v</i>), to go, vor sich — , to			

genügen (<i>v</i> with <i>dat</i>) to satisfy, to suffice, to do	5	Gesellschaft (<i>f</i>), society, company	4
genugend (<i>adj</i> , <i>adv</i>), sufficient(ly), satisfactory	2	Gesetz (<i>n</i>), law	2
Gepflogenheit (<i>f</i>), custom, habit	1	Gesetzmässigkeit (<i>f</i>), conformity to law, regularity	1
gereinigt (<i>p p</i> and <i>adj</i>), purified	1	Gesichtspunkt (<i>m</i>), point of consideration, viewpoint	2
gering (<i>adj</i>), small, slight, scanty	43	Gespann (<i>n</i>), group, bottom plate	4
geringer (<i>adv</i>), less, inferior	4	Gestalt (<i>f</i>), figure, form, shape	1
geringfügig (<i>adj</i>), insignificant, unimportant, petty	1	Gestaltung (<i>f</i>), form, state	1
Geruch (<i>m</i>), odor	6	gestatten (<i>v</i>), to permit, to grant, to consent to	2
geruchlos (<i>adj</i>), odorless	2	Gestein (<i>n</i>), rock, mineral	2
Geruchswirkung (<i>f</i>), odor effect	1	gesteinbildend (<i>pr p</i> and <i>adj</i>), rock-making, rock-forming	1
gesamt (<i>adj</i>), whole, entire, total	2	Gesteinwelt (<i>f</i>), rock world, lithosphere	1
Gesamtgasgehalt (<i>m</i>), total gas content	1	getaucht (<i>p p</i> of <i>tauchen</i>), dipped	1
Gesamtleistungsfähigkeit (<i>f</i>), total capacity of output	2	geteilt (<i>p adj</i>), divided (see <i>teilen</i>)	1
Gesamtoption (<i>f</i>), total (entire) operation	1	getrennt (<i>adv</i>), separately	2
Gesamtrockensubstanz (<i>f</i>), total dried substance	1	getrocknet (<i>p p</i> of <i>trocknen</i> and <i>adj</i>), dried	2
Gesamtverbrauch (<i>m</i>), total consumption	2	gewahrt (<i>p adj</i>), protected, preserved	1
Gesamtvolumen (<i>n</i>), entire volume	1	Gewebe (<i>n</i>), tissue, fabric	2
gesatt = abbrev. of gesättigt (<i>p p</i> and <i>adj</i>), saturated	7	Gewicht (<i>n</i>), weight, gravity, importance, ins — fallen , to be of importance	12
geschehen (<i>impersonal v</i> , aux <i>sein</i>), to happen, to come to pass, to take place	2	Gewichtskonstanz (<i>f</i>), constancy of weight	2
Geschichte (<i>f</i>), history, story	2	Gewichtsprozent (<i>n</i>), per cent by weight	2
geschichtlich (<i>adj</i>), historical, Geschichtliches (<i>n</i>), historical account, history	8	Gewichtsverlust (<i>m</i>), loss in weight	1
Geschirrguss (<i>m</i>), apparatus casting	2	Gewichtsverringerung (<i>f</i>), weight diminution	1
geschlossen (<i>p adj</i>), closed	1	Gewichtszunahme (<i>f</i>), increase, gain in weight	1
Geschmack (<i>m</i>), taste	1	gewinnbar (<i>adj</i>), obtainable, producible	1
geschmiedet (<i>p p</i> of schmieden , as <i>adj</i>), wrought, forged	2	gewinnen (<i>v</i>), to win, to obtain, to get, to extract	34
geschmolzen (<i>p p</i> of schmelzen , as <i>adj</i>), molten, fused	4	Gewinnung (<i>f</i>), obtaining, production	12
Geschosskörper (<i>m</i>), projectile (body), (<i>pl</i>), shell bodies	2	gewiss (<i>adj</i> , <i>adv</i>), certain(ly), sure(ly), indeed	18
Geschwindigkeit (<i>f</i>), speed, velocity	5		

gewöhnen (<i>v</i>), to accustom to	4	Gleichgewichtsdruck (<i>m</i>), equilibrium pressure	1
gewöhnlich (<i>adj</i>), usual, ordinary	30	Gleichgewichtspotential (<i>n</i>), equilibrium potential	1
gewünscht (<i>p adj</i>), wanted, desired	1	Gleichgewichtszustand (<i>m</i>), equilibrium condition	3
Giessen (<i>n</i>), casting	3	gleichmässig (<i>adj</i>), uniform, homogeneous	3
giessen (<i>v</i>), to pour, to cast	1	gleichmolekular (<i>adj</i>), equal molecular, similar to molecules	2
Giessereieisen (<i>n</i>), foundry iron	1	Gleichung (<i>f</i>), equation	3
Giessereifertigerzeugnis (<i>n</i>), finished foundry production	2	gleichzeitig (<i>adj, adv</i>), simultaneous(ly), contemporary	8
Giessereieisensorten (<i>f pl</i>), foundry pig iron varieties	2	Gleitfläche (<i>f</i>), slip plane	3
Giessereitechnik (<i>f</i>), foundry technique, foundry skill	2	Glied (<i>n</i>), member	2
Giessereiwesen (<i>n</i>), foundry practice	1	Gliederung (<i>f</i>), organization, division	1
Giessereizweck (<i>m</i>), foundry purpose	1	Glühbehandlung (<i>f</i>), annealing (treatment), heat treatment	4
giftig (<i>adj</i>), poisonous	2	Glühen (<i>n</i>), glowing, calcination	2
gilt see gelten	1	glühen (<i>v</i>), to glow, to ignite, to calcine, to anneal	2
Gips (<i>m</i>), gypsum, plaster of Paris	1	Glycerin (<i>n</i>), glycerol	2
Gipslösung (<i>f</i>), gypsum solution	1	Glykosid (<i>n</i>), glucoside	1
Gitter (<i>n</i>), iron wire, lattice, grate, grating, screen	4	Glykuronsäure (<i>f</i>), glucuronic acid	1
glänzend (<i>adj</i>), glittering, brilliant	2	Glyoxylsäure (<i>f</i>), glyoxylic acid	1
Glas (<i>n</i>), glass	5	Goethit (<i>m</i>), goethite	1
Glasflasche (<i>f</i>), glass flask	1	Goldchloridchlorwasserstofflösung (<i>f</i>), HCl soln of gold chloride	1
Glasgefäß (<i>n</i>), glass vessel	1	Goldgewinnung (<i>f</i>), gold extraction	1
Glashäkchen (<i>n</i>), small glass hook, clasp	1	Goldquarzgänge (<i>m pl</i>), veins of auriferous quartz	1
Glaskopf (<i>roter</i>), (<i>m</i>), hematite (fibrous)	4	Gold- und Silber-Scheideanstalt (<i>f</i>), gold and silver refinery	3
Glasrohr (<i>n</i>), glass tube	7	Grad (<i>m</i>), degree, rate	4
Glasstab (<i>m</i>), glass rod	1	Gramm (<i>n</i>), gram	6
glatt (<i>adj</i>), smooth, glossy, readily	4	graphisch (<i>adj, adv</i>), graphic(ally)	5
glauben (<i>v</i>), to believe	1	Graphit (<i>m</i>), graphite, black lead	2
gleich (<i>adj</i>), equal, like, similar, das gleiche, the same thing	35	Graphitausscheidung (<i>f</i>), graphite separation	2
gleich (<i>conj</i>), likewise	2	Graphitgehalt (<i>m</i>), graphite content	1
Gleichbleiben (<i>n</i>), constancy	1	grau (<i>adj</i>), gray	3
gleichen (<i>v</i>), to be similar to	1		
gleichfalls (<i>adv</i>), likewise	1		
Gleichgewicht (<i>n</i>), equilibrium, balance	2		

Grauguss (<i>m</i>), gray-iron casting	7	grundsätzlich (<i>adj</i>), fundamen- tal	1
Graugusschrott (<i>m</i>), gray cast- iron scrap	2	grüngelb (<i>adj</i>), greenish yellow	1
grauweiss (<i>adj</i>), grayish white	1	grünlichgelb (<i>adj</i>), greenish yellow	2
Greenalit (<i>m</i>), greenalite	1	Gruppe (<i>f</i>), group, grouping	29
greifen (<i>v</i>), to grasp, to seize, to catch	2	Gruppierung (<i>f</i>), grouping	1
Grenzdichte (<i>f</i>), density limit	1	Guanylarnstoffsulfat (<i>n</i>), gua- nylurea sulfate	1
Grenze (<i>f</i>), limit, boundary, line of demarcation, point	9	Gummi elasticum (<i>n</i>), (Latin), rubber	1
Grenzfall (<i>m</i>), limiting (border) case	1	Gummischlauch (<i>m</i>), rubber tubing	1
Grenzkonzentration (<i>f</i>), concen- tration limit	1	Gummistopfen (<i>m</i>), rubber stopper	2
grob (<i>adj</i>), coarse, rough, gross	1	gunstig (<i>adj</i>), favorable, benefi- cial, advantageous	1
Grobblech (<i>n</i>), heavy plate	1	Guss (<i>m</i>), casting, founding	20
grobkornig (<i>adj</i>), coarse-grained	1	Gusseisen (<i>n</i>), cast iron	3
grobstrahlig (<i>adj</i>), coarsely fi- brous	1	Gussstahl (<i>m</i>), cast steel	1
gross (<i>adj</i>), great, large, am grossten (superlative), largest, greatest, im grossen , in bulk, on a large scale	72	Gussstück (<i>n</i>), casting, cast	2
Grossblech (<i>n</i>), thick plate	1	Gusswaren (<i>f pl</i>), castings, foundry goods	6
Grosse (<i>f</i>), quantity	1	gut (<i>adv</i>), good, favorable, well	15
grosstechnisch (<i>adj</i>), large-scale (commercial) production	1	Güte (<i>f</i>), quality, worth, excel- lence	2
grosstenteils (<i>adv</i>), for the most part	3	Güteabstufung (<i>f</i>), gradation in quality	2
Grosszahlforschung (<i>f</i>), great number of investigations, large-scale research	1	Gutestufe (<i>f</i>), grade of quality	1
grosszügig (<i>adj</i>), on a large scale, elaborate	1	H	
Grube (<i>f</i>), pit, hole, mine	1	haben (<i>v</i>), to have, — zu , to have to	
grün (<i>adj</i>), green	3	Habitus (<i>m</i>), habit	1
Grund (<i>m</i>), ground(s), basis, reason, auf —, because of, on the basis of, aus kaufmänni- schen Gründen , for commer- cial reasons	9	haften (<i>an</i>) (<i>v</i>), to adhere (to), to stick (to), to cling (to)	3
Grundbedingung (<i>f</i>), fundamen- tal or basic stipulation, prime requirement	1	Hakenagel (<i>m</i>), hook nail, spike	2
gründen (<i>v</i>), to base, to establish	1	Hakenplatte (<i>f</i>), hook plate	2
Grundlage (<i>f</i>), basis, founda- tion	3	Hakenschraube (<i>f</i>), hook-screw, hook-bolt	2
		halb (<i>adv</i>), half	2
		Halbrundeisen (<i>n</i>), half round (bar) iron	2
		Halfte (<i>f</i>), half	1

Hallenbäder (<i>n pl</i>), public swimming pools	1	Harn-Indican (<i>n</i>), indican in urine	1
Halogen (<i>n</i>), halogen	6	Harnstoff (<i>m</i>), urea, carbamide	22
Halogenatom (<i>n</i>), halogen atom	1	Harnstoffbildung (<i>f</i>), urea formation	2
Halogenderivat (<i>n</i>), halogen derivative	1	Harnstoffmenge (<i>f</i>), amount of urea	1
Halogenid (<i>n</i>), halide	2	Harnstoffreaktion (<i>f</i>), urea reaction	1
Halogenierung (<i>f</i>), halogenation	2	hart (<i>adj</i>), hard	8
Halogenverbindung (<i>f</i>), halogen compound	1	Hartbarkeit (<i>f</i>), ability to be hardened (tempered)	1
halogenwasserstoffabspaltend (<i>p adj</i>), splitting off hydrogen halide	1	Härte (<i>f</i>), hardness, tempering	5
Halogenwasserstoffsäure (<i>f</i>), hydrohalic acid	1	Härten (<i>n</i>), hardening	1
halogenwasserstoffsäueres (<i>adj</i>), Salz, a salt of hydrohalic acid	1	Hartesteigerung (<i>f</i>), increasing hardness, increasing temper	1
Hals (<i>m</i>), neck, throat	2	Härtetemperatur (<i>f</i>), hardening temperature, tempering temperature	1
halten (<i>fur</i>) (<i>v</i>), to consider (as), to hold	5	Hartglasrohr (<i>n</i>), hard-glass tube	1
-haltig (suffix), containing, holding, yielding, -ferous	2	Hartguss (<i>m</i>), hard casting, chilled casting	2
Hamatit (<i>m</i>), hematite	19	Harz (<i>n</i>), resin	3
Hand (<i>f</i>), hand, an —, by means, zur — haben, to have on hand	2	harzig (<i>adj</i>), resinous	1
Handbuch (<i>n</i>), handbook, manual	8	häufig (<i>adj, adv</i>), frequent(ly), am —sten (superlative absolute), most frequently	16
Handel (<i>m</i>), trade, industry, market, commerce, in (den) — bringen (kommen), to be put (placed) on the market, im —, on the market	7	haupt (<i>adj, adv</i>), principal(ly), main(ly), chief(ly)	4
handeln (<i>v</i>), to act, — von, to treat of, sich — um, to be a question of, to deal with, es handelt sich um, it is a question about	6	Hauptabschnitt (<i>m</i>), chief section	1
Handelseisen (<i>n</i>), commercial or merchant iron	3	Hauptelement (<i>n</i>), chief element	2
Handelsprodukt (<i>n</i>), commercial product	1	Hauptfehler (<i>m</i>), chief defect	1
Handelsware (<i>f</i>), commercial article, merchandise	2	Hauptgruppe (<i>f</i>), chief group, principal group	1
Handlexikon (<i>n</i>), pocket or school dictionary	1	Hauptmenge (<i>f</i>), principal quantity	2
Harn (<i>m</i>), urine	5	Hauptprodukt (<i>n</i>), main product	6
		Hauptsache (<i>f</i>), main point, chief matter, in der —, mainly, above all	5
		hauptsächlich (<i>adj, adv</i>), main(ly), chief(ly), principal(ly)	7
		Hauptwirkung (<i>f</i>), principal action	1

Häutchen (<i>n</i>), thin skin, film, membrane	1	herbeischaffen (<i>v</i>), to collect, to produce, to procure, to furnish, to provide	1
heftig (<i>adj</i>), severe, vigorous, violent	2	Herd (<i>m</i>), hearth, fireplace	5
Heidelberg (<i>n</i>), Heidelberg (city in Germany, home of a famous old university)	1	Herdofen (<i>m</i>), hearth furnace	2
Heilmittel (<i>n</i>), remedy, medicine	1	hergestellt (<i>adj</i>), manufactured	1
Heim (<i>n</i>), home	1	Herkunft (<i>f</i>), origin, source	1
heiss (<i>adj</i>), hot	9	herrschen (<i>v</i>), to prevail	1
heissen (<i>v</i>), to be called, to be named	10	herruhren (<i>von</i>) (<i>v</i>), to proceed, to come (from), to be derived (from), to be due (to)	3
Heissextraktionsverfahren (<i>n</i>), hot extraction process	3	herstellbar (<i>adj</i>), preparable, producible	1
heizen (<i>v</i>), to heat	1	herstellen (<i>v</i>), to prepare, to manufacture, to produce, to make	41
Heizflamme (<i>f</i>), heating flame	1	Hersteller (<i>m</i>), producer	2
Heizkörper (<i>m</i>), hot body	2	Herstellung (<i>f</i>), production, preparation, manufacture	30
Heizschlange (<i>f</i>), heating coil	1	Herstellungsmethoden (<i>f pl</i>), methods of preparation or production	1
Helianthin (<i>n</i>), helianthine	1	Herstellungsprozess (<i>m</i>), manufacturing process	1
hell (<i>adj</i>), bright, light	2	Herstellungsverfahren (<i>n</i>), manufacturing process, method of preparation	5
hellbraun (<i>adj</i>), light brown	1	Herstellungsvorgang (<i>m</i>), manufacturing process	1
Heptan (<i>n</i>), heptane	1	herum (<i>adv</i> and <i>scp prefix</i>), around, round about	1
Herabgehen (<i>n</i>), going down, dropping, descending	1	hervorbringen (<i>v</i>), to bring forth, to produce	2
herabgehen (<i>v</i>), to go down, to drop	2	hervorgehen (<i>v</i>), to come from, to result, to arise, to originate, to be evident	3
herabmindern (<i>v</i>), to diminish	1	hervorheben (<i>v</i>), to emphasize, to bring into prominence	5
herabsetzen (<i>v</i>), to put lower down, to reduce	1	Hervorhebung (<i>f</i>), emphasis, stress	1
herandiffundieren (<i>v</i>), to diffuse	1	hervorragen (<i>v</i>), to be prominent, to project	1
heranziehen (<i>v</i>), to refer to	1	hervorragend (<i>adj</i>), outstanding, prominent, excellent, salient	3
herausfraktioniert (<i>p p</i> and <i>adj</i>), fractionated out	1	hervorrufen (<i>v</i>), to cause, to call forth, to bring about, to produce	4
herausgeben (<i>v</i>), to edit, to publish	1		
herausstellen (<i>sich</i>) (<i>v</i>), to prove, to show, to set forth	2		
herauswaschen (<i>v</i>), to wash out	1		
Herausziehen (<i>n</i>), removal	1		
herausziehen (<i>v</i>), to draw out, to extract	1		
herb (<i>adj</i>), tart, sharp, acid	1		
herbeiführen (<i>v</i>), to bring about, to cause	2		
Herbeiführung (<i>f</i>), bringing about, production, cause	2		

hervortreten (<i>v</i>), to stand out, to appear, — lassen , to state, to emphasize 4	hinaus (<i>adv</i>), out, beyond 2
heterocyclisch (<i>adj</i>), heterocyclic 1	hindern (<i>v</i>), to prevent 1
heute (<i>adv</i>), today, nowadays, — noch , even today 12	hindeuten (<i>auf</i>) (<i>v</i>), to point (to) 1
heutig (<i>adj</i>), of the present day, present, modern 1	hindurchführen (<i>v</i>), to lead through, to conduct through 1
Hexabrombenzol (<i>n</i>), hexabromobenzene 1	hindurchstecken (<i>v</i>), to stick through 1
Hexachlorcyclohexadienon (<i>n</i>), hexachlorocyclohexadienone 1	hineindiffundieren (<i>v</i>), to diffuse into 1
hier (<i>adv</i>), here 1	hineingelangen (<i>v</i>), to rush into, to get in, to enter in 1
hieran (<i>adv</i>), at this, on this 1	hineingeliegend (<i>p adj</i>), enter- ing 1
hierauf (<i>adv</i>), hereupon, upon this or that, to this, after that 4	hingegen (<i>adv</i>), on the contrary, on the other hand 1
hieraus (<i>adv</i>), hence, out of this, hereby 2	hinreichen (<i>v</i>), to suffice, to do 1
hierbei (<i>adv</i>), herewith, during this, at this (process) 6	hinreichend (<i>p adj</i>), sufficient 1
hierdurch (<i>adv</i>), by this means, by this, on account of this 2	Hinsicht (<i>f</i>), regard, view, con- sideration, mit — auf , with respect to, respective 2
hierfür (<i>adv</i>), for this, for it 5	hinsichtlich (<i>prcp</i> with <i>gen</i>), with respect to, with regard to, as to 4
hierher (<i>adv</i>), to this place, here, this way, hither 4	hinter (<i>adv</i>), behind 1
hierhergehörend (<i>adj</i>), belonging here, pertinent to this 1	hinterbleiben (<i>v</i>), to remain (be- hind), to stay behind 1
hiermit (<i>adv</i>), herewith, with this (it) 2	Hinweis (<i>m</i>), reference, hint, indication 2
hiernach (<i>adv</i>), according to this, in this way, after this 4	hinweisen (<i>auf</i>) (<i>v</i>), to refer (to), to show, to point (to) 3
hierüber (<i>adv</i>), concerning this, about this or that, on this account 4	hinzufügen (<i>v</i>), to add, to ap- pend to 1
hiervon (<i>adv</i>), of this or these 1	hinzukommen (<i>v</i>), to be added to, to join 1
hierzu (<i>adv</i>), in addition to this, moreover, to it, for this, that, it 11	historisch (<i>adj</i>), historical 7
Hilfe (<i>f</i>), help, aid, mit —, by means of 7	historisch-bibliographisch (<i>adj</i>), historical-bibliographical 1
Hilfsmittel (<i>n</i>), help, means, aid, remedy 2	Hitze (<i>f</i>), heat, in der —, in a hot state 5
hin (<i>adv</i> and <i>sep prefix</i> express- ing motion from the speaker) thither, towards, with refer- ence 1	hoch (<i>adj</i>), high, tall 15
	Hochglanz (<i>m</i>), brilliancy, high luster 1
	hochglänzend (<i>p adj</i>), highly polished, shiny 1
	hochkonzentriert (<i>p adj</i>), highly concentrated 1
	hochmolekular (<i>adj</i>), high mo-

lecular, having a high molecular weight	1	Hydrolyse (<i>f</i>), hydrolysis	9
Hochofen (<i>m</i>), blast furnace	5	Hydrolysenprodukt (<i>n</i>), product of hydrolysis	1
Hochofenprozess (<i>m</i>), blast-furnace process	1	hydrolysieren (<i>v</i>), to hydrolyze	1
hochsiedend (<i>p adj</i>), high boiling	4	Hydrosulfit (<i>n</i>), hydrosulfite	2
höchst (<i>adj</i> and <i>adv</i> , <i>super</i> of hoch), highest, very, extremely	4	hydrothermal (<i>adj</i>), hydrothermal	5
Höchstausbeute (<i>f</i>), highest yield	1	Hydroxyd (<i>n</i>), hydroxide	6
höchstens (<i>adv</i>), at most	1	Hydroxyl (<i>n</i>), hydroxyl	1
hochwertig (<i>adj</i>), highly valuable	1	Hydroxylamin (<i>n</i>), hydroxylamine	2
Hohe (<i>f</i>), height, altitude, point	13	Hydroxylaminlösung (<i>f</i>), hydroxylamine solution	1
hoher (<i>adj comp</i> of hoch), higher, superior	30	Hydroxylaminsalz (<i>n</i>), hydroxylamine salt	2
Holz (<i>n</i>), wood	4	Hygiene (<i>f</i>), hygiene	1
Holzkohle (<i>f</i>), charcoal	4	Hypochlorit (<i>n</i>), hypochlorite	2
Holzteer (<i>m</i>), wood tar	1		
homogen (<i>adj</i>), homogeneous	2	I	
homolog (<i>adj</i>), homologous	3	identifizieren (<i>v</i>), to identify	1
Homologe (<i>n</i>), homologue, member of the same homologous series	1	Identifizierung (<i>f</i>), identification	1
hören (<i>v</i>), to hear	3	identisch (<i>adj</i>), identical	2
hübsch (<i>adj</i>), pretty	2	Identität (<i>f</i>), identity	1
Hufnagelisen (<i>n</i>), horseshoe-nail iron	1	idiomorph (<i>adj</i>), idiomorphous	1
Hufstabeisen (<i>n</i>), horseshoe iron	1	*ihm, to it, for it, him, bei —, with it	
Hund (<i>m</i>), dog	3	*ihn, him, it, ihnen, (to) them	
Husten (<i>m</i>), cough	1	*ihr its, their, to it (her)	
Hut (<i>m</i>), hat, covering, cap, top	2	Ilmenit (<i>m</i>), ilmenite, titaniferous iron	1
Hydrat (<i>n</i>), hydrate	3	Ilmenitentmischungstafel (<i>f</i>), ilmenite disintegration flake	1
Hydrazin (<i>n</i>), hydrazine, (NH ₂) ₂	2	im = in dem, in the	
Hydrazinhydrat (<i>n</i>), hydrazine hydrate	2	Imino-Gruppe (<i>f</i>), imino group	1
Hydrazoformamid (<i>n</i>), hydrazoformamide	1	immer (<i>adv</i>), always, ever, (+ comp) more and more	7
hydriert (<i>p adj</i>), hydrogenated	1	immerhin (<i>adv</i> and <i>particle</i>), still, yet, after all, nevertheless	2
Hydrochinon (<i>n</i>), hydroquinone	6	Immersion (<i>f</i>), immersion, bei —, on immersion	4
Hydrochlorid (<i>n</i>), hydrochloride	1	Import (<i>m</i>), import	1
Hydrocumarsäure (<i>f</i>), hydrocumoic acid	2	importieren (<i>v</i>), to import	1
Hydrocyansäure (<i>f</i>), hydrocyanic acid	1	imprägnieren (<i>v</i>), to impregnate	2
		in (<i>prep</i> with <i>dat</i> and <i>acc</i>), in, into, at	748

indem (<i>conj</i>), while, by, as, when, in that, by (+ Eng -ing)	21	Indigweiss (<i>n</i>), reduced indigo, indigo white	12
indes(sen) (<i>adv</i>), meanwhile, in the meantime, (<i>conj</i>), while, however	6	indirekt (<i>adj</i>), indirect	1
Indican (<i>n</i>), indican	5	Indirubin (<i>m</i>), indirubin	2
Indien (<i>n</i>), India	4	Indogen (<i>n</i>), indogen	1
indifferent (<i>adj</i>), passive, inert	1	Indol (<i>n</i>), indole	5
Indigblau (<i>n</i>), indigo blue	72	Indol-α-carbonsäure (<i>f</i>), indol- α -carboxylic acid	1
Indigblau-Konstitution (<i>f</i>), constitution of indigo blue	1	Indol-β-carbonsäure (<i>f</i>), indol- β -carboxylic acid	1
Indigo (<i>m</i>), indigo	54	Indol-Derivat (<i>n</i>), indole-derivative	1
indigo-ähnlich (<i>adj</i>), resembling indigo	2	Indol-Gruppe (<i>f</i>), indole group	1
Indigo-Bildung (<i>f</i>), indigo formation	1	Indol-Kern (<i>m</i>), indole nucleus	1
Indigobraun (<i>n</i>), indigo brown	1	Indol-Komplex (<i>m</i>), indole complex	12
Indigo-dunnd (<i>n</i>), indigo dunnd	1	Indol-Körper (<i>m</i>), indole substance	3
Indigo-Druckfarbe (<i>f</i>), indigo printing color	1	Indophenol (<i>n</i>), indophenol	4
Indigo-Färberei (<i>f</i>), indigo dyeing	1	Indoxyl (<i>n</i>), Indoxyl	17
Indigo Farbstoff (<i>m</i>), indigo dyestuff	1	Indoxylaldehyd (<i>m</i>), indoxyl aldehyde	2
Indigofera (Lat <i>pl</i>) (= Indigo-pflanze) Indigofera	2	Indoxyl-α-carbonsäure (<i>f</i>), indoxyl- α -carboxylic acid	1
Indigofera-Arten (<i>f pl</i>) (botany) Indigofera-species	1	Indoxylrot (<i>n</i>), indoxyl red	1
Indigo-Formel (<i>f</i>), indigo formula	2	Indoxylsäure (<i>f</i>), indoxyl acid	3
indigoid (<i>adj</i>), indigoid	3	Indoxyl-Schmelze (<i>f</i>), indoxyl-melt	1
Indigoleim (<i>m</i>), indigo gluten, indigo gelatin	1	Induktion (<i>f</i>), induction	3
indigoleifernd (<i>adj</i>), indigo bearing or producing	2	Induktionsofen (<i>m</i>), induction furnace	1
Indigo-Molekül (<i>n</i>), indigo molecule	1	Industrie (<i>f</i>), industry	12
Indigo-monimide (<i>n</i>), indigo monimide	1	industriell (<i>adj</i> , <i>adv</i>), industrial(ly)	4
Indigo-Problem (<i>n</i>), indigo problem	1	infolge (<i>prep</i>), on account of	7
Indigo-Quelle (<i>f</i>), indigo source	1	infolgedessen (<i>adv</i>), on account of this, in consequence (of it), consequently, accordingly, as a result	1
„Indigo S“ (<i>m</i>), indigo "S"	1	ingenius (<i>adj</i>), ingenious	1
Indigo-Synthese (<i>f</i>), indigo synthesis	1	Inhalt (<i>m</i>), content, contents	2
Indigotin (<i>n</i>), indigotine, indigo blue (= Indigblau)	5	Inlösungsgehen (<i>n</i>), going into solution, dissolving, solution	2
		Innenreflex (<i>m</i>), inner reflection	1
		innere (<i>adj</i>), inner, internal	2
		innerhalb (<i>prep</i> with <i>gen</i>), within, inside	2

insbesondere (<i>adv</i>), especially, in particular	8	isomer (<i>adj</i>), isomeric	2
insofern (<i>conj</i>), in so far (as)	2	isomorph (<i>adj</i>), isomorphous	2
insoweit (<i>conj</i>), in so far	1	Isotope (<i>n</i>), isotope	1
Institut (<i>pl</i> Institute) (<i>n</i>), establishment, institute, academy	3	Isotopenverhältnis (<i>n</i>), isotope ratio	1
intensiv (<i>adj</i>), intensive, extreme	2	isotrop (<i>adj</i>), isotropic	2
interessant (<i>adj</i>), interesting	3	Itabirite Brasilens (Latin) Brazilian itabirite	1
Interesse (<i>n</i>), interest	3	Italien (<i>n</i>), Italy	4
interessieren (<i>v</i>), to interest	1		
intermediär (<i>adj</i>), intermediate	1		
international (<i>adj</i>), international	1		
Interpretation (<i>f</i>), interpretation	1		
Invar (<i>n</i>), Invar (steel)	1		
Invardraht (<i>m</i>), Invar wire	1		
inwieweit (<i>conj</i>), how far	1		
inzwischen (<i>adv</i> , <i>conj</i>), in the meantime, meanwhile	1		
Ion (<i>n</i>), ion	3		
Iozit (<i>n</i>), iozite	3		
irdisch (<i>adj</i>), terrestrial	1		
irgendein (<i>adj</i>), any (whatsoever)	1		
irgendeiner (<i>adj</i>), any (body), any (one)	3		
irgendwelche (<i>pron</i> <i>pl</i>), any, some (or other)	2		
Iridium (<i>n</i>), iridium	1		
Iridiumelektrode (<i>f</i>), iridium electrode	1		
Iridiumtegel (<i>m</i>), iridium crucible	1		
Isatin (<i>n</i>), isatin	10		
Isatin-α-anil (<i>n</i>), isatin- α -anil	3		
Isatinchlorid (<i>n</i>), isatin chloride	2		
Isatin-α-oxim (<i>n</i>), isatin- α -oxime	1		
Isatis (Latin), Isatis (kind of plants found in Europe and N Africa yielding indigo blue)	1		
Isatogen-Körper (<i>m</i>), isatogenic substance	1		
Isobutylen (<i>n</i>), isobutylene	1		
isocyclisch (<i>adj</i>), isocyclic	2		
isolieren (<i>v</i>), to isolate	4		
		J	
		ja (<i>adv</i>), yes, certainly, to be sure, indeed, of course	5
		Jahr (<i>n</i>), year, in den letzten —, in the last few years, recently, im —e 1824, in 1824	25
		Jahrhundert (<i>n</i>), century	6
		je (<i>adv</i>), always, every, je je the the	10
		jedenfalls (<i>adv</i>), in any case, nevertheless, at all events, however	6
		jeder (<i>adj</i>), each, every (one), all	5
		jedoch (<i>adv</i>), however, yet, nevertheless	10
		jedoch (<i>pron</i>), every, any, each	1
		je nach (<i>adv</i>), according to, in proportion to	8
		je nachdem (<i>adv</i>), according as, in proportion as	2
		jener (<i>dem</i> <i>adj</i> , <i>pron</i>), that, the one	3
		jetzig (<i>adj</i>), present	1
		jetzt (<i>adv</i>), now	2
		jeweilig (<i>adj</i>), respective	1
		jeweils (<i>adv</i>), respectively	1
		Jod (<i>n</i>), iodine	12
		Jodalkyl (<i>n</i>), alkyl iodide	1
		Jodäthyl (<i>n</i>), ethyl iodide	1
		jodhaltig (<i>adj</i>), containing iodine, iodiferous	1
		jodieren (<i>v</i>), to iodize, to iodate, beim Jodieren, upon iodization	1
		Jodierung (<i>f</i>), iodization	2

