

S y s t e m
d e r
M e t a l l u r g i e
geschichtlich, statistisch, theoretisch und technisch

v o n

Dr. C. J. B. Karsten,

Königl. Preuß. Geheimen Ober-Berg-Rathe, Ritter des Rothen
Adler-Ordens dritter Classe und des eisernen Kreuzes, ordentlichem
Mitgliede der Königl. Akademie der Wissenschaften zu Berlin, und
anderer gelehrten Gesellschaften ordentlichem und Ehren-
Mitgliede.

Vierter Band.

Berlin, 1831.
Gedruckt und verlegt
bei G. Reimer.

Inhalt

des vierten Bandes.

Eisen.

- Reines Eisen.** A. B. Verschiedenheit im physikalischen Verhalten der Eisenarten. 4. Farbe des Eisens. 7. Textur. 8. Specifisches Gewicht. 11. Härte. 11. Festigkeit. 12. Verhalten in erhöhten Temperaturen. 13. Schweißbarkeit. 16. Roth, und Rostbruch. 17. Schmelzbarkeit. 18. Eisen und Sauerstoff. 18. Verbranntes Eisen. 20. Glühspan. 21. Kosten des Eisens. 23. Eisen und Schwefel. 24. und Phosphor 25. und Alkalien 27. und Silicium 28. und Aluminium 29. und Calcium 29. und Gold 30. und Silber 30. und Kupfer. 31. und Blei 32. und Zinn 32. und Zink 32. und Wismuth 33. und Antimon 34. und Arsenik 34. und Titan 34. und Mangan 35.
- Eisen und Kohle.** 36.
- Stahl.** 40. Physikalische Eigenschaften. 41. Verhalten in höheren Temperaturen. 42.
- Roheisen.** 44. Arten desselben. 44. Physikalische Eigenschaften. 47. Verhalten in höheren Temperaturen. 49. Von dem grauen Roheisen. 51. Von dem weißen Roheisen 56.
- Verhalten des Stahls und des Roheisens zu anderen Körpern.** 59. Graphit, oder Kohlenmetall. 67. Dreifacher Verbindungszustand des Eisens mit Kohle im Roheisen. 73. Kohlegehalt der verschiedenen Roheisenarten 74
- Die Reduction der Eisenoxyde durch Kohle.** 81.
- Von den Eisenerzen und von deren Behandlung vor dem Verschmelzen.** 83. Gediegen Eisen. 84. Eisen mit Schwefel. 84. Eisen mit Arsenik 85. Eisen mit Sauerstoff im unvollkommenen Drydationszustande. 85. Eisen mit Sauerstoff im vollkommenen Drydationszustande. 86. Drydirtes Eisen, in Verbindung mit Säuren oder mit anderen oxydirten Körpern, welche die Stelle der Säure vertreten. 91. Ueber das Reduciren der Eisenerze durch Kohle. 102

- Aggregatzustand der zu verschmelzenden Eisenerze. 109. Rosten der Eisenerze. 110. Zuschläge bei der Schmelzarbeit. 114.
- Die Roheisenerzeugung. 116. Blaudöfen und Hoheöfen. 117. Zustellen der Defen. 118. Steingestell. 121. Massengestell. 126. Ueber die Konstruktion der Gestelle und der Schächte. 130. Ueber den Betrieb der Defen zum Schmelzen der Eisenerze. 157.
- Von den Verfahrungsarten das graue Roheisen in weißes umzuändern, oder von der Bereitung des Feineisens, so wie vom Rosten oder Braten des Roheisens. 189.
- Von den Methoden deren man sich beim Umschmelzen des Roheisens bedient. 211.
- A. Das Schmelzen in Liegeln. 214.
- B. Das Schmelzen in Schachtföfen. 216.
- a. Der Sturzofen, oder Centofen. 218.
- b. Der Kupolofen. 221.
- C. Das Schmelzen in Flammendöfen. 227.
- Die Stabeisenbereitung. 242.
- A. Von der Frischarbeit, oder von der Darstellung des Stabeisens aus Roheisen. 246.
- a. Von der Frischarbeit in Heerden. 258.
1. Die deutsche Frischschmelze. 262. 2. Die Wallonenschmelze. 284. 3. Die Löschfeuererschmelze. 285. 4. Die Steyersche Einmalfrischschmelze. 290. 5. Die Siegensche Einmalfrischschmelze. 291. 6. Die Osemundschmelze. 293. 7. Die Bratsfrischschmelze. 295. 8. Die Mügla Frischschmelze. 295. 9. Die Brechschmelze. 296. 10. Der Sinterprozeß. 297. 11. Die Hart- und Weichzerrnarbeit. 298. 11. Die Kerttschmelze. 299. 13. Die Südwalliser Frischarbeit. 299.
- b. Von der Frischarbeit in Flammendöfen. 303.
- B. Von der Rennarbeit, oder von der Darstellung des Stabeisens unmittelbar aus den Erzen. 328.
- a. Die Stücköfen oder Wolfsöfen. 328.
- b. Die Blaseöfen. 331.
- c. Die deutsche Luppenfrischerei. 332.
- d. Die französische Luppenfrischerei. 334.
- e. Die italienische Luppenfrischerei. 337.
- Die Stahlbereitung. 340.
- A. Von der Schmelzstahlbereitung unmittelbar aus den Eisenerzen. 344.
- B. Von der Schmelzstahlbereitung aus Roheisen. 345.
- a. Aus grauem, rohschmelzendem Roheisen. 348.
- b. Aus weißem, rohschmelzendem Roheisen. 352.
- c. Aus weißem, gaarschmelzendem Roheisen. 355.
- d. Aus weißem Roheisen, mit einer Vorbereitung desselben. 359.
1. Die unächte Brescianarbeit. 359.
2. Die achte Brescianarbeit. 361.
- C. Von der Cement- oder Brennstaahlbereitung. 364.
- D. Von der Gußstahlbereitung. 377.
- Vom Raffiniren, Härten und Anlassen des Stahls. 385.
- Vom damascirten Stahl. 395.
- Von der Behandlung des Eisens in der Schweiß- und Glühhitze. 397.
- Von der Benutzung der Eisenfrischschlacken. 411.
- Literatur. 413.

Z i n k.

- Anwendung dieses Metalles zu technischen Zwecken. 415. Physikalische Eigenschaften. 416. Verhalten in höheren Temperaturen und deren Einfluß auf die Streckbarkeit. 418. Verbindungen mit anderen Körpern. 421.
- Von den Zinkerzen. 424. Von den Röstarbeiten, oder von den Vorbereitungsarbeiten denen die Zinkerze unterworfen werden. 433. Zinkerzprobe 439.
- Von der Gewinnung des Zinkes aus den Erzen. 440.
- A. Die Schlefische Methode. 442.
- B. Die Englische Methode. 468.
- C. Die Rüttliche Methode. 473.
- D. Die Süddeutsche Methode. 479.
- Von dem Umschmelzen des Zinkes. 481.
- Zufällige Gewinnung des Zinkes beim Verschmelzen der Blei, und Kupfererze in Schachtöfen. 483.
- Die Verarbeitung des Zinkes zu Blechen 484.
- Von der Messingbereitung. 486. Ausglühen des Messings zur weiteren Bearbeitung unter Hämmern und Walzen. 488. Einfluß der Beschaffenheit des Kupfers auf die Güte des Messings. 489.
- A. Die Messingbereitung aus Galmei. 491.
- B. Die Messingbereitung aus regulinischem Zink. 497.
- Literatur. 497.

W i s m u t h.

- Reinigung desselben. 499. Physikalische Eigenschaften. 500. Verhalten auf der Capelle. 502. Verbindungen mit anderen Körpern. 503.
- Von den Wismutherzen. 505.
- Von der Gewinnung des Wismuth aus den Erzen. 509.

A n t i m o n.

- Vorkommen und Anwendung desselben. 513. Physikalische Eigenschaften. 514. Verbindungen mit anderen Körpern. 516. Schwefelantimon und dessen Verhalten mit anderen Körpern in höheren Temperaturen. 520.
- Von den Antimonerzen. 529.
- Von der Darstellung des Antimon aus den Erzen. 536.
- A. Das Auslaigern des rohen Spießglanzes. 536.
- B. Die Darstellung des regulinischen Antimon aus dem rohen Spießglanz, oder auch unmittelbar aus dem Erz. 541.
- Literatur. 546.

Q u e c k s i l b e r.

- Eigenschaften. 547. Verbindung mit Schwefel. 550.
- Von den Quecksilbererzen. 551.
- Von der Darstellung des Quecksilbers aus den Erzen. 554.
- Literatur. 546.

A r s e n i t.

Physikalische Eigenschaften. 567. **Verbindung mit Sauerstoff** 568. **mit Schwefel.** 572. **Verbindung des weißen Arsenik mit Schwefelarsenik.** 574.

Von den Arsenikergen. 575.

Von der Darstellung des Arsenik aus den Erzen. 582.

A. **Des regulinischen Arsenik.** 582. 584.

B. **Des weißen Arsenik, oder der arsenigten Säure.** 582. 585. **Reinigen oder Raffiniren des weißen Arsenik.** 589.

Von der Bereitung des gelben Arsenikglases. 592.

Von der Bereitung des rothen Arsenik. 592.

K o b a l t.

Anwendung dieses Metalles zur Bereitung der blauen Farbe. 595. **Vorkommen in der Natur.** 597. **Umstände von welchen die Beschaffenheit der blauen Kobaltfarbe abhängig ist.** 599. **Zaffer oder Safflor.** 603. **Smalte (Streublau, Farbe und Eschel).** 603. **Kobaltspeiße.** 607. **Verunreinigung der blauen Farbe durch andere Körper.** 609.

Von den Kobalterzen. 611. **Deren Aufbereitung.** 614. **Vorsichtsmaaßregeln welche beim Rösten der Erze getroffen werden müssen.** 615. **Von den Zuschlägen, oder von der Anfertigung der Gemenge.** 618.

Von der Safflorbereitung und von der Smaltefabrikation. 621. **Benutzung der Kobaltspeiße.** 628.

Literatur. 629.

S y s t e m
d e r
M e t a l l u r g i e.

Vierter Theil.

E i s e n.

Das Eisen ist ein, in seinem chemisch reinen Zustande fast unbekanntes Metall. Wie alle Metalle, so erleidet auch das Eisen, durch sehr geringe Beimischungen, oder auch wohl nur durch bloße Beimengungen von fremden Substanzen, sehr auffallende Veränderungen in seinen physikalischen Eigenschaften. Das durch die metallurgischen Prozesse dargestellte Eisen ist niemals ganz rein, und daher zeigt es große Verschiedenheiten in Festigkeit und Härte, je nachdem die Erze, aus denen es gewonnen wird, oder die Bereitungsmethoden verschieden gewählt werden. Ein fast ganz reines Eisen erhält man, wenn man fehlerloses Stabeisen, im gefeilten Zustande, mit dem dritten oder dem vierten Theil reinem oxydirten Eisen mengt, und das Gemenge in einem Thontiegel, unter einer Decke von metallfreiem Glase, zum Schmelzen bringt. Die Schmelzung erfolgt nur bei Anwendung von Hoaks, und bei einem starken künstlichen Luftzuge. Der Regulus muß vollständig geschmolzen seyn. Er hat dann eine zinn- fast silberweiße Farbe, verhält sich weicher und dehnbarer als das gewöhnliche reinste Stabeisen, zeigt ein hakig-zackiges Gefüge, welches durch starkes Zusammenpressen oder Zusammenschlagen leicht sehnig wird, und besißt ein größeres spec. Gew. (7,75 bis 7,845) als das

gewöhnliche reine Eisen. Wegen der außerordentlichen Strengflüssigkeit des Eisens, läßt sich jedoch von diesem Verfahren zur Bereitung eines chemisch reinen Eisens, für die Anwendung im Großen kein Gebrauch machen.

Es sind besonders die Beimischungen von Kohle, Schwefel, Phosphor und Silicium, so wie die Beimengungen von Eisenschlacke (Eisenorydul-Silikaten), durch welche die physikalischen Eigenschaften des Stabeisens modificirt werden. Sehr geringe Quantitäten von den genannten Körpern äußern schon einen bedeutenden Einfluß auf die Festigkeit und Härte, oft auch auf die Textur des Stabeisens. Es entspringen daraus fast unendliche Verschiedenheiten in den physikalischen Eigenschaften des Stabeisens, welche Gelegenheit gegeben haben, zähes, hartes, weiches, mürbes, steifes, starkes, sprödes u. s. f. Eisen zu unterscheiden. So wenig es geläugnet werden kann, daß der Grund des verschiedenartigen Verhaltens des Eisens in der Härte und Festigkeit, bloß den Beimischungen und Beimengungen desselben zuzuschreiben ist; so wenig läßt sich doch bis jetzt mit Zuverlässigkeit behaupten, daß es bloß die so eben genannten Körper sind, welche die verschiedenen Modifikationen in den physikalischen Eigenschaften des Eisens hervorbringen. Nur von dem Kohlenmetall weiß man es mit Gewißheit, daß eine kleine Beimischung ($\frac{1}{4}$ bis $\frac{1}{2}$ Prozent) die Härte des Stabeisens vermehrt, ohne seiner Festigkeit nachtheilig zu seyn, so daß dasselbe durch einen geringen Kohlegehalt zu den mehrsten Zwecken geeigneter wird, als das chemisch reine Eisen, weil es wegen der größeren Härte der Abnutzung (Reibung) stärker widersteht. Einige Körper (Schwefel) vermindern die Festigkeit des Eisens in den erhöhten Temperaturen in einem ungleich höheren Grade, als in der gewöhnlichen Temperatur, weshalb man solches Eisen rothbrüchig zu nennen pflegt. Andere Körper (Phosphor) äußern in der erhöhten Temperatur keinen auffallend nachtheiligen Einfluß auf

die Festigkeit des Eisens, wohl aber in der gewöhnlichen Temperatur, und daher nennt man das Eisen, welches ein solches Verhalten zeigt, kaltbrüchig. Noch andere Körper (Silicium, Aluminium? Calcium) vermindern die Festigkeit des Eisens in allen Temperaturen, und solches Eisen pflegt man faulbrüchig, oder auch hadrig zu nennen. Die Ursache der Faulbrüchigkeit, oder der mürben Beschaffenheit des Eisens, kann sehr oft auch eine ganz mechanische seyn, und durch eine Beimengung von Eisenschlacke hervorgebracht werden, die durch unzureichenden mechanischen Druck, vorzüglich in nicht hinlänglich erhöhten Temperaturen, nicht 'vollständig ausgepreßt worden ist. Nach den verschiedenen Graden der Härte kann man alle Stabeisensvarietäten unter folgende Abtheilungen bringen:

- I. Hartes Eisen. Es giebt den äußeren Eindrücken nicht leicht nach, und behält beim Schmieden oder Walzen länger eine hadrig zackige Textur.
 - 1) Hartes und festes Eisen (auch wohl zähes oder derbes Eisen genannt) läßt sich kalt und warm nach allen Richtungen biegen. Dies vorzüglich gute Eisen verdankt dem Kohlenmetall seine Härte. Es ist unter allen Eisensorten das festeste, weil es sich am wenigsten dehnt.
 - 2) Hartes und sprödes Eisen. Es läßt sich warm schlecht schmieden, zerspringt auch in der Kälte sehr leicht. So verhält sich in der Regel das rohe, noch nicht völlig gaar gefrischte Eisen, welches außer der Kohle noch Schwefel und Silicium enthält, oder welchem noch Eisenschlacke mechanisch beigemischt ist, welches immer der Fall zu seyn pflegt, wenn die stärkste Weißglühhitze bei der Bereitung gefehlt hat.
 - 3) Hartes und mürbes Eisen. Es läßt sich in der Hitze sehr gut schmieden, auch nach allen Richtungen biegen,

zeigt aber in der Kälte eine geringe Festigkeit. So verhält sich das durch Phosphor kaltbrüchige Eisen.

4) Hartes und wildes Eisen. Es zeigt in der Kälte einen hohen Grad von Festigkeit, verhält sich aber brüchig in der erhöhten Temperatur. Außer dem Schwefel können auch andere Körper dem Eisen den Fehler des Rothbruchs mittheilen. In hohem Grade rothbrüchiges Eisen ist, wegen der Rantenbrüche, die es beim Schmieden oder Walzen in der Hitze erhält, auch in der Kälte nicht haltbar.

II. Weiches Eisen. Es giebt den äußeren Eindrücken unter dem Hammer oder unter den Walzen leicht nach, verliert bald die zackige Textur, und wird sehnig.

