

Enzyklopädie der technischen Chemie

Unter Mitwirkung von Fachgenossen

herausgegeben von

Professor Dr. Fritz Ullmann

Genf

Zweite, völlig neubearbeitete Auflage

Zweiter Band

Auslaugapparate – Calciumcarbid

Mit 309 Textbildern

1928

Verstärkte in Frage und ist auf diesem Sondergebiet nicht noch allen anderen Verfahren überlegen, kommt aber für andere Anwendungsgebiete wegen der hohen Ausdehnungskoeffizienten des Wassergases und der Schweißnaht kaum in Betracht.

Die autogene Schweißung
(Gasschmelzschweißung)

Die Schweißapparatur ist in der Hauptsache aus Gasflaschen für die Komponenten getrieben. Sie ist in der Hauptsache aus Gasflaschen für die Komponenten getrieben. Sie ist in der Hauptsache aus Gasflaschen für die Komponenten getrieben. Sie ist in der Hauptsache aus Gasflaschen für die Komponenten getrieben.

A

(Fortsetzung)

Auslaugapparate s. Extraktion.

Autogene Metallbearbeitung. Sie zerfällt in die autogene Schweißung und in das autogene Schneiden. Die Bezeichnung autogen soll zum Ausdruck bringen, daß dieses Schweißen bzw. Schneiden ohne Aufwand mechanischer Arbeit vor sich geht, was übrigens nur in beschränktem Umfange zutrifft. Bei der autogenen Schweißung wird ein Gas-Sauerstoff-Gemisch an der Spitze eines Schweißbrenners entzündet, und die entstandene Stichflamme von hoher Temperatur rüft ein örtliches Schmelzen des Metalles hervor, wobei die Schweißkanten ineinander überfließen. Je nach Bedarf wird noch Schweißdraht und Schweißpulver verwendet. Besser ist demnach die Bezeichnung Schmelzschweißung, u. zw. genauer Gasschmelzschweißung zum Unterschied von der Elektroschmelzschweißung. Beim autogenen Schneiden wird das Metall durch die Stichflamme eines Brenners auf seine Entzündungstemperatur gebracht und dann, im Sauerstoffstrahl verbrannt. Besser ist hier die Bezeichnung Brennschneiden. Dem autogenen Schweißen verwandt ist die Wassergasschweißung, doch ist sie keine Schmelz-, sondern eine Preßschweißung, weil bei ihr die Zusammenfügung der Stoffteile unter Anwendung von Druck in teigigem Zustande vor sich geht.

Die Wassergasschweißung. Wassergas wird mit Luft in Brennern gemischt und ergibt eine Stichflamme von etwa 1800°. Abb. 1 zeigt im Schema die Anordnung einer Wassergasschweißstraße, wie sie heute zur Schweißung größerer

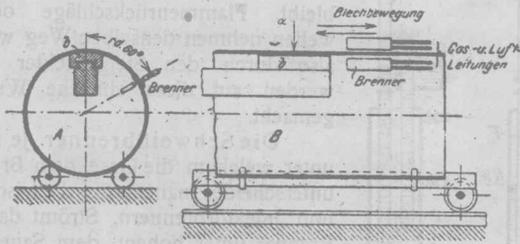


Abb. 1. Wassergas-Schweißstraße.

Rohre benutzt wird. Die durch zwei Brenner auf 100–300 mm Länge erwärmte Rohrnaht wird um etwa 60° gedreht und bei a auf dem Amboß b durch Hand- oder Maschinenhämmer oder durch große, mit Hilfe von Wasserdruck angepreßte Rollen geschweißt. Sind die Brenner rechts vom Amboß angebracht, wie in Abb. 1 bei B, so wird das Rohr nach dem Erhitzen auf einem Wagen nach links verschoben. Das Blech wird nur teigig, und es wird im allgemeinen überlappt geschweißt. Die Wassergasschweißung kommt heute hauptsächlich für die Schweißung großer Rohre und Blechzylinder von 15–100 mm

Wandstärke in Frage und ist auf diesem Sondergebiet bisher noch allen anderen Verfahren überlegen, kommt aber für andere Anwendungsgebiete wegen der hohen Anschaffungskosten des Wassergasgenerators und der Schweißeinrichtung kaum in Betracht.

Die autogene Schweißung (Gasschmelzschweißung).

Die Schweißapparatur. Sie besteht in der Hauptsache aus Gasflaschen für die komprimiert gelieferten Gase mit anschraubbaren Druckreduzierventilen — bei Niederdruckacetylen aus dem Acetylenentwickler — sowie aus dem Schweißbrenner mit Anschlußschläuchen. Die Brennerflamme wird durch Mischen von Sauerstoff mit einem brennbaren Gas erzeugt. Praktisch kommen heute als Brenngase in Betracht: Wasserstoff, Acetylen, Benzol, Benzin, Leuchtgas, Blaugas, Methan und Äthylen. Sie werden entweder ebenso wie der Sauerstoff in Flaschen unter einem Druck von meistens 150 *Atm.* angeliefert oder unter dem niedrigen Druck von einigen 100 *mm* Wassersäule der Leitung (Leuchtgas) oder dem Entwickler (Niederdruckacetylen) entnommen. Acetylen wird heute auch vielfach in Flaschen als gelöstes Acetylen (Flaschengas, Dissousgas) unter 15 *Atm.* Druck verwendet.