Jodlösung (<i>f</i>), iodine solution	1	Kaltumsetzungsverfahren (<i>n</i>), cold double decomposition process	2
Jodnatrium (<i>n</i>), sodium iodide	1	Kamin (<i>m</i>), chimney	1
Jodoniumbasen (<i>f pl</i>), iodonium bases	1	Kampf (<i>m</i>), battle, competition, struggle	2
o-Jod-phenol (<i>n</i>), <i>o</i> -iodophenol	2	Kantenlänge (<i>f</i>), edge length, length of the border, length of the edge of a crystal	2
p-Jod-phenol (<i>n</i>), <i>p</i> -iodophenol	1	Kaolin (<i>n</i>), kaolin, porcelain clay	1
Jodsäure (<i>f</i>), iodic acid	1	Kapelle (<i>f</i>), cupel	1
Jodstickstoff (<i>m</i>), nitrogen iodide	2	Kapitel (<i>n</i>), chapter	10
Jodwasserstoffsäure (<i>f</i>), hydriodic acid	3	Katalysator (<i>m</i>), catalytic agent, catalyst	1
jung (<i>adj</i>), young	1	katalytisch (<i>adj</i>), catalytic	1
K		Katazone (<i>f</i>), catazone	2
Kali (<i>n</i>), potash	5	Kathode (<i>f</i>), cathode	1
Kalilauge (<i>f</i>), potash lye, caustic potash solution	6	Kathodenfläche (<i>f</i>), cathodic surface	1
Kalisalpeter (<i>m</i>), potassium nitrate	1	kathodisch (<i>adj</i>), cathodic	3
Kalischmelze (<i>f</i>), potash fusion	1	käuflich (<i>adj</i>), commercial	1
Kalium (<i>n</i>), potassium	2	kaufmannisch (<i>adj</i>), commercial, mercantile	2
Kaliumchlorat (<i>n</i>), potassium chlorate	1	kaukasisch (<i>adj</i>), Caucasian	1
Kaliumcyanat (<i>n</i>), potassium cyanate	1	kaum (<i>adv</i>), scarcely, hardly	7
Kaliumhypobromitlösung (<i>f</i>), potassium hypobromite solution	1	Kautschuk (<i>m</i>), rubber	12
Kaliumjodidlösung (<i>f</i>), potassium iodide solution	1	Kautschukarten (<i>f pl</i>), kinds of rubber	2
Kaliumpermanganat (<i>n</i>), potassium permanganate	1	Kautschukbaum (<i>m</i>), rubber tree	2
Kalumpersulfat (<i>n</i>), potassium persulfate	2	Kautschukindustrie (<i>f</i>), rubber industry	1
Kalumphenolat (<i>n</i>), potassium phenolate	1	Kautschukmilch (<i>f</i>), milk of rubber, latex	1
Kaliumsalz (<i>n</i>), potassium salt	6	Kautschukplatte (<i>f</i>), rubber sheet	1
Kalk (<i>m</i>), lime	6	Kautschuksubstanz (<i>f</i>), rubber material	1
Kalkmilch (<i>f</i>), milk of lime	1	Kautschukzwischen-schicht (<i>f</i>), intervening (intermediate) layer of rubber	1
Kalktiegel (<i>m</i>), lime crucible	1	Keim (<i>m</i>), germ, embryo, nucleus (of crystallization)	1
kalt (<i>adj</i>), cold	7	kein (<i>adj</i>), no, not any, not one, none	22
Kälte (<i>f</i>), cold	9	keinerlei (<i>adv</i>), not any, by no means	1
Kältegemisch (<i>n</i>), cold mixture, freezing mixture	1		
Kältemischung (<i>f</i>), cold mixture, freezing mixture	3		

keineswegs (<i>adv</i>), by no means, in no way	5	Knallgasgebläse (<i>n</i>), oxyhydro-gen blowpipe	1
kennen (<i>v</i>), to know, to recog-nize, — lernen , to become acquainted with, to get to know	5	kneten (<i>v</i>), to knead, to press	1
kennzeichnen (<i>v</i>), to designate	1	knupfen (<i>an</i>) (<i>v</i>), to connect (to)	1
Kennzeichnung (<i>f</i>), marking, labeling, indication, designation	3	Knuppel (<i>m</i>), billet (metal), wire billets	1
Kerbzähigkeit (<i>f</i>), impact, strength	1	Kobalt (<i>m</i>), cobalt	2
Kern (<i>m</i>), nucleus, kernel	1	Koch (<i>m</i>), cook	3
Kessel (<i>m</i>), boiler, kettle, vat, tub, tank	1	Kochen (<i>n</i>), boiling, heating	1
Kesselblech (<i>n</i>), boiler plate	2	kochen (<i>v</i>), to cook, boil	11
Kesselstein (<i>m</i>), boiler scale	1	kochend (<i>p adj</i>), boiling	1
Kesselwagen (<i>m</i>), tank car	1	Kochgefäß (<i>n</i>), cooking or boil-ing vessel	1
Keton (<i>n</i>), ketone (<i>pl</i> Ketone , class of organic compounds related to aldehydes)	1	Kochperiode (<i>f</i>), boiling period, boil	1
Kette (<i>f</i>), chain	2	Kochpunkt (<i>m</i>), boiling point	1
Kiefer (<i>f</i>), fir, pine	1	Kohle (<i>f</i>), coal, carbon, A-Kohle (<i>f</i>), activated carbon	1
Kilogramm (<i>n</i>), kilogram	6	kohlend (<i>p adj</i>), carbonizing	1
kirschrot (<i>adj</i>), cherry red	1	Kohlendioxyd (<i>n</i>), carbon di-oxide	11
klar (<i>adj</i>), clear	5	Kohlendioxydbildung (<i>f</i>), car-bon dioxide formation	1
Klasse (<i>f</i>), class, type	3	Kohlenelektrode (<i>f</i>), carbon electrode	1
Klassenbezeichnung (<i>f</i>), class designation	1	Kohlenoxyd (<i>n</i>), carbon monox-ide	1
klassisch (<i>adj</i>), classic	1	Kohlenoxydbildung (<i>f</i>), forma-tion of carbon monoxide	1
Klavierdraht (<i>m</i>), piano wire	2	Kohlenoxydflamme (<i>f</i>), carbon monoxide flame	1
klebend (<i>adj</i>), adhesive	1	Kohlenoxydmenge (<i>f</i>), amount of carbon monoxide	1
klebrig (<i>adj</i>), sticky	1	Kohlensäure (<i>f</i>), carbonic acid	9
Klebrigkeit (<i>f</i>), stickiness, vis-cidity	2	Kohlensäurediamid (<i>n</i>), car-bonic acid diamide	1
Kleidungsstück (<i>n</i>), clothing material	1	Kohlensäureschnee (<i>m</i>), dry ice	1
Kleie (<i>f</i>), bran (dyeing)	2	Kohlenstoff (<i>m</i>), carbon	33
klein (<i>adj</i>), small, Darstellung im —en , small-scale produc-tion	14	Kohlenstoffatom (<i>n</i>), carbon atom	5
Kleisenzeug (<i>n</i>), small iron product	1	Kohlenstoffdioxydmenge (<i>f</i>), quantity of carbon dioxide	1
Kleinheit (<i>f</i>), minuteness, small-ness	1	Kohlenstoff-Form (<i>f</i>), see Koh-lenstoffform	2
Klemmplatten (<i>f pl</i>), iron tongs	2	Kohlenstofffreiheit (<i>f</i>), freedom from carbon	8
Klüfte (<i>f pl</i>), fissures, clefts, gaps, ravines	1		

Kohlenstoffgehalt (<i>m</i>), carbon content	5	kondensieren (<i>v</i>), to condense	1
Kohlenstoffform (<i>f</i>), carbon form	2	kondensiert (<i>adj</i>), condensed	3
Kohlenstoffverbrennung (<i>f</i>), carbon combustion	1	Kongress (<i>m</i>), assembly, meeting	2
Kohlenstoffverbrennungsperiode (<i>f</i>), carbon combustion period	1	König (<i>m</i>), king	1
Kohlenwasserstoff (<i>m</i>), hydrocarbon	3	Königswasser (<i>n</i>), aqua regia	1
Kohlung (<i>f</i>), charring, carbonization	1	konisch (<i>adj, adv</i>), conic(ally)	1
Kokillenguss (<i>m</i>), chill mold casting, chilled casting	2	konjugiert (<i>adj</i>), conjugated	1
Kokillengehalt (<i>n</i>), contents of the chill mold	1	Konkurrenz (<i>f</i>), competition	1
Kokillenrand (<i>m</i>), chill mold collar	1	konkurrieren (<i>v</i>), to compete	1
Kokillenwand (<i>f</i>), chill mold wall	1	konnen (konnte, gekonnt) (<i>v</i>), to be able, er kann , he can, er konnte , he could, er konnte he could, he might	90
Koks (<i>m</i>), coke	2	konstant (<i>adj</i>), constant	9
Koksfeuer (<i>n</i>), coke fire	2	Konstanz (<i>f</i>), constancy	1
Koksöfengas (<i>n</i>), coke-oven gas	1	Konstellation (<i>f</i>), constellation, group arrangement	2
Koksroheisen (<i>n</i>), coke pig iron	1	Konstitution (<i>f</i>), constitution, structure	3
Kolben (<i>m</i>), flask	6	konstruieren (<i>v</i>), to construct	1
Kolbenhals (<i>m</i>), neck of flask	1	Konstruktion (<i>f</i>), construction	2
kolloidal (<i>adj, adv</i>), colloidal(ly)	3	Konstruktionsstahl (<i>m</i>), construction steel, structural steel	1
Kombination (<i>f</i>), combination	2	Kontakt (<i>m</i>), contact	3
kommen (aux sein) (<i>v</i>), to come, to be, — zu , to come to	27	Kontaktmetamorphose (<i>f</i>), contact-metamorphosis	1
kommend (<i>p adj</i>), occurring	1	kontaktmetasomatisch (<i>adj</i>), contact metasomatic	2
Kommission (<i>f</i>), commission, committee	2	kontinuierlich (<i>adv</i>), continually	1
kompakt (<i>adj</i>), compact	1	kontrahieren (<i>v</i>), to contract	1
Komparatormethode (<i>f</i>), comparator method	2	Kontraktion (<i>f</i>), contraction	1
kompensieren (<i>v</i>), to compensate	1	Kontrast (<i>m</i>), contrast, im — , in contrast	1
Komplex (<i>m</i>), complex, whole	7	kontrollieren (<i>v</i>), to check	1
komplex (<i>adj</i>), complex	1	Konzentration (<i>f</i>), concentration	8
Komplexion (<i>n</i>), complexion	1	Konzentrationsgrenze (<i>f</i>), limit(s) of concentration	2
Komponente (<i>f</i>), component	4	konzentrieren (<i>v</i>), to concentrate	4
komprimiert (<i>adj</i>), compressed	2	konzentriert (<i>p adj</i>), concentrated	22
Kondensation (<i>f</i>), condensation	5	Konzentrierung (<i>f</i>), concentration	1
Kondensationsmittel (<i>n</i>), condensing agent	2	Koordinatensystem (<i>n</i>), coordinate system	1
Kondensationsprodukt (<i>n</i>), condensation product	1		

Kork (<i>m</i>), cork	5	krystallisieren (<i>v</i>), to crystallize	6
Korn (<i>n</i>), granule, grain	1	krystallisiert (<i>adj</i>), crystallized	3
Kornerform (<i>f</i>), granular shape	1	krystallographisch (<i>adj</i>), crystal-	
Körnung (<i>f</i>), granulation, grain	2	lographic	3
Körper (<i>m</i>), body, substance,	16	Kubik- (prefix), cubic	1
material		Kufe (<i>f</i>), vat, tub	1
Körperklasse (<i>f</i>), class of sub-	6	kugelig (<i>adj</i>), spherical	1
stances		Kühlanlage (<i>f</i>), refrigerating	
korrodieren (<i>v</i>), to corrode	1	plant, condensing plant	1
Korrosion (<i>f</i>), corrosion	6	Kühlen (<i>n</i>), cooling, condensing,	
Korrosionsschutz (<i>m</i>), pro-	1	refrigeration	1
tection of metal from cor-		kuhlen (<i>v</i>), to condense, to cool	2
rosion		Kühler (<i>m</i>), condenser, cooler	12
Korrosionszustand (<i>m</i>), corro-	1	Kühlerende (<i>n</i>), end of conden-	
sive condition	1	ser	4
Korundtypus (<i>m</i>), corundum type	1	Kühlfläche (<i>f</i>), cooling surface	1
kostspielig (<i>adj</i>), expensive	1	Kühlhaus , (<i>n</i>), cooling house,	
Kraft (<i>f</i>), power, strength	1	refrigerator	2
kraftig (<i>adj</i> , <i>adv</i>), strong(ly),	2	Kühlmantel (<i>m</i>), condenser	
powerful(ly)		jacket	2
Kragenkolben (<i>m</i>), collared	1	Kühlmittel (<i>n</i>), condensing	
flask, flask with a collar,		agent, refrigerant	1
flanged flask	1	Kühlrohr (<i>n</i>), cooling tube, con-	
krank (<i>adj</i>), sick, ill	1	denser	7
Krapp (<i>m</i>), madder (a red dye)	3	Kühlspirale (<i>f</i>), spiral condenser	2
Kratzstelle (<i>f</i>), scratched place	1	Kühlung (<i>f</i>), cooling, refrigeration,	
Kreosot (<i>n</i>), creosote	2	unter —, upon cooling	7
Kresol (<i>n</i>), cresol	4	Kühlvorrichtung (<i>f</i>), cooling device	3
Krieg (<i>m</i>), war, World War	1	Kühlwasser (<i>n</i>), cooling water	4
(1914-18)		Kühlwasserstrom (<i>m</i>), stream	
Kristall , see Krystall	1	of cooling water	1
kritisch (<i>adj</i>), critical	7	kultivieren (<i>v</i>), to cultivate	1
krummen (<i>v</i>), to curve, to bend	1	Kulturgebiet (<i>n</i>), civilized region	1
Krupp name of a German manu-	1	Kulturstaat (<i>m</i>), civilized	
facturer		country	1
kryoskopisch (<i>adj</i>), cryoscopic	5	Kulturvolk (<i>n</i>), civilized race or	
Krystall (<i>m</i>), crystal	6	people	1
Krystallart (<i>f</i>), kind of crystal	1	Kunst (<i>f</i>), skill, art	1
Krystallflüssigkeit (<i>f</i>), water of	1	Kunstguss (<i>m</i>), art casting	2
crystallization, water crystal-		Kunstharz (<i>n</i>), artificial resin	1
lizer		kunstlich (<i>adj</i>), artificial	7
Krystallform (<i>f</i>), crystal form or	1	Kunstmalerie (<i>f</i>), art painting	1
system	1	Küpe (<i>f</i>), vat, boiler	9
krystallin (<i>adj</i>), crystalline	1	Küpenfärberei (<i>f</i>), vat-dyeing	
krystallmisch (<i>adj</i>), crystalline	4	industry	1
Krystallisation (<i>f</i>), crystalliza-	4	Kupenfarbstoff (<i>m</i>), vat dye	3
tion			

küpengefärbt (<i>adj</i>), vat-dyed	1	Lagerstättensystem (<i>n</i>), deposit system	1
Kupfer (<i>n</i>), copper	2	Lakmuspapier (<i>n</i>), litmus paper	1
Kupferchlorid (<i>n</i>), copper chloride	1	Land (<i>n</i>), land, country	4
Kupferoxychlorid (<i>n</i>), copper oxychloride	2	Landdampfkessel (<i>m</i>), stationary steam boiler	2
Kupferpulver (<i>n</i>), powdered copper	1	Landwirtschaft (<i>f</i>), agriculture	1
kupferrot (<i>adj</i>), copper red	1	lang (<i>adj</i>), long, tall	19
Kupolofen (<i>m</i>), cupola furnace or kiln	3	langdauernd (<i>p adj</i>), long-lasting	1
Kuppel (<i>f</i>), cupola, dome, cupel	1	lange (<i>adv</i>), long, far, for a long time, längst , long ago, long since	2
Kupplung (<i>f</i>), coupling	1	Länge (<i>f</i>), length, size	3
Kurve (<i>f</i>), curve	2	Langenänderung (<i>f</i>), longitudinal change, elongation	1
Kurvenverlauf (<i>m</i>), course of the curve	1	Langenzunahme (<i>f</i>), increase in length, elongation	1
kurz (<i>adj</i>), short, (<i>adv</i>), shortly, slightly	8	langhalsig (<i>adj</i>), long-necked	1
kürzlich (<i>adv</i>), recently, lately	2	langsam (<i>adj, adv</i>), slowly	8
Kurzschluss (<i>m</i>), short circuit	1	Lasche (<i>f</i>), side bar, shackle, fish plate (in railroad)	1
Kurzstab (<i>m</i>), short bar (rod)	1	Laschenschraube (<i>f</i>), shackle screw, shackle bolt	1
kurzweg (<i>adv</i>), simply, offhand, only, merely	2	lassen (<i>v</i>), to let, to permit, to allow, es lässt sich leicht tun , it may (can) be done easily	54
L			
labil (<i>adj</i>), unstable, labile	1	lateinisch (<i>adj</i>), Latin	1
Laboratorium (<i>n</i>), laboratory	2	latent (<i>adj</i>), latent	1
Laboratoriumsapparatur (<i>f</i>), laboratory apparatus	1	Latex (<i>m</i>) (<i>pl</i> , Latices), latex (a natural suspension of caoutchouc globules)	5
Laboratoriumsbuch (<i>n</i>), laboratory book or manual	2	Laut (<i>m</i>), sound, tone	1
Laboratoriumsgebrauch (<i>m</i>), laboratory use or usage	1	laut (<i>prep</i> with <i>gen</i>), according to	1
Laboratoriumsofen (<i>m</i>), laboratory oven or furnace	1	Lava (<i>f</i>) (<i>pl</i> , Laven), lava (rock ejected from the earth in a molten state)	1
Lackbleichung (<i>f</i>), shellac bleaching, varnish bleaching	1	Lebensdauer (<i>f</i>), durability, wearing quality	2
Lacton (<i>n</i>), lactone	1	Leberamyloid (<i>n</i>), liver amyloid	1
lag , see liegen		lebhaft (<i>adj, adv</i>), quick(ly), active(ly), bright (of color)	1
Lage (<i>f</i>), situation, deposit, layer	3	lediglich (<i>adv</i>), merely, solely, only, simply	10
lagenförmig (<i>adj</i>), in the form of a layer	1	legen (<i>v</i>), to lay, to put, to place	4
Lager (<i>n</i>), bed, layer	1	legieren (<i>v</i>), to alloy	6
Lagerstätte (<i>f</i>), deposit, bed	12		
Lagerstättengruppe (<i>f</i>), group deposits	1		

legiert (<i>p adj</i>), alloyed	5	Leuchtgasflamme (<i>f</i>), illuminating gas flame	1
Legierung (<i>f</i>), alloy	16	Leukotrop-Verfahren (<i>n</i>), leucotrope process	1
Legierungselement (<i>n</i>), alloying element	6	Leukoverbindung (<i>f</i>), leuco compound	1
Lehrbuch (<i>n</i>), textbook	2	Leuzit (<i>m</i>), leucite (an aluminum-potassium metasilicate)	1
Lehre (<i>f</i>), theory, teaching	1	Licht (<i>n</i>), light	5
lehren (<i>v</i>), to teach, to show, to inform, — zu (+ <i>inf</i>), to teach (show) how to (do something)	5	Lichtbogen (<i>m</i>), electric arc	1
leicht (<i>adv</i>), easily, readily, (<i>adj</i>), easy, (<i>pron</i>), easy one(s)	30	Lichtbogenofen (<i>m</i>), electric-arc furnace	1
leichtentzündlich (<i>adj</i>), easily inflammable	1	Lichtbrechnung (<i>f</i>), optical refraction	1
Leichtigkeit (<i>f</i>), ease	2	Lichtdurchlässigkeit (<i>f</i>), permeability to light, transparency, translucency	1
Leichtöl (<i>n</i>), light oil	1	Lichteinheit (<i>f</i>), fastness to light	1
leichtsiedend (<i>p adj</i>), low-boiling, of low boiling point	1	Liebigkühler (<i>m</i>), Liebig condenser	2
leiden (<i>hlt, gelitten</i>) (<i>an</i>) (<i>v</i>), to suffer (from)	1	liefern (<i>v</i>), to yield, to produce, to furnish, to deliver (of a periodical)	37
leider (<i>adv</i>), unfortunately	3	Lieferung (<i>f</i>), issue (of a periodical), supply	3
Leimlösung (<i>f</i>), glue solution	1	legen (<i>v</i>), to lie, to be, to matter, to signify	21
Leinen (<i>n</i>), linen	1	Ligroin (<i>n</i>), petroleum ether, ligroin, benzine	1
Leinöl (<i>n</i>), linseed oil	1	Limonit (<i>m</i>), limonite, brown iron ore	2
leisten (<i>v</i>), to perform, to carry out, Dienste —, to render (a service)	4	linear (<i>adj</i>), linear	4
leiten (<i>v</i>), to conduct, to lead	10	Linie (<i>f</i>), line, in erster —, first of all, especially, primarily, above all, in zweiter —, secondly	9
Leiter (<i>m</i>), conductor	2	liquid (<i>adj</i>), liquid	1
Leitfähigkeit (<i>f</i>), conductivity, conducting capacity	2	liquidmagnetisch (<i>adj</i>), magnetic (pertaining to the liquid, molten, or pastry rock material originating within the earth)	1
Leitungswasser (<i>n</i>), tap water, water in pipe lines, mains	3	Literatur (<i>f</i>), literature, bibliography, bibliographical reference	14
Leitvermögen (<i>n</i>), conductivity, conducting power	2	Literaturangaben (<i>f pl</i>), bibliographical reference, data	1
lernen (<i>v</i>), to learn	2		
letzt (<i>adj</i>), last, latest, letzter (<i>pron</i>), last, latter, letzterer (<i>pron</i>), the latter	29		
letztangeführt (<i>p adj</i>), last quoted	1		
letzt erwähnt (<i>p adj</i>), last mentioned	1		
leuchtend (<i>pr p</i>), shining, luminous	1		
Leuchtgas (<i>n</i>), illuminating gas	2		

litt see leiden		Luftstrom (<i>m</i>), air current, stream of air	2
Loch (<i>n</i>), hole, orifice	4	Luftüberschuss (<i>m</i>), excess of air	1
Lokalmoment , (<i>n</i>), local force	1	Luftzufuhr (<i>f</i>), introduction (conveyance) of air	1
Lokomotivkessel (<i>m</i>), locomotive boiler, steam-engine boiler	2	Luftzuführung (<i>f</i>), supply (feeding) of air	1
löschen (<i>v</i>), to slake (as of lime)	1	Luftzutritt (<i>m</i>), admittance (entrance) of air	1
lösen (<i>v</i>), to dissolve	41	Lupe (<i>f</i>), magnifying glass	1
löslich (<i>adj</i>), soluble, schwer —, difficultly soluble	10	Lysalbinsäure (<i>f</i>), lysalbinic acid	1
Löslichkeit (<i>f</i>), solubility	12		
Lösung (<i>f</i>), solution	117		
Lösungsfähigkeit (<i>f</i>), dissolving capacity, solubility	2		
Lösungsgeschwindigkeit (<i>f</i>), speed of solution	1		
Lösungsmittel (<i>n</i>), solvent	17		
Lösungstemperatur (<i>f</i>), solution temperature	1		
Lösungsvermögen (<i>n</i>), dissolving power	3		
Lösungswärme (<i>f</i>), heat of solution	1		
Lötrohr (<i>n</i>), blowpipe	1		
Luft (<i>f</i>), air, an der —, in air	47		
Luftabschluss (<i>m</i>), exclusion of air, bei —, with exclusion of air	2		
Luftabschluss (<i>m</i>), exclusion of air	1		
luftbeständig (<i>adj</i>), air-resistant	1		
Luftbestandteil (<i>m</i>), air constituent, constituent of air	2		
Luftblase (<i>f</i>), air bubble	1		
Luftdruck (<i>m</i>), air pressure	2		
luftempfindlich (<i>adj</i>), air-sensitive, sensitive to air	1		
Luftfeuchtigkeit (<i>f</i>), humidity, moisture in the air	2		
luftfrei (<i>adj</i>), air-free, free from air	2		
luftkühlen (<i>v</i>), to air-cool	1		
Luftkühler (<i>m</i>), air condenser	1		
Luftmenge (<i>f</i>), air quantity	1		
Luftoxydation (<i>f</i>), air oxidation	1		
Luftpumpe (<i>f</i>), air pump	1		
Luftsack (<i>m</i>), air pocket	1		
		M	
		<i>m</i> -, prefix meaning meta (ignored in alphabetizing)	1
		machen (<i>v</i>), to make, to do, to produce	12
		Madrid (<i>n</i>), Madrid (capital of Spain)	1
		Magnesiumsalz (<i>n</i>), magnesium salt	1
		Magnesiumsulfat (<i>n</i>), magnesium sulfate	1
		Magnet (<i>m</i>), magnet	5
		Magneteisen (<i>n</i>), magnetic iron	1
		Magneteisensand (<i>m</i>), magnetic sand	1
		Magneteisenstein (<i>m</i>), magnetic iron ore, magnetite	1
		magnetisch (<i>adj</i>), magnetic	12
		Magnetisierbarkeit (<i>f</i>), magnetic capability, magnetizability	1
		magnetisieren (<i>v</i>), to magnetize	1
		Magnetismus (<i>m</i>), magnetism	3
		Magnetit (<i>m</i>), magnetite (natural ferrous ferric oxide), magnetic iron ore (about 73% iron)	33
		magnetitartig (<i>adv</i>), like magnetite	1
		Magnetstahl (<i>m</i>), magnetic steel	2
		Maja-Indianer (<i>m</i>), Maya Indian	1

Majakultur (<i>f</i>), Maya civilization	1	sion of magnetite into martite (martite is a form of hematite)	1
Mal (<i>n</i>), time, mal (<i>adv</i>), time, times, ein— , once, zwei— , twice, etc	5	maschinell (<i>adv</i>), mechanically, with machinery	1
Malonester (<i>m</i>), malonic ester	1	Maschinenbau (<i>m</i>), machine structure	1
Malonsäure (<i>f</i>), malonic acid	1	Maschinenbauer (<i>m</i>), machinist	1
man (<i>impers pron</i>), one, they, we, you, people, etc (translate man whenever possible by the English passive)	181	Maschinenguss (<i>m</i>), machine casting	2
manch (<i>adj</i>), many (a), some	10	Mass (<i>n</i>), measure, degree, in steigendem —e , to an increasing degree, in geringem —e , to a small extent, in hohem —e , to a high degree, highly, in ausgedehntem —e , to a high degree	5
manchmal (<i>adv</i>), sometimes	2	Masse (<i>f</i>), mass, quantity, bulk, pulp (paper), paste (ceramics)	12
Mangan (<i>n</i>), manganese	10	massenhaft (<i>adj, adv</i>), numerous, abundant(ly)	1
Mangengehalt (<i>m</i>), manganese content	1	massgebend (<i>adj</i>), determinative	1
Mangel (<i>an</i>) (<i>m</i>), lack (of), want (of), defect	2	mässig (<i>adj</i>), moderate(ly), temperate	3
mannigfach (<i>adj</i>), manifold, many, various, diverse	3	Mässigkeit (<i>f</i>), temperance, moderation	1
mannigfaltig (<i>adj</i>), various, diverse	1	massiv (<i>adj</i>), massive, solid, —es Gestein = Massiv (<i>n</i>), compact rock	1
marin (<i>adj</i>), marine, sea	1	Massstab (<i>m</i>), scale, proportion, standard, rule, im kleinem — , to a small degree, on a small scale	2
Mark (<i>f</i>), mark (German coin)	1	Mastikation (<i>f</i>), mastication, compression (of rubber)	1
markant (<i>adj</i>), striking, characteristic, well-cut	1	Material (<i>n</i>), material, substance, experimental data	33
markieren (<i>v</i>), to mark, to label	1	Materialprüfung (<i>f</i>), material testing	2
Markt (<i>m</i>), market, auf dem — , on the market	5	mattrosa (<i>adj</i>), dull pink, dull rose	1
Marktlage (<i>f</i>), condition of the market	1	mattweiss (<i>adj</i>), dull white	1
Martinflusseisen (<i>n</i>), Martin ingot iron, open-hearth iron	3	maximal (<i>adj</i>), maximum	2
Martinmetall (<i>n</i>), Martin metal	1	Maximum (<i>n</i>), maximum	1
Martinschmelzung (<i>f</i>), Martin melting (in the Siemens-Martin furnace)	3	mechanisch (<i>adj</i>), mechanical(ly)	5
Martin Stahl (<i>m</i>), Martin steel (open-hearth steel produced in the Siemens-Martin furnace)	1	Meeresküste (<i>f</i>), seacoast	1
Martinverfahren (<i>n</i>), Martin process, (this process is mostly basic on continental Europe, though sometimes acid, produces cast steel or mild steel)	1	Meerwasser (<i>n</i>), sea water	1
Martinsierung (<i>f</i>), the conver-			