1) Weiches und zähres Eisen. Es läßt sich nach allen Richtungen kalt und warm biegen. Dies Eisen steht zwar in der Festigkeit dem harten und festen Eisen nach, weil es sehr geneigt ist, sich zu dehnen; auch widersteht es der Abnutzung durch Reibung weniger als dieses; allein es ist zu manchen Zwecken (zur Blechbereitung) nicht weniger anwendbar.

2) Weiches und sprödes Eisen. Es ist in der Hitze biegsam, zerspringt aber in der Kälte bei geringen Schlägen. Das sogenannte verbrannte und überhitzte Eisen verhält sich zwar so, allein es erlangt durch starkes mechanisches Zusammenpressen wieder eine größere Festigkeit. Dagegen läßt sich die Sprödigkeit nicht heben, wenn sie durch Beimischungen von fremden Substanzen, wohin ganz vorzüglich das Silicium gehört, veranlaßt wird. Auch beigemengte Eisenschlacke ertheilt dem weichen (nicht Kohle haltenden) Eisen, eine spröde Beschaffenheit.

3) Weiches und mürbes Eisen. Es ist in der Hitze, zum Theil auch in der Kälte biegsam, hält aber starke Schläge nicht aus. Das im geringen Grade kaltbrüchige Eisen gehört hierher, noch mehr aber das Eisen, von wel-

dem das Silicium bei der Eisenbereitung nicht rein abgetrennt ist. Starke Beimengungen von Eisenschlacke machen das Eisen ebenfalls mürbe, und vermindern seine Festigkeit in allen Temperaturen.

Das weiche Eisen ist zwar ein vollkommeneres Stabeisen als das harte, indefs pflegt man, bei gleichen Graden der Zähigkeit, dem harten Eisen den Vorzug deshalb zu geben, weil es durch wiederholtes Glühen immer besser und weicher wird, wogegen das weiche Eisen leichter geneigt ist, durch vieles Glühen mürbe zu werden. Bei dem harten Eisen wird eine fremdartige Beimischung sich auffallender äußern, weil die Härte schon an sich eine größere Sprödigkeit veranlaßt. Das weiche Eisen ist weniger zur Sprödigkeit geneigt, und muß eben deshalb, wenn es sich mürbe zeigt, für ein besonders schlechtes Eisen gehalten werden.

Farbe, Textur und die physikalischen Eigenschaften des Eisens sind daher, nach den verschiedenen Graden der Verunreinigung des Eisens, und nach der Beschaffenheit des beigemischten oder beigemengten Körpers, sehr verschieden. Genaue chemische Untersuchungen werden in der Folge vielleicht einmal dahin führen, aus dem äußeren Ansehen und aus dem physikalischen Verhalten des fehlerhaften Stabeisens, den Grad seiner Verunreinigung und die Natur des verunreinigenden Körpers zu bestimmen.

Weil die feuchte Luft die Oberfläche des Eisens schnell verändert, so läßt sich die wahre Farbe des Metalles nur auf der frischen Bruchfläche beurtheilen. Die eigentliche Farbe des Stabeisens ist lichtgrau, mit vollkommen metallischem Glanz. Die Farbe ist jedoch vielen Modificationen unterworfen, von denen dann auch der Glanz abhängig ist. Die lichtgraue Farbe zieht sich auf der einen Seite ins Weiße, auf der anderen ins Dunkle, mit stärkerem oder schwächerem Glanz auf beiden Seiten. Je mehr sich die lichtgraue Farbe, mit

gleichzeitig zunehmendem stärkeren Glanz in das Weiße, und je mehr sich die lichtgraue Farbe mit gleichzeitig abnehmendem Metallglanz in das Dunkle zieht, desto schlechter ist die Beschaffenheit des Eisens. Sehr helle Farbe mit schwachem Glanz, und graulichweiße Farbe mit starkem Glanz bezeichnen also gutes Eisen. Helle Farbe mit sehr starkem Metallglanz geben ein verbranntes Eisen, wenn die Farbe ins Bläuliche spielt, oder ein in der Kälte leicht zersprengbares Eisen, wenn die Farbe ganz weiß ist, zu erkennen. Dunkle Farben mit schwachem Metallglanz deuten auf ein in der Hitze brüchiges (rothbrüchiges), und bei noch größerer Abnahme des Glanzes auf ein mürbes, kurzes (faulbrüchiges oder auch roh gefrischtes) Eisen.

Die ursprüngliche Textur des Stabeisens ist hakig oder zackig. Weil das Stabeisen aber durch das Schmieden oder durch das Ausstrecken stets eine gewisse äußere Gestalt erhält; so kommt es sehr darauf an, ob die Stäbe dicker oder dünner ausgedehnt worden sind. Will man die Textur richtig beurtheilen, so müssen die Stäbe nicht unter einem Zoll im Quadrat, und bei flachen Stäben nicht unter $\frac{1}{2}$ Zoll stark seyn. Eine hakige Bruchfläche, auf welcher weder eine bestimmte eckige Gestalt der Körner, noch ein schuppiges Gefüge wahrzunehmen ist, bezeichnet das zähste, beste und vollkommenste Eisen, welches, zu dünnen Stäben ausgereckt, immer eine vollkommen sehnige Textur annehmen wird. Die Sehnen oder Adern haben dann aber eine lichte Farbe, und sind sehr lang ausgehnt, weil eine große Kraft erforderlich war, um sie zu zerreißen. Das Eisen hingegen, welches aus vielkantigen, größeren oder feineren Körnern, von bestimmter Gestalt, oder gar von schuppiger Textur, zusammengesetzt zu seyn scheint, ist stets von schlechter und brüchiger Beschaffenheit. Haben diese Körner ein schiefrißiges Ansehen, so ist das Eisen verbrannt; sind sie ganz flach und schuppig, so deuten sie auf ein kaltbrüchi-

ges Eisen; sind sie kantig (aber nicht zackig, sondern glatt) und mit Sehnen untermengt, so ist das Eisen roh und schlecht gefrischt. Das schuppige und das kantigkörnige Eisen mit vermengten Sehnen, gehen durch viele Nuancen in in einander über. Je mehr sich die kantigen glatten Körner verlieren, und je mehr die sehnige Textur hervortritt, desto mehr verbessert sich die Beschaffenheit des Eisens. Die Sehnen haben indeß noch immer eine dunkle Farbe, und lassen sich auch nicht zu der Länge ausdehnen, wie bei dem hakig oder zackig körnigen Eisen, sondern sie sind kürzer, weil sie nur mit einer geringeren Festigkeit der trennenden Kraft widerstehen. Rothbrüchiges Eisen zeigt immer lange Sehnen, und nähert sich, nach den verschiedenen Graden des Rothbruchs, der zackigkörnigen oder der kantigkörnigen Eisenart. Das kantigkörnige Eisen, welches beim Ausschmieden zu dünnen Stäben gar keine Sehnen zeigt, ist unter allen Eisenarten die schlechteste.

Die Sehnen oder die Adern, aus denen das Stabeisen zusammengesetzt zu seyn scheint, bezeichnen nicht die ursprüngliche Textur, sondern sie sind die Folge eines äußeren Druckes, oder des Zusammenpressens des Eisens. Aber nicht alles Eisen ist fähig, eine sehnige Textur anzunehmen, sondern einiges Eisen behält, wenn es auch zu den dünnsten Stäben ausgestreckt wird, immer ein kantigkörniges, oder ein schuppiges Gewebe. Das zähste, und der äußeren Gewalt am meisten widerstehende härtere Eisen, behält seine zackigkörnige Textur am längsten, und wird erst sehnig durch das Ausstrecken zu sehr dünnen Stäben. Das weichere Eisen giebt der äußeren Kraft früher nach, und wird eher sehnig, oder die zackigen Körner lassen sich eher breit drücken. Je nachdem die Körner selbst einen größeren oder geringeren Zusammenhang hatten, werden auch die Sehnen mit größerer oder geringerer Kraft an einander hängen, und beim Zerbrechen des Stabes länger und feiner, oder kürzer und gröber zum Vorschein kommen.

Bei dem Eisen welches gar keine Sehnen zeigt, ist die Verbindung der Körner unter einander so geringe, daß sich jedes einzelne Korn nicht zu einer Sehne, sondern nur zu einer Schuppe ausbreiten konnte, welche Schuppen, weil sie unter einander ebenfalls nur einen geringen Zusammenhang haben, der äußeren Kraft nur einen geringen Widerstand leisten. Das schuppige und das kurz- und grobsehnige Eisen nähern sich einander daher durch unmerkliche Uebergänge.

Eine deutliche krystallinische Bildung läßt sich bei dem Stabeisen nicht bemerken. Das reine Eisen zeigt in dicken Massen, die durch mechanischen Druck noch keine Veränderung in der Textur erlitten haben, nur den zackigen, oder den hakigen Bruch. Die Erfahrung lehrt aber, daß dasjenige Eisen, welches durch mechanischen Druck kein sehniges Gefüge erhält, zu den minder festen Eisenarten gehört, weshalb man sich zu allen Zwecken die ein festes Eisen erfordern, nur eines solchen Eisens bedient, welches, wenn es zu dünnen Stäben zusammengepreßt wird, ein sehniges Gefüge anzunehmen fähig ist. Dabei ist es aber nothwendig, die Beschaffenheit des sehnigen Gefüges noch näher zu prüfen, weil auch das Stabeisen von minder fester Beschaffenheit, durch starken mechanischen Druck noch eine sehnige Textur erhalten kann. Ein solches Eisen zeigt aber im körnigen Zustande eine mehr glatte und kantige, als eine zackige und hakige Beschaffenheit des Kornes, und im sehnigen Zustande zeichnet es sich durch die Kürze der Fasern, so wie durch den matten Glanz und durch die dunkle Farbe derselben unvortheilhaft aus. Sehnen oder Fasern, die den Glanz des matt gearbeiteten Silbers besitzen, und lichte Färbung zeigen, deuten auf ein festes und haltbares Eisen. Je geringer der Grad der Hitze ist, und je schwächer der Druck, bei welchem sich das körnige Gefüge des Eisens in ein sehniges verwandelt, desto weniger Festigkeit ist von dem Eisen zu erwarten.

Je weicher das Eisen ist, desto weniger eignet es sich zum Poliren, oder eine ganz gleichartige Fläche durch die Politur zu erhalten. Das zackigförmige Eisen ist zum Poliren das anwendbarste; das weiche, kantigförmige Eisen hingegen, welches leicht geneigt ist, eine kurz- und grobsehnige Textur anzunehmen, taugt zum Poliren am wenigsten. Das schlechteste kantigförmige Eisen, welches nicht einmal fähig ist, Sehnen anzunehmen, kann zwar einen hohen, sogar den höchsten Grad von Politur erhalten; allein es läßt sich wegen seiner geringen Festigkeit nur zu wenigen Sachen anwenden. Auch das dichteste zackigförmige Eisen hat indeß noch nicht frei von undichten Stellen dargestellt werden können. Die Ursache dieser Undichtigkeit, die sich besonders bei polirten Arbeiten sehr deutlich zu erkennen giebt, ist eine mechanische Beimengung von Eisenschlacke, welche bei dem Zusammenpressen des Eisens nicht vollständig entfernt wird. Kleine Undichtigkeiten oder Löcher, welche beim Poliren graue Flecken oder Streifen bilden, nennt man Aeschel oder Aschenlöcher; größere hingegen, die den Zusammenhang der einzelnen Lamellen oder Sehnen des Eisens theilweise aufheben, werden Schiefer genannt.

Ueber das specifische Gewicht des Stabeisens hat man sehr verschiedene Angaben. Es ist einleuchtend, daß theils die verschiedenartige Beschaffenheit des Eisens selbst, theils die Größe der Kraft, mit welcher die Theilchen des Eisens zusammengedrückt worden sind, auf die Dichtigkeit des Metalles einen wesentlichen Einfluß haben. Als eine mittlere Durchschnittszahl läßt sich 7,7 für das spec. Gew. des Stabeisens annehmen, obgleich dasselbe von 7,3614 bis zu 7,847 veränderlich gefunden worden ist. Diese Extreme müssen aber wohl durch besondere Umstände herbeigeführt worden seyn.

Die Grade der Härte des Stabeisens lassen sich, so verschieden sie auch sind, doch nicht genau angeben, weil es an einem Maaßstabe zur Vergleichung fehlt. Eisen, welches beim

Schlagen, Werfen u. s. f. sehr leicht Eindrücke annimmt, pflegt zwar gewöhnlich zähe und biegsam zu seyn, aber es ist nicht zu allen Arbeiten zu gebrauchen, und muß demjenigen Eisen nachgesetzt werden, welches neben der guten Eigenschaft der Festigkeit auch noch die einer größeren Härte besitzt. Das weiche und zähe Eisen, welches schon in nicht sehr dünnen Stäben eine langadrigte Textur und lichtgefärbte Lamellen zeigt, deren Farbe das Mittel zwischen silberweiß und bleigrau hält, ist zwar von vorzüglicher Güte; allein es muß dem harten, zähen Eisen nachstehen, welches nur in den dünnsten Stäben ein silberweißes, abriges Gefüge bekommt. Das weiche Eisen hingegen, welches ein kurzsehniges Gefüge besitzt, und dessen Farbe auf der Bruchfläche das Mittel zwischen bleigrau und schwarzgrau hält, ist weich und mürbe, oder es besitzt neben der Weichheit keine Festigkeit, und gehört zu den schlechteren Eisensorten, welche sich bald abnutzen, und der äußeren Gewalt nur einen geringen Widerstand leisten. Bei allen Varietäten des Stabeisens ist es aber charakteristisch, daß sie, wenn sie im glühenden Zustande plötzlich im Wasser abgelöscht werden, keine bedeutend größere Härte erhalten.

Unter allen Metallen besitzt das Eisen die größte Festigkeit. Man ist indeß noch weit davon entfernt, irgend eine Zahl mit Zuverlässigkeit angeben zu können, welche die absolute Festigkeit des Eisens, nämlich die Kraft mit welcher es beim Zerreißen widersteht, ausdrückt. Nicht allein die verschiedenartige Beschaffenheit des Eisens, sondern auch die Behandlung desselben im Feuer, und noch mehr die zum Zusammenpressen der Eisenheiligen angewendete Kraft, folglich die Dimensionen zu denen es gebracht worden ist, haben einen entscheidenden Einfluß auf die Festigkeit. Daher ist, bei ganz gleichem Flächeninhalt des Querschnittes, das runde Eisen fester als ein Quadratstab, und die größte Festigkeit zeigt das Eisen in flachen Stäben, bei gleicher Größe des Querschnitts,

in sofern die Dicke des Stabes nicht größer ist, als der Halbmesser der Durchschnittsfläche des runden Eisens. Der Wahrheit ziemlich nahe kommend, wird man annehmen können, daß gutes Stabeisen, in Quadratstäben und auf die ursprüngliche (durch die ziehende oder reisende Kraft noch nicht ausgedehnte) Querschnittsfläche bezogen:

in Stäben von einem rheinländischen Zoll breit und dick,
58,000 Berliner Pfunde,

in Stäben von einem halben rheinländischen Zoll Breite
und Dicke, 75,000 Berliner Pfunde,

in Stäben von einem viertel Zoll Breite und Dicke, und
in noch geringeren Dimensionen, 90,000 bis 100,000
Berliner Pfunde und darüber,

auf eine Querschnittsfläche von einem rheinländischen Zoll berechnet, tragen kann, ehe es zerreißt. Die absolute Festigkeit des zu Drath ausgezogenen Eisens wird aber bedeutend größer seyn, als die des Stabeisens aus welchem er bereitet ward, wenn das zum Zerreißen erforderliche Gewicht auf eine Fläche von 1 rheinl. Quadrat Zoll bezogen wird. Nach angestellten Versuchen soll guter Eisendrath, bis zur größten Feinheit ausgezogen, über 130,000 Berliner Pfunde, auf 1 Quadrat Zoll Fläche berechnet, tragen können, ehe er reißt. Aber nach eben diesen Versuchen soll der ausgeglühete Drath kaum die Hälfte der Festigkeit besitzen, wie der nicht ausgeglühete.