Bei allen Niederdruckgasen kann infolge einer Verstopfung des Schweißbrenners der Sauerstoff in die Brenngasleitung übertreten und mit dem Brenngas ein explosives Gasgemisch bilden. Deshalb wird z. B. stets zwischen Acetylenentwickler und Schweißbrenner eine Wasservorlage eingeschaltet, deren Wirkungsweise Abb. 2 veranschaulicht. 2 Röhre münden mit verschiedener Tauchtiefe in ein bis zu bestimmter Höhe mit Wasser angefülltes Gefäß *F*. Für gewöhnlich (linke Darstellung *I*) wird sich das Gas durch das Sperrwasser in der Pfeilrichtung zum Brenner bewegen. Tritt nun, wie rechts bei *II* gezeichnet, Sauerstoff in die Wasservorlage zurück, so drückt er das Sperrwasser in beiden Tauchröhren in die Höhe und kann durch das linke Tauchrohr, wie es die Pfeile zeigen, entweichen, während das rechte Tauchrohr, das nach dem Acetylenentwickler führt, durch eine Wassersäule abgeschlossen bleibt. Flammenrückschläge oder Explosionswellen nehmen denselben Weg wie der Sauerstoff, also durch den Steigetrichter ins Freie, und werden auf diese einfache Weise unschädlich gemacht.

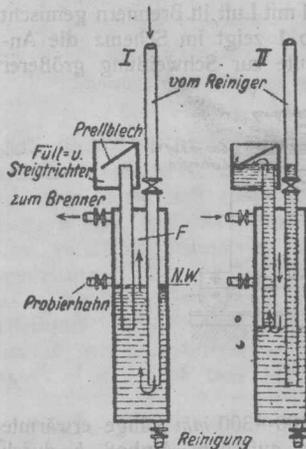


Abb. 2. Schema der Wasservorlage.

Die Schweißbrenner. Je nach dem Druck, unter welchem die Gase dem Brenner zuströmen, unterscheidet man zunächst zwischen Mischdüsen- und Injektorbrennern. Strömt das Brenngas dem Brenner unter hohem, dem Sauerstoffdruck nahe liegendem Druck selbständig zu (Wasserstoff, Flaschenacetylen, Blaugas), so kommt die Mischdüse in Frage. Muß der Sauerstoff aber ein Brenngas von niedrigem Druck (Apparateacetylen, Leuchtgas) ansaugen, so wird der Injektor benutzt.

Den einfachen Mischdüsenbrenner, wie er als Wasserstoffbrenner auch heute noch allgemein benutzt wird, zeigt Abb. 3. Hinter dem rechts sitzenden Absperr- und Regulierhahn werden die Gase noch getrennt weitergeleitet bis zu den Kanälen *a* und *b*, an deren gemeinsamer Mündung bei *c* eine Mischdüse aufgeschraubt ist. Im Hohlraum links vor der Mischdüse mischen sich

Autogene Metallbearbeitung

die Gase und treten schließlich an der aufgeschraubten Schweißspitze aus. Zur Veränderung der Schweißflamengröße genügt neben der Regulierung der Gasdrücke an den Druckreduzierventilen der Gasflaschen eine Auswechslung der Schweißspitzen, die verschiedene Bohrungen haben.

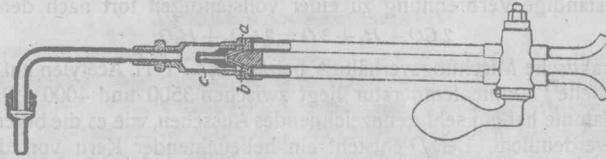


Abb. 3.
Wasserstoff-Sauerstoff-Schweißbrenner (Mischdüsenbrenner).

Das vordere Stück des üblichen Injektorbrenners ist in Abb. 4 wieder gegeben. Der bei *o* eintretende und aus der Bohrung *n* des Injektors *G* ausströmende Sauerstoff saugt ringsum das unter niedrigem Druck (meistens nur 200–500 mm Wassersäule) stehende Acetylen an, reißt es in den Mischkanal *H* und mischt sich mit ihm auf dem Wege zur Austrittsöffnung der Schweißdüse. Der Sauerstoff verleiht gleichzeitig dem Gasgemisch die erforderliche Strömungsgeschwindigkeit. Die Injektoreinrichtung ist fast immer in die Schweißdüse eingebaut, welche in Abb. 4