Mehl (<i>n</i>), meal, flour (<i>farina</i>)	1	Mesozone (<i>f</i>), mesozone	1
mehr (<i>adv</i>), more, — oder weniger , more or less, nicht —, no longer, — oder minder , more or less	1	messen (<i>a, e</i>) (<i>v</i>), to measure	5
mehrere (<i>pron pl</i>), several	5	Messergebnis (<i>n</i>), result of measurement, (<i>pl</i>), data	1
mehrfach (<i>adj, adv</i>), repeated(<i>lv</i>), several times, manifold, multiple, numerous	5	Messlänge (<i>f</i>), gage length	1
Mehrheit (<i>f</i>), majority, plural number	1	Messung (<i>f</i>), measurement	13
mehrmalig (<i>adj</i>), repeated	1	Metall (<i>n</i>), metal	26
mehrmals (<i>adv</i>), several times	2	Metallfläche (<i>f</i>), surface of metal	1
mehrwertig (<i>adj</i>), multi- (<i>poly-</i>) valent, (in case of alcohols) polyhydroxy	1	metallfrei (<i>adj</i>), free from metal	1
Mehrwertigkeit (<i>f</i>), polyvalence	1	Metallgefäß (<i>n</i>), metal vessel	1
Mehrzahl (<i>f</i>), majority	1	Metallglanz (<i>m</i>), metallic luster	1
Meinung (<i>f</i>), opinion, view, meaning	2	metallglänzend (<i>p adj</i>), having metallic luster	1
meist (<i>adj, adv</i>), general(<i>ly</i>), most(<i>ly</i>)	31	metallisch (<i>adj, adv</i>), metallic- (<i>ally</i>)	4
meistens (<i>adv</i>), for the most part, generally, usually	1	metallorganisch (<i>adj</i>), metallo-organic, organometallic	1
melirt (<i>adj</i>), mottled (<i>Roheisen</i>)	1	Metallphenolat (<i>n</i>), metal phenolate	1
Menge (<i>f</i>), amount, quantity, number	65	metallurgisch (<i>adj</i>), metallurgic, metallurgical	2
Mengenanteil (<i>m</i>), quantitative proportion, constituent amount	1	metamorph (<i>adj</i>), metamorphic	1
Mengenverhältnis (<i>n</i>), proportion, composition, quantitative relation or ratio	1	Metamorphose (<i>f</i>), metamorphosis, transformation	1
Mennige (<i>f</i>), minium, red lead	1	metamorphosieren (<i>v</i>), to transform, to metamorphose	21
Mensch (<i>m</i>), mankind, men	2	Meteoreisen (<i>n</i>), meteoric iron	1
menschlich (<i>adj</i>), human	2	Methan (<i>n</i>), methane	2
Mercaptan (<i>n</i>), mercaptan	1	Methingruppe (<i>f</i>), methine group, (<i>CH</i>)	1
Mercurierung (<i>f</i>), mercuration	1	Methode (<i>f</i>), method, nach der —, according to the method	11
merkbar (<i>adj</i>), noticeable, evident	1	Methylacetat (<i>n</i>), methyl acetate	1
merklich (<i>adj</i>), perceptible, noticeable, appreciable	2	Methylalkohol (<i>m</i>), methyl alcohol, methanol	6
Mesometamorphose (<i>f</i>), meso-metamorphosis	1	Methyl-anthranilsäure (<i>f</i>), methylanthranilic acid	1
Mesoweißsäure (<i>f</i>), mesotartaric acid	1	Methylbenzoat (<i>n</i>), methylbenzoate	1
		Methylengruppe (<i>f</i>), methylene group	1
		Methylenharnstoff (<i>m</i>), methylene urea	
		(α)-Methyl-indol (<i>n</i>), α -methyl-indole	1

Mikroorganismus (<i>m</i>), micro-organism	1	Mitglied (<i>n</i>), member, fellow, associate	1
mikroskopisch (<i>adj</i>), microscopic	2	mithin (<i>conj</i>), consequently, therefore	1
milchig (<i>adj</i>), milky	1	Mitte (<i>f</i>), middle	2
Milchsaft (<i>m</i>), milky juice, latex	6	mitteilen (<i>v</i>), to communicate, to inform, to advise, to impart, to give	2
Million (<i>f</i>), million	3	Mitteilung (<i>f</i>), information, report, communication	4
Millonsche (<i>adj</i> from proper name Millon), refers to Millon's reagent	1	Mittel (<i>n</i>), agent, means, medium, average	136
minder (<i>adj</i> , <i>adv</i>), less, smaller, mehr oder —, more or less, mindest (<i>super</i>), least	4	mittel (<i>adj</i>), middle, average, mean	2
mindestens (<i>adv</i>), at least	2	Mittelblech (<i>n</i>), medium plate, medium-gaged plate	2
Mineral (<i>n</i>), mineral	4	mittelhart (<i>adj</i>), medium hard	1
Mineralsalz (<i>n</i>), mineral salt	1	Mittelöl (<i>n</i>), middle oil	1
Mineralsaure (<i>f</i>), mineral acid (representative of a mineral acid)	6	mittels(t) (<i>adv</i> , <i>prep</i> with gen), by means of, through, by the help of	10
Minimaltemperatur (<i>f</i>), minimum temperature	2	mittelweich (<i>adj</i>), medium soft	1
Minimum (<i>n</i>), minimum	1	mittler(e) see mittel	2
Minute (<i>pl</i> , Minuten) (<i>f</i>), minute	7	mitunter (<i>adv</i>), occasionally, now and then	5
mischar (<i>adj</i>), mixable	1	mitwirken (<i>v</i>), to take place simultaneously, to take part	1
Mischbarkeit (<i>f</i>), miscibility	3	modern (<i>adj</i>), modern	1
Mischen (<i>n</i>), mixing, combining	1	Modifikation (<i>f</i>), modification	2
mischen (<i>v</i>), to mix, sich (mit) —, to mingle (with), to be miscible, to mix, to combine (with)	4	Modifikationsänderung (<i>f</i>), variation in modification	1
Mischkristalle (<i>m pl</i>), mixed crystals	1	möglich (<i>adj</i>), possible, feasible, potential	12
Mischmetall (<i>n</i>), alloy, mixed metal	1	möglicherweise (<i>adv</i>), possibly	1
Mischprobe (<i>f</i>), mixed sample	1	Möglichkeit (<i>f</i>), possibility, feasibility, practicability	2
Mischschmelzpunkt (<i>m</i>), mixed melting point	1	möglichst (<i>adv</i>), as as possible, utmost	1
Mischung (<i>f</i>), mixture, blend	9	Mohrsches Salz (<i>n</i>), Mohr's salt (ammonium ferrous sulfate)	1
Mischungsregel (<i>f</i>), law of mixtures	2	Molekel (<i>f</i>), molecule	1
Missverständnis (<i>n</i>), misunderstanding	1	Molekül (<i>n</i>), molecule	12
mit (<i>prep</i> with dat), with, by, in, at, etc	482	molekular (<i>adj</i>), molecular	5
Mitarbeiter (<i>m</i>), fellow worker, collaborator, assistant, contributor	1	Molekulargewicht (<i>n</i>), molecular weight	22
		Molekulargewichtsbestimmung	

(<i>f</i>), molecular-weight determination	1	nachdem (<i>adv</i>), afterwards, (<i>conj</i>), after, according as	2
Molybdän (<i>n</i>), molybdenum	5	nachfolgend (<i>pr p</i>) following, subsequent	14
Moment (<i>n</i>), factor	1	nachführen (<i>v</i>), to introduce later	14
Moment (<i>m</i>), moment	1	nachherig (<i>adv</i>), subsequent, later	1
momentan (<i>adj</i>), momentary	1	Nachricht (<i>f</i>), information, news, account	1
Monatsh (= Monatsheft) (<i>n</i>), monthly number (of a publication)		Nachschlagebuch (<i>n</i>), work of reference	1
Monoalkylbarbitursäure (<i>f</i>), monoalkylbarbituric acid	1	Nachschlagewerk (<i>n</i>), reference work	1
Monobromierung (<i>f</i>), monobromination	1	nachspülen (<i>v</i>), to rinse after	1
Monochlorharnstoff (<i>m</i>), monochlorourea	1	nachst (<i>adj</i> , <i>super</i> of nah , also <i>adv</i>), next, closest, am —en , nearest	47
Monoeester (<i>m</i>), monoeester	1	nachstehen (<i>v</i>), to stand after, to follow, to be inferior	4
Monographie (<i>f</i>), monograph	1	nachtraglich (<i>adj</i>), additional, subsequent, supplementary, (<i>adv</i>), by way of appendix, subsequently, later	6
Monojodphenol (<i>n</i>), moniodophenol	1	nachtropfen (<i>v</i>), to drop after	1
Monosulfat (<i>n</i>), monosulfate	1	Nachweis (<i>m</i>), detection, proof, indication	4
Monoxim (<i>n</i>), monoxime	1	nachweisbar (<i>adj</i>), demonstrable, authenticated, evident, detectable	4
morphosiert (<i>p adj</i>), morphous	1	nachweisen (<i>v</i>), to detect, to demonstrate, to establish, to prove	5
Muffel (<i>f</i>), muffle	1	Nachwirkung (<i>f</i>), after-effect	3
Muffeneisen (<i>n</i>), socket iron	1	Nadel (<i>f</i>), needle	4
Muffenrohr (<i>n</i>), socket pipe	2	Nadelchen (<i>n</i>), small needle	2
müheelos (<i>adj</i>), easy, without trouble or care	1	nah (<i>adj</i>), near, close	1
mühselig (<i>adj</i>), toilsome, laborious	1	Nähe (<i>f</i>), nearness, proximity	1
Müllereimaschine (<i>f</i>), milling machine	2	nahebei (<i>adv</i>), nearly, close to	1
muschelig (<i>adj</i>), shelly, flinty, conchoidal	1	näher (<i>comp</i> of nah) (<i>adj</i>), nearer, closer, more precise	11
Muskovit (<i>m</i>), muscovite, potassium mica	1	Näheres (<i>n</i>), (further) details, (more) particulars	2
müssen (<i>v</i>), to be obliged, must, to have to, musste , would have (to)	23	nähern (<i>v</i>), to bring near, sich — , to approach	1
Muster (<i>n</i>), pattern, model, sample	1	nahestehen (<i>v</i>), to stand next to	2
		nahestehend (<i>p adj</i>), closely	

N

nach (<i>prep</i> with <i>dat</i>), according to, after, to, toward	175
Nachbarschaft (<i>f</i>), neighborhood	1

related, intimately connected with	1	Natriumhypochloritlösung (<i>f</i>), sodium hypochlorite solution	1
nahezu (<i>adv</i>), nearly, well-nigh, almost	1	Natrummalonester (<i>m</i>), sodium malonic ester	1
nahtlos (<i>adj</i>), seamless	35	Natrummetaphosphat (<i>n</i>), sodium metaphosphate	1
Name (<i>m</i>), name, denomination	7	Natrummethylat (<i>n</i>), sodium methylate	1
namentlich (<i>adv</i>), especially, particularly	3	Natrumnitrat (<i>n</i>), sodium nitrate	2
nämlich (<i>adv</i>), namely, that is, i.e.	8	Natrumphenolat (<i>n</i>), sodium phenolate	5
Naphthalin (<i>n</i>), naphthalene	10	Natrumsulfit (<i>n</i>), sodium sulfite	1
Naphthalinderivat (<i>n</i>), naphthalene derivative	1	Natron (<i>n</i>), sodium hydroxide, caustic soda	1
Naphthylamin (<i>n</i>), naphthylamine, β —, β -naphthylamine	1	Natron-Indigo (<i>m</i>), soda-indigo	2
nass-analytisch (<i>adj</i>), wet-analytical	1	Natronkalk (<i>m</i>), soda lime	2
Natrium (<i>n</i>), sodium	11	Natronkalkrohr (<i>n</i>), soda lime tube	2
Natriumalkoholat (<i>n</i>), sodium alcoholate	2	Natronkalkrohrchen (<i>n</i>), small soda lime tube	1
Natriumamid (<i>n</i>), sodamide, sodium amide	7	Natronlauge (<i>f</i>), soda lye, solution of caustic soda	15
Natriumamylat (<i>n</i>), sodium amylate	1	Natur (<i>f</i>), nature, character, in der —, in nature, naturally	11
Natriumbicarbonat (<i>n</i>), sodium bicarbonate	1	naturgemäss (<i>adj</i> , <i>adv</i>), natural(ly), according to nature	1
Natriumbisulfat (<i>n</i>), sodium bisulfate	1	Natur-Indigo (<i>m</i>), natural indigo	2
Natriumbisulfit (<i>n</i>), sodium bisulfite	1	Naturkolloid (<i>m</i>), natural colloid	2
Natriumbromid (<i>n</i>), sodium bromide	1	natürlich (<i>adj</i> , <i>adv</i>), natural(ly)	32
Natriumchloridlösung (<i>f</i>), sodium chloride solution, common salt solution	1	Naturprodukt (<i>n</i>), natural product	1
Natriumcyanat (<i>n</i>), sodium cyanate	1	Naturstoff (<i>m</i>), natural material, substance	2
Natrium-formaldehydsulfoxylat (<i>n</i>), sodium formaldehyde sulfoxylate	1	Naturvolk (<i>n</i>), people living in a primitive state of nature, primitive race	2
Natriumhydrosulfit (<i>n</i>), sodium hydrosulfite (hyposulfite)	2	Naturvork = Naturvorkommen (<i>n</i>), occurrence in nature, natural occurrence	1
Natriumhydroxyd (<i>n</i>), sodium hydroxide	1	Naturw (= Naturwissenschaft (<i>f</i>)), natural science	1
Natriumhypobromit (<i>n</i>), sodium hypobromite	1	neben (<i>prep</i> with dat and acc), near, next to, besides, in addition to, with, (<i>adv</i>), besides	31
		Nebenbahn (<i>f</i>), side track, siding	4

Nebengemengteil (<i>n</i>), secondary constituent of a mixture	1	nie (<i>adj</i>), never, at no time or period	1
Nebenprodukt (<i>n</i>), by-product	4	nieder (<i>adj</i>), low	1
Nebenreaktion (<i>f</i>), side (subordinate) reaction	1	Niederschlag (<i>m</i>), sediment, precipitate	2
Negativ (<i>n</i>), negative	1	niederschlagen (<i>v</i>), to precipitate, to deposit	1
nehmen (<i>a, o</i>) (<i>v</i>), to take, to receive, to get		niedrig (<i>adj</i>), low(ly)	14
neigen (<i>v</i>), to be inclined to	7	niedrigsiedend (<i>p adj</i>), low-boiling	1
nennen (<i>nannte, genannt</i>) (<i>v</i>), to name, to call	13	niemals (<i>adv</i>), never	2
neu (<i>adj</i>), new, recent	20	Niete (<i>f</i>), rivet	1
neubearbeiten (<i>v</i>), to work over, to revise again	1	Nieteisen (<i>n</i>), rivet iron	2
neuerdings (<i>adv</i>), recently, lately, again	7	nirgends (<i>adv</i>), nowhere	1
neunt (<i>num adj</i>), ninth	1	Nitrat (<i>n</i>), nitrate	9
Neu-Südwaies (<i>n</i>), New South Wales (Australia)	1	Nitratrest (<i>m</i>), nitrate residue	1
neutral (<i>adj</i>), neutral	4	nitrieren (<i>v</i>), to nitrate	2
Neutralisation (<i>f</i>), neutralization	2	Nitriersäure (<i>f</i>), nitric-sulfuric acid, mixed acid (a mixture of concentrated H_2SO_4 and HNO_3)	1
neutralisiert (<i>p p</i>), neutralized	1	Nitrierung (<i>f</i>), nitration, nitrification	6
Neuzeit (<i>f</i>), present time, modern (recent) times	2	Nitril (<i>n</i>), nitrile, cyanide of alkyl radical	1
nicht (<i>adv</i>), not, noch —, not yet, — einmal, not once, nicht nur sondern auch, not only but also	112	Nitrit (<i>n</i>), nitrite	1
Nichtkautschukbestandteil (<i>m</i>), non-rubber constituent	1	o-Nitro-acetophenon (<i>n</i>), <i>o</i> -nitroacetophenone	1
nichtlegiert (<i>p adj</i>), non-alloyed	2	o-Nitro-benzaldehyd (<i>m</i>), <i>o</i> -nitrobenzaldehyde	1
nichtmetallisch (<i>adj</i>), non-metallic	1	Nitrobenzol (<i>n</i>), nitrobenzene	5
nichtrostend (<i>p adj</i>), non-rusting, stainless	2	o-Nitrobenzoylessigsäure (<i>f</i>), <i>o</i> -nitrobenzoylacetic acid	1
nichts (<i>indef pron</i>), nothing	2	Nitroderivat (<i>n</i>), nitro derivative	1
nichtschmiedbar (<i>adj</i>), non-malleable	1	o-Nitro-phenol (<i>n</i>), <i>o</i> -nitrophenol	5
Nickel (<i>n</i>), nickel (metal)	12	p-Nitro-phenol (<i>n</i>), <i>p</i> -nitrophenol	8
Nickelchromstahl (<i>m</i>), chrome-nickel steel	2	Nitrophenoldisulfonsäure (<i>f</i>), nitrophenoldisulfonic acid	1
Nickelmagnetkieslagerstätte (<i>f</i>), nickeliferous magnetic pyrite deposit	1	o-Nitrophenyl-milchsäure-ke-ton (<i>n</i>), β -hydroxy- β -(<i>o</i> -nitrophenyl)-ethyl methyl ketone	1
Nickeloxyd (<i>n</i>), nickel oxide	1	o-Nitro-phenylpropionsäure (<i>f</i>), <i>o</i> -nitrophenylpropionic acid	2
Nickelstahl (<i>m</i>), nickel steel	3	nitros (<i>adj</i>), nitrous	1

nitrosieren (<i>v</i>), to introduce the nitroso group	1	oben (<i>prep</i> , <i>conj</i>), above, at the top, from the top	5
Nitrosierung (<i>f</i>), nitrosation	1	obengennant (<i>p p</i>), above-named, above-mentioned	1
Nitrosoverbindung (<i>f</i>), nitroso compound	1	Oberbau (<i>m</i>), superstructure	1
Nitro-sprengstoff (<i>m</i>), nitroexplosive	1	obere (<i>adj</i>), upper, higher	1
Nitrosylschwefelsäure (<i>f</i>), nitrosylsulfuric acid	1	Oberfläche (<i>f</i>), surface, area	11
Nitroverbindung (<i>f</i>), nitro compound	1	Oberflächenbeschaffenheit (<i>f</i>), surface condition	1
noch (<i>adv</i>), still, as yet, more, however, further, even, in addition, — nicht , not yet	66	Oberflächenspannung (<i>f</i>), surface tension	1
Nomenklatur (<i>f</i>), nomenclature	2	oberflächlich (<i>adj</i>), superficial	1
Nordamerika (<i>n</i>), North America	1	oberhalb (<i>adv</i> , <i>prep</i> with <i>gen</i>), above	4
Norm (<i>f</i>), standard, model	1	obig (<i>adj</i>), foregoing, above-mentioned	9
normal (<i>adj</i>), normal, standard, ordinary	7	Objektträger (<i>m</i>), (micros) slide, mount, stand	1
normalerweise (<i>adv</i>), normally	1	obwohl (<i>conj</i>), although	2
Normalgluttemperatur (<i>f</i>), normal (standard) annealing temperature	1	oder (<i>conj</i>), or	145
Normen (<i>f pl</i>), standard	1	Ofen (<i>m</i>), furnace, oven, kiln	4
Normenausschuss (<i>m</i>), committee on standards	3	Ofenatmosphäre (<i>f</i>), furnace atmosphere	2
notig (<i>adj</i>), necessary	1	Ofenbeschickung (<i>f</i>), furnace charge	1
notigenfalls (<i>adv</i>), in case of necessity, in case of need	1	Ofengas (<i>n</i>), oven gas, furnace gas	1
notwendig (<i>adv</i>), necessary	2	Ofensystem (<i>n</i>), furnace system, type of furnace used	1
N-Phenyl-glycin (<i>N</i> =nitrogen) (<i>n</i>), N-phenyl-glycine	1	Ofentür (<i>f</i>), furnace door	1
Nummer (<i>f</i>), number	11	offen (<i>adv</i>), openly	1
nun (<i>adv</i>), now, well, under present circumstances	3	offenbar (<i>adj</i> , <i>adv</i>), obvious(ly), manifest(ly)	1
nunmehr (<i>adv</i>), at present, now, by this time	4	Offnen (<i>n</i>), opening	1
nur (<i>adv</i>), only, but, just	46	Offnung (<i>f</i>), opening	3
nutzlos (<i>adj</i>), useless, unprofitable	2	oft (<i>adv</i>), often	19
		O-Gehalt (<i>m</i>), oxygen content	4
		O-haltig (<i>adj</i>), containing oxygen	1
		ohne (<i>prep</i> with <i>acc</i>), without, — zu + <i>inf</i> , without + -ing, — dass , without + -ing	29
		ökonomisch (<i>adj</i>), economic	1
		Oktachlorcyclohexanon (<i>n</i>), octachlorocyclohexanone	1
		Oktäeder (<i>n</i>), octahedron	1
		oktaedrisch (<i>adj</i>), octahedral	1

O

o-, prefix meaning ortho (disregarded in indexing)

ob (*conj*), whether

Öl (<i>n</i>), oil	1	Oxal-o-toluidid (<i>n</i>), orthotoluidide of oxalic acid	1
Olivin (<i>m</i>), olivine	1	Oxindol (<i>n</i>), oxindole	2
Ölleitung (<i>f</i>), oil conduction, oil line	1	Oxonumbase (<i>f</i>), oxonium base	1
O-Menge (<i>f</i>), amount of oxygen	2	Oxy-benzoessäure (<i>f</i>), hydroxybenzoic acid	3
oolithförmig (<i>adj</i>), oolitic	1	p-Oxy-benzoessäure (<i>f</i>), <i>p</i> -hydroxybenzoic acid	4
opak (<i>adj</i>), opaque	2	Oxybenzol (<i>n</i>), hydroxybenzene, phenol	2
O-Partialdruck (<i>m</i>), oxygen partial pressure	2	Oxy-benzoldiazoniumchlorid (<i>n</i>), phenoldiazonium chloride	2
Operation (<i>f</i>), operation	2	Oxyd (<i>n</i>), oxide (a higher or -ic oxide as contrasted with Oxydul)	30
optimal (<i>adj</i>), highest, optimum	1	oxydabel (<i>adj</i>), oxidizable	1
optisch (<i>adj</i>), optical	1	Oxydation (<i>f</i>), oxidation	40
orangeleib (<i>adj</i>), orange-yellow	2	Oxidationsmittel (<i>n</i>), oxidizing agent	5
ordnen (<i>v</i>), to set in order, to arrange, to classify	1	Oxydationsprodukt (<i>n</i>), oxidation product	3
Ordnungszahl (<i>f</i>), atomic number	2	Oxydationsvorgang (<i>m</i>), oxidation process	1
O-reich (<i>adj</i>), rich in oxygen	1	Oxydationszweck (<i>m</i>), oxidizing purpose	1
Organ (<i>n</i>), organ	1	oxydhaltig (<i>adj</i>), oxide-containing	1
organisch (<i>adj</i>), organic, — Chemie , organic chemistry	13	Oxydhaut (<i>f</i>), film of oxide	1
organisiert (<i>p adj</i>), organized	1	oxydieren (<i>v</i>), to oxidize	16
Organismus (<i>m</i>) (<i>pl</i> , Organismen), organism	4	Oxydulsalz (<i>n</i>), lower or -ous salt	1
Orientierung (<i>f</i>), survey, information, orientation	1	Oxy-indol-α-carbonsäure (<i>f</i>), hydroxyindole- α -carboxylic acid	1
Ort (<i>m</i>), place, locality	1	p-Oxy-phenylarsinsäure (<i>f</i>), <i>p</i> -hydroxyphenylarsinic acid	2
Orthokieselsäuremethylester-phenylester-dichlorid (<i>n</i>), orthosilicic acid methyl phenyl ester dichloride	1	Oxy-phenylen-bis-quecksilberacetat (<i>n</i>), hydroxyphenylenebis-mercuric acetate	2
Orthokieselsäuretetraphenylester (<i>m</i>), orthosilicic acid tetraphenyl ester	1	Oxy-phenylessigsäure (<i>f</i>), hydroxyphenylacetic acid	2
orthonitriert (<i>p adj</i>), orthonitrated	2	o-Oxy-phenyl-quecksilberacetat (<i>n</i>), <i>o</i> -hydroxyphenylmercuric acetate	2
örtlich (<i>adj</i>), local	1	p-Oxy-phenyl-quecksilberacetat (<i>n</i>), <i>p</i> -hydroxyphenylmercuric acetate	2
Oslo (<i>n</i>), Oslo (capital of Norway)	1		
Osmiumsäure (<i>f</i>), osmic acid	1		
O-Strom (<i>m</i>), stream of oxygen	1		
Oxalat (<i>n</i>), oxalate	5		
Oxalsäure (<i>f</i>), oxalic acid	8		
Oxalsäure-diphenylamidin-thioamid (<i>n</i>), oxalic acid diphenylamidine thioamide	1		

Ozon (*n*), ozone
 ozonisiert (*p adj*), ozonized

P

p-, prefix meaning *para* (disregarded in indexing)
 Palladiumwasserstoff (*m*), palladium hydride
 Pankreas (*n*), pancreas
 Papier (*n*), paper
 Papierfabrikation (*f*), paper making
 Papiernindustrie (*f*), paper industry
 Papiermaschine (*f*), paper machine
 Parachinon (*n*), see *p*-Chinon
 Paracumaron (*n*), paracoumarone
 Paraffin (*n*), paraffin
 paraffiniert (*p adj*), paraffinized
 Paraffinol (*n*), paraffin oil
 Paraffinschnitte (*f*), paraffin slice or section
 Paraffinum liquidum (Latin), liquid paraffin
 paramagnetisch (*adj*), paramagnetic
 Parameter (*m*), parameter
 Paris (*n*), Paris (capital of France)
 Pariser (*adj*), Paris(ian)
 Partialdruck (*m*), partial pressure
 passend (*p* used as *adj*), suitable, appropriate
 passiv (*adj*), passive, inactive
 passivieren (*v*), to render inactive
 passivierend (*adv*), passively, (*adj*), inactive
 Passivierung (*f*), rendering inactive
 Passivierungsvorgang (*m*), process of rendering inactive

Passivität (*f*), passivity, inactivity
 Passivitätsdauer (*f*), duration (time) of passivity
 Passivitätserscheinung (*f*), phenomenon or appearance of passivity
 Paste (*f*), paste
 patentgeschweisst (*adj*), patent weld, patent welded
 Patentgesetz (*n*), patent law
 patentiert (*p adj*), patented
 Pegmatit (*m*), pegmatite, giant granite (an ordinary granite of irregular texture with large lumps of the constituent minerals)
 pegmatitisch (*adj*), pegmatitic
 Pentabromphenol (*n*), pentabromophenol
 Pentachlorathan (*n*), pentachloroethane
 Pentachlorphenol (*n*), pentachlorophenol
 Perchlorat (*n*), perchlorate
 Periode (*f*), period
 periodisch (*adj*), periodic
 Permanganat (*n*), permanganate
 Permanganatlosung (*f*), permanganate solution
 Peroxyd (*n*), peroxide
 Petroleumraffinerie (*f*), petroleum refinery
 Pfanne (*f*), pan ladle
 Pferdeharn (*m*), horse urine
 Pflanze (*f*), plant
 Pflanzengattung (*f*), plant species
 Pflanzenteil, (*m*), part of a plant
 Pflanzenzelle (*f*), plant cell
 Phase (*f*), phase
 Phenetidinsalz (*n*), phenetidine salt
 Phenochinon (*n*), phenoxinone
 Phenol (*n*), phenol, carboic acid, hydroxybenzene
 Phenolat (*n*), phenolate

Phenolausscheidung (<i>f</i>), phenol separation	1	Phosphorescenz (<i>f</i>), phosphorescence	1
Phenoldampf (<i>m</i>), phenol vapor	2	Phosphorgehalt (<i>m</i>), phosphorus content	2
Phenol-disulphonsäure (<i>f</i>), phenoldisulfonic acid	2	Phosphorigsäurediphenylesterchlorid (<i>n</i>), phosphorous acid diphenyl ester chloride	4
Phenolgemisch (<i>n</i>), phenol mixture	1	Phosphorigsäurephenylesterdichlorid (<i>n</i>), phosphorous acid phenyl ester dichloride	1
phenolhaltig (<i>adj</i>), containing phenol	1	Phosphorigsäuretriphenylester (<i>m</i>), triphenyl ester of phosphorous acid, triphenyl phosphate	1
Phenollosung (<i>f</i>), phenol solution	6	Phosphoroxychlorid (<i>n</i>), phosphorus oxychloride	2
Phenolnatrium (<i>n</i>), sodium phenolate	1	Phosphorpentachlorid (<i>n</i>), phosphorus pentachloride	3
Phenolphthalein (<i>n</i>), phenolphthalein	1	Phosphorpentasulfid (<i>n</i>), phosphorus pentasulfide	1
Phenolsäure (<i>f</i>), phenol acid	1	Phosphorpentoxyd (<i>n</i>), phosphorus pentoxide	1
Phenolsorte (<i>f</i>), phenol type or sort	2	phosphorreich (<i>adj</i>), rich in phosphorus	1
o-Phenolsulfonsäure (<i>f</i>), <i>o</i> -phenolsulfonic acid	2	Phosphorsäure (<i>f</i>), phosphoric acid	1
p-Phenolsulfonsäure (<i>f</i>), <i>p</i> -phenolsulfonic acid	2	Phosphorsäurediphenylester (<i>m</i>), diphenyl ester of phosphoric acid, diphenyl phosphate	1
Phenoltetrasulfonsäure (<i>f</i>), phenoltetrasulfonic acid	1	Phosphorsäurediphenylesterchlorid (<i>n</i>), phosphoric acid diphenyl ester chloride	1
Phenoltisulfonsäure (<i>f</i>), phenoltisulfonic acid	1	Phosphorsäuremonophenylester (<i>m</i>), monophenyl ester of phosphoric acid, phenyl phosphate	1
Phenylbarbitursäure (<i>f</i>), phenylbarbituric acid	1	Phosphorsäurephenylester (<i>m</i>), phenyl ester of phosphoric acid, phenyl phosphate	1
Phenylglycin (<i>n</i>), phenylglycine, aminoacetic acid	4	Phosphorsäurephenylesterdichlorid (<i>n</i>), phosphoric acid phenyl ester dichloride	2
Phenylglycin-o-carbonsäure (<i>f</i>), phenylglycine- <i>o</i> -carboxylic acid	4	Phosphorsäuretriphenylester (<i>m</i>), triphenyl ester of phosphoric acid, triphenyl phosphate	6
Phenylhydrat (<i>n</i>), phenyl hydroxide	2		
Phenylhydrazin (<i>n</i>), phenylhydrazine	1		
Phenylmagnesiumbromid (<i>n</i>), phenyl magnesium bromide	1		
phenylschwefligsaures Natrium (<i>n</i>), sodium phenyl sulfite	1		
Phloroglucin (<i>n</i>), phloroglucinol	1		
Phosgen (<i>n</i>), phosgene, carbonyl chloride	1		
Phospham (<i>n</i>), phospham, PN_2H	1		
Phosphat (<i>n</i>), phosphate	3		
Phosphor (<i>m</i>), phosphorus	18		

