

Mitteilungen  
aus dem  
**Materialprüfungsamt**  
und dem  
**Kaiser Wilhelm-Institut für Metallforschung**  
zu Berlin-Dahlem

---

Sonderheft Nr. I

---

**Das Verhalten von Eisen, Rotguß und Messing  
gegenüber den in Kaliabwässern enthaltenen Salzen und  
Salzgemischen bei gewöhnlicher Temperatur und bei den  
im Dampfkessel herrschenden Temperaturen  
und Drücken**

Untersuchungen auf Veranlassung des Reichsgesundheitsamtes ausgeführt

Von

**Professor Dr.-Ing. e. h. O. Bauer**  
Materialprüfungsamt

unter Mitwirkung von

**Dr. O. Vogel**  
Materialprüfungsamt

und

**Dr. K. Zepf**  
Ammoniakwerk Merseburg

Mit 47 Abbildungen



**Springer-Verlag Berlin Heidelberg GmbH**  
1925

*Preis M. 6.—*

Mitteilungen  
aus dem  
**Materialprüfungsamt**  
und dem  
**Kaiser Wilhelm-Institut für Metallforschung**  
zu Berlin-Dahlem

---

Sonderheft Nr. I

---

**Das Verhalten von Eisen, Rotguß und Messing  
gegenüber den in Kaliabwässern enthaltenen Salzen und  
Salzgemischen bei gewöhnlicher Temperatur und bei den  
im Dampfkessel herrschenden Temperaturen  
und Drücken**

Untersuchungen auf Veranlassung des Reichsgesundheitsamtes ausgeführt

Von

**Professor Dr.-Ing. e. h. O. Bauer**

Materialprüfungsamt

unter Mitwirkung von

**Dr. O. Vogel**  
Materialprüfungsamt

und

**Dr. K. Zepf**  
Ammoniakwerk Merseburg

Mit 47 Abbildungen



Springer-Verlag Berlin Heidelberg GmbH 1925

ISBN 978-3-662-27701-0      ISBN 978-3-662-29191-7 (eBook)  
DOI 10.1007/978-3-662-29191-7

© Springer-Verlag Berlin Heidelberg 1925  
Ursprünglich erschienen bei Verlag von Julius Springer 1925

## Inhaltsangabe.

	Seite
A. Veranlassung zu den Versuchen . . . . .	1
B. Die verwendeten Metalle, Wässer und Salzlösungen . . . . .	2
C. Durchführung der Versuche . . . . .	3
I. Versuche bei gewöhnlicher Temperatur . . . . .	3
a) Angriffsversuche in ruhenden Flüssigkeiten . . . . .	3
a <sub>1</sub> ) Reine Salzlösungen (Flüssigkeit in Ruhe) . . . . .	4
1. Messing und Rotguß . . . . .	4
2. Eisen . . . . .	4
a <sub>2</sub> ) Salzgemische (Flüssigkeit in Ruhe) . . . . .	6
1. Messing und Rotguß . . . . .	6
2. Eisen . . . . .	6
b) Angriffsversuche in bewegten Flüssigkeiten . . . . .	8
b <sub>1</sub> ) Reine Salzlösungen (Flüssigkeit bewegt) . . . . .	9
1. Messing und Rotguß . . . . .	9
2. Eisen . . . . .	9
b <sub>2</sub> ) Salzgemische (Flüssigkeit bewegt) . . . . .	10
1. Messing und Rotguß . . . . .	10
2. Eisen . . . . .	11
D. Zusammenfassung der Ergebnisse der Angriffsversuche bei gewöhnlicher Temperatur . . . . .	12
II. Versuche bei den im Dampfkessel herrschenden Temperaturen und Drücken . . . . .	15
1. Die Versuchskesselanlage . . . . .	15
2. Die zu den Versuchen verwendeten Metalle und Salzlösungen . . . . .	17
3. Versuchsanordnung . . . . .	17
4. Kontrolle der Versuche . . . . .	18
5. Durchführung der Versuche . . . . .	18
E. Ergebnisse der Angriffsversuche im Dampfkessel . . . . .	18
a) Vergleichsversuche mit destilliertem Wasser in Kessel I . . . . .	18
b) Angriffsversuche in Kessel II mit reinen Salzlösungen . . . . .	19
1. Magnesiumchloridlösungen im Dampfkessel . . . . .	19
2. Natriumchloridlösungen im Dampfkessel . . . . .	20
3. Magnesiumsulfatlösungen im Dampfkessel . . . . .	20
4. Natriumsulfatlösungen im Dampfkessel . . . . .	21
5. Calciumchloridlösungen im Dampfkessel . . . . .	21
c) Angriffsversuche in Kessel II mit Salzgemischen und mit natürlichen Wässern . . . . .	22
1. Kaliendlauge im Dampfkessel . . . . .	22
2. Salzgemische im Dampfkessel . . . . .	23
α) Natriumchlorid + Natriumsulfat . . . . .	23
β) Natriumchlorid + Magnesiumchlorid . . . . .	23
γ) Natriumchlorid + Magnesiumsulfat . . . . .	23
δ) Natriumsulfat + Magnesiumchlorid . . . . .	23
ε) Natriumsulfat + Magnesiumsulfat . . . . .	24
ζ) Magnesiumchlorid + Magnesiumsulfat . . . . .	24
η) Natürliche Wässer im Dampfkessel . . . . .	24
F. Ursache des starken Angriffs der Eisenplättchen im Dampfkessel bei Gegenwart von Magnesiumsalzen . . . . .	26
G. Zusammenfassung der Gesamtergebnisse . . . . .	27
Tabelle 2 bis 25 . . . . .	29—45
Tabelle 27 bis 33 . . . . .	46—61
Tabelle 26 . . . . .	62

## A. Veranlassung zu den Versuchen.

Die dauernden Klagen über Benachteiligungen der Landwirtschaft, Fischerei und Industrie durch Kaliabwässer hatten bei der Beratung des „Gutachtens über das zulässige Maß der Versalzung des Weserwassers bei Bremen“<sup>1)</sup> durch den Reichsgesundheitsrat zu dem Beschluß geführt, daß die Frage der Schädlichkeit der Kaliendlauge für die genannten einzelnen Erwerbszweige durch Versuche im Laboratorium und in der Praxis nachgeprüft werden sollte. Demzufolge sind vom Reichsgesundheitsamt unter Hinzuziehung von Spezialinstituten und Spezialfachverständigen Versuche über den Einfluß von kaliendlaugenhaltigem Wasser auf die Fischzucht, auf landwirtschaftliche Kulturen, auf die Zuckerfabrikation, die Lederbereitung und die Papierfabrikation, sowie auf Dampfkessel und Armaturen in Angriff genommen worden.

Für die Untersuchung der Einwirkung der Kaliendlauge und der einzeln in ihr gelösten Salze auf Eisen und auf die für Armaturen in Betracht kommenden Metalle und Metallegierungen, wie Kupfer, Bronze, Messing, sowie auf die Dampfkessel, war das Reichsgesundheitsamt bereits im Oktober 1916 an das staatliche Materialprüfungsamt herangetreten. Wegen der ungünstigen wirtschaftlichen Verhältnisse sind die Versuche jedoch erst in den Jahren 1920 bis 1924 zur Durchführung gekommen. Sie sind nunmehr abgeschlossen und werden im nachstehenden beschrieben.

Über den Angriff des Eisens durch Wasser und wässrige Salzlösungen bei gewöhnlicher Temperatur liegen zahlreiche in- und ausländische Veröffentlichungen vor. Sie beziehen sich vorwiegend auf das Verhalten des Eisens und anderer Metalle in ruhender Flüssigkeit<sup>2)</sup>, nur vereinzelt sind Untersuchungen über den Einfluß von fließenden oder bewegten Flüssigkeiten durchgeführt. Für die Praxis spielt aber das Verhalten der Metalle in bewegten Wässern eine größere Rolle (Schiffswandungen, Turbinen usw.) als in ruhenden. Auch über den Einfluß von Salzgemischen ist noch wenig bekannt.

Die Literatur über das Verhalten von Eisen und anderen Metallen im Dampfkessel, insbesondere bei Anwesenheit von Magnesiumsalzen ist sehr lückenhaft, sie entbehrt zudem jeder Systematik, auch widersprechen sich die Angaben der einzelnen Forscher vielfach.

Besonders zu erwähnen sind hier die Arbeiten von Ost<sup>3)</sup>, die zwar die Auflösung von Eisen durch Magnesiumsalzlösungen unter den Bedingungen des Dampfkessels einwandfrei feststellen, aber immerhin noch keine volle Aufklärung gebracht hatten. Ferner sind zu nennen eine eingehende Arbeit von J. H. Vogel<sup>4)</sup>, sowie zahlreiche englische und amerikanische Ab-

<sup>1)</sup> Arbeiten aus dem Kaiserlichen Gesundheitsamt, 50. Bd. (1916), S. 279 und 51. Bd. (1919), S. 239.

<sup>2)</sup> Aus dem Staatl. Materialprüfungsamt sind folgende Arbeiten hervorgegangen: E. Heyn und O. Bauer: Über den Angriff des Eisens durch Wasser und wässrige Salzlösungen. Mitt. a. d. Materialpr.-Amt 1908, Heft 1 u. 2 und 1910, Heft 2 u. 3. Ferner: O. Bauer und O. Vogel: Über das Rosten von Eisen in Berührung mit anderen Metallen und Legierungen. Mitt. a. d. Materialpr.-Amt 1918, Heft 3 u. 4.

<sup>3)</sup> H. Ost: Das Verhalten des Chlormagnesiums im Dampfkessel. Chem.-Ztg. 1902, Heft 71, S. 819; 1903, Heft 9, S. 87. — H. Ost: Chlormagnesium im Kesselspeisewasser. Z. f. angew. Chem. 1921, Heft 60, S. 396.

<sup>4)</sup> J. H. Vogel „Die Abwässer aus der Kaliindustrie, ihre Beseitigung, sowie ihre Einwirkung in und an den Wasserläufen“, Berlin, Gebr. Bornträger, 1913.

handlungen. Zur systematischen Durchprüfung der noch offenen Fragen war vom Materialprüfungsamt vorgeschlagen worden unter Berücksichtigung der praktischen Verhältnisse nach folgendem Plan zu verfahren, der dann auch in diesem Rahmen zur Ausführung gekommen ist. Soweit es sich im Verlauf der Versuche als notwendig erwiesen hat, hinsichtlich einzelner Punkte der Versuchsanordnung Änderungen zu treffen, ist dies auf Grund gemeinsamer Beratungen der eingangs genannten Verfasser und des Herrn Direktor Dr. Kerp vom Reichsgesundheitsamt geschehen.

Der Arbeitsplan zerfiel in folgende Hauptteile:

- I. Versuche bei gewöhnlicher Temperatur;
  - a) in ruhenden Flüssigkeiten;
  - b) in bewegten Flüssigkeiten;
- II. Versuche bei den im Dampfkessel herrschenden Temperaturen und Drücken.

### B. Die verwendeten Metalle, Wässer und Salzlösungen.

Für die Versuche zu I. und II. wurden die gleichen Metalle sowie die gleichen Wässer und Salzkonzentrationen verwandt.

In Tab. 1 sind die Analysen der Metalle und in den Tab. 2—8 die Salzkonzentrationen und Analysen der Wässer angegeben.

Tabelle 1. Analysen der für sämtliche Versuche verwendeten Metalle und Legierungen.

Eisen in Blechform	%	Messing in Blechform	%	Rotguß (Bronze) in Plattenform	%
Kohlenstoff . . .	0,050	Kupfer . . . . .	64,18	Kupfer . . . . .	84,59
Mangan . . . . .	0,45	Zink . . . . .	35,67	Zinn . . . . .	4,83
Phosphor . . . . .	0,020	Blei . . . . .	0,33	Zink . . . . .	4,81
Schwefel . . . . .	0,047	Nickel . . . . .	Spur	Blei . . . . .	4,13
Silizium . . . . .	Spur	Eisen . . . . .	Spur	Antimon . . . . .	0,92
Kupfer . . . . .	0,09	Antimon . . . . .	fehlt	Nickel . . . . .	0,69
Nickel . . . . .	0,08			Eisen . . . . .	Spur
Chrom . . . . .	0,01				

Aus obigen Metallen und Legierungen wurden Plättchen gleicher Größe (45 × 30 × 2 mm) nach nebenstehender Abb. 1 herausgearbeitet.

Die Eisenplättchen wurden mit *E*, die Messingplättchen mit *M* und die Rotgußplättchen mit *R* gestempelt, darauf wurden sie allseitig blankgeschmirelt und gewogen.

Folgende Wässer und Salzlösungen gelangten zur Verwendung:

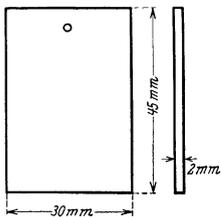


Abb. 1.  
Abmessungen der Probeplättchen.

1. Destilliertes Wasser als Vergleichsflüssigkeit.
2. Magnesiumchloridlösungen: Konzentration s. Tab. 2.
3. Natriumchloridlösungen; Konzentration s. Tab. 2.
4. Magnesiumsulfatlösungen; Konzentration s. Tab. 2.
5. Natriumsulfatlösungen; Konzentration s. Tab. 2.
6. Calciumchloridlösungen; Konzentration s. Tab. 3.
7. Kaliendlauge verschiedener Verdünnung; Analyse der verwendeten Kaliendlauge s. Tab. 4; Verdünnungsgrade s. Tab. 5.
8. Gemische von Natriumchlorid + Natriumsulfat; Tab. 6.
9. „ „ Natriumchlorid + Magnesiumchlorid; Tab. 6.
10. „ „ Natriumchlorid + Magnesiumsulfat; Tab. 6.

11. Gemische von Natriumsulfat + Magnesiumchlorid; Tab. 6.
12. „ „ Natriumsulfat + Magnesiumsulfat; Tab. 6.
13. „ „ Magnesiumchlorid + Magnesiumsulfat; Tab. 6.
14. Saalewasser, ungereinigt; Analyse s. Tab. 7.
15. „ mit Kalk-Soda gereinigt; Tab. 7.
16. „ mit Natronlauge-Soda gereinigt; Tab. 7.
17. Luppewasser, ungereinigt; Analyse s. Tab. 8.
18. „ mit Kalk-Soda gereinigt; Tab. 8.
19. „ mit Natronlauge-Soda gereinigt; Tab. 8.

Zur Herstellung der Salzgemische wurden chemisch reine Salze und destilliertes Wasser verwandt.

Die Kaliendlauge wurde von der Achenbachfabrik des Staatl. Salzwerkes zu Staßfurt bezogen.

Die Flußwässer [Saale und Luppe<sup>1)</sup>] wurden in Mengen von je 800 l auf einmal aus den Flußläufen entnommen. Je 250 l wurden nach den beiden Reinigungsverfahren (Kalk-Soda und Natronlauge-Soda) enthärtet. Die Enthärtung wurde bei etwa 60 ° C mit einem in der Praxis üblichen Überschuß an Kalk-Soda bzw. Natronlauge-Soda von etwa 10% vorgenommen.

### C. Durchführung der Versuche.

#### I. Versuche bei gewöhnlicher Temperatur.

Von O. Bauer und O. Vogel.

##### a) Angriffsversuche in ruhenden Flüssigkeiten.

Die Versuchsanordnung ist aus Abb. 2 ersichtlich. Jede Glasschale enthielt 4 l Flüssigkeit. Die vorher blankgeschmirgelten, gereinigten und gewogenen Metallplättchen (Abmessungen s. Abb. 1) wurden an Glashaken in die mit den betreffenden Flüssigkeiten und Salzlösungen bereits gefüllten Glasschalen eingehängt, wobei immer je 2 Eisenplättchen in eine Schale und 2 Messing- und 2 Rotgußplättchen in eine zweite Schale kamen. Alle Probeplättchen hingen 15 mm unter dem Flüssigkeitsspiegel. Die zu einer Reihe gehörigen Versuche (s. z. B. Tab. 2) wurden gleichzeitig aufgestellt, die Schalen standen in einem von Säuredämpfen freien Raum, dessen Temperatur zwischen 15 und 18 ° C schwankte. Zum Vergleich wurde in allen Fällen destilliertes Wasser herangezogen.

Nach 30 Tagen wurden die Versuche abgebrochen, die Plättchen wurden herausgenommen, von anhaftendem Rost und Belag gereinigt<sup>2)</sup> und zurückgewogen. Die Gewichtsveränderung galt als Maß für die Stärke des Angriffs<sup>3)</sup>.

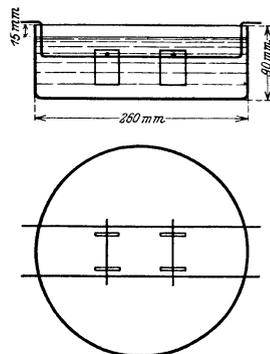


Abb. 2.  
Versuchsanordnung für die Angriffsversuche in ruhenden Flüssigkeiten.

<sup>1)</sup> Die Luppe ist ein Nebenfluß der Saale, sie mündet in diese oberhalb Scopau bei Merseburg.

<sup>2)</sup> Von den Eisenplättchen ließ sich der Rost in den meisten Fällen mittels eines Tuches oder einer weichen Bürste leicht entfernen. Wo letzteres nicht der Fall war, wurde das nachfolgend beschriebene, im Amt ausgearbeitete Verfahren angewandt: Die gerosteten Eisenproben werden mit Zinkspänen oder Zinkgranalien bestreut und in 5proz. Natronlauge auf dem Dampfbade erwärmt. Nach kurzer Zeit tritt starke Wasserstoffentwicklung auf, die eine Reduktion des Eisenrostes zu schwammigem Eisen einleitet. Das unter dem Rost befindliche Eisen wird von Natronlauge nicht angegriffen. Eine 30 Minuten lange Behandlung der gerosteten Eisenproben bei 80—90 ° C reicht zumeist aus, um den Eisenrost völlig zu reduzieren, der lockere Eisenschlamm läßt sich dann leicht abwischen.

<sup>3)</sup> Auch von den Messing- und Rotgußplättchen ließ sich in den meisten Fällen ein etwaiger Belag leicht abwischen; wo es nicht der Fall war, wurde von einer Entfernung durch chemische Mittel abgesehen. Diese Plättchen wiesen alsdann eine schwache Gewichtszunahme auf, die ebenfalls auf einen Angriff hindeutet.

a<sub>1</sub>) Reine Salzlösungen (Flüssigkeit in Ruhe).

In den Tab. 9—12 sind die Angriffsversuche mit den Chloriden und Sulfaten der Magnesium- und Natriumsalze (Tab. 2) zusammengestellt und in den Abb. 3—6 graphisch aufgetragen.

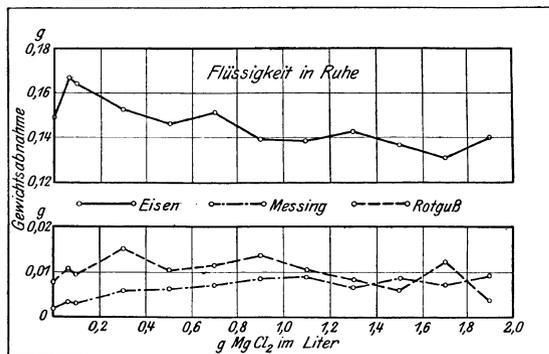


Abb. 3. Magnesiumchlorid (Tabelle 9).

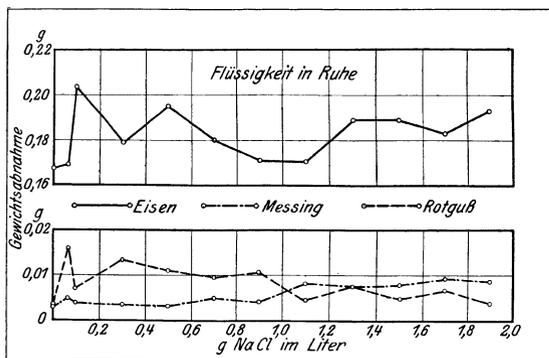


Abb. 4. Natriumchlorid (Tabelle 10).

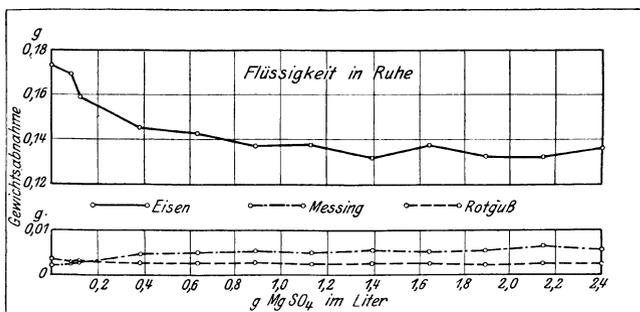


Abb. 5. Magnesiumsulfat (Tabelle 11).

Tab. 13 (Abb. 7) zeigt das Verhalten der Metalle in Calciumchloridlösungen verschiedener Konzentration (Tab. 3). Zu den in den Tab. 9—13 (Abb. 3—7) niedergelegten Versuchsergebnissen mit reinen Salzlösungen in ruhenden Flüssigkeiten ist folgendes zu bemerken:

1. Messing und Rotguß. Beide Metalle wurden wie zu erwarten in allen Fällen sehr erheblich schwächer angegriffen als das Eisen. Sowohl beim Magnesiumchlorid (Abb. 3), wie auch beim Natriumchlorid (Abb. 4) wurden bei hohen Verdünnungsgraden die Rotgußproben zunächst stärker angegriffen als die Messingproben, mit steigender Salzkonzentration überschritten sich die Kurven. Die Calciumchloridlösungen (Abb. 7) griffen das Messing durchgängig stärker an als den Rotguß. Die Sulfate (Abb. 5 u. 6) griffen beide Legierungen im allgemeinen schwächer an als die Chloride. Der Angriff war sehr gleichmäßig, das Messing wurde von den Sulfaten in allen Fällen stärker angegriffen als Rotguß.

2. Eisen. Der Rostangriff des Eisens durch Wasser und wässrige Salzlösungen wird in hohem Maße durch die Temperatur beeinflusst<sup>1)</sup>. Da es bei der großen Anzahl der durchzuführenden Versuchsreihen nicht möglich war, alle Reihen gleichzeitig aufzustellen, so war es nicht zu vermeiden, daß die Versuche sich über verschiedene Jahreszeiten (Winter, Sommer usw.) erstreckten. Hierdurch erklären sich die

zum Teil recht erheblichen Schwankungen in den durchschnittlichen Zimmertemperaturen

<sup>1)</sup> Auch bei dem Angriff auf Messing und Rotguß spielt die Temperatur eine Rolle. Da es sich bei obigen Legierungen jedoch nur um sehr geringe Gewichtsabnahmen handelte, so wurde davon abgesehen, auf den Temperatureinfluß besonders hinzuweisen.

(15—18° C), wobei es nicht zu vermeiden war, daß die Unterschiede zwischen Tag- und Nachttemperaturen zum Teil noch erheblich größere Schwankungen aufwiesen.

Der störende Einfluß der schwankenden Temperaturen macht sich in den Gewichtsabnahmen der Plättchen in destilliertem Wasser am deutlichsten bemerkbar. Während die Einzelwerte je einer Versuchsreihe befriedigende Übereinstimmung zeigten, wiesen die Werte bei verschiedenen Versuchsreihen z. T. beträchtliche Unterschiede auf. Ganz allgemein kann gesagt werden, daß mit steigender Zimmertemperatur der Rostangriff des Eisens in destilliertem Wasser anstieg<sup>1)</sup>. Unter der Annahme, daß sich der Einfluß der Temperatur bei den Salzlösungen in gleicher Weise äußert wie beim destillierten Wasser, ließe sich vielleicht eine Korrektur der Gewichtsabnahmen in der Weise vornehmen, daß man sie auf eine, für alle Reihen gleichgesetzte Gewichtsabnahme des Eisens in destilliertem Wasser bezieht; grundsätzlich würde jedoch durch diese Korrektur an dem Endergebnis nichts geändert werden, es wurde daher davon abgesehen, die tatsächlich gefundenen Gewichtsabnahmen zu korrigieren.

Bemerkenswert ist, daß die Angriffskurven der Magnesiumchlorid- und Magnesiumsulfatlösungen (Abb. 3 u. 5) mit steigenden Konzentrationen schwach fallende Tendenz haben, während die Kurven vom Natriumchlorid (Abb. 4), Natriumsulfat (Abb. 6) und Calciumchlorid (Abb. 7) eher eine schwach ansteigende Tendenz aufweisen, auch liegen ganz allgemein die Kurven der Magnesiumsalze tiefer als die entsprechenden Kurven der Natriumsalze (Chloride und Sulfate).

Aus obigen Versuchen geht jedenfalls deutlich hervor, daß Eisen in nichtbewegten reinen Magnesiumchlorid- und Magnesiumsulfatlösungen bis zu Konzentrationen, die etwa 112 deutschen Härtegraden entsprechen (s. Tab. 2), bei gewöhnlicher Temperatur nicht nur nicht stärker, sondern eher etwas schwächer rostet als in Natriumchlorid-, Calciumchlorid- oder Natriumsulfatlösungen ähnlicher Konzentrationen und in destilliertem Wasser.

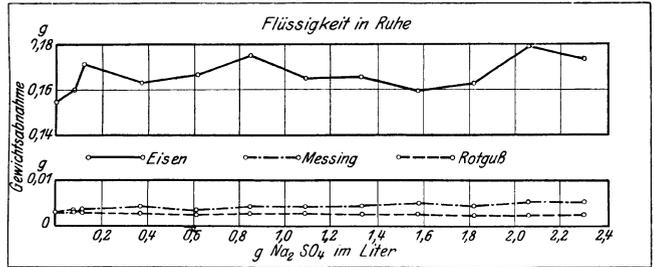


Abb. 6. Natriumsulfat (Tabelle 12).

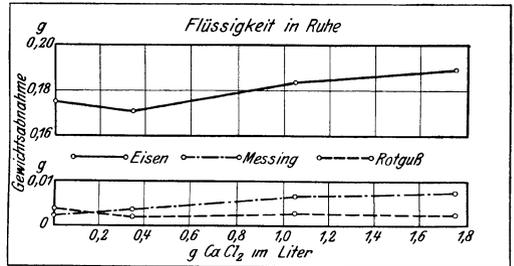


Abb. 7. Calciumchlorid (Tabelle 13).

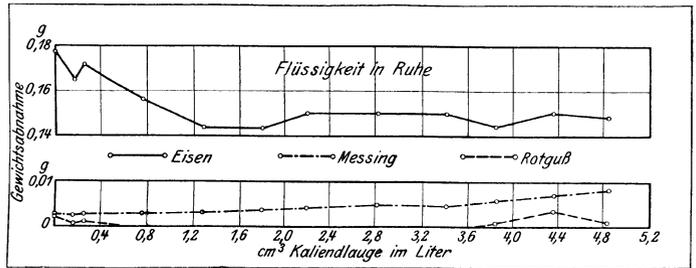


Abb. 8. Kaliendlauge (Tabelle 14).

<sup>1)</sup> Näheres über den Einfluß der Temperatur siehe Seite 14.

a<sub>2</sub>) Salzgemische (Flüssigkeit in Ruhe).

Über das Verhalten von Eisen, Messing und Rotguß in Kaliendlaugen, Salzgemischen und in natürlichen Wässern (nichtenthärtet und enthärtet) bei Zimmertemperatur geben die Tab. 14—16 und die Abb. 8—15 Aufschluß.

Zusammenfassend kann hierzu folgendes gesagt werden:

1. Messing und Rotguß. Beide Metalle wurden im Vergleich mit Eisen auch von den Salzgemischen nur unerheblich angegriffen.

In Kaliendlauge (Tab. 14 und Abb. 8) stieg der Angriff des Messings mit steigendem Gehalt des Wassers an Lauge ganz allmählich an, Rotguß wurde erheblich schwächer angegriffen. Bei einer Anzahl von Lösungen waren Gewichtszunahmen der Probelplättchen festzustellen, die davon herrührten, daß der entstehende Belag so fest auf den Rotgußplättchen haftete, daß er ohne Verletzung des Metalls nicht abgewischt werden konnte.

Bei den Versuchen mit verschiedenen Salzgemischen (Tab. 15 und Abb. 9—14) zeigte Messing ebenfalls in allen Fällen stärkeren Angriff als Rotguß, das gleiche gilt für die Versuche mit natürlichen Wässern (nicht gereinigt und gereinigt, Tab. 16 und Abb. 15).

2. Eisen. Mit steigenden Gehalten an Kaliendlauge (Tab. 14 Abb. 8) sank zunächst der Angriff bis zu der etwa 31 deutschen Härtegraden entsprechenden Konzentration (Tab. 5) und hielt sich von da ab bis zur Höchstkonzentration (199 D. Härtegrade) etwa auf gleicher Höhe; zu beachten ist noch, daß in der Kaliendlauge der Gehalt an Magnesiumchlorid (Tab. 4), gegenüber allen anderen Salzen bei weitem überwiegt. Auch diese Versuche zeigen deutlich, daß Magnesiumchlorid bei Zimmer-

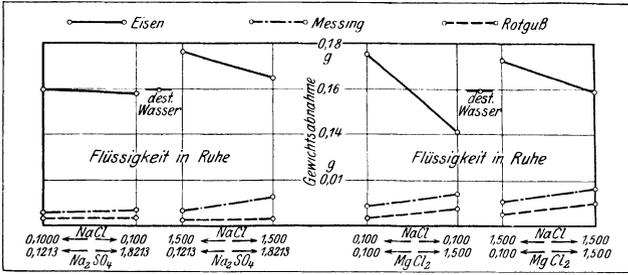


Abb. 9. Natriumchlorid + Natriumsulfat (Tabelle 15).

Abb. 10. Natriumchlorid + Magnesiumchlorid (Tabelle 15).

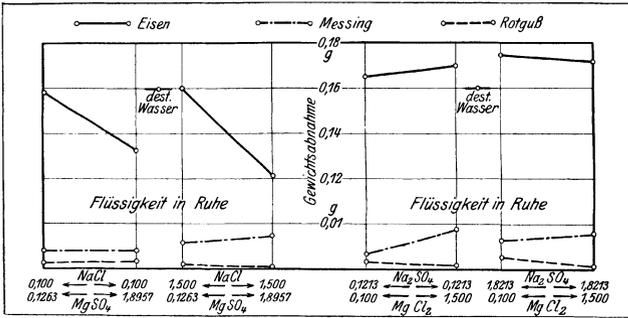


Abb. 11. Natriumchlorid + Magnesiumsulfat (Tabelle 15).

Abb. 12. Natriumsulfat + Magnesiumchlorid (Tabelle 15).

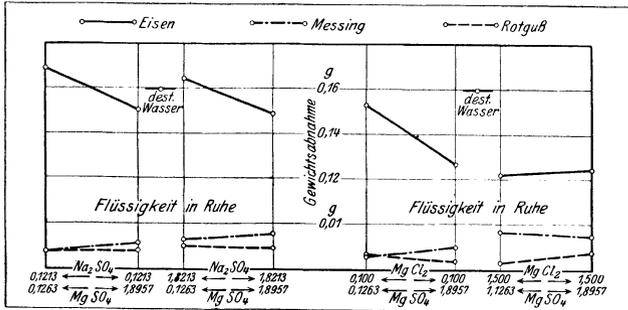


Abb. 13. Natriumsulfat + Magnesiumsulfat (Tabelle 15).