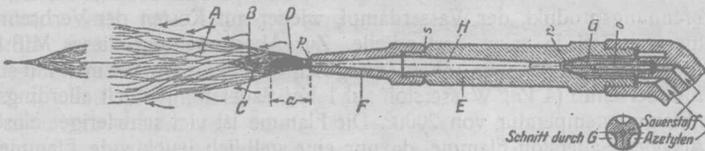


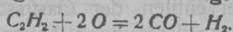
Abb. 4.
Vorderteil des Acetylen-Niederdruckbrenners (Injektorbrenner) und Schweißflamme.

die Teile *E* und *F* umfaßt. Beim Mischdüsenbrenner kann man die für die Zeiteinheit erforderliche Gasmenge durch Druckveränderung des Brenngases beliebig vermindern oder vergrößern. Beim Injektorbrenner geht das nicht, weil die Bohrungsbeziehungen zwischen Injektor und Mischkammer sich mit dem Wechsel der Flamengröße stark verändern. Man baut die Injektorbrenner daher entweder als Einzelbrenner (ohne Auswechslungsstück) für geringen Blechstärkenbereich oder als Wechselbrenner (mit Auswechslung der Schweißdüse) mit 6–8 Schweißdüsen für einen großen Blechstärkenbereich. Letztere Bauart empfiehlt sich vor allem für Montagearbeiten und im Reparaturschweißbetrieb bzw. überall dort, wo die Schweißung verschiedenster Materialstärken und Werkstoffe in Frage kommt.

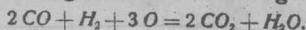
Die Schweißdüsen der Brenner sind, ebenso wie die meisten sonstigen Brenner-teile, meistens aus Druckmessing, die Schweißspitzen bei Niederdruckacetylen stets aus Kupfer, bei Wasserstoff und Leuchtgas stets aus Messing. Bisher tragen die Schweißbrenner Nummern. Neuerdings werden nach den Vorschlägen des Normenausschusses der deutschen Industrie Stufungen in die Brennerspitze eingeprägt, derart, daß z. B. die Angabe 4–6 bedeutet, man kann mit dem betreffenden Brenner bzw. der Schweißdüse Bleche von 4–6 mm Stärke schweißen. Im übrigen beschränkt sich die Normalisierung bei Brennern auf die Anschlüsse an die Schläuche (Schlauch-tüfen).

Autogene Metallbearbeitung

Die Schweißflammen. Bei der Acetylen-Sauerstoff-Flamme entsteht zunächst an der Brennerspitze folgender Verbrennungsvorgang:



Durch Hinzuziehung des die Flamme umgebenden Luftsauerstoffs schreitet diese unvollständige Verbrennung zu einer vollständigen fort nach der Gleichung:



Das praktische Mischungsverhältnis beträgt 0,7–1 Tl. Acetylen auf 1 Tl. Sauerstoff; die erzielte Flammentemperatur liegt zwischen 3500 und 4000°. Die Acetylen-Sauerstoff-Flamme hat ein sehr kennzeichnendes Aussehen, wie es die bereits gebrachte Abb. 4 mit verdeutlicht. Bei *D* entsteht ein helleuchtender Kern von der Länge *a*. Diesem Kern lagert sich eine zweite Flammenzone *B* vor, an die der Luftsauerstoff herantritt und mit dem in *B* enthaltenen, vom Zerfall des Acetylen bei *D* herrührenden Kohlenoxyd und Wasserstoff die äußere Streuflamme *A* bildet. Die wirksamste Stelle der Flamme liegt bei *C*; sie soll gerade das Schweißgut berühren. Wird zuviel Acetylen zugeführt, so geht der stäbchenartige Kern verloren und macht einem flackernden, helleuchtenden und größeren Mantel Platz. Besteht ein Überschuß an Sauerstoff, so wird der Kern kleiner und etwas violett gefärbt. Die Flamme ist demnach sehr leicht genau einzuregulieren.

Bei der Wasserstoff-Sauerstoff-Flamme geht die Verbrennung vor sich nach der Gleichung: $2H_2 + O_2 = 2H_2O$.

Theoretisch müßten bei dieser Verbindung von 2 Vol. Wasserstoff und 1 Vol. Sauerstoff etwa 3500° Flammentemperatur erreicht werden. Praktisch zerfällt aber das Verbrennungsprodukt, der Wasserdampf, wieder auf Kosten der Verbrennungstemperatur zum Teil in seine Bestandteile. Zur Abschwächung dieses Mißstandes und zur Verminderung der sehr hohen Zündgeschwindigkeit arbeitet man mit starkem Wasserstoffüberschuß (4 Vol. Wasserstoff auf 1 Vol. Sauerstoff), erzielt allerdings auch nur eine Flammentemperatur von 2000°. Die Flamme ist viel schwieriger einstellbar als die Acetylen-Sauerstoff-Flamme, da nur eine gelblich leuchtende Flamme, kein scharfer Innenkegel vorhanden ist.