Phosphorsulfochlorid (<i>n</i>), phosphorus sulfochloride	5	Polyerfähigkeit (<i>f</i>), capacity to take a high polish	1
Phosphortrisulfid (<i>n</i>), phosphorus trisulfide	1	Polygon (<i>n</i>), polygon	1
photochemisch (<i>adj</i>), photochemical	1	polygonal (<i>adj</i>), polygonal	1
Photolyse (<i>f</i>), photolysis	1	Polymerisation (<i>f</i>), polymerization	1
Phthalamid (<i>n</i>), phthalamide	1	Polyosen (<i>f pl</i>), polyoses, polysaccharides	1
Phthalsäure (<i>f</i>), phthalic acid	3	Polyoxyanthrachinon (<i>n</i>), polyhydroxyanthraquinone	1
Phthalsäureanhydrid (<i>n</i>), phthalic acid anhydride	1	porig (<i>adj</i>), porous	1
physikal, physikalisch (<i>adj</i>), physical	1	poros (<i>adj</i>), porous, full of pores	3
Pianoplatte (<i>f</i>), piano leaf or plate	2	Porosität (<i>f</i>), porosity	1
Pigment (<i>n</i>), pigment	1	Porzellangefäß (<i>n</i>), porcelain (china) vessel	1
Pikrat (<i>n</i>), picrate	1	Porzellanmaterial (<i>n</i>), porcelain material	1
Pikrinsäure (<i>f</i>), picric acid, trinitrophenol	1	Porzellanrohr (<i>n</i>), porcelain tube	1
planmassig (<i>adj</i>), according to plan, systematic	1	positiv (<i>adj</i>), positive	1
plastisch (<i>adj</i>), plastic	1	Potential (<i>n</i>), potential	1
Platin (<i>n</i>), platinum	2	prägen (<i>v</i>), to stamp, to imprint, to coin	1
Platinblech (<i>n</i>), platinum foil	1	praktisch (<i>adj</i>), practical(ly)	10
Platine (<i>f</i>), flat or puddling bar	1	Präparat (<i>n</i>), preparation	2
Platinfaß (<i>n</i>), platinum tank or tub	1	präparativ (<i>adj</i>), preparatory	1
Platinfolie (<i>f</i>), platinum foil	1	Praxis (<i>f</i>), practice	1
Platinschale (<i>f</i>), platinum dish	1	Präzision (<i>f</i>), precision	2
Platintiegel (<i>m</i>), platinum crucible	2	präzisionsmechanisch (<i>adj</i>), with mechanical precision	1
Platte (<i>f</i>), sheet	1	Präzisions-Werkzeugmaschinenbau (<i>m</i>), construction of precision tool machine	1
Platz (<i>m</i>), place, room, position, — greifen , to gain ground	3	Preis (<i>m</i>), price, value, rate, zu einem billigen —, at a low price	2
Pleochroismus (<i>m</i>), pleochroism	1	Preisverhältnis (<i>n</i>), price ratio	1
plotzlich (<i>adj</i>), sudden, (<i>adv</i>), suddenly, instantly	4	Presse (<i>f</i>), press	2
pneumatisch (<i>adj</i>), pneumatic	1	Pressen (<i>n</i>), pressing	1
pneumatolytisch (<i>adj</i>), pneumatolytic, formed by vapors	2	pressen (<i>v</i>), to press	1
Poirierblau (<i>n</i>), Poirier blue	1	Pressmuttereisen (<i>n</i>), pressed nut iron, heavy plate iron	3
Polarisationsapparat (<i>m</i>), polarizing apparatus	1	primär (<i>adj</i>), primary	3
Polarität (<i>f</i>), polarity	1	prinzipiell (<i>adv</i>), principally, mainly	1
polarmagnetisch (<i>adj</i>), polar magnetic	1	Prisma (<i>n</i>), prism	1
polyerfähig (<i>adj</i>), polishable	2	pro (<i>prep</i>), per, pro, for	6

Probe (<i>f</i>), test, specimen, sample	17
Probekörper (<i>m</i>), test material (body, substance), sample	1
Problem (<i>n</i>), problem	4
Produkt (<i>n</i>), product	23
produziert (<i>p adj</i>), produced	1
Propionsäure (<i>f</i>), propionic acid	1
proportional (<i>adj</i>), proportional	3
Protalbinsäure (<i>f</i>), protalbinic acid (the cleavage product from alkaline hydrolysis of egg-white or albumin used for forming colloidal solutions of metals and indigo)	2
Provinz (<i>f</i>), province	1
Prozent (<i>n</i>), per cent, percentage	5
Prozentsatz (<i>m</i>), percentage	1
Prozess (<i>m</i>), process	14
prüfen (<i>v</i>), to prove, to test	2
Prüflösung (<i>f</i>), test solution	1
Prüfung (<i>f</i>), test, testing	2
Pseudomorphose (<i>f</i>), pseudomorphosis	1
Pseudomorphosierung (<i>f</i>), pseudomorphosis	1
pseudobinctoria (Latin), <i>Indigofera tinctoria</i> , botanical name for indigo plant	1
Puddelroheisen (<i>n</i>), puddle pig iron	9
Puddelverfahren (<i>n</i>), puddling process	1
Pulver (<i>n</i>), powder	4
pulverformig (<i>adj</i>), powdery, in the form of powder, pulverulent	2
pulveng (<i>adj</i>), powdery, pulverulent	1
pulversieren (<i>v</i>), to pulverize, to powder	1
Punkt (<i>m</i>), point, period	7
Purpurrot (<i>adj</i>), purple red	1
Pyridin (<i>n</i>), pyridine	1
Pyridinbase (<i>f</i>), pyridine base	1
Pyridinderivat (<i>n</i>), pyridine derivative	1

Pyridinlösung (<i>f</i>), pyridine solution	1
Pyrit (<i>m</i>), pyrite	2
Pyrophor (<i>adj</i>), pyrophoric	1
Pyroschwefelsäure (<i>f</i>), pyrosulfuric acid	1
Pyrrrol-Kern (<i>m</i>), pyrrole nucleus	1
Pyrrrol-System (<i>n</i>), pyrrole system	1

Q

quadratisch (<i>adj</i>), quadratic, square	1
Qualitat (<i>f</i>), quality, grade	3
qualitativ (<i>adj</i>), qualitative	1
Qualitätsrohr (<i>n</i>), high-grade pipe	1
Qualitätstemporguss (<i>m</i>), quality casting, high-grade malleable casting	3
quantitativ (<i>adj</i>), quantitative	7
Quarz (<i>m</i>), quartz	2
Quarz-Pyrit-Eisenglanzgang (<i>m</i>), vein of quartz pyrite and specular iron ore	1
Quarzrohr (<i>n</i>), quartz tube	1
quaternar (<i>adj</i>), quarternary, fourfold	4
Quecksilber (<i>n</i>), mercury, quicksilver	4
Quecksilberacetat (<i>n</i>), mercuric acetate	1
Quecksilberdichlorid (<i>n</i>), mercury dichloride, mercuric chloride	1
Quecksilberoxyd (<i>n</i>), mercuric oxide	1
Quelle (<i>f</i>), source	1
Quellensammlung (<i>f</i>), collection of sources, compilation of sources	3
Quercit (<i>m</i>), quercitol, quercite	1
Querschnitt (<i>m</i>), cross section	2
Quito (<i>n</i>), Quito (province and capital of Ecuador)	1

R

Radikal (<i>n</i>), radical	2	Reduktionsgeschwindigkeit (<i>f</i>), speed of reduction	2
Radlenker (<i>m</i>), wheel rod, guiding wheel	1	Reduktionsmittel (<i>n</i>), reducing agent	4
Radreifen (<i>m</i>), tire and rim	1	Reduktionsprodukt (<i>n</i>), reduction product	2
Raffinieren (<i>n</i>), refining	2	Reduktionsstufe (<i>f</i>), stage of reduction, degree of reduction	2
rapid(e) (<i>adj</i> , <i>adv</i>), rapidly	3	reduzierbar (<i>adj</i>), reducible	1
rasch (<i>adj</i>), quick, rapid	3	reduzieren (<i>v</i>), to reduce	28
rauchen (<i>v</i>), to fume, to smoke	2	Reduzierfähigkeit (<i>f</i>), reducing capability, reducing power	1
rauchend (<i>p adj</i>), fuming	4	Reflexion (<i>f</i>), reflection	2
rauchgrau (<i>adj</i>), smoky gray	1	Reflexpleochroismus (<i>m</i>), reflection pleochroism	1
Rauchrohr (<i>n</i>), smoke flue, fire tube	1	Reflexvermögen (<i>n</i>), power of reflection	3
Reagens (<i>auf</i>) (<i>n</i>), reagent (for)	3	Regel (<i>f</i>), rule, principle, in der —, as a rule, generally	4
Reagensglas (<i>n</i>), test tube	2	Regelmässigkeit (<i>f</i>), conformity to law, regularity, uniformity	1
reagieren (<i>v</i>), to react	9	regelrecht (<i>adj</i>), in accordance with (rule) precept, letter perfect, regular, correct	1
Reaktion (<i>f</i>), reaction	18	Regelung (<i>f</i>), regulation, control, ordering	3
reaktionsbefördernd (<i>p adj</i>), reaction-promoting	1	Regenmantelstoff (<i>m</i>), raincoat material	1
reaktionsfähig (<i>adj</i>), very reactive, very capable of reacting	1	Regionalmetamorphose (<i>f</i>), regional metamorphosis	1
Reaktionsgas (<i>n</i>), reaction gas	2	registrieren (<i>v</i>), to register, to record, to index	1
Reaktionsgeschwindigkeit (<i>f</i>), speed of reaction	2	Regulus (<i>m</i>), regulus	1
Reaktionsprodukt (<i>n</i>), reaction product	4	Reibechtheit (<i>f</i>), fastness to rubbing	2
Reaktionstemperatur (<i>f</i>), reaction temperature	1	Reiben (<i>n</i>), friction	1
Reaktionswasser (<i>n</i>), reaction water	2	reiben (<i>v</i>), to rub, to erase	1
realisierbar (<i>adj</i>), realizable	1	Reibunechtheit (<i>f</i>), lack of fastness to rubbing	1
rechnen (<i>v</i>), to calculate, to compute	1	Reibung (<i>f</i>), rubbing, friction	1
Rechnung (<i>f</i>), calculation	1	reich (<i>adj</i>), rich, abundant	3
recht (<i>adj</i>), right, correct, true, (<i>adv</i>), very, quite	8	reichlich (<i>adj</i>), abundant, full, plentiful	5
rechteckig (<i>adj</i>), rectangular	4	Reihe (<i>f</i>), series, number, row, group	14
Rede (<i>f</i>), speech, discourse	1	Reihenfolge (<i>f</i>), order, succession	1
Reduktion (<i>f</i>), reduction	26		
Reduktionsbeginn (<i>m</i>), beginning of the reduction, origin of reduction	1		
Reduktionsfähigkeit (<i>f</i>), ability to reduce, reducing power (ability)	1		

rein (<i>adj</i>), pure, clean	40	rennen (<i>v</i>), to run, to leak, to drop	1
Reinaluminium (<i>n</i>), pure aluminium	1	Rohcellulose (<i>f</i>), raw cellulose	1
Reingewinnung (<i>f</i>), = Reingewinn (<i>m</i>), purifying, purification, preparation in a pure condition	1	Roheisen (<i>n</i>), pig iron	16
Reinheit (<i>f</i>), purity, pureness	4	Roheisendarstellung (<i>f</i>), pig-iron production	1
Reinheitsstufe (<i>f</i>), degree of purity	1	Roheisensorte (<i>f</i>), type of pig iron, grade of pig iron	6
reinigen (<i>v</i>), to purify	1	Roheisenverfahren (<i>n</i>), pig-iron process	2
Reinigung (<i>f</i>), purification	2	rohgegossen (<i>p adj</i>), cast in the crude, crude cast	1
relativ (<i>adj</i>), relative	4	rohgewalzt (<i>p adj</i>), crude rolled	1
rentieren (<i>v</i>), to pay, to yield a profit, to make profitable	1	Rohkautschuk (<i>m</i>), raw rubber, crude rubber	3
Reoxydation (<i>f</i>), reoxidation	1	Rohphenol (<i>n</i>), crude phenol	1
reoxydieren (<i>v</i>), to reoxidize	1	Rohprodukt (<i>n</i>), raw product	1
Resorcin (<i>n</i>), resorcinol	2	Rohr (<i>n</i>), tube, pipe, flue	21
Rest (<i>m</i>), residue, remainder, rest	2	Rohrchen (<i>n</i>), little tube	2
restlos (<i>adj</i>), without leaving a residue, absolutely	2	Rohrmethode (<i>f</i>), pipe (method) process	3
Resultat (<i>n</i>), result	2	Rohrschlange (<i>f</i>), coil of pipe	1
Retorte (<i>f</i>), retort	1	Rohrwerk (<i>n</i>), tubing	1
reversibel (<i>adj</i>), reversible, vice versa	1	Rohstoff (<i>m</i>), raw material	4
Rhomboeder (<i>n</i>), rhombohedron	1	Rolle (<i>f</i>), part, rôle, eine — spielen , to play a part	3
richten (<i>v</i>), to direct, to arrange, sich — nach , to be governed by, to depend on, to be calculated, to be determined by	3	römisch (<i>adj</i>), Roman	1
nichtig (<i>adj</i>), correct, right	1	rontgenographisch (<i>adj</i>), X-ray graphic, Roentgenographic	1
Richtung (<i>f</i>), direction, course	3	Rost (<i>m</i>), rust	6
riechen (<i>v</i>), to smell, to reek	1	Rostbildung (<i>f</i>), rust formation	2
Riegel (<i>m</i>), rail, bar, bolt	1	Rosten (<i>n</i>), rusting, corrosion	1
riesig (<i>adj</i>), gigantic	1	rosten (<i>v</i>), to rust	2
Riffelblech (<i>n</i>), corrugated sheet steel	1	rostend (<i>p adj</i>), rusting	1
riffeln (<i>v</i>), to corrugate, to groove, to channel	1	Rostgeschwindigkeit (<i>f</i>), speed of rusting	3
Ringgheder (<i>n pl</i>), ring members	1	Rostneigung (<i>f</i>), tendency to rust	1
Ringschliessung (<i>f</i>), ring closure, cyclization	1	Rostprozess (<i>m</i>), rusting process	1
Ringschluss (<i>m</i>), ring closure, cyclization	1	Rostschicht (<i>f</i>), rust layer	1
Runnen (<i>n</i>), run, flow, trickle	1	Rostwirkung (<i>f</i>), rust action	2
		rot (<i>adj</i>), red	19
		rotbraun (<i>adj</i>), red-brown	1
		Roteisen (<i>n</i>), red iron (hematite)	1
		Roteisenstein (<i>m</i>), hematite	3
		Rotel (<i>m</i>), red ochre, a soft ochrous variety of hematite	2

roten (<i>v</i>), toadden	1	salpetrig (<i>adj</i>), nitrous, —e	
Rotfärbung (<i>f</i>), red coloration	2	Säure , nitrous acid	3
rotglühend (<i>adj</i>), red-hot, —es		salpetrigsäurehaltig (<i>adj</i>), containing nitrous acid	1
Eisen , red-hot iron	2	Salz (<i>n</i>), salt	23
Rotglut (<i>f</i>), red heat	1	salzartig (<i>adj</i>), saltlike, salty	1
Rotieren (<i>n</i>), rotating, rotation	1	Salzbildung (<i>f</i>), salt formation, salification	2
rotieren (<i>v</i>), to rotate	1	Salzgemisch (<i>n</i>), salt mixture, mixture of salts	1
Rotungsprozess (<i>m</i>), reddening process	1	Salzlosung (<i>f</i>), salt solution	3
Rubin (<i>m</i>), ruby	1	salzsauer (<i>adj</i>), of or combined with hydrochloric acid, hydrochloride of (aniline and similar bases), —es Anilin , aniline hydrochloride	2
Rubinglimmer (<i>m</i>), goethite	1	Salzsaure (<i>f</i>), hydrochloric acid, muriatic acid	17
Rückflussskühler (<i>m</i>), reflux condenser	5	Salzsaure-Dampf (<i>m</i>), hydrochloric acid vapor	1
rückgewinnen (<i>v</i>), to recover	1	Salzwasser (<i>n</i>), salt water	1
Rückschau (<i>f</i>), review, look in the past, retrospect	1	sammeln (<i>v</i>), to collect, to gather	2
Rücksicht (<i>f</i>), regard, mit — auf, in (with) regard to	1	sämtlich (<i>adj</i>), all together, complete, collected	2
Rückstand (<i>m</i>), residue	5	Sand (<i>m</i>), sand	1
Rückweg (<i>m</i>), return route, way back	1	sanitär (<i>adj</i>), sanitary	1
Ruhe (<i>f</i>), rest, repose, quiet, stagnation	1	sättigen (<i>v</i>), to saturate	2
ruhig (<i>adj</i> , <i>adv</i>), quiet(ly), still	4	Sättigung (<i>f</i>), saturation	1
Rühren (<i>n</i>), stirring, agitation, beating	1	Sättigungszustand (<i>m</i>), saturation state	1
ruhren (<i>v</i>), to stir, to move	1	sauer (<i>adj</i>), acid(ic), sour, — machen, to acidify	1
rund (<i>adj</i> , <i>adv</i>), round, about, approximately	5	Sauerstoff (<i>m</i>), oxygen	28
Rundeisen (<i>n</i>), round (bar) iron	1	Sauerstoffatom (<i>n</i>), oxygen atom	3
Rundkolben (<i>m</i>), round flask	1	sauerstofffrei (<i>adj</i>), free from oxygen	1
rundlich (<i>adj</i>), roundish	1	Sauerstoffgehalt (<i>m</i>), oxygen content	2
Russ (<i>m</i>), soot, carbon black	1	sauerstoffhaltig (<i>adj</i>), oxygen-containing, containing oxygen	1
russend (<i>p adj</i>), sooty	1	Sauerstoffverbindung (<i>f</i>), oxygen compound, oxide	7
S			
Saft (<i>m</i>), sap, syrup	1	Saugflasche (<i>f</i>), suction bottle or flask	2
Saftreinigung (<i>f</i>), purification of juice	1	Säure (<i>f</i>), acid	36
Salicylsäure (<i>f</i>), salicylic acid	5		
Salmiak (<i>m</i>), sal ammoniac	1		
Salpeterbad (<i>n</i>), niter bath	1		
Salpetersäure (<i>f</i>), nitric acid	11		
Salpetersäurelösung (<i>f</i>), nitric acid solution	1		

Säureamid (<i>n</i>), acid amide	1	Schlackengehalt (<i>m</i>), slag content	1
Säurecharakter (<i>m</i>), acid nature	1	Schlackenschicht (<i>f</i>), slag layer	1
Säurechlorid (<i>n</i>), acid chloride	2	schlackig (<i>adj</i>), scoraceous, slaggy, drossy, chinkery	1
Säurehalogenid (<i>n</i>), acid halide	2	Schlagen (<i>n</i>), beating, agitation	1
Schädigung (<i>f</i>), injury	†	schlagen (<i>v</i>), to beat	2
schädlich (<i>adj</i>), dangerous, injurious, noxious	4	Schlagprobe (<i>f</i>), percussion test, impact test or test piece	1
Schädling (<i>m</i>), insect, pest	2	Schlangenkühler (<i>m</i>), spiral or coil condenser	3
schaffen (<i>v</i>), to create, to make, to produce	1	Schlauch (<i>m</i>), tube, pipe (of flexible material), rubber tube	1
schalten (<i>v</i>), to connect	1	schlauchähnlich (<i>adj</i>), tubelike	1
scharf (<i>adj</i> , <i>adv</i>), sharp, strict(ly), definitely	5	Schlauchleitung (<i>f</i>), rubber tube, hose line	1
Schaukelrad (<i>n</i>), paddlewheel	1	Schlauchstück (<i>n</i>), piece of rubber tubing, tubing attachment	1
scheidbar (<i>adj</i>), separable	1	Schlauchstückchen (<i>n</i>), small piece of rubber tubing	1
scheinen (<i>v</i>), to appear, to seem, to shine	6	schlecht (<i>adj</i>), bad, (<i>adv</i>), hardly	1
Scheitern (<i>n</i>), failure, going to the rocks, floundering	2	schlechtthun (<i>adv</i>), merely, plainly, simply	1
scheitern (<i>v</i>), to fail, to be frustrated, to shatter, to flounder, — <i>an</i> , to fail owing to	1	schliessen (<i>v</i>), to close, to conclude	5
schematisch (<i>adj</i> , <i>adv</i>), schematic, diagrammatic(ally)	1	schliesslich (<i>adv</i>), at last, finally	10
Schicht (<i>f</i>), layer	2	Schliff (<i>m</i>), grinding, sharpening	1
Schichtdicke (<i>f</i>), layer thickness	1	Schliffe (<i>m</i> <i>pl</i>), (literally, grindings) ground-glass joints	1
schieben (<i>v</i>), to push, to shove, to slide, to move	1	Schluss (<i>m</i>), conclusion, close, end	6
Schiefer (<i>m</i>), shale, slate, flaw (in iron)	1	Schlussfolgerung (<i>f</i>), conclusion	4
Schieferöl (<i>n</i>), shale oil	1	schmecken (<i>v</i>), to taste	1
Schiene (<i>f</i>), rail	1	schmelzbar (<i>adj</i>), fusible, melt-able	1
Schienenstahl (<i>m</i>), rail steel	1	Schmelze (<i>f</i>), melt, fusion	21
Schnesspulver (<i>n</i>), gunpowder	1	Schmelzelektrolyse (<i>f</i>), fusion electrolysis	1
Schiffsbau (<i>m</i>), ship building	1	schmelzen (<i>o</i> , <i>o</i>) (<i>v</i>), to melt, to fuse	14
Schiffsblech (<i>n</i>), ship plate	2	Schmelzprodukt (<i>n</i>), fusion product	1
Schiffskessel (<i>m</i>), marine boiler	2	Schmelzpunkt (<i>m</i>), melting point	5
Schiffsmaschinenbau (<i>m</i>), construction of ship machinery	2	Schmelzpunktstabelle (<i>f</i>), table of melting points	1
schildern (<i>v</i>), to depict	1		
Schüler (<i>m</i>), indescence	1		
schlackenbildend (<i>p</i> <i>adj</i>), slag-forming	5		
Schlackeneinschluss (<i>m</i>), slag content, inclusion of slag, slag inclusion	3		

Schmelzpunktsvolumen (<i>n</i>), volume at the melting point	1	Schütteln (<i>n</i>), shaking, agitation, stirring	6
Schmelzung (<i>f</i>), fusion, melting, smelting	8	schütteln (<i>v</i>), to shake, to agi- tate	4
Schmelzwärme (<i>f</i>), melting heat, heat of fusion	2	schützen (<i>vor</i>) (<i>v</i>), to protect (from), to guard, to preserve, sich — (<i>vor, gegen</i>) to protect oneself (against)	7
Schmied (<i>m</i>), blacksmith, smith	1	schützend (<i>pr p, adj</i>), protect- ing, protective	1
schmiedbar (<i>adj</i>), malleable, forgeable, wrought	29	schwach (<i>adj, adv</i>), weak(ly), faint(ly), slight(lv), feeble	13
Schmiedbarkeit (<i>f</i>), malleabil- ity	3	schwammförmig (<i>adj</i>), sponge- like	2
Schmiedeeisen (<i>n</i>), malleable iron, wrought iron	8	schwammig (<i>adj</i>), spongy, porous	1
Schmieden (<i>n</i>), forging	1	schwanken (<i>v</i>), to vary, to fluc- tuate	3
Schmurgeln (<i>n</i>), rubbing, polish- ing with emery	1	Schwankung (<i>f</i>), fluctuation	1
schmurgeln (<i>v</i>), to rub with emery	1	schwarz (<i>adj</i>), black	2
schnell (<i>adj, adv</i>), quick(ly), fast, rapid(lv)	4	Schwarzblech (<i>n</i>), black plate (iron), unlined plate iron	2
Schnitt (<i>m</i>), cross section, cut	1	Schwarzfärbung (<i>f</i>), black color- ing, unter —, accompanied with black coloration	1
Schnupfen (<i>m</i>), cold, catarrh	1	schwarzkermig (<i>adj</i>), black heart (malleable iron)	2
schokoladenbraun (<i>adj</i>), choco- late brown	1	Schwarzpulver (<i>n</i>), black powder	1
schon (<i>adv</i>), already, even, in- deed, — seit , for	43	schwedisch (<i>adj</i>), Swedish, — es Eisen , Swedish pig	2
Schonheit (<i>f</i>), beauty	1	Schwefel (<i>m</i>), sulfur	19
schräg (<i>adj, adv</i>), oblique(ly)	3	Schwefelammonium (<i>n</i>), ammo- nium sulfide	4
Schraube (<i>f</i>), screw	2	Schwefeldioxyd (<i>n</i>), sulfur di- oxide	1
Schraubeneisen (<i>n</i>), screw iron, screw stock, sections for screws	2	Schwefelfarbstoff (<i>m</i>), sulfur dyestuff	1
Schraubenkuhler , (<i>m</i>), helical condenser or cooler	2	Schwefelgehalt (<i>m</i>), sulfur con- tent	1
schreiben (<i>ie, ie</i>) (<i>v</i>), to write	1	schwefelhaltig (<i>adj</i>), containing sulfur, sulfurous	1
Schritt (<i>m</i>), step, stride	1	Schwefelkohlenstoff (<i>m</i>), carbon disulfide	5
Schrot (<i>n</i> and <i>m</i>), piece, small shot, hail-shot, slugs	2	Schwefelkohlenstofflösung (<i>f</i>), carbon disulfide solution	1
Schrott (<i>m</i>), scrap (iron), scrap metal	2	Schwefelsäure (<i>f</i>), sulfuric acid	36
Schrottanteil (<i>m</i>), scrap piece	1		
Schrottroheisenverfahren (<i>n</i>), scrap pig-iron process, scrap and pig process	2		
Schuh (<i>m</i>), shoe	1		
Schuppe (<i>f</i>), scale, flake	1		
schuppen (<i>v</i>), to scale off, to strip of scales	1		

Schwefelsäurekontaktverfahren (<i>n</i>), sulfuric acid contact process	1	Seifenbildung (<i>f</i>), alluvial formation (geology), soap formation	1
Schwefelsäuremonohydrat (<i>n</i>), sulfuric acid monohydrate	1	sein (<i>pron</i>), its, his	15
Schwefelsäuremonophenylester (<i>m</i>), monophenyl ester of sulfuric acid	1	Seite (<i>f</i>), page, side	46
Schwefelwasserstoff (<i>m</i>), hydrogen sulfide	1	Seitenkette (<i>f</i>), side chain	2
schweiflig (<i>adj</i>), sulfurous	3	Seitenstück (<i>n</i>), counterpart, parallel	1
Schwefligsäureester (<i>m</i>), sulfurous acid ester	1	seither (<i>adv</i>), till now, since that time	1
schweigen (<i>v</i>), to be silent, to hush	1	seitlich (<i>adj</i>), lateral, side	5
Schweisseisen (<i>n</i>), wrought iron	3	(<i>adv</i>), on (at) the side	5
schweißen (<i>v</i>), to weld	2	sekundär (<i>adj</i>), secondary	2
Schweisschmiedeisen (<i>n</i>), wrought iron	1	Sekunde (<i>f</i>), second	1
Schweissschmelzeisen (<i>n</i>), wrought iron	1	selb(e) (<i>adj</i>), same, self	2
Schweissschmelzeisen (<i>n</i>), wrought iron	1	selbst (<i>adv</i>), even	4
Schweissschmelzeisen (<i>n</i>), wrought iron	1	selbst (<i>pron</i>), self, itself	10
Schweissschmelzeisen (<i>n</i>), wrought iron	1	selbstverständlich (<i>adj</i>), self-evident, obviously, of course	1
Schweissschmelzeisen (<i>n</i>), wrought iron	1	Selen (<i>n</i>), selenium	1
Schweissschmelzeisen (<i>n</i>), wrought iron	1	selten (<i>adj</i>), scarce, seldom, rare(ly)	4
Schweissschmelzeisen (<i>n</i>), wrought iron	1	Seltenheit (<i>f</i>), rarity	2
Schweissschmelzeisen (<i>n</i>), wrought iron	1	Semicarbazid (<i>n</i>), semicarbazide	1
Schweissschmelzeisen (<i>n</i>), wrought iron	1	Senf (<i>n</i>), mustard oil	1
Schweissschmelzeisen (<i>n</i>), wrought iron	1	senkrecht (<i>adj</i>), perpendicular	1
Schweissschmelzeisen (<i>n</i>), wrought iron	1	setzen (<i>v</i>), to set, to settle, to put	5
Schweissschmelzeisen (<i>n</i>), wrought iron	1	sich (<i>refl pron</i>), oneself, himself, itself, themselves (usually omitted by translating the verb passive), an —, in itself (themselves), an und für —, in itself, taken by itself	1
Schweissschmelzeisen (<i>n</i>), wrought iron	1	sicher (<i>adj, adv</i>), safe(ly), certain, sure, reliable, positive	2
Schweissschmelzeisen (<i>n</i>), wrought iron	1	Sicherheit (<i>f</i>), certainty	2
Schweissschmelzeisen (<i>n</i>), wrought iron	1	Sicherheitswasserbad (<i>n</i>), safety water bath	1
Schweissschmelzeisen (<i>n</i>), wrought iron	1	sichern (<i>v</i>), to secure, insure	1
Schweissschmelzeisen (<i>n</i>), wrought iron	1	sichtbar (<i>adj</i>), visible, evident	2
Schweissschmelzeisen (<i>n</i>), wrought iron	1	sichtlich (<i>adj</i>), evident, obvious	1
Schweissschmelzeisen (<i>n</i>), wrought iron	1	Sichtung (<i>f</i>), sifting	1
Schweissschmelzeisen (<i>n</i>), wrought iron	1	Sident (<i>m</i>), siderite	1
Schweissschmelzeisen (<i>n</i>), wrought iron	1	sie (<i>pron</i>), it, she, they, her, them	12
Schweissschmelzeisen (<i>n</i>), wrought iron	1	siebent(e) (<i>adj</i>), seventh	1