Abb. 14. Magnesiumchlorid + Magnesiumsulfat (Tabelle 15).

temperatur bei Zimmertemperatur geben die Tab. 14—16 und die Abb. 8—15 Aufschluß.

wärme keinen höheren, sondern eher einen geringeren Rostangriff bedingt als z. B. destilliertes Wasser.

Zu den Versuchen mit künstlich hergestellten Salzgemischen (Tab. 15 Abb. 9—14) ist folgendes zu sagen:

Natriumchlorid + Natriumsulfat (Abb. 9). Mit steigendem Natriumchloridgehalt stieg der Angriff bei gleichbleibendem Natriumsulfatgehalt an, bei hohem Natriumsulfatgehalt trat wieder deutlicher Abfall ein.

Natriumchlorid + Magnesiumchlorid (Abb. 10). Steigender Magnesiumchloridzusatz zu Natriumchloridlösungen bedingte sowohl bei niedrigen wie auch bei hohen Natriumchloridgehalten deutliches Absinken des Rostangriffes.

Natriumchlorid + Magnesiumsulfat (Abb. 11). Steigender Magnesiumsulfatzusatz zu Natriumchloridlösungen bedingte starken Abfall des Rostangriffes.

Natriumsulfat + Magnesiumchlorid (Abb. 12). Bei allen Konzentrationen blieb der Rostangriff annähernd gleich hoch. Die beim Natriumchlorid beobachtete rostmindernde Wirkung steigender Mengen von Magnesiumchlorid scheint bei Anwesenheit von Natriumsulfat nicht einzutreten.

Natriumsulfat + Magnesiumsulfat (Abb. 13). Steigende Mengen von Magnesiumsulfat bedingten auch bei Anwesenheit von Natriumsulfat ein deutliches Absinken des Rostangriffes.

Magnesiumchlorid + Magnesiumsulfat (Abb. 14). Von allen untersuchten Salzgemischen rostete das Eisen in den Gemischen, die ausschließlich Magnesiumsalze enthielten, am geringsten.

Bei den ungereinigten natürlichen Wässern (Saalewasser und Luppewasser Tab. 16 und Abb. 15) wurde die Feststellung des Rostangriffes beim Saalewasser dadurch erschwert, daß sich kalkhaltige, festhaftende Ablagerungen auf den Probeplättchen niederschlugen, beim Luppewasser, wo letzteres nicht der Fall war, konnte kein stärkerer Rostangriff als beim destillierten Wasser festgestellt werden. Von den gereinigten Wässern wiesen in beiden Fällen, die nach dem Natronlauge-Sodaverfahren gereinigten Wasser stärkeren Rostangriff auf als die nach dem Kalk-Sodaverfahren gereinigten.

Die Versuche zeigen, daß auch in Salzgemischen der Rostangriff des Eisens durch Zugabe von Magnesiumsalzen **nicht** verstärkt, sondern eher verringert wird.

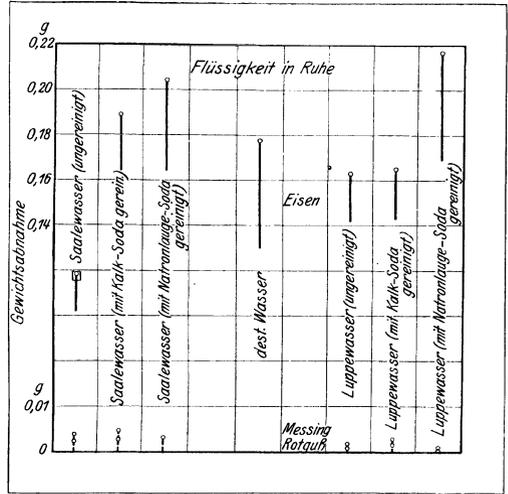


Abb. 15. Natürliche Wässer (Tabelle 16).

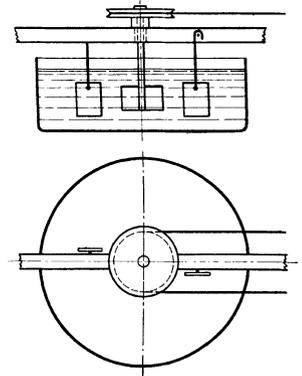


Abb. 16.  
Schema der Versuchsanordnung für die Angriffsversuche in bewegten Flüssigkeiten.

b) Angriffsversuche in bewegten Flüssigkeiten.

Die Versuchsanordnung ist aus der schematischen Abb. 16 ersichtlich. Jede Glasschale enthielt (wie bei den Versuchen in Ruhe) 4 l Flüssigkeit. Die vorher gewogenen Metallplättchen

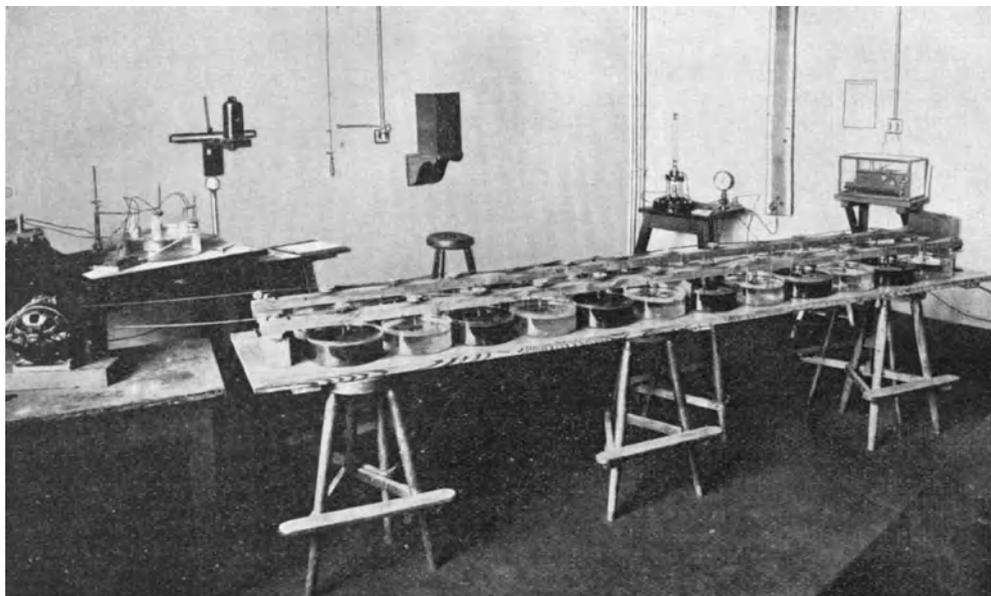


Abb. 17. Versuchsanordnung der Angriffsversuche in bewegten Flüssigkeiten.

hingen an Glashaken 15 mm unter dem Flüssigkeitsspiegel, wobei sich (wie bei den Versuchen in ruhender Flüssigkeit) immer je 2 Eisenplättchen in einer Schale und je 2 Messing- und 2 Rotgußplättchen in einer zweiten Schale befanden. Die Bewegung der Flüssigkeit wurde durch Rühren bewirkt<sup>1)</sup>. Der Antrieb der Rührer geschah durch einen kleinen Elektromotor; sämtliche Rührer hatten die gleiche Umdrehungsgeschwindigkeit (160—180 Umdrehungen in der Minute). In Abb. 17 ist die Gesamtanordnung wiedergegeben. Die

Versuche wurden in dem gleichen Raum ausgeführt, in dem sich die „Angriffsversuche in ruhenden Flüssigkeiten“ befanden. Die gleichen Reihen (in ruhenden und bewegten Flüssigkeiten) wurden zu gleichen Zeiten angesetzt, die Versuchsdauer betrug in beiden Fällen 30 Tage, die Versuche sind also unmittelbar miteinander vergleichbar.

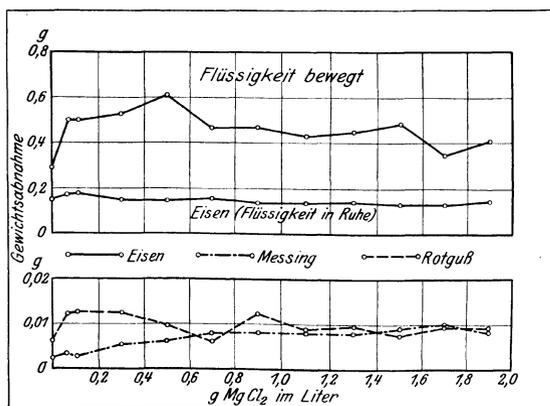


Abb. 18. Magnesiumchlorid (Tabelle 17).

betrug in beiden Fällen 30 Tage, die Versuche sind also unmittelbar miteinander vergleichbar.

<sup>1)</sup> Das Rühren erfolgte werktags von 8—3 Uhr; demnach beträgt die Zeit, während der die Flüssigkeit gerührt wurde, durchschnittlich etwa  $\frac{1}{4}$  der Gesamtdauer des Versuches.

b<sub>1</sub>) *Reine Salzlösungen (Flüssigkeit bewegt).*

In den Tab. 17—20 sind die Angriffsversuche mit den Chloriden und Sulfaten der Magnesium- und Natriumsalze (Tab. 2) zusammengestellt und in den Abb. 18—21 graphisch aufgetragen. Tab. 21 (Abb. 22) zeigt das Verhalten der Metalle in Calciumchloridlösungen verschiedener Konzentration (Tab. 3).

Zum Vergleich sind in den Abb. 18 bis 22 noch die Angriffskurven für Eisen in ruhender Flüssigkeit im gleichen Maßstab wie bei den Versuchen in bewegten Flüssigkeiten mit aufgetragen.

Zu den Versuchen (Tab. 17—21 Abb. 18—22) ist folgendes zu bemerken:

1. **Messing und Rotguß.** Die Größenordnung des Angriffs war in bewegten Flüssigkeiten die gleiche wie in ruhenden Flüssigkeiten. Die Kurven für Magnesium- und Natriumchlorid (Abb. 18 u. 19) zeigten im allgemeinen den gleichen Verlauf wie in ruhenden Flüssigkeiten nur waren die Schwankungen bei Natriumchlorid größer. Magnesium- und Natriumsulfatlösungen griffen in bewegten Flüssigkeiten Rotguß eher etwas stärker an als Messing (Abb. 20 u. 21), während in ruhenden Flüssigkeiten durchgängig das Messing stärker angegriffen wurde als Rotguß.

Beim Calciumchlorid war der Angriff in bewegten Flüssigkeiten unregelmäßig (Abb. 22), teils wurde Rotguß stärker teils schwächer angegriffen als Messing. In ruhender Flüssigkeit war der Angriff des Rotgusses durchgängig geringer als der von Messing.

2. **Eisen.** Bezüglich des Einflusses der Temperatur gilt das gleiche wie für die Versuche in ruhenden Flüssigkeiten.

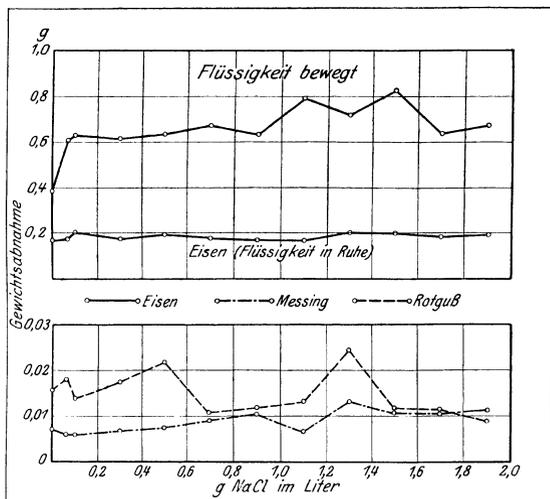


Abb. 19. Natriumchlorid (Tabelle 18).

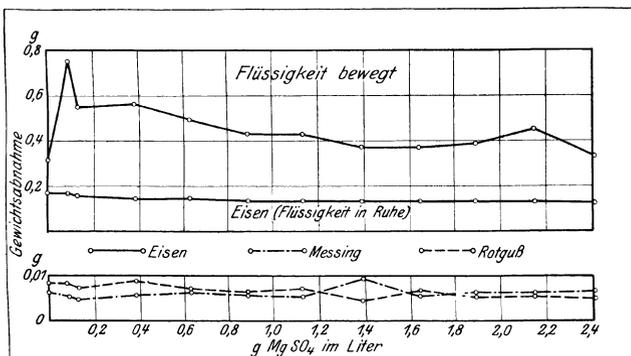


Abb. 20. Magnesiumsulfat (Tabelle 20).

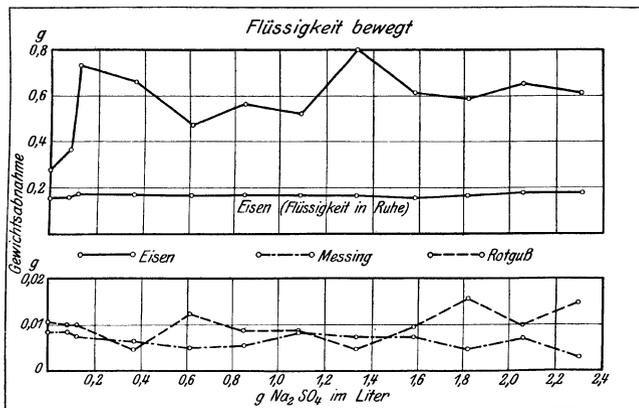


Abb. 21. Natriumsulfat (Tabelle 20).

Bemerkenswert ist jedoch, daß das Eisen in bewegten Flüssigkeiten in allen Fällen erheblich stärker rostete als in ruhenden Flüssigkeiten. Zugabe eines Salzes zum destillierten Wasser bedingte in bewegter Flüssigkeit zunächst ganz allgemein eine Verstärkung des Rostangriffs; mit steigender Konzentration war der Einfluß der verschiedenen Salze jedoch ein ähnlicher wie in ruhenden Flüssigkeiten. So zeigten z. B. bei steigenden Zusätzen von Magnesiumchlorid (Abb. 18) und Magnesiumsulfat (Abb. 20) die Angriffskurven ebenfalls abfallende Tendenz, während bei steigenden Zusätzen von Natriumchlorid (Abb. 19) und Natriumsulfat (Abb. 21) die Angriffskurven allmählich anstiegen, der Rostangriff also stärker wurde.

Auch beim Calciumchlorid (Abb. 22) ließ die Angriffskurve ansteigende Tendenz erkennen. Die Versuche zeigen, daß reine Magnesiumsalzlösungen bei gewöhnlicher Temperatur auch in bewegten Flüssigkeiten eher auf eine Verringerung als auf eine Verstärkung des Rostangriffes hinwirken.

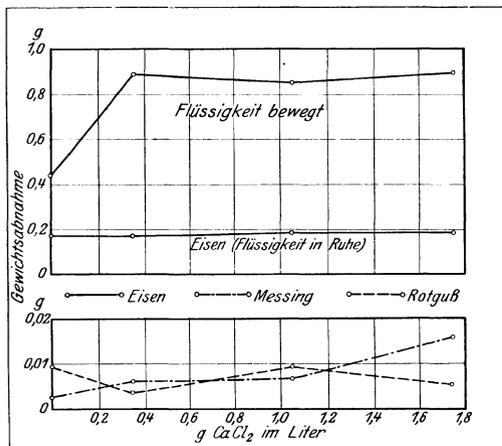


Abb. 22. Calciumchlorid (Tabelle 21).

*b<sub>2</sub>) Salzgemische (Flüssigkeit bewegt).*

Die Versuche mit Kaliendlaugen, verschiedenen künstlich hergestellten Salzgemischen und mit natürlichen Wässern (nicht enthärtet und enthärtet) sind in den Tab. 22—24 zusammengestellt und in den Abb. 23—30 graphisch aufgetragen. Zum Vergleich sind in den Abb. 23—30 die Parallelversuche mit Eisen in ruhenden Flüssigkeiten eingezeichnet.

Zu den Versuchen ist folgendes zu bemerken:

1. Messing und Rotguß. In bewegter Kaliendlauge (Tab. 22 und Abb. 23) wurden sowohl Messing wie Rotguß stärker angegriffen als in ruhender. Der Angriff zeigte insbesondere beim Messing mit steigendem Endlaugengehalt der Lösungen steigende Tendenz.

Auch in den künstlichen Salzgemischen (Tab. 23) war im allgemeinen der Angriff in bewegter Flüssigkeit etwas stärker als in ruhender (vgl. Abb. 24—29 mit den Abb. 9—14). Von der Mehrzahl der verschiedenen Salzgemische wurde Messing etwas stärker angegriffen als Rotguß; eine Ausnahme machten lediglich die Salzgemische Natriumsulfat + Magnesiumsulfat (Abb. 29), bei denen ein deutlich stärkerer Angriff des Rotgusses zu beobachten war. Von den natürlichen

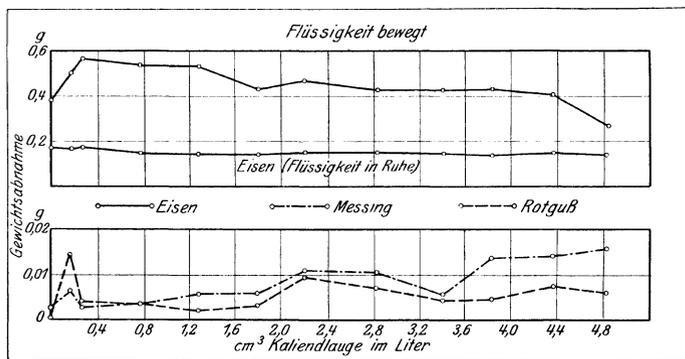


Abb. 23. Kaliendlauge (Tabelle 22).

Wässern (nicht enthärtet und enthärtet) wurden beide Metalle nur unerheblich angegriffen, das Messing jedoch durchgängig stärker als der Rotguß (Abb. 30).

2. Eisen. Auch bei den Salzgemischen war der Rostangriff des Eisens in bewegter Flüssigkeit erheblich stärker als in ruhender. Bei den Kaliendlaugen (Abb. 23) trat gegenüber dem destillierten Wasser zunächst, bis zu einer etwa 6 deutschen Härtegraden (Tab. 5) entsprechenden Konzentration ein Anstieg des Rostangriffs ein, bei weiterer Steigerung des Gehaltes an Kaliendlauge zeigte die Angriffskurve deutlich fallende Tendenz.

Zu den Versuchen mit künstlich hergestellten Salzgemischen (Tab. 23 Abb. 24—29) ist folgendes zu bemerken:

Natriumchlorid + Natriumsulfat (Abb. 24). In allen Fällen rosteten die Eisenplättchen in den Salzlösungen stärker als in destilliertem Wasser.

Natriumchlorid + Magnesiumchlorid (Abb. 25). Zusatz von Magnesiumchlorid bedingte ein Absinken des Rostangriffs unter den Wert für destilliertes Wasser.

Natriumchlorid + Magnesiumsulfat (Abb. 26). Steigender Magnesiumsulfatzusatz bedingte, ebenso wie in ruhender Flüssigkeit, starkes Absinken des Rostangriffs.

Natriumsulfat + Magnesiumchlorid (Abb. 27). Hohe Gehalte an Natriumsulfat scheinen, ebenso wie bei den Versuchen in ruhender Flüssigkeit, die rost-hindernde Wirkung des Magnesiumchlorids abzuschwächen.

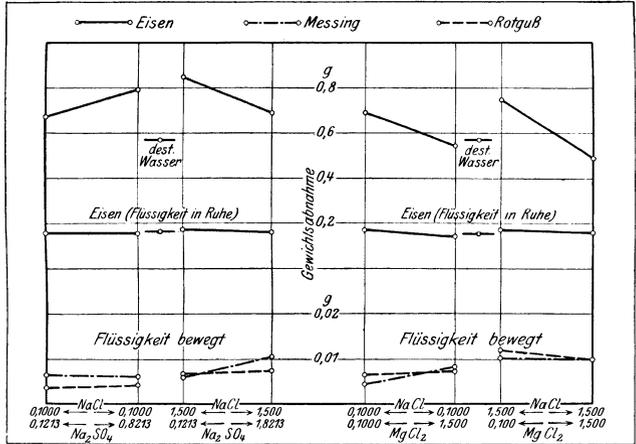


Abb. 24.  
Natriumchlorid + Natriumsulfat  
(Tabelle 23).

Abb. 25.  
Natriumchlorid + Magnesiumchlorid  
(Tabelle 23).

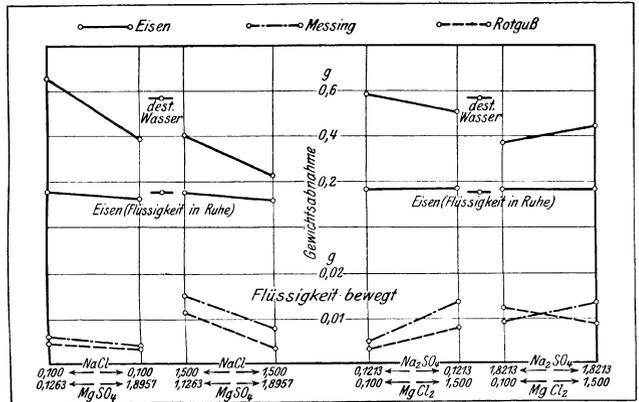


Abb. 26.  
Natriumchlorid + Magnesiumsulfat  
(Tabelle 23).

Abb. 27.  
Natriumsulfat + Magnesiumchlorid  
(Tabelle 23).

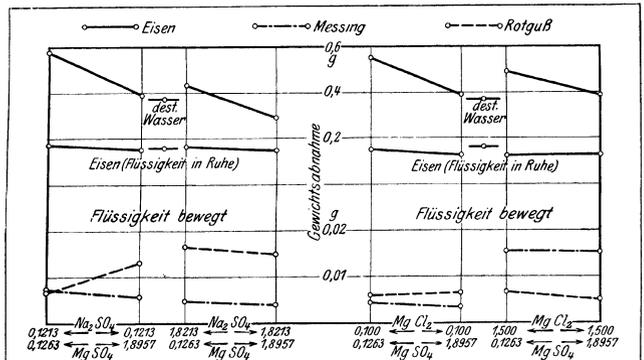


Abb. 28.  
Natriumsulfat + Magnesiumsulfat  
(Tabelle 23).

Abb. 29.  
Magnesiumchlorid + Magnesiumsulfat  
(Tabelle 23).

Natriumsulfat + Magnesiumsulfat (Abb. 28). Steigende Mengen von Magnesiumsulfat bedingten, ebenso wie bei den Versuchen in ruhender Flüssigkeit auch bei Anwesenheit von Natriumsulfat ein deutliches Absinken des Rostangriffes.

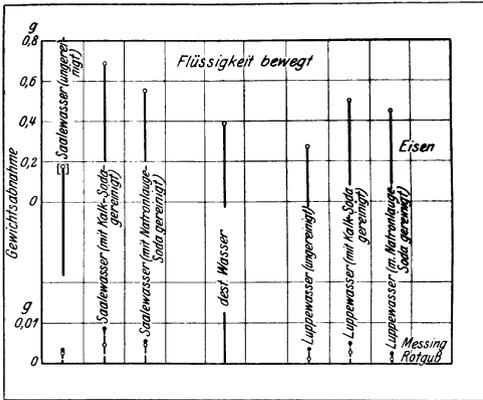


Abb. 30. Natürliche Wässer (Tabelle 24).

Die nicht enthärteten natürlichen Wässer (Abb. 30) verhielten sich in bewegter Flüssigkeit ähnlich wie in ruhender. Beim Saalewasser schieden sich festhaftende kalkhaltige Ablagerungen auf den Eisenplättchen ab, das Luppewasser bedingte auch in Bewegung einen geringeren Angriff auf Eisen als destilliertes Wasser. In den enthärteten Wässern rostete Eisen durchgängig etwas stärker als in destilliertem Wasser. Auch diese Versuche zeigen, daß der Rostangriff des Eisens in Wässern die Magnesiumsalze enthalten, nicht verstärkt, sondern eher verringert wird.

#### D. Zusammenfassung der Ergebnisse der Angriffsversuche bei gewöhnlicher Temperatur.

Es liegt nicht in unserer Absicht hier eine Theorie der Korrosionsvorgänge aufzustellen, näheres darüber findet sich in der einschlägigen Fachliteratur<sup>1)</sup>, die nachfolgenden Bemerkungen dienen lediglich zur Erläuterung der Versuchsergebnisse.

Messing und Rotguß. Der Angriff auf Messing und Rotguß war ganz allgemein nur unerheblich. Die reinen Salzlösungen griffen in ruhenden Flüssigkeiten durchgängig das Messing etwas stärker an als den Rotguß, während in bewegten Flüssigkeiten die Sulfate (Magnesium- und Natriumsulfat) eher den Rotguß etwas stärker angriffen.

Bei den Salzgemischen wurde in ruhender Flüssigkeit ebenfalls das Messing stärker angegriffen als Rotguß, der Angriff stieg bei Kaliendlaugung mit steigendem Gehalt an Lauge. In bewegter Flüssigkeit war der Angriff im allgemeinen etwas stärker als in ruhender. Bei Kaliendlaugung zeigte er insbesondere beim Messing steigende Tendenz.

Bei allen diesen Versuchen handelte es sich um zwei willkürlich herausgegriffene Legierungen (Messing bzw. Rotguß). Die Praxis verwendet jedoch eine ganze Anzahl verschiedener Messing-, Sondermessing-, Bronze- oder Rotgußsorten, die je nach ihrem Verwendungszweck (Beschläge, Armaturteile, Platten, Schiffspropeller usw.) ganz verschiedene Zusammensetzung haben. Es ist anzunehmen, daß sich die verschiedenen Legierungen je nach ihrer chemischen Zusammensetzung verschieden verhalten werden. Allgemein gültige Schlüsse lassen sich demnach aus unseren Versuchen nicht ziehen, sie haben jedoch gezeigt, daß Magnesiumsalze innerhalb

<sup>1)</sup> E. Heyn und O. Bauer: Über den Angriff des Eisens durch Wasser und wässrige Lösungen. Mitt. Materialpr.-Amt 1908, Heft 1 u. 2; 1910, Heft 2 u. 3. — O. Bauer und O. Vogel: Über das Rosten von Eisen in Berührung mit anderen Metallen und Legierungen. Mitt. Materialpr.-Amt 1918, Heft 3 u. 4. — E. Liebreich: Rost und Rostschutz. Braunschweig: Vieweg & Sohn, 1914. — O. Bauer und E. Wetzel: Versuche über das Rosten von Eisen in nach dem Permutitverfahren enthärtetem Wasser sowie über Mittel zur Verhinderung des Rostangriffes. Mitt. Materialpr.-Amt 1915, Heft 1. — W. H. Creutzfeld: Korrosionsforschung vom Standpunkt der Metallkunde. Braunschweig: Vieweg & Sohn 1924.

der gewählten Konzentrationen die zu den Versuchen verwendeten Legierungen (Messing bzw. Rotguß) nicht wesentlich stärker angreifen als andere Salze (Natrium- oder Calciumsalze) und als destilliertes Wasser.

Eisen. Das zu den Versuchen verwendete Eisen war ein übliches kohlenstoffarmes Flußeisen, wie es in allergrößtem Maßstabe für die verschiedensten Bau- und Konstruktionsteile die in der Praxis mit Wasser und wässrigen Salzlösungen in Berührung kommen (Schiffsplatten, Brückenkonstruktionen, Teile von Turbinen und Wasserrädern, Beschläge usw.), Verwendung findet. Den Versuchen mit Eisen kommt daher eine viel weitgehendere Bedeutung zu als den Versuchen mit Messing und Rotguß.

Der Rostprozeß des Eisens zerfällt in zwei Phasen, die scharf voneinander zu unterscheiden sind:

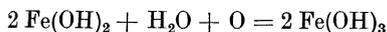
1. Nach der jetzt wohl allgemein anerkannten elektrolytischen Theorie des Rostens wird der Prozeß eingeleitet durch die Abgabe der elektrischen Ladung der  $H^+$ -Ionen der Lösung an das Eisen unter Bildung von  $Fe^{2+}$ -Ionen und elektrisch neutralem Wasserstoff nach der Gleichung



Die  $Fe^{2+}$ -Ionen setzen sich ins Gleichgewicht mit den  $OH^-$ -Ionen, die den entladenen  $H^+$ -Ionen entsprechen. Es bildet sich also  $Fe(OH)_2$ .

2. Der eigentliche Rostprozeß setzt erst beim Hinzutreten von Sauerstoff ein, der in jedem Wasser in beträchtlichen, mit der Temperatur wechselnden Mengen gelöst ist.

Das  $Fe(OH)_2$  wird durch den Sauerstoff nach der Formel



zu Eisenoxydhydrat oxydiert, letzteres ist in Wasser und wässrigen Lösungen unlöslich; es fällt aus. Die weiter in Lösung gehenden Eisenionen werden immer wieder, sofern genügend Sauerstoff vorhanden ist, oder sofern der verbrauchte Sauerstoff durch Diffusion ersetzt werden kann, oxydiert und ausgefällt. Der Rostprozeß schreitet also solange weiter als genügend Sauerstoff zur Verfügung steht<sup>1)</sup>.

Da sich bei unseren Versuchen die Eisenplättchen in offenen Schalen von großer Oberfläche befanden, so konnte Sauerstoff aus der Atmosphäre ungehindert zutreten, der Rostprozeß also stetig weiterschreiten.

Die Versuche in ruhender Flüssigkeit haben ergeben, daß sowohl in reinen Salzlösungen wie auch in Salzgemischen Eisen, bei Gegenwart von Magnesiumsalzen (Chloriden und Sulfaten) nicht nur nicht stärker, sondern eher etwas schwächer rostet als in Natrium- und Calciumchlorid- oder in Natriumsulfatlösungen. Auch in den Salzgemischen drückte die Zugabe von Magnesiumsalzen den Rostangriff etwas herunter. Die Magnesiumsalze sind daher innerhalb der gewählten Konzentrationen bei gewöhnlicher Temperatur für Eisen als ungefährlich zu betrachten.

Beachtenswert ist, daß schon kleine Temperaturschwankungen den Rostangriff stark beeinflussen. Am deutlichsten kommt dieser Einfluß der Temperatur bei den Rostversuchen in destilliertem Wasser zum Ausdruck; für die Versuche in den verschiedenen Salzlösungen gilt sinngemäß das gleiche.

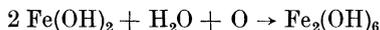
<sup>1)</sup> Obige kurze Darstellung gibt nur ganz allgemein den Mechanismus des Rostvorganges wieder. Bezüglich der Einzelheiten muß auf die einschlägige Literatur verwiesen werden. (Siehe auch Fußanmerkung I S. 12.)

Nachstehend sind die mittleren Gewichtsabnahmen der Eisenplättchen in destilliertem Wasser (aus den Tab. 9—16) geordnet nach steigenden Gewichtsabnahmen zusammengestellt, die mittleren Versuchstemperaturen sind ebenfalls angegeben.