Die Leuchtgasflamme ist der Wasserstoffflamme ähnlich; nur ist sie in ihren Umrissen etwas schärfer abgegrenzt. Die Flammentemperatur beträgt nur etwa 1800°. Es ist daher auch nur möglich, Blechstärken bis 6 mm zu schweißen. Außerdem enthält auch gereinigtes Leuchtgas noch Schwefelverbindungen, die auf die Güte der Schweißnaht ungünstig einwirken. Die ähnliche Blaugasflamme ergibt eine Flammentemperatur von etwa 2300°; man kann mit ihr Blechstärken bis etwa 10 mm schweißen.

Die Benzol-Sauerstoff-Flamme gleicht der Acetylenflamme und erreicht eine Temperatur von etwa 2700°. Flüssiges Benzol wird aus einer Flasche durch den Druck einer Handluftpumpe dem Brenner zugeführt, in ihm unter Einwirkung einer Hilfsflamme vergast und dann in der Brennerspitze mit Sauerstoff gemischt. Zur Inbetriebsetzung ist eine Anheizvorrichtung erforderlich. Als Brennstoffe können neben Benzol auch Benzin und Petroleum in Frage kommen.

Das Schweißzubehör. Die Schläuche sollen aus bestem Gummi mit Hanfeinlage bestehen. Die Industrienormen sehen 2,5 mm Mindestwandstärke und eine lichte Schlauchweite von 6 mm für Sauerstoff und von 9–11 mm für Brenngase vor. Die Schweißstäbe haben 500–1000 mm Länge und 1–6 mm Durchmesser bei Stahl, 3–20 mm Durchmesser bei Gußeisen. Für die Schweißung von Schmiedeeisen und Stahl nimmt man weiches Siemens-Martin-Flußeisen, für Gußeisen Stabe aus Gußeisen mit hohem Kohlenstoff- und Siliciumgehalt, weil diese Bestandteile zum Teil verdampfen. Bei Kupfer hat sich für stärkere Stücke der Candlerdraht (Kupfer mit Phosphor- und Silberzusatz) gut bewährt. Ohne Schweißpulver sind autogen schweißbar: Schmiedeeisen, Stahl, Stahlguß, Blei, Nickel, Silber,

Gold und Platin. Mit Schweißpulvern schweißt man: Gußeisen, Temperguß, Sonderstähle, Kupfer, Messing, Bronze und Aluminium. Das Schweißpulver soll vor allem das an der Schweißoberfläche sich bildende Metalloxyd unschädlich machen, indem es mit diesem Oxyd eine leicht schmelzbare Schlacke bildet, und es soll außerdem noch den leichten Fluß des Metalls fördern.

Als sonstiges Schweißzubehör sind Schutzbrillen und Respiratoren für den Schweißer, ferner Reinigungsnadeln für die Brenner, Schweißbische und unter Umständen Glühöfen zu erwähnen.

Vorbereitungsarbeiten bei der Blechschweißung. Am leichtesten schweißbar sind Bleche von 1–3 mm Stärke. Sie werden nach Abb. 5 B stumpf geschweißt, am besten mit einem Abstand von $\frac{1}{4}$ der Blechdicke zwecks gründlichen Durchschweißens. Bleche von weniger als 1 mm Stärke sind an den zu schweißenden Enden nach Abb. 5 A abzubördeln. Bei Blechen von etwa 4–15 mm schrägt man die Kanten um je 45° durch Ausmeißeln oder Abhobeln ab (sog. „Schweißhaltung“), u.zw. nur auf $\frac{3}{4}$ der Blechstärke nach Abb. 5 D, wogegen die Ausführungsform nach Abb. 5 C als falsch zu bezeichnen ist, weil die unteren scharfen Blechkanten überhitzt oder sogar verbrannt werden.

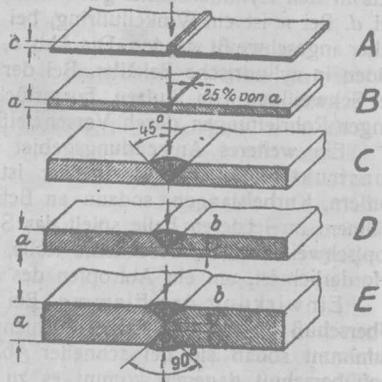


Abb. 5. Vorbereitungsarbeiten bei Blechschweißungen.

Bei Blechstärken von 15 mm an aufwärts ist die Abschrägung an beiden Seiten, nach Abb. 5 E, zu empfehlen. Eine überlappte Schweißung gibt es beim autogenen Schweißen nicht, weil das Blech sich beim Erhitzen zu sehr in der Überlappung verziehen würde. Beim Schweißen einer Längsnaht darf man die Bleche keinesfalls auf die ganze Länge zusammenstoßen; sie würden sich bald infolge Wärmedehnung übereinanderziehen. Man muß dementsprechend die Bleche an dem dem Ausgangspunkt der Schweißung gegenüberliegenden Ende um etwa 5% der Schweißnahtlänge durch Einschieben eines Keils auseinanderklaffen lassen. Längsnähte an dünnen Blechmänteln werden auch wohl in geringen Abständen geheftet.