Verhalten des Stabeisens in erhöhten Temperaturen. Der Einfluß der Wärme auf die Härte des Eisens giebt sich schon in nicht bedeutend erhöhten Temperaturen zu erkennen. Stabeisen welches sich in der gewöhnlichen Sommer-Temperatur als ein gutes und festes Eisen zeigt, hält das Werfen und Biegen bei starker Kälte nicht aus. — Eine andere Wirkung der erhöhten Temperatur ist die Ausdehnung des Eisens, welche, nach Davy's Versuchen, vom Gefrier- bis zum Siedepunkt des Wassers 0,00126, für die Länge ei-

nes Eisenstabes = 1, betragen soll. Nach Hällström beträgt die Ausdehnung von -32° bis $+80^{\circ}$ Reaumur 0,001814, und vom Gefrier- bis zum Siedepunkt des Wassers 0,001446. Andere Physiker haben die Ausdehnung bedeutend geringer gefunden. Für höhere Temperaturen werden die Angaben noch schwankender, und es ist noch nicht ermittelt, bis zu welchem Grade der Temperatur die Ausdehnung stets gleichmäßig fortschreitet, auch nicht einmal, ob überhaupt ein solches regelmäßiges Fortschreiten statt findet. Über eine merkwürdige Veränderung, welche das Eisen, in der Temperatur von 400° an erleidet, ist die Farbenveränderung seiner Oberfläche. Diese Veränderung ist bleibend, indem das Eisen nach dem Erkalten die Farbe behält, welche es bei der Erhitzung erhalten hatte. Man nennt dies Erscheinen der Farben auf der Oberfläche, das Anlaufen des Eisens, und läßt das Eisen, theils zur Zierde, theils zur Verminderung seiner Sprödigkeit, in manchen Fällen anlaufen. Je schöner die Oberfläche des Eisens polirt ist, desto schöner und deutlicher tritt die Farbe hervor, und je gleichartiger und dichter das Eisen ist, desto weniger wird der Farbengrund von unaussehnlichen Stellen unterbrochen. Die Anlauffarben des Eisens kommen in gewissen, sehr bestimmten Wärmegraden zum Vorschein. Zuerst erhält die Oberfläche eine hellgelbe (Stroh- und hafergelbe) Farbe, in einer Temperatur in welcher reines Zinn schmilzt (400°), alsdann wird die Farbe dunkelgelb oder goldfarbig (bei 420°), demnächst karmoisinroth (Wismuth schmilzt 450°), alsdann violett, welches durch das Purpurfarbene ins Dunkelblaue übergeht (Blei schmilzt; 540°). Diese dunkelblaue Farbe zieht sich durch das Lichtblaue ins Grüne, und alsdann tritt völlige Farblosigkeit ein (Zink schmilzt; 700°). Wird das Eisen einer noch stärkeren Hitze ausgesetzt, so kommen auf der farblosen Fläche dieselben Farben, in derselben Folge wie beim ersten Anlaufen, nämlich gelb, roth, violett,

lichtblau und grün, aber weniger lebhaft und schneller verschwindend, zum Vorschein, worauf sich zuletzt, und zwar kurz vor dem Glühen, eine dunkelblaue Farbe einfindet, welche die Oberfläche des Eisens, wenn man es in diesem Zustande aus der Hitze nimmt, mit einer matten Haut überzieht. Die Drydation des Eisens giebt zwar zur Entstehung der Anlauffarben die Veranlassung; allein es läßt sich jetzt noch nicht erklären, wie durch die Drydation solche gefärbte Häute entstehen können. Alle diese Farben sind jedoch wenig lebhaft, weshalb man sie, die dunkelblaue Farbe des ersten Anlaufes allein ausgenommen, nicht anzuwenden pflegt. Aber von dem blauen Anlauf macht man sehr oft bei Eisenarbeiten Gebrauch, denen man eine schön gefärbte Oberfläche geben, und welche man gegen das Rosten einigermaßen schützen will.

Wenn das Eisen in der Hitze alle Veränderungen, die sich äußerlich durch den Farbenwechsel zu erkennen geben, durchgegangen ist, fängt es bei anhaltender Hitze an, im Finstern zu leuchten oder zu glühen, und zwar zuerst mit brauner Farbe, welche immer lichter wird, und bald roth erscheint, so daß man das Glühen beim hellen Tageslicht sehen kann. Dies ist bei einem Grade der Hitze von etwa 1000° Fahrenheit. Wird das Eisen in diesem Zustande aus dem Feuer genommen, so läßt sich beim weichen Stabeisen keine bemerkbare Verschiedenheit auffinden, aber das harte Stabeisen ist durch die Erhitzung bis zum Rothglühen etwas weicher geworden. Weil sich mit der abnehmenden Härte auch die Sprödigkeit vermindert, so gewährt das Ausglühen des Eisens ein Mittel, demselben diejenige Sprödigkeit zu nehmen, welche eine Folge der durch kaltes Hämmern oder Walzen mitgetheilten Härte war. Aber das harte und von Natur spröde Eisen, kann seine Sprödigkeit durch das bloße Glühen nicht verlieren, weil die Sprödigkeit keine Folge der Härte allein gewesen ist. Bei verstärkter Hitze wird die lichtrothe Farbe immer heller, das Röthliche

verliert sich mehr, und macht der gelblichen Farbe Platz, welche ebenfalls immer lichter wird, bis das Eisen zuletzt eine blendend weiße Farbe erhält, oder sich in der Weißglühhitze befindet. So groß die Temperatur-Verschiedenheit vom Rothglühen bis zum Weißglühen (12800° Fahrenheit oder 90° Wedgw.) auch ist, so kennt man doch kein Mittel, die verschiedenen Grade der Hitze vom Roth- bis zum Weißglühen mit Genauigkeit zu messen, sondern man urtheilt nur nach den Nuancirungen der rothen und gelben Farben, die immer lichter werden, bis endlich die Weißglühhitze eintritt. In dieser hohen Temperatur ist das Stabeisen außerordentlich weich, und gegen alle Eindrücke empfänglich, allein die Grade der Weißglühhitze sind bedeutend verschieden, auch erfordern manche Eisenarten (die weichen) höhere Grade der Weißglühhitze zu ihrer Bearbeitung als andere. Eine noch größere Erhöhung der Temperatur bewirkt eine zunehmende Weichheit des Eisens, bis zuletzt ein wirklich flüssiger Zustand eintritt. Dazu bedarf es aber eines so hohen Hitzegrades, daß man das Eisen lange Zeit für unschmelzbar gehalten hat.

Weißglühendes Eisen läßt sich mit einem anderen Stück Eisen, welches sich ebenfalls im weißglühenden Zustande befindet, durch einen mechanischen Druck zu einer Masse vereinigen. Man nennt diese Art der Vereinigung das Schweißen. Die Schweißbarkeit ist bis jetzt, außer bei dem Eisen, nur bei dem Platin beobachtet worden, welches nicht allein in der Weißglühhitze, sondern, — wie Wollaston gezeigt, und dadurch das Platin erst zu einem nützlichen Metall für die menschliche Gesellschaft gemacht hat, — auch in der gewöhnlichen Temperatur, unter gewissen Umständen, mit Platin zusammengeschweißt werden kann. Der Schweißbarkeit des Eisens allein verdankt man die großen Vortheile, welche die Kunst der Eisenerzeugung dem menschlichen Leben gewährt. Weil das Eisen erst in der Weißglühhitze schweißbar wird, so pflegt

man die Weißglühhitze auch wohl Schweißhitze zu nennen. Eisen, welches gar nicht, oder nur sehr schwer schweißt, ist immer ein schlechtes, unbrauchbares Eisen, wenn es auch sonst alle Eigenschaften eines guten Eisens besitzen sollte. Es giebt aber auch Eisen, welches vortrefflich schweißt, und welchem dabei andere zu einem guten Eisen erforderliche Eigenschaften abgehen; und endlich giebt es Eisen, welches in der Weißglühhitze zwar gut schweißt, und sich auch gut schmieden oder walzen läßt, welches aber bei abnehmender Temperatur, besonders wenn es anfängt, sich dem rothglühenden Zustande zu nähern, beim Schmieden und Bearbeiten Risse und Sprünge an den Kanten erhält. Dies Eisen nennt man rothbrüchig (auch wohl weiß- und heißbrüchig, wenn es den Fehler des Rothbruchs im höchsten Grade besitzt). Immer ist der Mangel an Schweißbarkeit die Ursache des Rothbruchs, welcher sich in einem geringen Grade dadurch äußert, daß das glühende Eisen unter dem Hammer unganß wird, d. h. daß es Schiefer bekommt, und sich spaltet, welche Schiefer und Spalten sich, durch erneuerte Hitze und durch abermalige Behandlung unter dem Hammer, mit der übrigen Masse des Eisens nicht mehr vereinigen lassen. Nach den verschiedenen Graden des Rothbruchs ist das rothbrüchige Eisen zur Bearbeitung im Feuer mehr oder weniger geeignet, obgleich es sich in der gewöhnlichen Temperatur als ein festes, weiches Eisen verhalten kann. Nicht gut ausgearbeitetes Eisen ist zwar auch Brüchig in der Hitze; man nennt diese Brüchigkeit aber Rothbruch, weil das rothbrüchige Eisen auch zugleich kaltbrüchig ist. Daß in der gewöhnlichen Temperatur leicht zersprengbare, oder das kaltbrüchige Eisen, läßt sich in der Regel gut schweißen, und nimmt die Schweißhitze sogar sehr bald an; es giebt aber auch roth und kaltbrüchiges Eisen, welches gehörig ausgefrischt, und daher nicht rothbrüchig zu nennen ist. Dies Eisen

ist von allen Stabeisenarten das schlechteste, und nur zu wenigen Zwecken noch anwendbar.

Sehr lange glaubte man, daß das Eisen, mit Beibehaltung seiner Natur und Eigenschaften, nicht geschmolzen werden könne. Dies ist aber in einem sehr hohen Grade der Temperatur allerdings möglich; allein die gänzliche Ausschließung aller Kohle und die Vermeidung des Luftzutrittes, also das Schmelzen in Thontiegeln unter einer Glasdecke, sind die nothwendigen Bedingungen dazu. Man giebt den Grad der Temperatur, bei welchem das Eisen flüssig wird und nach dem Erkalten alle seine Eigenschaften als Stabeisen behält, zu 158 bis 160 Graden Wedgw., oder zu 21 bis 22,000 Graden Fahrenheit an. Diese Angabe scheint indeß viel zu hoch zu seyn, indem alle Pyrometer sehr unzuverlässige Werkzeuge sind. So wichtig es übrigens in manchen Fällen seyn würde, sich des geschmolzenen Stabeisens zu bedienen, weil dasselbe den möglichst höchsten Grad der Dichtigkeit besitzen, und von allen Aschenflecken und Schiefen frei seyn würde; so scheint man noch weit davon entfernt zu seyn, von der Schmelzbarkeit des Stabeisens im Großen Gebrauch zu machen, theils weil die Schweißbarkeit des Eisens dasselbe zu jeder Anwendung geschickt macht, theils weil die zum Schmelzen des Stabeisens erforderliche außerordentlich hohe Temperatur, ein großes Hinderniß ist, und sehr bedeutende Unkosten veranlassen würde.

Eisen und Sauerstoff. In der gewöhnlichen Temperatur hat die Luft, wenn sie von Feuchtigkeit frei ist, keinen Einfluß auf das Eisen. Aber schon vor dem Rothglühen tritt die Verbindung des Eisens mit Sauerstoff ein, indem es nicht zu bezweifeln ist, daß die Anlauffarben auf diese Weise entstehen, denn wenn auch vor dem Rothglühen alle Farbe auf der Oberfläche des Eisens wieder verschwunden ist, ehe die Farben vom zweiten Anlauf zum Vorschein kommen, so fehlt

der Fläche doch das metallische Ansehen, und sie scheint wie mit einer grauen Hülle bekleidet. Diese graue Hülle sowohl, wie alle Anlauffarben, sind nur wie ein Hauch auf der Oberfläche des Eisens verbreitet, und entziehen sich daher der chemischen Untersuchung.

Findet aber zu dem schon wirklich glühenden Eisen ein Luftzutritt statt; so überzieht sich die Oberfläche desselben mit einer schwarzen Decke, die immer stärker wird, sich nach und abblättert, und so lange abfällt, und immer wieder entsteht, bis das Eisen gänzlich darin verwandelt ist. Diese Decke heißt Glühspan, Hammerschlag oder Schmiedesinter. In geringeren Hitzegraden entsteht zwar kein so häufiger und so starker Glühspan, als in starker Glühhitze; allein jener Glühspan ist feiner, fällt nicht so leicht ab, macht tiefere Gruben im Eisen, und erhält zuletzt, wenn er einige Zeit, ohne abzufallen, ruhig liegen bleiben kann, eine dunkelbraune Farbe, die immer heller, und endlich lichte braunroth wird. Das unter Hämmern bearbeitete Stabeisen bekommt keinen rothen Ueberzug, auch wenn es in abnehmenden Temperaturen lange geschmiedet wird, weil der entstehende Glühspan durch die Erschütterungen des Hammers immer wieder abfällt; allein das gewalzte Eisen überzieht sich leicht mit einem rothen Ueberzuge, der das Eisen unansehnlich macht. Durch schnelle Arbeit, bei welcher das Walzen in einer nicht zu sehr gesunkenen Temperatur geschieht, läßt sich die Bildung des rothen Dryds ziemlich verhindern.

Das unter der Glühspandecke befindliche Eisen hat zwar, bei einer schnellen Erhitzung, in seiner Beschaffenheit nichts verloren, sondern besitzt noch dieselben Eigenschaften die es vor dem Glühen hatte, wenn es vom Glühspan gereinigt ist; allein eine lange anhaltende Glühhitze, bei welcher die Luft Zutritt zu dem glühenden Eisen hat, scheint doch eine sehr nachtheilige Wirkung auf die Beschaffenheit desselben zu äußern.

Abgesehen davon, daß es durch den entstehenden Glühspan sehr starken Gewichtsverlust oder Abbrand erleidet, findet man, daß es nach dem Erkalten von seiner Zähigkeit bedeutend verloren, und sich den Eigenschaften des weichen und mürben Eisens genähert hat. Dieser Veränderung ist das weiche Stabeisen früher als das härtere ausgesetzt. Wenn man aber ein solches überwärmtes oder verbranntes Eisen (welches vor dem Glühen alle Eigenschaften eines guten Eisens zeigte, und nur durch das Glühen mürbe geworden ist), auf die Weise in Weißglühhitze versetzt, daß aller Luftzutritt vermieden wird (in guter flüssiger Schlacke, statt deren auch eine reine Glasdecke genommen werden könnte); so bekommt es nach dem Erkalten wieder alle Eigenschaften des guten Eisens. Weil indeß die Erzeugung und die Verarbeitung des Stabeisens ohne Zutritt der Luft zu den Arbeitsräumen nicht geschehen kann; so muß man die unmittelbare Einwirkung des Luftstroms auf das glühende Eisen möglichst zu verhüten suchen. In den gewöhnlichen Frisch- und Schmiedeheerden geschieht dies theils durch den schmelzenden Glühspan (Hammer Schlacke) selbst, theils durch Bestreuen des Eisens mit Sand und Schlacke (Schweißsand), auch wohl mit Thon, welcher dazu indeß nicht immer zu empfehlen ist. Es bildet sich dadurch eine flüssige Schlacke, die das glühende Eisen umgiebt. Dennoch ist es nicht möglich, den Luftstrom ganz vollkommen abzuhalten, weshalb es nothwendig ist, die Nachtheile welche die sogenannten trocknen Hitze hervorbringen, durch schnelle und starke Hitze möglichst zu vermindern. Dst leistet auch die Kohle den Dienst einer Decke gegen die andringende Luft. Eisen, welches durch anhaltendes trocknes Glühen an seiner Güte verloren hat, verliert seine Sprödigkeit und seine Mürbheit, wenn es, vollkommen mit Kohlen bedeckt, geglühet wird. Niemals kann aber die Kohle das Eisen gegen den Luftstrom so vollkommen schützen, als die fließende Schlacke, weshalb man sich auch ge-

wöhnlich der saftigen Schweißhitzigen bedient, um das Eisen nicht zu verbrennen. Es ist schwer, den Grund der Veränderungen anzugeben, welche das Eisen durch die trocknen Schweißhitzigen erleidet. Die gelben und blauen Flächen, welche das verbrannte Eisen auf dem frischen Bruche zeigt, haben ganz die Farbe, welche die Oberfläche des Eisens beim Anlaufen in dem zweiten Anlaufhitzgrade zu bekommen pflegt. Daß das verbrannte Eisen, wenn es sonst von guter Beschaffenheit war, durch das bloße Ausschweißen in saftigen Schweißhitzigen wieder seine früheren Eigenschaften erlangt, und daß alles Stabeisen, welches der heftigsten Schweißhitzige lange Zeit unter einer Glas- oder Schlackendecke (welche allen Luftzutritt gänzlich verhinderte) ausgesetzt war, nichts von seiner Eigenschaft verliert, sondern nur dann verbrennt, wenn die lockere Glühspanrinde nicht zum Schmelzen kommt, folglich eben so wenig wie jeder andere lockere Körper die Luft vollständig abhalten kann, — diese Erfahrungen scheinen darauf hinzudeuten, daß die schlechte Beschaffenheit des verbrannten Eisens eine Folge von den Veränderungen ist, welche das Gefüge durch lange anhaltendes Glühen erleidet, mit welcher Veränderung eine Drydation der Oberflächen der sich bildenden Facetten verbunden ist. Daraus würden sich die verminderte Festigkeit des verbrannten Eisens, die veränderte Farbe desselben, und die Ursache erklären lassen, warum das verbrannte Eisen nur durch sehr starke saftige Schweißhitzigen und durch einen darauf folgenden mechanischen Druck, wieder verbessert werden kann.