Siedegefäß (<i>n</i>), boiling vessel	2	product), silcospiegel (trade name), specular silicon	1
Siedehitze (<i>f</i>), boiling heat	1	Silizium , see Silicium	
Siedekonstante (<i>f</i>), boiling-point constant	2	sinken (<i>a, u</i>) (<i>v</i>), to fall, to drop, to subside, — <i>d</i> , falling, mit — <i>er Temperatur</i> , with falling temperature	5
Sieden (<i>n</i>), boiling, seething	3	Sinn (<i>m</i>), sense, meaning, manner, way, in demselben —, in the same way	4
sieden (<i>v</i>), to boil	13	Sirup (<i>m</i>), syrup	1
Siedepunkt (<i>m</i>), boiling point	8	sitzen (<i>v</i>), to sit	1
Siedepunktsbestimmung (<i>f</i>), boiling-point determination	2	Skalenoeder (<i>n</i>), scalenohedron (a pyramidal shape of rhombohedral type enclosed by 12 faces, each a scalene triangle)	1
Siedepunktserhöhung (<i>f</i>), boiling-point elevation	1	skalenoeidrisch (<i>adj</i>), scalenohedronal	2
Siederohr (<i>n</i>), boiler tube, distilling tube	2	Skelett (<i>n</i>), skeleton	2
Sieg (<i>m</i>), victory, zum — <i>e führen</i> , to lead to victory	1	so (<i>adv</i>), thus, so, in this or that manner, in such a way, — (gross) wie, as (large) as, — dass, so that, (so is not to be translated at all when it introduces the result clause in conditional sentences)	100
Siegszug (<i>m</i>), triumphal train, progress	1	Soda (<i>f</i>), soda	2
siehe Tabelle, see the table	1	Sodafabrik (<i>f</i>), soda factory	2
Siemens-Martin-Charge (<i>f</i>), Siemens-Martin charge, basic open-hearth charge	1	Sodaindustrie (<i>f</i>), soda industry	1
Siemens-Martin-Eisen (<i>n</i>), Siemens-Martin iron	1	Sodalösung (<i>f</i>), soda solution	1
Siemens-Martin-Flusseisen (<i>n</i>), Siemens-Martin ingot iron	1	sodann (<i>adv</i>), after that, then	3
Siemens-Martin-Prozess (<i>m</i>), Siemens-Martin process, basic open-hearth process	1	sofort (<i>adv</i>), immediately, at once	4
Siemens-Martin-Stahl (<i>m</i>), Siemens-Martin steel	1	sogar (<i>adv</i>), even	5
Siemens-Martin-Verfahren (<i>n</i>), Siemens-Martin process	2	sogenannt (<i>p adj</i>), so-called	9
Silbercyanat (<i>n</i>), silver cyanate	1	sogleich (<i>adv</i>), at once	1
silbergrau (<i>adj</i>), silver gray	1	Sojabohnenextrakt (<i>m</i>), soybean extract	2
Silbernitrat (<i>n</i>), silver nitrate	6	solange (<i>adv</i>), as long as	1
Silbernitratlösung (<i>f</i>), silver nitrate solution	1	solcher (<i>adj</i>), such, such as; ein — (<i>pron</i>), such a one, <i>pl</i> , such ones	36
Silicat (<i>n</i>), silicate	2	sollen (<i>v</i>), to be obliged or bound in duty, to be supposed to, to have to, to be said, (used as aux = shall, should, ought, must)	28
Silicium (<i>n</i>), silicon	1		
Siliciumdioxid (<i>n</i>), silicon dioxide	1		
Siliciumtetrachlorid (<i>n</i>), silicon tetrachloride	1		
Siliciumzusatz (<i>m</i>), addition of silicon, silicon charge	2		
Silikospiegel (<i>m</i>), ferromanganese silicon (blast-furnace			

somit (<i>conj</i>), therefore, hence	3	Species (<i>f</i>), species	1
Sommertemperatur (<i>f</i>), summer temperature	1	Speculant (<i>m</i>), specular hematite	2
Sonderblech (<i>n</i>), special plate	2	Spektroskopie (<i>f</i>), spectroscopy (investigation of spectra)	1
Sonderfall (<i>m</i>), special case	1	Spektrum (<i>pl</i> , Spektren) (<i>n</i>), spectrum, spectra	2
sondern (<i>adv</i>), to the contrary, but (corrects a preceding negative statement)	11	spezial (<i>adj</i>), special	4
Sonderstahl (<i>m</i>), special steel	1	Spezialkapitel (<i>n</i>), particular chapter	1
Sonnenlicht (<i>n</i>), sunlight	3	Speziallegierung (<i>f</i>), special alloy	2
sonst (<i>adv</i>), else, otherwise	3	Spezialstahl (<i>m</i>), special steel, off-grade steel	2
sonstig (<i>adj</i>), other	1	speziell (<i>adj</i>), special, especially	14
Sorge (<i>f</i>), care	1	spezifisch (<i>adj</i>), specific	7
sorgen (<i>v</i>), to care for, — für, to provide for	3	Spiegelbildung (<i>f</i>), mirror formation	1
sorgfältig (<i>adj</i>), careful(ly)	5	Spiegeleisen (<i>n</i>), spiegeleisen, (specular) iron	2
Sorte (<i>f</i>), species, sort, quality, type	10	Spiegeleisenzusatz (<i>m</i>), addition of spiegeleisen	3
soweit (<i>adv</i>), so far, (<i>conj</i>), as far as, as for so	3	Spielball (<i>m</i>), ball for playing	1
sowie (<i>adv</i>), as well as, both and	42	spielen (<i>v</i>), to play, eine Rolle —, to play a part	3
sowohl als auch (<i>conj</i>), as well as, both and	6	Spinnell (<i>m</i>), spinel	1
spaltbar (<i>adj</i>), splittable, cleavable	1	spinnellartig (<i>adj</i>), spinel-like	2
Spaltbarkeit (<i>f</i>), cleavage, cleavability	2	Spinnellgesetz (<i>n</i>), spinel law	1
Spalte (<i>f</i>), column, fissure	2	Spinnellgruppe (<i>f</i>), spinel group	1
spalten (<i>v</i>), to split, to divide, to cut open, spaltend (<i>adv</i>), hydrolytically	4	Spinnelltyp (= Spinnelltypus) (<i>m</i>), spinel type	1
Spaltung (<i>f</i>), dissociation, decomposition, cleaving	2	Spiralröhre (<i>f</i>), spiral tube	1
Spaltungsprozess (<i>m</i>), cleaving process		spitz (<i>adj</i>), sharp, pointed	1
Span (<i>m</i>), chip, splinter, shred	1	Spitze (<i>f</i>), point, tip	1
Spanier (<i>m</i>), Spaniard	1	Sprachgebrauch (<i>m</i>), colloquial usage	1
spanisch (<i>adj</i>), Spanish	1	sprechen (<i>v</i>), to speak, — für, to argue for, to be proof for, — von, to speak about	6
Spannungsunterschied (<i>m</i>), difference in tension	1	Sprengstoff (<i>m</i>), explosive	1
Spat (<i>m</i>), spar	1	Sprengstoffindustrie (<i>f</i>), explosive industry	1
spät (<i>adj</i>), late(ly)	8	springen (<i>v</i>), to crack	1
Spateisen (<i>n</i>), siderite (iron)	1	Spritze (<i>f</i>), syringe, spray	1
Spateisensteingang (<i>m</i>), siderite vein	1	spröde (<i>adj</i>), brittle, short	1
später (<i>adv</i> , comp of spät), later	11	Sprödigkeit (<i>f</i>), brittleness	1
		sprunghaft = sprungweise (<i>adv</i>), by leaps, suddenly, by jumps	1

spülen (<i>v</i>), to rinse, to wash	1	steigen (<i>ie, ie</i>) (<i>v</i>), to ascend, to rise, to increase, to arise	6
Spur (<i>f</i>), track, trace, line	7	steigern (<i>v</i>), to increase	1
Staat (<i>m</i>), state, nation	2	Steigerung (<i>f</i>), increase	1
Stab (<i>m</i>), staff, rod, bar, slab	3	Steighöhe (<i>f</i>), height of ascent	1
Stäbchen (<i>n</i>), small rod	1	Steigrohr (<i>n</i>), ascending pipe or tube	1
Stabeisen (<i>n</i>), bar iron, (<i>pl</i>), bars, rounds	3	Stein (<i>m</i>), rock, stone	1
Stabform (<i>f</i>), rod form or shape	1	Steinkohle (<i>f</i>), hard coal	1
stabil (<i>adj</i>), stable	1	Steinkohlenteer (<i>m</i>), coal tar	7
Stabilität (<i>f</i>), stability	1	Steinmeteorit (<i>m</i>), rock or stone meteorite	1
Stadium (<i>pl</i> , Stadien) (<i>n</i>), stage, phase	2	Stelle (<i>f</i>), place, point, spot, position, an — (von), instead (of)	16
Stahl (<i>m</i>), steel	23	stellen (<i>v</i>), to place, to put, to set	7
Stahlblau (<i>n</i>), steel blue, steel gray	1	Stellung (<i>f</i>), place, position	2
Stahldrahterzeugung (<i>f</i>), steel-wire production	1	Sterilisierung (<i>f</i>), sterilization	1
Stahleisen (<i>n</i>), open-hearth pig iron	5	stetig (<i>adj</i>), continuous, constant	1
Stahlerzeugung (<i>f</i>), steel production	2	stets (<i>adv</i>), always, continually	10
Stahlformguss (<i>m</i>), steel (mold) casting	4	Stich (<i>m</i>), tinge (of colors)	3
Stahlguss (<i>m</i>), cast steel	1	Stickstoff (<i>m</i>), nitrogen	22
stammen (von) (<i>v</i>), to descend (from), to arise (from), to come from, to be derived (from)	8	Stickstoffatom (<i>n</i>), nitrogen atom	1
Stammsubstanz (<i>f</i>), parent substance	3	Stickstoffdioxyd (<i>n</i>), nitrogen peroxide	2
Standpunkt (<i>m</i>), standpoint, view	3	Stickstoffmenge (<i>f</i>), quantity of nitrogen	1
stark (<i>adj</i> , <i>adv</i>), strong(ly), very, highly, greatly, much	33	Stickstoffoxyd (<i>n</i>), nitrogen oxide	1
Stärke (<i>f</i>), strength, starch	2	Stiftdraht (<i>m</i>), wire for making nails	2
statistisch (<i>adj</i>), statistical	2	Stillstand (<i>m</i>), standstill, stop, zum — kommen , to stop, to cease	2
Statt (<i>f</i>), place, von — en gehen , to proceed, to go or come off, to succeed	1	Stöchiometrie (<i>f</i>), stoichiometry	1
statt (<i>prep</i> with <i>gen</i>), instead of	4	Stoff (<i>m</i>), substance, material	14
stattfinden (<i>v</i>), to take place, to occur	5	Stoffbahn (<i>pl</i> , Stoffbahnen) (<i>f</i>), strip or width of cloth, clothing material, breadth	2
statthaft (<i>adj</i>), permissible, allowable	1	Stoltzenbergkühler (<i>m</i>), Stoltzenberg condenser	1
stecken (<i>vi</i>), to occur	1	Stopfen (<i>m</i>), stopper, cork	3
stehen (<i>v</i>), to stand, to be	15	stören (<i>v</i>), to disturb, destroy	2
Stehenlassen (<i>n</i>), immersion, allowing to stay	2	stossen (<i>v</i>), to pulverize, to bump	1

Strammheit (<i>f</i>), rigidity, tightness 1	Sublimation (<i>f</i>), sublimation 1
Strassenbahn (<i>f</i>), street railway 1	sublimieren (<i>v</i>), to sublime or sublimate 1
streben (<i>v</i>), to strive 1	submarin (<i>adj</i>), submarine, under-sea 1
Streckgrenze (<i>f</i>), yield point 1	Substanz (<i>f</i>), substance, matter, stuff 38
streichen (<i>v</i>), to rub, to stroke 1	substituieren (<i>v</i>), to substitute 1
streifen (<i>v</i>), to touch on, to graze 1	Substitution (<i>f</i>), substitution 1
streng (<i>adj</i> , <i>adv</i>), severe(ly), strict(ly), sharp(ly), close(ly) 2	Substitutionsprodukt (<i>n</i>), substitution product 1
Strich (<i>m</i>), streak 1	Suche (<i>f</i>), search, quest 1
Strom (<i>m</i>), current, stream 6	suchen (<i>v</i>), to search, to seek 1
strömend (<i>p adj</i>), streaming 2	Sulfat (<i>n</i>), sulfate 5
Stromintensität (<i>f</i>), current intensity 1	Sulfid (<i>n</i>), sulfide 2
Stromstärke (<i>f</i>), strength of current 1	Sulfocarbanilid (<i>n</i>), thiocarbanilide 1
Strontiumoxyd (<i>n</i>), strontium oxide 1	Sulfomonopersäure (<i>f</i>), permonosulfuric acid 2
Struktur (<i>f</i>), structure 3	Sulfoniumbasen (<i>f pl</i>), sulfonium bases 1
Strukturätzung (<i>f</i>), structure etching 2	Sulfosäure (<i>f</i>), sulfonic acid 3
Struktureigentümlichkeit (<i>f</i>), structural peculiarity 1	sulfunieren (<i>v</i>), to sulfonate, to sulfurize 2
Strukturelement (<i>n</i>), structure element 1	Sulfurierung (<i>f</i>), sulfonation 3
Strukturformel (<i>f</i>), structural formula 1	Sulfurylchlorid (<i>n</i>), sulfuryl chloride 2
Stück (<i>n</i>), piece, bit, lump 4	Superoxyd (<i>n</i>), peroxide 2
Stückchen (<i>n</i>), small piece 1	Susceptibilität (<i>f</i>), susceptibility 1
stückeln (<i>v</i>), to cut in pieces, to cut up 1	suspendieren (<i>v</i>), to suspend 2
studieren (<i>v</i>), to study 1	Suspension (<i>f</i>), suspension 3
Studium (<i>pl Studien</i>) (<i>n</i>), study, pursuit 2	Susse (<i>f</i>), sweetness 1
stufenweise (<i>adv</i>), by degrees, gradually, in stages 2	Suszeptibilität (<i>f</i>), susceptibility 3
stumpf (<i>adj</i>), blunt, dull, obtuse 1	Symbol (<i>n</i>), symbol 1
Stunde (<i>f</i>), hour, nach —n after several hours, 20 —n lang, for 20 hours 10	Synthese (<i>f</i>), synthesis 21
stürmisch (<i>adj</i>), turbid, stormy, violent 1	synthetisch (<i>adj</i>), synthetic 14
Sturz (<i>m</i>), fall, failure 1	System (<i>n</i>), system 15
Stütze (<i>f</i>), support, prop, stay 1	Systematik (<i>f</i>), system, order 1
sub (<i>prep</i>) (Latin), under 1	systematisch (<i>adj</i>), systematic 3
Sublimat (<i>n</i>), sublimate 1	System-Nummer (<i>f</i>), system number 10
	T
	tabellarisch (<i>adj</i>), tabulated, tabular 1
	Tabelle (<i>f</i>), table, synopsis, index 23

Täfelchen (<i>n</i>), little table, tablet, platelet	1	Tellur (<i>n</i>), tellurium	1
taflig (<i>adj</i>), tabular	1	Temperatur (<i>f</i>), temperature	89
Tag (<i>m</i>), day	1	Temperaturabfall (<i>m</i>), fall in temperature, decrease in temperature	1
tagen (<i>v</i>), to sit (of assemblies)	1	Temperaturdifferenz (<i>f</i>), difference in temperature	1
-tägig (<i>suffix</i> in compounds), lasting for a day	2	Temperaturerniedrigung (<i>f</i>), lowering of temperature	1
täglich (<i>adj</i>), daily	1	Temperaturgebiet (<i>n</i>), temperature range	4
Tat (<i>f</i>), fact, deed, in der —, in fact, indeed	1	Temperaturintervall (<i>n</i>), interval of temperature	1
Tatsache (<i>f</i>), fact	4	Temperaturunterschied (<i>m</i>), difference in temperature	2
tatsächlich (<i>adj</i>), actual, real, (<i>adv</i>), as a matter of fact, in reality, actually	1	Temperguss (<i>m</i>), malleable pig iron or cast iron	5
tauchen (<i>v</i>), to dip	1	Tempergusschrott (<i>m</i>), malleable iron scrap	2
Technik (<i>f</i>), technology, industry	2	temperieren (<i>v</i>), to temper	1
technisch (<i>adj</i> , <i>adv</i>), commercial(ly), industrial(ly), technical(ly)	32	Temperkohle (<i>f</i>), temper carbon	2
Teer (<i>m</i>), tar	6	Tempern (<i>n</i>), tempering, annealing	1
Teerbestandteil (<i>m</i>), tar ingredient	1	Temperroheisen (<i>n</i>), malleable pig iron	3
Teerfarben-Industrie (<i>f</i>), coal-tar dye industry	1	Temperroheisensorten (<i>f pl</i>), types of malleable iron	1
Teerkohlenwasserstoff (<i>m</i>), hydrocarbon tar	1	ternär (<i>adj</i>), ternary	2
teigig (<i>adj</i>), doughy, pasty, — es Eisen pasty iron, in —en Zustände, in a pasty condition	1	Terpentinol (<i>n</i>), oil (or spirit) of turpentine	1
Teigmasse (<i>f</i>), doughy mass	1	tertiär (<i>adj</i>), tertiary	1
Teil (<i>m</i>), part, portion, division, zum —, in part, partly, zum grössten —, for the most part, mostly	55	Teslastrom (<i>m</i>), current from a Tesla coil (named after the inventor)	2
Teilbarkeit (<i>f</i>), divisibility	1	Tetrabromcyclohexadienon (<i>n</i>), tetrabromocyclohexadienone	1
teilen (<i>v</i>), to divide	1	Tetrachloräthan (<i>n</i>), ethane tetrachloride	1
teils (<i>adv</i>), partly, in part	10	Tetrachlorchinon (<i>n</i>), tetrachloroquinone	1
teilweise (<i>adv</i>), partially, in part, partly		Tetrachlorkohlenstoff (<i>m</i>), carbon tetrachloride	3
T-Eisen (<i>n</i>), T-iron or beam (an iron bar whose cross section is T-shape)	1	Tetrachlormethan (<i>n</i>), methane tetrachloride, carbon tetrachloride	1
Telegraphendraht (<i>m</i>), telegraph wire	2	2, 3, 4, 6-Tetrachlor-phenol (<i>n</i>), 2, 3, 4, 6-tetrachlorophenol	1
Telephondraht (<i>m</i>), telephone wire	2		

tetragonal-skalenoeedrisch (<i>adj</i>), tetragonal scalenohedral	1	Thomasverfahren (<i>n</i>), Thomas process, basic Bessemer process	2
Textilindustrie (<i>f</i>), textile industry	1	tief (<i>adj</i>), deep, low	14
Textilmaschine (<i>f</i>), textile loom or machine	1	tiefblau (<i>adj</i>), deep blue	1
theoretisch (<i>adj</i>), theoretical	5	Tiefblaurot (<i>n</i>), dark blue red	1
thermisch (<i>adj</i>), thermal	19	tiefblutrot (<i>adj</i>), deep blood red	1
Thermometer (<i>n</i>), thermometer	6	Tiefengestein (<i>n</i>), plutonic rock	2
Thermometerskala (<i>f</i>), thermometer scale	1	Tiegel (<i>m</i>), crucible, pot	2
Thianthren (<i>n</i>), thianthrene	1	Tiegeldeckel (<i>m</i>), crucible cover, crucible lid	1
α-Thio-satin (<i>n</i>), α -thioisatin	1	Tiegelgussstahl (<i>m</i>), crucible cast steel, crucible steel	1
Thionaphthen-Reihe (<i>f</i>), thionaphthene series	1	Tiegelmaterial (<i>n</i>), crucible material	2
Thionylchlorid (<i>n</i>), thionyl chloride	2	Tiegelofen (<i>m</i>), crucible furnace	1
thiophenfrei (<i>adj</i>), thiophene free	1	Tiegelschmelzen (<i>n</i>), crucible fusion	2
Thiophenol (<i>n</i>), thiophenol	2	Tiegelschmelzverfahren (<i>n</i>), crucible process	5
Thiophosphorsäurediphenylester (<i>m</i>), diphenyl ester of thiophosphoric acid, diphenyl thiophosphate	1	Tiegelstahl (<i>m</i>), crucible steel	2
Thiophosphorkuretriphenylester (<i>m</i>), triphenyl ester of thiophosphoric acid, triphenyl thiophosphate	2	Tiegelverfahren (<i>n</i>), crucible process	1
Thioverbindung (<i>f</i>), thio compound	2	Tiegelwand (<i>f</i>), crucible wall	1
Thomas Eisen (<i>n</i>), Thomas iron, basic iron	1	Tier (<i>n</i>), animal	1
Thomasflußeisen (<i>n</i>), Thomas ingot iron, basic ingot iron	4	tierisch (<i>adj</i>), animal	2
Thomasmetall (<i>n</i>), Thomas metal	1	Ti-Gehalt (<i>m</i>), titanium content	2
Thomasprozess (<i>m</i>), Thomas process (the process most in use on the continent, for pig iron with high phosphorus content), basic Bessemer process	2	tinctorium (<i>n</i>), (= Tinktur) (<i>f</i>), tincture (alcoholic extract of animal or vegetable matter), „ Indigofera tinctoria “ Latin botanical name (same in English)	3
Thomasroheisen (<i>n</i>), pig iron	6	Titan (<i>n</i>), titanium	3
Thomasschmelzung (<i>f</i>), smelting by Thomas process	2	titanführend (<i>adj</i>), —es Eisen , titaniferous iron	1
Thomasstahl (<i>m</i>), Thomas steel, basic steel	1	titanomagnetisch (<i>adj</i>), titanomagnetic	1
		Titanomagnetit (<i>m</i>), titanomagnetite	2
		Titanstickstoffverbindung (<i>f</i>), titanium-nitrogen compound	1
		Titantetrachlorid (<i>n</i>), titanium tetrachloride	1
		titrimetrisch (<i>adj</i> , <i>adv</i>), titrimetrical(ly)	1
		<i>o</i>-Toluidin (<i>n</i>), <i>o</i> -toluidine	1
		<i>p</i>-Toluidin (<i>n</i>), <i>p</i> -toluidine	2

Toluol (<i>n</i>), toluene	3	2 2 4-Trichlor-cyclopentanol	
Tonerde (<i>f</i>), alumina	1	(<i>n</i>), 2, 2, 4-trichlorocyclopentanol	1
Tonform (<i>f</i>), clay model	1	2 4 6-Trichlor-phenol (<i>n</i>),	
Tonscherbe (<i>f</i>), pottery fragment	1	2, 4, 6-trichlorophenol	5
Tonstaub (<i>m</i>), clay dust	1	Triebkraft (<i>f</i>), motive power	2
Tonteller (<i>m</i>), pottery plate	1	2 4 6-Triiod-phenol (<i>n</i>), 2, 4, 6-triodophenol	4
Torbanit (<i>m</i>), torbanite	1	Trimethylcarbinol (<i>n</i>), trimethylcarbinol	1
Träger (<i>m</i>), girder, support, carrier, bearer	3	2 4 6-Trinitro-phenol (<i>n</i>), 2, 4, 6-trinitrophenol, picric acid	2
Trägerisen (<i>n</i>), girder iron	1	Trinkwasser (<i>n</i>), drinking water	3
Tragweite (<i>f</i>), extent, significance, range	1	trocken (<i>adj</i>), dry, anhydrous	9
Träne (<i>f</i>), tear	1	Trockne (<i>f</i>), dryness	1
tränken (<i>v</i>), to steep, to soak, to saturate	1	trocknen (<i>v</i>), to dry, to desiccate	4
Translationsebene (<i>f</i>), translation plane (a crystallographic sliding plane)	1	trocknend (<i>adj</i>), dry(ing)	1
Translationsfläche (<i>f</i>), translation surface or plane	1	Tropen (<i>f pl</i>), the tropics	1
Transport (<i>m</i>), transport(ation), conveyance, shipment	1	tropfen (<i>v</i>), to drop, to drip, to trickle	1
transportieren (<i>v</i>), to transport, to ship	1	Tropftrichter (<i>m</i>), dropping funnel	1
Traubenzucker (<i>m</i>), grape sugar, dextrose	2	tropisch (<i>adj</i>), tropic	1
Traubenzucker-Lösung (<i>f</i>), grape sugar solution	1	trotz (<i>prep</i> with gen), in spite of	3
treffen (<i>v</i>), to meet with, to find, to run across, eine Entscheidung —, to come to a decision, to decide upon	2	trotzdem (<i>adv</i>), in spite of this, nevertheless, although	3
treiben (<i>v</i>), to drive, to actuate, to work	2	truben (<i>sich</i>) (<i>v</i>), to trouble, to make turbid	2
trennen (<i>v</i>), to separate, to divide	4	Tubbing (<i>pl</i> , Tubbings), (<i>f</i>), tubing	2
Trennung (<i>f</i>), separation, division	5	Tubus (<i>m</i>), tube	1
treten (<i>v</i>), to step, to go, to enter	4	Tuch (<i>n</i>), cloth	1
Triacetylenetetrasulfonsäure (<i>f</i>), "triacetylenetetrasulfonic acid"	1	tun (<i>tat</i> , <i>getan</i>) (<i>v</i>), to do, to make, (<i>es</i>) zu — haben mit , to have to do with, to deal with, nichts zu — haben , to have nothing to do (with), to have nothing in common	3
Triäthylamin (<i>n</i>), triethylamine	1	Tür (<i>f</i>), door	1
2 4 6-Tribrom-phenol (<i>n</i>), 2, 4, 6-tribromophenol	1	typisch (<i>adj</i>), typical	4
Trichlorchinon (<i>n</i>), trichloroquinone	1	Typus (<i>m</i>), type	1

U

übelriechend (*p adj*), ill-smelling, malodorous 1

Übelstand (<i>m</i>), disadvantage, fault, defect	2	überleiten (<i>v</i>), to lead, to conduct, to pass over	2
üben (<i>v</i>), to practice, to use, to exert, to exercise	1	übermitteln (<i>v</i>), to communicate, to hand over, to transmit	1
über (<i>prep</i> with <i>acc</i>), concerning, about, over, above, across, by way of, beyond, via, more than, during	95	Überproduktion (<i>f</i>), overproduction	1
überall (<i>adv</i>), everywhere, all over	2	überraschend (<i>p adj</i>), surprising	1
überaus (<i>adv</i>), exceedingly, especially, extremely, excessively	3	Überreissen (<i>n</i>), carrying over	1
überdecken (<i>v</i>), to overlap, to cover over	2	übersandt , see übersenden	1
Überdestillieren (<i>n</i>), distilling over	1	übersättigt (<i>p adj</i>), supersaturated	1
überdestillieren (<i>v</i>), to distil over	1	Übersättigungserscheinung (<i>f</i>), phenomenon of supersaturation	1
übereinstimmen (<i>v</i>), to agree, to correspond to	2	überschreiten (<i>v</i>), to go beyond, to exceed, to step over, to transgress	2
Übereinstimmung (<i>f</i>), conformity, agreement	4	Überschuss (<i>m</i>), excess	3
überflüssig (<i>adj</i>), superfluous	1	überschüssig (<i>adj</i>), in excess of	12
überführen (<i>v</i>), to convey, to convert, to lead across or over, to transform	6	übersehen (<i>v</i>), to overlook	2
Überführung (<i>f</i>), conversion, transformation	5	übersenden (<i>v</i>), to ship, to send, to consign, to transmit	1
Übergang (<i>m</i>), transition, blending	3	Übersendung (<i>f</i>), shipment, consignment	1
übergehen (<i>v</i>), to convert, to go over, to change, to transfer, to be converted, to pass over, to overflow	12	übersetzen (<i>v</i>), to set over, to transport, to translate	1
übergießen (<i>v</i>), to pour on or over, to cover with a liquid	1	Übersicht (<i>f</i>), review, survey, summary	3
übergross (<i>adj</i>), overly large	1	Überspannung (<i>f</i>), overvoltage, exaggeration	1
überhaupt (<i>adj</i>), at all, in general, on the whole, anyway, generally	2	übersteigend (<i>p adj</i>), exceeding, overflowing	4
Überhitzung (<i>f</i>), overheating, superheating	2	übertragen (<i>v</i>), to apply	1
überlapptgeschweisst (<i>p adj</i>), lap-welded	1	übertreffen (<i>v</i>), to excel, to surpass, to outdo, — <i>an</i> , to be better in	2
Überlegung (<i>f</i>), consideration, reflection, thought	2	übertreiben (<i>v</i>), to drive over, to distil	1
Überleiten (<i>n</i>), conducting over, leading over	1	überwiegen (<i>v</i>), to overbalance, to outweigh, to predominate	3
		überzeugen (<i>sich</i>) (<i>v</i>), to convince, to persuade, to make sure	1
		Überzeugung (<i>f</i>), conviction, persuasion	1
		überziehen (<i>v</i>), to cover, to coat, to plate, to put (on) over	3

Überzug (<i>m</i>), coating, covering, coat, plating	1	Umschmelzen (<i>n</i>), refund, remelting, recasting	1
üblich (<i>adj</i>), customary, usual	8	umschmelzen (<i>v</i>), to remelt, to recast	7
üblicherweise (<i>adv</i>), usually	1	Umschmelzprozess (<i>m</i>), remelting process, refunding process	2
ubrig (<i>adj</i>), remaining, residual, —, moreover, besides, in other respects, however	2	Umschmelzverfahren (<i>n</i>), remelting process	1
ubrigens (<i>adv</i>), besides, moreover, as for the rest	3	umsetzen (<i>v</i>), to place differently, to transpose, to transform, to change, to convert, to react, sich —, to be transformed	4
Uhrglas (<i>n</i>), watch glass	1	Umsetzung (<i>f</i>), reaction	2
Ultraviolett (<i>n</i>), ultraviolet	1	Umstand (<i>m</i>), circumstance, fact, state, unter Umständen , in certain cases	7
ultraviolett (<i>adj</i>), ultraviolet	2	umwandeln (<i>v</i>), to convert, to change, to transform into	1
um (<i>prep</i> with <i>acc</i>), around, at, about, by, over, — zu (+ <i>inf</i>), in order to, to, — so mehr , all the more, — das Jahr 1824 , about (around) 1824	33	Umwandlung (<i>f</i>), conversion, transformation, change	14
umbilden (<i>sich</i>) (<i>v</i>), to be transformed, to be reformed	1	unabhängig (<i>von</i>) (<i>adj</i>), independent (from) (of)	5
Umbildung (<i>f</i>), transformation, recast	2	Unangreifbarkeit (<i>f</i>), resistance to attack, or rusting	1
Umdrehung (<i>f</i>), revolution, turn	1	unbedeutend (<i>adj</i>), insignificant, of no importance	1
Umfang (<i>m</i>), circumference, extent, im grossen —, to a great extent, in geringem —, to a small extent	3	unbegrenzt (<i>adj</i>), unbounded, unlimited, unconditioned	1
umfassen (<i>v</i>), to comprise, to contain, to include, to embrace	3	unbenannt (<i>p adj</i>), unnamed, nameless	1
Umfüllen (<i>n</i>), transferring, trans- fusion	1	unbequem (<i>adj</i>), inconvenient	1
umgekehrt (<i>adj</i> , <i>adv</i>), inverse(ly), converse(ly)	2	unbeständig (<i>adj</i>), inconstant, unstable	2
umkehrbar (<i>adj</i>), reversible	1	Unbeständigkeit (<i>f</i>), inconstancy, instability	1
Umkristallisieren (<i>n</i>), recrystallization	1	*und (<i>conj</i>), and, — dergleichen , and the like, and suchlike, — so ferner , and so forth, — so weiter , and so on, et cetera, — zwar , that is, to be sure	1
umkristallisieren (<i>v</i>), to recrystallize, to purify by recrystallization	4	undurchlässig (<i>adj</i>), impermeable, impervious	1
Umlagerung (<i>f</i>), rearrangement	2	uneben (<i>adj</i>), uneven	1
ummagnetisieren (<i>v</i>), to change magnetism	1	unedel (<i>adj</i>), base (of metals), inert (of gases)	2
Umschlag (<i>m</i>), sudden change (of color in titrations, as indicating end points) transition, also envelope or covering	1		

unempfindlich (<i>adj</i>), unsensitive, not sensitive (to)	1	amidst, at, by, — Bildung von , accompanied by the formation of, weiter —, farther down, — Kühlung , on cooling	84
unerträglich (<i>adj</i>), unbearable, intolerable	1	unter(e) (<i>adj</i>), lower	1
unerwünscht (<i>p adj</i>), undesirable	1	unterbringen (<i>v</i>), to place (below), to lower	2
ungefähr (<i>adj</i>), approximate, (<i>adv</i>), about, nearly	4	unterchlorig (<i>adj</i>), hypochlorous	1
ungehindert (<i>adj</i>), unhindered, unchecked	1	untereinander (<i>adv</i>), among one another, together	1
ungelöst (<i>p adj</i>), undissolved	1	untergelegt (<i>p adj</i>), placed underneath	1
ungemein (<i>adv</i>), extraordinarily, exceedingly	1	untergeordnet (<i>p adj</i>), subordinate, minor, lesser	1
ungenau (<i>adj</i>), inexact, inaccurate	1	Untergruppe (<i>f</i>), subgroup	1
unglasiert (<i>p adj</i>), unglazed	1	unterkühlt (<i>p adj</i>), supercooled	1
ungleichmässig (<i>adj</i>), not uniform, unequal, irregular	1	Unterkühlung (<i>f</i>), supercooling	1
Universaleisen (<i>n</i>), flitch plate	2	Unterlagsplatte (<i>f</i>), tie, base, iron support, foundation, sole plate	2
unklar (<i>adj</i>), not clear	1	unterlassen (<i>v</i>), to omit, to discontinue, to leave off	1
unlöslich (<i>adj</i>), insoluble	9	unterschätzen (<i>v</i>), to underrate, to undervalue	1
unmagnetisch (<i>adj</i>), non-magnetic	1	unterscheiden (<i>v</i>), to distinguish, to discern, sich — (von), to differ (from), to discriminate	21
unmittelbar (<i>adj, adv</i>), immediate(ly)	5	Unterscheidung (<i>f</i>), distinction, difference	2
unnütz = unnützlich (<i>adj</i>), useless, fruitless, vain	1	Unterschied (<i>m</i>), difference, discrimination	4
unregelmässig (<i>adj</i>), irregular	1	untersuchen (auf) (<i>v</i>), to investigate (for), to examine (for)	15
Unregelmässigkeit (<i>f</i>), irregularity	1	Untersuchung (<i>f</i>), investigation	14
unrein (<i>adj</i>), impure, unclean	1	Unterteilung (<i>f</i>), subdivision	3
unrichtig (<i>adj</i>), incorrect	1	Unterwasser-Korrosion (<i>f</i>), underwater corrosion	1
unruhig (<i>adj</i>), restless, troubled	2	unterwerfen (<i>v</i>), to subject, to subdue	1
unschädlich (<i>adj</i>), harmless, innocuous	1	unverändert (<i>p adj</i>), unchanged, unaltered, constant	2
unscharf (<i>adv</i>), not sharply, not definitely (without an exact melting point)	1	unvergleichlich (<i>adj</i>), incomparable	1
unschwer (<i>adv</i>), without difficulty, easily	1	unvermeidlich (<i>adj</i>), unavoidable	1
unsiliziert (<i>p adj</i>), unsilicized	1	unvollständig (<i>adj</i>), incomplete	1
unten (<i>adv</i>), below, beneath, at the bottom, von —, from below, from the bottom	3		
unter (<i>prep</i> with dat or acc), during, under, by the term, below, among, in the midst of,			

unwahrscheinlich (<i>adj.</i>), im- probable, unlikely	2
unwesentlich (<i>adv.</i>), unessen- tially, immaterially	2
unwichtig (<i>adj.</i>), unimportant	1
unzerstört (<i>p adj.</i>), undecom- posed	1
unzureichend (<i>p adj.</i>), insuffi- cient	1
Unzutreffende (<i>n.</i>), incorrect- ness, wrongness	1
unzweideutig (<i>adj.</i>), unambigu- ous, explicit, unequivocal, clear, precise	2
Uran (<i>n.</i>), uranium	2
Urethan (<i>n.</i>), urethane	1
Urna (<i>m.</i>), urne	1
Ursache (<i>f.</i>), cause, reason	3
Ursprung (<i>m.</i>), origin, source	1
ursprünglich (<i>adj.</i>), original, primary, first	5
Urteil (<i>n.</i>), decision, opinion	3