Tabelle	Gewichtsabnahme der Eisenplättchen in destilliertem Wasser aus:		Mittlere Temperatur <sup>1)</sup> C°	Mittlere Gewichtsabnahme in Abhängigkeit von der Temperatur graphisch aufgetragen.
	Reihe	Mittelwert g		
9	MgCl <sub>2</sub>	0,1492	15	
12	Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	0,1545	16	
15	Salzgemische	0,1591	16	
10	NaCl	0,1669	17	
11	MgSO <sub>4</sub>	0,1728	17,5	
13	CaCl <sub>2</sub>	0,1749	17,5	
16	verschiedene Wässer	0,1775	18	
14	Kaliendlaugen	0,1778	18	

Mit steigender Temperatur steigt der Rostangriff an!

Mit ein Grund hierfür ist der folgende: Das in unmittelbarer Umgebung der Eisenoberfläche entstehende Fe(OH)<sub>2</sub> kann nur nach Maßgabe des bereits vorhandenen bzw. hinzudiffundierenden Sauerstoffs und nach Maßgabe der Diffusion des Fe(OH)<sub>2</sub> in die Lösung hinein in Fe<sub>2</sub>(OH)<sub>6</sub> umgewandelt werden. Es stellt sich also in ruhender Flüssigkeit bei gleichbleibender Temperatur ein Gleichgewichtszustand ein, der neben anderen Ursachen maßgebend durch die Diffusionsgeschwindigkeit der beiden reagierenden Stoffe beeinflusst wird. Mit steigender Temperatur wächst neben der Dissoziation der Salzlösung auch die Diffusionsgeschwindigkeit, die Reaktion



geht schneller vor sich und der Rostangriff wird beschleunigt. Allerdings nimmt das Lösungsvermögen von Wasser und wässrigen Lösungen für Sauerstoff mit der Temperatur ab; bei den bei unseren Versuchen in Frage kommenden geringen Temperaturunterschieden ist die Abnahme jedoch nur so unbedeutend, daß sie hier noch nicht in Erscheinung tritt<sup>2)</sup>.

Die Versuche in bewegten Flüssigkeiten haben gezeigt, daß auch hier die Magnesiumsalze keinen stärkeren, sondern in Übereinstimmung mit den Versuchen in ruhenden Flüssigkeiten, eher einen etwas geringeren Angriff auf Eisen bedingt haben als die Natriumsalze und Salzgemische. Ganz allgemein war jedoch hier der Angriff stärker als in ruhender Flüssigkeit. Durch die Bewegung des Wassers wird die das Eisen umgebende und somit schützende Schicht von Fe(OH)<sub>2</sub> schnell in der ganzen Flüssigkeit verteilt und durch den Sauerstoff wie oben angegeben oxydiert. Es treten immer wieder neue Fe<sup>++</sup>-Ionen aus und der Angriff schreitet schnell weiter.

<sup>1)</sup> Die angegebenen Temperaturen sind ungefähre Mittelwerte aus Tages- und Nachttemperatur bei 30tägiger Versuchsdauer. Der gesetzmäßige Zusammenhang zwischen Temperatur und Rostgeschwindigkeit kommt aber überraschend deutlich zum Ausdruck. Um genaue Werte zu erhalten, müßten die Versuche im Thermostaten ausgeführt werden.

<sup>2)</sup> Ausführlicheres über den Einfluß der Temperatursteigerung sowie über die theoretische Begründung findet sich in der Arbeit von E. Heyn und O. Bauer: Über den Angriff des Eisens durch Wasser und wässrige Lösungen. Mitt. Materialpr.-Amt 1910, S. 102.

Maßgebend für die Geschwindigkeit des Rostangriffs ist hier die Bewegungsgeschwindigkeit des Wassers; sie überdeckt den Einfluß geringer Temperaturerhöhung auf die Diffusionsgeschwindigkeit völlig. Bemerkenswert mag noch werden, daß bei sehr großen Bewegungsgeschwindigkeiten des Wassers der Angriff unter Umständen wieder abnehmen kann. Es bildet sich dann aller Wahrscheinlichkeit nach auf dem Eisen eine Sauerstoffelektrode aus, die ein edleres Potential als der Wasserstoff besitzt. Es gehören hierzu jedoch bereits sehr große Strömungsgeschwindigkeiten<sup>1)</sup>.

## II. Versuche bei den im Dampfkessel herrschenden Temperaturen und Drucken.

Von O. Bauer und K. Zepf.

Die Versuche bei hohen Temperaturen und Drucken sollten mit größtmöglicher Anlehnung an die Verhältnisse im praktischen Betrieb durchgeführt werden.

Von der Verwendung von Dampfkesseln im Betriebe wurde jedoch Abstand genommen, da der Großbetrieb sich ohne wesentliche Störungen nicht den wechselnden Versuchsbedingungen anpassen kann. Es erschien daher notwendig, für die Versuche besondere Versuchskessel aufzustellen.

Weder das Reichsgesundheitsamt noch das Staatliche Materialprüfungsamt waren hierzu in der Lage.

Auf einer im Ammoniakwerk Merseburg am 29. Dezember 1920 stattgefundenen Vorbesprechung erklärte sich die Leitung des Ammoniakwerkes bereit, auf eigene Kosten zwei kleine Versuchskessel aufzustellen und die Überwachung der Betriebe der Kessel zu übernehmen<sup>2)</sup>.

### 1. Die Versuchskesselanlage.

Die Bauart der Versuchskessel ist aus Abb. 31 ersichtlich. Die Kessel wurden mit Wassergas geheizt. Das Speiserohr (*Sp* in Abb. 31) war mit feinen Löchern versehen, so daß sich das

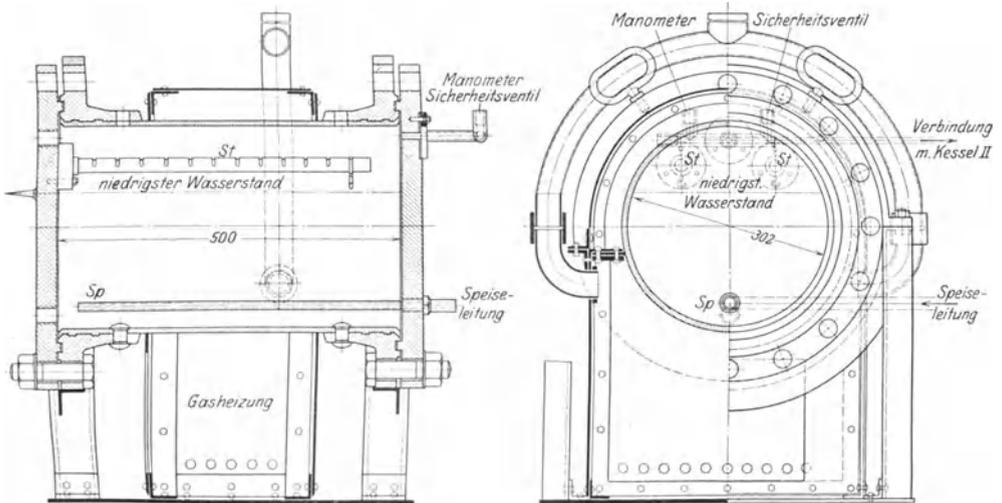


Abb. 31. Bauart der Versuchskessel.

<sup>1)</sup> Näheres hierüber siehe in den in Fußanmerkung 2, S. 1 angezogenen Arbeiten von E. Heyn und O. Bauer.

<sup>2)</sup> Es sei gestattet, der Leitung des Ammoniakwerkes für diese großzügige Unterstützung, durch die die Durchführung der Versuche überhaupt erst ermöglicht wurde, auch an dieser Stelle zu danken.

nachzuspeisende Wasser gleichmäßig über die ganze Kessellänge verteilen konnte. Die am vorderen Deckel angebrachten eisernen Stäbe (*St* in Abb. 31) dienten zum Aufhängen der Probelplättchen. Die beiden Kessel I und II wurden nebeneinander aufgestellt (s. Abb. 32 u. 33).

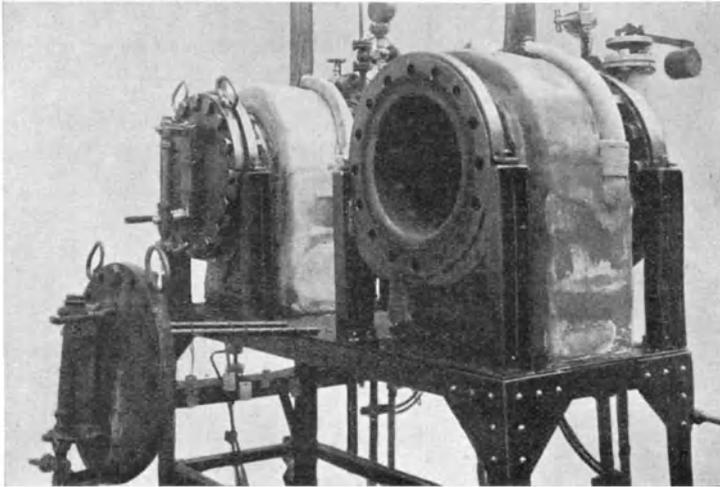


Abb. 32. Versuchskessel (Vorderansicht).

Der Kessel I sollte mit dem Vergleichswasser (destilliertes Wasser), der Kessel II mit der jeweiligen Salzlösung betrieben werden.

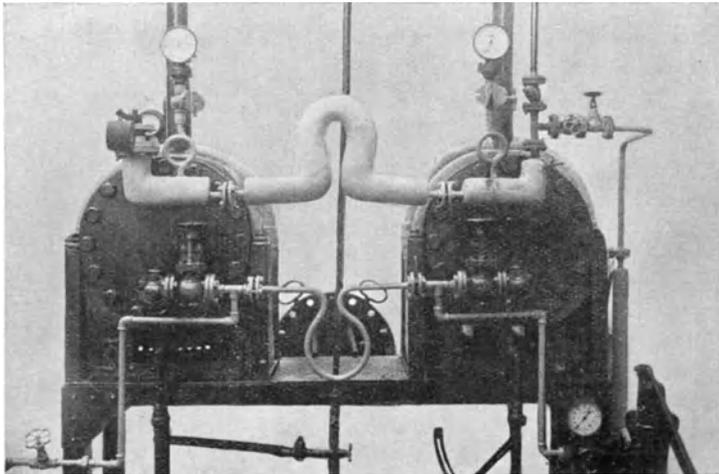


Abb. 33. Versuchskessel (Rückansicht).

Um jederzeit in beiden Kesseln die gleichen Versuchsbedingungen (gleicher Druck und gleiche Temperatur) einhalten zu können, waren ihre Dampf Räume durch eine mit Wärmeschutzmasse umhüllte Rohrschlange verbunden (s. Abb. 33).

Jeder Kessel erhielt ein Manometer, zur Kontrolle des Dampfdruckes wurde außerdem noch ein Registriermanometer angeschlossen. An dem Manometerstutzen des Kessels I befand sich ein Sicherheitsventil. Zum Nachspeisen während des Betriebes diente eine gewöhnliche Wasserpreßpumpe.

## 2. Die zu den Versuchen verwendeten Metalle und Salzlösungen.

Zu den Versuchen wurden die gleichen Metalle: Eisen, Messing und Rotguß (s. Tab. 1) in den gleichen Abmessungen der Probeplättchen (Abb. 1) verwandt wie zu den Versuchen bei gewöhnlicher Temperatur.

Die Wässer und Salzlösungen sowie die Konzentrationen der Salzlösungen waren ebenfalls die gleichen (s. Tab. 2—8). Als Vergleichswasser diente ebenfalls destilliertes Wasser.

## 3. Versuchsanordnung.

Die vorher blankgeschmirgelten und gewogenen Probeplättchen wurden an den am vorderen Deckel befindlichen Stäben (*St* in Abb. 31) so aufgehängt, daß sie bei niedrigstem Wasserstand immer noch etwa 30 mm unter dem Wasserspiegel hingen. Die Eisenplättchen hingen an eisernen Haken, die Messing- und Rotgußplättchen an Glashaken aus schwer schmelzbarem Glas<sup>1)</sup>. In jedem Kessel befanden sich je 3 Eisen-, 3 Messing- und 3 Rotgußplättchen. Abb. 34 zeigt den abgeschraubten Vorderdeckel mit den an den eisernen Stäben aufgehängten Probeplättchen.

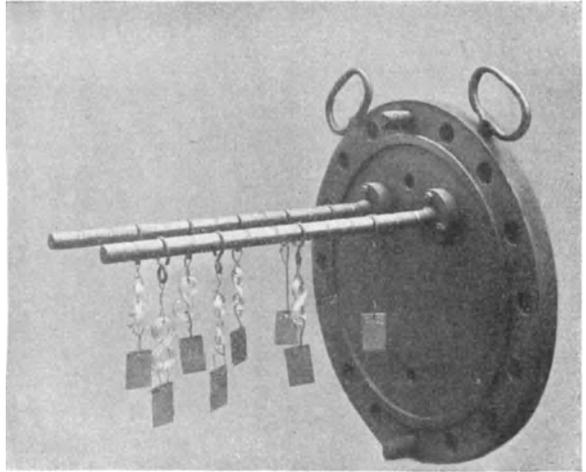


Abb. 34. Vorderer Deckel mit Probeplättchen.

Nach dem Einsetzen und Verschrauben der Deckel wurde mit dem Füllen der Kessel begonnen.

Kessel I wurde bei allen Versuchen mit 25 l destilliertem Wasser, Kessel II mit 25 l der jeweiligen Salzlösung beschickt. Unmittelbar nach dem Füllen wurde die Heizung angestellt.

Als Versuchsdauer waren für alle Versuche  $6 \times 24 = 144$  Stunden bei 16 Atm. Druck vorgesehen. Die Versuchsdauer (144 Stunden) rechnete von dem Zeitpunkt an, bei dem die Manometer 16 Atm. Druck anzeigten. Die Anheizperiode dauerte in der Regel  $2\frac{1}{2}$ —3 Stunden. Um Konzentrationsänderungen im Kessel II während der 144stündigen Versuchsdauer zu vermeiden, erfolgte das Nachspeisen für beide Kessel ausschließlich mit destilliertem Wasser<sup>2)</sup>.

Nach 144 Stunden wurde die Feuerung abgestellt und die Kessel der Abkühlung auf etwa Zimmertemperatur überlassen. Nach dem Ablassen des Speisewassers wurden die Probeplättchen herausgenommen, gereinigt<sup>3)</sup> und zurückgewogen. Nachstehend sind die für alle Versuche geltenden, gleichen Versuchsbedingungen nochmals übersichtlich zusammengestellt:

<sup>1)</sup> Diese Anordnung wurde gewählt, um jede Beeinflussung der verschiedenen Metalle untereinander durch Bildung galvanischer Elemente (Eisen-Messing, Eisen-Rotguß, Messing-Rotguß) zu verhindern.

<sup>2)</sup> Eine Ausnahme hiervon wurde nur bei dem Dauerversuch mit natürlichen Wässern gemacht (siehe Tabelle 33, zweite Versuchsreihe und Seite 25).

<sup>3)</sup> Siehe Seite 3, Fußanmerkung 2.

Kessel I: Füllung mit 25 l dest. Wasser.

Kessel II: Füllung mit 25 l der jeweiligen Salzlösung.

Betriebsdruck: 16 Atm.

Versuchsdauer: 144 Stunden auf 16 Atm. gehalten.

Nachspeisen: Beide Kessel mit destilliertem Wasser.

#### 4. Kontrolle der Versuche.

Die Oberleitung und Hauptkontrolle hatte das Staatliche Materialprüfungsamt, die Betriebskontrolle wurde durch das Ammoniakwerk Merseburg ausgeübt. Die Nachprüfung der chemischen Zusammensetzung der Speisewässer beider Kessel hatte das Reichsgesundheitsamt übernommen. Hierbei wurde in der Weise verfahren, daß zu Beginn des Anheizens aus beiden Kesseln (I u. II) Wasserproben entnommen und zur Analyse an das Reichsgesundheitsamt gesandt wurden. Außerdem wurden noch die Sauerstoffgehalte der Speisewässer beider Kessel zu Beginn und am Ende der Versuche ermittelt.

#### 5. Durchführung der Versuche.

Bei den ersten Versuchsreihen (mit Magnesiumchloridlösungen) machte zunächst das Dichthalten des Sicherheitsventils Schwierigkeiten; erst nach Anfertigung eines Ventils aus „nichtrostendem Stahl V 2 A von Krupp“ ließ sich dieser Mangel beheben. Hierdurch erklärt es sich auch, daß die Menge des nachgespeisten destillierten Wassers bei der ersten Versuchsreihe (Magnesiumchlorid) größer war und größere Schwankungen aufwies (s. Tab. 25) als bei allen späteren Versuchsreihen.

An dem Endergebnis, insbesondere an dem Unterschied zwischen dem Angriff der Eisenplättchen in Kessel I (dest. Wasser) und in Kessel II (Salzlösung) wurde hierdurch jedoch nichts geändert, wie durch Wiederholung einzelner Versuche festgestellt wurde.

Um schließlich noch dem Einwand zu begegnen, daß trotz der isolierten Aufhängung der Messing- und Rotgußplättchen (s. Seite 17 und Abb. 34) eine Beeinflussung der Eisenplättchen durch die edleren Legierungen Messing und Rotguß stattgefunden haben könnte, wurden noch einige weitere Versuche mit Magnesiumchloridlösungen in der Weise durchgeführt, daß sich in beiden Kesseln I und II nur Eisenplättchen befanden (Tab. 26, Seite 62).

Wenn eine gegenseitige Beeinflussung stattgefunden hätte, so könnte sie nur in der Weise gewirkt haben, daß das unedlere Eisen bei gleichzeitiger Gegenwart der edleren Legierungen stärker angegriffen wurde, als bei den Versuchen, bei denen sich nur Eisenplättchen in beiden Kesseln befanden. Bei den Kontrollversuchen (Tab. 26) waren jedoch die Eisenplättchen z. T. sogar erheblich stärker angegriffen als bei dem Hauptversuch (Tab. 25). Eine Beeinflussung in dem oben angedeuteten Sinne konnte daher nicht stattgefunden haben. Für alle späteren Versuchsreihen wurde daher die ursprüngliche Versuchsanordnung beibehalten.

Vor jedem Versuch wurden beide Kessel mit destilliertem Wasser ausgekocht und neu graphitisiert. Insgesamt wurden 9 Versuchsreihen mit 107 Einzelversuchen durchgeführt.

### E. Ergebnisse der Angriffsversuche im Dampfkessel.

#### a) Vergleichsversuche mit destilliertem Wasser in Kessel I.

In den Tab. 25—33 sind sämtliche Versuchsergebnisse zusammengestellt. Zu den Vergleichsversuchen mit destilliertem Wasser (Kessel I) ist folgendes zu sagen:

Die starke Krümmung des Verbindungsrohres zwischen Kessel I und II (s. Abb. 33) ließ eine Verunreinigung des destillierten Wassers in Kessel I durch den Salzgehalt des Wassers

aus Kessel II von vornherein als ausgeschlossen erscheinen. Gelegentliche Nachprüfungen bestätigten Obiges. Der Angriff der Metallplättchen im Kessel I ist daher ausschließlich auf das destillierte Wasser bzw. auf den im Kessel bereits vorhandenen und durch das Speisewasser neu zugeführten Sauerstoff- (und Kohlensäure-) Gehalt zurückzuführen.

Die Gesamtmittelwerte der Gewichtsveränderungen der Eisen-, Messing- und Rotgußplättchen in Kessel I (dest. Wasser) sind nachstehend zusammengestellt:

Zusammenstellung der Gesamtmittelwerte der Gewichtsveränderungen der Versuchsplättchen aus Kessel I (dest. Wasser).

Versuchsreihe		Eisen	Messing	Rotguß
		Gewichtsabnahme Gesamtmittel	Gewichtszunahme Gesamtmittel	Gewichtsabnahme Gesamtmittel
		g	g	g
MgCl <sub>2</sub> -Lösungen	Tabelle 25	— 0,0054	Mittel nicht gebildet	— 0,0084
MgCl <sub>2</sub> - „	„ 26	— 0,0040	—	—
NaCl- „	„ 27	— 0,0030	+ 0,0032	— 0,0057
MgSO <sub>4</sub> - „	„ 28	— 0,0028	+ 0,0066	— 0,0068
Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> - „	„ 29	— 0,0033	+ 0,0060	— 0,0066
CaCl <sub>2</sub> - „	„ 30	— 0,0024	+ 0,0022	— 0,0125
Kaliendlaugen	„ 31	— 0,0023	+ 0,0051	— 0,0072
Salzgemische	„ 32	— 0,0013	+ 0,0044	— 0,0066
Natürliche Wässer	„ 33	— 0,0020	+ 0,0051	— 0,0056

Unter Berücksichtigung der Schwierigkeiten, die bei der Durchführung so zahlreicher unter sich vergleichbarer Versuche im Dampfkessel zu überwinden waren, ist die Übereinstimmung als durchaus befriedigend anzusehen. Alle Gewichtsveränderungen der einzelnen Metalle liegen innerhalb der gleichen Größenordnung.

Beim Eisen haben lediglich die ersten Versuchsreihen (Tab. 25 u. 26) eine etwas höhere durchschnittliche Gewichtsabnahme ergeben. Der Grund dürfte in der bereits erwähnten Schwierigkeit, das Sicherheitsventil dicht zu halten, zu suchen sein. Hierdurch erforderten einzelne Versuche mehr Speisewasser, wodurch gleichzeitig mehr Sauerstoff dem Kessel zugeführt wurde<sup>1)</sup> Das Messing zeigte durchgängig eine sehr gleichmäßige Gewichtszunahme. Sie erklärt sich daraus, daß die Zersetzungsprodukte so fest auf der Metalloberfläche hafteten, daß sie ohne Verletzung des nichtzersetzten Messings nicht zu entfernen waren. Bei der ersten Versuchsreihe (Tab. 25) wurde der Versuch der Entfernung durch Schaben der Oberfläche gemacht, er führte aber zu keinen übereinstimmenden Ergebnissen (s. Tab. 25), von einer Mittelbildung wurde daher für diese Versuchsreihe abgesehen. Bei allen anderen Versuchsreihen wurden die Messingplättchen lediglich durch Abreiben mit einem weichen Tuch vom lose anhaftenden Belag gereinigt, und nach dem Trocknen zur Wägung gebracht.

Die Rotgußplättchen wiesen sehr gleichmäßigen, etwas kräftigeren Angriff auf.

### b) Angriffsversuche im Kessel II mit reinen Salzlösungen.

#### 1. Magnesiumchloridlösungen im Dampfkessel.

Die Ergebnisse sind in Tab. 25 zusammengestellt und in Abb. 35 graphisch aufgetragen.

Messing und Rotguß. Der Angriff war bei beiden Metallen nicht erheblich, er bewegte sich etwa in der gleichen Größenordnung wie bei den Versuchen in destilliertem Wasser (Kessel I).

<sup>1)</sup> Sinngemäß gilt das gleiche auch für Kessel II.

Teils wurde Messing, teils Rotguß etwas stärker angegriffen. Steigende Mengen von Magnesiumchlorid waren ohne erkennbaren Einfluß. Bemerkenswert ist, daß sich hier die Zersetzungsprodukte des Messings (mit einer Ausnahme) leicht durch Abwischen entfernen ließen, so daß untereinander gut übereinstimmende Gewichtsabnahmen erhalten wurden.

Eisen. Zusätze von Magnesiumchlorid zum destillierten Wasser bedingten ein starkes Ansteigen des Angriffs. Setzt man die durchschnittliche Gewichtsabnahme der Eisenplättchen in destilliertem Wasser = 1, so ergibt sich für die Plättchen in den Magnesiumchloridlösungen der Wert 10. Durchschnittlich wurden also die Eisenplättchen in Magnesiumchlorid-haltigem Wasser 10 mal so stark angegriffen als in destilliertem. Die Angriffskurve erreicht ihren Höchstpunkt bei 1,3 g  $MgCl_2$  im Liter (Abb. 35) und fällt dann etwas ab. Bei den Kontrollversuchen, bei denen sich nur Eisenplättchen im Kessel befanden (Tab. 26) stieg der Angriff mit steigendem Magnesiumchloridgehalt ganz regelmäßig an (s. Abb. 35). Er war sehr beträchtlich größer als beim Hauptversuch. Eine ausreichende Erklärung läßt sich zur Zeit hierfür nicht geben.

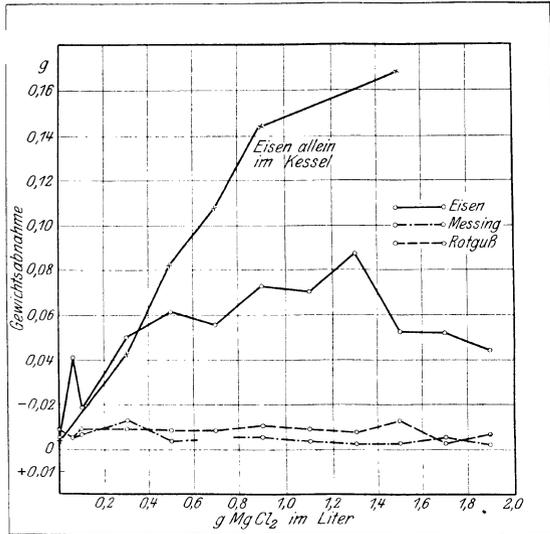


Abb. 35. Magnesiumchlorid im Dampfkessel.

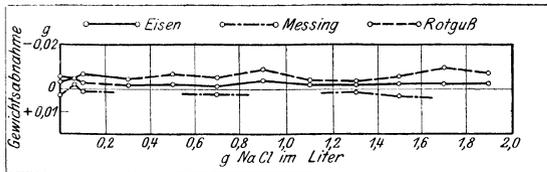


Abb. 36. Natriumchlorid im Dampfkessel.

Die Rotgußplättchen wurden in den Natriumchloridlösungen teils etwas stärker, teils etwas schwächer angegriffen als von destilliertem Wasser. Ein deutlicher Einfluß steigender Salzkonzentrationen war ebenfalls nicht festzustellen.

Eisen. Im Gegensatz zu Magnesiumchlorid verhielt sich Natriumchlorid völlig neutral. Im Gesamtdurchschnitt betrug die mittlere Gewichtsabnahme der Eisenplättchen 0,0025 g, in destilliertem Wasser bei der gleichen Versuchsreihe (Tab. 27) 0,0030 g, der Angriff war demnach in destilliertem Wasser fast genau gleich stark.

### 3. Magnesiumsulfatlösungen im Dampfkessel.

In Tab. 28 sind die Versuchsergebnisse zusammengestellt und in Abb. 37 graphisch aufgetragen.

Messing und Rotguß. Die Messingplättchen wiesen im allgemeinen etwas stärkere Gewichtsabnahmen auf als die Rotgußplättchen. Ein Einfluß steigender Salzkonzentrationen

in destilliertem Wasser = 1, so ergibt sich für die Plättchen in den Magnesiumchloridlösungen der Wert 10. Durchschnittlich wurden also die Eisenplättchen in Magnesiumchlorid-haltigem Wasser 10 mal so stark angegriffen als in destilliertem. Die Angriffskurve erreicht ihren Höchstpunkt bei 1,3 g  $MgCl_2$  im Liter (Abb. 35) und fällt dann etwas ab. Bei den Kontrollversuchen, bei denen sich nur Eisenplättchen im Kessel befanden (Tab. 26) stieg der Angriff mit steigendem Magnesiumchloridgehalt ganz regelmäßig an (s. Abb. 35). Er war sehr beträchtlich größer als beim Hauptversuch. Eine ausreichende Erklärung läßt sich zur Zeit hierfür nicht geben.

### 2. Natriumchloridlösungen im Dampfkessel.

In Tab. 27 sind die Versuchsergebnisse zusammengestellt und in Abb. 36 graphisch aufgetragen.

Messing und Rotguß. Die Messingplättchen wiesen teils Gewichtsabnahmen, teils Gewichts Zunahmen auf, ein Einfluß der Salzkonzentration war nicht zu beobachten.

war nicht erkennbar. Der Angriff des Rotgusses war im allgemeinen etwas geringer als beim destillierten Wasser.

**Eisen.** Die Kurve der Gewichtsabnahmen zeigt mit steigenden Gehalten an Magnesiumsulfat stark ansteigende Tendenz. Bei Lösung Nr. 24 (0,1263 g  $MgSO_4$ ) beträgt die Gewichtsabnahme der Eisenplättchen bereits das 6 fache, bei Lösung Nr. 26 (0,6902 g  $MgSO_4$ ) das 22 fache und bei Lösung Nr. 32 (2,1480 g  $MgSO_4$ ) das 45 fache des Angriffs der Eisenplättchen in destilliertem Wasser.

#### 4. Natriumsulfatlösungen im Dampfkessel.

In Tab. 29 sind die Versuchsergebnisse zusammengestellt und in Abb. 38 graphisch aufgetragen.

**Messing und Rotguß.** Die Messing- und Rotgußplättchen zeigten recht gleichmäßige, unerhebliche Gewichtsabnahmen. Ein Einfluß steigender Salzkonzentrationen war nicht festzustellen. Im allgemeinen wurden die Rotgußplättchen schwächer angegriffen als von destilliertem Wasser.

**Eisen.** Ebenso wie die Natriumchloridlösungen verhielten sich auch die Natriumsulfatlösungen dem Eisen gegenüber neutral. Der Gesamtmittelwert der Gewichtsabnahmen betrug 0,0055 g, er ist zwar etwas höher als der Mittelwert der Eisenplättchen im destillierten Wasser der gleichen Versuchsreihe (0,0030 g), kommt aber fast genau an den Mittelwert der ersten Versuchsreihe (0,0054 g in Tab. 25) heran.

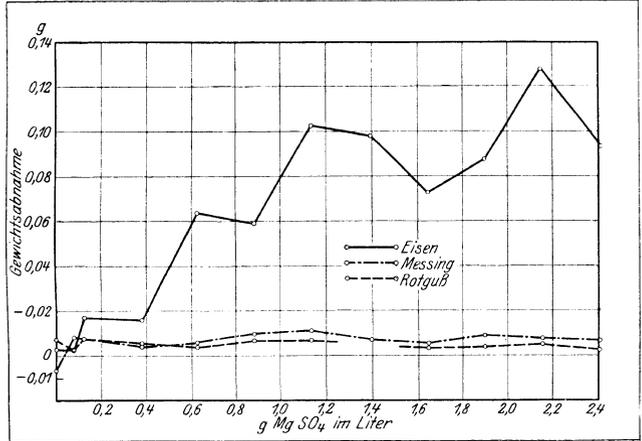


Abb. 37. Magnesiumsulfat im Dampfkessel.

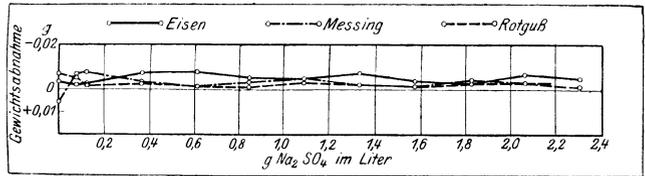


Abb. 38. Natriumsulfat im Dampfkessel.