Der Glühspan ist kein gleichartig zusammengesetzter Körper, sondern er besteht aus parallel über einander liegenden Schichten, von denen die äußere mehr Sauerstoff enthält, als die innere, der regulinischen Eisenmasse zugekehrte Schicht. In beiden Schichten ist aber das Verhältniß des Sauerstoffs zum Eisen nicht gleich bleibend, sondern die Sauerstoffmenge nimmt in beiden in dem Verhältniß zu, als das Eisen der Glühhitzige

unter Luftzutritt längere Zeit ausgefetzt bleibt, und die Glühspanrinde dicker wird. Die Dicke der Glühspanrinde hat daher einen wesentlichen Einfluß auf ihre Zusammensetzung. Ein in schneller und starker Hitze gebildeter Glühspan wird ganz anders zusammengesetzt seyn können, als derjenige, welcher in schwacher und langsam wirkender Hitze erzeugt worden ist. Auch wird es von großem Einfluß auf die Zusammensetzung seyn, ob die Glühhitze ununterbrochen, oder ob sie periodenweise auf das sich oxydirende Eisen gewirkt hat. Die Zunahme des Sauerstoffgehaltes in der äußeren Rinde des Glühspans ist eine nothwendige Folge der Einwirkung des Sauerstoffs auf das glühende Dryd, welches sich ursprünglich bildete, und woraus wahrscheinlich die ganz dünnen Blättchen von Hammerschlag bestehen, welche noch keine weitere Veränderung erlitten haben. Woraus aber dieser, ursprünglich sich bildende und durch die weitere Einwirkung der atmosphärischen Luft in der Glühhitze noch nicht veränderte Glühspan zusammengesetzt ist, darüber weiß man nichts weiter, als daß dies Dryd kein Drydul, sondern ein aus Drydul und Dryd zusammengesetztes oxydirtes Eisen ist. Sehr wahrscheinlich ist es, daß der ursprünglich sich bildende Glühspan aus einem ganz eigenthümlichen Drydul-Dryd besteht, welches in der Natur bisher noch nicht angetroffen worden ist. Der Glühspan erfordert eine sehr starke Hitze zum Schmelzen; aber er schmilzt leicht, wenn er auf irgend eine Weise mit Kieselerde in Berührung kommt, und bildet dann ein Eisenorydul-Silikat, welches unter dem Namen der Hammerschlacke, Frischschlacke, Eisenschlacke bekannt ist, und dessen Zusammensetzung überaus verschieden seyn kann. Wird der Glühspan unter fortwährendem Luftzutritt in einer anhaltenden Glühhitze lange erhalten, und dabei oft umgerührt, so verwandelt er sich nach und nach in ein dunkelbraunes, hellbraunes, und endlich in ein bräunlichrothes Pulver, oder in Eisenoryd, welches keinen Sauerstoff weiter

aufnimmt, sondern in der stärksten Weißglühhitze wieder einen Theil Sauerstoff entläßt, und sich in Drydul-Dryd umändert.

Die bekannte niedrigste Drydationsstufe des Eisens, oder das Eisenorydul, ist bis jetzt noch niemals in einem freien und ungebundenen Zustande in der Natur angetroffen worden. Es besteht bekanntlich aus 77,23 Eisen und 22,77 Sauerstoff, oder 100 Theile regulinisches Eisen verbinden sich mit 29,47 Theilen Sauerstoff, um das Drydul zu bilden. — Das rothe Dryd besteht aus 69,34 Eisen und 30,66 Sauerstoff; oder 100 Theile Eisen vereinigen sich mit 44,25 Sauerstoff zum Eisenoryd. Das in der Natur vorkommende Eisenorydul-Dryd betrachtet man jetzt allgemein nicht für eine besondere Drydationsstufe, sondern man hält dafür, daß dasselbe (der Magnet-Eisenstein) aus 1 Mischungsgewicht Drydul und 2 Mischungsgewichten Dryd zusammengesetzt sey, indem es in 100 Theilen aus 71,785 Eisen und 28,215 Sauerstoff besteht. 100 Theile Eisen sind folglich im Magnet-Eisenstein mit 39,3 Theilen Sauerstoff vereinigt. Der Hammerschlag hat ohne Zweifel gar keine bestimmte Zusammensetzung, indeß scheint es, daß der ursprünglich sich bildende Glühspan ein eigenthümliches Dryd ist, welches man sich, als aus 2 Mischungsgewichten Drydul und 1 Mischungsgewicht Dryd zusammengesetzt vorstellen kann, indem es in 100 Theilen aus 74,6 Eisen und 25,4 Sauerstoff besteht, so daß 100 Theile Eisen 34,39 Theile Sauerstoff aufnehmen, um sich in Glühspan umzuändern, der durch die fortdauernde Einwirkung der Luft in der Glühhitze, auf mannigfache Weise in seiner Mischung verändert wird.

Rosten des Eisens. Weder das reine, von aller Luft befreite Wasser, noch die trockne Luft in der gewöhnlichen Temperatur, haben eine Wirkung auf das Eisen. Wohl aber zerlegt das Eisen das Wasser, und oxydirt sich (rostet) unter Entwicklung von Wasserstoffgas, schon in der gewöhnlichen Temperatur, wenn es der Einwirkung der feuchten Luft, oder des

von Luft nicht befreiten Wassers ausgesetzt wird. Man hat gefunden, daß die eigentliche Ursache der Wasserzersetzung, in der Anwesenheit der Kohlensäure im Wasser, oder in der feuchten Luft zu suchen ist. Dem Zersetzungsprozeß wird daher Einhalt gethan, wenn man die Kohlensäure entfernt. Ein Zusatz von einer geringen Menge Kalkwasser, oder von gebrannter Magnesia, verhindert daher die Wasserzersetzung, weil die Kohlensäure absorbirt wird. Deshalb lassen sich feine Stahlwaaren auch gegen das Rosten und Anlaufen schützen, wenn man sie in ein Tuch von Leinwand oder Baumwolle wickelt, welches vorher in Kalkwasser getaucht, und dann wieder getrocknet worden ist.

Eisen und Schwefel. Die Verbindungen des Eisens mit Schwefel sind immer sehr unwillkommene Begleiter der Eisenerze, weil sich der Schwefel durch das Rösten der Erze und durch das darauf folgende Verschmelzen derselben, niemals vollständig entfernen läßt. Eine starke Verunreinigung mit Schwefeleisen, kann die Erze daher zur Eisenbereitung ganz unanwendbar machen. Die Wirkung des Schwefels auf das Eisen ist nach allen Erfahrungen so groß, daß selbst ein durch die Analyse kaum aufzufindender Gehalt von Schwefel im Eisen, das Eisen rothbrüchig macht. Ein sehr geringer Grad von Rothbruch ist zwar nicht sehr nachtheilig, weil das rothbrüchige Eisen gewöhnlich ein weiches und festes Eisen zu seyn pflegt; aber durch höhere Grade des Rothbruchs wird das Eisen zu jeder Verarbeitung untauglich und unbrauchbar. Welches das Minimum des Schwefelgehaltes ist, bei welchem dem Eisen die nachtheiligen Eigenschaften des Rothbruchs noch nicht in einem bemerkbaren Grade mitgetheilt werden, läßt sich jetzt noch nicht bestimmen, weil ein überaus geringer Gehalt von Schwefel dem Eisen schon den Fehler des Rothbruchs mittheilt. Ich habe Stabeisen untersucht, welches durch Schwefel in einem so ausgezeichneten Grade rothbrüchig geworden war, daß

es in der Weißglühhitze zwar noch etwas unter dem Hammer zusammen hielt, aber bei eintretendem Rothglühen so viele und tief in die Eisenmasse eindringenden Kantenbrüche bekam, daß es nicht möglich war, es völlig auszuschmieden. Die Schweißbarkeit schien dieses Stabeisen ganz verloren zu haben. In diesem überaus rothbrüchigen Eisen ergab die Analyse nur einen Schwefelgehalt von 0,03375 Prozent, oder es fanden sich in 100,000 Theilen Eisen noch nicht völlig 34 Theile Schwefel. In einem anderen, übrigens festen und guten Stabeisen, welches aber wegen seiner verminderten Schweißbarkeit und wegen der Neigung zu Kantenbrüchen, für rothbrüchiges Eisen gehalten werden mußte, konnten durch die Analyse nur 0,01 Prozent Schwefel, oder in 100,000 Theilen Eisen nur 10 Theile Schwefel aufgefunden werden.

Eisen und Phosphor. Phosphoreisen ist bis jetzt in der Natur noch nicht gefunden worden. Aber die künstlichen Verbindungen des Phosphors mit dem Eisen entstehen, zum Nachtheil für den Eisenhüttenmann, durch das Verschmelzen der Phosphorsäure haltenden Eisenerze. Die Asche der Holzkohlen, welche als Brennmaterial dienen, und sehr viele Eisenerze, enthalten Beimengungen von phosphorsauren Eisenverbindungen, welche beim Verschmelzen zu Phosphoreisen reducirt werden, und sich dann mit dem übrigen Eisen verbinden. Daher wird der Phosphor in allem Eisen, und zwar in höchst verschiedenen Verhältnissen angetroffen. Eisen welches Phosphor enthält, läßt sich gut schweißen, nimmt auch schneller die Schweißhitze an, als jedes andere Eisen, verhält sich in allen Hitzegraden wie gutes, aber sehr weiches Eisen, und verbreitet glühend weder einen Dampf, noch einen Geruch; aber nach dem Erkalten zeigt es eine geringe Festigkeit, und ist kaltbrüchig. Zwar können auch andere Körper den Kaltbruch des Eisens bewirken, allein der Phosphor ist unbezweifelhaft am häufigsten und gewöhnlichsten die Ursache desselben.

Wie groß die Menge des Phosphor im Eisen seyn kann, ohne daß sich die kaltbrüchige Eigenschaft des Eisens in einem merklichen Grade äußert, hat sich durch Untersuchungen von durch Phosphorgehalt kaltbrüchigem Stabeisen ziemlich genau ergeben. Wenn so geringe Quantitäten Phosphor das Stabeisen in demselben Grade kaltbrüchig machten, als es durch den Schwefel rothbrüchig wird, so würden unsere jetzigen Prozesse nicht dazu führen können, ein festes und haltbares Eisen darzustellen. Ein Phosphorgehalt von 0,3 Prozent bringt noch keine auffallende Verminderung der Festigkeit des Eisens hervor. Selbst bei einem Phosphorgehalt von 0,5 Prozent hält das Stabeisen noch eine starke Schlagprobe aus. Erst bei einem Phosphorgehalt von 0,6 Prozent verträgt das Stabeisen die starken Schlagproben nicht mehr, hält aber die Proben des Biegens unter einem rechten Winkel, und des Werfens über dem Amboss, noch ziemlich gut aus. Der Phosphorgehalt des Eisens kann bis 0,66 Prozent steigen, ohne daß das Eisen durch diese Proben als kaltbrüchig erkannt würde. Erst bei einem Gehalt von 0,75 Prozent Phosphor wird die Abnahme der Festigkeit merklich, indem das Eisen die Probe des Biegens und Werfens nicht völlig mehr aushält. Bei einem Phosphorgehalt von 0,8 Prozent entsteht schon viel Bruch bei den Proben, und bei einem Gehalt von 1 Prozent Phosphor wollen die Stäbe das Biegen unter einem rechten Winkel nicht mehr aushalten. Steigt der Phosphorgehalt etwas über 1 Prozent, so wird das Eisen sehr Brüchig, und kann nur noch zu wenigen Zwecken für anwendbar gehalten werden. Geringe Beimischungen von Phosphor sind in jedem Stabeisen anzutreffen, und es mögte kaum ein von allem Phosphorgehalt ganz freies Eisen gefunden werden. Aus Eisenerzen welche einer Beimischung von phosphorsauren Eisenverbindungen nicht verdächtig sind, pflegt so wenig Phosphor an das Roheisen zu treten, und aus diesem in das Stabeisen überzugehen, daß

dasselbe selten mehr als 0,05 Prozent Phosphor enthält. So geringe, und selbst bis zu 0,3 Prozent betragende Quantitäten Phosphor, scheinen das Eisen nur härter zu machen, ohne seine Festigkeit sehr zu vermindern.

Eisen und Alkalien. Der merkwürdige und bis jetzt noch ganz unaufgeklärte Einfluß, den das Ammoniakgas ausübt, wenn es über das rothglühende Eisen hinweggeleitet wird (Desprez; Ann. de Chim. et de Phys. Oct. 1829. p. 122) kann hier unerörtert bleiben, weil der Metallurg nicht in den Fall kommt, die Einwirkung des Ammoniak auf das Eisen zu erfahren.

Die fixen Alkalien äußern auf dem nassen Wege keinen Einfluß auf das Eisen, sondern sie verhindern vielmehr die Wasserzersehung, folglich auch das Rosten des Eisens. In der Glühhitze werden Kali und Natron bekanntlich durch Eisen zerlegt, indem sich Kalium und Natrium bilden, und das Eisen oxydirt wird. Herr Hassenfratz hat gefunden (Journ. des mines. No. 136 p. 275) daß ein Flintenlauf, welcher zur Zersehung des Kali gebraucht, und woraus eine große Menge Kalium dargestellt worden war, sich sehr gut schmieden ließ, und ein sehr weiches, durchaus nicht roth- oder kaltbrüchiges Eisen gab. Daß bei Holzkohlen erblasene Roheisen enthält niemals Kalium, auch nicht die Schlacke welche bei der Roheisenerzeugung erhalten wird. Es scheint daher, daß das in der Asche der Kohlen befindliche Kali zwar wirklich zu Kalium reducirt wird, weil es sich sonst als Kali in der Schlacke finden müßte, daß das Kalium aber, unter den Verhältnissen wie sie im Schmelzraum des Ofens statt finden, mit dem Eisen nicht in Verbindung tritt, sondern sich im metallischen Zustande verflüchtigt, und beim Zutritt der Luft wieder in Kali umändert. Wenn sich aber auch auf diese Weise das Kali mit dem Eisen nicht verbindet, so wäre es doch möglich, eine Bereinerung des Kalium oder Natrium mit Eisen, beim Ver-

frischen des Roheisens in gewöhnlichen Frischheerden, zu bewerkstelligen. Man hat sich hier und dort wohl eines Zusatzes von Pottasche bedient, um das Phosphor haltende Roheisen beim Verfrischen in den Heerden zu verbessern, und will davon auch einen günstigen Erfolg erhalten haben. Um jedoch den Einfluß der Alkalien genügend kennen zu lernen, habe ich sie in Quantitäten von 5 bis 6 Prozent anwenden, und das Eisen während der ganzen Frischperiode mit reinem kohlen-saurem Kali und kohlen-saurem Natron bestreuen lassen. Das Eisen verlor nicht allein an Schweißbarkeit, sondern zeigte sich auch ungleich weniger haltbar, als ohne die alkalischen Zusätze. Obgleich in dem Eisen nur Spuren von Alkali, in nicht bestimmbarer Menge, aufgefunden werden konnten; so ließ es sich doch nicht bezweifeln, daß das starke Schiefeln des Eisens und die geringe Festigkeit desselben, dem geringen Gehalt an Alkalimetallen zuzuschreiben sey. Daß ein solches Minimum eines Gehaltes von Alkalimetall dem Eisen schon nachtheilige Eigenschaften mittheilt, wird weniger bestreuten, wenn man erwägt, daß durch sehr geringe Beimischungen von anderen Körpern, ein ähnlicher Erfolg hervorgebracht wird. Für den Metallurgen hat indeß dies Verhalten der Alkalimetalle kaum einiges Interesse, weil niemals der Fall eintritt, Pottasche oder Soda in so großen Quantitäten mit dem Eisen in Berührung zu bringen, daß sie den Eigenschaften desselben nachtheilig werden könnten.