V

Vakuum (<i>n.</i>), vacuum, im —, in a vacuum	3
Valeriansäure (<i>f.</i>), valeric acid	1
Vanadinoxchlorid (<i>n.</i>), vana- dium oxychloride	1
Vanadium (<i>n.</i>), vanadium	3
vaporimetrisch (<i>adj.</i>), vapor- metric	1
variabel (<i>adj.</i>), variable	4
variant (<i>adj.</i>), variant	1
varieren (<i>v.</i>), to vary	1
Veränderliche (<i>f.</i>), variable	1
verändern (<i>v.</i>), to alter, to vary, to change, sich —, to be changed	4
verändert (<i>p adj.</i>), changed, altered, different	1
Veränderung (<i>f.</i>), alteration, transformation, variation, change, modification	9
veranlassen (<i>v.</i>), to cause, to bring about	1

veranschaulichen (<i>v.</i>), to illus- trate	1
Veranschaulichung (<i>f.</i>), illustra- tion	1
verantwortlich (<i>fur</i>) (<i>adj.</i>), re- sponsible (for), accountable (for)	2
verarbeiten (<i>v.</i>), to work up, to treat, to manufacture	7
Verarbeitung (<i>f.</i>), manufacture, working, treatment, prepara- tion, processing	11
Verband (<i>m.</i>), union	2
Verbesserung (<i>f.</i>), improvement	2
verbunden (<i>sich</i>) (<i>v.</i>), to unite, to join, to combine, to bind	11
Verbindung (<i>f.</i>), compound, combination, union	41
o-Verbindung (<i>f.</i>), ortho com- pound	1
p-Verbindung (<i>f.</i>), para com- pound	2
verbleiben (<i>v.</i>), to remain behind	1
Verbrauch (<i>an</i>) (<i>m.</i>), use (of), consumption (of)	2
verbrauchen (<i>v.</i>), to consume, to use	2
verbreiten (<i>v.</i>), to spread, to dis- tribute, verbreitet (<i>p adj.</i>), widely distributed	10
Verbreitung (<i>f.</i>), dissemination, distribution	1
verbrennen (<i>v.</i>), to burn	3
Verbrennung (<i>f.</i>), combustion	1
Verbrennungsluft (<i>f.</i>), air of combustion	1
Verbrennungswärme (<i>f.</i>), heat of combustion	3
verdampfen (<i>v.</i>), to evaporate, vaporize	2
verdanken (+ <i>dat</i>) (<i>v.</i>), to have to thank, to owe (thanks to), to be indebted to	4
verdichtbar (<i>adj.</i>), condensible	2
verdichten (<i>v.</i>), to condense, to compress, to liquefy, to con- centrate	3

Verdichtungsmittel (<i>n</i>), condensing agent, thickener	1	vergiesen (<i>in zu</i>) (<i>v</i>), to cast (into), to run (in)	4
Verdienst (<i>n</i> and <i>m</i>), merit, deserts	1	Vergleich (<i>m</i>), comparison	1
verdrängen (<i>v</i>), to displace, to remove, to supplant, to drive out	3	vergleichbar (<i>adj</i>), comparable	1
verdünnen (<i>v</i>), to dilute (liquids), to thin (gases)	4	Vergleichbarkeit (<i>f</i>), comparability	2
Verdünnen (<i>n</i>), diluting, thinning	1	vergleichen (<i>v</i>), to compare, vergleiche , compare, see, cf	83
verdunnt (<i>p adj</i>), diluted, dilute, thinned	10	vergleichend (<i>adj</i>), comparative	2
Verdünnung (<i>f</i>), dilution	3	Vergleichssubstanz (<i>f</i>), comparison substance, substance compared with similar known substance	1
Verdunsten (<i>n</i>), evaporation	1	vergluhen (<i>v</i>), to bake, to ignite, to calcine	1
Verein (<i>m</i>), union, society, company	3	vergrossern (<i>v</i>), to increase	1
vereinigen (<i>sich</i>) (<i>v</i>), to unite, to combine	6	Vergrosserung (<i>f</i>), magnification, enlargement	1
vereinzel (<i>v</i>), to isolate, to separate, to detach	1	verguten (<i>v</i>), to compensate, to indemnify (one for a thing), to temper, to heat-refine	2
vereinzelt (<i>p adj</i>), isolated	1	vergütet (<i>p adj</i>), tempered	2
verengen (<i>v</i>), to contract, to narrow	1	Verhalten (<i>gegen</i>) (<i>zu</i>) (<i>n</i>), behavior (towards), conduct	29
verfahren (<i>v</i>), to proceed	3	verhalten (<i>sich</i>) (<i>v</i>), to act, to behave	1
Verfahren (<i>n</i>), process, means, method	65	Verhältnis (<i>n</i>), ratio, relation, <i>im — zu</i> , in proportion to	9
Verfasser (<i>m</i>), author, writer	1	verhältnismässig (<i>adj</i> , <i>adv</i>), proportional(ly), comparative(ly)	4
Verfeinerung (<i>f</i>), refinement	1	verhindern (<i>v</i>), to hinder, to prevent	8
verfestigen (<i>v</i>), to strengthen, to increase in strength, to solidify	1	Verhüttung (<i>f</i>), smelting, treatment of ores	1
verfestigt (<i>p adj</i>), solid(ified)	2	verjungen (<i>v</i>), to reduce, to constrict	2
verfließen (<i>v</i>), to elapse, to expire, to flow (off)	2	verkitten (<i>v</i>), to cement, to seal	1
verflüchtigen (<i>v</i>), to volatilize	1	Verknüpfung (<i>f</i>), connection, tying together	1
Verflüssigen (<i>n</i>), liquefaction, condensing	1	Verkürzung (<i>f</i>), shortening	1
verflüssigen (<i>v</i>), to liquefy	4	verlangen (<i>v</i>), to require, to demand, to expect	2
verfolgen (<i>v</i>), to carry on, to follow up, to continue	1	verlangsamen (<i>sich</i>) (<i>v</i>), to slow down, to retard	1
verfrüht (<i>adj</i>), premature, too soon	3	Verlauf (<i>m</i>), course (of curve),	
Verfügung (<i>f</i>), disposition, disposal, order, <i>zur — stehen</i> , to be available	5		
Verfütterung (<i>f</i>), feeding	1		

progress, lapse, im —e, in the course (of)	1	Verschiebung (<i>f</i>), displacement, fluctuation	2
verlaufen (<i>v</i>), to proceed, to follow a course, to take place, to occur	1	verschieden (<i>adj</i>), different, various, differing	38
verlaufend (<i>p adj</i>), proceeding	2	verschiedenartig (<i>adj</i>), of a different kind, nature or species, heterogeneous, dissimilar, varied, various, different	7
verlieren (<i>an</i>) (<i>v</i>), to lose (in)	3	Verschiedenheit (<i>f</i>), difference, diversity	2
verlockend (<i>p adj</i>), enticing	1	Verschmelzen (<i>n</i>), melting, fusion	3
verlorengehen (<i>v</i>), to be lost	1	verschmelzen (<i>v</i>), to melt, to fuse	1
vermeiden (<i>v</i>), to avoid, to evade	7	verschmieren (<i>v</i>), to lute, to smear, to daub	1
Vermeidung (<i>f</i>), avoidance	2	verschwenden (<i>v</i>), to waste	1
vermengen (<i>v</i>), to mix, to mingle, to blend	1	verschwinden (<i>v</i>), to disappear, to vanish	3
vermindern (<i>v</i>), to diminish, to lessen	1	versehen (<i>v</i>), to provide, to furnish with	6
Vermischen (<i>n</i>), mixing, adulterating, blending, alloying or amalgamating	1	verseifbar (<i>adj</i>), saponifiable, hydrolyzable	2
vermischt (<i>p adj</i>), blended, mixed, miscellaneous	1	Verseifen (<i>n</i>), saponifying, hydrolysis (with alkalis)	1
vermittels(t) (<i>prep</i> with <i>gen</i>), by means of, with the help of	3	verseifen (<i>v</i>), to saponify, to hydrolyze	1
vermogen (<i>vermochte</i> , <i>vermocht</i>) (<i>v</i>), to have the power or capacity to, to be able to, to induce	7	Verseifung (<i>f</i>), saponification, hydrolysis	4
vermuten (<i>v</i>), to suppose, to presume	1	Versendung (<i>f</i>), transmission, exportation, shipping	1
vermutlich (<i>adj</i>), presumable, probable, likely	2	Versetzen (<i>n</i>), mixing	1
Vermutung (<i>f</i>), supposition, guess, conjecture, suspect	1	versetzen (<i>v</i>), to treat, to mix, to displace, to remove, — <i>mit</i> , to add	5
vernachlässigen (<i>v</i>), to neglect, to overlook	2	Versetzung (<i>f</i>), mixing, change, transposition	1
veröffentlichen (<i>v</i>), to publish	1	verständlich (<i>adj</i>), intelligible, clear	1
Veröffentlichung (<i>f</i>), publication	1	Verständnis (<i>n</i>), comprehension	1
Veronal (<i>n</i>), veronal	1	verstärken (<i>v</i>), to strengthen, to increase, to reinforce	1
verpuffen (<i>v</i>), to detonate, to explode, to deflagrate	1	Verstärkung (<i>f</i>), strengthening, concentration, increase	1
verringern (<i>v</i>), to diminish, to lessen, to reduce	1	verstehen (<i>v</i>), to understand	3
versagen (<i>v</i>), to fail (to work), to refuse to function	1	verstreuen (<i>v</i>), to scatter	2
verschaffen (<i>v</i>), to procure, to supply, to secure, <i>sich</i> —, to make for (itself), to gain	2		

Versuch (<i>m</i>), experiment, research, attempt	15	vervollständigt (<i>adj</i>), completed	1
versuchen (<i>v</i>), to try out, to experiment, to attempt, — zu , to attempt to	4	verwandeln (<i>v</i>), to transform, to change, to metamorphose	8
Versuchsanlage (<i>f</i>), experimental plant or works	1	verwandt (<i>p adj</i>), related, applied	1
Versuchsausführung (<i>f</i>), carrying out of an experiment, completion of an experiment	2	Verwandtschaft (<i>f</i>), affinity, relationship	1
Versuchsbedingung (<i>f</i>), stipulation or condition of the experiment	5	verwechseln (<i>v</i>), to mix up	2
Versuchsergebnis (<i>n</i>), experimental data or result	1	verweisen (<i>v</i>), to refer to, sei — auf , let it be referred to, you are referred to	2
Versuchskörperchen (<i>n</i>), test particle	1	verwenden (<i>v</i>), to use, to apply, to utilize	30
Versuchsmaterial (<i>n</i>), experimental material	1	Verwendung (<i>f</i>), use, application	24
Versuchsergebnis (<i>n</i>), experimental result	1	Verwendungsmöglichkeit (<i>f</i>), possibility of use, feasibility of use	2
verteilen (<i>v</i>), to divide, to distribute	4	Verwendungszweck (<i>m</i>), purpose of (the) application, aim of use (application), intended use	8
Verteilung (<i>f</i>), division, distribution, dispersion, diffusion	8	verwerten (<i>fur</i>) (<i>v</i>), to use (for), to utilize	2
Verteilungszustand (<i>m</i>), condition of distribution	2	Verwertung (<i>f</i>), utilization	2
Vertilgung (<i>f</i>), annihilation, destruction, eradication	2	Verwischung (<i>f</i>), effacement, disappearance	1
vertreiben (<i>v</i>), to drive away, to dispel	1	Verwitterung (<i>f</i>), efflorescence, weathering	1
Vertreten (<i>n</i>), occurrence, replacement	1	verwitterungsbeständig (<i>adj</i>), durable against weathering	1
vertreten (<i>v</i>), to replace, to take the place of, to represent	2	verzichten (<i>auf</i>) (<i>v</i>), to renounce	1
Vertreter (<i>m</i>), representative	1	verzinken (<i>v</i>), to galvanize, to treat (coat) with zinc	4
Vertretung (<i>f</i>), substitution	1	verzinkt (<i>p adj</i>), tinned, — es Eisen , galvanized iron	1
verunreinigen (<i>v</i>), to contaminate, to pollute, to adulterate	1	viel (<i>adj, adv</i>), much, many, very much, to a great extent, nicht — , not much	22
Verunreinigung (<i>f</i>), contamination, impurity	5	vielfach (<i>adj</i>), various, manifold, frequent	7
verursachen (<i>v</i>), to cause, produce	2	vielgebraucht (<i>p adj</i>), much used	1
vervollkommen (<i>v</i>), to improve, to perfect, vervollkommenet (<i>p adj</i>), perfected	2	vielleicht (<i>adv</i>), perhaps, possibly	3
vervollständigt (<i>v</i>), to complete	1	vielmehr (<i>adj</i>), rather	8
		vier (<i>card adj</i>), four	1

Vierkannteisen (<i>n</i>), square bar iron	1	vorarbeiten (<i>v</i>), to prepare (work) beforehand, to do preliminary work	1
vierkantig (<i>adj</i>), four-sided, square	1	vorausgehen (<i>v</i>), to precede, to go in advance	2
viert (<i>ord adj</i>), fourth	1	voraussetzen (<i>v</i>), to presuppose, to assume	1
Vierteljahrhundert (<i>n</i>), quarter of a century	1	Voraussetzung (<i>f</i>), condition, supposition	1
vierwerthig (<i>adj</i>), quadrivalent	1	Vorbehalt (<i>m</i>), reservation, restriction	1
violett (<i>adj</i>), violet	2	vorbehandeln (<i>v</i>), to treat beforehand, to pretreat	1
violettschimmernd (<i>p adj</i>), violet gleaming	1	vorerst (<i>adv</i>), first of all, from the very first, for the present	2
viscos (<i>adj</i>), viscous	1	vorerrwähnt (<i>p adj</i>), aforesaid, previously mentioned	1
Viscosität (<i>f</i>), viscosity	1	vorfinden (<i>sich</i>) (<i>v</i>), to occur, to be found	1
voll (<i>adj</i>), entire, full, complete	1	Vorgang (<i>m</i>), process, procedure, event, reaction, occurrence	14
völlig (<i>adj, adv</i>), complete(ly), perfect(ly), entire(ly)	4	vorgehen (<i>v</i>), to proceed, to happen, go on	2
vollkommen (<i>adj</i>), perfect, complete	1	vorgehend (<i>p adj</i>), proceeding	1
vollständig (<i>adj, adv</i>), complete(ly), total(ly), integral(ly)	11	vorgeschichtlich (<i>adj</i>), prehistoric	2
Vollständigkeit (<i>f</i>), completeness	2	vorgeschlagen (<i>p adj</i>), proposed	2
vollziehen (<i>v</i>), to carry out, to execute, to perform, <i>sich</i> —, to take place	2	vorhalten (<i>v</i>), to hold before, to last, to hold out	1
Volumen (<i>n</i>), volume	12	vorhanden (<i>adj</i>), present, existing, ready, extant, at hand	19
Volumenabnahme (<i>f</i>), decrease in volume	1	Vorhandensein (<i>n</i>), presence, existence, availability	2
Volumenzunahme (<i>f</i>), increase in volume	1	vorher (<i>adv</i>), previously, before-(hand)	3
Volumprozent (<i>n</i>), per cent by volume	1	vorhergehen (<i>v</i>), to precede, to go before	8
von = von dem , by the, from the, on the	9	vorhergehend (<i>adj</i>), preceding, previous, prior	2
von (<i>prep</i> with <i>dat</i>), from, by, of, at, in, on, upon, — der Gewinnung her , from the very beginning of the production	653	vorheng (<i>adj</i>), previous, preceding	2
voneinander (<i>adv</i>), from one another	2	vorherrschend (<i>p adj</i>), predominating, prevalent	2
vor (<i>prep</i> with <i>dat</i> and <i>acc</i>), before, from, against, in front, in presence of	31	vorg (<i>adj</i>), previous	1
vorangehen (<i>v</i>), to go before, to precede	1	vorkommen (<i>v</i>), to occur, to happen, to appear, to crop up	4
voranstehen (<i>v</i>), to precede	1		
Vorarbeit (<i>f</i>), preliminary work, preparation	1		

Vorkommen (<i>n</i>), occurrence, presence	7	vorübergehend (<i>adj</i>), temporary, transitory	1
vorkühlen (<i>v</i>), to cool beforehand, to precool	1	vorwiegen (<i>v</i>), to preponderate, to outweigh, to predominate	2
Vorlage (<i>f</i>), receiver, condenser	7	vorwiegend (<i>p adj, adv</i>), predominant(ly)	4
vorlagern (<i>v</i>), to extend in front of, to protrude	1	vorzüglich (<i>adj, adv</i>), superior, excellent(ly), preferably	3
vorlegen (<i>v</i>), to lay before, to apply, to propose	3	vorzugsweise (<i>adv</i>), preferably, especially	2
Vorliegen (<i>n</i>), existing, being, presence	1	Vulkan (<i>m</i>), volcano	1
vorliegen (<i>v</i>), to exist, to be present (found), es liegt vor , there is	7	Vulkanisation (<i>f</i>), vulcanization	2
vornehmen (<i>v</i>), to take up, to undertake, to intend	3	W	
vornehmlich (<i>adv</i>), especially, particularly	1	wachsen (<i>v</i>), to grow, to increase	1
vornewein (<i>adv</i>), von —, at first, as a matter of course	1	wagen (<i>n</i>), to weigh, to balance	1
Vorprobe (<i>f</i>), preliminary test	2	Wägung (<i>f</i>), weighing	1
Vorrichtung (<i>f</i>), apparatus, device	1	wählen (<i>v</i>), to choose, to select	4
Vorschlag (<i>m</i>), proposition, proposal, (metal) flux, fusion	8	wahr (<i>adj</i>), true, real	2
vorschlagen (<i>v</i>), to propose, to suggest	4	wahren (<i>v</i>), to protect, to preserve, to maintain	1
Vorschrift (<i>f</i>), prescription, precept, specification	4	während (<i>prep</i> with <i>gen, conj</i>), during, while	55
Vorsicht (<i>f</i>), (pre)caution, providence, care	1	wahrscheinlich (<i>adj, adv</i>), probable, probably, likely	5
vorsichtig (<i>adj</i>), cautious, careful	1	Waid (<i>m</i>), dyer's woad (<i>Isatis tinctoria</i>)	2
Vorsichtsmassregel (<i>f</i>), precautionary (safety) measure	1	Walzdraht (<i>m</i>), rolled wire (twist)	2
vorstehen (<i>v</i>), to stand (out) before, to superintend, to direct, to manage	2	Walze (<i>f</i>), drum, roller, cylinder	3
vorstehend (<i>p adj</i>), preceding, above	2	Walzeisen (<i>n</i>), rolled (drawn) iron, axle	2
Vorstellung (<i>f</i>), notion, idea	1	Walzen (<i>n</i>), rolling	1
Vorstoss (<i>m</i>), adapter, edging, lap	2	walzen (<i>v</i>), to roll	2
Vorteil (<i>m</i>), advantage, profit, interest, den — bieten , to have the advantage	3	Walzenguss (<i>m</i>), roll casting(s)	4
vorteilhaft (<i>adj</i>), favorable, advantageous, profitable	1	Walzwerk (<i>n</i>), rolling (crushing) mill, rollers	2
		Wand (<i>f</i>), wall	2
		Wandstärke (<i>f</i>), wall (strength) thickness	2
		Ware (<i>f</i>), article, textile fabric, (<i>pl</i>), goods, merchandise	2
		warm (<i>adj</i>), warm, hot	7
		Warmbildsamkeit (<i>f</i>), forgeability	1
		Wärme (<i>f</i>), warmth, heat, in	

der —, in a hot state, when hot	9	wasserlöslich (<i>adj</i>), water-soluble	1
Wärmebehandlung (<i>f</i>), heat treatment	7	Wasserlöslichkeit (<i>f</i>), water solubility	1
Wärmeentwicklung (<i>f</i>), evolution of heat	1	Wassermantel (<i>m</i>), water jacket	2
Wärmetönung (<i>f</i>), heat effect (of a reaction)	3	Wasserrohr (<i>n</i>), water pipe, water tube	2
warmverarbeitet (<i>p adj</i>), hot worked	1	Wasserrohrkessel (<i>m</i>), water tube boiler, steam boiler	2
Warmwassererzeuger (<i>m</i>), hot-water heater	1	Wasserstoff (<i>m</i>), hydrogen	38
warum (<i>adv</i>), why	1	Wasserstoffatom (<i>n</i>), hydrogen atom	4
was (<i>pron</i>), which, what, that, a fact that (when antecedent is a whole clause)	7	Wasserstoffaufnahme (<i>f</i>), hydrogen absorption	1
Waschen (<i>n</i>), washing	1	Wasserstoffflamme (<i>f</i>), hydrogen flame	1
waschen (<i>v</i>), to wash, to scour, to scrub	5	Wasserstoffgas (<i>n</i>), hydrogen gas	1
Wasser (<i>n</i>), water (H ₂ O)	127	Wasserstoffgehalt (<i>m</i>), hydrogen content	1
Wasserabspaltung (<i>f</i>), separation of water, dehydration	2	wasserstoffhaltig (<i>adj</i>), containing hydrogen, hydrogenous	1
Wasseralgae (<i>f pl</i>), water algae	1	Wasserstoffmenge (<i>f</i>), quantity of hydrogen	2
Wasserbadtemperatur (<i>f</i>), temperature of water bath	1	Wasserstoffsperoxyd (<i>n</i>), hydrogen peroxide	5
Wasserblau (<i>n</i>), marine blue	1	Wasserstofftrichlorid (<i>n</i>), hydrogen trichloride	1
Wasserdampf (<i>m</i>), water vapor, steam	3	Wasserstrahlpumpe (<i>f</i>), water jet pump	1
Wasserdampfgehalt (<i>m</i>), water vapor content, steam content	1	wasserunlöslich (<i>adj</i>), insoluble in water	1
wasserdicht (<i>adj</i>), waterproof, impervious to water	3	Wasserverlust (<i>m</i>), loss of water, water loss	1
Wasserdichtigkeit (<i>f</i>), waterproofing, waterproof quality, water impermeability	1	Wasserzusatz (<i>m</i>), addition or admixture of water	1
wasserentziehend (<i>p adj</i>), dehydrating, removing (extracting) water	1	wässrig, see wässrig	35
wasserfrei (<i>adj</i>), anhydrous, free from water	2	Wechsel (<i>m</i>), change, variation	1
Wassergas (<i>n</i>), water gas	2	wechseln (<i>v</i>), to change, to alternate, to exchange	12
Wasserglaslösung (<i>f</i>), water glass (silicate of soda) solution	1	wechselnd (<i>p adj</i>), changing, varying, various	1
wässrig (<i>adj</i>), aqueous, dilute	35	Wechselstrom (<i>m</i>), alternating current	1
Wasserleitung (<i>f</i>), water pipe line	1	weder (<i>conj</i>), neither; — ... noch, neither nor	2
		Weg (<i>m</i>), way, process, method,	

manner, (<i>pl</i>), ways and means	11	weittragend (<i>p adj</i>), important, far-reaching	1
wegen (<i>prep</i> with <i>gen</i>), on account of, because (by reason) of	9	welcher (<i>adj, rel pron</i>), who, which (of two), what, that	30
weich (<i>adj</i>), soft, weak, mild	3	Weit (<i>f</i>), world, universe	1
Weichenplatte (<i>f</i>), iron switch, base plate for railway points	2	Weltbedarf (<i>m</i>), world need, demand	1
Weichguss (<i>m</i>), soft or malleable casting(s)	1	Weltkonsum (<i>m</i>), world consumption	1
weil (<i>conj</i>), because, since, as	11	wenig (<i>adj</i>), little, few, some	23
Weingeist (<i>m</i>), (spirit of wine), alcohol	1	weniger (<i>adj, comp</i>), fewer, less	8
Weingeistflamme (<i>f</i>), alcohol flame	1	wenigstens (<i>adv</i>), at least	1
weingeistig (<i>adj</i>), alcoholic, spirituous	1	wenn (<i>conj</i>), if, whenever, when, — auch, even though	58
Weise (<i>f</i>), manner, way, mode, method, auf diese —, in this way, manner, in ähnlicher —, similarly, in folgender —, in the following manner	15	wenngleich (<i>conj</i>), although	1
weiss (<i>adj</i>), white, clean, blank	10	werden (wurde, geworden) (<i>v</i>), to become, to be, to grow, — zu, to change, to be transformed into	86
Weissblechabfälle (<i>m pl</i>), tin plate scrap	1	Werk (<i>n</i>), work(s), mill	2
weisskernig (<i>adj</i>), white heart (malleable iron)	2	Werkslaboratorium (<i>n</i>), works laboratory, laboratory	1
weit (<i>adj</i>), broad, wide, far, great, considerably, (<i>adv</i>), by far, much, ohne —eres, without any further ado (trouble, treatment), bei —em, by far	44	Werkzeug (<i>n</i>), tool, instrument, implement	4
weitaus (<i>adv</i>), by far	1	Werkzeugstahl (<i>m</i>), tool steel	3
weiter (<i>adj</i>), additional (farther), nicht —, no farther	1	Wert (<i>m</i>), value, price, worth, im — von, with a value of, valued at	19
Weiterbehandlung (<i>f</i>), further treatment	1	Wertbestimmung (<i>f</i>), valuation, determination of value	1
Weiterchlorierung (<i>f</i>), continued or further chlorination	1	—wertig (suffix), valent	
Weiteres (<i>n</i>), further details	1	Wertigkeit (<i>f</i>), valence	1
weiterhin (<i>adv</i>), furthermore	1	wertvoll (<i>adj</i>), valuable	3
weiterverarbeiten (<i>v</i>), to manufacture (treat) further	1	wesentlich (<i>adj</i>), essential, real, considerable, important, substantial, decided, im —en (<i>adv</i>), actually, in reality, really, essentially, substantially, fundamentally	22
Weiterverarbeitung (<i>f</i>), further manufacture	1	Wesentliche (<i>n</i>), essentials, fundamentals	1
weitgehend (<i>p adj</i>), far-reaching, considerably	4	Westindien (<i>n</i>), West Indies	1
		wichtig (<i>adj</i>), important, wichtigst (<i>superl</i>), most important	21
		Wichtigkeit (<i>f</i>), importance, weightiness, von — sein, to be of importance	2