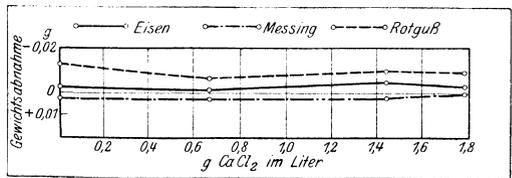


Abb. 39. Calciumchlorid im Dampfkessel.

#### 5. Calciumchloridlösungen im Dampfkessel.

Die Ergebnisse sind in Tab. 30 zusammengestellt und in Abb. 39 graphisch aufgetragen. **Messing und Rotguß.** Die Messingplättchen wiesen Gewichtszunahmen, die Rotgußplättchen Gewichtsabnahmen auf. Ein Einfluß steigender Konzentration war nicht zu erkennen.

**Eisen.** Ebenso wie Natriumchlorid und Natriumsulfat verhielt sich auch Calciumchlorid dem Eisen gegenüber völlig neutral.

Zu den Versuchen in reinen Salzlösungen ist, soweit Eisen in Frage kommt, noch folgendes zu sagen: Eisen wird durch Natriumchlorid, Natriumsulfat und Calciumchlorid im Dampfkessel

selbst bei 16 Atm. Druck, nicht angegriffen. Die geringen festgestellten Gewichtsabnahmen sind durch den im Kessel bereits vorhandenen bzw. durch den durch das Speisewasser neu zugeführten Sauerstoff- und (Kohlensäure-) Gehalt verursacht. Wenn es demnach technisch durchführbar wäre, dem Kessel nur völlig sauerstofffreies Wasser zuzuführen, so wäre ein Angriff des Eisens selbst bei Gegenwart erheblicher Mengen von Natrium- und Calciumsalzen nicht zu befürchten.

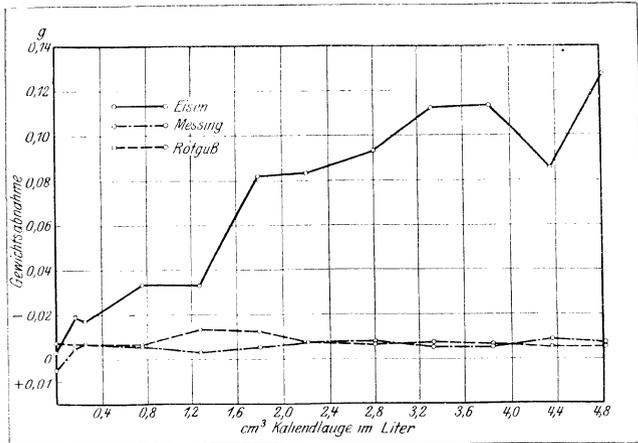


Abb. 40. Kaliendlaugen im Dampfkessel.

Ganz anders verhielten sich die Magnesiumsalze (Chloride und Sulfate) bei 16 Atm. im Dampfkessel. Der Angriff stieg mit steigendem Salzgehalt und erreichte schließlich ein Vielfaches des Angriffs im destillierten Wasser.

Der Grund hierfür liegt in der weitgehenden hydrolytischen Spaltung der Magnesiumsalze bei 16 Atm. Dampfdruck. Es kommt also zu der Wirkung des Sauerstoffs (Rostwirkung) auch noch die Wirkung der Hydrolyse (Abspaltung von Säure) hinzu. Die Versuche zeigen jedenfalls,

daß reine Magnesiumsalzlösungen für den Dampfkessel gefährlich sind.

e) Angriffsversuche in Kessel II mit Salzgemischen und mit natürlichen Wassern.

1. Kaliendlaugen im Dampfkessel (Tabelle 5).

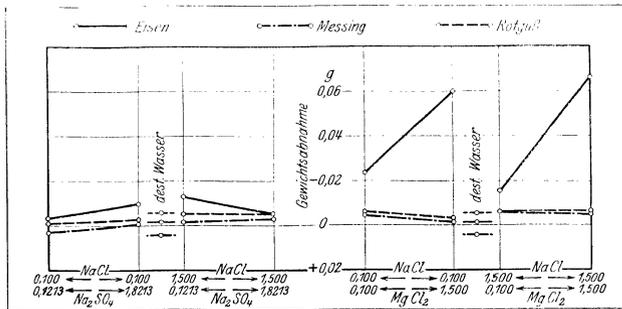


Abb. 41. Natriumchlorid + Natriumsulfat im Dampfkessel (Tabelle 32).

Abb. 42. Natriumchlorid + Magnesiumchlorid im Dampfkessel (Tabelle 32).

Die Ergebnisse sind in Tab. 31 zusammengestellt und in Abb. 40 graphisch aufgetragen.

Messing und Rotguß. Beide Metalle zeigten nahezu die gleichen Gewichtsabnahmen wie Rotguß in destilliertem Wasser (Kessel I). Ein Einfluß des steigenden Gehaltes an Kaliendlauge war nicht erkennbar.

Eisen. Die Angriffskurve für Eisen zeigt mit steigendem Gehalt des Wassers an Endlauge stark ansteigende Tendenz. Der

Verlauf der Kurve ist etwa der gleiche wie bei Magnesiumsulfat (Abb. 37). Das Eisen wird demnach von Kaliendlauge im Dampfkessel bei 16 Atm. Druck stark angegriffen, während bei Zimmertemperatur eine Verstärkung des Angriffs nicht festzustellen war. Die Erklärung für den starken Angriff ist auch hier in der hydrolytischen Spaltung der Magnesiumsalze zu suchen.

2. Salzgemische im Dampfkessel (Tabelle 6).

In Tab. 32 sind sämtliche Versuchsergebnisse zusammengestellt und in den Abb. 41—46 aufgetragen.

Messing und Rotguß verhielten sich auch bei den Salzgemischen ähnlich wie bei allen anderen Versuchen. Meist wurden die Messingplättchen, gelegentlich aber auch die Rotgußplättchen etwas stärker angegriffen. Eine Gesetzmäßigkeit war nicht zu erkennen. Im allgemeinen war der Angriff von ähnlicher Größenordnung wie beim destillierten Wasser.

Bezüglich des Angriffs der Eisenplättchen gilt folgendes:

α) Natriumchlorid + Natriumsulfat (Abb. 41).

Die Salzgemische der beiden Natriumsalze (Chloride und Sulfate) haben nur einen kaum erkennbaren Einfluß auf den Rostangriff des Eisens ausgeübt. Die gefundenen Gewichtsabnahmen liegen nur bei zwei Lösungen (Nr. 60 und 61) etwas über dem Höchstwert der Gewichtsabnahme des Eisens in destilliertem Wasser (s. Tab. 34). Es erscheint nicht ausgeschlossen, daß es sich hierbei nur um zufällige Schwankungen handelt, die bei Versuchen im Dampfkessel unvermeidlich sind.

β) Natriumchlorid + Magnesiumchlorid (Abb. 42).

Mit steigendem Gehalt an Magnesiumchlorid steigt der Angriff. Überwiegt aber das Natriumchlorid stark, so wird anscheinend die Hydrolyse des Magnesiumchlorids zurückgedrängt, der Angriff auf Eisen demnach verringert (Lösung Nr. 65). Bei gleich hohem Natrium- und Magnesiumchloridgehalt trat jedoch eher eine Verstärkung des Angriffs ein (Lösung Nr. 66).

γ) Natriumchlorid + Magnesiumsulfat (Abb. 43).

Kleine Mengen von Natriumchlorid und Magnesiumsulfat (Lösung Nr. 67) bedingten nur einen schwachen Angriff; bei starkem Überwiegen von Natriumchlorid war der Angriff noch schwächer, er näherte sich dem Wert für destilliertes Wasser. Hohe Gehalte von Magnesiumsulfat bedingten ein sehr starkes Ansteigen des Angriffs. Auffallend erscheint, daß bei gleichzeitig hohen Natriumchlorid- und hohem Magnesiumsulfatgehalt der Angriff am stärksten war (Lösung Nr. 70).

δ) Natriumsulfat + Magnesiumchlorid (Abb. 44).

Die Lösungen mit kleinem Natriumsulfat- und steigendem Magnesiumchloridgehalt (Nr. 71 und 72) verhielten sich wie die entsprechenden Lösungen von Natrium- und Magnesiumchlorid (Abb. 42). Starkes Überwiegen von Natriumsulfat (Nr. 73) drängt anscheinend die Hydrolyse

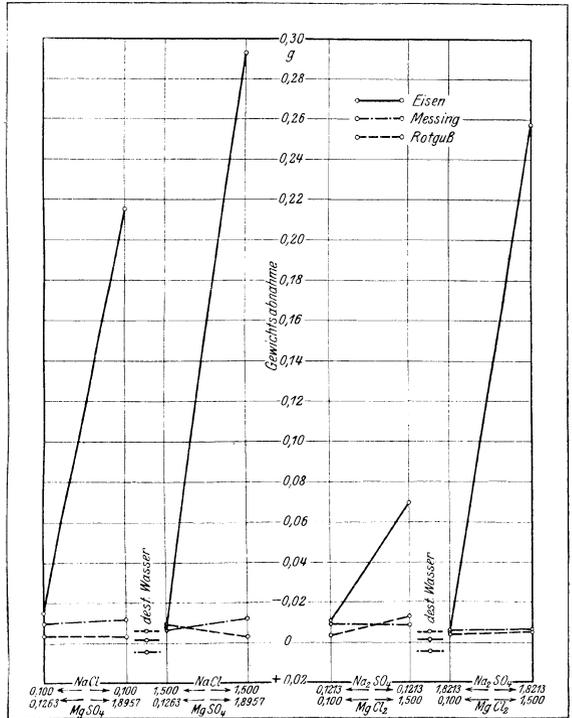


Abb. 43. Natriumchlorid + Magnesiumsulfat im Dampfkessel (Tabelle 32).  
Abb. 44. Natriumsulfat + Magnesiumchlorid im Dampfkessel (Tabelle 32).

von wenig Magnesiumchlorid völlig zurück. Gleichzeitiges Vorhandensein von viel Natriumsulfat und viel Natriumchlorid ergab ebenso wie beim Versuch Nr. 70 sehr starken Angriff.

ε) Natriumsulfat + Magnesiumsulfat (Abb. 45).

Der Verlauf der Angriffskurven ist nahezu der gleiche wie bei den Lösungen von Natriumchlorid und Magnesiumsulfat (Abb. 43). Mit steigender Menge von Magnesiumsulfat wuchs der Angriff und erreichte seinen Höchstwert bei Lösung 78 mit gleichzeitig hohem Gehalt an Natrium- und Magnesiumsulfat.

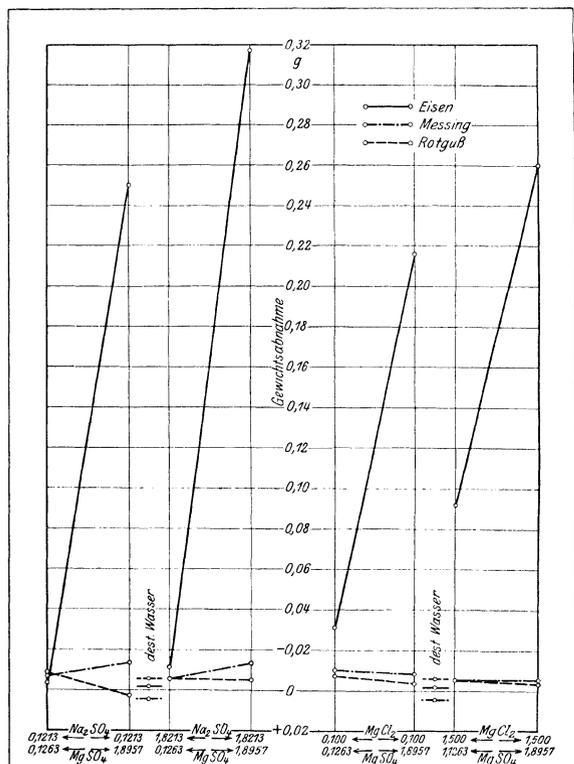


Abb. 45.  
Natriumsulfat + Magnesiumsulfat  
im Dampfkessel (Tabelle 32).

Abb. 46.  
Magnesiumchlorid + Magnesiumsulfat  
im Dampfkessel (Tabelle 32).

den beiden Reinigungsverfahren (Kalk-Soda und Natronlauge-Soda) gereinigten Flußwasser einen merkbaren Angriff auf Messing, Rotguß und Eisen bewirkt. Die Gewichtsveränderungen liegen innerhalb der gleichen Größenordnung wie bei den Versuchen in Kessel I mit destilliertem Wasser. Dieses für den Angriff des Eisens zunächst auffallende Ergebnis wird verständlich, wenn man den im Verhältnis zu den anderen Salzen nur geringen Gehalt des ungereinigten Wassers an Magnesiumsalzen berücksichtigt (s. Tab. 7 u. 8). Die Versuche mit reinen Salzlösungen (Tab. 25, 26 u. 28) und mit Salzgemischen (Tab. 31 u. 32) haben zudem gezeigt, daß der Angriff geringer Mengen von Magnesiumsalzen an und für sich nur unerheblich ist und erst mit steigender Konzentration stark ansteigt und daß die Hydrolyse geringer Mengen von Magnesium-

<sup>1)</sup> Eine ausreichende Erklärung läßt sich hierfür zur Zeit noch nicht geben.

ζ) Magnesiumchlorid + Magnesiumsulfat (Abb. 46).

Schon bei der Lösung Nr. 79 mit sehr kleinen Gehalten an Magnesiumchlorid und Sulfat setzte hier, im Gegensatz zu den anderen Versuchen mit Salzgemischen (Abb. 42—45), ein deutlicher Angriff ein. Er wuchs mit steigender Salzkonzentration. Die Lösung Nr. 82 mit hohen Gehalten an Magnesiumchlorid und Sulfat ergab den stärksten Angriff auf Eisen, immerhin blieb er hinter dem durch Lösung Nr. 70 und 78 (Abb. 43 u. 45) bedingten Angriff noch etwas zurück<sup>1)</sup>.

η) Natürliche Wässer im Dampfkessel (Tab. 7 u. 8).

Die erste Versuchsreihe mit Saale- und Luppewasser ungereinigt und nach zwei verschiedenen Verfahren gereinigt, wurde in genau der gleichen Weise durchgeführt wie alle anderen Versuche im Dampfkessel (16 Atm. und 114 Stunden Betriebsdauer).

In Tab. 33 (erste Versuchsreihe) sind die Ergebnisse zusammengestellt und in Abb. 47 aufgetragen. Wie Tab. 33 und Abb. 47 zeigen, haben weder die ungereinigten noch die nach

salzen bei Gegenwart von überwiegenden Mengen anderer (Neutral-) Salze anscheinend zurückgedrängt wird. Da das Nachspeisen mit destilliertem Wasser erfolgte, so konnte während des Versuchs keine Anreicherung des Kesselinhaltes an Magnesiumsalzen erfolgen. Auf den Blechen hatte sich außerdem eine ziemlich kräftige Schicht von Kesselstein abgeschieden, die ebenfalls einen gewissen Schutz bedingt.

Obige Erläuterungen geben eine ungezwungene Erklärung für die scheinbare Ungefährlichkeit der ungereinigten, durch Kaliendlaugen verunreinigten Flußwässer. Um festzustellen, wie sich ungereinigtes Wasser verhält, wenn für eine allmähliche Anreicherung der Salze durch Nachspeisen mit den im Kessel bereits befindlichen Wässern gesorgt wird, wurde eine zweite Versuchsreihe (s. Tab. 33) mit ungereinigtem und gereinigtem Saalewasser durchgeführt. Die Versuchsdauer betrug 480 Stunden.

Häufiges Dampfabblasen erforderte reichliche Nachspeisung. Insgesamt wurden 600 bis 700 l des betreffenden Wassers nachgespeist. In Tab. 33 (Zweite Versuchsreihe) sind die Ergebnisse zusammengestellt und in Abb. 47 graphisch aufgetragen.

Beim Öffnen der Kessel des Versuchs mit ungereinigtem Saalewasser zeigte es sich, daß die Kesselwandung mit einer etwa 0,5 mm starken Kesselsteinschicht bedeckt war, ebenso waren die Versuchsplättchen mit Kesselstein und mit Schlamm überzogen. Trotz dieses, einen gewissen Schutz bedingenden Überzuges war die Gewichtsabnahme der Eisenplättchen etwa dreimal so stark als im Kessel I mit destilliertem Wasser.

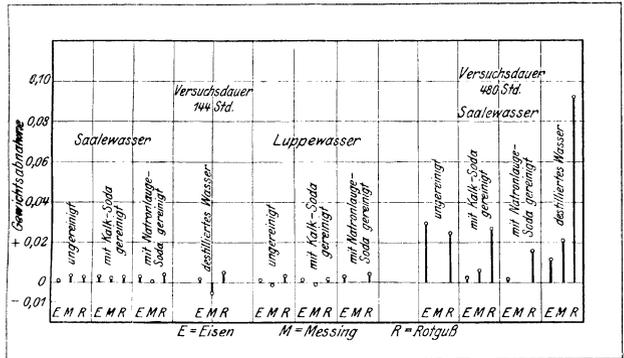


Abb. 47.  
Natürliche Wässer im Dampfkessel (Tabelle 33).

Die Rotgußplättchen zeigten durchschnittliche Gewichtsabnahme wie die Eisenplättchen, sehr stark waren sie von destilliertem Wasser (Kessel I) angegriffen. Die Messingplättchen zeigten im Kessel II nur ganz unerhebliche Gewichtsabnahme, erheblich stärker im Kessel I (dest. Wasser).

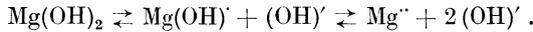
Bei den Versuchen mit gereinigtem Saalewasser (Kalk-Soda und Natronlauge-Soda) zeigten die Eisenplättchen im Vergleich mit Kessel I (dest. Wasser) nur verschwindenden Angriff. Hier trat die Schutzwirkung des freien Alkalis deutlich in Erscheinung. Wie Ost<sup>1)</sup> gezeigt hat, kann die schädliche Wirkung der Magnesiumsalze auf Eisen durch einen hinreichenden Überschuß gelöster Carbonate von Calcium und Magnesium verhindert werden. Gewissermaßen wird auf diese Weise das Wasser im Kessel selbst durch die gegenseitige Einwirkung der gelösten Salze gereinigt. Die Rotgußplättchen zeigten wiederum erheblich stärkere Gewichtsabnahme als die Messingplättchen. Jedenfalls bestätigte dieser Dauerversuch bezüglich des Angriffs des Eisens voll die Ergebnisse der früheren Versuche mit reinen Salzlösungen und mit Salzgemischen. Er zeigte ebenfalls, daß mit steigendem Gehalt des Speisewassers an Magnesiumsalzen der Angriff des Eisens stark ansteigt.

1) A. a. O.

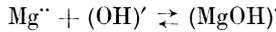
**F. Ursache des starken Angriffs der Eisenplättchen im Dampfkessel bei Gegenwart von Magnesiumsalzen<sup>1)</sup>.**

Wiederholt ist bereits darauf hingewiesen, daß als Erklärung für den starken Angriff der Eisenplättchen im Dampfkessel bei Gegenwart von Magnesiumsalzen eine, mit der Konzentration zunehmende hydrolytische Spaltung der Magnesiumsalze anzunehmen ist, während die Natrium- und Calciumsalze unter den angewandten Versuchsbedingungen (16 Atm. Druck, etwa 202° C) keine Hydrolyse erleiden, also bei ihnen keine Abspaltung freier Säure eintritt.

Die hydrolytische Spaltung der Metallsalze starker Säuren hängt ab von dem mehr oder weniger basischen Charakter des betreffenden Metalls, und dieser ist bei Magnesium wesentlich schwächer ausgeprägt als bei Natrium oder Calcium. Anders ausgedrückt, Magnesiumhydroxyd ist im Vergleich zu Natriumhydroxyd oder Calciumhydroxyd eine schwächere Base, in geringerem Grade elektrolytisch dissoziiert:



Infolgedessen macht sich in wässrigen Lösungen der Magnesiumsalze der Wettbewerb dieses Dissoziationsgleichgewichts (zunächst die zweite Stufe der Dissoziation)



mit der Ionisation des Wassers



geltend, indem die, durch die Addition dieser beiden Reaktionen sich ergebende Hydrolyse



bis zu einem bestimmten, von Konzentration und Temperatur abhängigen Gleichgewicht verläuft. Dabei entstehen das Ion der basischen Magnesiumsalze  $(\text{MgOH})'$  und Wasserstoffion  $\text{H}'$  in äquivalenter Menge, und sobald die Hydrolyse irgendwie erheblich ist, kann man die molare Konzentration dieser beiden Hydrolysenprodukte einander gleichsetzen:

$$[\text{MgOH}'] = [\text{H}']$$

Die Massenwirkungsgleichung lautet dann:

$$\frac{[\text{MgOH}'] \cdot [\text{H}']}{[\text{Mg}'']} = \frac{[\text{H}']^2}{[\text{Mg}'']} = K,$$

wobei  $K$  die Hydrolysenkonstante bedeutet, oder, weil bei dem immer noch geringen, hier in Betracht kommenden Hydrolysengrade die unveränderten Mg-Ionen noch der Gesamtkonzentration des Magnesiumsalzes  $c$  nahezu gleichgesetzt werden können:

$$[\text{H}']^2 = K \cdot c \quad [\text{H}'] = \sqrt{K \cdot c}.$$

$K$ , die Hydrolysenkonstante, setzt sich aus den Konstanten der obigen zwei einzelnen Dissoziationsgleichgewichte zusammen:

$$[\text{H}'] \cdot [\text{OH}] = K_w \quad (K_w = \text{Ionisationskonstante des Wassers}),$$

$$\frac{[\text{Mg}'''] \cdot [\text{OH}']}{[\text{MgOH}']} = K_2 \quad (K_2 = \text{Dissoziationskonstante des Magnesiumhydroxyds in zweiter Stufe}).$$

Durch Division der zweiten in die erste Gleichung ergibt sich:

<sup>1)</sup> Bei den folgenden theoretischen Betrachtungen wurden wir in dankenswerter Weise durch Herrn Dr. R. Nitsche (Materialprüfungsamt) unterstützt.

$$\frac{[\text{MgOH}^+] \cdot [\text{H}^+]}{[\text{Mg}^{++}]} = \frac{K_w}{K_2}.$$

$$\frac{[\text{MgOH}^+] \cdot [\text{H}^+]}{[\text{Mg}^{++}]} \text{ ist aber } = K.$$

Also 
$$K = \frac{K_w}{K_2} \cdot K \text{ ist nun } = [\text{H}^+]^2.$$

Folglich 
$$\frac{[\text{H}^+]^2}{c} = \frac{K_w}{K_2}.$$

Also 
$$[\text{H}^+] = \sqrt{\frac{K_w}{K_2} \cdot c}.$$

So erhält man schließlich für den durch hydrolytische Spaltung der Magnesiumsalze entstehenden Säuregrad, d. h. die Wasserstoffionenkonzentration:

$$[\text{H}^+] = \sqrt{\frac{K_w}{K_2} \cdot c}.$$

Nun ändern sich die Dissoziationskonstanten der meisten Säuren und Basen, also wahrscheinlich auch  $K_2$ , mit der Temperatur nur wenig, dagegen die Ionisationskonstante des Wassers äußerst stark. So beträgt in reinem Wasser die Wasserstoffionenkonzentration  $[\text{H}^+] = \sqrt{K_w}$  bei  $50^\circ$  etwa dreimal so viel als bei  $18^\circ$ , und man kann auf thermodynamischem Wege schätzen, daß sie bei  $200^\circ$  etwa 150 mal so hoch ist als bei  $18^\circ$ . Im gleichen Verhältnis steigt Ceteris paribus auch die Hydrolyse der Magnesiumsalze, so daß es erklärlich erscheint, wenn Lösungen vom  $\text{MgCl}_2$  oder  $\text{MgSO}_4$ , die bei gewöhnlicher Temperatur nur eben merklich sauer reagieren, im Dampfkessel bei etwa  $200^\circ$  wie starke Säuren wirken.

## G. Zusammenfassung der Gesamtergebnisse.

### I. Versuche bei gewöhnlicher Temperatur.

#### a) Flüssigkeit in Ruhe.

1. Messing und Rotguß. Beide Metalle wurden innerhalb der gewählten Versuchsdauer von 30 Tagen, sowohl von reinen Salzlösungen wie auch von Salzgemischen nur unerheblich angegriffen. Im allgemeinen war der Angriff des Messings etwas stärker als der des Rotgusses. Ein deutlicher Einfluß der reinen Magnesiumsalze auf die Stärke des Angriffs war nicht festzustellen. Bei den Versuchen mit Kaliendlauge zeigte die Angriffskurve des Messings mit steigendem Gehalt des Wassers an Lauge schwache Neigung zum Ansteigen.

2. Eisen. Die Versuche haben einwandfrei ergeben, daß Eisen in nicht bewegten reinen Magnesiumsalzlösungen bis zu Konzentrationen, die etwa 112 deutschen Härtegraden entsprechen, ferner in wässrigen Lösungen von Kaliendlauge (bis zu 119 deutschen Härtegraden) sowie in Salzgemischen und in natürlichen Wässern, die durch Kaliendlauge verunreinigt waren, nicht nur nicht stärker, sondern eher etwas schwächer rostet als in Natriumchlorid, Calciumchlorid- oder Natriumsulfatlösungen ähnlicher Konzentrationen und in destilliertem Wasser.

### b) Flüssigkeit bewegt.

1. Messing und Rotguß. Die Größenordnung des Angriffs war in bewegten Flüssigkeiten die gleiche wie in ruhenden. Auch hier war kein deutlicher Einfluß der reinen Magnesiumsalze auf die Stärke des Angriffs zu erkennen. Die Sulfate (Magnesium- sowie Natriumsulfat) griffen in bewegten Flüssigkeiten den Rotguß etwas stärker an als das Messing, während in ruhenden Flüssigkeiten durchgängig das Messing stärker angegriffen wurde.

Bei den Versuchen mit Kaliendlaugen zeigt insbesondere die Angriffskurve des Messings mit steigendem Gehalt an Endlauge steigende Tendenz.

2. Eisen. Ganz allgemein war der Rostangriff des Eisens in bewegten Flüssigkeiten stärker als in ruhenden<sup>1)</sup>. In Übereinstimmung mit den Versuchen in ruhenden Flüssigkeiten zeigten auch die Versuche in bewegten Wässern, daß der Rostangriff des Eisens durch Magnesiumsalze (sowohl in reinen Salzlösungen wie auch in Salzgemischen) nicht verstärkt, sondern eher verringert wird.

Magnesiumsalze sind nach obigen Versuchen (bis zu Konzentrationen, die etwa 112 bzw. 119 deutschen Härtegraden entsprechen) bei gewöhnlicher Temperatur für Eisen als ungefährlich zu betrachten.

### II. Versuche im Dampfkessel.

1. Messing und Rotguß. Innerhalb der gewählten Versuchsdauer (144 Betriebsstunden) war ein deutlicher Einfluß der Magnesiumsalze auf die Korrosion von Messing und Rotguß nicht festzustellen. Bei dem Dauerversuch (480 Betriebsstunden) wurden beide Metalle von destilliertem Wasser sogar erheblich stärker angegriffen als von ungereinigtem Saalewasser.

2. Eisen. Während die Salze des Natriums (Chloride und Sulfate) sowie des Calciums im Dampfkessel ohne jeden Einfluß auf den Angriff des Eisens waren, ergaben die Versuche mit magnesiumhaltigen Wässern einen mit steigender Konzentration an Magnesiumsalzen stark ansteigenden Angriff; er erreichte schließlich ein Vielfaches des Angriffs in destilliertem Wasser. Auch die Versuche mit ungereinigtem Saalewasser ergaben bei längerer Versuchsdauer einen mit steigendem Gehalt des Speisewassers an Magnesiumsalzen ansteigenden Angriff.

Die Erklärung hierfür ist in der hydrolytischen Spaltung der Magnesiumsalze bei hohen Temperaturen und Drucken zu suchen, während die Natrium- und Calciumsalze keine Hydrolyse (Abspaltung von Säure) erleiden.

Die Versuche haben einwandfrei ergeben, daß Magnesiumsalze für den Dampfkessel gefährlich sind. Die Gefahr wächst mit der allmählichen Anreicherung des Speisewassers an Magnesiumsalzen.

---

<sup>1)</sup> Die Erklärung hierfür ist S. 14 gegeben.

Tabelle 2.

Konzentrationen der Magnesiumchlorid-, Natriumchlorid-, Magnesiumsulfat- und Natriumsulfatlösungen.

Nr. der Lösung	Magnesiumchlorid			Nr. der Lösung	Natriumchlorid NaCl g im Liter	Nr. der Lösung	Magnesiumsulfat			Nr. der Lösung	Natriumsulfat	
	MgCl <sub>2</sub> +6 H <sub>2</sub> O g im Liter	MgCl <sub>2</sub> g im Liter	deutsche Härtegrade				MgSO <sub>4</sub> +7 H <sub>2</sub> O g im Liter	MgSO <sub>4</sub> g im Liter	deutsche Härtegrade		Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> +10 H <sub>2</sub> O g im Liter	Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> g im Liter
1	0,1451	<b>0,068</b>	4,0°	12	<b>0,068</b>	23	0,1761	<b>0,0859</b>	4,0°	34	0,1869	<b>0,0824</b>
2	0,2133	<b>0,100</b>	5,9°	13	<b>0,100</b>	24	0,2589	<b>0,1263</b>	5,9°	35	0,2751	<b>0,1213</b>
3	0,6400	<b>0,300</b>	17,7°	14	<b>0,300</b>	25	0,7790	<b>0,3801</b>	17,8°	36	0,8260	<b>0,3643</b>
4	1,0666	<b>0,500</b>	29,5°	15	<b>0,500</b>	26	1,2915	<b>0,6302</b>	29,6°	37	1,3790	<b>0,6081</b>
5	1,4933	<b>0,700</b>	41,3°	16	<b>0,700</b>	27	1,8142	<b>0,8853</b>	41,5°	38	1,9250	<b>0,8489</b>
6	1,9200	<b>0,900</b>	53,1°	17	<b>0,900</b>	28	2,3268	<b>1,1355</b>	53,3°	39	2,4780	<b>1,0928</b>
7	2,3466	<b>1,100</b>	64,9°	18	<b>1,100</b>	29	2,8495	<b>1,3915</b>	65,3°	40	3,0240	<b>1,3336</b>
8	2,7837	<b>1,300</b>	76,7°	19	<b>1,300</b>	30	3,3661	<b>1,6426</b>	77,0°	41	3,5770	<b>1,5775</b>
9	3,2000	<b>1,500</b>	88,5°	20	<b>1,500</b>	31	3,8847	<b>1,8957</b>	88,9°	42	4,1300	<b>1,8213</b>
10	3,6326	<b>1,700</b>	100,3°	21	<b>1,700</b>	32	4,4014	<b>2,1480</b>	100,7°	43	4,6760	<b>2,0621</b>
11	4,0600	<b>1,900</b>	112,1°	22	<b>1,900</b>	33	4,9200	<b>2,4010</b>	112,6°	44	5,2290	<b>2,3060</b>

Tabelle 3. Konzentrationen der Calciumchloridlösungen.