Eisen und Silicium. Man hält dafür, daß das Silicium dem Eisen keine, der Anwendung desselben nachtheiligen Eigenschaften mittheile, wenigstens der Festigkeit und Geschmeidigkeit desselben nicht hinderlich sey. In der That wirkt auch ein Zusatz von reinem Quarzsand zu dem Roheisen, in Frischheerden, durchaus nicht nachtheilig auf die Beschaffenheit des dargestellten Eisens. Wenn aber auch auf diese Weise keine Verunreinigung des Eisens mit Silicium zu befürchten ist, so

verbindet sich doch nicht wenig von diesem Metall mit dem Roheisen, denn es ist wohl kein, unmittelbar aus den Erzen erzeugtes Roheisen vorhanden, welches nicht Silicium enthielte. Beim Frischprozeß wird der Siliciumgehalt des Roheisens zwar größtentheils abgeschieden und verschlackt; wenn aber die Abscheidung nicht vollständig erfolgt ist, so äußert der Rückhalt an Silicium einen nachtheiligen Einfluß auf die Beschaffenheit des Stabeisens, welches dadurch hart und mürbe wird. Ein Siliciumgehalt des Stabeisens von 0,37 Prozent ist hinreichend, die Festigkeit desselben ungemein zu vermindern. Mehrfache Analysen von faulbrüchigem Stabeisen haben ergeben, daß ein Siliciumgehalt die einzige Ursache der verminderten Festigkeit des Eisens gewesen ist. Das Silicium vermindert die Festigkeit des Eisens in einem ungleich höheren Grade als der Phosphor.

Eisen und Aluminium. Ob sich das Aluminium bei den gewöhnlichen Eisenbereitungsprozessen mit dem Eisen verbindet, ist noch sehr zweifelhaft. Wird dem Roheisen im Frischheerde ein Zusatz von Thon gegeben, so reducirt sich die Thonerde nicht, und das dargestellte Stabeisen enthält kein Aluminium. Aber auch in dem Roheisen, welches aus Erzen erzeugt wird, die mit Thonerde vermengt oder beschickt sind, finden sich nur Spuren von Aluminium, welche in das Stabeisen überzugehen scheinen. Die stärksten Spuren von Thonerde finden sich bei der Analyse des faulbrüchigen Stabeisens, so daß das Aluminium, wenn es sich mit dem Eisen verbindet, die Festigkeit desselben vermindert.

Eisen und Calcium. Das Calcium scheint, in seinem Verhalten zum Eisen, mit den Metallen der Alkalien sehr überein zu stimmen. Es wird nämlich die Kalkerde, eben so wie die Alkalien, in einer sehr hohen Temperatur durch das Eisen zersetzt, ohne daß das entstehende Calcium eine große Verbindungsfähigkeit mit dem Eisen zeigt. Frischversuche mit Zusätz-

zen von Marmor haben gezeigt, daß die Festigkeit des dargestellten Stabeisens durch Kalkzusätze nicht allein nicht vermindert, sondern sogar erhöht wird. Allein weit entfernt, aus diesem Erfolge auf einen günstigen Einfluß des Kalcium auf die Festigkeit des Eisens zu schließen, ergab sich vielmehr, daß das Eisen keine Spur von Kalcium enthielt, und daß die Wirkung der Kalkerde nur darin bestanden haben konnte, den geringen Phosphorgehalt des Eisens noch mehr zu vermindern. — Aber bei anderen Frischprozessen, bei welchen der Marmor in großer Menge angewendet, und während der ganzen Dauer der eigentlichen Frischarbeit zugesetzt ward, zeigte sich eine Abnahme der Festigkeit des Eisens, welche sich durch die Verminderung der Schweißbarkeit und durch das Aufspalten der Stäbe unter dem Hammer zu erkennen gab. Das Eisen wird dabei weder roth- noch kaltbrüchig, aber der Zusammenhang der Theile wird durch den Mangel an Schweißbarkeit theilweise aufgehoben, so daß durch starke Kalkzusätze beim Verfrischen des Roheisens in Heerden, zur Entstehung von haderigem Eisen Anlaß gegeben wird. In einem solchen, durch zu starke Kalkzuschläge haderig gewordenen Eisen, wurden 0,245 Prozent Kalkerde, also 0,1774 Prozent Kalcium aufgefunden, und diese geringe Beimischung von Kalcium ist schon hinreichend, den Zusammenhang der Theile des Eisens beedeutend zu vermindern.

Eisen und Gold. Es scheint daß sich das Gold in allen Verhältnissen mit dem Eisen verbindet, aber es ist nicht bekannt, ob das Gold dem Eisen nachtheilige Eigenschaften mittheilt. 8—9 Prozent Eisen sollen die Zähigkeit des Goldes nicht vermindern.

Eisen und Silber. So getheilt auch die Meinungen der Metallurgen und der Chemiker über die Quantität des Silbers sind, welche das Eisen aufzunehmen vermag; so stimmen sie doch darin überein, daß das Silber dem Eisen keine

nachtheiligen Eigenschaften mittheilt. Versuche die ich mit einem Zusatz von $1\frac{1}{2}$ Prozent ganz feinem Silber zu dem zu verfrischenden Roheisen habe anstellen lassen, haben ergeben, daß das Silber sehr nachtheilig auf die Beschaffenheit des Eisens wirkt. Das Eisen verhält sich ganz wie rothbrüchiges Eisen, und bekommt außerdem, wegen Mangel an Schweißbarkeit, sehr viele Schiefer. Das dargestellte rothbrüchige Eisen, welches von einem Schwefelgehalt ganz frei war, enthielt 0,034-Procent Silber, oder in 100,000 Theilen nur 34 Theile Silber. Dies Metall zeigt also dieselbe Wirkung auf das Eisen, wie der Schwefel, wenn gleich in einem etwas geringeren Grade. Wenn schon der äußerst geringe Silbergehalt des Eisens von 0,034 Prozent, die Festigkeit dieses Metalles in einem hohen Grade vermindert, so ist zu erwarten, daß ein größerer Silbergehalt eine noch größere Abnahme der Festigkeit des Eisens herbeiführen wird.

Eisen und Kupfer. Das Eisen scheint nur sehr geringe Quantitäten Kupfer aufnehmen zu können, so wie sich umgekehrt das Kupfer nur mit sehr geringen Quantitäten Eisen zu verbinden scheint. So schwankend die Meinungen über das Maximum des Kupfergehaltes sind, mit welchem das Eisen verbunden werden kann, eben so verschieden sind auch die Urtheile über den Einfluß des Kupfers auf das Eisen. Die mehrsten praktischen Metallurgen vereinigen sich dahin, daß das Kupfer das Eisen rothbrüchig mache, und daß schon ein geringes Quantum Kupfer, welches dem unvorsichtigen Frischer von der kupfernen Form abbrenne, alles im Frischheerde befindliche Eisen verderbe. Frischversuche die ich mit einem Zusatz von $\frac{1}{2}$ und von 1 Prozent Kupfer zum Roheisen im Frischheerde habe anstellen lassen, ergaben, daß durch einen Kupferzusatz von 1 Prozent die Schweißbarkeit des Stabeisens ansehnlich vermindert ward. Das Stabeisen hatte 0,286 Prozent Kupfer aufgenommen. Dies Metall wirkt also auf

die Festigkeit des Eisens zwar nicht in einem so hohen Grade nachtheilig, als man gewöhnlich annimmt, aber doch in einem höheren Grade als der Phosphor.

Eisen und Blei. Beide Metalle scheinen sich gar nicht mit einander zu verbinden; auch haben Frischversuche, mit einem Zusatz von Blei und Glätte zum Roheisen, niemals einen nachtheiligen Einfluß auf die Beschaffenheit des erhaltenen Stabeisens bemerken lassen.

Eisen und Zinn. Frischversuche im Großen, mit einem Zusatz von 1 Prozent reinem Zinn zum Roheisen, haben ergeben, daß das Zinn das Eisen zwar nicht eigentlich rothbrüchig macht, indem es sich sehr gut schmieden läßt, obgleich es im weißglühenden Zustande stets weiße Dämpfe ausstößt, die sich als ein weißer Beschlag am Hammer und am Amboss anlegen; daß das Eisen aber in starker Hitze unter dem Hammer leicht auseinander fährt, daß es an Schweißbarkeit sehr verliert, und besonders daß es in einem hohen Grade kaltbrüchig wird. Dies völlig unbrauchbar gewordene Stabeisen hatte nur 0,19 Prozent Zinn aufgenommen, woraus hervorgeht, daß das Zinn die Festigkeit des Eisens in einem hohen Grade vermindert.

Eisen und Zink. Sehr häufig werden zinkhaltige Eisenerze verschmolzen. Der größte Theil des Zinkgehaltes verflüchtigt sich, wird auf der Gicht wieder in Dryd umgewandelt, und in Dämpfen verjagt, wie die Farbe der Gichtflamme und das Rauchen der Hohöfen beweisen, welche zinkhaltige Erze verschmelzen. Ein Theil der Dämpfe schlägt sich aber in der oberen Gegend des Schachtes, als ein Gemenge von Zinkoryd und von regulinischem Zink, wegen der dort statt findenden Abkühlung, nieder, füttert den Schacht einige Fuß tief ringförmig aus, und bildet den sogenannten Ofenbruch, der nicht selten auch Körner von regulinischem Blei enthält. Durch dies Ansetzen des Ofenbruchs werden die Schächte auf

der Sicht nach und nach so verengt, daß man den Anfaß von Zeit zu Zeit losbrechen muß. Die Erfahrung, daß der Hochofen in seinem Gange gestört wird, und schlechtes Roheisen liefert, wenn beim Ausbrechen des Ofenbruchs zu viel davon in den Ofen fällt, sollte zwar auf eine Verbindung des Eisens mit Zink, und auf die nachtheiligen Wirkungen des letzteren schließen lassen; allein es ist durch Versuche und Erfahrungen erwiesen, daß der üble Einfluß den der Ofenbruch auf den Gang des Ofens ausübt, nur von der Abkühlung herührt, welche durch die Verflüchtigung des zwischen den glühenden Kohlen sich wieder reducirenden Ofenbruchs bewirkt wird. Daß sich das Zink mit wenig Eisen verbindet, ist gar nicht zu bezweifeln; aber es scheint nicht, daß das Roheisen eine bemerkbare Quantität Zink aufnimmt, und noch weniger daß das in dem Roheisen etwa befindliche Zink, bei dem Frischprozeß in das Stabeisen übergeht. Wenigstens war in dem Stabeisen keine Spur von Zink zu finden, welches aus Roheisen gefrischt worden war, das man durch Verschmelzung von sehr zinkhaltigen Eisenerzen erhalten hatte. Eben so wenig äußerte ein Zusatz von Zinkoxyd und von regulinischem Zink zu dem Roheisen im Frischherde, den geringsten Einfluß auf die Beschaffenheit des dargestellten Stabeisens, so daß man von dem Zink keine nachtheilige Einwirkungen auf das Eisen befürchten darf.

Eisen und Wismuth. Ein Zusatz von 1 Prozent Wismuth zu dem zu verfrischenden Roheisen, äußerte gar keinen Einfluß auf das dargestellte Stabeisen, dessen Wismuthgehalt zu 0,081 Prozent gefunden ward. Dieser Versuch zeigt, daß sich 100,000 Theile Eisen mit 81 Theilen Wismuth verbinden, ohne daß dadurch ein nachtheiliger Einfluß auf die Festigkeit des Stabeisens veranlaßt wird. Ob größere Beimischungen der Festigkeit des Eisens nachtheilig sind, ist noch nicht ausgemittelt.

Eisen und Antimon. Ein Zusatz von 1 Prozent Antimon zu dem zu verfrischenden Roheisen im Frischheerde, äußert sich sehr nachtheilig auf die Güte des Stabeisens. In der Schweißhitze stößt das Eisen ununterbrochen grauweiße Dämpfe aus, und verhält sich nicht allein rothbrüchig, sondern auch sehr kaltbrüchig. Die Schweißbarkeit geht dabei in einem hohen Grade verloren. Der Antimongehalt des Stabeisens betrug nur 0,23 Prozent, oder es befanden sich in 100,000 Theilen Eisen, 230 Theile Antimon. In einem anderen, sehr kaltbrüchigen Stabeisen, wurden 0,114 Prozent Antimon gefunden.

Eisen und Arsenik. Wenig Arsenik soll dem Eisen, wie Bergman angiebt, keine nachtheiligen Eigenschaften mittheilen, und es weder roth- noch kaltbrüchig machen. Durch Glühen läßt sich das Arsenik nicht gänzlich von dem Eisen trennen, eben so wenig durch wiederholtes Schmelzen mit Kohlenstaub. Kinman erinnert dagegen, daß das Eisen seine Geschmeidigkeit verliere, wenn ihm auch nur wenig Arsenik zugesetzt werde. Eigene Erfahrungen haben ergeben, daß das Arsenik dem Roheisen im Frischheerde zugesetzt werden kann, ohne daß das Stabeisen fehlerhafte Eigenschaften erhält. Allein das Eisen fand sich auch ganz frei von Arsenik, welches daher gänzlich verflüchtigt worden zu seyn scheint. Wird aber das Arsenik mit dem Eisen im Tiegel zusammengeschmolzen, so kann ein Arsenikgehalt von nur 1,6 Prozent die Dehnbarkeit und Geschmeidigkeit des Eisens gänzlich zerstören. Es ist daher zu befürchten, daß Arsenik haltende Eisenerze, im Hochofen verschmolzen, einen Theil ihres Arsenikgehaltes an das Eisen abgeben werden, und daß eine ganz geringe Beimischung von Arsenik schon überaus nachtheilig auf die Festigkeit des Eisens wirken wird.

Eisen und Titan. Das Titan scheint der Güte des Eisens nicht nachtheilig zu seyn, sondern dasselbe härter, fester,

und der Abnutzung mehr widerstehend zu machen. Das Titan erfordert eine höhere Temperatur, um sich aus dem Dryd durch Kohle zu reduciren, als das Eisen, und eine noch viel höhere Temperatur, um nach erfolgter Reduktion zu schmelzen. Deshalb wird der größte Theil des Titanoxyds im Hohenofen verchlackt. Außerdem scheint das regulinische Titan nur eine geringe Verbindungsfähigkeit mit dem Eisen zu besitzen. Seitdem Herr Wollaston gezeigt hat, daß das Titan, unter gewissen Umständen, im Gestell der Hohenöfen krystallinisch, in kupferrothen Würfeln gebildet wird, hat man dies Metall auf vielen Hüttenwerken im Hohenofengestell gefunden. Daß sich das Titan aber nicht leicht mit dem Eisen verbindet, geht daraus hervor, daß es sichtbar in rothen Körnchen im Roheisen eingesprengt, angetroffen wird, und daß das Roheisen, welches diese sichtbare Beimengung nicht enthält, nur einen höchst unbedeutenden Titangehalt zeigt, welcher beim Verfrischen zum Theil abgeschieden wird, zum Theil mit dem Stabeisen vereinigt bleibt.

Eisen und Mangan. Das Mangan ist ein sehr häufiger, fast gewöhnlicher Begleiter des Eisens. Es theilt demselben mehr Härte mit, ohne seiner Festigkeit nachtheilig zu seyn, wenn es sich nur in geringen Quantitäten mit dem Eisen verbunden befindet. Der größte Mangangehalt des Stabeisens den ich jemals aufgefunden habe, betrug 1,85 Prozent, und das Stabeisen verhielt sich ganz tadellos. Dggleich die größere oder geringere Härte des Eisens in manchen Fällen von dem Mangangehalt desselben herrühren kann; so sind Geschmeidigkeit und Sprödigkeit doch von der Härte unabhängig, und werden, bei reinem Eisen, bloß durch den Kohlegehalt bestimmt. Das Stabeisen kann eben so viel, und mehr Mangan enthalten als der Stahl, und es kann Stahl geben, der keine Spur von Mangan enthält; aber das manganhaltige Stabeisen und der manganhaltige Stahl werden sich härter

verhalten, als die Eisen- und Stahlarten, welche kein Mangan enthalten. Niemals wird aber das Stabeisen durch einen Mangangehalt eine stahlartige Härte bekommen, sondern die stahlartige Beschaffenheit ist jederzeit von dem Kohlegehalt allein abhängig. Die Härte des Stahls wird durch einen Mangangehalt desselben zwar noch mehr erhöht; es ist aber eine ganz bekannte Sache, daß die wegen ihrer Härte am meisten geschätzten Arten von Gußstahl, kaum eine Spur von Mangan enthalten. Daß die manganhaltigen Eisenerze vorzüglich geneigt sind, bei der Verarbeitung Stahl zu geben, ist nicht dem Mangangehalt der in das Eisen übergeht, sondern der Leichtflüchtigkeit des gar nicht zur Reduction gelangenden oxybirten Mangans zuzuschreiben, welches mit der Kieselerde zu einem Silikat zusammentritt, und sich verschlackt. Will man daher die manganhaltigen Eisenerze, Stahlerze nennen, so muß man sich nur erinnern, daß das Mangan an sich, dem Eisen niemals stahlartige Eigenschaften mittheilen kann, sondern daß es nur die Härte desselben etwas erhöht.