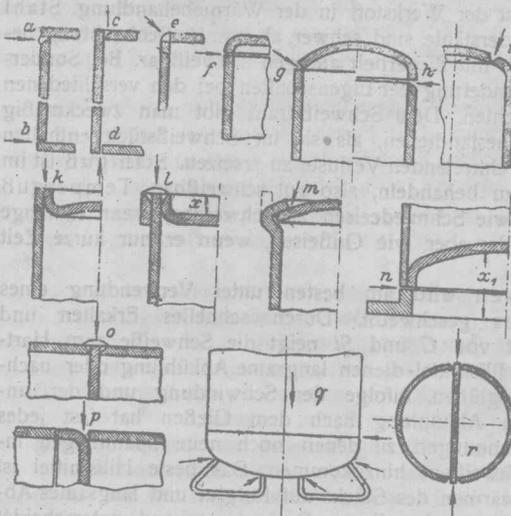


Abb. 6. Schweißung von Blechböden und Zwischenwänden.

Blech- und Rohrschweißungen. Abb. 6 zeigt z. B. bei a bis e, wie Böden in die Mäntel eingeschweißt werden. Sobald jedoch der Blechkörper stärkerem Innendruck ausgesetzt ist, sind diese Verbindungsarten unzulässig, weil solche Nähte dann leicht aufreißen können. Im allgemeinen ist bei Druckgefäßen die Anordnung

der Schweißnaht nach Art der Abb. *f*, *h* und *i* richtig. An Stelle gekümpelter Kallottendeckel *f* ist seltener die Konstruktion *i* mit eingezogenem Mantel anzutreffen. Zum Teil ist auch das Einziehen der Böden nach *h*, *l* und *n* gebräuchlich. Die Bördelhöhe *x* soll dann die 3fache Blechstärke nicht überschreiten. Der Boden, muß stets in den Zylindermantel gut hineinpassen. Falsch ist ein zu kleiner Boden wie bei *d*. Bei *n* ist ein Winkelfußring, bei *q* sind mehrere Blecheisenfüße an den Behälter angeschweißt worden. Die Abb. *o*, *p* und *r* zeigen das Einsetzen von Zwischenböden in zylindrische Behälter. Bei der Rohrschweißung kommt neuerdings neben der Schweißung von Stützen, Formstücken, Flanschen u. s. w. auch die Herstellung langer Rohrleitungen durch Verschweißung glatter Rohre sehr auf.

Ein weiteres Anwendungsgebiet bietet die Schweißung von Profileisenkonstruktionen aller Art. Ferner ist die Reparaturschweißung an Achsen, Puffern, Kurbelstangen, sodann an Behältern und Dampfkesseln besonders zu erwähnen. Im letzteren Falle spielt das Schweißen senkrechter Nähte und das Überkopfschweißen eine wesentliche Rolle, wobei große Übung und Geschicklichkeit erforderlich ist, um ein Abtropfen des Eisens zu verhindern.

Einwirkung der Flamme. Bei falsch eingestellter Schweißflamme gibt ein Überschuß an Acetylen freien Kohlenstoff in der Flamme, den die Schweißnaht aufnimmt sodaß sie bei schneller Abkühlung hart und spröde wird. Bei Sauerstoffüberschuß dagegen kommt es zu Oxydationswirkungen in der Schweißstelle und bei zu hoher Erwärmung zur Überhitzung oder Verbrennung der Schweißnaht. Die überhitzte Naht läßt sich durch vorsichtiges Ausglühen noch wieder brauchbar machen. Eine Bearbeitung der Naht in Rotglut durch Hämmern ist zu empfehlen, weil das, durch das Schweißen zunächst Gußstruktur besitzende Gefüge dadurch verdichtet und auch eine Austreibung gelöster Gase erreicht wird.

Schweißung von Stahl und Gußeisen. Je höher der Kohlenstoffgehalt des Stahls, umso empfindlicher ist der Werkstoff in der Wärmebehandlung. Stahl mit mehr als 1% C und alle Sonderstähle sind schwer, aber unter Beobachtung bestimmter Vorsichtsmaßregeln doch mit Sicherheit autogen schweißbar. Bei Sonderstählen ist deren Verhalten und Änderung der Eigenschaften bei den verschiedenen Wärmezuständen genau zu beachten. Dem Schweißdraht gibt man zweckmäßig größere Mengen an Legierungsbestandteilen, als sie im Schweißstück enthalten sind, um die durch Verdampfen eintretenden Verluste zu ersetzen. Stahlguß ist im allgemeinen wie Schmiedeeisen zu behandeln, also gut schweißbar. Temperguß ist entweder wie Schmiedeeisen zu schweißen, wenn er lange geglüht ist, oder aber wie Gußeisen, wenn er nur kurze Zeit geglüht war.

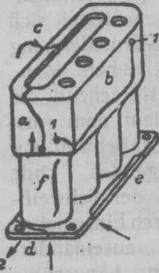


Abb. 7. Risse an einem Autoblockzylinder.