Nr. der Lösung	I. Für Versuche bei gewöhnlicher Temperatur			Nr. der Lösung	II. Für Versuche im Dampfkessel		
	CaCl <sub>2</sub> +6 H <sub>2</sub> O g im Liter	CaCl <sub>2</sub> g im Liter	deutsche Härtegrade		CaCl <sub>2</sub> +6 H <sub>2</sub> O g im Liter	CaCl <sub>2</sub> g im Liter	deutsche Härtegrade
45	0,689	0,350	17,7°	45a	1,340	0,675	34,1°
46	2,068	1,050	53,0°	46a	2,822	1,455	73,5°
47	3,443	1,748	88,3°	47a	3,529	1,769	89,4°

Tabelle 4. Kaliendlauge: Analyse.

Äußere Beschaffenheit: klar, farblos.  
 Reaktion gegen Lackmus: schwach alkalisch.  
 Dichte bei 20°, bezogen auf Wasser von 4° = 1,3156.

Magnesiumoxyd . . . . .	MgO	13,27%	entsprechend	174,6 g im Liter
Kaliumoxyd . . . . .	K <sub>2</sub> O	0,29%	„	3,8 g „ „
Natriumoxyd . . . . .	Na <sub>2</sub> O	0,49%	„	6,5 g „ „
Chlor . . . . .	Cl	22,06%	„	290,2 g „ „
Schwefelsäure . . . . .	SO <sub>3</sub>	2,14%	„	28,2 g „ „

Aus diesen Zahlen läßt sich der Salzgehalt der Lauge etwa wie folgt berechnen:

Magnesiumchlorid . . . . .	MgCl <sub>2</sub>	29,63%	entsprechend	389,8 g im Liter
Magnesiumsulfat . . . . .	MgSO <sub>4</sub>	2,18%	„	28,7 g „ „
Kaliumsulfat . . . . .	K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	0,54%	„	7,1 g „ „
Natriumsulfat . . . . .	Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	0,78%	„	10,3 g „ „
Basenüberschuß berechnet als	Na <sub>2</sub> O	0,15%	„	2,0 g „ „

Tabelle 5. Kaliendlauge: Verdünnungsgrade.

Nr. der Lösung	Kaliendlauge (Tabelle 4) ccm im Liter	Entsprechend g MgCl <sub>2</sub> g MgSO <sub>4</sub> im Liter	Entsprechend g MgO im Liter	Deutsche Härtegrade
48	0,1744	0,0680 MgCl <sub>2</sub> 0,0050 MgSO <sub>4</sub>	0,0304	4,3°
49	0,2564	0,0999 MgCl <sub>2</sub> 0,0073 MgSO <sub>4</sub>	0,0448	6,3°
50	0,7692	0,2998 MgCl <sub>2</sub> 0,0220 MgSO <sub>4</sub>	0,1343	18,8°
51	1,2820	0,4997 MgCl <sub>2</sub> 0,0368 MgSO <sub>4</sub>	0,2238	31,3°
52	1,7948	0,6996 MgCl <sub>2</sub> 0,0515 MgSO <sub>4</sub>	0,3134	43,9°
53	2,3076	0,8995 MgCl <sub>2</sub> 0,0655 MgSO <sub>4</sub>	0,4029	56,4°
54	2,8204	1,0994 MgCl <sub>2</sub> 0,0809 MgSO <sub>4</sub>	0,4924	68,9°
55	3,3332	1,2993 MgCl <sub>2</sub> 0,0957 MgSO <sub>4</sub>	0,5820	81,5°
56	3,8460	1,4992 MgCl <sub>2</sub> 0,1104 MgSO <sub>4</sub>	0,6705	93,9°
57	4,3588	1,6991 MgCl <sub>2</sub> 0,1251 MgSO <sub>4</sub>	0,7610	106,5°
58	4,8716	1,8990 MgCl <sub>2</sub> 0,1398 MgSO <sub>4</sub>	0,8505	119,1°

Tabelle 6. Salzgemische.

Nr. der Lösung	Lösungen (Tabelle 2)	g im Liter (Tabelle 2)	Deutsche Härtegrade
59	NaCl -Lösung Nr. 13 } Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> - „ Nr. 35 } =	{ 0,100 g NaCl { 0,1213 g Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	—
60	NaCl -Lösung Nr. 13 } Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> - „ Nr. 42 } =	{ 0,100 g NaCl { 1,8213 g Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	—
61	NaCl -Lösung Nr. 20 } Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> - „ Nr. 35 } =	{ 1,500 g NaCl { 0,1213 g Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	—
62	NaCl -Lösung Nr. 20 } Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> - „ Nr. 42 } =	{ 1,500 g NaCl { 1,8213 g Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	—
63	NaCl -Lösung Nr. 13 } MgCl <sub>2</sub> - „ Nr. 2 } =	{ 0,100 g NaCl { 0,100 g MgCl <sub>2</sub>	5,9°
64	NaCl -Lösung Nr. 13 } MgCl <sub>2</sub> - „ Nr. 9 } =	{ 0,100 g NaCl { 1,500 g MgCl <sub>2</sub>	88,5°
65	NaCl -Lösung Nr. 20 } MgCl <sub>2</sub> - „ Nr. 2 } =	{ 1,500 g NaCl { 0,100 g MgCl <sub>2</sub>	5,9°
66	NaCl -Lösung Nr. 20 } MgCl <sub>2</sub> - „ Nr. 9 } =	{ 1,500 g NaCl { 1,500 g MgCl <sub>2</sub>	88,5°

Tabelle 6 (Fortsetzung). Salzgemische.

Nr. der Lösung	Lösungen (Tabelle 2)	g im Liter (Tabelle 2)	Deutsche Härtegrade
67	NaCl -Lösung Nr. 13 } =	{ 0,100 g NaCl 0,1263 g MgSO <sub>4</sub>	5,9°
	MgSO <sub>4</sub> - „ Nr. 24 }		
68	NaCl -Lösung Nr. 13 } =	{ 0,100 g NaCl 1,8957 g MgSO <sub>4</sub>	88,9°
	MgSO <sub>4</sub> - „ Nr. 31 }		
69	NaCl -Lösung Nr. 20 } =	{ 1,500 g NaCl 0,1263 g MgSO <sub>4</sub>	5,9°
	MgSO <sub>4</sub> - „ Nr. 24 }		
70	NaCl -Lösung Nr. 20 } =	{ 1,500 g NaCl 1,8957 g MgSO <sub>4</sub>	88,9°
	MgSO <sub>4</sub> - „ Nr. 31 }		
71	Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> -Lösung Nr. 35 } =	{ 0,1213 g Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> 0,100 g MgCl <sub>2</sub>	5,9°
	MgCl <sub>2</sub> - „ Nr. 2 }		
72	Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> -Lösung Nr. 35 } =	{ 0,1213 g Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> 1,500 g MgCl <sub>2</sub>	88,5°
	MgCl <sub>2</sub> - „ Nr. 9 }		
73	Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> -Lösung Nr. 42 } =	{ 1,8213 g Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> 0,100 g MgCl <sub>2</sub>	5,9°
	MgCl <sub>2</sub> - „ Nr. 2 }		
74	Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> -Lösung Nr. 42 } =	{ 1,8213 g Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> 1,500 g MgCl <sub>2</sub>	88,5°
	MgCl <sub>2</sub> - „ Nr. 9 }		
75	Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> -Lösung Nr. 35 } =	{ 0,1213 g Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> 0,1263 g MgSO <sub>4</sub>	5,9°
	MgSO <sub>4</sub> - „ Nr. 24 }		
76	Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> -Lösung Nr. 35 } =	{ 0,1213 g Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> 1,8957 g MgSO <sub>4</sub>	88,9°
	MgSO <sub>4</sub> - „ Nr. 31 }		
77	Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> -Lösung Nr. 42 } =	{ 1,8213 g Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> 0,1263 g MgSO <sub>4</sub>	5,9°
	MgSO <sub>4</sub> - „ Nr. 24 }		
78	Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> -Lösung Nr. 42 } =	{ 1,8213 g Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> 1,8957 g MgSO <sub>4</sub>	88,9°
	MgSO <sub>4</sub> - „ Nr. 31 }		
79	MgCl <sub>2</sub> -Lösung Nr. 2 } =	{ 0,100 g MgCl <sub>2</sub> 0,1263 g MgSO <sub>4</sub>	11,8°
	MgSO <sub>4</sub> - „ Nr. 24 }		
80	MgCl <sub>2</sub> -Lösung Nr. 2 } =	{ 0,100 g MgCl <sub>2</sub> 1,8957 g MgSO <sub>4</sub>	94,8°
	MgSO <sub>4</sub> - „ Nr. 31 }		
81	MgCl <sub>2</sub> -Lösung Nr. 9 } =	{ 1,500 g MgCl <sub>2</sub> 0,1263 g MgSO <sub>4</sub>	94,4°
	MgSO <sub>4</sub> - „ Nr. 24 }		
82	MgCl <sub>2</sub> -Lösung Nr. 9 } =	{ 1,500 g MgCl <sub>2</sub> 1,8957 g MgSO <sub>4</sub>	177,4°
	MgSO <sub>4</sub> - „ Nr. 31 }		

Tabelle 7. Saalewasser (erste Entnahme).

Saalewasser (erste Entnahme)	Nr. 83	Nr. 84	Nr. 85
	ungereinigt mg im Liter	mit Kalk-Soda gereinigt mg im Liter	mit Natronlauge- Soda gereinigt mg im Liter
Abdampfrückstand . . . . .	967	—	—
Glührückstand . . . . .	707	—	—
Chlor (Cl) . . . . .	142	nicht bestimmt	nicht bestimmt
Schwefelsäure (SO <sub>3</sub> ) . . . . .	200,6	—	—
Kalk (CaO) . . . . .	180,9	—	—
Magnesia (MgO) . . . . .	67,0	—	—
Gesamthärte . . . . .	27,9°	7,9°	0,8°
Temp. Härte . . . . .	10,4°	—	—

Saalewasser (zweite Entnahme).

Saalewasser (zweite Entnahme)	Nr. 83 a ungereinigt mg im Liter	Nr. 84 a mit Kalk-Soda gereinigt mg im Liter	Nr. 85 a mit Natronlauge- Soda gereinigt mg im Liter
Abdampfrückstand . . . . .	952	1463	1111
Glührückstand . . . . .	762	1385	1079
Chlor (Cl) . . . . .	220	270	237
Schwefelsäure (SO <sub>3</sub> ) . . . . .	229	324	241
Kalk (CaO) . . . . .	158,5	2,8	Spuren
Magnesia (MgO) . . . . .	78,9	5,1	„
Ammoniak (NH <sub>3</sub> ) . . . . .	0,1	Spuren	„
Eisen (Fe) . . . . .	—	—	0,5
Gesamthärte . . . . .	26,9°	1,0°	0°
Temp. Härte . . . . .	7,0°	—	—
Alkalinität:		ccm $\frac{n}{10}$ HCl in 100 ccm Wasser	
Phenolphthalein . . . . .	—	5,0	1,2
Methylorange . . . . .	—	2,4	2,2

Tabelle 8. Luppewasser.

Luppewasser	Nr. 86 ungereinigt mg im Liter	Nr. 87 mit Kalk-Soda gereinigt mg im Liter	Nr. 88 mit Natronlauge- Soda gereinigt mg im Liter
Abdampfrückstand . . . . .	435	nicht bestimmt	nicht bestimmt
Chlor (Cl) . . . . .	53,3	„ „	„ „
Schwefelsäure (SO <sub>3</sub> ) . . . . .	92,0	„ „	„ „
Freie Kohlensäure (CO <sub>2</sub> ) . . . . .	4,4	„ „	„ „
Kalk (CaO) . . . . .	81,3	46,3	5,6
Magnesia (MgO) . . . . .	31,5	6,2	2,9
Gesamthärte . . . . .	12,5°	5,5°	1,0°
Temp. Härte . . . . .	7,0°	—	—

Tabelle 9. Angriffsversuche mit Magnesiumchloridlösungen. (Siehe Tabelle 2 und Abb. 3.)

Temperatur: Zimmerwärme<sup>1)</sup>. Flüssigkeit in Ruhe. Versuchsdauer: 30 Tage.

Nr. der Lösung	MgCl <sub>2</sub> g im Liter	Eisen Gewichtsabnahme		Messing Gewichtsabnahme		Rotguß Gewichtsabnahme	
		Einzelwerte g	Mittel g	Einzelwerte g	Mittel g	Einzelwerte g	Mittel g
0	destilliertes Wasser	0,1501	<b>0,1492</b>	0,0019	<b>0,0018</b>	0,0079	<b>0,0077</b>
		0,1482		0,0016		0,0074	
1	0,068	0,1674	<b>0,1666</b>	0,0033	<b>0,0033</b>	0,0122	<b>0,0109</b>
		0,1657		0,0032		0,0095	
2	0,100	0,1631	<b>0,1640</b>	0,0033	<b>0,0031</b>	0,0095	<b>0,0094</b>
		0,1649		0,0028		0,0092	
3	0,300	0,1542	<b>0,1521</b>	0,0050	<b>0,0057</b>	0,0188	<b>0,0149</b>
		0,1500		0,0063		0,0109	

<sup>1)</sup> Die durchschnittliche Zimmertemperatur betrug etwa 15° (Januar, Februar 1922).

Tabelle 9 (Fortsetzung). Angriffsversuche mit Magnesiumchloridlösungen.

Nr. der Lösung	MgCl <sub>2</sub> g im Liter	Eisen Gewichtsabnahme		Messing Gewichtsabnahme		Rotguß Gewichtsabnahme	
		Einzelwerte g	Mittel g	Einzelwerte g	Mittel g	Einzelwerte g	Mittel g
4	0,500	0,1425	<b>0,1460</b>	0,0066	<b>0,0063</b>	0,0105	<b>0,0104</b>
		0,1494		0,0059		0,0103	
5	0,700	0,1505	<b>0,1510</b>	0,0076	<b>0,0071</b>	0,0134	<b>0,0114</b>
		0,1514		0,0066		0,0093	
6	0,900	0,1400	<b>0,1389</b>	0,0078	<b>0,0086</b>	0,0144	<b>0,0135</b>
		0,1378		0,0093		0,0126	
7	1,100	0,1400	<b>0,1381</b>	0,0097	<b>0,0090</b>	0,0089	<b>0,0106</b>
		0,1361		0,0082		0,0122	
8	1,300	0,1450	<b>0,1429</b>	0,0049	<b>0,0066</b>	0,0099	<b>0,0082</b>
		0,1408		0,0082		0,0064	
9	1,500	0,1382	<b>0,1373</b>	0,0088	<b>0,0087</b>	0,0053	<b>0,0060</b>
		0,1364		0,0086		0,0066	
10	1,700	0,1329	<b>0,1316</b>	0,0070	<b>0,0071</b>	0,0095	<b>0,0123</b>
		0,1302		0,0072		0,0150	
11	1,900	0,1448	<b>0,1405</b>	0,0091	<b>0,0092</b>	0,0047	<b>0,0037</b>
		0,1362		0,0092		0,0026	

Tabelle 10. Angriffsversuche mit Natriumchloridlösungen. (Siehe Tabelle 2 und Abb. 4.)

Temperatur: Zimmerwärme <sup>1)</sup> .		Flüssigkeit in Ruhe.				Versuchsdauer: 30 Tage.	
	NaCl						
0	0	0,1672	<b>0,1669</b>	0,0028	<b>0,0027</b>	0,0032	<b>0,0029</b>
		0,1665		0,0025		0,0025	
12	0,068	0,1711	<b>0,1684</b>	0,0048	<b>0,0048</b>	0,0143	<b>0,0158</b>
		0,1657		0,0048		0,0172	
13	0,100	0,2102	<b>0,2034</b>	0,0041	<b>0,0039</b>	0,0066	<b>0,0069</b>
		0,1965		0,0036		0,0071	
14	0,300	0,1821	<b>0,1781</b>	0,0035	<b>0,0033</b>	0,0134	<b>0,0134</b>
		0,1740		0,0030		0,0134	
15	0,500	0,1996	<b>0,1953</b>	0,0029	<b>0,0031</b>	0,0098	<b>0,0109</b>
		0,1910		0,0033		0,0120	
16	0,700	0,1757	<b>0,1800</b>	0,0049	<b>0,0049</b>	0,0091	<b>0,0093</b>
		0,1843		0,0048		0,0095	
17	0,900	0,1738	<b>0,1708</b>	0,0038	<b>0,0039</b>	0,0135	<b>0,0104</b>
		0,1678		0,0040		0,0073	
18	1,100	0,1808	<b>0,1704</b>	0,0073	<b>0,0080</b>	0,0062	<b>0,0046</b>
		0,1600		0,0087		0,0029	
19	1,300	0,1889	<b>0,1888</b>	0,0064	<b>0,0073</b>	0,0075	<b>0,0075</b>
		0,1887		0,0082		0,0075	
20	1,500	0,1968	<b>0,1886</b>	0,0079	<b>0,0078</b>	0,0068	<b>0,0046</b>
		0,1803		0,0076		0,0023	

<sup>1)</sup> Die durchschnittliche Zimmertemperatur betrug etwa 17° (April, Mai 1922).

Tabelle 10 (Fortsetzung). Angriffsversuche mit Natriumchloridlösungen.

Nr. der Lösung	NaCl g im Liter	Eisen Gewichtsabnahme		Messing Gewichtsabnahme		Rotguß Gewichtsabnahme	
		Einzelwerte g	Mittel g	Einzelwerte g	Mittel g	Einzelwerte g	Mittel g
21	1,700	0,1797	<b>0,1831</b>	0,0095	<b>0,0090</b>	0,0058	<b>0,0063</b>
		0,1864		0,0085		0,0067	
22	1,900	0,1968	<b>0,1927</b>	0,0077	<b>0,0083</b>	0,0036	<b>0,0035</b>
		0,1886		0,0089		0,0033	

Tabelle 11. Angriffsversuche mit Magnesiumsulfatlösungen. (Siehe Tabelle 2 und Abb. 5.)

Temperatur: Zimmerwärme<sup>1)</sup>. Flüssigkeit in Ruhe. Versuchsdauer: 30 Tage.

	MgSO <sub>4</sub>						
0	0	0,1774	<b>0,1728</b>	0,0023	<b>0,0021</b>	0,0036	<b>0,0033</b>
		0,1681		0,0018		0,0030	
23	0,0859	0,1653	<b>0,1688</b>	0,0023	<b>0,0024</b>	0,0029	<b>0,0026</b>
		0,1722		0,0025		0,0022	
24	0,1263	0,1529	<b>0,1592</b>	0,0026	<b>0,0028</b>	0,0032	<b>0,0031</b>
		0,1655		0,0029		0,0030	
25	0,3801	0,1515	<b>0,1450</b>	0,0046	<b>0,0045</b>	0,0025	<b>0,0026</b>
		0,1385		0,0043		0,0027	
26	0,6302	0,1434	<b>0,1425</b>	0,0046	<b>0,0047</b>	0,0031	<b>0,0026</b>
		0,1415		0,0048		0,0020	
27	0,8853	0,1325	<b>0,1363</b>	0,0052	<b>0,0051</b>	0,0027	<b>0,0028</b>
		0,1400		0,0049		0,0029	
28	1,1355	0,1394	<b>0,1366</b>	0,0048	<b>0,0049</b>	0,0024	<b>0,0024</b>
		0,1337		0,0050		0,0023	
29	1,3915	0,1308	<b>0,1318</b>	0,0054	<b>0,0056</b>	0,0026	<b>0,0025</b>
		0,1327		0,0057		0,0024	
30	1,6426	0,1336	<b>0,1378</b>	0,0048	<b>0,0050</b>	0,0024	<b>0,0024</b>
		0,1420		0,0051		0,0023	
31	1,8957	0,1341	<b>0,1322</b>	0,0050	<b>0,0052</b>	0,0022	<b>0,0021</b>
		0,1302		0,0054		0,0019	
32	2,1480	0,1301	<b>0,1324</b>	0,0061	<b>0,0062</b>	0,0024	<b>0,0025</b>
		0,1346		0,0062		0,0025	
33	2,4010	0,1421	<b>0,1363</b>	0,0052	<b>0,0055</b>	0,0025	<b>0,0024</b>
		0,1305		0,0058		0,0023	

Tabelle 12. Angriffsversuche mit Natriumsulfatlösungen. (Siehe Tabelle 2 und Abb. 6.)

Temperatur: Zimmerwärme<sup>2)</sup>. Flüssigkeit in Ruhe. Versuchsdauer: 30 Tage.

	Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>						
0	0	0,1503	<b>0,1545</b>	0,0029	<b>0,0029</b>	0,0032	<b>0,0029</b>
		0,1586		0,0029		0,0025	
34	0,0824	0,1609	<b>0,1587</b>	0,0032	<b>0,0029</b>	0,0034	<b>0,0032</b>
		0,1565		0,0026		0,0029	
35	0,1213	0,1654	<b>0,1715</b>	0,0031	<b>0,0035</b>	0,0031	<b>0,0028</b>
		0,1775		0,0038		0,0025	

<sup>1)</sup> Die durchschnittliche Zimmertemperatur betrug etwa 17,5° (August/September 1922).

<sup>2)</sup> Die durchschnittliche Zimmertemperatur betrug etwa 16° (Mai/Juni 1923).

Tabelle 12 (Fortsetzung). Angriffsversuche mit Natriumsulfatlösungen.

Nr. der Lösung	Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> g im Liter	Eisen Gewichtsabnahme		Messing Gewichtsabnahme		Rotgüß Gewichtsabnahme	
		Einzelwerte g	Mittel g	Einzelwerte g	Mittel g	Einzelwerte g	Mittel g
36	0,3643	0,1583	<b>0,1623</b>	0,0042	<b>0,0042</b>	0,0029	<b>0,0027</b>
		0,1663		0,0042		0,0024	
37	0,6081	0,1661	<b>0,1660</b>	0,0024	<b>0,0032</b>	0,0028	<b>0,0025</b>
		0,1658		0,0040		0,0021	
38	0,8489	0,1813	<b>0,1751</b>	0,0040	<b>0,0043</b>	0,0026	<b>0,0027</b>
		0,1689		0,0045		0,0028	
39	1,0928	0,1728	<b>0,1654</b>	0,0046	<b>0,0042</b>	0,0026	<b>0,0025</b>
		0,1579		0,0037		0,0023	
40	1,3336	0,1647	<b>0,1657</b>	0,0048	<b>0,0046</b>	0,0027	<b>0,0027</b>
		0,1667		0,0043		0,0027	
41	1,5775	0,1508	<b>0,1589</b>	0,0048	<b>0,0048</b>	0,0021	<b>0,0022</b>
		0,1670		0,0047		0,0022	
42	1,8213	0,1596	<b>0,1632</b>	0,0038	<b>0,0044</b>	0,0025	<b>0,0023</b>
		0,1667		0,0049		0,0020	
43	2,0621	0,1795	<b>0,1794</b>	0,0056	<b>0,0055</b>	0,0025	<b>0,0023</b>
		0,1793		0,0053		0,0020	
44	2,3060	0,1726	<b>0,1735</b>	0,0051	<b>0,0052</b>	0,0021	<b>0,0023</b>
		0,1744		0,0052		0,0025	

Tabelle 13. Angriffsversuche mit Calciumchloridlösungen. (Siehe Tabelle 3 und Abb. 7.)

Temperatur: Zimmerwärme <sup>1)</sup> .		Flüssigkeit in Ruhe.				Versuchsdauer: 30 Tage.	
0	CaCl <sub>2</sub> 0	0,1715	<b>0,1749</b>	0,0028	<b>0,0024</b>	0,0034	<b>0,0037</b>
		0,1783		0,0020		0,0040	
45	0,350	0,1646	<b>0,1704</b>	0,0038	<b>0,0038</b>	0,0024	<b>0,0018</b>
		0,1761		0,0038		0,0012	
46	1,050	0,1936	<b>0,1836</b>	0,0069	<b>0,0065</b>	0,0030	<b>0,0026</b>
		0,1735		0,0060		0,0022	
47	1,748	0,1972	<b>0,1887</b>	0,0067	<b>0,0071</b>	0,0034	<b>0,0023</b>
		0,1802		0,0074		0,0012	

Tabelle 14. Angriffsversuche mit Kaliendlaugen. (Siehe Tabelle 5 und Abb. 8.)

Temperatur: Zimmerwärme <sup>2)</sup> .		Flüssigkeit in Ruhe.				Versuchsdauer: 30 Tage.	
0	Kaliendlauge cm im Liter 0	0,1790	<b>0,1778</b>	0,0018	<b>0,0027</b>	0,0035	<b>0,0022</b>
		0,1766		0,0035		0,0009	
48	0,1744	0,1665	<b>0,1646</b>	0,0022	<b>0,0023</b>	0,0007	<b>0,0005</b>
		0,1626		0,0023		0,0002	
49	0,2564	0,1782	<b>0,1719</b>	0,0025	<b>0,0026</b>	0,0012	<b>0,0010</b>
		0,1656		0,0026		0,0008	
50	0,7692	0,1545	<b>0,1564</b>	0,0032	<b>0,0030</b>	0,0000	<b>+ 0,0003</b>
		0,1582		0,0028		+ 0,0006	

1) Die durchschnittliche Zimmertemperatur betrug etwa 17,5° (November/Dezember 1924).

2) Die durchschnittliche Zimmertemperatur betrug etwa 18° (Juli/August 1923).

Tabelle 14 (Fortsetzung). Angriffsversuche mit Kaliendlaugen.

Nr. der Lösung	Kaliendlauge ccm im Liter	Eisen Gewichtsabnahme		Messing Gewichtsabnahme		Rotguß Gewichtsabnahme	
		Einzelwerte g	Mittel g	Einzelwerte g	Mittel g	Einzelwerte g	Mittel g
51	1,2820	0,1425	<b>0,1436</b>	0,0032	<b>0,0031</b>	+ 0,0001	<b>+ 0,0007</b>
		0,1446		0,0030		+ 0,0012	
52	1,7948	0,1369	<b>0,1434</b>	0,0036	<b>0,0037</b>	+ 0,0009	<b>+ 0,0004</b>
		0,1498		0,0038		0,0002	
53	2,3076	0,1461	<b>0,1498</b>	0,0042	<b>0,0041</b>	+ 0,0007	<b>+ 0,0014</b>
		0,1534		0,0039		+ 0,0021	
54	2,8204	0,1445	<b>0,1498</b>	0,0049	<b>0,0048</b>	+ 0,0003	<b>+ 0,0012</b>
		0,1551		0,0047		+ 0,0020	
55	3,3332	0,1488	<b>0,1494</b>	0,0045	<b>0,0046</b>	+ 0,0007	<b>+ 0,0007</b>
		0,1500		0,0047		+ 0,0006	
56	3,8460	0,1452	<b>0,1443</b>	0,0059	<b>0,0056</b>	+ 0,0004	<b>0,0005</b>
		0,1434		0,0053		0,0014	
57	4,3588	0,1597	<b>0,1505</b>	0,0069	<b>0,0068</b>	0,0021	<b>0,0033</b>
		0,1412		0,0066		0,0044	
58	4,8716	0,1574	<b>0,1483</b>	0,0077	<b>0,0080</b>	0,0019	<b>0,0009</b>
		0,1392		0,0083		+ 0,0002	

Tabelle 15. Angriffsversuche mit Salzgemischen. (Siehe Tabelle 6 und Abb. 9 bis 14.)

Temperatur: Zimmerwärme <sup>1)</sup> .		Flüssigkeit in Ruhe.				Versuchsdauer: 30 Tage.	
	Salze g im Liter						
0	0	0,1688	<b>0,1591</b>	—	—	—	—
		0,1494		—	—		
59	0,100 NaCl 0,1213 Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	0,1639	<b>0,1598</b>	0,0016	<b>0,0027</b>	0,0019	<b>0,0018</b>
		0,1556		0,0037		0,0016	
60	0,100 NaCl 1,8213 Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	0,1563	<b>0,1580</b>	0,0025	<b>0,0036</b>	0,0022	<b>0,0020</b>
		0,1597		0,0046		0,0018	
61	1,500 NaCl 0,1213 Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	0,1743	<b>0,1760</b>	0,0031	<b>0,0032</b>	0,0014	<b>0,0014</b>
		0,1776		0,0032		0,0014	
62	1,500 NaCl 1,8213 Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	0,1663	<b>0,1655</b>	0,0062	<b>0,0061</b>	0,0014	<b>0,0015</b>
		0,1646		0,0059		0,0016	
63	0,100 NaCl 0,100 MgCl <sub>2</sub>	0,1745	<b>0,1748</b>	0,0041	<b>0,0042</b>	0,0016	<b>0,0017</b>
		0,1750		0,0043		0,0017	
64	0,100 NaCl 1,500 MgCl <sub>2</sub>	0,1367	<b>0,1407</b>	0,0070	<b>0,0070</b>	0,0045	<b>0,0038</b>
		0,1447		0,0069		0,0030	
65	1,500 NaCl 0,100 MgCl <sub>2</sub>	0,1732	<b>0,1727</b>	0,0051	<b>0,0051</b>	0,0023	<b>0,0026</b>
		0,1722		0,0051		0,0029	
66	1,500 NaCl 1,500 MgCl <sub>2</sub>	0,1684	<b>0,1590</b>	0,0083	<b>0,0086</b>	0,0034	<b>0,0050</b>
		0,1496		0,0088		0,0066	
67	0,100 NaCl 0,1263 MgSO <sub>4</sub>	0,1628	<b>0,1584</b>	0,0040	<b>0,0040</b>	0,0015	<b>0,0015</b>
		0,1540		0,0039		0,0015	
68	0,100 NaCl 1,8957 MgSO <sub>4</sub>	0,1325	<b>0,1321</b>	0,0030	<b>0,0041</b>	0,0015	<b>0,0017</b>
		0,1317		0,0051		0,0018	

<sup>1)</sup> Die durchschnittliche Zimmertemperatur betrug etwa 16° (Januar/Februar 1924).

Tabelle 15 (Fortsetzung). Angriffsversuche mit Salzmischungen.