Eisen und Kohle.

Unter allen Verbindungen des Eisens mit anderen Körpern, ist die mit der Kohle die wichtigste für den Metallurgen. Man kann sagen, daß die ganze Metallurgie des Eisens in der Kenntniß besteht, entweder das Eisen auf eine zweckmäßige Weise mit dem Kohlenmetall zu verbinden, oder die bestehende Verbindung beider Metalle wieder aufzuheben. Es scheint, daß außer dem Eisen nur das Mangan und das Kupfer die Eigenschaft besitzen, sich mit geringen Quantitäten Kohle zu vereinigen.

Die Legirung des Eisens mit Kohle muß, wie sich leicht erwarten läßt, andere Eigenschaften besitzen, als das reine Eisen. Es giebt aber andere einfache Körper, z. B. Schwefel, Arsenik, Antimon, welche die physikalischen Eigenschaften des

Eisens ungleich auffallender verändern, als die Kohle, wenn sie dem Eisen in eben so großen Quantitäten beigemischt sind.

Abgesehen von den Verbindungen des Eisens mit großen Quantitäten Kohle, welche der Chemiker künstlich hervorbringt, die aber für den Metallurgen gar kein unmittelbares Interesse besitzen, giebt es ein Maximum des Kohlegehaltes des Eisens, welches bei den metallurgischen Prozessen niemals überschritten, selten vollständig erreicht wird. Von diesem Maximum bis zu dem ganz kohlefreien Eisen wird jedes Verhältniß der Kohle zum Eisen angetroffen. Man pflegt aber zwei Hauptabtheilungen des Kohleisens anzunehmen, von denen die eine diejenigen Verbindungen des Eisens mit Kohle in sich begreift, welche unter gewissen Umständen noch eine hinreichende Dehnbarkeit besitzen, um unter den Hämmern und Walzen ausgestreckt werden zu können; — die andere hingegen diejenigen Verbindungen, welchen diese Dehnbarkeit nicht mehr zukommt. Man nennt die erste Reihe von Verbindungen: Stahl, die zweite Reihe: Roheisen oder Gußeisen. Diese Eintheilung hat aber nur einen rein technischen Grund, indem sie sich wissenschaftlich gar nicht durchführen läßt. Von dem weichsten Stabeisen bis zu dem härtesten Stahl finden so unmerkliche Uebergänge statt, daß eine Gränze zwischen Stabeisen und Stahl nicht zu finden ist. Eben so ist zwischen dem Stahl und dem Roheisen kein plötzlicher Uebergang anzutreffen, sondern das physikalische Verhalten des Kohleisens in verschiedenen Temperaturen, leitet ganz allein das oft sehr unsichere Urtheil. Im Allgemeinen kann man nur sagen, daß der Stahl weniger Kohle enthält als das Roheisen.

Von mehreren Körpern ist es schon jetzt wahrscheinlich geworden, daß sie Verbindungen mit einander bilden, welche ein sehr verschiedenartiges Verhalten zeigen, je nachdem sie aus dem Zustande der Flüssigkeit, oder auch nur nach statt gefundenem anhaltenden Glühen in angemessenen Graden der Hitze,

plötzlich oder langsam zum Erstarren gebracht oder abgekühlt werden (Karsten, Archiv für Mineral., Geogn., Bergb. und Hüttenkunde. II. 179). Bei der Verbindung des Eisens mit Kohle ist ein solches merkwürdiges Verhalten mit einer so großen Bestimmtheit nachgewiesen worden, daß es nicht mehr bezweifelt werden kann. Die Verbindungen dieser beiden Metalle besitzen nämlich die merkwürdige Eigenschaft, daß sie, bei einem plötzlichen Erstarren oder Erkalten, nach vorhergegangenem Schmelzen oder Glühen, weiße, harte und spröde Gemische bilden; in gegen ein langsames Erstarren oder Erkalten, graue, weiche und geschmeidige Verbindungen entstehen läßt. Dies Verhalten giebt ein gutes technisches Unterscheidungskennzeichen des Stahls vom Eisen ab. Man kann nämlich alles Eisen, welches so viel Kohle enthält, daß es nach dem plötzlichen Erkalten härter wird, ohne bedeutend an Festigkeit zu verlieren, Stahl nennen, obgleich es freilich auch Eisen mit einem geringen Kohlegehalt giebt, welches durch plötzliches Abkühlen eine größere Härte erlangt, ohne daß der Techniker es deshalb schon zu den weicheren Stahlarten rechnen würde. Die mit Festigkeit, also mit Geschmeidigkeit und Dehnbarkeit verbundene Härte, ist eine sehr schätzenswerthe Eigenschaft des Eisens, weil es durch eine größere Härte der Abnutzung stärker widersteht, weshalb man auch dem harten (stahlartigen) Eisen vor dem weichen den Vorzug giebt. Bei einem mehr zunehmenden Verhältniß der Kohle zum Eisen, vermehrt sich zwar die Härte, allein es vermindert sich die Festigkeit der Legirung, wenigstens nach einer statt gefundenen schnellen Abkühlung, weshalb man sich auch der Legirung des Eisens mit Kohle nur dann bedient, wenn es darauf ankommt, von der Härte nicht weniger als von der Festigkeit des Metalles Gebrauch zu machen. Der langsam erkaltete Stahl wird in den mehrsten Fällen das reine Eisen vollkommen ersetzen können; aber niemals wird das Eisen ohne Kohle, oder mit einem ge-

ringen Kohlegehalt, die Eigenschaft des plötzlich erkalteten Stahls erhalten.

Es ist bekannt, daß mehrere Körper dem Eisen eine größere Härte ertheilen, ohne daß ihre Wirkung auf das Eisen deshalb mit der des Kohlenmetalles verglichen werden könnte. Das Eisen erlangt durch die Verbindung mit Kohle nur unter gewissen Umständen eine größere Härte, zeigt sich aber unter anderen Umständen fast eben so weich als das Eisen welches keine Kohle enthält. Dies Verhalten findet bei den Verbindungen des Eisens mit anderen Körpern, die demselben eine größere Härte mittheilen, nicht statt, indem der Grad der Härte sich nicht, oder doch nur höchst unbedeutend ändert, wenn das geschmolzene oder geglühte Metall plötzlich oder langsam abgekühlt, oder zum Erstarren gebracht wird. Mit Recht nennt man daher auch das plötzliche Abkühlen des glühenden Kohleisens: das Harten, und unterscheidet den gehärteten von dem noch nicht gehärteten Stahl; ein Unterschied der ganz überflüssig seyn würde, wenn das Kohleisen durch plötzliches Erkalten nicht ganz andere Eigenschaften erhielte, als durch langsames Abkühlen. Zwischen Stahl und hartem Eisen, welches seine Härte durch Verbindungen mit anderen Körpern erhalten hat, ist daher ein höchst wesentlicher Unterschied, und man ist nicht befugt, das harte Eisen, dessen Härte nicht von einer Legirung mit Kohle herrührt, Stahl zu nennen. Eben so verhält es sich mit dem Roheisen. Schwefel, Arsenik, Antimon, und in größeren Verhältnissen auch Phosphor, zerstören die Geschmeidigkeit und Dehnbarkeit des Eisens, und befördern seine Schmelzbarkeit. Deshalb sind diese Legirungen aber nicht Roheisen, und würden selbst dann nicht auf diese Benennung Anspruch machen können, wenn sie das mit dem Roheisen übereinstimmende Verhalten zeigen sollten, bald weiße, harte und spröde, bald graue, weiche und zähe Gemische zu bilden, je nachdem sie, nach erfolgter Schmelzung, schnell oder langsam

erstarrten. Dies Verhalten ist der Verbindung des Eisens mit Kohle ganz eigenthümlich, und bis jetzt noch nicht bei anderen Legirungen angetroffen worden.

Die genaue Kenntniß des Zustandes der Verbindung der Kohle mit dem Eisen im Stahl und im Roheisen, ist für den praktischen Metallurgen von der größten Wichtigkeit. Zu dieser Kenntniß läßt sich aber nur durch eine genaue Bekanntschaft mit den Eigenschaften der verschiedenen Arten des Kohleisens in ihren verschiedenen Zuständen, und mit ihrem Verhalten in den höheren Temperaturen und zu anderen Körpern, gelangen. Es ist daher nöthig, die Eigenschaften und das Verhalten des Stahls und des Roheisens sorgfältig zu erforschen, indem die mangelhafte Kenntniß von diesem Verhalten, die Metallurgen und die Chemiker in ihrem Urtheil über die Natur der Verbindungen des Eisens und der Kohle, im Stahl und im Roheisen, mehr als einmal irre geleitet hat.

S t a h l.

Mit größerem Recht als man hartes und weiches Stabeisen unterscheidet, wird man einen Unterschied zwischen härterem und weicherem Stahl machen müssen. Die weicheren Stahlarten nähern sich dem harten Stabeisen, und die härtesten Stahlarten zeigen die größte Uebereinstimmung mit dem grauen oder mit dem weißen Roheisen, je nachdem sich der Stahl im ungehärteten oder im gehärteten Zustande befindet. Der ungehärtete Stahl hat auf der Bruchfläche stets eine weißgraue Farbe, ein körnig-zackiges Gefüge, und einen vollkommen metallischen, jedoch matten Glanz. Er wird durch das Härten jederzeit glänzender und lichter gefärbt, und das Gefüge zugleich im höchsten Grade feinkörnig, so daß die Bruchfläche dem unbewaffneten Auge ganz glatt und muschlig erscheint. Korn und Farbe des gehärteten Stahls müssen möglichst gleichartig seyn. Ein Stahl von sonst bekannter Güte,

der nach dem Härten ein grobes und körniges Gefüge zeigt, ist in einer zu großen Hitze gehärtet, und hat dadurch seine Härte und Festigkeit größtentheils verloren. Das feinkörnige Gefüge des ungehärteten Stahls, welches durch das Schmieden und Walzen nicht in eine sehnige Textur übergehen muß, ist die Ursache, weshalb der Stahl dichter, und zu polirten Arbeiten anwendbarer wird, als das Stabeisen.

Das specifische Gewicht des Stahls wechselt zwischen 7,4 und 7,8; im Allgemeinen wird man es zu 7,7 annehmen können. Das specifische Gewicht des gehärteten Stahls ist in der Regel größer als das des ungehärteten; allein es giebt davon auch Ausnahmen.

Ungehärteter Stahl besitzt keine bedeutend größere Härte als die härteren Stabeisenarten; aber der härteste Stahl wird nach dem Härten von der besten Feile nicht mehr angegriffen. Die Härte welche der Stahl durch das Härten erlangt hat, geht durch Glühen und langsames Erkalten wieder verloren. Der Grad der Härte den der Stahl annimmt, ist theils von seiner Beschaffenheit, (von dem Kohlegehalt), theils von den Temperaturen und von den Temperatur-Unterschieden abhängig, bei welchen das Härten vorgenommen ward. Die merkwürdige Erscheinung, daß weiches Stabeisen gehärteten Stahl durch schnelle Umdrehung zu zerschneiden vermag, rührt daher, daß sich der Stahl stärker erhitzt, als das Eisen, wenn die Eisenscheibe bei ihrer Umdrehung gegen den Stahl wirkt.

Die absolute Festigkeit des nicht gehärteten Stahls scheint bedeutend größer zu seyn, als die des Stabeisens, und zwar etwa in dem Verhältniß von 13 zu 10. Durch das Härten verliert der Stahl an Festigkeit. Mit dieser, durch Versuche erwiesenen großen absoluten Festigkeit des Stahls, ist die Erfahrung schwer in Uebereinstimmung zu bringen, daß sich der gehärtete Stahl sehr leicht zerschlagen läßt. Man schreibt diese Erscheinung der Sprödigkeit des Stahls zu, indeß muß es

künftigen Forschungen überlassen bleiben, die wahre Ursache dieses jetzt noch unerklärbaren Verhaltens aufzufinden.

Der Stahl dehnt sich, nach den Versuchen von Dalton und Davy, wenigstens in den Temperaturen vom Gefrier- bis zum Siedepunkt des Wassers, nicht so stark aus wie das Stabeisen, indem die Ausdehnung für die Länge des Stahlstabes = 1, nur 0,00112 beträgt. — Die Anlauffarben erhält der Stahl früher als das Stabeisen, und zwar um so früher, je härter er ist, oder je mehr Kohle er enthält. Der Stahl hat oft schon die dritte Stufenfarbe erreicht, wenn das Stabeisen, in gleicher Hitze, erst zur zweiten gelangt ist. Man kann daher die härteren und weicheren Stellen in einem Eisen- oder Stahlstabe sehr deutlich durch das Anlaufen erkennen, indem die härteren Stellen schon blau erscheinen, wenn die weichen röthlichgelb sind u. s. f.

Wenn man den Stahl bis zum Rothglühen erhitzt, und dann langsam erkalten läßt, so ist der ungehärtete Stahl etwas weicher geworden, der gehärtete hat aber seine Härte verloren, und befindet sich wieder im Zustande des ungehärteten Stahls. Die Weißglühhitze bekommt der Stahl früher als das Stabeisen, auch gelangt er ungleich früher als dieses in den flüssigen Zustand. Je größer die Härte ist die der Stahl annimmt, desto geringer ist die Temperatur die er zum Schmelzen erfordert. Stabeisen welches der Wirkung der glühenden Kohlen in anhaltender Weißglühhitze, ohne Luftzutritt, ausgesetzt wird, verwandelt sich in Stahl, und endlich in Roheisen.

Je früher der Stahl zur Schweißhitze gelangt, desto geringer ist seine Schweißbarkeit. Es giebt Stahl der sich gar nicht schweißen läßt, weil er sich in dem Augenblick der Schweißhitze schon in einem zu sehr erweichten Zustande befindet. — Bei dem Zutritt der Luft setzt der Stahl nicht so leicht Glühspan an, erleidet aber durch lange anhaltende trockne Glühigen, dieselben Veränderungen als das Stabeisen. Ehe diese

Veränderungen eintreten, ändert sich der Stahl zuerst in Stabeisen um, dergestalt, daß der mittlere Theil des Stabes noch Stahl ist, während die äußeren Schichten schon Stabeisen sind, welches mit einer Rinde von Glühspan umgeben ist. Einiger Stahl wird durch oft wiederholtes Ausschweißen in trockner Hitze früher zu Stabeisen, als anderer. Der durch viele trockne Schweißhitzen zu Stabeisen umgeänderte, und endlich mürbe gewordene Stahl, erhält seine stahlartigen Eigenschaften durch saftige Schweißhitzen nicht wieder, sondern giebt dann, wenn er selbst von guter Natur war, ein gutes, festes Stabeisen. Wird der Stahl unter einer guten Decke von Schweißsand, oder überhaupt auf solche Weise geglüht, daß die Luft keinen Zutritt hat, so bleibt er in seinen Eigenschaften unverändert. Die Umwandlung des durch Härten weiß und spröde gewordenen Stahls in ein Metall, welches die Eigenschaften des besten und geschmeidigsten Stabeisens besitzt, so wie umgekehrt des letzteren in einen harten, weißen, klingenden und spröden Körper, läßt sich durch langsames, und durch plögliches Erkalten nach dem Glühen, so oft vornehmen als man will. — Wird der Luftzutritt zu dem in starker Glühhitze befindlichen Stahl, nicht durch eine Schlackendecke, sondern durch Kohle abgehalten, und bleibt der Stahl mit der Kohle einer lange anhaltenden starken Glühhitze ausgesetzt; so wird er mürbe, und verliert zuletzt, mit Beibehaltung seiner körnigen Textur, so viel von seiner Festigkeit, daß ihm Dehnbarkeit und Geschmeidigkeit abgehen, und ein roheisenartiger Zustand eintritt. Wird die Hitze bis zum wirklich erfolgenden Schmelzen des Stahls fortgesetzt; so verwandelt er sich auch wirklich in Roheisen.