Wicklung (<i>f</i>), winding	1	wirkungslos (<i>adj</i>), inactive	1
widerlegen (<i>v</i>), to disprove, to refute	1	wirtschaftlich (<i>adj</i>), commercially thrifty, economic	7
widersprechen (<i>v</i>) to contradict	1	wissen (<i>wusste, gewusst</i>) (<i>v</i>), to know	3
Widerstand (<i>m</i>), resistance	1	Wissenschaft (<i>f</i>), knowledge, science	1
widerstandsfähig (<i>adj</i>), resistant, capable of resistance	2	wissenschaftlich (<i>adj, adv</i>), scientific(ally)	3
widmen (<i>v</i>), to dedicate, to devote	1	wo (<i>adv</i>), where	6
wie (<i>adv, conj</i>), as, like, how, such as	70	wobei (<i>rel adv</i>), during which (process), in which case	14
wieder (<i>adv</i>), again, back, anew	20	wochenlang (<i>adv</i>), for weeks	1
Wiederausscheiden (<i>n</i>), precipitating, separating out again	1	wodurch (<i>rel adv</i>), by means of which	3
Wiedereintauchen (<i>n</i>), redipping	1	wohl (<i>adv</i>), well, good, probably, indeed, easily	18
wiedereintauchen (<i>v</i>), to dip in again	1	Wolfram (<i>n</i>), tungsten	4
wiedererzeugen (<i>v</i>), to regenerate, to produce again	2	Wolle (<i>f</i>), wool	2
wiedergeben (<i>v</i>), to give back, to render, to reproduce, to depict	3	wollen (<i>v</i>), to intend, to wish, to will, to want to	3
wiedergegeben (<i>p adj</i>), reproduced	1	wonach (<i>rel adv</i>), according to which	1
wiederholen (<i>v</i>), to repeat	2	worauf (<i>rel adv</i>), whereupon, upon (on) which	2
wiederholt (<i>adj, adv</i>), repeated(ly), frequent(ly)	1	woraus (<i>adv</i>), from which, out of which	2
Wiederholung (<i>f</i>), repetition	3	Wort (<i>n</i>), word	2
wiederum (<i>adv</i>), again, once more, anew	2	wünschen (<i>v</i>), to wish (for), to desire	1
willkürlich (<i>adj</i>), voluntary	1	wurdigen (<i>v</i>), to mention duly	1
Windfrischprozess (<i>m</i>), converter process	1	X	
Windfrischverfahren (<i>n</i>), converter process	1	Xanthen (<i>n</i>), xanthene	2
Winkel (<i>m</i>), angle, corner	2	Xanthin (<i>n</i>), xanthine	3
Winkelisen (<i>n</i>), angle iron	1	Xanthon (<i>n</i>), xanthone	2
winzig (<i>adj</i>), tiny, small, minute	1	m-Xylidin (<i>n</i>), <i>m</i> -xylydine	1
wir (<i>pron</i>), we	3	m-Xylol (<i>n</i>), <i>m</i> -xylene	2
wirken (<i>v</i>), to act, to react, to effect, to produce, to work	8	p-Xylol (<i>n</i>), <i>p</i> -xylene	2
wirksam (<i>adj</i>), effective, active, efficient	2	Z	
Wirksamkeit (<i>f</i>), effectiveness, efficiency	1	zäh (<i>adj</i>), viscous, tough	3
Wirkung (<i>f</i>), effect, action, reaction, operation	11	zähhart (<i>adj</i>), tough, sound	2
		Zahl (<i>f</i>), number, numeral	19
		zählen (<i>v</i>), to count, to calculate	2
		zahlenmäßig (<i>adj</i>), numerical	1

Zahlenwert (<i>m</i>), numerical value	3	zerlegbar (<i>adj</i>), decomposable	1
zahlreich (<i>adj</i>), numerous	3	zerlegen (<i>v</i>), to decompose, to analyze, to divide, to separate	2
Zapfen (<i>m</i>), (= Tannen —), (fir) cone	1	Zerplatzen (<i>n</i>), explosion, bursting (asunder)	1
Zaundraht (<i>m</i>), fence wire	2	zerreiben (<i>v</i>), to triturate, to grind, to granulate, to pulverize	1
Zeichen (<i>n</i>), symbol	1	zerreißen (<i>v</i>), to tear, to break	1
zeigen (<i>v</i>), to show, to indicate	25	Zerreißstab (<i>m</i>), breaking rod	1
Z-eisen (<i>n</i>), Z-iron	1	Zerschneiden (<i>n</i>), shredding, cutting to pieces	1
Zeit (<i>f</i>), time, period, duration, kurze — darauf , a short time after this, auf kurze —, for a short time, zur —, at present time, in neuerer —, more recently	20	zersetzen (<i>v</i>), to decompose, to break up into constituent parts	6
Zeitabstand (<i>m</i>), interval	1	Zersetzen (<i>n</i>), decomposition, disintegration	1
zeitig (<i>adj</i>), early, timely, on time	1	Zersetzung (<i>f</i>), decomposition, dissolution	15
zeitigen (<i>v</i>), to mature, to ripen	1	Zersetzungsprodukt (<i>n</i>), decomposition product	1
Zeitintervall (<i>n</i>), interval of time, interval	1	Zerspringen (<i>n</i>), cracking, breaking, bursting, exploding	2
Zeitlang (<i>f</i>), eine —, for a time	1	zerspringen (<i>v</i>), to explode, to crack, to fly into pieces	2
zeitlich (<i>adj</i>), temporal	1	zerstören (<i>v</i>), to destroy, to ruin	3
zeitraubend (<i>p adj</i>), time-consuming, taking up much time, wearisome	1	zerstreuen (<i>v</i>), to scatter, to diffuse, to disperse	1
Zelle (<i>f</i>), cell	1	zerteilen (<i>v</i>), to divide	1
Zellulose (<i>f</i>), cellulose	1	ziehen (<i>v</i>), to draw, to pull, to drag	10
Zentner (<i>m</i>), hundredweight	1	Ziel (<i>n</i>), goal, aim	1
zentnerweise (<i>adv</i>), by the hundredweight	1	ziemlich (<i>adv</i>), rather, considerably, fairly well	5
Zentralheizung (<i>f</i>), central heating	2	Zimmer (<i>n</i>), chamber, room, apartment	1
zentrifugieren to centrifuge	1	Zimmertemperatur (<i>f</i>), room temperature	4
Zerbrechen (<i>n</i>), breaking, shattering	1	Zink (<i>n</i>), zinc	2
zerbrechlich (<i>adj</i>), fragile, breakable	1	Zinkstäbchen (<i>n</i>), small zinc bar	1
zerdrücken (<i>v</i>), to crush, to squash	1	Zinkstaub (<i>m</i>), zinc dust, zinc powder	1
Zerfall (<i>m</i>), decomposition, decay	1	Zinkstäubchen (<i>n</i>), zinc powder	5
zerfallen (<i>v</i>), to decompose, to break up (into), to fall into	7	Zinkstaub-Methode (<i>f</i>), zinc dust method (for reduction of organic compounds)	1
zerfließen (<i>v</i>), to deliquesce, to melt, to liquefy	1	Zinn (<i>n</i>), tin	3
zerkleinern (<i>v</i>), to reduce to small pieces	1	Zinnchlorid (<i>n</i>), stannic chloride	2

Zinnorydulsalz (<i>n</i>), stannous salt	1	zugleich (<i>adv</i>), at the same time, together, simultaneously	3
Zinnverbindung (<i>f</i>), tin compound	1	zugrunde (<i>adv</i>), basic	2
Zirkon (= Zirkonium) (<i>n</i>), zirconium, Zirkon (<i>m</i>), zircon (mineral), natural zirconium silicate	2	zugrundegehen (<i>v</i>), to be lost, to perish	1
zitieren (<i>v</i>), to quote, to cite, to summon	1	zugrundelegen (<i>v</i>), to take as a foundation or basis, to start out from, zugrundelegen (<i>v</i>), to be at the bottom of, to be the basis of (for)	1
Zone (<i>f</i>), zone	1	Zugschornstein (<i>m</i>), draft chimney	1
Zonenbau (<i>m</i>), zonal structure	1	zukommen (<i>v</i>), to come to, to be due to, belong to, to suit	1
Zoreisen (<i>n</i>) = Belag(e)isen (<i>n</i>), flooring iron	1	Zukunft (<i>f</i>), future	1
zu (<i>prep</i> with dat), to, for, in, at, toward, too	212	zulassen (<i>v</i>), to admit, to permit	1
Zucker (<i>m</i>), sugar	4	Zulaufenlassen (<i>n</i>), addition, allowing to run into, beim —, during the time allotted for the running (flowing) during the period of flow	1
Zuckerfabrikation (<i>f</i>), sugar manufacture	1	zuletzt (<i>adv</i>), finally, at last	1
Zuckermühle (<i>f</i>), sugar mill	2	zum = zu dem , for the, to the, etc	25
zudem (<i>adv</i>), besides	1	zumal (<i>adv</i>), especially, chiefly, particularly, as	1
zueinander (<i>adv</i>), to each other	2	zunächst (<i>adv</i>), first of all	20
zuerst (<i>adv</i>), first of all, at first, above all	11	Zunahme (<i>f</i>), increase	2
zufließen (<i>v</i>), to flow in or towards	2	zunehmen (<i>v</i>), to increase, to grow	4
zufolge (<i>adv</i>), owing to, according to	1	zunehmend (<i>p adj</i>), increasing, growing	1
Zufuhr (<i>f</i>), importation, supply, addition	1	zunutze machen (<i>sich</i>) (<i>idiom</i>), to use, to put to use, to make use of	1
zuführen (<i>v</i>), to bring, to add, to feed, to supply	1	Zuordnung (<i>f</i>), association, relation	1
Zug (<i>m</i>), train, motion, drawing stroke	2	zur = zu der , to the, for the, etc	82
Zugabe (<i>f</i>), extra, surplus, addition	1	zurück (<i>adv</i>), back	3
zugänglich (<i>adj</i>), accessible, approachable	2	zurückdrängen (<i>v</i>), to repress, to push or drive back (out)	3
zugeben (<i>v</i>), to add, to give in addition, to allow, to admit	1	Zurückfließen (<i>n</i>), return flow, ebbing	1
zugegen (<i>adv</i>), present, — sein , to be present	3	zurückfließen (<i>v</i>), to flow back	1
Zugehörigkeit (<i>f</i>), membership	1	zurückführen (<i>auf</i>) (<i>v</i>), to trace or lead back, to attribute to,	
zugeschmolzen (<i>p adj</i>), sealed, closed by melting	1		
Zugfestigkeit (<i>f</i>), tensile strength, tenacity	1		

to reconvert, to reduce, to convert again	8	Zusammentritt (<i>m</i>), going together, combination	1
zurückgehen (<i>v</i>), to go back to	1	Zusammenziehung (<i>f</i>), contraction	1
zurückgreifen (<i>v</i>), to fall back upon, to grasp at something	1	Zusatz (<i>m</i>), addition, admixture, unter — von, with addition of, auf — von, with addition of	2
zurückhalten (<i>v</i>), to hold back, to detain, to prevent	1	Zusatzeisen (<i>n</i>), iron for additions	1
zurückkommen (<i>v</i>), to return, to come back	1	Zusatzelement (<i>n</i>), additional element	2
zurücktreten (<i>v</i>), to recede, to go back	1	Zuschlag (<i>m</i>), flux, addition, slag	4
zurückziehen (<i>v</i>), to withdraw	1	zuschmelzen (<i>v</i>), to seal, to close by melting	3
zurzeit (<i>adv</i>), at the time, at present	2	zuschreiben (<i>v</i>), to attribute, to ascribe to	1
zusagen (<i>v</i>), to agree with, to suit, to consent	1	zusetzen (<i>v</i>), to add (to), to mix, to alloy	6
zusammen (<i>adv</i>), together	2	Zustand (<i>m</i>), state, circumstance, zustande (<i>adv</i>), — kommen, to come about, to take place	1
zusammenbrechen (<i>v</i>), to break down, to collapse	1	Zustandekommen (<i>n</i>), occurrence	1
zusammenbringen (<i>v</i>), to bring together, to gather, to collect	1	Zustandsdiagramm (<i>n</i>), phase, diagram	1
Zusammendrückbarkeitskoeffizient (<i>m</i>), coefficient of compressibility	1	zutreffen (<i>v</i>), to come true, to prove right, to agree	1
zusammenfassen (<i>v</i>), to collect together, to sum up	1	Zutritt (<i>m</i>), access, entry	1
zusammenfügen (<i>v</i>), to join, to combine, to unite, to construct	1	zuverlässig (<i>adj</i>), reliable, authentic, trustworthy	1
Zusammenhalt (<i>m</i>), cohesion, unity	1	zuvor (<i>adv</i>), previously	1
Zusammenhang (<i>m</i>), relationship, connection, coherence, association, im — mit, in connection with	4	zuweilen (<i>adv</i>), sometimes	1
zusammenhängen (<i>v</i>), to cohere, to hang together, to go with, to be connected with	2	zuweisen (<i>v</i>), to allot, to assign	1
zusammenschmelzen (<i>v</i>), to fuse together	1	zuwenden (<i>v</i>), to turn to or toward	1
Zusammensetzung (<i>f</i>), composition, structure, combination, synthesis	42	zwanzigst (<i>adj</i>), twentieth	1
zusammenstellen (<i>v</i>), to collect, to summarize, to put together, to tabulate	6	zwar (<i>adv</i>), indeed, to be sure, of course, no doubt	16
Zusammenstellung (<i>f</i>), classification, compilation	6	Zweck (<i>m</i>), purpose, object, end, design, es hat keinen — , there is no object (in), it is of no use, zwecks , for the purpose of	30
		zweckmässig (<i>adj</i>), suitable,	

practical, appropriate, am		Zwillingslamelle (<i>f</i>), twinning	
—sten, most suitably	6	lamina	1
zwei (<i>adj</i>), two (as a prefix bi-, di-)	22	Zwillingslamellierung (<i>f</i>), twinning lamination	1
zweifelfrei (<i>adj</i>), free of doubt	1	zwischen (<i>prep with dat</i>), between, among	54
zweifelhaft (<i>adj</i>), doubtful, questionable, uncertain	2	Zwischenerzeugnis (<i>n</i>), intermediate product, by-product	4
zweifellos (<i>adj</i>), doubtless	2	Zwischenphase (<i>f</i>), intermediate phase	2
Zweig (<i>m</i>), branch, department, twig	2	Zwischenprodukt (<i>n</i>), intermediate product	7
zweihalsig (<i>adj</i>), two-necked	1	Zylinderguss (<i>m</i>), cylinder castings, cylindrical casting	2
zweit (<i>adj</i>), second	19		
zweiwertig (<i>adj</i>), bivalent	2		
Zwilling (<i>m</i>), twinning, twin	2		

CHEMICAL SYMBOLS AND ABBREVIATIONS USED IN THIS BOOK

SYMBOLS

$=$ = gives, forms, is equal to, equals	zation, Newtonian gravi-
$\rightarrow$ = gives, passes over to, leads to	tational constant
$\rightleftharpoons$ = forms and is formed from (reversible reaction)	γ - = gamma- (third in order)
$>$ = is greater than	Δ = (delta) diffusion coefficient
$<$ = is less than	δ - = delta- (fourth in order)
$+$ = plus, and, reacting with	ϵ = (epsilon) dielectric constant, electrode potential
$-$ = minus, less	θ = (theta) angle (plane)
$'$ = prime	φ = (phi) (Durchmesser) = diameter
$''$ = second	κ = (kappa) electrical (volume) conductivity, magnetic susceptibility
$(+)$ = in Gegenwart von (in the presence of)	μ = (mu) micron (one-millionth of a meter), molecular conductivity, magnetic permeability
$^{\circ}$ = degree(s)	ν = (nu) frequency
% = per cent	π = (pi) ratio of circumference to diameter, osmotic pressure
% ig = prozentig (per cent)	ρ = (rho) refractive power
α = (alpha), degree of dissociation, angle of optical rotation, coefficient of linear or cubical expansion	Σ = (sigma) summation
α - = alpha- (first in order or position)	σ = sigma = Stefan's constant, surface tension, one-thousandth of a second
β - = beta- (second in order), expansion coefficient	
γ = (gamma) surface tension, ratio of specific heats, ioni-	

ABBREVIATIONS

A = argon	Abb = Abbildungen = illustrations
A = Annalen = Annale = annals, = Archiv = archive	Abh = Abhandl = Abhandlungen = papers, transactions
Ä = Äther = ether	absol = absolut = absolute
Å = Ångström unit(s), $1 \text{ Å} = 1 \times 10^{-8} \text{ cm}$	Abt = Abteilung = division
a a O = am angeführten, or angegebenen, Orte = in the place cited	Ac = Académie = Academy
	a c = alternating current
	Acad = Académie = Academy

Accad = Accademia = Academy
A E = Angströmeinheit = Ångstrom unit
Ae = Aether = ether
A G = Atomgewicht = atomic weight, **Aktiengesellschaft** = joint-stock company
Ag = Silber = silver
Ak = Akad = Akademie = academy
Al = Aluminium = aluminum
Alk = Alkohol = alcohol
alkal = alkalisch = alkaline
alkoh = alkoholisch = alcoholic
allg = allgemein = general
Am = Amer = American
amp = ampere(s)
An = Anmerkung = remark
angw = angew = angewandte = applied
Ann = Annales = annals
anorg = anorganische = inorganic
Anw = Anwendung = employment, use
Anz = Anzeiger = announcer
A P = Amerikanisches Patent = American patent
appl = appliqué = applied
Arch = Archiv = archive
As = Arsen = arsenic
Assn = association
asym = asymmetrisch = asymmetric
At.- = Atomprozent = atomic per cent
At-Gew = Atomgewicht = atomic weight
Äth, **Äther** = Ätherisch = ethereal
Atm = Atmosphäre = atmosphere
Atomgew = Atomgewicht = atomic weight
Au = gold
a u a = auch unter andern = also among others
Auf = Auflage = edition
Ausdehnungskoeff = Ausdehnungskoeffizient = coefficient of expansion.

ausg = ausgegeben or herausgegeben = produced, edited, etc
B = Bor = boron
B = Bildung = formation
B = Baumé
Ba = barium
bas = basisch = basic
BASF = Badische Anilin- und Soda-Fabrik = Anilin and Soda Factory of Baden (Ludwigshafen am Rhein)
Bd = Band = volume
Bde = Bände = volumes
Beibl = Beiblätter = supplements
Beih = Beihefte = supplements
Belg = Belgisch = Belgian, **Belgique** = Belgium
Ber = Berichte = reports
ber = berechnet = calculated
Best, Bestimm = Bestimmung = determination
betr = betreffend = concerning, in question, under consideration
Bi = Wismut = bismuth
bibl = bibliothèque = library, bibliography
Bild = Bildg = Bildung = formation
Bildg = Bildungen = formations
Bl = bulletin
Br = Brom = bromine
Bz = Benzol = benzene
bzgl = bezüglich = respecting
Bzn = Benzin = benzine
bzw = beziehungsweise = respectively, or
c = specific heat, velocity of light in free space
c_p = spezifische Wärme bei konstantem Druck = specific heat at constant pressure
c_v = spezifische Wärme bei konstantem Volumen = specific heat at constant volume
C = Kohlenstoff = carbon
c = Zentimeter = centimeter
Ca = calcium

ca = **circa** = about, approximately
Cal = large, or kilogram calorie(s)
Can = Canadian
cca = **circa** = about
Cd = cadmium
cf = confer = compare
cg = **cgm** = centigram(s)
Ch = **Chemie** = **chimie** = chemistry, **chemisch** = **chimique** = chemical
chem = **chemisch** = chemical
Chem = **Chemiker** = chemist
chim = **chimie**, **chimica**, **chimique** = chemistry, chemical
Cl = **Chlor** = chlorine
cm = centimeter(s)
cm², **cm²** = square centimeter(s)
cm³, **cm³** = cubic centimeter(s)
Co = **Kobalt** = cobalt
conf = compare, see, cf
C r, **C R**, **CR** = *Compt rend* = Comptes rendus = reports
Cu = **Kupfer** = copper
Cy = cyanogen, CN
cycl = **cyclisch** = cyclic
d_c = critical density
D = **Dichte** = density = specific weight
D¹⁶ = **spez Gew bei 16°** = specific weight at 16°
D²⁰₄ = **spez Gew bei 20° bezogen auf Wasser von 4°** = specific weight at 20° with reference to water at 4°
Darst = **Darstellung** = preparation
dch = **durch** = through, by
DD = **Dichten** = densities
DD = **Dampfdichte** = vapor density
DE = **Dielektrizitätskonstante** = dielectric constant
Der = **Derivat** = derivative
Derv = **Derivat** = derivative
desgl = **desgleichen** = of the kind, likewise, ditto

dest = **destilliert** = distilled, **destillieren** = to distil
Dest, **Destillat** = **Destillation** = distillation
deut = **deutsch** = German
dgl = **dergleichen** = the like
d h = **das heisst**, = that is, i e
d i = **das ist** = that is, i e
D_t = density at a given temperature
Diss or **Dissert** = **Dissertation** = thesis
Dissoz = **Dissoziation** = dissociation
drgl = **dergleichen** = the like
D R P = **Deutsches Reichs-Patent** = Imperial German patent
dsgl = **desgleichen** = likewise, ditto
DZ, **dz** = **Doppelzentner** = double centner, 100 kilograms
E = electromotive force, electrode potential, energy
E = **Erstarrungspunkt** = freezing point, solidification point, **Eigenschaften** = properties
Eg = **Eisessig** = glacial acetic acid
Eig = **Eigenschaft** = property
Eigg = **Eigenschaften** = properties
Einfl = **Einfluss** = influence
Einw = **Einwirkung** = action, effect
EK = **E M K**, **EMK** = **elektromotorische Kraft** = electromotive force, e m f
Elekt = **Elektrizität** = electricity
Eng = Engineering, Engineer
enth = **enthaltend** = containing
entspr = **entsprechend** = corresponding
Entsteh = **Entstehung** = origin
Entw = **Entwick(e)lung** = evolution, development
EP = **englisches Patent** = English patent
Ep or **Er**, **Erstarr-Pkt**, **Erstp** =

Erstarrungspunkt = solidification or freezing point
erh = **erhitzt** = heated
ev = **eventuell** = eventual, in question, under consideration
event = **eventuell** = eventual, eventually, probably, perhaps
exp = **experimentell** = experimental
F = **Fusionspunkt**, **Schmelzpunkt** = melting point
F = **Faraday's constant** = number of coulombs per gram equivalent of an ion
F = **Fluor** = fluorine
f = **für** = for, **fest** = solid, **fein** = fine, franc
Farb = **Farben** = colors
Farbw = **Farbwerke** = dyeworks
Fe = **Eisen** = iron
ff = **und folgende** = and following, et seq
F₁D = **Faden in Dampf** = thread in vapor
fig = **Figur** = figure
Fl = **Flüssigkeit** = liquid, fluid
fl = **flüssig** = liquid, fluid, **flüchtig** = volatile
Flu = **Flüssigkeiten** = liquids, fluids
flüss = **flüssig** = liquid, fluid
FP = **französisches Patent** = French patent
Fp = **Fusionspunkt** = melting point
Fr = franc
frakt = **fraktioniert** = fractionated
Frankfurt a M = **Frankfurt am Main**, a German city
frbl = **farblos** = colorless
g = **Gramm** = gram, grams
Gasentw = **Gasentwicklung** = evolution of gas
Gaz, **Gazz** = **Gazzetta** = Gazette
gebnd = **gebunden** = bound
gel. = **gelöst** = dissolved
geolog = **geologisch** = geological
gesätt = **gesättigt** = saturated

Gew = **Gewicht** = weight
gew, **gewöhnl** = **gewöhnlich** = usual, ordinary, usually
Geww = **Gewichte**, = weights
Ggw = **Gegenwart** = presence
GM = **Goldmark** = gold mark(s)
gm = gram
H = **Wasserstoff** = hydrogen
Hal = **Halogen** = halogen
Hauptwrk = **Hauptwirkung** = main action
He = helium
H-Entw = **H-Entwicklung** = hydrogen evolution or development
herg = **hergestellt** = produced
Herst = **Herstellung** = preparation, production
Hg = **Quecksilber** = mercury
Hlg = **Halogen** = halogen
H₂O = **Wasser** = water
hp, **hp**, **HP** = horsepower
I = electric current, intensity of magnetization
i = **in**, **im** = **in the**, **ist** = **is**
i B auf = **in Berechnung auf** = calculated on the basis of
ibid = **ibidem** = in the same place
i J = **im Jahre** = in the year
inakt = **inaktiv** = inactive
Inaug Diss = **inaugural dissertation** (thesis for doctor's degree)
Ind = **Industrie** = industry, **industriell** = industrial
Inst = institute
J = **Jod** = iodine
J = **Journal** = journal, **Jahrbuch** or **Jahresbericht** = annual report
K = constant, specifically, chemical equilibrium constant, dielectric constant, electric dissociation constant
k = constant, specifically, velocity coefficient of reaction, molecular gas constant
K = **Kalium** = potassium
K = **Kelvin** = absolute centigrade scale

Ka = Kathode = cathode
Kap = Kapitel = chapter
kg = Kilogramm = kilogram(s)
kg-m = kilogram-meter(s)
k Kal = kleine Kalorie = small calorie
km = kilometer(s)
Koeff, Koeffiz = Koeffizient = coefficient
kompr = komprimiert = compressed
Konz = Konzentration = concentration
konz = konzentriert = concentrated
kor, korr = korrigiert = corrected
Kp = Kochpunkt = boiling point
Kp₁₀ = Kochpunkt bei 10 mm Quecksilberdruck = boiling point at 10 millimeters of mercury pressure
Kr = krypton
Kr = Kristallographie = crystallography
krit = kritisch = critical
Kryst = Kristallographie = crystallography, **Krystall(e)** = crystals(s), **Krystallisation** = crystallization
kryst = kristallisiert = crystallized, **kristallinisch** = crystalline
kub = kubisch = cubic
kw, K W = kilowatt(s)
kw-hr = kilowatt-hour(s)
Kwst = Kilowattstunde = kilowatt-hour
KW-stoff = Kohlenwasserstoff = hydrocarbon
L = latent heat
l = Liter = liter(s), **löslich** = soluble, **lies** = read, **Länge** = length
Landw = Landwirtschaft = agriculture, **landwirtschaftlich** = agricultural
Leg = Legierung = alloy, alloying
Legg = Legierungen = alloys

leichtl = leichtlöslich = easily soluble
Lfg = Lieferung = issue, number, part
Li = lithium
ll = leicht löslich = readily soluble
Lösl = Löslichkeit = solubility.
lösl = löslich = soluble
Lösungsm = Lösungsmittel = solvent
Lsg = Lösung = solution
Lsgg = Lösungen = solutions
Lsgs-Mittel = Lösungsmittel = solvents
l W = lichte Weite = inside diameter
M = Molekulargewicht = molecular weight
m- = meta- = m-
M = Mark = mark, marks, **Metall** = metal (in formulas)
m² = square meter(s)
m³ = cubic meter(s)
M = Masse = mass, **Mittelsorte** = medium grade
magnet = magnetisch = magnetic
Me = Methyl = methyl, **Metall** = metal
Met = metallurgical, metals, metallurgy
metall = metallisch = metallic
Meth = Methode = method
M G = Molekulargewicht = molecular weight
Mg = magnesium
mg = milligram(s)
Mitt = Mitteilung(en) = communication(s)
mitt = mittels = by means of
Mk. = Mark = mark(s)
mk = mikroskopisch = microscopic
m-kg = meter-kilogram
mkr = mikroskopisch = microscopic
ml. = milliliter(s)

mm. = millimeter(s)
Mn = Mangan = manganese
Mo = Molybdän = molybdenum
Mol = Molekül = molecule
Mol Gew = Molekulargewicht = molecular weight
Mol-Refr, Mol-Refrakt = Molekularrefraktion = molecular refraction
Monatsh = Monatshefte = monthly number (of a publication)
mx = Maximum = maximum
n (in combination with numbers) = refractive index
n (in combination with names) = normal
N = Stickstoff = nitrogen
Na = Natrium = sodium
nasz = naszierend = nascent
Naturv = Naturvorkommen = natural occurrence
Nd = Neodym = neodymium
Nd = Niederschlag = precipitate
Nad = Niederschläge = precipitates
Ni = nickel
No = Nummer = number
Norw P = norwegisches Patent = Norwegian patent
Nr, Nro = Nummer = number
Ntf = Naturforscher = scientific investigator
O = Sauerstoff = oxygen
O- = united to oxygen
o- = ortho- = *o*-
o = oder = or, **oben** = above, **ohne** = without
o drgl = oder dergleichen = or the like
Os = osmium
p- = para- = *p*-
P = Phosphor = phosphorus
Pb = Blei = lead
period = periodisch = periodical
Pd = palladium
Pf = Pfund = pound
Ph = Phenyl

physik, physikal = physikalisch = physical
Pkt = Punkt = point
Pr = proceedings
pr = praktisch = practical, applied
prakt = praktisch = practical, applied
prim = primär = primary
Prod = Produkt = product
Proz = Prozent = per cent
Prüfsgg = Prüfungen = testing solution
PS, PS, Pst = Pferdestärke = horsepower, h p
Pt = Platin = platinum
qmm = Quadratmillimeter = square millimeter
R = gas constant per mole of ideal gas, electrical resistance
r = Radius = radius, **rechts drehend** = dextrorotatory
rd = rund = about, approximately
Rd = Reduktion = reduction
Red = Reduktion = reduction
Redd = Redduktionen = reductions
Ref = Referate = reports, abstracts
Rep = Report, report
Rk = Reaktion = reaction
Rkk = Reaktionen = reactions
Rostbildg = Rostbildung = rust formation
R-P = Reichs-Patent = imperial patent
S = Schwefel = sulfur
S- = united to sulfur
S = Seite = page, **Säure** = acid
s = siehe = see
s a = siehe auch = see also
s a s = siehe auch Seite = see also page
schm = schmelzend = melting, **schmilzt** = melts
Schmelztp, Schmp, Schmpt = Schmelzpunkt = melting point
Schw = schweizerisch = Swiss, **schwedisch** = Swedish

s d = *siehe dies* = see this, which
see, *q v* (quod vide)

Sd = *Siedepunkt* = boiling point

sd = *siedend* = boiling

Sdp = *Siedepunkt* = boiling point,
b p

Se = *Selen* = selenium

sek = *sekundär* = secondary

Sek = *Sekunde* = second

s G = *spezifisches Gewicht* = specific gravity, sp gr

s g = *sogenannt* = so-called

Si = *Silicium, Silizium* = silicon

sied = *siedend* = boiling

Sm = *Schmelzpunkt* = melting point

Sn = *Zinn* = tin

s o = *siehe oben* = see above

sog, sogen = *sogenannt* = so-called

spez Gew, sp G = *spezifisches Gewicht* = specific gravity, sp gr

spezif = *spezifisch* = specific

Spl = *Supplement* = supplement

Sr = *strontium*

S S = *Schwefelwasserstoffsäure* = hydrogen sulfide, H_2S

SS = *Säuren* = acids

s S = *siehe Seite* = see page

St = *Stahl* = steel

Std = *Stunde, Stunden* = hour, hours

std = *stündig* = for hour(s)

Stde = *Stunde* = hour

stdg = *stündig* = for — hour(s)

Stdh = *Stunden* = hours

stöchiometr = *stöchiometrisch* = stoichiometric

s u = *siehe unten* = see below

Subst = *Substanz* = substance

s W = *spezifische Wärme* = specific heat

swl. = *sehr wenig löslich* = very slightly soluble

s w u = *siehe weiter unten* = see below

Syst No = *System-Nummer* = system number

SZ, S Z = *Säurezahl* = acid number

T = *Teil* = part

t = *Tonne* = ton(s), **Temperatur** = temperature

Ta = *Tantal* = tantalum

Te = *Tellur* = tellurium

techn = *technisch* = technical(ly), industrial(ly)

Temp = *Temperatur* = temperature

Tempp = *Temperaturen* = temperatures

tert = *tertiär* = tertiary

Tfl = *Tafel* = table

Th = *Thorium* = thorium

Ti = *Titan* = titanium

Tl = *Teil, Teile* = part, parts

Tle, Tln = *Teile, Teilen* = parts

u = *und* = and

u a = *unter anderen* = among others

u a. m = *und andere mehr* = and others, *und anderes mehr* = and so forth, and so on

u ä m = *und ähnliches mehr* = and the like

u a s = *und andere solche* = and others

u dgl = *und dergleichen* = and the like

u dgl m = *und dergleichen mehr* = and such like

u e a = *und einige andere* = and some others

Umwandl = *Umwandlung* = transformation, conversion

unges = *ungesättigt* = unsaturated

unl, unlös = *unlöslich* = insoluble

Unters = *Untersuchung* = investigation, examination

u s f = *und so fort* = and so on

usw, u. s w, = *und so weiter* = and so forth, and so on, etc

u Z, **u Zers** = **unter Zersetzung** = with decomposition
u zw = **und zwar** = i.e., that is, and that
V = **Vanadium** = vanadium
V = **Vorkommen** = occurrence, presence
V = volume(s), volt(s), velocity, vicinal, **vide** = see, **von** = of, from, etc., **vormals** = formerly
Vak = **Vakuum** = vacuum
Vb = **Verbindung** = compound
Vbb = **Verbindungen** = compounds
Verb = **Verbindung** = compound, combination
Verbb = **Verbindungen** = compounds
Verd = **Verdünnung** = dilution
verd = **verdünnt** = diluted, dilute
Verf = **Verfahren** = process
Verfahr = **Verfahren** = process
Verff = **Verfahren** = methods
Vergl = **Vergleich** = comparison
vergl = **vergleiche** = compare, cf
Verh = **Verhalten** = behavior, **Verhältnis** = proportion, ratio
Vers = **Versuch** = experiment, test
Verss = **Versuche** = experiments, tests
vgl = **vergleiche** = compare, see, cf
vgl a = **vergleiche auch** = see also
Vhdl = **Verhandlungen** = transactions

Vol = **Volumen**, **Volumina** = volume, volumes
Vork = **Vorkommen** = occurrence
W = **Widerstand** = electrical resistance
W = **Wolfram** = tungsten, work
W = **Wasser** = water
wässr = **wässrig** = aqueous
Wirk = **Wirkung** = action, effect
wiss = **wissenschaftlich** = scientific
Wirkg = **Wirkung** = action, effect
wss = **wässrig** = aqueous, hydrous
Xe = xenon
Z = **Zeitschrift** = periodical, **Zeile** = line, **Zeit** = time, **Zoll** = inch
z = **zu** = at, for, by, **zum**, **zur** = at the, for the
z B = **zum Beispiel** = for example
Zers = **Zersetzung** = decomposition
Zn = **Zink** = zinc
Zp = **Zersetzungspunkt** = decomposition point
Zr = **Zirkonium** = zirconium
z T = **zum Teil** = in part, partly
Ztg = **Zeitung** = news
z Th = **zum Theil** = in part
Ztrbl = **Zentralblatt** = central journal
Ztschr = **Zeitschrift** = journal, periodical
Zus = **Zusammensetzung** = composition, **Zusatz** = addition
zw = **zwischen** = between
z Z = **zur Zeit** = at present, acting

ALPHABETICAL LIST OF STRONG AND IRREGULAR VERBS

The following is an alphabetical reference list of the strong and irregular verbs in German. Inseparable and separable strong verbs are *not* listed here, their principal parts being formed like those of the basic verb. Verbs with which "ist" appears are conjugated with "sein", verbs for which no auxiliary is given form their compound tenses with "haben".