Nr. der Lösung	Salze g im Liter	Eisen Gewichtsabnahme		Messing Gewichtsabnahme		Rotguss Gewichtsabnahme	
		Einzelwerte g	Mittel g	Einzelwerte g	Mittel g	Einzelwerte g	Mittel g
69	1,500 NaCl	0,1588	<b>0,1593</b>	0,0058	<b>0,0057</b>	0,0011	<b>0,0010</b>
	0,1263 MgSO <sub>4</sub>	0,1597		0,0056		0,0009	
70	1,500 NaCl	0,1207	<b>0,1210</b>	0,0074	<b>0,0072</b>	0,0011	<b>0,0006</b>
	1,8957 MgSO <sub>4</sub>	0,1213		0,0070		0,0001	
71	0,1213 Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	0,1659	<b>0,1645</b>	0,0042	<b>0,0033</b>	0,0017	<b>0,0017</b>
	0,100 MgCl <sub>2</sub>	1,1631		0,0024		0,0016	
72	0,1213 Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	0,1710	<b>0,1693</b>	0,0090	<b>0,0086</b>	0,0009	<b>0,0008</b>
	1,500 MgCl <sub>2</sub>	0,1675		0,0081		0,0006	
73	1,8213 Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	0,1773	<b>0,1742</b>	0,0066	<b>0,0063</b>	0,0032	<b>0,0026</b>
	0,100 MgCl <sub>2</sub>	0,1710		0,0059		0,0020	
74	1,8213 Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	0,1725	<b>0,1717</b>	0,0077	<b>0,0079</b>	0,0008	<b>0,0007</b>
	1,500 MgCl <sub>2</sub>	0,1709		0,0081		0,0005	
75	0,1213 Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	0,1692	<b>0,1691</b>	0,0038	<b>0,0039</b>	0,0040	<b>0,0038</b>
	0,1263 MgSO <sub>4</sub>	0,1690		0,0040		0,0036	
76	0,1213 Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	0,1525	<b>0,1504</b>	0,0055	<b>0,0055</b>	0,0040	<b>0,0040</b>
	1,8957 MgSO <sub>4</sub>	0,1482		0,0055		0,0040	
77	1,8213 Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	0,1705	<b>0,1641</b>	0,0060	<b>0,0063</b>	0,0046	<b>0,0047</b>
	0,1263 MgSO <sub>4</sub>	0,1576		0,0065		0,0049	
78	1,8213 Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	0,1482	<b>0,1490</b>	0,0081	<b>0,0078</b>	0,0044	<b>0,0044</b>
	1,8957 MgSO <sub>4</sub>	0,1498		0,0075		0,0043	
79	0,100 MgCl <sub>2</sub>	0,1576	<b>0,1526</b>	0,0026	<b>0,0028</b>	0,0030	<b>0,0033</b>
	0,1263 MgSO <sub>4</sub>	0,1476		0,0030		0,0036	
80	0,100 MgCl <sub>2</sub>	0,1261	<b>0,1236</b>	0,0047	<b>0,0049</b>	0,0022	<b>0,0018</b>
	1,8957 MgSO <sub>4</sub>	0,1210		0,0050		0,0014	
81	1,500 MgCl <sub>2</sub>	0,1052	<b>0,1221</b>	0,0085	<b>0,0082</b>	0,0012	<b>0,0012</b>
	0,1263 MgSO <sub>4</sub>	0,1389		0,0079		0,0012	
82	1,500 MgCl <sub>2</sub>	0,1243	<b>0,1244</b>	0,0075	<b>0,0074</b>	0,0036	<b>0,0036</b>
	1,8957 MgSO <sub>4</sub>	0,1244		0,0073		0,0036	

Tabelle 16. Angriffsversuche mit verschiedenen Wässern. (Siehe Tabelle 7 und 8 und Abb. 15.)

Temperatur: Zimmerwärme <sup>1)</sup> .		Flüssigkeit in Ruhe.				Versuchsdauer: 30 Tage.	
	Art des Wassers						
0	destilliertes Wasser	0,1790	<b>0,1775</b>	—	—	—	—
		0,1759					
83	Saalewasser (ungereinigt)	0,1126	<b>[0,1180]<sup>2)</sup></b>	0,0036	<b>0,0037</b>	0,0023	<b>0,0023</b>
		0,1233					
84	Saalewasser mit Kalk-Soda gereinigt	0,1919	<b>0,1893</b>	0,0049	<b>0,0047</b>	0,0027	<b>0,0027</b>
		0,1867					
85	Saalewasser mit Na- tronl.-Soda gereinigt	0,2057	<b>0,2040</b>	0,0030	<b>0,0031</b>	0,0032	<b>0,0034</b>
		0,2022					

<sup>1)</sup> Die durchschnittliche Zimmertemperatur betrug etwa 18° (Juli 1923).

<sup>2)</sup> Auf den Blechen hatten sich harte, kalkhaltige Ablagerungen gebildet, die sich nur schwer entfernen ließen. Der Wert ist daher in Klammern gesetzt.

Tabelle 16 (Fortsetzung). Angriffsversuche mit verschiedenen Wässern.

Nr. der Lösung	Art des Wassers	Eisen Gewichtsabnahme		Messing Gewichtsabnahme		Rotguß Gewichtsabnahme	
		Einzelwerte g	Mittel g	Einzelwerte g	Mittel g	Einzelwerte g	Mittel g
86	Luppewasser (ungereinigt)	0,1611	<b>0,1628</b>	0,0018	<b>0,0019</b>	0,0007	<b>0,0006</b>
		0,1644		0,0020		0,0004	
87	Luppewasser mit Kalk-Soda gereinigt	0,1679	<b>0,1658</b>	0,0029	<b>0,0029</b>	0,0018	<b>0,0017</b>
		0,1636		0,0028		0,0015	
88	Luppew. mit Natron-lauge-Soda gereinigt	0,2058	<b>0,2166</b>	0,0011	<b>0,0010</b>	0,0004	<b>0,0004</b>
		0,2273		0,0009		0,0004	

Tabelle 17. Angriffsversuche mit Magnesiumchloridlösungen. (Siehe Tabelle 2 und Abb. 18.)

Temperatur: Zimmerwärme<sup>1)</sup>. Flüssigkeit bewegt. Versuchsdauer: 30 Tage.

	MgCl <sub>2</sub> g im Liter	Einzelwerte	Mittel	Einzelwerte	Mittel	Einzelwerte	Mittel
0	0	0,2810	<b>0,2867</b>	0,0023	<b>0,0025</b>	0,0058	<b>0,0067</b>
		0,2923		0,0026		0,0075	
1	0,068	0,5090	<b>0,5012</b>	0,0033	<b>0,0035</b>	0,0128	<b>0,0122</b>
		0,4933		0,0036		0,0115	
2	0,100	0,4970	<b>0,4995</b>	0,0036	<b>0,0030</b>	0,0120	<b>0,0128</b>
		0,5020		0,0023		0,0135	
3	0,300	0,5291	<b>0,5309</b>	0,0055	<b>0,0053</b>	0,0118	<b>0,0126</b>
		0,5326		0,0050		0,0134	
4	0,500	0,5517	<b>0,6109</b>	0,0065	<b>0,0063</b>	0,0125	<b>0,0098</b>
		0,6700		0,0061		0,0070	
5	0,700	0,5116	<b>0,4749</b>	0,0083	<b>0,0081</b>	0,0037	<b>0,0062</b>
		0,4382		0,0079		0,0086	
6	0,900	0,4748	<b>0,4725</b>	0,0079	<b>0,0082</b>	0,0125	<b>0,0123</b>
		0,4701		0,0085		0,0120	
7	1,100	0,4385	<b>0,4365</b>	0,0082	<b>0,0082</b>	0,0104	<b>0,0090</b>
		0,4344		0,0081		0,0076	
8	1,300	0,4296	<b>0,4518</b>	0,0075	<b>0,0080</b>	0,0089	<b>0,0097</b>
		0,4738		0,0084		0,0105	
9	1,500	0,4581	<b>0,4892</b>	0,0094	<b>0,0092</b>	0,0086	<b>0,0077</b>
		0,5202		0,0090		0,0068	
10	1,700	0,3449	<b>0,3534</b>	0,0096	<b>0,0102</b>	0,0099	<b>0,0096</b>
		0,3619		0,0108		0,0092	
11	1,900	0,3972	<b>0,4125</b>	0,0081	<b>0,0084</b>	0,0099	<b>0,0091</b>
		0,4278		0,0086		0,0082	

Tabelle 18. Angriffsversuche mit Natriumchloridlösungen. (Siehe Tabelle 2 und Abb. 19.)

Temperatur: Zimmerwärme<sup>2)</sup>. Flüssigkeit bewegt. Versuchsdauer: 30 Tage.

	NaCl	Einzelwerte	Mittel	Einzelwerte	Mittel	Einzelwerte	Mittel
0	0	0,3817	<b>0,3808</b>	0,0073	<b>0,0070</b>	0,0147	<b>0,0159</b>
		0,3799		0,0067		0,0171	
12	0,068	0,5360	<b>0,6051</b>	0,0048	<b>0,0057</b>	0,0189	<b>0,0180</b>
		0,6742		0,0066		0,0170	

<sup>1)</sup> Wie bei Tabelle 9.

<sup>2)</sup> Wie Tabelle bei 10.

Tabelle 18 (Fortsetzung). Angriffsversuche mit Natriumchloridlösungen.

Nr. der Lösung	NaCl g im Liter	Eisen Gewichtsabnahme		Messing Gewichtsabnahme		Rotguß Gewichtsabnahme	
		Einzelwerte g	Mittel g	Einzelwerte g	Mittel g	Einzelwerte g	Mittel g
13	0,100	0,5978	<b>0,6225</b>	0,0062	<b>0,0058</b>	0,0138	<b>0,0138</b>
		0,6472		0,0053		0,0138	
14	0,300	0,5979	<b>0,6103</b>	0,0067	<b>0,0066</b>	0,0161	<b>0,0175</b>
		0,6226		0,0065		0,0188	
15	0,500	0,5758	<b>0,6308</b>	0,0074	<b>0,0073</b>	0,0213	<b>0,0219</b>
		0,6857		0,0072		0,0225	
16	0,700	0,6859	<b>0,6680</b>	0,0095	<b>0,0090</b>	0,0124	<b>0,0109</b>
		0,6500		0,0084		0,0094	
17	0,900	0,6284	<b>0,6345</b>	0,0099	<b>0,0103</b>	0,0147	<b>0,0116</b>
		0,6406		0,0106		0,0084	
18	1,100	0,7812	<b>0,7976</b>	0,0044	<b>0,0067</b>	0,0125	<b>0,0131</b>
		0,8140		0,0090		0,0137	
19	1,300	0,6780	<b>0,7178</b>	0,0147	<b>0,0132</b>	0,0237	<b>0,0244</b>
		0,7575		0,0117		0,0250	
20	1,500	0,8246	<b>0,8226</b>	0,0113	<b>0,0108</b>	0,0134	<b>0,0117</b>
		0,8205		0,0102		0,0099	
21	1,700	0,6623	<b>0,6384</b>	0,0110	<b>0,0105</b>	0,0133	<b>0,0113</b>
		0,6144		0,0100		0,0093	
22	1,900	0,6725	<b>0,6738</b>	0,0118	<b>0,0111</b>	0,0098	<b>0,0088</b>
		0,6750		0,0104		0,0078	

Tabelle 19. Angriffsversuche mit Magnesiumsulfatlösungen. (Siehe Tabelle 2 und Abb. 20.)

Temperatur: Zimmerwärme <sup>1)</sup>	MgSO <sub>4</sub>	Flüssigkeit bewegt.				Versuchsdauer: 30 Tage.	
		Einzelwerte	Mittel	Einzelwerte	Mittel	Einzelwerte	Mittel
0	0	0,3196	<b>0,3122</b>	0,0058	<b>0,0062</b>	0,0086	<b>0,0083</b>
		0,3049		0,0065		0,0080	
23	0,0859	0,8405	<b>0,7538</b>	0,0050	<b>0,0054</b>	0,0078	<b>0,0083</b>
		0,6670		0,0058		0,0087	
24	0,1263	0,5414	<b>0,5403</b>	0,0054	<b>0,0048</b>	0,0074	<b>0,0074</b>
		0,5392		0,0041		0,0073	
25	0,3801	0,5344	<b>0,5611</b>	0,0073	<b>0,0057</b>	0,0097	<b>0,0089</b>
		0,5878		0,0041		0,0080	
26	0,6302	0,4796	<b>0,4870</b>	0,0070	<b>0,0064</b>	0,0078	<b>0,0074</b>
		0,4944		0,0057		0,0070	
27	0,8853	0,4398	<b>0,4267</b>	0,0055	<b>0,0057</b>	0,0062	<b>0,0065</b>
		0,4135		0,0058		0,0068	
28	1,1355	0,4607	<b>0,4337</b>	0,0056	<b>0,0056</b>	0,0076	<b>0,0072</b>
		0,4066		0,0056		0,0068	
29	1,3915	0,4045	<b>0,3776</b>	0,0096	<b>0,0096</b>	0,0045	<b>0,0045</b>
		0,3507		0,0095		0,0044	
30	1,6426	0,4210	<b>0,3775</b>	0,0051	<b>0,0055</b>	0,0071	<b>0,0069</b>
		0,3340		0,0058		0,0066	
31	1,8957	0,3828	<b>0,3846</b>	0,0068	<b>0,0065</b>	0,0052	<b>0,0052</b>
		0,3864		0,0061		0,0052	

<sup>1)</sup> Wie bei Tabelle 11.

Tabelle 19 (Fortsetzung). Angriffsversuche mit Magnesiumsulfatlösungen.

Nr. der Lösung	MgSO <sub>4</sub> g im Liter	Eisen Gewichtsabnahme		Messing Gewichtsabnahme		Rotguß Gewichtsabnahme	
		Einzelwert: g	Mittel g	Einzelwerte g	Mittel g	Einzelwerte g	Mittel g
32	2,1480	0,4569	<b>0,4449</b>	0,0063	<b>0,0064</b>	0,0052	<b>0,0052</b>
		0,4328		0,0064		0,0052	
33	2,4010	0,3419	<b>0,3203</b>	0,0070	<b>0,0067</b>	0,0055	<b>0,0050</b>
		0,2987		0,0064		0,0045	

Tabelle 20. Angriffsversuche mit Natriumsulfatlösungen. (Siehe Tabelle 2 und Abb. 21.)

Flüssigkeit bewegt.      Versuchsdauer: 30 Tage.

Temperatur: Zimmerwärme<sup>1)</sup>.

	Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>						
0	0	0,2622	<b>0,2759</b>	0,0055	<b>0,0083</b>	0,0105	<b>0,0103</b>
		0,2895		0,0111		0,0101	
34	0,0824	0,3482	<b>0,3606</b>	0,0093	<b>0,0083</b>	0,0094	<b>0,0099</b>
		0,3729		0,0072		0,0103	
35	0,1213	0,7086	<b>0,7321</b>	0,0082	<b>0,0072</b>	0,0096	<b>0,0101</b>
		0,7556		0,0061		0,0105	
36	0,3643	0,5709	<b>0,6600</b>	0,0061	<b>0,0062</b>	0,0052	<b>0,0045</b>
		0,7490		0,0062		0,0038	
37	0,6081	0,4846	<b>0,4713</b>	0,0057	<b>0,0047</b>	0,0114	<b>0,0122</b>
		0,4580		0,0037		0,0129	
38	0,8489	0,6096	<b>0,5644</b>	0,0048	<b>0,0054</b>	0,0078	<b>0,0087</b>
		0,5191		0,0059		0,0095	
39	1,0928	0,5607	<b>0,5355</b>	0,0078	<b>0,0083</b>	0,0081	<b>0,0085</b>
		0,5102		0,0087		0,0089	
40	1,3336	0,5554	<b>0,8073</b>	0,0068	<b>0,0071</b>	0,0038	<b>0,0044</b>
		1,0591		0,0074		0,0049	
41	1,5775	0,6685	<b>0,6131</b>	0,0077	<b>0,0070</b>	0,0094	<b>0,0093</b>
		0,5576		0,0062		0,0092	
42	1,8213	0,6405	<b>0,5927</b>	0,0036	<b>0,0047</b>	0,0165	<b>0,0159</b>
		0,5449		0,0058		0,0152	
43	2,0621	0,6618	<b>0,6556</b>	0,0074	<b>0,0068</b>	0,0097	<b>0,0096</b>
		0,6494		0,0062		0,0095	
44	2,3060	0,5835	<b>0,6071</b>	0,0023	<b>0,0029</b>	0,0146	<b>0,0145</b>
		0,6306		0,0034		0,0143	

Tabelle 21. Angriffsversuche mit Calciumchloridlösungen. (Siehe Tabelle 3 und Abb. 22.)

Flüssigkeit bewegt.      Versuchsdauer: 30 Tage.

Temperatur: Zimmerwärme<sup>2)</sup>.

	CaCl <sub>2</sub>						
0	0	0,4139	<b>0,4336</b>	0,0024	<b>0,0027</b>	0,0092	<b>0,0096</b>
		0,4532		0,0030		0,0099	
45	0,350	0,7603	<b>0,8931</b>	0,0058	<b>0,0060</b>	0,0013	<b>0,0033</b>
		1,0259		0,0062		0,0053	
46	1,050	0,8346	<b>0,8499</b>	0,0090	<b>0,0069</b>	0,0059	<b>0,0094</b>
		0,8651		0,0048		0,0129	
47	1,748	0,9189	<b>0,9019</b>	0,0144	<b>0,0160</b>	0,0055	<b>0,0054</b>
		0,8848		0,0175		0,0052	

<sup>1)</sup> Wie bei Tabelle 12.

<sup>2)</sup> Wie bei Tabelle 13.

Tabelle 22. Angriffsversuche mit Kaliendlauge. (Siehe Tabelle 5 und Abb. 23.)

Temperatur: Zimmerwärme<sup>1)</sup>. Flüssigkeit bewegt. Versuchsdauer: 30 Tage.

Nr. der Lösung	Kaliendlauge ccm im Liter	Eisen Gewichtsabnahme		Messing Gewichtsabnahme		Rotguß Gewichtsabnahme	
		Einzelwerte g	Mittel g	Einzelwerte g	Mittel g	Einzelwerte g	Mittel g
0	0	0,3714	<b>0,3779</b>	0,0025	<b>0,0023</b>	0,0004	<b>0,0003</b>
		0,3844		0,0021		0,0002	
48	0,1744	0,5121	<b>0,5038</b>	0,0062	<b>0,0062</b>	0,0132	<b>0,0146</b>
		0,4955		0,0062		0,0159	
49	0,2564	0,5912	<b>0,5638</b>	0,0032	<b>0,0028</b>	0,0058	<b>0,0040</b>
		0,5364		0,0023		0,0021	
50	0,7692	0,5715	<b>0,5403</b>	0,0038	<b>0,0035</b>	0,0035	<b>0,0035</b>
		0,5090		0,0032		[+0,0004]	
51	1,2820	0,5072	<b>0,5289</b>	0,0061	<b>0,0058</b>	0,0026	<b>0,0019</b>
		0,5505		0,0054		0,0011	
52	1,7948	0,4296	<b>0,4292</b>	0,0059	<b>0,0058</b>	0,0010	<b>0,0030</b>
		0,4288		0,0056		0,0050	
53	2,3076	0,4643	<b>0,4705</b>	0,0106	<b>0,0109</b>	0,0075	<b>0,0093</b>
		0,4766		0,0112		0,0110	
54	2,8204	0,4007	<b>0,4258</b>	0,0097	<b>0,0101</b>	0,0088	<b>0,0070</b>
		0,4509		0,0105		0,0051	
55	3,3332	0,4183	<b>0,4293</b>	0,0058	<b>0,0058</b>	0,0047	<b>0,0044</b>
		0,4402		0,0057		0,0041	
56	3,8460	0,4353	<b>0,4324</b>	0,0137	<b>0,0139</b>	0,0034	<b>0,0046</b>
		0,4295		0,0141		0,0058	
57	4,3588	0,4419	<b>0,4164</b>	0,0139	<b>0,0142</b>	0,0077	<b>0,0078</b>
		0,3909		0,0144		0,0079	
58	4,8716	0,3844	<b>0,3764</b>	0,0159	<b>0,0158</b>	0,0037	<b>0,0062</b>
		0,3684		0,0157		0,0087	

Tabelle 23. Angriffsversuche mit Salzgemischen. (Siehe Tabelle 6 und Abb. 24 bis 29.)

Temperatur: Zimmerwärme<sup>2)</sup>. Flüssigkeit bewegt. Versuchsdauer: 30 Tage.

Nr.	Salze g im Liter	Eisen		Messing		Rotguß	
		Einzelwerte	Mittel	Einzelwerte	Mittel	Einzelwerte	Mittel
0	0	0,5890	<b>0,5674</b>	—	—	—	—
		0,5458		—		—	
59	0,100 NaCl 0,1213 Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	0,6639	<b>0,6715</b>	0,0062	<b>0,0064</b>	0,0037	<b>0,0035</b>
		0,6790		0,0066		0,0033	
60	0,100 NaCl 1,8213 Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	0,8413	<b>0,7890</b>	0,0060	<b>0,0060</b>	0,0043	<b>0,0042</b>
		0,7366		0,0059		0,0041	
61	1,500 NaCl 0,1213 Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	0,7968	<b>0,8426</b>	0,0065	<b>0,0059</b>	0,0069	<b>0,0067</b>
		0,8884		0,0052		0,0065	
62	1,500 NaCl 1,8213 Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	0,6091	<b>0,6923</b>	0,0106	<b>0,0103</b>	0,0075	<b>0,0072</b>
		0,7754		0,0099		0,0068	

<sup>1)</sup> Wie Tabelle 14.

<sup>2)</sup> Wie bei Tabelle 15.

Tabelle 23 (Fortsetzung). Angriffsversuche mit Salzgemischen.

Nr. der Lösung	Salze  g im Liter	Eisen Gewichtsabnahme		Messing Gewichtsabnahme		Rotgüß Gewichtsabnahme	
		Einzelwerte g	Mittel g	Einzelwerte g	Mittel g	Einzelwerte g	Mittel g
63	0,100 NaCl	0,6346	<b>0,6945</b>	0,0041	<b>0,0043</b>	0,0054	<b>0,0062</b>
	0,100 MgCl <sub>2</sub>	0,7544		0,0044		0,0070	
64	0,100 NaCl	0,4798	<b>0,5437</b>	0,0079	<b>0,0080</b>	0,0089	<b>0,0073</b>
	1,500 MgCl <sub>2</sub>	0,6076		0,0080		0,0056	
65	1,500 NaCl	0,7594	<b>0,7507</b>	0,0106	<b>0,0101</b>	0,0109	<b>0,0119</b>
	0,100 MgCl <sub>2</sub>	0,7420		0,0096		0,0128	
66	1,500 NaCl	0,4644	<b>0,4902</b>	0,0077	<b>0,0099</b>	0,0114	<b>0,0099</b>
	1,500 MgCl <sub>2</sub>	0,5160		0,0121		0,0084	
67	0,100 NaCl	0,6401	<b>0,6460</b>	0,0062	<b>0,0062</b>	0,0044	<b>0,0044</b>
	0,1263 MgSO <sub>4</sub>	0,6518		0,0061		0,0043	
68	0,100 NaCl	0,3488	<b>0,3860</b>	0,0041	<b>0,0041</b>	0,0038	<b>0,0037</b>
	1,8957 MgSO <sub>4</sub>	0,4232		0,0040		0,0036	
69	1,500 NaCl	0,3881	<b>0,4042</b>	0,0156	<b>0,0151</b>	0,0127	<b>0,0116</b>
	0,1263 MgSO <sub>4</sub>	0,4202		0,0145		0,0105	
70	1,500 NaCl	0,2386	<b>0,2310</b>	0,0080	<b>0,0080</b>	0,0028	<b>0,0033</b>
	1,8957 MgSO <sub>4</sub>	0,2234		0,0079		0,0037	
71	0,1213 Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	0,5595	<b>0,5826</b>	0,0050	<b>0,0050</b>	0,0032	<b>0,0033</b>
	0,100 MgCl <sub>2</sub>	0,6057		0,0049		0,0034	
72	0,1213 Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	0,5779	<b>0,5027</b>	0,0137	<b>0,0139</b>	0,0076	<b>0,0080</b>
	1,500 MgCl <sub>2</sub>	0,4374		0,0140		0,0084	
73	1,8213 Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	0,3818	<b>0,3665</b>	0,0090	<b>0,0092</b>	0,0120	<b>0,0122</b>
	0,100 MgCl <sub>2</sub>	0,3511		0,0093		0,0124	
74	1,8213 Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	0,4362	<b>0,4408</b>	0,0152	<b>0,0136</b>	0,0105	<b>0,0089</b>
	1,500 MgCl <sub>2</sub>	0,4454		0,0120		0,0073	
75	0,1213 Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	0,5862	<b>0,5763</b>	0,0070	<b>0,0072</b>	0,0072	<b>0,0070</b>
	0,1263 MgSO <sub>4</sub>	0,5664		0,0073		0,0068	
76	0,1213 Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	0,3685	<b>0,3873</b>	0,0055	<b>0,0060</b>	0,0128	<b>0,0131</b>
	1,8957 MgSO <sub>4</sub>	0,4061		0,0065		0,0134	
77	1,8213 Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	0,4246	<b>0,4366</b>	0,0050	<b>0,0049</b>	0,0170	<b>0,0167</b>
	0,1263 MgSO <sub>4</sub>	0,4485		0,0048		0,0163	
78	1,8213 Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	0,3129	<b>0,2968</b>	0,0029	<b>0,0040</b>	0,0142	<b>0,0150</b>
	1,8957 MgSO <sub>4</sub>	0,2806		0,0050		0,0157	
79	0,100 MgCl <sub>2</sub>	0,6096	<b>0,5487</b>	0,0043	<b>0,0044</b>	0,0059	<b>0,0060</b>
	0,1263 MgSO <sub>4</sub>	0,4878		0,0045		0,0060	
80	0,100 MgCl <sub>2</sub>	0,3936	<b>0,3979</b>	0,0048	<b>0,0037</b>	0,0062	<b>0,0066</b>
	1,8957 MgSO <sub>4</sub>	0,4022		0,0026		0,0069	
81	1,500 MgCl <sub>2</sub>	0,4355	<b>0,4941</b>	0,0170	<b>0,0157</b>	0,0070	<b>0,0068</b>
	0,1263 MgSO <sub>4</sub>	0,5526		0,0144		0,0066	
82	1,500 MgCl <sub>2</sub>	0,4004	<b>0,3862</b>	0,0170	<b>0,0156</b>	0,0046	<b>0,0051</b>
	1,8957 MgSO <sub>4</sub>	0,3720		0,0141		0,0056	

Tabelle 24. Angriffsversuche mit verschiedenen Wässern. (Siehe Tabelle 7 und 8 und Abb. 30.)  
 Flüssigkeit bewegt. Versuchsdauer: 30 Tage.  
 Temperatur: Zimmerwärme<sup>1)</sup>.

Nr. der Lösung	Art des Wassers	Eisen		Messing		Rotgrün	
		Gewichtsabnahme		Gewichtsabnahme		Gewichtsabnahme	
		Einzelwerte	Mittel	Einzelwerte	Mittel	Einzelwerte	Mittel
		g	g	g	g	g	g
0	Destilliertes Wasser . . . . .	0,4060 0,3876	<b>0,3968</b>	—	—	—	—
83	Saalewasser (ungereinigt) . . . . .	0,1761 0,1634	<b>[0,1698]<sup>2)</sup></b>	0,0029 0,0031	<b>0,0030</b>	0,0024 0,0024	<b>0,0024</b>
84	Saalewasser mit Kalk-Soda gereinigt . . . . .	0,7276 0,6562	<b>0,6919</b>	0,0086 0,0084	<b>0,0085</b>	0,0046 0,0041	<b>0,0044</b>
85	Saalewasser mit Natronlauge-Soda gereinigt . . . . .	0,5630 0,5268	<b>0,5449</b>	0,0052 0,0052	<b>0,0052</b>	0,0045 0,0044	<b>0,0045</b>
86	Luppewasser (ungereinigt) . . . . .	0,2561 0,2806	<b>0,2684</b>	0,0033 0,0031	<b>0,0032</b>	0,0007 0,0011	<b>0,0009</b>
87	Luppewasser mit Kalk-Soda gereinigt . . . . .	0,4827 0,5225	<b>0,5026</b>	0,0049 0,0044	<b>0,0047</b>	0,0026 0,0026	<b>0,0026</b>
88	Luppewasser mit Natronlauge-Soda gereinigt . . . . .	0,4767 0,4260	<b>0,4514</b>	0,0021 0,0022	<b>0,0022</b>	0,0010 0,0008	<b>0,0009</b>

<sup>1)</sup> Wie bei Tabelle 16.

<sup>2)</sup> Auf den Blechen hatten sich harte kalkhaltige Ablagerungen gebildet, die sich nur schwer entfernen ließen. Der Wert ist daher in Klammern gesetzt.

Tabelle 25. Angriffsversuche mit Magnesiumchloridlösungen

Dampfdruck: 16 Atm.

Kessel II (25 l Salzlösung)										
Nr. der Lösung	MgCl <sub>2</sub> im Liter g	Eisen Gewichtsabnahme		Messing Gewichtsabnahme		Rotguß Gewichtsabnahme		Dest. Wasser nach-gespeist Liter	Sauerstoffgehalt im Kessel	
		Einzelwerte g	Mittel g	Einzelwerte g	Mittel g	Einzelwerte g	Mittel g		zu Beginn mg O <sub>2</sub> /Liter	am Ende mg O <sub>2</sub> /Liter
1	0,068	0,0251	<b>0,0408</b>	0,0064	<b>0,0057</b>	0,0051	<b>0,0050</b>	25	nicht bestimmt	nicht bestimmt
		0,0516		0,0055		0,0070				
		0,0458		0,0053		0,0029				
2	0,100	0,0158	<b>0,0182</b>	0,0048	<b>0,0062</b>	0,0109	<b>0,0090</b>	27	9,6	0,4
		0,0151		0,0068		0,0088				
		0,0236		0,0070		0,0074				
3	0,300	0,0503	<b>0,0500</b>	0,0126	<b>0,0125</b>	0,0106	<b>0,0091</b>	40	nicht bestimmt	nicht bestimmt
		0,0518		0,0117		0,0064				
		0,0478		0,0132		0,0102				
4	0,500	0,0754	<b>0,0610</b>	0,0037	<b>0,0032</b>	0,0076	<b>0,0084</b>	17	9,3	1,1
		0,0537		0,0020		0,0110				
		0,0540		0,0038		0,0066				
5	0,700	0,0346	<b>0,0550</b>	0,0028	Mittel nicht gebildet <sup>1)</sup>	0,0080	<b>0,0081</b>	22	9,3	2,1
		0,0780		+ 0,0015		0,0080				
		0,0524		+ 0,0002		0,0084				
6	0,900	0,0500	<b>0,0729</b>	0,0067	<b>0,0050</b>	0,0058	<b>0,0104</b>	42	8,8	0,2
		0,0641		0,0063		0,0095				
		0,0458		0,0071		0,0061		29,5	8,3	0,6
		0,0844		0,0041		0,0139				
		0,0524		0,0018		0,0137				
7	1,100	0,1405	<b>0,0704</b>	0,0048	<b>0,0032</b>	0,0096	<b>0,0088</b>	16	9,0	0,5
		0,0863		0,0004		0,0070				
		0,0593		0,0044		0,0098				
8	1,300	0,0992	<b>0,0869</b>	0,0040	<b>0,0024</b>	0,0085	<b>0,0077</b>	18	9,0	0,8
		0,1000		0,0013		0,0047				
		0,0615		0,0020		0,0100				
9	1,500	0,0506	<b>0,0521<sup>2)</sup></b>	0,0029	<b>0,0026</b>	0,0124	<b>0,0124</b>	17	8,3	0,4
		0,0561		0,0011		0,0112				
		0,0497		0,0037		0,0136				
10	1,700	0,0693	<b>0,0517</b>	0,0056	<b>0,0051</b>	0,0002	<b>0,0025</b>	23	8,6	0,1
		0,0472		0,0056		0,0029				
		0,0385		0,0041		0,0043				
11	1,900	0,0430	<b>0,0440</b>	0,0032	<b>0,0020</b>	0,0062	<b>0,0066</b>	10	7,6	1,6
		0,0355		0,0009		0,0062				
		0,0536		0,0018		0,0074				

<sup>1)</sup> Einzelne Plättchen wiesen Gewichtsabnahmen, andere wieder Gewichtszunahmen auf. Von einer Mittel-

<sup>2)</sup> Ein nachträglich durchgeführter Kontrollversuch ergab den Wert 0,0501.

im Dampfkessel. (Siehe Tabelle 2 und Abb. 35.)