Soll der Stahl also ohne Verlust seiner Eigenschaften geschmolzen werden, so ist nicht allein die Abhaltung des Luftzutritts, sondern auch die Entfernung der Kohle, oder überhaupt aller kohligten Substanzen, nothwendig. Wird die Schmel-

zung in Graphittiegeln vorgenommen, so muß eine schnelle Hitze gegeben, und eine Decke von Kohlenstaub vermieden werden. Manchen Stahlarten giebt man indeß, bei der Bereitung des Gußstahls, absichtlich einen Zusatz von 1 bis 2 Prozent Kohle, wenn es darauf ankommt, sehr harten Stahl darzustellen. Der geschmolzene Stahl bietet, je nachdem er plötzlich oder langsam zum Erstarren gebracht wird, dieselben Erscheinungen dar, wie der nur bis zum Glühen erhitzte Stahl. Wird die flüssige Masse in dicken Formen ausgegossen, so daß sie langsam erstarrt, so besitzt der Stahl alle Eigenschaften des weichen und nicht gehärteten Stahls. Wird die Erstarrung beschleunigt, so erhält man einen harten, weißen, klingenden und äußerst spröden Körper, der oft dem harten, weißen Roheisen ähnlicher ist, als dem gehärteten Stahl. Durch starkes Glühen und langsames Erkalten wird diese weiße, harte und spröde Masse wieder in ein dunkel gefärbtes, weiches und geschmeidiges Metall umgeändert. Die Umänderung erfolgt nicht, wenn die geglühte Masse plötzlich abgekühlt wird.

R o h e i s e n.

Noch 'größere Verschiedenheiten als der härteste und der weichste Stahl darbieten, zeigen sich bei dem Roheisen. Der größere Kohlegehalt im Roheisen bewirkt im Allgemeinen eine geringere Strengflüssigkeit, und daher den Mangel an Schweißbarkeit, die indeß bei einigen (grauen) Roheisenarten noch in einem geringen und unvollkommenen Grade angetroffen wird. Die Dehnbarkeit und Geschmeidigkeit fehlen dem Roheisen (eben so wie dem gehärteten Stahl), nur in gewissen Zuständen. Es giebt daher kein unterscheidendes Kennzeichen des Roheisens vom Stahl. Wenn man, wie es gewöhnlich geschieht, das graue und das weiße Roheisen, als verschiedene Arten, unterscheidet; so darf man nicht vergessen, daß mit demselben Recht auch der nicht gehärtete und der gehärtete Stahl

als verschiedene Arten von Stahl unterschieden werden müssen. Das graue und das weiße Roheisen können mit einander im Kohlegehalt ungleich mehr übereinstimmen, als die grauen oder die weißen Roheisenarten unter sich; denn jedem grauen Roheisen entspricht, dem Kohlegehalt nach, ein weißes Roheisen, und umgekehrt, indem die graue und die weiße Farbe, und die damit in Verbindung stehenden physikalischen und chemischen Eigenschaften des Roheisens, lediglich durch die Temperatur-Verhältnisse veranlaßt werden. Es ist durchaus unrichtig, wenn man den Unterschied des grauen und des weißen Roheisens nur in den Quantitäten des Kohlemetalles suchen will, und noch unrichtiger, diesen Unterschied in den unwesentlichen und zufälligen Beimischungen des Roheisens (Phosphor, Schwefel, Silicium) zu finden. Diese Beimischungen können zwar die Eigenschaften des Roheisens, aber niemals den Charakter desselben modificiren.

Die Farbe des grauen Roheisens wechselt von der dunkelsten schwarzen bis zu einer lichtgrauen Farbe. Sind diese Farben mit starkem Metallglanz verbunden, so pflegt das Roheisen wenig fremdartige Beimischungen, — wenigstens nur wenig Silicium, — zu enthalten. Ein schwacher Metallglanz deutet immer auf ein mit fremdartigen Beimischungen sehr überladenes Roheisen. Noch mehr sind aber die aschgraue Farbe, mattes Ansehen, verbunden mit einem körnigen Gefüge, als Kennzeichen eines mit Silicium sehr verunreinigten Roheisens anzusehen. Das weiße Roheisen hat, im Zustande seiner vollkommensten Ausbildung, eine silberweiße Farbe, verbunden mit einem außerordentlich starken Glanz und mit spiegelnden Flächen. Man nennt dies Roheisen daher auch Spiegel Eisen, Spiegelfloß, und in einigen Provinzen Deutschlands, wegen der speciellen Benützung desselben zu Stahl, Rohstahleisen oder Rohstahlfloß. So lange die Farbe des Roheisens noch rein silberweiß bleibt, muß dasselbe, auch

wenn sich die Spiegelflächen nicht mehr vollkommen ausgebildet haben, noch als Spiegelfloß betrachtet werden. Geht die Farbe aber ins Bläuliche oder Bläulichgraue über, und giebt sich dabei die Flächenbildung nur als ein strahliges Gefüge zu erkennen, so entsteht daraus eine zweite Abart des weißen Roheisens, die man blumiges Roheisen oder blumige Flossen nennt. Bei einer dritten Abart des weißen Roheisens zeigt sich zwar noch ein starker Glanz, aber der weißen Farbe ist sehr viel Grau beigemischt, und auf der Bruchfläche ist kein bestimmtes Gefüge mehr zu bemerken. Nimmt die weiße Farbe noch mehr ab, so daß sie in das Bläulichweiße übergeht, wobei die Bruchfläche schon zackig zu werden anfängt, und viele größere und kleinere Zwischenräume sich bilden, so entsteht eine besondere Art von Roheisen, welche man bald zur grauen, bald zur weißen Roheisenart zählen kann, je nachdem sie langsamer oder schneller erstarrt ist. Man hat ihr den Namen: lückiges (löchriges) Roheisen, oder lückiges Floß gegeben. Spiegelfloß, blumiges Floß, und die dritte Abart des weißen Roheisens gehen sehr häufig so in einander über, daß die Bestimmung nach dem äußeren Ansehen sehr schwierig wird. Das sogenannte weißgaare Roheisen steht auf der Gränze des Spiegelfloß und des blumigen Floß. — Nicht selten kommen das graue und das weiße Roheisen gemeinschaftlich auf der Bruchfläche zum Vorschein. Die Verhältnisse des Hervortretens der einen und der anderen Art können dabei sehr verschieden seyn. Es giebt Roheisen, bei welchem die weiße und die graue Art vollkommen von einander geschieden zu seyn scheinen. Das graue Roheisen zeigt sich als eine besondere Schicht, bald oben, bald unten, bald in der Mitte des weißen Roheisens, welches dann gewöhnlich Spiegelfloß ist. Dies Roheisen nennt man spangliches Roheisen, streifiges Roheisen, Roheisen mit grauem Saum oder mit grauer Rath. Die Begränzung des grauen und des weißen Roh-

eisens ist dabei sehr scharf und bestimmt. In anderen Fällen findet keine so scharfe Gränze statt, sondern das graue Roheisen liegt nur in der Gestalt von Sternchen, oder von einzelnen Flocken, in der übrigen Masse des Eisens, welche bald blumiges Floß, bald Spiegeleisen seyn kann, zerstreut. Zuweilen ist die Masse des weißen Roheisens vorwaltend und so überwiegend, daß es ganz die Eigenschaften des weißen Roheisens behält. Zuweilen bekommt aber das graue Roheisen die Oberhand, so daß es den Anschein gewinnt, als ob weiße Flecken auf grauem Grunde eingesprengt wären. Dann nähert sich das Roheisen in seinen Eigenschaften mehr dem grauen Roheisen. Ein bestimmtes Verhalten läßt sich dabei so wenig nachweisen, als es überhaupt ein bestimmtes Verhältniß giebt, in welchem beide Roheisenarten mit einander gemengt vorkommen. Man nennt diese Gemenge von grauem und weißem Roheisen, halbirtes Roheisen, geflecktes Roheisen. Ist die graue Roheisenart mehr überwiegend, so pflegt man das Roheisen wohl schwach halbirtes, und wenn die weiße Roheisenart überwiegend ist, stark halbirtes Roheisen zu nennen. Diese Benennungen dienen indeß mehr dazu, sich über das äußere Ansehen des Roheisens zu verständigen, als sie geeignet sind, über die Natur und Beschaffenheit des Roheisens einen Aufschluß zu geben.

Die Textur des grauen Roheisens ist stets körnig, wie die des nicht gehärteten Stahls. Zuweilen sind die Körner sehr platt, und von schuppigem Ansehen. Eine solche Textur deutet immer auf ein unreines Roheisen. Die Textur des weißen Roheisens zeigt häufig die größte Uebereinstimmung mit der des schnell erstarrten Gußstahls. Sie geht aus dem strahlglätttrigen Gefüge in den kleinsplitttrigen, und von diesem in einen dichten, fast muschligen Bruch über, wobei die weiße Farbe in demselben Verhältniß zurücktritt, als das strahlige Gefüge unmerklicher wird. Die Textur des luftigen Floß-

ses ist mehr zackig = als edig = körnig, und macht einen deutlichen Uebergang in das dem sehr schwach gehärteten Stahl eigenthümliche Gefüge. Weil das Roheisen eine oft sehr zusammengesetzte Verbindung des Eisens mit anderen Körpern ist, so sind die von der Textur und von der Farbe des Roheisens hergenommenen Kennzeichen ungemein trügerisch, wenn von ihnen ein Schluß auf die Güte und Beschaffenheit desselben gemacht werden soll. Dies ist um so mehr der Fall, als Farbe und Textur ganz abhängig von den Temperaturen sind, bei welchen die Erstarrung erfolgte.

Das weiße Roheisen hat im Allgemeinen ein größeres specifisches Gewicht als das graue. Nach einem großen Durchschnitt läßt sich das specifische Gewicht des grauen Roheisens zu 7,1, und das des weißen Roheisens zu 7,5 annehmen, obgleich verschiedenartige fremde Beimischungen das hier angegebene Gewicht um einige Zehnthelle vermindern und erhöhen können.

In der Härte zeigt sich zwischen dem grauen und dem weißen Roheisen eine ungemein große Verschiedenheit. Das graue Roheisen ist so weich, daß es beim Schlagen oder Stoßen Eindrücke des Hammers annimmt, und sich mit dem Bohrer, mit der Feile und mit dem Meißel sehr gut bearbeiten läßt. Mit dieser Weichheit ist, bei einigen Abarten des grauen Roheisens, ein bedeutender Grad von Dehnbarkeit verbunden, welche dem grauen Roheisen, bis zu einem gewissen Grade, überhaupt zukommt. Die Härte des weißen Roheisens ist bei einigen Abarten so groß, daß das Eisen von der schärfsten Feile nicht angegriffen wird. Die Härte des Spiegeleisens übertrifft die des härtesten Stahls. Die große Härte des weißen Roheisens hat Veranlassung gegeben, dasselbe Hartfloß zu nennen. Bei dem weichen, grauen Roheisen, ist aber die Benennung Weichfloß nicht üblich, sondern man bezeichnet damit die luftigen Flossen, die sich dem Stahl mehr als dem Roheisen nähern.

Die absolute Festigkeit des grauen Roheisens ist von sehr vielen, oft ganz zufälligen Umständen abhängig, und muß, bei der großen Verschiedenheit des Roheisens, für jede Roheisenart besonders bestimmt werden. Es ist einleuchtend, daß die Festigkeit eines Körpers von sehr verschiedener und ganz unbestimmter Zusammensetzung, überaus verschieden gefunden werden wird. Die bisher angestellten Versuche scheinen nur das Resultat zu geben, daß dasjenige Roheisen, welches einer Kraft von 20,000 preussischen Pfunden auf 1 rheinl. Quadrat Zoll des Querschnitts, beim Zerreißen widersteht, zu den festeren Roheisenarten zu zählen ist. Ueber die Festigkeit des weißen Roheisens sind noch gar keine Versuche angestellt worden. Das graue Roheisen muß das weiße aber an absoluter Festigkeit übertreffen, obgleich es scheint, daß das schwach halbirte Roheisen eine noch größere Festigkeit besitzt, als das graue, wovon der Grund wahrscheinlich mehr in der Textur als in der chemischen Zusammensetzung dieses Roheisens zu suchen ist. — An relativer Festigkeit übertrifft das weiße Roheisen alle Eisenarten, weil es, bei dem Mangel an Dehnbarkeit und Geschmeidigkeit, beim Zusammendrücken den größten Widerstand leistet. Dagegen ist die respective Festigkeit des weißen Roheisens unter allen Eisenarten am geringsten, oder wenigstens nicht größer als die des gehärteten Stahls, indem es sich sehr leicht zer schlagen läßt. Manche graue Roheisenarten stehen aber an relativer Festigkeit dem schwach halbirten Roheisen, ungeachtet ihrer weit größeren Geschmeidigkeit, dennoch, ohne Zweifel weil ein großer Graphitgehalt des grauen Roheisens, den Zusammenhang der Eisentheile, auf ganz mechanische Weise, zu sehr unterbricht.

In der Temperatur vom Gefrier- bis zum Siedepunkt des Wassers, scheint das weiße Roheisen eine geringere Ausdehnung zu erleiden als das graue. Die Ausdehnung des weißen Roheisens scheint mit der des Stahls ziemlich überein

zu stimmen. In höheren Temperaturen findet indeß ein anderes Verhalten statt, indem das geschmolzene Roheisen, wenn es zu weißem Roheisen erstarrt, stärker schwindet, d. h. sich stärker zusammenzieht, als wenn es beim Erstarren graues Roheisen bildet.

Die Anlauffarben erhält das weiße Roheisen schon früher als der Stahl; das graue Roheisen zuweilen später als das Stabeisen, obgleich sich die Anlauffarben beim grauen Roheisen, wenigstens bei ihrem ersten Eintreten, nicht ganz deutlich erkennen lassen.

Wird das Roheisen in den verschiedenen Graden der Glühhitze dem Luftstrom ausgesetzt, so überzieht es sich, eben so wie das Stabeisen und der Stahl, mit Glühspan. Das weiße Roheisen ist völlig unschweißbar, weil es bei den niedrigsten Graden der Schweißhitze, wenn nicht vollkommen flüssig, doch schon teigartig wird. Aber das graue Roheisen ist wirklich schweißbar, nur liegen der Grad der Schweißhitze und der des Flüssigwerdens so nahe beisammen, daß eine große Aufmerksamkeit erfordert wird, das Zusammenschweißen zu bewerkstelligen.

Das Verhalten der verschiedenen Roheisenarten in der Glüh- und Schmelzhitze ist so abweichend, und von so verschiedenartigen Erfolgen begleitet, daß es nöthig ist, diese Erfolge, deren Kenntniß fast die Grundlage der ganzen Metallurgie des Eisens ausmacht, für jede Roheisenart besonders zu untersuchen. Die Schmelzhitze des Roheisens wird gewöhnlich zu 17 bis 18,000 Gr. Fabr., oder zu 122 bis 130 Gr. Wedgw. angegeben; aber diese Angabe ist viel zu allgemein, wahrscheinlich auch viel zu hoch. Die Schmelzbarkeit des Roheisens scheint mit dem Kohlegehalt desselben in gradem Verhältniß zu stehen. Man kann daher nicht sagen, daß das graue Roheisen strengflüssiger sey, als das weiße. Aber bei gleichem Gehalt an Kohle kommt das weiße Roheisen früher in Fluß als

das graue. Es giebt graues Roheisen, welches in der Strengflüssigkeit den härteren Gußstahlarten nicht nachsteht, wogegen andere graue Roheisenarten (die bei leichtflüssigen Beschickungen, und bei einem nicht zu gaaren Gange des Ofens erblasenen), nicht viel später schmelzen als das Spiegeleisen, welches unter allen weißen Roheisenarten das leichtflüssigste ist. — Das flüssige Roheisen zieht sich bei dem Uebergange aus dem flüssigen in den starren Zustand zusammen. Für die praktische Anwendung ist es wichtig, die Größe dieser Raumverminderung zu kennen, weil die Formen zu allen denjenigen Gußwaaren, welche ein sehr genaues und bestimmtes Maaß haben sollen, um so viel größer gemacht werden müssen, als die Raumverminderung beträgt, Es scheint, daß die Größe des Schwindens zwischen den Gränzen der Zahlen $\frac{1}{8}$ bis $\frac{7}{8}$ liegt, so daß 100 Theile Roheisen im flüssigen Zustande, nach dem Erkalten nur eine Länge von 98 bis 95 behalten. Dem Volumen nach würden sich also 100 Theile Roheisen zwischen den Gränzen von 94 bis 85 zusammen ziehen. Die Größe des Schwindens muß für jedes Roheisen durch einen besonderen Versuch ausgemittelt werden, wenn es darauf ankommt, sie genau zu kennen, wobei auch auf die Beschaffenheit der Formen, in welche das flüssige Roheisen geleitet wird, Rücksicht zu nehmen ist.