Gußeisen wird am besten unter Verwendung eines Schweißpulvers geschweißt. Durch schnelles Erkalten und durch Verlust von C und Si neigt die Schweiße zum Hartwerden. Als Hilfsmittel dienen langsame Abkühlung oder nachträgliches Ausglühen. Infolge der Schwindung und der ungleichmäßigen Abkühlung nach dem Gießen hat fast jedes Gußstück Spannungen, zu denen noch neue Spannungen infolge des Schweißens hinzukommen. Das beste Hilfsmittel ist hier das Vorwärmen des Stücks auf Rotglut und langsames Abkühlen im erlöschenden Feuer. Dementsprechend unterscheidet man bei Gußeisen eine Kaltschweißung (ohne Vorwärmen) und die viel bessere, aber teurere Warmschweißung. Praktisch handelt es sich bis jetzt bei Gußeisen nur um Reparaturschweißungen, wie sie Abb. 7 an einem Autoblockzylinder zeigt. Die Pfeile geben an, an welcher Stelle mit dem Schweißen zu beginnen und in welcher Richtung zu schweißen ist. Die Flanschenrisse bei *d* und *e* können leicht und ohne Vorwärmung, die Risse bei

Autogene Metallbearbeitung

a, *b* und *c* im Außenmantel müssen mit Vorwärmung geschweißt werden. Riß *f* im Laufmantel und innere Risse sind besonders schwer schweißbar.

Die Schweißung der Nichteisenmetalle. Bei Kupfer ist auf dessen große Wärmeleitfähigkeit und dementsprechend auf die Verwendung von stärkeren oder von 2 Brennern zu achten, ferner auf die leichte Oxydbildung und demnach Benutzung von Schweißpulver. Die durch das Schweißen grobkristallinisch gewordene Struktur des Kupfers verbessert man durch Abschrecken der Schweißstelle in kaltem Wasser; der Werkstoff wird dann weich und dehnbar. Messing, Rotguß und Bronze sind ähnlich zu schweißen wie Kupfer. Bronze ist in der Hitze sehr vorsichtig zu behandeln, da sie dann ihre Festigkeit fast ganz verliert. Aluminium und seine Legierungen erfordern unbedingt die Anwendung eines geeigneten Schweißpulvers, da das stets sich bildende Aluminiumoxyd den sehr hohen Schmelzpt. von etwa 2050° hat und an der Schweißoberfläche ein widerspenstiges Häutchen bildet. Schwache Aluminiumbleche werden vorteilhaft mit der nicht so heißen Wasserstoff-Sauerstoff-Flamme geschweißt. Erhitztes Aluminium verliert ähnlich der Bronze seine Festigkeit fast ganz. Ein Abschrecken nach dem Schweißen verbessert das Gefüge. Die durch Wärmebehandlung vergüteten Legierungen des Aluminiums, wie z. B. Duralumin, verlieren an der Schweißstelle infolge des Ausglühens durch das Schweißen einen Teil ihrer Festigkeit. Von einigen Stellen wird angegeben, daß man die Schweißnaht nachträglich wieder vergüten kann. Stumpfschweißungen von Nickel lassen sich nach einem den VEREINIGTEN SCHWERTER NICKELWERKEN patentierten Verfahren zufriedenstellend durchführen. Die längstbekannte Lötung von Blei ist eine ganz normale autogene Schweißung des Bleis. Gold, Silber und Platin sind ohne Benutzung von Schweißpulvern gut mit der Acetylen-Sauerstoff-Flamme schweißbar.

Leistungen und Kosten. Abb. 8 enthält die Werte für den Sauerstoff- und Acetylenverbrauch in *l* je *m* Naht, und die stündliche Leistung in *m* Naht nach neueren Versuchen des Verfassers. Die angegebenen Leistungen sind Höchstwerte für Istündiges Arbeiten. Bei Normalleistungen sind etwa 25 % mehr und bei ganztägigen Arbeiten darüber hinaus noch 50–100 % mehr an Zeit

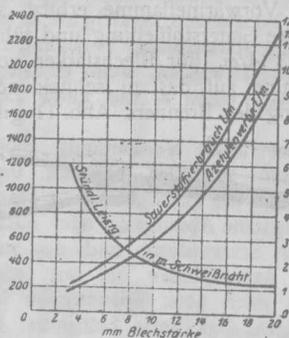


Abb. 8. Sauerstoff- und Acetylenverbrauch in *l*/m Schweißnaht und Stundenleistung in *m* Naht.