Versuchsdauer: 144 Stunden.

Kessel I (25 l destilliertes Wasser)

Versuchs- flüssig- keit	Eisen Gewichtsabnahme		Messing Gewichtsveränderung		Rotgüß Gewichtsabnahme		Dest. Wasser nach- gespeist Liter	Sauerstoffgehalt im Kessel		Nr. der Lösung
	Einzelwerte g	Mittel g	Einzelwerte g	Mittel g	Einzelwerte g	Gesamt- Mittel g		zu Beginn mg O <sub>2</sub> /Liter	am Ende mg O <sub>2</sub> /Liter	
Destilliertes Wasser.	0,0056	0,0054	0,0154	Mittel nicht gebildet <sup>1)</sup> .	0,0159	0,0084	28	nicht bestimmt	nicht bestimmt	1
	0,0055		0,0148		0,0118					
	0,0057		0,0123		0,0145					
	0,0041		+ 0,0011		0,0096		27	9,3	0,6	2
	0,0040		+ 0,0010		0,0099					
	0,0040		0,0000		0,0110					
	0,0038		0,0203		0,0109		39,5	nicht bestimmt	nicht bestimmt	3
	0,0055		0,0236		0,0118					
	0,0035		0,0204		0,0124					
	0,0028		0,0010		0,0063		17	9,6	1,9	4
	0,0030		+ 0,0005		0,0079					
	0,0031		0,0006		0,0031					
	0,0068		+ 0,0043		0,0122		23	8,6	2,0	5
	0,0090		+ 0,0056		0,0128					
	0,0099		+ 0,0056		0,0118					
	0,0108		0,0044		0,0013		42	8,8	0,4	6
	0,0090		0,0048		0,0015					
	0,0100		0,0045		0,0037					
	0,0046		+ 0,0044		0,0064		29,5	9,3	1,0	7
	0,0045		+ 0,0025		0,0025					
	0,0053		+ 0,0030		0,0053					
0,0033	+ 0,0079	0,0044	16	9,2	1,0	8				
0,0043	+ 0,0083	0,0067								
0,0051	+ 0,0073	0,0073								
0,0038	+ 0,0051	0,0088	18	9,4	1,0	9				
0,0039	+ 0,0064	0,0062								
0,0036	+ 0,0052	0,0047								
0,0054	+ 0,0068	0,0089	17	9,2	1,1	10				
0,0049	+ 0,0082	0,0088								
0,0046	+ 0,0071	0,0089								
0,0031	0,0020	0,0048	26	9,0	0,1	11				
0,0075	0,0021	0,0045								
0,0020	0,0021	0,0062								
0,0060	0,0010	0,0122	10	8,7	2,2					
0,0078	0,0010	0,0140								
0,0075	0,0013	0,0132								

bildung wurde daher abgesehen.

Tabelle 27. Angriffsversuche mit Natriumchloridlösungen  
Dampfdruck: 16 Atm.

Kessel II (25 Liter Salzlösung)										
Nr. der Lösung	NaCl im Liter g	Eisen Gewichtsabnahme		Messing Gewichtsabnahme		Rotguß Gewichtsabnahme		Dest. Wasser nachgespeist Liter	Sauerstoffgehalt im Kessel	
		Einzelwerte g	Mittel g	Einzelwerte g	Mittel g	Einzelwerte g	Mittel g		zu Beginn mg O <sub>2</sub> /Liter	am Ende mg O <sub>2</sub> /Liter
12	0,068	0,0026	<b>0,0041</b>	0,0013	<b>0,0020</b>	0,0066	<b>0,0044</b>	11	10,8	1,3
		0,0052		0,0032		0,0013				
		0,0046		0,0016		0,0052				
13	0,100	0,0021	<b>0,0023</b>	+ 0,0008	<b>+ 0,0016</b>	0,0074	<b>0,0066</b>	7 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	9,8	1,6
		0,0018		+ 0,0023		0,0056				
		0,0029		+ 0,0018		0,0069				
14	0,300	0,0013	<b>0,0019</b>	+ 0,0001	— <sup>1</sup> )	0,0053	<b>0,0046</b>	4	9,5	1,5
		0,0030		+ 0,0023		0,0049				
		0,0014		0,0000		0,0035				
15	0,500	0,0030	<b>0,0020</b>	0,0002	— <sup>1</sup> )	0,0061	<b>0,0069</b>	7	8,4	1,6
		0,0014		+ 0,0019		0,0048				
		0,0015		0,0002		0,0098				
16	0,700	0,0016	<b>0,0017</b>	+ 0,0020	<b>+ 0,0023</b>	0,0064	<b>0,0054</b>	3	9,5	1,5
		0,0016		+ 0,0007		0,0050				
		0,0018		+ 0,0036		0,0049				
17	0,900	0,0035	<b>0,0039</b>	0,0006	— <sup>1</sup> )	0,0070	<b>0,0087</b>	15	9,8	1,8
		0,0042		+ 0,0020		0,0097				
		0,0041		0,0012		0,0094				
18	1,100	0,0025	<b>0,0019</b>	0,0000	— <sup>1</sup> )	0,0028	<b>0,0039</b>	15	7,5	1,0
		0,0016		+ 0,0034		0,0056				
		0,0016		+ 0,0031		0,0032				
19	1,300	0,0017	<b>0,0019</b>	+ 0,0020	<b>+ 0,0019</b>	0,0045	<b>0,0037</b>	15	8,0	1,6
		0,0018		+ 0,0016		0,0038				
		0,0021		+ 0,0022		0,0027				
20	1,500	0,0033	<b>0,0025</b>	+ 0,0033	<b>+ 0,0034</b>	0,0064	<b>0,0057</b>	15	10,0	1,0
		0,0020		+ 0,0044		0,0043				
		0,0021		+ 0,0024		0,0064				
21	1,700	0,0023	<b>0,0024</b>	0,0013	— <sup>1</sup> )	0,0105	<b>0,0096</b>	15	10,0	0,9
		0,0023		+ 0,0012		0,0094				
		0,0025		0,0020		0,0090				
22	1,900	0,0025	<b>0,0025</b>	+ 0,0011	— <sup>1</sup> )	0,0050	<b>0,0068</b>	15	8,9	1,0
		0,0022		+ 0,0027		0,0103				
		0,0028		0,0000		0,0050				

<sup>1</sup>) Einzelne Plättchen wiesen Gewichtsabnahmen, andere wieder Gewichtszunahme auf. Von der Mittel

1 Dampfkessel. (Siehe Tabelle 2 und Abb. 36.)  
 Versuchsdauer: 144 Stunden.

Kessel I (25 Liter destilliertes Wasser)

Er- sch- is- sig- keit	Eisen Gewichtsabnahme		Messing Gewichtszunahme		Rotgüß Gewichtsabnahme		Dest. Wasser nach- gespeist Liter	Sauerstoffgehalt im Kessel		Nr. der Lösung		
	Einzelwerte g	Gesamt- Mittel g	Einzelwerte g	Gesamt- Mittel g	Einzelwerte g	Mittel g		zu Beginn mg O <sub>2</sub> /Liter	am Ende mg O <sub>2</sub> /Liter			
Destilliertes Wasser	0,0030	0,0030	+ 0,0051	+ 0,0032	—	0,0057	11	10,7	2,1	12		
	0,0020		+ 0,0071		0,0057							
	0,0019		+ 0,0055		0,0046							
	0,0035		+ 0,0045		0,0085		7 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	9,5	1,4	13		
	0,0036		+ 0,0022		0,0088							
	0,0048		+ 0,0039		0,0092							
	0,0020		+ 0,0017		0,0015		4	9,6	1,1	14		
	0,0012		+ 0,0023		0,0021							
	0,0022		+ 0,0028		0,0026							
	0,0051		— <sup>1)</sup>		— <sup>1)</sup>		— <sup>1)</sup>	0,0027	7	9,4	1,7	15
	0,0043							0,0006				
	0,0036							0,0056				
	0,0020		+ 0,0030		—		3	9,5	1,0	16		
	0,0028		+ 0,0034		0,0008							
	0,0020		+ 0,0022		0,0017							
	0,0010		+ 0,0007		0,0046		15	9,2	1,0	17		
	0,0012		+ 0,0028		0,0057							
	0,0016		+ 0,0006		0,0055							
	0,0055		— <sup>1)</sup>		— <sup>1)</sup>		— <sup>1)</sup>	0,0100	15	8,5	1,0	18
	0,0054							0,0091				
	0,0040							0,0095				
	0,0031		+ 0,0027		0,0052		15	8,2	1,7	19		
0,0039	+ 0,0030	0,0051										
0,0040	+ 0,0017	0,0045										
0,0024	+ 0,0059	0,0049	15	9,7	1,2	20						
0,0024	+ 0,0034	0,0050										
0,0024	+ 0,0052	0,0071										
0,0043	+ 0,0018	0,0100	15	10,8	1,2	21						
0,0038	+ 0,0056	0,0081										
0,0031	+ 0,0032	0,0103										
0,0027	+ 0,0026	0,0042	15	9,0	0,7	22						
0,0017	+ 0,0027	0,0068										
0,0020	+ 0,0013	0,0065										

ung wurde abgesehen.

Tabelle 26 befindet sich auf Seite 62.

Tabelle 28. Angriffsversuche mit Magnesiumsulfatlösungen  
Dampfdruck: 16 Atm.

Kessel II (25 l Salzlösung)										
Nr. der Lösung	MgSO <sub>4</sub> im Liter g	Eisen Gewichtsabnahme		Messing Gewichtsabnahme		Rotguß Gewichtsabnahme		Dest. Wasser nachgespeist Liter	Sauerstoffgehalt im Kessel	
		Einzelwerte g	Mittel g	Einzelwerte g	Mittel g	Einzelwerte g	Mittel g		zu Beginn mg O <sub>2</sub> /Liter	am Ende mg O <sub>2</sub> /Liter
23	0,0859	0,0032	<b>0,0025</b>	0,0071	<b>0,0080</b>	0,0042	<b>0,0037</b>	15	6,9	1,0
		0,0025		0,0089		0,0040				
		0,0018		0,0079		0,0028				
24	0,1263	0,0159	<b>0,0174</b>	0,0081	<b>0,0078</b>	0,0072	<b>0,0075</b>	15	7,8	0,3
		0,0197		0,0066		0,0083				
		0,0167		0,0087		0,0071				
25	0,3801	0,0122	<b>0,0157</b>	0,0049	<b>0,0040</b>	0,0052	<b>0,0052</b>	15	8,1	0,8
		0,0181		0,0029		0,0052				
		0,0169		0,0040		0,0051				
26	0,6302	0,0640	<b>0,0635</b>	0,0048	<b>0,0056</b>	—	<b>0,0037</b>	15	7,3	0,5
		0,0578		0,0053		0,0036				
		0,0687		0,0068		0,0038				
27	0,8853	0,0535	<b>0,0586</b>	0,0093	<b>0,0095</b>	0,0060	<b>0,0063</b>	16	8,6	0,0
		0,0650		0,0091		0,0066				
		0,0574		0,0100		0,0063				
28	1,1355	0,0996	<b>0,1023</b>	0,0092	<b>0,0106</b>	0,0056	<b>0,0062</b>	15	7,6	0,8
		0,1073		0,0114		0,0084				
		0,0999		0,0112		0,0047				
29	1,3915	0,1116	<b>0,0979</b>	0,0073	<b>0,0067</b>	0,0000	1) <b>0,0037</b>	15	7,7	0,8
		0,0907		0,0066		0,0037				
		0,0915		0,0062		0,0001				
30	1,6426	0,0760	<b>0,0723</b>	0,0043	<b>0,0049</b>	0,0027	<b>0,0029</b>	15	7,8	0,9
		0,0716		0,0040		0,0034				
		0,0692		0,0063		0,0027				
31	1,8957	0,0911	<b>0,0870</b>	0,0086	<b>0,0086</b>	0,0052	<b>0,0037</b>	15	7,8	0,8
		0,0870		0,0083		0,0023				
		0,0828		0,0089		0,0036				
32	2,1480	0,1315	<b>0,1277</b>	0,0079	<b>0,0076</b>	0,0047	<b>0,0045</b>	15	8,8	1,0
		0,1202		0,0079		0,0044				
		0,1314		0,0070		0,0045				
33	2,4010	0,1014	<b>0,0933</b>	0,0073	<b>0,0067</b>	0,0032	<b>0,0022</b>	15	6,8	1,2
		0,0809		0,0050		0,0012				
		0,0975		0,0078		0,0021				

1) Zwei Probeplättchen waren mit einer Oxydhaut überzogen, die sich nur schwer entfernen ließ. Von der

im Dampfkessel. (Siehe Tabelle 2 und Abb. 37.)

Versuchsdauer: 144 Stunden.

Kessel I (25 l destilliertes Wasser)

Versuchs- flüssig- keit	Eisen Gewichtsabnahme		Messing Gewichtszunahme		Rotguß Gewichtsabnahme		Dest. Wasser nach- gespeist  Liter	Sauerstoffgehalt im Kessel		Nr. der Lösung
	Einzelwerte g	Gesamt- Mittel g	Einzelwerte g	Gesamt- Mittel g	Einzelwerte g	Gesamt- Mittel g		zu Beginn mg O <sub>2</sub> /Liter	am Ende mg O <sub>2</sub> /Liter	
Destilliertes Wasser	0,0031	0,0028	+ 0,0106	0,0066	0,0080	0,0068	15	6,8	0,9	23
	0,0028		+ 0,0078		0,0087					
	0,0031		+ 0,0080		0,0078					
	0,0024		+ 0,0047		0,0068		15	8,9	0,5	24
	0,0032		+ 0,0051		0,0072					
	0,0030		+ 0,0057		0,0072					
	0,0023		+ 0,0049		0,0054		15	7,6	1,0	25
	0,0024		+ 0,0050		0,0078					
	0,0022		+ 0,0051		0,0081					
	0,0026		+ 0,0090		0,0080		15	8,9	0,1	26
	0,0028		+ 0,0061		0,0055					
	0,0033		+ 0,0081		0,0077					
	0,0029		+ 0,0056		0,0092		16	8,6	0,3	27
	0,0034		+ 0,0049		0,0089					
	0,0033		+ 0,0059		0,0088					
	0,0020		+ 0,0072		0,0068		15	7,5	1,0	28
	0,0027		+ 0,0050		0,0057					
	0,0022		+ 0,0073		0,0062					
	0,0032		+ 0,0067		0,0080		15	9,8	1,0	29
	0,0030		+ 0,0080		0,0062					
	0,0036		+ 0,0077		0,0070					
	0,0031		+ 0,0077		0,0044		15	8,4	1,0	30
	0,0028		+ 0,0082		0,0046					
	0,0027		+ 0,0077		0,0055					
	0,0028		+ 0,0036		0,0063		15	8,2	1,0	31
	0,0020		+ 0,0034		0,0067					
	0,0026		+ 0,0060		0,0067					
	0,0029		+ 0,0062		0,0075		15	8,7	0,7	32
	0,0029		+ 0,0055		0,0087					
	0,0034		+ 0,0054		0,0071					
0,0024	+ 0,0113	0,0056	15	6,7	0,5	33				
0,0025	+ 0,0069	0,0047								
0,0024	+ 0,0090	0,0038								

Mittelbildung wurde abgesehen.

Tabelle 29. Angriffsversuche mit Natriumsulfatlösungen  
Dampfdruck: 16 Atm.

Kessel II (25 l Salzlösung)										
Nr. der Lösung	Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> im Liter g	Eisen Gewichtsabnahme		Messing Gewichtsabnahme		Rotguß Gewichtsabnahme		Dest. Wasser nach-gespeist Liter	Sauerstoffgehalt im Kessel	
		Einzelwerte g	Mittel g	Einzelwerte g	Mittel g	Einzelwerte g	Mittel g		zu Beginn mg O <sub>2</sub> /Liter	am Ende mg O <sub>2</sub> /Liter
34	0,0824	0,0015	<b>0,0018</b>	0,0074	<b>0,0066</b>	0,0023	<b>0,0048</b>	15	7,8	0,6
		0,0019		0,0056		0,0062				
		0,0020		0,0068		0,0058				
35	0,1213	0,0020	<b>0,0022</b>	0,0075	<b>0,0077</b>	0,0010	<b>0,0019</b>	15	8,2	1,0
		0,0024		0,0079		0,0026				
		0,0023		0,0078		0,0021				
36	0,3643	0,0051	<b>0,0071</b>	0,0044	<b>0,0035</b>	0,0037	<b>0,0025</b>	15	8,7	0,6
		0,0095		0,0037		0,0009				
		0,0067		0,0024		0,0029				
37	0,6081	0,0061	<b>0,0077</b>	0,0020	<b>0,0012</b>	0,0028	<b>0,0015</b>	15	9,7	0,4
		0,0096		0,0008		0,0008				
		0,0073		0,0008		0,0010				
38	0,8489	0,0061	<b>0,0056</b>	0,0066	<b>0,0028</b>	0,0004	<b>0,0012</b>	15	7,6	1,2
		0,0054		0,0003		0,0019				
		0,0052		0,0016		0,0012				
39	1,0928	0,0044	<b>0,0057</b>	0,0042	<b>0,0042</b>	0,0030	<b>0,0028</b>	15	7,5	0,9
		0,0050		0,0042		0,0027				
		0,0078		0,0041		0,0028				
40	1,3336	0,0076	<b>0,0072</b>	0,0027	<b>0,0020</b>	0,0035	<b>0,0025</b>	15	8,9	1,2
		0,0064		0,0022		0,0030				
		0,0075		0,0010		0,0010				
41	1,5775	0,0040	<b>0,0035</b>	0,0014	<b>0,0013</b>	0,0012	<b>0,0015</b>	15	8,3	0,8
		0,0031		0,0011		0,0002				
		0,0034		0,0014		0,0020				
42	1,8213	0,0032	<b>0,0033</b>	0,0042	<b>0,0042</b>	0,0026	<b>0,0026</b>	29	8,1	0,9
		0,0035		0,0041		0,0016				
		0,0031		0,0043		0,0036				
43	2,0621	0,0065	<b>0,0064</b>	0,0048	<b>0,0036</b>	0,0032	<b>0,0029</b>	31	8,3	0,6
		0,0059		0,0010		0,0027				
		0,0069		0,0049		—				
44	2,3060	0,0057	<b>0,0051</b>	— <sup>1)</sup>	—	0,0017	<b>0,0019</b>	15	8,7	1,0
		0,0050		0,0025						
		0,0047		0,0016						

Tabelle 30. Angriffsversuche mit Calciumchloridlösungen  
Dampfdruck: 16 Atm.

Nr.	CaCl <sub>2</sub> im Liter g	Gewichtszunahme		Dest. Wasser nach-gespeist Liter	Sauerstoffgehalt im Kessel					
		Einzelwerte g	Mittel g		zu Beginn mg O <sub>2</sub> /Liter	am Ende mg O <sub>2</sub> /Liter				
45a	0,675	0,0008	<b>0,0008</b>	+ 0,0027	<b>+ 0,0030</b>	0,0077	<b>0,0061</b>	37	8,2	0,5
		0,0010		+ 0,0032		0,0044				
		0,0005		+ 0,0032		0,0063				
46a	1,455	0,0032	<b>0,0047</b>	+ 0,0032	<b>+ 0,0024</b>	0,0100	<b>0,0099</b>	25	8,2	0,1
		0,0074		+ 0,0014		0,0086				
		0,0034		+ 0,0026		0,0110				
47a	1,769	0,0031	<b>0,0030</b>	0,0000	<b>+ 0,0004</b>	0,0112	<b>0,0089</b>	32	8,1	0,1
		0,0029		0,0000		0,0076				
		0,0032		+ 0,0011		0,0079				

<sup>1)</sup> Die Probelplättchen waren herabgefallen.

im Dampfkessel. (Siehe Tabelle 2 und Abb. 38.)

Versuchsdauer: 144 Stunden.

Kessel I (25 l destilliertes Wasser)

Versuchs- flüssig- keit	Eisen Gewichtsabnahme		Messing Gewichtszunahme		Rotgüß Gewichtsabnahme		Dest. Wasser nach- gespeist Liter	Sauerstoffgehalt im Kessel		Nr. der Lösung
	Einzelwert g	Gesamt- mittel g	Einzelwert g	Gesamt- mittel g	Einzelwert g	Gesamt- mittel g		zu Beginn mgO <sub>2</sub> /Liter	am Ende mgO <sub>2</sub> /Liter	
Destilliertes Wasser	0,0033	0,0033	+ 0,0047	+ 0,0060	0,0065	0,0066	15	7,6	0,5	34
	0,0026		+ 0,0046		0,0086					
	0,0028		+ 0,0069		0,0084					
	0,0021		+ 0,0067		0,0049		15	8,3	0,8	35
	0,0019		+ 0,0041		0,0061					
	0,0019		+ 0,0052		0,0053					
	0,0060		+ 0,0042		0,0084		15	8,5	1,0	36
	0,0076		+ 0,0021		0,0089					
	0,0075		+ 0,0029		0,0077					
	0,0020		+ 0,0085		0,0038		15	9,9	1,2	37
	0,0018		+ 0,0053		0,0068					
	0,0019		+ 0,0085		0,0024					
	0,0029		+ 0,0079		0,0050		15	9,8	1,0	38
	0,0030		+ 0,0081		0,0047					
	0,0032		+ 0,0087		0,0063					
	0,0071		+ 0,0031		0,0101		15	9,0	1,0	39
	0,0075		+ 0,0033		0,0105					
	0,0075		+ 0,0028		0,0106					
	0,0042		+ 0,0080		0,0042		15	9,1	1,0	40
	0,0046		+ 0,0070		0,0075					
	0,0037		+ 0,0079		0,0090					
	0,0018		+ 0,0068		0,0030		15	9,1	1,0	41
	0,0017		+ 0,0066		0,0055					
	0,0018		+ 0,0074		0,0041					
	0,0017		+ 0,0052		0,0045		29	8,8	1,0	42
	0,0016		+ 0,0044		0,0004					
	0,0020		+ 0,0047		0,0051					
	0,0018		+ 0,0046		0,0054		31	9,3	1,0	43
0,0019	+ 0,0047	0,0055								
0,0022	+ 0,0050	0,0062								
0,0023	+ 0,0087	0,0046	15	9,3	0,8	44				
0,0025	+ 0,0094	0,0040								
0,0023	+ 0,0087	0,0048								

im Dampfkessel. (Siehe Tabelle 3 und Abb. 39.)

Versuchsdauer: 144 Stunden.

Destilliertes Wasser	0,0015	0,0024	+ 0,0027	+ 0,0022	0,0163	0,0125	37	8,6	0,3	45 a				
	0,0025		+ 0,0020		0,0238									
	0,0020		+ 0,0021		0,0242		25	8,6	0,2	46 a				
	0,0008		+ 0,0018		0,0088									
	0,0016		+ 0,0030		0,0082									
	0,0026		+ 0,0020		0,0120									
	0,0030		+ 0,0034		0,0066									
	0,0042		+ 0,0007		0,0064									
	0,0035		+ 0,0024		0,0061						32	8,6	0,2	47 a

Tabelle 31. Angriffsversuche mit Kaliendlaugen  
Dampfdruck: 16 Atm.

Kessel II (25 Liter Lauge)										
Nr. der Lösung	Kaliendlauge ccm im Liter	Eisen Gewichtsabnahme		Messing Gewichtsabnahme		Rotgüß Gewichtsabnahme		Dest. Wasser nach- gespeist Liter	Sauerstoffgehalt im Kessel	
		Einzelwerte g	Mittel g	Einzelwerte g	Mittel g	Einzelwerte g	Mittel g		zu Beginn mg O <sub>2</sub> /Liter	am Ende mg O <sub>2</sub> /Liter
48	0,1744	0,0153	<b>0,0184</b>	0,0057	<b>0,0042</b>	0,0056	<b>0,0063</b>	43	7,8	0,8
		0,0229		0,0031		0,0078				
		0,0170		0,0037		0,0055				
49	0,2564	0,0221	<b>0,0172</b>	0,0058	<b>0,0063</b>	0,0060	<b>0,0063</b>	15	8,5	0,9
		0,0140		0,0056		0,0059				
		0,0156		0,0074		0,0070				
50	0,7692	0,0237	<b>0,0335</b>	0,0046	<b>0,0057</b>	0,0064	<b>0,0062</b>	17½	8,2	0,8
		0,0598		0,0060		0,0065				
		0,0169		0,0066		0,0058				
51	1,2820	0,0358	<b>0,0322</b>	0,0015	<b>0,0022</b>	0,0150	<b>0,0136</b>	39,5	10,3	0,3
		0,0228		0,0000		0,0121				
		0,0380		0,0050		0,0136				
52	1,7948	0,0423	<b>0,0819</b>	0,0056	<b>0,0050</b>	0,0082	<b>0,0120</b>	32	8,4	0,8
		0,1651		0,0035		0,0127				
		0,0385		0,0058		0,0152				
53	2,3076	0,0630	<b>0,0824</b>	0,0065	<b>0,0067</b>	0,0063	<b>0,0075</b>	21	8,1	0,9
		0,1126		0,0066		0,0081				
		0,0716		0,0069		0,0081				
54	2,8204	0,0994	<b>0,0923</b>	0,0070	<b>0,0078</b>	0,0053	<b>0,0070</b>	21	9,2	0,9
		0,0437		0,0076		0,0072				
		0,1337		0,0088		0,0085				
55	3,3332	0,0771	<b>0,1122</b>	0,0045	<b>0,0048</b>	0,0083	<b>0,0072</b>	16	9,1	0,5
		0,0874		0,0034		0,0058				
		0,1720		0,0065		0,0076				
56	3,8460	0,0890	<b>0,1130</b>	0,0046	<b>0,0052</b>	0,0052	<b>0,0061</b>	17½	7,5	0,6
		0,1244		0,0056		0,0064				
		0,1256		0,0055		0,0066				
57	4,3588	0,0804	<b>0,0852</b>	0,0092	<b>0,0084</b>	0,0060	<b>0,0054</b>	15½	8,7	0,2
		0,0977		0,0078		0,0048				
		0,0774		0,0081		0,0054				
58	4,8716	0,1752	<b>0,1268</b>	0,0087	<b>0,0065</b>	0,0064	<b>0,0049</b>	15	7,2	0,9
		0,1072		0,0044		0,0010				
		0,0979		0,0065		0,0073				

im Dampfkessel (Siehe Tabelle 5 und Abb. 40.)

Versuchsdauer: 144 Stunden.

Kessel I (25 Liter destilliertes Wasser)										
Ver- suchs- flüssig- keit	Eisen Gewichtsabnahme		Messing Gewichtszunahme		Rotguß Gewichtsabnahme		Dest. Wasser nach- gespeist g	Sauerstoffgehalt im Kessel		Nr. der Lösung
	Einzelwerte g	Gesamt- Mittel g	Einzelwerte g	Gesamt- Mittel g	Einzelwerte g	Gesamt- Mittel g		zu Beginn mg O <sub>2</sub> /Liter	am Ende mg O <sub>2</sub> /Liter	
Destilliertes Wasser	0,0018	0,0023	+ 0,0013	+ 0,0051	0,0037	0,0072	43	8,9	0,5	48
	0,0016		+ 0,0010		0,0049					
	0,0017		+ 0,0012		0,0056					
	0,0016		+ 0,0038		0,0044		15	8,5	0,3	49
	0,0017		+ 0,0034		0,0059					
	0,0020		+ 0,0045		0,0064					
	0,0024		+ 0,0068		0,0085		17 1/2	9,2	0,9	50
	0,0021		+ 0,0072		0,0050					
	0,0018		+ 0,0064		0,0076					
	0,0018		+ 0,0036		0,0070		39,5	10,4	0,5	51
	0,0018		+ 0,0043		0,0083					
	0,0018		+ 0,0062		0,0082					
	0,0037		+ 0,0062		0,0070		32	9,7	0,5	52
	0,0038		+ 0,0056		0,0097					
	0,0038		+ 0,0055		0,0086					
	0,0022		+ 0,0066		0,0094		21	8,1	0,8	53
	0,0027		+ 0,0042		0,0091					
	0,0026		+ 0,0054		0,0096					
	0,0015		+ 0,0099		0,0052		21	10,1	0,8	54
	0,0014		+ 0,0090		0,0060					
	0,0015		+ 0,0088		0,0059					
	0,0041		+ 0,0064		0,0067		16	10,3	0,8	55
	0,0040		+ 0,0040		0,0083					
	0,0044		+ 0,0053		0,0097					
	0,0020		+ 0,0046		0,0069		17 1/2	8,7	0,2	56
	0,0018		+ 0,0026		0,0076					
	0,0018		+ 0,0039		0,0081					
	0,0016		+ 0,0057		0,0066		15 1/2	8,7	0,2	57
0,0016	+ 0,0057	0,0066								
0,0015	+ 0,0054	0,0074								
0,0024	+ 0,0043	0,0072	15	7,9	0,8	58				
0,0020	+ 0,0022	0,0075								
0,0017	+ 0,0060	0,0079								

Tabelle 32. Angriffsversuch mit Salzgemischen

Dampfdruck: 16 Atm.