<i>Infinitive</i>	<i>Present 3rd sing (if vowel is changed)</i>	<i>Past</i>	<i>Past Participle</i>	<i>English Infinitive</i>
backen	bäckt	buk	gebacken	bake
befehlen	befiehlt	befahl	befohlen	command
beginnen		begann	begonnen	begin
beissen		biss	gebissen	bite
bergen	birgt	berg	geborgen	hide conceal
bersten	burst	barst	ist gebursten	burst
betragen		betrog	betrogen	deceive
biegen		bog	gebogen	bend
bieten		bot	geboten	offer
binden		band	gebunden	tie bind
bitten		bat	gebeten	ask
blasen	blast	blies	geblasen	blow
bleiben		blieb	ist geblieben	stay remain
braten	brat	briet	gebraten	roast
brechen	bricht	brach	gebrochen	break
dringen		drang	ist gedrungen	penetrate
empfehlen	empfeht	empfohl	empfohlen	recommend
erlöschen	erlischt	erlosch	ist erloschen	go out (light)
erschrecken	erschrickt	erschrak	ist erschrocken	be(come) afraid
essen	isst	ass	gegessen	eat
fahren	fährt	fuhr	ist gefahren	go, ride, drive
fallen	fällt	fiel	ist gefallen	fall
fangen	fangt	fang	gefangen	catch
fechten	fecht	focht	gefochten	fight
finden		fand	gefunden	find
fliegen		flog	ist geflogen	fly
fliehen		floh	ist geflohen	flee
fließen		floss	ist geflossen	flow
fressen	frisst	fress	gefressen	eat (as animals)
frieren		fror	gefroren	freeze
gären		gor	gegoren	ferment
gebären	gebärt	gebar	geboren	bear give birth to
geben	gibt	gab	gegeben	give
gehen		ging	ist gegangen	go
gelingen		gelang	ist gelungen	be successful, succeed
gelten	gilt	galt	gegolten	be valid, be true hold good
gemessen		mass	gemessen	enjoy
geschehen	geschieht	geschah	ist geschehen	happen
gewinnen		gewann	gewonnen	win gain, obtain
giessen		goss	gegossen	pour cast
gleichen		glich	geglichen	equal, resemble
gleiten		glitt	ist geglitten	glide, slip

graben	gräbt	grub	gegraben	dig
greifen		griff	gegriffen	seize
halten	hält	hielt	gehalten	hold
hängen	hängt	hing	gehangen	hang
heben		hob	gehoben	lift
heissen		hiess	geheissen	be named, bid
helfen	hilft	half	geholfen	help
klingen		klang	geklungen	sound
kommen		kam	1st gekommen	come
kriechen		kroch	1st gekrochen	creep, crawl
laden	lädt	lud	geladen	load
lassen	lässt	liess	gelassen	let have (cause)
laufen	läuft	lief	1st gelaufen	run
leiden		litt	gelitten	suffer
leihen		lieh	geliehen	lend
lesen	liest	las	gelesen	read
liegen		lag	1st gelegen	lie, be (situated)
lügen		log	gelogen	lie (tell a)
meiden		mied	gemieden	avoid
massen	misst	mass	gemessen	measure
misslingen		misslang	1st misslungen	fail
nehmen	nimmt	nahm	genommen	take
pfeifen		piff	gepiffen	whistle
preisen		pries	gepriesen	praise
quellen	quillt	quoll	1st gequollen	gush, sprang
raten	rät	riet	geraten	advise, guess
reiben		rieb	gerieben	rub
reißen		riss	gerissen	tear, snatch
reiten		ritt	1st geritten	ride
riechen		roch	gerochen	smell
rufen		rief	gerufen	call shout
saufen	säuft	soff	gesoffen	drink (as animals)
saugen		sog (saugte)	gesogen (gesaugt)	suck
schaffen		schuf	geschaffen	create
scheiden		schied	(1st) geschieden	part, separate
scheinen		schien	geschienen	seem shine
scheitern	schult	schalt	gescholten	scold
schieben		schob	geschoben	push, shove
schessen		schoss	geschossen	shoot
schlafen	schläft	schlief	geschlafen	sleep
schlagen	schlägt	schlug	geschlagen	beat strike
schleichen		schlich	1st geschlichen	sneak
schliessen		schloas	1st geschlossen	shut lock
schmelzen	schmilzt	schmolz	(1st) geschmolzen	melt fuse
schneiden		schnitt	geschnitten	cut
schreiben		schrab	geschrieben	write
schreiben		schrab	geschrieben	write
schreiten		schrut	1st geschritten	stride
schweigen		schwie	geschwiegen	be silent
schwellen	schwillt	schwell	1st geschwellen	swell
schwimmen		schwamm	1st geschwommen	swim
schwinden		schwand	1st geschwunden	vanish
schwingen		schwang	geschwungen	swing
schwören		schwur, schwor	geschworen	swear
sehen	sieht	sah	gesehen	see
sein	ist	war	1st gewesen	be
sieden		sott (siedete)	gesotten (gesiedet)	boil
singen		sang	gesungen	sing
sinken		sank	1st gesunken	sink
sinnen		sann	gesonnen	think
sitzen		sass	gesessen	sit
spinnen		spann	gesponnen	spin
sprechen	spricht	sprach	gesprochen	speak
springen		sprang	1st gesprungen	jump
stechen	sticht	stach	gestochen	stick, sting
stehen		stand	gestanden	stand
stehlen	stiehlt	stahl	gestohlen	steal

STRONG AND IRREGULAR VERBS

297

steigen		stieg	ist gestiegen	mount
sterben	stirbt	starb	ist gestorben	die
stossen	stösst	stoss	gestossen	push, bump
streichen		strich	(ist) gestrichen	stroke
streiten		stritt	gestritten	contend
tragen	trägt	trug	getragen	carry
treffen	trifft	traf	getroffen	hit, meet
treiben		trieb	getrieben	drive
treten	tritt	trat	ist getreten	lread, step
trinken		trank	getrunken	drink
tun		tat	getan	do, put
verderben	verdirbt	verdarb	(ist) verdorben	ruin, spoil
vergessen	vergisst	vergass	vergessen	forget
verlieren		verlor	verloren	lose
verzeihen		verzieh	verziehen	pardon
wachsen	wächst	wuchs	ist gewachsen	grow
waschen	wascht	wusch	gewaschen	wash
weben		wob	gewoben	weave
weichen		wich	ist gewichen	yield
weisen		wies	gewiesen	point show
werben	wirbt	warb	geworben	woo
werden	wird	{ wurde	ist geworden	become
werfen	wirft	warf	geworfen	throw
wiegen		wog	gewogen	weigh
ziehen		zog	gezogen	pull draw
			ist gezogen	go, march move
zwingen		zwang	gezwungen	force

IRREGULAR WEAK VERBS

Infinitive	Present	Past	Past Participle	English Meaning
brennen		brannte	gebrannt	burn
kennen		kannnte	gekannt	know, be acquainted with
nennen		nannte	genannt	name
rennen		rannte	ist gerannt	run
senden	sendet	sandte	gesandt	send
wenden	wendet	wandte	gewandt	turn
bringen		brachte	gebracht	bring
denken		dachte	gedacht	think
haben	hat	hatte	gehabt	have
wissen	weiss	wusste	gewusst	know

MODAL AUXILIARY VERBS

dürfen, be permitted to	darf, I may	durfte, I was allowed	gedurft, allowed
können, be able to	kann, can	konnte could	gekonnt, been able
mögen, like to	mag, like	mochte, cared	gemocht, cared
müssen, have to	muß, I must	musste, had to	gemusst, had to
sollen, be supposed to	soll, am to	sollte, was to	gesollt, supposed
wollen, want to	will, want	wollte, wanted	gewollt, wanted

PAST SUBJUNCTIVE

ich dürfte, I might I would be permitted	ich könnte, I would be able I could I might	ich möchte, I should like to
ich müsste, I would have to	ich sollte, I should	ich wollte, I would I'd want to

ABBREVIATIONS OF PERIODICALS CITED IN THIS BOOK

LIST OF ABBREVIATIONS AND THE TITLES OF THE PERIODICALS FOR WHICH THEY STAND

The student of chemistry and technology will find the following list of abbreviations, and the titles of the periodicals for which they stand, of practical use. To facilitate the reading of abbreviations the following example will serve as a model. BRONN, *Ztschr angew Chem* 14, 848 (1901). The student is to understand that Bronn is the author of the article found in the *Zeitschrift für angewandte Chemie*, Volume 14, page 848, year 1901. In American citations of periodicals, the volume number is usually in heavy type, thus **14**. It will also be noted that there is no accepted standard of abbreviations in the various German publications. If the student wishes to become familiar with the uniform abbreviations which have been adopted for these and other periodicals by American chemists he should consult the *List of Periodicals* published by *Chemical Abstracts*, Ohio State University, Columbus, Ohio.

In the following list the authors have taken the liberty of giving, in parentheses, a translation of the titles of the foreign periodicals in order to help the student remember what each publication stands for. The student, however, when referring to these publications, should cite the original foreign title.

- A* = *Liebigs Annalen der Chemie* (Liebig's Annals of Chemistry)
- A Ch* = *Annales de chimie*, St Germain, Paris, France (Annals of Chemistry)
- A Ch*, *Ann Chim et Phys* = *Annales de chimie et de physique*, Paris, France (1817-1914). Separated into two journals in 1914: *Annales de chimie* and *Annales de physique* (Annals of Chemistry and Physics)
- Am Chem J*, *Amer Chem Journ* = *American Chemical Journal*, Baltimore, Md. Combined with the *Journal of the American Chemical Society* in 1914.
- Am J Sci*, *Amer Journ Science* = *American Journal of Science*, New Haven, Conn.
- Am Soc* = *Journal of the American Chemical Society*, Washington, D C
- Ann Phys*, *Ann d Phys* = *Annalen der Physik*, Leipzig, Germany (Annals of Physics)
- Anz Krakau Akad* = *Anzeiger der Akademie der Wissenschaften, Krakau*. Joined with the *Bulletin international de l'Academie des sciences de Cracovie* since 1900. (Announcer of the Academy of Sciences at Krakau)
- A Pth* = *Archiv für experimentelle Pathologie und Pharmakologie*, Leipzig, Germany (Archives for Experimental Pathology and Pharmacology)

- Arch f Anatomie u Physiologie* = *Archiv für Anatomie und Physiologie*
Merged with *Pflügers Archiv für die gesamte Physiologie des Menschen und der Tiere* (which see), Julius Springer, Berlin, Germany (Archives for Anatomy and Physiology)
- Arch phys nat* = *Archives des sciences physiques et naturelles*, University of Geneva, Geneva, Switzerland (Archives of the Physical and Natural Sciences)
- A Spl* = *Liebigs Annalen Supplementbande* (Supplementary volumes to Liebig's Annals)
- Atti Linc* = *Atti della reale accademia nazionale dei Lincei*, Rome, Italy
The most important Italian chemical publication (Transactions of the National Science Academy of Lincei)
- B, Ber* = *Berichte der deutschen chemischen Gesellschaft*, Berlin, Germany (Reports of the German Chemical Society)
- Bibl univ* = *Bibliothèque universelle des sciences et arts*, 1816-1835, second series, 1836-1845, then *Archives des sciences physiques et naturelles*, Geneva, Switzerland (Universal Library of Sciences and Arts, Archives of Physical and Natural Sciences)
- Bl* = *Bulletin de la société chimique de France*, Paris, France (Bulletin of the Chemical Society of France)
- Bl Acad Belg* = *Bulletin de l'académie royale de Belgique* Since 1899, *Classe des Sciences*, Brussels, Belgium (Bulletin of the Royal Academy of Belgium)
- Bl Min Eng* = *Bulletin of the American Institute of Mining Engineers* Since 1919, *Mining and Metallurgy*, New York City
- Bl Soc d'Enc* = *Bulletin de la société d'encouragement pour l'industrie nationale*, 44 rue de Rennes, Paris (6e), France (Bulletin of the Society for the Encouragement of National Industry)
- C* = *Chemisches Centralblatt*, Berlin, Germany Name changed in 1907 to *Chemisches Zentralblatt* Published weekly by the Deutsche chemische Gesellschaft, 1 vol of 2 parts This is the oldest chemical abstract journal in existence, it was started in 1830 and has been published continuously ever since (Chemical Central Publication)
- Canad Chem Metallurg* = *Canadian Chemistry and Metallurgy*, Toronto, Canada
- Chem Fabr* = *Chemische Fabrik (Die) Teil B der Zeitschrift des Vereins deutscher Chemiker*, Berlin, Germany (Chemical Manufacture [The] Part B of the Periodical of the Union of German Chemists)
- Chem Met Eng* = *Chemical and Metallurgical Engineering*, McGraw-Hill Publishing Co, New York City Before 1918, *Metallurgical and Chemical Engineering*
- Chem Weekbl* = *Chemisch Weekblad*, Amsterdam, Holland (Chemical Weekly Paper)
- Chem Ztbl* = *Chemisches Zentralblatt* (Chemical Central Publication)
- Ch I, Chemische Ind* = *Chemische Industrie*, Berlin, Germany (Chemical Industry)

- Ch Z*; *Chem-Zig* = *Chemiker-Zeitung*, Cothen, Germany Published three times a week (Chemists' Newspaper)
- Chim et Ind* = *Chimie et industrie*, 49 Mathurins St., Paris, France (Chemistry and Industry)
- C Min.* = *Zentralblatt für Mineralogie, Geologie und Paläontologie*, Stuttgart W., Germany Since 1920 divided into parts A, Mineralogie, Petrographie, and B, Geologie, Paläontologie (Central Periodical for Mineralogy, Geology, and Paleontology)
- C R*, *Comp rend Acad Sciences* = *Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'académie des sciences*, Paris, France (Weekly reports of the Academy of Sciences)
- Dingl J* = *Dinglers polytechnisches Journal*, Berlin, Germany Twenty-six numbers a year (Dingler's Polytechnical Journal)
- Econom Geol* = *Economic Geology*, Lancaster, Penna
- Electrochem met Ind* = *Electrochemical and Metallurgical Industry*, New York City Continued as *Metallurgical and Chemical Engineering*, name changed in 1918 to *Chemical and Metallurgical Engineering*
- Fer* = *Ferrum* Discontinued in 1916 (Iron)
- Frdl* = *Friedländers Fortschritte der Teerfarbenfabrikation*, Julius Springer, Berlin, Germany (Friedlander's Progress in the Manufacture of Coal Tar Colors)
- G, Gazz* = *Gazzetta chimica italiana*, Rome, Italy Monthly publication. (Italian Chemical Gazette)
- Gas* = *Das Gas- und Wasserfach, Fortsetzung von J Gabel*, Munich, Germany (The Gas and Water Profession, continuation by J Gabel)
- Glastechn Ber* = *Glastechnische Berichte* Published by the Deutsche glastechnische Gesellschaft, Frankfurt am Main (Commercial Glass Reports)
- Grh* = *Gerhardt, Traité de chimie organique*, Paris, France 4 vols., 1853-1856 (Gerhardt's Treatise on Organic Chemistry)
- H* = *Zeitschrift für physiologische Chemie (Hoppe-Seyler)*, Leipzig, Germany ([Hoppe-Seyler's] Periodical for Physiological Chemistry)
- Ind eng Chem* = *Industrial and Engineering Chemistry*, Washington, D C
- J* = *Jahresbericht über die Fortschritte der Chemie und verwandter Teile anderer Wissenschaften*, Giessen, Germany (Yearly Report Regarding the Progress of Chemistry and Related Parts of Other Sciences)
- J Am Soc, Journ Amer Chem Soc* = *Journal of the American Chemical Society*, Washington, D C
- Jernkatores Ann* = *Jernkatores Annaler*, Nordiska Bokhandeln, Stockholm, Sweden (Jernkatores's Annals, Nordic Publishing House)
- J ind eng Chem, Journ Ind Engin Chem* = *(The) Journal of Industrial and Engineering Chemistry*, Washington, D C Name changed in 1923 to *Industrial and Engineering Chemistry*
- J Indian Inst Science, A* = *Journal of the Indian Institute of Science*, Series A, Bangalore, India
- J Inst Met* = *Journal of the Institute of Metals*, London, England
- Journ Chem Soc* = *Journal of the Chemical Society*, London, England

- Journ Chim physique, J Ch Ph* = *Journal de chimie physique*, St Michel, Paris, France (Journal of Physical Chemistry)
- Journ prakt Chem* = *Journal für praktische Chemie*, Leipzig, Germany (Journal for Practical Chemistry)
- Ж* (*Journ Russ phys Chem Ges* = *Journal der russischen physikalisch-chemischen Gesellschaft*), Moscow, U S S R Printed in Russian (Journal of the Russian Physical-Chemical Society)
- Journ Soc Chem Ind* = *Journal of the Society of Chemical Industry*, Japan
- J Pharm Chim* = *Journal de pharmacie et de chimie*, Paris, France (Journal of Pharmacy and Chemistry)
- J Phys théor* = *Journal de physique théorique et appliquée* Since 1920, *Journal de physique et Le radium* (Journal of Theoretical and Applied Physics)
- J pr, J Pr Ch* = *Journal für praktische Chemie*, Leipzig, Germany (Journal for Practical Chemistry)
- J Roy Inst* = *Journal of the Royal Institution of Great Britain*
- J Soc Chem Ind* = *Journal of the Society of Chemical Industry*, London E C 2, England A weekly publication Includes Chemistry and Industry and British Chemical Abstracts B
- J techn okonom Ch* = *Journal für technische und ökonomische Chemie*, Leipzig, Germany, 1828-1833, continued as *Journal für praktische Chemie* (Journal of Industrial and Economic Chemistry)
- J Washington Acad* = *Journal of the Washington Academy of Sciences*, Washington, D C
- Koll Z* = *Kolloid-Zeitschrift*, Dresden-Blasewitz, Germany Monthly publication (Colloid Periodical)
- Korrosion Metallschutz* = *Korrosion und Metallschutz*, Leipzig, Germany Monthly publication (Corrosion and Protection of Metals)
- Lieb Ann* = *Liebigs Annalen der Chemie*, Leipzig, Germany See A (Liebig's Annals of Chemistry)
- L'Ind Chim* = *L'Industria chimica, mineraria e metallurgica*, Torino, Italy Incorporated, July, 1919, with the *Giornale de chimica industriale* (Chemical, Mineral, and Metallurgical Industry)
- M* = *Monatshefte für Chemie und verwandte Teile anderer Wissenschaften*, Vienna, Austria (Monthly Numbers for Chemistry and Related Parts of Other Sciences)
- Met (chem Eng)* = *Metallurgical and Chemical Engineering*, McGraw-Hill Publishing Co, New York City Since 1918, *Chemical and Metallurgical Engineering*
- Met Ind London* = *The Metal Industry*, London, England
- Minutes Pr Inst Civil Engr* = *Minutes and Proceedings of the American Institute of Civil Engineers*, New York City
- Mitt Kaiser Wilhelm Inst Eisenforschung* = *Mitteilungen aus dem Kaiser-Wilhelm Institute für Eisenforschung zu Dusseldorf*, Germany (Communications from the Kaiser Wilhelm Institute for Iron Research at Dusseldorf)
- Mitt Materialpr* = *Mitteilungen aus dem königlichen Materialprüfungsamt*

- zu Berlin-Dahlem* Name changed in 1928 to *Mitteilungen der deutschen Materialprüfungsanstalten*, Julius Springer, Berlin, Germany (Communications from the Royal Bureau for Testing Materials at Berlin-Dahlem, Communications from the German Establishment for Testing Materials)
- Mit techn Versuchsanst Berlin* = *Mitteilungen der technischen Versuchsanstalt Berlin*, Germany (Communications of the Technical Experimental Establishment at Berlin)
- Monatsh*, *Monatsh Chem* = *Monatshefte für Chemie und verwandte Teile anderer Wissenschaften*, Vienna, Austria (Monthly Numbers for Chemistry and Related Parts of Other Sciences)
- Nature* = *Nature*, London, England A weekly publication
- Naturw* = *Die Naturwissenschaften*, Springer, Berlin, Germany (Natural Sciences)
- N Jb Min Beilagebd* = *Neues Jahrbuch für Mineralogie, Geologie und Paläontologie Beilagebände* Stuttgart, Germany (New Yearbook for Mineralogy, Geology, and Palaeontology Supplementary volumes)
- Ofvers Akad Stockholm* = *Ofversigt af Kongliga Vetenskaps Akademiens Forhandlingar Stockholm*, Sweden Up to 1903, *Kongliga Svenska Vetenskaps Akademiens Handlingar* (Review of the Transactions of the Royal Academy of Science, Stockholm, Transactions of the Swedish Royal Academy of Science)
- Opuscula Physica et Chemica* = *Opuscula Physica et Chemica*, Upsala, Sweden, 1782 By T Bergman (Physical and Chemical Works)
- (Der) *Papierfabrikant*, 140 Dranienstrasse, Berlin, Germany ([The] Paper Manufacturer)
- P C H* = *Pharmazeutische Zentrallhalle für Deutschland*, Dresden, Germany (Pharmaceutical Central Hall for Germany)
- Pflugers Arch d Physiol* = *Pflugers Archiv für die gesamte Physiologie des Menschen und der Tiere*, Berlin, Germany (Pfluger's Archives for the Entire Physiology of Man and Animals)
- Pharm J* = *Pharmaceutical Journal*, London, England
- Pharm Ztg* = *Pharmazeutische Zeitung*, Springer, Berlin, Germany (Pharmaceutical Newspaper)
- Ph Ch* = *Zeitschrift für physikalische Chemie*, Leipzig, Germany (Periodical for Physical Chemistry)
- Phil Mag* = *The London, Edinburgh and Dublin Philosophical Magazine and Journal of Science*, London, England
- Phil Trans* = *Philosophical Transactions of the Royal Society of London*, England
- Pogg Ann* = *Annalen der Physik und Chemie, herausgegeben von Poggen-dorff* (Poggendorff's Annals of Physics and Chemistry)
- Pr Am Acad* = *Proceedings of the American Academy of Arts and Sciences*, Boston, Mass
- Pr Cambridge Soc* = *Proceedings of the Cambridge Philosophical Society*, Cambridge University Press, London, England
- Proceed Chem Soc* = *Proceedings of the Chemical Society of London*, England,

- 1841-43 Continued as *Memoirs and Proceedings of the Chemical Society of London*
- Pr Roy Soc* *Proceedings of the Royal Society, London, England*
- R, Rec Trav chim* = *Recueil des travaux chimiques des Pays-Bas*, Dordrecht, Holland (Collection of Chemical Works of the Netherlands)
- R A L* = *Atti della reale accademia nazionale dei Lincei, Rendiconti classe di scienze fisiche, matematiche e naturali*, Rome, Italy (Transactions of the Royal National Academy of Lincei Classified Reports of Physical, Mathematical and Natural Sciences)
- Rep 8th Brit Assoc* = *Report of the Eighth Meeting of the British Association for the Advancement of Science* (The 108th meeting was held in 1935)
- Répert Chim pure* = *Répertoire de chimie pure et appliquée Comptes rendus des applications de la chimie en France et à l'étranger* Paris, 1858-1863 From 1864 to date, *Bulletin de la Société chimique de Paris* (Repository of Pure and Applied Chemistry Reports of the Applications of Chemistry in France and Abroad)
- Rev Mét* = *Revue de métallurgie*, Paris, France (Metallurgical Magazine)
- Rev Mét Mém* = *Revue de métallurgie (Mémoires)*, Paris, France (Metallurgical Magazine [Memoirs])
- Schweiz min petrogr Mitt* = *Schweizerische mineralogische und petrographische Mitteilungen*, Zurich, Switzerland (Swiss Mineralogical and Petrographic Communications)
- Schw J* = *Schweiggers Journal für Chemie und Physik*, Nurnberg, Berlin, 1811-1833, 68 vols (Schweigger's Journal for Chemistry and Physics)
- Sci Rep Tôhoku* = *The Science Reports of the Tôhoku Imperial University, Japan*
- Skr Akad Oslo* = *Skrifter Utgitt av det Norske Videnskaps Akademi i Oslo I Matematisk-Naturvidenskapelig Klasse Norske Videnskaps — Akademi i Oslo*, Norway (Publications of the Norwegian Academy of Science, Oslo I Mathematics and Science Group — Norwegian Academy of Science, Oslo)
- Soc* = *Journal of the Chemical Society, London, England*
- Soc Fenn Comm* = *Societas Scientiarum Fennica, Commentationes Biologicae* Printed in English, French, or German Helsingfors, Finland (Finnish Society of Scientists, Biological Commentaries)
- Sprechsaal* = *Zeitschrift für die keramischen, glas- und verwandten Industrien* Name changed, 1933, to *Sprechsaal für Keramik-Glas-Email, Fach- und Wirtschaftsblatt für die Silicat-Industrien*, Coburg, Germany (Forum Periodical for the Ceramic, Glass, and Related Industries)
- St E* = *Stahl und Eisen*, Dusseldorf, Germany (Steel and Iron)
- Techn Publ Am Inst Min metallurg Eng* = *Technical Publications of the American Institute of Mining and Metallurgical Engineers*, New York City This same association publishes *Mining and Metallurgy* and *Transactions*
- Thermoch Unters* = *Thermochemische Untersuchungen*, by Thomson (Thermochemical Investigations)

Trans Am electrochem Soc = *Transactions of the American Electrochemical Society*, Columbia University, New York City

Trans Faraday Soc = *Transactions of the Faraday Society*, London, England

Trans Min Eng = *Transactions of the American Institute of Mining and Metallurgical Engineers*, New York City

Tschermak = *Tschermaks mineralogische und petrographische Mitteilungen*
Name changed in 1931 to *Mineralogische und petrographische Mitteilungen*, Leipzig, Germany (Tschermak's Mineralogical and Petrographic Information)

Verh Gewerbezt = *Verhandlungen des Vereins zur Förderung des Gewerbetleisses* (Transactions of the Union for the Promotion of Industry)

Verh phys Ges = *Verhandlungen der deutschen physikalischen Gesellschaft*
From 1882 to 1898, *der ph Ges zu Berlin*, from 1899 to 1919, *Berichte der deutschen physikalischen Gesellschaft* (Transactions of the German Physical Society)

W = *Annalen der Physik*, Leipzig, Germany Formerly called *Wiedemann-Drude* (Annals of Physics)

Wied Ann (Beibl) = *Beiblätter zu Annalen der Physik und Chemie*, herausgegeben von Wiedemann Discontinued in 1919 Merged in *Physikalische Berichte* (Supplement to the Annals of Physics and Chemistry)

Z = *Zeitschrift für Chemie* (Periodical for Chemistry)

Z Ang, *Ztschr angew Chem* = *Zeitschrift für angewandte Chemie* Name changed in 1932 to *Angewandte Chemie*, Berlin, Germany (Periodical for Applied Chemistry)

Z anorg allg Chem, *Z anorg Ch* = *Zeitschrift für anorganische Chemie*
Name changed in 1915 to *Zeitschrift für anorganische und allgemeine Chemie*, Leipzig, Germany (Periodical for Inorganic and General Chemistry)

Z El, *Ztschr Elektrochem* = *Zeitschrift für Elektrochemie* Name changed in 1904 to *Zeitschrift für Elektrochemie und angewandte physikalische Chemie*, Berlin, Germany (Periodical for Electrochemistry and Applied Physical Chemistry)

Ztschr f d ges Textil-Industrie = *Zeitschrift für die gesamte Textil-Industrie*, Leipzig, Germany (Periodical for the Entire Textile Industry)

Z Kryst, *Z Kr* = *Zeitschrift für Krystallographie und Mineralogie*
Name changed, 1921, to *Zeitschrift für Kristallographie*, Leipzig, Germany (Periodical for Crystallography and Mineralogy)

Z phys Ch, *Ztschr physical Chem*, *Z ph C* = *Zeitschrift für physikalische Chemie*, Leipzig, Germany (Periodical for Physical Chemistry)

Ztschr prakt Geol = *Zeitschrift für praktische Geologie mit besonderer Berücksichtigung der Lagerstättenkunde*, Halle (Saale), Germany (Periodical for Practical Geology with Special Consideration of the Science of Ore Deposits)

Z Ver d Zuckerind = *Zeitschrift des Vereins der deutschen Zuckerindustrie*
Name changed, 1935, to *Zeitschrift der Wirtschaftsgruppe Zuckerindustrie*, Berlin, Germany (Periodical of the Union of the German Sugar Industry)