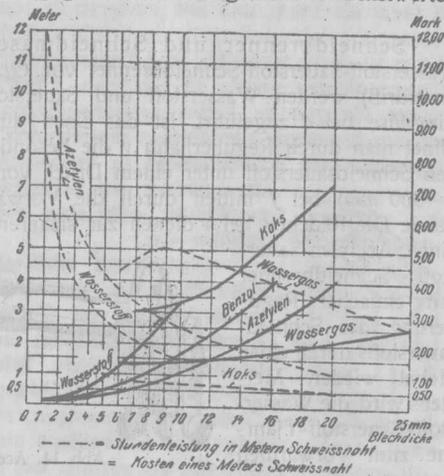


Abb. 9. Leistungen und Kosten verschiedener Schweißverfahren bei Blechschweißungen.

anzusetzen. Der Schweißdrahtverbrauch beträgt auf 1 *m* Schweißnaht etwa 150 g (bei 3 mm Blechstärke), 250 g (bei 5 mm Blech), 700 g (bei 10 mm Blech) und 950 g (bei 15 mm Blech). In Abb. 9 sind sodann die autogenen Schweißverfahren (Acetylen-, Wasserstoff- und Benzolschweißung) mit der Wassergas- und der Koksfeuerschweißung

verglichen. Berücksichtigt sind (nach den deutschen Preisen von 1914) die Brennstoffkosten und Arbeitslöhne. Die fehlenden Verzinsungs-, Abschreibungs- und Instandhaltungskosten beeinträchtigen das Bild nur unwesentlich. Für Reparaturschweißungen lassen sich keine Zahlen festlegen. Vielfach betragen hierbei die Schweißkosten nur 10–20% der Kosten eines neuen Stücks. Außerdem ist noch die Zeit- und Kostenersparnis zu berücksichtigen, die durch schnellere Wiederbetriebsetzung der betreffenden Maschinen u. s. w. erzielt wird.

Das autogene Schneiden (Brennschneiden).

Entwicklung. Bringt man durch die Vorwärmeblamme eines Brenners Eisen zum Weißglühen und leitet reinen Sauerstoff unter Druck auf die erhitzte Stelle, so

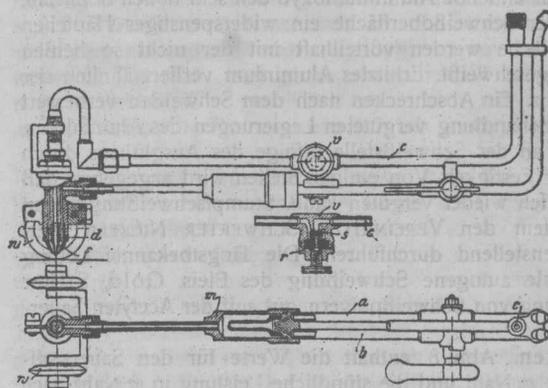


Abb. 10. Wasserstoff-Sauerstoff-Schneidbrenner.

verbrennt das Eisen lebhaft im Sauerstoffstrahl, die verbrannten Eisenteilchen werden gleichzeitig durch den Druck des Sauerstoffs fortgeblasen, und es entsteht eine Schnittstelle. Praktisch wurde dieser Vorgang zuerst zum Beseitigen von Ansätzen in Hochöfen und zum Aufschmelzen der Stichlöcher dieser Öfen benutzt. Patent und Verfahren des KÖLN-MÜSENER-BERGWERKSAKTIENVEREINS wurden dann von *Griesheim* übernommen und weiter ausgebildet.

Schneidbrenner und Schneidmaschinen. Abb. 10 zeigt zunächst den Wasserstoff-Sauerstoff-Schneidbrenner von *Griesheim*. Durch die Rohre *a* und *b* (im Grundriß) werden Wasserstoff und Sauerstoff der Mischkammer und dann der Ringdüse bei *d* zugeführt. Ist das Eisen durch die Vorwärmeblamme erhitzt, so öffnet man durch Regulierhahn *v* die besondere, obere Sauerstoffleitung und führt den Schneidsauerstoff unter einem Druck von 1,3–13 *Atm.* (für Blechstärken von 3–300 *mm*) bei *f* mitten durch die Vorwärmeblamme auf das zu schneidende Stück. Die Rädchen bei *w* dienen zur sicheren Führung des Brenners. Abb. 11 gibt einen Acetylen-Sauerstoff-Schneidbrenner mit einfacher Regulierung des Schneidsauerstoffs durch einen Hebel wieder. Meistens wird die Wasserstoff-Sauerstoff-Flamme zum Vorwärmen benutzt, da beim

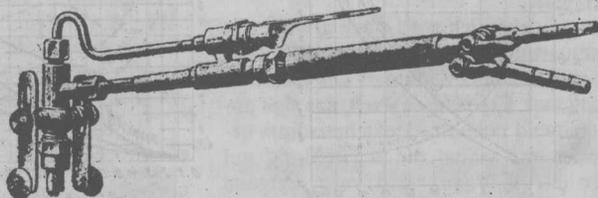


Abb. 11. Acetylen-Sauerstoff-Schneidbrenner.