Kessel II (25 Liter Salzlösung)

Nr. der Lösung	Salze im Liter g	Eisen Gewichtsabnahme		Messing Gewichtsabnahme		Rotguß Gewichtsabnahme		Dest. Wasser nach- gespeist Liter	Sauerstoffgehalt im Kessel	
		Einzelwerte g	Mittel g	Einzelwerte g	Mittel g	Einzelwerte g	Mittel g		zu Beginn mg O <sub>2</sub> /Liter	am Ende mg O <sub>2</sub> /Liter
59	0,100 NaCl 0,1213Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	0,0031	<b>0,0033</b>	+ 0,0028	+ <b>0,0031</b>	0,0014	<b>0,0008</b>	15	7,5	0,2
		0,0030		+ 0,0035		0,0000				
		0,0040		+ 0,0030		0,0012				
60	0,100 NaCl 1,8213Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	0,0097	<b>0,0095</b>	0,0002	<b>0,0003</b>	0,0026	<b>0,0025</b>	15	6,9	—
		0,0085		0,0004		0,0018				
		0,0102		0,0004		0,0030				
61	1,500 NaCl 0,1213Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	0,0102	<b>0,0121</b>	0,0011	<b>0,0009</b>	0,0060	<b>0,0047</b>	21	6,9	0,0
		0,0080		0,0007		0,0045				
		0,0182		0,0008		0,0037				
62	1,500 NaCl 1,8213Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	0,0063	<b>0,0042</b>	0,0028	<b>0,0014</b>	0,0036	<b>0,0044</b>	15	6,2	0,1
		0,0028		0,0011		0,0046				
		0,0036		0,0003		0,0049				
63	0,100 NaCl 0,100 MgCl <sub>2</sub>	0,0073	<b>0,0235</b>	0,0042	<b>0,0044</b>	0,0062	<b>0,0057</b>	15	6,4	0,0
		0,0120		0,0048		0,0055				
		0,0513		0,0042		0,0059				
64	0,100 NaCl 1,500 MgCl <sub>2</sub>	0,0750	<b>0,0597</b>	0,0008	<b>0,0010</b>	—	<b>0,0034</b>	15	6,9	0,3
		0,0582		0,0009		0,0039				
		0,0460		0,0014		0,0032				
65	1,500 NaCl 0,100 MgCl <sub>2</sub>	0,0135	<b>0,0152</b>	0,0058	<b>0,0060</b>	0,0046	<b>0,0058</b>	18	8,1	0,8
		0,0145		0,0059		0,0070				
		0,0176		0,0065		0,0057				
66	1,500 NaCl 1,500 MgCl <sub>2</sub>	0,0623	<b>0,0659</b>	0,0043	<b>0,0049</b>	0,0060	<b>0,0059</b>	19	6,4	0,2
		0,0688		0,0049		0,0079				
		0,0666		0,0054		0,0039				
67	0,100 NaCl 0,1263 MgSO <sub>4</sub>	0,0168	<b>0,0152</b>	0,0093	<b>0,0097</b>	0,0038	<b>0,0037</b>	15	8,2	0,6
		0,0112		0,0097		0,0037				
		0,0176		0,0100		0,0035				
68	0,100 NaCl 1,8957 MgSO <sub>4</sub>	0,2264	<b>0,2157</b>	0,0133	<b>0,0114</b>	0,0030	<b>0,0029</b>	15	7,5	0,2
		0,1968		0,0101		0,0056				
		0,2240		0,0108		0,0002				
69	1,500 NaCl 0,1263 MgSO <sub>4</sub>	0,0060	<b>0,0076</b>	0,0073	<b>0,0063</b>	0,0089	<b>0,0090</b>	15	8,9	1,0
		0,0097		0,0054		0,0090				
		0,0070		0,0061		0,0091				
70	1,500 NaCl 1,8957 MgSO <sub>4</sub>	0,2880	<b>0,2928</b>	0,0130	<b>0,0118</b>	0,0018	<b>0,0026</b>	18,5	7,6	0,3
		0,3200		0,0112		0,0049				
		0,2704		0,0112		0,0012				

im Dampfkessel (Siehe Tabelle 6 und Abb. 41—46.)

Versuchsdauer: 144 Stunden.

Kessel I (25 Liter destilliertes Wasser)

Versuchs- flüssig- keit	Eisen Gewichtsabnahme		Messing Gewichtszunahme		Rotguß Gewichtsabnahme		Dest. Wasser nach- gespeist g	Sauerstoffgehalt im Kessel		Nr. der Lösung
	Einzelwerte	Gesamt- Mittel	Einzelwerte	Gesamt- Mittel	Einzelwerte	Gesamt- Mittel		zu Beginn	am Ende	
	g	g	g	g	g	g		mg O <sub>2</sub> /Liter	mg O <sub>2</sub> /Liter	
Destilliertes Wasser	0,0020	0,0013	+ 0,0036	+ 0,0044	0,0042	0,0060	15	8,1	0,5	59
	0,0016		+ 0,0050		0,0058					
	0,0022		+ 0,0032		0,0062					
	0,0024		+ 0,0025		0,0054		15	7,2	—	60
	0,0024		+ 0,0024		0,0066					
	0,0018		+ 0,0030		0,0050					
	0,0014		+ 0,0038		0,0050		21	7,2	0,5	61
	0,0012		+ 0,0025		0,0050					
	0,0016		+ 0,0030		0,0073					
	0,0016		+ 0,0036		0,0046		15	7,2	0,2	62
	0,0019		+ 0,0040		0,0064					
	0,0016		+ 0,0037		0,0068					
	0,0014		+ 0,0042		0,0046		15	8,1	0,2	63
	0,0015		+ 0,0067		0,0058					
	0,0014		+ 0,0051		0,0053					
	0,0014		+ 0,0019		0,0032		15	7,6	—	64
	0,0013		+ 0,0019		0,0014					
	0,0013		+ 0,0021		0,0029					
	0,0024		+ 0,0025		0,0061		18	9,9	1,0	65
	0,0028		+ 0,0018		0,0048					
	0,0026		+ 0,0024		0,0062					
	0,0018		+ 0,0038		0,0085		19	7,5	—	66
	0,0014		+ 0,0029		0,0076					
	0,0017		+ 0,0038		0,0076					
	0,0012		+ 0,0036		0,0037		15	8,6	0,5	67
	0,0012		+ 0,0026		0,0022					
	0,0013		+ 0,0014		0,0022					
	0,0012		+ 0,0011		0,0041		15	7,7	0,3	68
	0,0013		+ 0,0012		0,0050					
	0,0013		+ 0,0015		0,0055					
0,0011	+ 0,0050	0,0071	15	10,1	1,0	69				
0,0010	+ 0,0042	0,0069								
0,0011	+ 0,0047	0,0064								
0,0010	+ 0,0067	0,0066	18,5	8,5	0,4	70				
0,0010	+ 0,0085	0,0066								
0,0011	+ 0,0084	0,0064								

Tabelle 32 (Fortsetzung). Angriffsversuche mit

Kessel II (25 Liter Salzlösung)										
Nr. der Lösung	Salze im Liter g	Eisen Gewichtsabnahme		Messing Gewichtsabnahme		Rotguß Gewichtsabnahme		Dest. Wasser nachgespeist g	Sauerstoffgehalt im Kessel	
		Einzelwerte	Mittel	Einzelwerte	Mittel	Einzelwerte	Mittel		zu Beginn	am Ende
		g	g	g	g	g	g		mg O <sub>2</sub> /Liter	mg O <sub>2</sub> /Liter
71	0,1213Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> 0,100 MgCl <sub>2</sub>	0,0114	<b>0,0100</b>	0,0099	<b>0,0095</b>	—	<b>0,0033</b>	15	7,3	0,4
		0,0080		0,0096		0,0035				
		0,0106		0,0089		0,0031				
72	0,1213Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> 1,500 MgCl <sub>2</sub>	0,0519	<b>0,0694</b>	0,0090	<b>0,0082</b>	0,0145	<b>0,0122</b>	15	8,8	0,2
		0,0654		0,0077		0,0107				
		0,0909		0,0080		0,0115				
73	1,8213Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> 0,100 MgCl <sub>2</sub>	0,0099	<b>0,0041</b>	0,0062	<b>0,0054</b>	0,0030	<b>0,0039</b>	16 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	7,8	0,5
		0,0012		0,0050		0,0041				
		0,0012		0,0051		0,0046				
74	1,8213Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> 1,500 MgCl <sub>2</sub>	0,3333	<b>0,2578</b>	0,0052	<b>0,0059</b>	0,0080	<b>0,0055</b>	15	7,1	0,3
		0,2500		0,0061		0,0048				
		0,1901		0,0064		0,0036				
75	0,1213Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> 0,1263MgSO <sub>4</sub>	0,0050	<b>0,0038</b>	0,0067	<b>0,0068</b>	0,0097	<b>0,0081</b>	28 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	8,7	0,7
		0,0030		0,0076		0,0071				
		0,0035		0,0062		0,0076				
76	0,1213Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> 1,8957 MgSO <sub>4</sub>	0,1853	<b>0,2503</b>	0,0128	<b>0,0130</b>	+0,0040	<b>+0,0027</b>	24 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	8,0	0,5
		0,2068		0,0140		+0,0035				
		0,3588		0,0122		+0,0006				
77	1,8213Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> 0,1263 MgSO <sub>4</sub>	0,0070	<b>0,0114</b>	0,0051	<b>0,0056</b>	0,0052	<b>0,0052</b>	15	7,5	0,3
		0,0093		0,0065		0,0052				
		0,0180		0,0052		0,0051				
78	1,8213Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> 1,8957 MgSO <sub>4</sub>	0,2722	<b>0,3168</b>	0,0114	<b>0,0130</b>	0,0029	<b>0,0048</b>	34,5	7,5	0,3
		0,2549		0,0140		0,0078				
		0,4234		0,0137		0,0036				
79	0,100 MgCl <sub>2</sub> 0,1263 MgSO <sub>4</sub>	0,0350	<b>0,0313</b>	0,0086	<b>0,0097</b>	0,0054	<b>0,0068</b>	15	7,8	0,2
		0,0356		0,0104		0,0077				
		0,0232		0,0102		0,0072				
80	0,100 MgCl <sub>2</sub> 1,8957 MgSO <sub>4</sub>	0,1871	<b>0,2164</b>	0,0089	<b>0,0080</b>	0,0020	<b>0,0032</b>	10	6,7	0,2
		0,2908		0,0074		0,0042				
		0,1713		0,0076		0,0033				
81	1,500 MgCl <sub>2</sub> 0,1263 MgSO <sub>4</sub>	0,1642	<b>0,0915</b>	0,0060	<b>0,0056</b>	0,0089	<b>0,0057</b>	11	8,7	0,4
		0,0513		0,0050		0,0031				
		0,0591		0,0059		0,0051				
82	1,500 MgCl <sub>2</sub> 1,8957 MgSO <sub>4</sub>	0,2911	<b>0,2602</b>	0,0055	<b>0,0052</b>	0,0044	<b>0,0038</b>	12 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	8,2	0,2
		0,2669		0,0046		0,0023				
		0,2226		0,0054		0,0018				

Salzgemischen im Dampfkessel.

Kessel I (25 Liter destilliertes Wasser)

Versuchs- flüssig- keit	Eisen Gewichtsabnahme		Messing Gewichtszunahme		Rotguß Gewichtsabnahme		Dest. Wasser nach- gespeist Liter	Sauerstoffgehalt im Kessel		Nr. der Lösung
	Einzelwerte g	Gesamt- Mittel g	Einzelwerte g	Gesamt- Mittel g	Einzelwerte g	Gesamt- Mittel g		zu Beginn mg O <sub>2</sub> /Liter	am Ende mg O <sub>2</sub> /Liter	
Destilliertes Wasser	0,0010	0,0013	+ 0,0060	+ 0,0044	0,0040	0,0060	15	8,6	0,2	71
	0,0009		+ 0,0070		0,0062					
	0,0010		+ 0,0074		0,0064					
	0,0009		+ 0,0080		0,0057		15	8,6	—	72
	0,0010		+ 0,0078		0,0070					
	0,0009		+ 0,0070		0,0056					
	0,0009		+ 0,0026		0,0056		16 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	8,7	1,0	73
	0,0008		+ 0,0022		0,0053					
	0,0010		+ 0,0022		0,0048					
	0,0009		+ 0,0041		0,0075		15	9,2	0,5	74
	0,0010		+ 0,0045		0,0088					
	0,0009		+ 0,0041		0,0077					
	0,0022		+ 0,0009		0,0071		28 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	8,4	0,8	75
	0,0018		+ 0,0003		0,0071					
	0,0020		+ 0,0003		0,0093					
	0,0008		+ 0,0030		0,0039		24 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	8,6	0,3	76
	0,0008		+ 0,0035		0,0058					
	0,0010		+ 0,0044		0,0042					
	0,0007		+ 0,0096		0,0066		15	8,3	0,2	77
	0,0008		+ 0,0052		0,0077					
	0,0007		+ 0,0091		0,0080					
	0,0009		+ 0,0013		0,0103		34,5	8,1	0,2	78
	0,0008		+ 0,0020		0,0122					
	0,0008		+ 0,0016		0,0109					
	0,0018		+ 0,0115		0,0066		15	8,0	0,1	79
	0,0017		+ 0,0100		0,0065					
	0,0013		+ 0,0109		0,0070					
	0,0007		+ 0,0071		0,0036		10	8,1	0,6	80
0,0008	+ 0,0071	0,0043								
0,0008	+ 0,0066	0,0035								
0,0010	+ 0,0039	0,0068	11	9,1	0,8	81				
0,0009	+ 0,0042	0,0075								
0,0013	+ 0,0050	0,0070								
0,0010	+ 0,0060	0,0047	12 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	8,8	0,5	82				
0,0007	+ 0,0054	0,0048								
0,0007	+ 0,0049	0,0056								

Tabelle 33. Angriffsversuche mit verschiedenen Wässern

Dampfdruck: 16 Atm.

Erste Ver-

Kessel II (25 l Wasser)

Nr. der Lösung	Art des Wassers	Eisen Gewichtsabnahme		Messing Gewichtsabnahme		Rotguß Gewichtsabnahme		Dest. Wasser nach-gespeist	Sauerstoffgehalt im Kessel	
		Einzelwerte g	Mittel g	Einzelwerte g	Mittel g	Einzelwert g	Mittel g		zu Beginn mg O <sub>2</sub> /Liter	am Ende mg O <sub>2</sub> /Liter
83	Saalewasser (ungereinigt)	0,0007	<b>0,0010</b>	0,0035	<b>0,0035</b>	0,0031	<b>0,0027</b>	15	9,1	0,5
		0,0010		0,0038		0,0024				
		0,0010		0,0038		0,0028				
		0,0013		0,0021		0,0046				
		0,0012		0,0042		0,0025				
		0,0008		0,0035		0,0007				
84	Saalewasser mit Kalk-Soda gereinigt	0,0018	<b>0,0034</b>	0,0019	<b>0,0020</b>	0,0021	<b>0,0031</b>	15	7,1	0,5
		0,0018		0,0022		0,0024				
		0,0016		0,0030		0,0038				
		0,0044		0,0021		0,0022				
		0,0058		0,0009		0,0048				
		0,0050		0,0016		0,0031				
85	Saalewasser mit Natronlauge-Soda gereinigt	0,0025	<b>0,0031</b>	0,0014	<b>0,0007</b>	0,0036	<b>0,0040</b>	15	9,3	0,6
		0,0032		0,0010		0,0056				
		0,0035		0,0010		0,0048				
		0,0030		0,0000		0,0002				
		0,0030		0,0002		0,0046				
		0,0034		0,0004		0,0050				
86	Luppewasser (ungereinigt)	0,0006	<b>0,0011</b>	+ 0,0010	<b>+ 0,0015</b>	0,0026	<b>0,0031</b>	15	9,1	0,3
		0,0008		+ 0,0016		0,0065				
		0,0015		+ 0,0014		0,0022				
		0,0010		+ 0,0012		0,0017				
		0,0014		+ 0,0020		0,0036				
		0,0015		+ 0,0019		0,0023				
87	Luppewasser mit Kalk-Soda gereinigt	0,0015	<b>0,0015</b>	+ 0,0019	<b>+ 0,0011</b>	0,0020	<b>0,0017</b>	15	9,2	0,4
		0,0016		+ 0,0032		0,0015				
		0,0016		+ 0,0006		0,0007				
		0,0014		0,0000		0,0032				
		0,0020		+ 0,0006		0,0020				
		0,0010		+ 0,0004		0,0007				
88	Luppewasser mit Natronlauge-Soda gereinigt	0,0022	<b>0,0027</b>	+ 0,0014	Mittel nicht gebildet	0,0024	<b>0,0045</b>	15	9,5	0,2
		0,0022		- 0,0026		0,0038				
		0,0023		+ 0,0012		0,0034				
		0,0027		0,0041		0,0049				
		0,0033		0,0028		0,0063				
		0,0032		0,0017		0,0060				

im Dampfkessel. (Siehe Tabelle 7 und 8 und Abb. 47.)

suchsreihe.

Versuchsdauer: 144 Stunden.

Kessel I (25 l destilliertes Wasser)

Ver- suc- is- flüssig- keit	Eisen Gewichtsabnahme		Messing Gewichtszunahme		Rotguß Gewichtsabnahme		Dest. Wasser nach- gespeist	Sauerstoffgehalt im Kessel		Nr. der Lösung
	Ein- zel- werte g	Mittel g	Einzelwerte g	Mittel g	Einzelwerte g	Mittel g		zu Beginn mgO <sub>2</sub> /Liter	am Ende mgO <sub>2</sub> /Liter	
Destilliertes Wasser	0,0016	0,0020	+ 0,0054	+	0,0075	0,0056	15	9,1	0,2	83
	0,0014		+ 0,0062		0,0076					
	0,0015		+ 0,0055		0,0078					
	0,0014		+ 0,0034		0,0048		15	9,0	0,7	
	0,0013		+ 0,0052		0,0067					
	0,0014		+ 0,0062		0,0044					
	0,0023		—		0,0038		15	9,0	0,2	
	0,0022		—		0,0031					
	0,0023		—		0,0051					
	0,0019		+ 0,0034		0,0035		15	9,1	1,0	
	0,0016		+ 0,0040		0,0025					
	0,0016		+ 0,0040		0,0039					
	0,0044		+ 0,0045		0,0028		15	10,3	0,5	
	0,0042		+ 0,0040		0,0048					
	0,0042		+ 0,0020		0,0039					
	0,0016		+ 0,0027		0,0052		15	8,3	1,0	
	0,0016		+ 0,0085		0,0062					
	0,0016		+ 0,0060		0,0064					
	0,0014		+ 0,0066		0,0019		15	7,4	0,4	
	0,0014		+ 0,0072		0,0031					
	0,0016		+ 0,0065		0,0031					
	0,0020		+ 0,0050		0,0076		15	8,5	0,1	
	0,0021		+ 0,0053		0,0056					
	0,0018		+ 0,0059		0,0058					
	0,0014		+ 0,0071		0,0043		15	9,3	0,8	
	0,0013		+ 0,0054		0,0072					
	0,0012		+ 0,0054		0,0050					
	0,0025		+ 0,0064		0,0052		15 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	8,4	0,2	
0,0026	+ 0,0044	0,0078								
0,0029	+ 0,0058	0,0076								
0,0021	+ 0,0059	0,0062	15	8,7	0,0					
0,0018	+ 0,0054	0,0067								
0,0019	+ 0,0047	0,0068								
0,0028	+ 0,0037	0,0098	15	8,1	0,8					
0,0023	+ 0,0027	0,0089								
0,0028	+ 0,0021	0,0100								

Kessel II (25 l Wasser)

Nr. der Lösung	Art des Wassers	Eisen Gewichtsabnahme		Messing Gewichtsabnahme		Rotguß Gewichtsabnahme		Wasser nachgespeist
		Einzelwerte	Mittel	Einzelwerte	Mittel	Einzelwerte	Mittel	
		g	g	g	g	g	g	
83a	Saalewasser (ungereinigt)	0,0184	<b>0,0293</b>	0,0018	Mittel nicht gebildet	0,0220	<b>0,0243</b>	600 Liter Saalewasser (ungereinigt) nachgespeist
		0,0411		+ 0,0003		0,0241		
		[0,0077 <sup>1)</sup> ]		+ 0,0003		0,0268		
84a	Saalewasser mit Kalk-Soda gereinigt	0,0029	<b>0,0021</b>	0,0069	—	0,0270	<b>0,0263</b>	614 Liter mit Kalk-Soda gereinigtes Saalewasser nachgespeist
		0,0022		0,0059		0,0248		
		0,0012		0,0048		0,0272		
85a	Saalewasser mit Natronlauge-Soda gereinigt	0,0016	<b>0,0018</b>	+ 0,0010	Mittel nicht gebildet	0,0158	<b>0,0158</b>	728 Liter mit Natronlauge-Soda gereinigtes Saalewasser nachgespeist
		0,0023		— 0,0034		0,0138		
		0,0016		+ 0,0016		0,0178		

<sup>1)</sup> Mit starker Schlammschicht überzogen, von der Mittelbildung ausgeschlossen.

mit verschiedenen Wässern.  
suchsreihe.

Versuchsdauer: 480 Stunden.

Kessel I (25 l destilliertes Wasser)

Ver- suchs- flüssig- keit	Eisen Gewichtsabnahme		Messing Gewichtsabnahme		Rotgüß Gewichtsabnahme		Dest. Wasser nach- gespelt	Sauerstoffgehalt im Kessel		Nr. der Lösung
	Einzelwerte g	Mittel g	Einzelwerte g	Mittel g	Einzelwerte g	Mittel g		zu Beginn mgO <sub>2</sub> /Liter	am Ende mgO <sub>2</sub> /Liter	
Destilliertes Wasser	0,0064		0,0100		0,0713		600	8,3	0,0	83 a
	0,0097		0,0154		0,0622					
	0,0103		0,0068		0,0690					
	0,0165	0,0118	0,0279	0,0208	0,1014	0,0920	614	9,6	0,0	84 a
	0,0195		0,0380		0,0942					
	0,0165		0,0271		0,0982					
	0,0087		0,0189		0,1035		728	7,8	0,2	85 a
	0,0101		0,0211		0,1091					
	0,0090		0,0217		0,1195					

Tabelle 26. Angriffsversuche mit Magnesiumchloridlösungen im Dampfkessel. (Abb. 35.)  
 (Kontrollversuche: Nur Eisenplättchen in den Kesseln.)  
 Dampfdruck: 16 Atm. Versuchsdauer: 144 Stunden.

Nr. der Lösung	MgCl <sub>2</sub> im Liter g	Kessel II (25 l Salzlösung)				Kessel I (25 l destilliertes Wasser)				
		Eisen		Destilliertes Wasser nach-gespeist Liter	Sauerstoffgehalt im Kessel		Versuchs-flüssigkeit	Destilliertes Wasser nach-gespeist Liter	Sauerstoffgehalt im Kessel	
		Einzelwerte g	Mittel g		zu Beginn mgO <sub>2</sub> /Liter	am Ende mgO <sub>2</sub> /Liter			zu Beginn mgO <sub>2</sub> /Liter	am Ende mgO <sub>2</sub> /Liter
3	0,300	0,0304	<b>0,0426</b>	53	8,6	0,8	Destilliertes Wasser	53	8,9	0,4
		0,0713								
		0,0238								
		0,0430								
		0,0448								
0,0411										
4	0,500	0,0415	<b>0,0825</b>	26	8,2	0,8	Destilliertes Wasser	26	8,3	1,5
		0,1042								
		0,1017								
		0,1182								
		0,1071								
0,0974										
5	0,700	0,0633	<b>0,1076</b>	22	8,2	1,0	Destilliertes Wasser	22	8,7	0,3
		0,0544								
		0,0719								
		0,2642								
		0,1624								
0,2515										
6	0,900	0,1307	<b>0,1442</b>	32,5	8,9	0,5	Destilliertes Wasser	32,5	9,0	0,2
		0,1726								
		0,2268								
		0,1755								
		0,2230								
0,1690										
9	1,500	0,1392	<b>0,1684</b>	22	8,9	0,7	Destilliertes Wasser	22	9,5	1,1
		0,1358								
		0,0056								
		0,0047								
		0,0052								

**Probenahme und Analyse von Eisen und Stahl.** Hand- und Hilfsbuch für Eisenhütten-Laboratorien. Von Prof. Dipl.-Ing. **O. Bauer** und Prof. Dipl.-Ing. **F. Deiß**. Zweite, vermehrte und verbesserte Auflage. 312 Seiten mit 176 Abbildungen und 140 Tabellen im Text. 1922. Gebunden 12.— Goldmark.

**Die praktische Nutzenanwendung der Prüfung des Eisens durch Ätzverfahren und mit Hilfe des Mikroskopes.** Kurze Anleitung für Ingenieure, insbesondere Betriebsbeamte. Von Dr.-Ing. **F. Preuß** †. Zweite, vermehrte und verbesserte Auflage, herausgegeben von Prof. **Dr. G. Berndt** und Ingenieur **A. Cochius**. 132 Seiten mit 153 Figuren im Text und auf 1 Tafel. 1921. Gebunden 3.50 Goldmark.

**Hilfsbuch für Metalltechniker.** Einführung in die neuzeitliche Metall- und Legierungskunde, erprobte Arbeitsverfahren und Vorschriften für die Werkstätten der Metalltechniker, Oberflächenveredlungsarbeiten u. a. nebst wissenschaftlichen Erläuterungen. Von **Georg Fuchner**, selbständiger öffentlicher Chemiker in München. Dritte, neubearbeitete und erweiterte Auflage. 410 Seiten mit 14 Textabbildungen. 1922. Gebunden 12.— Goldmark.

**Moderne Metallkunde in Theorie und Praxis.** Von Ober-Ing. **J. Czochralski**. 305 Seiten mit 298 Textabbildungen. 1924. Gebunden 12.— Goldma k.

**Lagermetalle und ihre technologische Bewertung.** Ein Hand- und Hilfsbuch für den Betriebs-, Konstruktions- und Materialprüfungsingenieur. Von Ob.-Ing. **J. Czochralski** und Dr.-Ing. **G. Welter**. Zweite, verbesserte Auflage. 123 Seiten mit 135 Textabbildungen. 1924. Gebunden 4.50 Goldmark.

**Das technische Eisen.** Konstitution und Eigenschaften. Von Dr.-Ing. **Paul Oberhoffer**, o. Professor der Eisenhüttenkunde, Vorsteher des Eisenhüttenmännischen Instituts an der Techn. Hochschule, Aachen. Zweite, verbesserte und vermehrte Auflage. 608 Seiten mit 610 Abbildungen im Text und 20 Tabellen. 1925. Gebunden 31.50 Goldmark.

**Die Theorie der Eisen-Kohlenstoff-Legierungen.** Studien über das Erstarrungs- und Umwandlungsschaubild nebst einem Anhang: Kaltrecken und Glühen nach dem Kaltrecken. Von **E. Heyn** †, weiland Direktor des Kaiser-Wilhelm-Instituts für Metallforschung. Herausgegeben von Prof. Dipl.-Ing. **E. Wetzel**. 193 Seiten mit 103 Textabbildungen und XVI Tafeln. 1924. Gebunden 12.— Goldmark.

**Die Verfestigung der Metalle durch mechanische Beanspruchung.** Die bestehenden Hypothesen und ihre Diskussion. Von Professor **Dr. H. W. Fraenkel**, Privatdozent an der Universität Frankfurt a. M. 51 Seiten mit 9 Textfiguren und 2 Tafeln. 1920. 1.80 Goldmark.

**Die Praxis des Eisenhüttenchemikers.** Anleitung zur chemischen Untersuchung des Eisens und der Eisenerze. Von Prof. **Dr. Carl Krug**, Berlin. Zweite, vermehrte und verbesserte Auflage. 208 Seiten mit 29 Textabbildungen. 1923. 6.— Goldmark; geb. 7.— Goldmark.

**Werkstoffprüfung für Maschinen- und Eisenbau.** Von **Dr. G. Schulze**, Ständiges Mitglied am staatlichen Materialprüfungsamt Berlin-Dahlem, und Dipl.-Ing. **E. Vollhardt**, Studienrat an der Beuthschule Berlin. 194 Seiten mit 213 Textabbildungen. 1923. 7.— Goldmark; geb. 7.80 Goldmark.

L u n g e - B e r l  
**Chemisch-technische Untersuchungsmethoden**

Unter Mitwirkung zahlreicher hervorragender Fachleute

Herausgegeben von

**Ing.-Chem. Dr. E. Berl**

Professor der Technischen Chemie und Elektrochemie an der Technischen Hochschule in Darmstadt

**Siebente, vollständig umgearbeitete u. vermehrte Auflage**

Mit dem 1924 erschienenen vierten Bande liegt die siebente Auflage des Gesamtwerkes, das zum unentbehrlichen Rüstzeug des technisch und wissenschaftlich arbeitenden Chemikers gehört, abgeschlossen und vollständig vor.

Erster Band. 1132 Seiten mit 291 in den Text gedruckten Figuren und einem Bildnis und 85 Tafeln. 1921. Gebunden 36 Goldmark

Zweiter Band. 1456 Seiten m. 313 in den Text gedruckten Figuren. 1922. Gebunden 48 Goldmark

Dritter Band. 1393 Seiten m. 235 in den Text gedruckten Figuren. 1923. Gebunden 44 Goldmark

Vierter Band. 1165 Seiten m. 125 in den Text gedruckten Figuren. 1924. Gebunden 40 Goldmark

**Beilsteins Handbuch der organischen Chemie**

Vierte Auflage

Die Literatur bis 1. Januar 1910 umfassend

Herausgegeben von der Deutschen Chemischen Gesellschaft

Bearbeitet von

**Bernhard Prager, Paul Jacobson †, Paul Schmidt und Dora Stern**

Erster Band: **Leitsätze für die systematische Anordnung. — Acyclische Kohlenwasserstoffe, Oxy- und Oxo-Verbindungen.** 1018 Seiten. 1918. Gebunden 47 Goldmark

Zweiter Band: **Acyclische Monocarbonsäuren und Polycarbonsäuren.** 928 Seiten. 1920. Gebunden 42 Goldmark

Dritter Band: **Acyclische Oxy-Carbonsäuren und Oxo-Carbonsäuren.** 948 Seiten. 1921. Gebunden 44 Goldmark

Vierter Band: **Acyclische Sulfinsäuren und Sulfonsäuren. — Acyclische Amine, Hydroxylamine, Hydrazine und weitere Verbindungen mit Stickstoff-Funktionen. — Acyclische C-Phosphor-, C-Arsen-, C-Antimon-, C-Wismut-, C-Silicium-Verbindungen und Metallorganische Verbindungen.** 750 Seiten. 1922. Gebunden 35 Goldmark

Fünfter Band: **Cyclische Kohlenwasserstoffe.** 802 Seiten. 1922. Gebunden 37 Goldmark

Sechster Band: **Isocyclische Oxy-Verbindungen.** 1295 Seiten. 1923. Gebunden 82 Goldmark

Siebenter Band: **Isocyclische Monooxo-Verbindungen und Polyoxo-Verbindungen.** 963 Seiten. 1925. Gebunden 128 Goldmark

**Fortschritte in der anorganisch-chemischen Industrie**

dargestellt an Hand der Deutschen Reichs-Patente

Herausgegeben von

**Adolf Bräuer und J. D'Ans**

Zweiter Band: 1918—1923

Erster Teil:

Bearbeitet mit Unterstützung von **Josef Reitstötter**

und unter Mitwirkung von

**W. Bertelsmann, J. Billiter, H. Pauling, F. Pollitzer, B. Waeser**

1200 Seiten mit zahlreichen Textfiguren. 1925. 96 Goldmark

Erster Band: 1877—1917

Erster Teil. 1921. 1192 Seiten mit zahlreichen Textfiguren. 90 Goldmark

Zweiter Teil. 1922. 1448 Seiten mit zahlreichen Textfiguren. 108 Goldmark

Dritter Teil. 1923. 1190 Seiten mit zahlreichen Textfiguren. 100 Goldmark