Das graue Roheisen. Bei gänzlichem Ausschluß der Luft und der Kohle, verändert sich das graue Roheisen durch anhaltendes Glühen nicht. Hat die Luft einen freien Zutritt, so wird es unter der sich bildenden Glühspandee immer mürber und unzusammenhängender, und löst sich nach und nach gänzlich in Glühspan auf. Geschmeidigkeit und Weichheit werden durch das Glühen unter der Glühspandee nicht bedeutend vermehrt, wohl aber vermindern sich die Festigkeit und der Zusammenhang, wobei sich der metallische Glanz immer mehr verliert. Durch lange anhaltendes Glühen wird die Masse

immer poröser und weniger zusammenhängend, und dieser Erfolg läßt sich auch nicht durch lockere Decken, die den Luftzutritt nicht vollständig abhalten können, sogar nicht einmal durch lockere Hüllen von Kohlenstaub, verhindern. Der Erfolg des anhaltenden Glühens bei Luftzutritt besteht also darin, daß das Eisen zuerst poröse und mürbe wird, seinen Zusammenhang und sein metallisches Ansehen immer mehr verliert, und sich zuletzt völlig in Glühspan verwandelt.

Wird das graue Roheisen in sehr starker Hitze anhaltend zwischen Kohlenstaub im Tiegel geglüht, so daß kein Luftzutritt statt finden kann, so bleibt nur dasjenige graue Roheisen unverändert, welches, bei leichtflüssigen Beschickungen und bei nicht zu gaarem Ofengange erblasen, einen großen Kohlegehalt besitzt. Das graue Roheisen mit geringem Kohlegehalt, bei sehr strengflüssigen Beschickungen und bei einem überaus gaaren Gange des Ofens erblasen, (welches oft eine viel dunklere [fast schwarze] Farbe besitzt, wie das Roheisen mit großem Kohlegehalt) vermehrt durch anhaltendes Glühen mit Kohlenstaub sein Gewicht um 1 bis $1\frac{1}{2}$ Prozent, ohne übrigens in seinen Eigenschaften auf eine bemerkbare Art verändert zu werden.

Wendet man, statt des Kohlenstaubes, andere Decken an, die den Luftzutritt zwar vollständig abhalten, aber nicht ohne Einwirkung auf das Eisen sind, z. B. Asche, kohlen saure Kalkerde, Stufsteinpulver; so verändert sich das graue Roheisen fast in ähnlicher Art, als beim Glühen mit schwachem Luftzutritt. Es wird nämlich poröse, und zuletzt so mürbe, daß es seinen Zusammenhang verliert.

In der Schmelzhitze zeigt alles graue Roheisen die Eigenschaft, fast plötzlich aus dem starren in den flüssigen Zustand überzugehen. Dieser Uebergang erfolgt um so später, aber auch um so plötzlicher, je weniger Kohle das graue Roheisen enthält. Wird von dem geschmolzenen Eisen aller Luft-

zutritt abgehalten, und kann auch keine Kohle hinzutreten, so bleibt es unändert. Erfolgte die Schmelzung im Tiegel, unter einer starken Decke von Kohlenstaub, so nimmt das graue Roheisen, wenn es nicht zu kurze Zeit mit d. Kohle in Berührung bleibt, noch mehr Kohle auf, und vermehrt sein Gewicht um 1 bis $1\frac{1}{2}$ Prozent. Diese Gewichtsvermehrung findet indeß nur bei demjenigen grauen Roheisen statt, welches einen geringen Kohlegehalt besitzt. — Wendet man, statt des Kohlenstaubes, eine Decke an von feuerbeständigen kohlen-sauren Neutralsalzen, oder von Kreide, oder von kohlen-saurer Bittererde; so bildet sich stahlartiges Eisen, welches vollkommen geschmeidig und dehnbar ist. Die Hitze muß daher immer mehr verstärkt werden, um die Masse, die stets strengflüssiger wird, im flüssigen Zustande zu erhalten. Ganz frei von Kohle kann das Roheisen aber durch diese lange fortgesetzte Schmelzen mit kohlen-sauren Verbindungen nicht dargestellt werden. Calcium nimmt das Eisen dabei nicht auf, auch nicht die Metalle der Alkalien, zum Beweise, daß die Verminderung des Kohlegehaltes im Roheisen vorzüglich auf die Weise geschieht, daß die Kohlen-säure in den kohlen-sauren Verbindungen sich mit der Kohle im Roheisen zu Kohlenoxydgas vereinigt.

Findet zu dem geschmolzenen grauen Roheisen ein Luftzutritt statt, so bildet sich augenblicklich Glühspan, der als eine Schlackendecke das flüssige Eisen überzieht. Die gänzliche Verschlackung des Eisens erfolgt schneller, wenn die sich bildende Glühspandecke immer wieder abgenommen wird. Entfernt man diese Decke aber nicht, so wird die Verschlackung sehr verzögert, und das flüssige Roheisen kann sehr lange unter der Schlackendecke stehen bleiben, ehe es gänzlich verschlackt wird. Es verliert dabei an Kohle, wird daher immer strengflüssiger, und bekommt, je länger desto mehr, eine stahlartige Beschaffenheit. Bei dieser Art der Umänderung des Roheisens in Stahl, entsteht aber ein so großer Eisenverlust durch Verschlack-

kung, daß davon keine Anwendung im Großen würde gemacht werden können.

Wird das schnell eingeschmolzene, oder unter einer Schlackendecke in Fl. erhaltene graue Roheisen langsam zur Erstarrung gebracht, so behält es alle Eigenschaften die es vor dem Schmelzen hatte, und gewinnt sogar an Weichheit und Geschmeidigkeit, wenn es einer sehr starken Schmelzhitze ausgesetzt gewesen war, und sehr langsam erstarrte. Wird die Erstarrung aber dadurch beschleunigt, daß man das geschmolzene Eisen in Formen aus feuchtem Sand, oder in eiserne Formen leitet, und es mit Wasser begießt, so verändert es alle seine Eigenschaften, und wird aus einem grauen, weichen und halbgeschmeidigen, ein weißer, harter und spröder Körper; oder das graue Roheisen ändert sich in das demselben entsprechende weiße Roheisen um. Diese Umänderung erfolgt sehr leicht und vollständig bei demjenigen grauen Roheisen, welches einen großen Kohlegehalt besitzt; weniger leicht und vollständig bei dem grauen Roheisen mit geringem Kohlegehalt. — Man benutzt dies Verhalten des grauen Roheisens sehr häufig, um es auf eine einfache Weise in weißes Roheisen umzuändern, oder um sogenanntes Weiß Eisen darzustellen. Hat man das geschmolzene graue Roheisen in einen Heerd (in eine Grube) geleitet, so läßt es sich aus derselben, durch starkes Begießen mit kaltem Wasser, scheibenweise herausnehmen. Diese Scheiben (Blatteln oder Matteln in Süddeutschland) sind weißes Roheisen, welches jedoch, wie von selbst einleuchtet, denselben Kohlegehalt besitzt, wie das graue Roheisen aus welchem es entstanden ist.

Das dunkel- oft schwarzgraue Roheisen, welches bei sehr strengflüssigen Beschickungen, und bei einem sehr gaaren Gange des Hoheofens entstanden ist, ändert sich nur schwer in weißes Roheisen um, und behält nicht allein die graue Farbe, sondern auch einen höheren Grad von Weichheit, als dem wei-

ßen Roheisen zukommt, wenn es nicht ganz plötzlich und auf eine sehr vollständige Weise abgekühlt wird. Ein solches graues Roheisen läßt sich nur allein dadurch in weißes umändern, daß man es in feinen Strömen in fließendes kaltes Wasser leitet. Je mehr aber der Kohlegehalt des grauen Roheisens steigt, desto leichter erfolgt die Umänderung in weißes Roheisen, welches man nicht selten bei der Anfertigung der Gußwaaren erfahren muß, indem die Ränder der Gußstücke, welche die Form zunächst berühren, weiß gefärbt und spröde werden. Ein solches Weißwerden (in Deutschland: Abschrecken) des grauen Roheisens in der Form entsteht, bei einem und demselben Roheisen, aus einleuchtenden Gründen um so eher, je kälter (oder auch feuchter) die Formmasse, und je dünner das Gußstück ist, welches dargestellt werden soll. Aus dem Verhalten des flüssigen grauen Roheisens: sich durch plötzliches Erstarren in weißes umzuändern, läßt sich auch die Erscheinung erklären, warum ein in einer kalten Form gegossener Eisenstab, an den Rändern der Bruchfläche aus weißem, und in der Mitte aus grauem Roheisen bestehen kann. Beide Eisenarten verlaufen sich allmählig in einander, und so verschieden auch ihr äußeres Ansehen und ihr physikalisches Verhalten ist, so wenig ist diese Verschiedenheit in der Quantität des Kohlegehaltes begründet, die in dem grauen Kern weder größer noch geringer ist, als in dem weißen Rande. Wenn graues Roheisen mit großem Kohlegehalt in eine sehr dicke offene Form geleitet, und aus derselben, fast unmittelbar nach dem Erstarren, herausgehoben, und in fließendes kaltes Wasser geworfen wird, so zeigt sich beim Zerschlagen, nach dem vollständigen Erkalten, die auffallende Erscheinung, daß die Ränder aus grauem Roheisen bestehen, und daß der Kern aus weißem Roheisen gebildet ist. Dieser Erfolg kann nur darin seinen Grund haben, daß sich das Roheisen im Inneren der Masse fast noch in einem flüssigen Zustande befand, als das Gußstück in kal-

tes Wasser geworfen, und dadurch die Erstarrung plötzlich herbeigeführt ward.

Das weiße Roheisen. Bei einem gänzlichen Ausschluß der Luft scheint das Spiegeleisen durch anhaltendes Glühen in schwacher Weißglühhitze gar keine Veränderung zu erleiden. Aber das weiße Roheisen mit geringerem Kohlegehalt verändert durch ein solches lange anhaltendes Weißglühen nach und nach seine Farbe, und wird in demselben Verhältnis als es sich mehr grau und endlich schwärzlich färbt, auch weniger spröde und weniger hart. Diese Veränderung wird aber durch den Luftzutritt bedeutend beschleunigt. Ein unmittelbarer Luftzutritt veranlaßt jedoch, durch die Bildung des Glühspans, sehr leicht eine vollständige Zerstörung des Eisens, indem sich das weiße Roheisen, beim Glühen unter Luftzutritt, nicht anders verhält, als das Eisen, der Stahl und das graue Roheisen. Hört man mit dem Glühen auf, ehe das weiße Roheisen ganz in Glühspan verwandelt ist, so findet sich dasselbe unter der Glühspandee sehr verändert. Es hat eine dunkelgraue Farbe erhalten, ist weich und geschmeidig geworden, und verhält sich wie das geschmeidigste graue Roheisen, oder richtiger wie der nicht gehärtete Stahl mit großem Kohlegehalt. Dieser Veränderung ist das Spiegeleisen eben so wie jedes weiße Roheisen unterworfen. Wenn daher ein, unter der Glühspandee lange geglühetes weißes Roheisen, so stark erhitzt wird, daß es zum Schmelzen kommt, so ist die geschmolzene Masse ein stahlartiges Produkt, oder auch graues Roheisen mit geringem Kohlegehalt, wann der Prozeß des Glühens nicht lange genug fortgesetzt ward. Das weiße Roheisen verliert also einen großen Theil seines Kohlegehaltes durch das Glühen bei Luftzutritt, ohne dadurch so mürbe und poröse zu werden, wie unter gleichen Umständen das graue Roheisen. Diese Verminderung des Kohlegehaltes, und die Umänderung des spröden, weißen Roheisens in eine geschmeidige, weiche und

dunkel gefärbte Masse, läßt sich, bei einem unmittelbaren Zutritt der Luft, nicht ohne einen großen, durch die Bildung des Glühspans herbeigeführten Verlust, bemerkstelligen. Aber die Entstehung des Glühspans wird verhindert, wenn man den unmittelbaren Luftzutritt vermeidet, und das Roheisen mit lockeren Körpern (selbst mit Kohlenstaub) umgiebt, welche durch die Zwischenräume noch einen schwachen Luftzutritt gestatten. Noch vollständiger wird die Glühspanbildung vermieden, wenn man das weiße Roheisen mit Asche, Kreide oder gepulvertem Blutstein anhaltend in ganz verschlossenen Gefäßen glühen läßt. Beim Adouciren der Gußwaaren macht man von diesem Verfahren mit gutem Erfolge Gebrauch, indem man dadurch dem Roheisen die Härte und Sprödigkeit entzieht. Aus einem anderen Grunde, nämlich um dem Roheisen einen Theil seines Kohlegehaltes zu entziehen, glüht (bratet) man das weiße Roheisen, indem man es auf Heerden, oder in besonderen Räumen, unter Zutritt der Luft, mit Kohlen umgiebt. Obgleich durch den Luftzutritt die Umänderung des weißen Roheisens in ein stahlartiges Produkt beschleunigt wird, so kann dieser Erfolg doch auch durch Glühen mit Körpern herbeigeführt werden, die entweder Sauerstoff oder Kohlensäure in der Glühhitze abgeben. Ohne allen Luftzutritt und ohne Anwendung von Körpern welche die eben genannte Eigenschaft besitzen, erfolgt zwar auch die Umänderung des weißen Roheisens (wie es scheint, mit Ausschluß des Spiegeleisens) in eine graue und weiche Masse; allein es ist dazu eine sehr lange anhaltende Glühhitze erforderlich, auch wird alsdann die Quantität der Kohle nicht vermindert, indem das entstehende schwarzgraue, weiche und geschmeidige Metall noch eben so viel Kohle enthält, als das zum Glühen angewendete Roheisen.

Wird das weiße Roheisen anhaltend in Tiegeln, unter einer Decke von Kohlenstaub, bei ganzlichem Ausschluß der Luft geglüht, so erleidet das Spiegeleisen, wie es scheint, gar keine

Veränderung. Die anderen weißen Roheisenarten ändern sich in graue, weiche und geschmeidige Metallmassen um, gerade so wie bei dem Glühen des weißen Roheisens ohne Luftzutritt. Es findet dabei nur der Unterschied statt, daß einige weiße Roheisenarten, nämlich die mit geringem Kohlegehalt, ihr Gewicht um 1 bis 1½ Prozent vergrößern. Daz. ist jedoch ein sehr lange anhaltendes Glühen erforderlich.

Wenn die Hitze bis zum Schmelzen des weißen Roheisens gesteigert wird, so ist der Uebergang aus dem starren in den tropfbar flüssigen Zustand nicht so plötzlich als bei dem grauen Roheisen, sondern das weiße Roheisen erweicht sich zuerst zu einer teigartigen Masse, und wird bei einer noch stärkeren Erhitzung erst ganz flüssig. Findet dabei ein Luftzutritt statt, so tritt der vorhin beim Glühen beschriebene Erfolg noch schneller ein. Der Kohlegehalt des Roheisens vermindert sich schneller als durch das bloße Glühen, und das weiße Roheisen geht aus dem stahlartigen Zustande zuletzt in den Zustand des reinen Eisens über, ohne daß dabei der große Eisenverlust statt findet, welcher sich bei der Einwirkung der Luft auf das tropfbar flüssige Roheisen niemals vermeiden läßt. Das weiße Roheisen zeigt darin also ein von dem grauen sehr verschiedenes Verhalten, indem das letztere eines teigartig weichen Zustandes in der erhöhten Temperatur, vor der eintretenden Schmelzung, gar nicht fähig ist. Aber auch bei den weißen Roheisenarten findet dabei eine große Verschiedenheit statt. Je mehr Kohle das Roheisen enthält, desto schneller tritt der tropfbar flüssige Zustand ein. Das Spiegeleisen, oder auch das aus dem sehr viel Kohle enthaltenden grauen Roheisen durch plötzliches Erstarren gebildete weiße Roheisen, sind daher ungleich weniger geeignet, ihren Kohlegehalt durch das Glühen in der beginnenden Schmelzhitze zu verlieren, als das weiße Roheisen mit einem geringeren Kohlegehalt.

Ist das weiße Roheisen wirklich tropfbar flüssig gewor-