Schneiden der Verbrauch an Brenngas gegenüber dem Sauerstoffverbrauch stark zurücktritt und infolgedessen von einer wesentlichen wirtschaftlichen Überlegenheit des Acetylschneidbrenners keine Rede sein kann. Außer Wasserstoff und Acetylen können auch alle anderen für Schweißbrenner angegebenen Gase hier Verwendung finden. Die neuere Entwicklung drängt dahin, die Schneidbrenner für mehrere Brenngase verwendbar zu machen. Neben den in den Abbildungen gezeigten Ring-

strahlbrennern — mit Vorwärmedüse als Ringdüse um die innere Schneiddüse angeordnet — gibt es noch Zweistrahlbrenner, bei denen Vorwärme- und Schneiddüse hintereinander liegen, sodann noch Sonderkonstruktionen, z. B. Nietkopfbrenner und Nietschaftäusbrenner.

Zum genaueren, sauberen Schneiden und zum Teil auch für größere Wandstärken hat zuerst *Orlesheim* Schneidmaschinen ausgebildet, die eigentlich nur Schneidbrenner mit einer maschinell beweglichen Führung sind. Entsprechend wurden Maschinen zum Längsschneiden, zum Lochen und zum Zerschneiden von Profilleisen, Siederohren oder Wellen sowie Kreisschneidmaschinen ausgebildet. Eine Neuerung brachte die *GODFREY*-Schneidmaschine, die mehrere der genannten Maschinen zusammenfaßt und einen besonders sauberen Schnitt ergibt.

Anwendungsgebiete und Technik des Schneidens. Allgemein bekannt sein dürfte die Anwendung bei Aburcharbeiten aller Art. Dann kommen in Frage das Abschneiden der Gußtrichter von Stahlgußteilen, das Ausschneiden geköpfter Kurbelwellen u. s. w. Auch unter Wasser wurde schon (seit 1909) mit Brennern nach Ausführungsformen der *DORTMUNDER UNION* mit Erfolg in Tiefen bis zu 40 m geschnitten. Die größten Materialstärken, die autogen zerschnitten werden können, betragen etwa 800 mm.

Der Druck des Sauerstoffs soll nicht höher als notwendig sein. Ein 10-mm-Blech erfordert 2 *Atm.*, ein 100-mm-Blech etwa 7 *Atm.* Sauerstoffdruck. Die Reinheit des Sauerstoffs soll möglichst hoch sein (durchschnittlicher Reinheitsgrad 98%). Die Vorwärmeflammen sind im allgemeinen noch unnötig groß. Mehrere aufeinandergelegte Bleche können nicht mit einem Schnitt getrennt werden, da am unteren Rande des ersten Blechs wegen des Luftzwischenraums eine starke Wärmeableitung eintritt. Schmiedeeisen, Stahl und Stahlguß sind gut autogen schneidbar, Gußeisen, Kupfer, Aluminium und ihre Legierungen dagegen nicht. Bei Gußeisen z. B. liegen Entzündungspunkt und Schmelzpunkt des Metalloxyds bei 1350°, der Schmelzpunkt des Metalls dagegen bei 1200–1250°. Gußeisen schmilzt also, ehe es sich entzündet und verbrennen kann. Ein Hilfsmittel ist das Miteinschmelzen eines Schmiedeeisenrohrs, das verbrennt.

Schnittleistungen. Einen Überblick über den Verbrauch an Wasserstoff und Sauerstoff beim Schneiden mit Handschneidapparaten gibt Abb. 12. Beim Acetylenbrenner steigt der Acetylenverbrauch von 50 l bei 50 mm auf 360 l bei 300 mm Blechstärke. Sauerstoffverbrauch und Schneidzeiten sind fast dieselben wie in Abb. 12. Unter Wasser hat man bei klarem Wasser 1,6 m Schnittlänge in der Stunde bei mittleren Wandstärken erreicht.

Schließlich wird noch auf ein von *LANGMUIR* (*Ind. engin. Chem.* 1927, 667) ausgearbeitetes Verfahren der *GENERAL ELECTRIC CO.* hingewiesen, das sich anscheinend noch im Versuchsstadium befindet und wobei die Schweißung mit atomarem Wasserstoff vorgenommen wird. Durch einen zwischen Wolframelektroden übergehenden, in einer Wasserstoffatmosphäre brennenden Lichtbogen, wird atomarer Wasserstoff gebildet. Bläst man diesen auf eine Metalloberfläche, so wird infolge der katalytischen Wirkung des Metalls der atomare Wasserstoff sich wieder zu

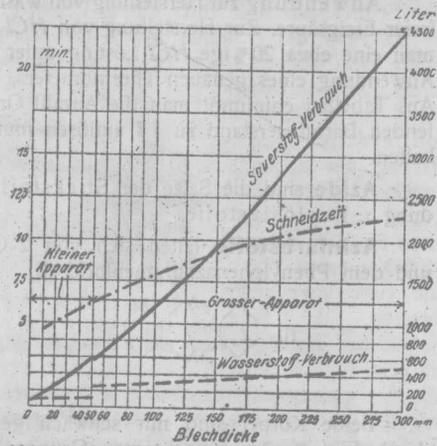


Abb. 12. Gasverbrauch und Zeit für 1 m Schnittlänge beim Wasserstoff-Sauerstoff-Schneidbrenner.

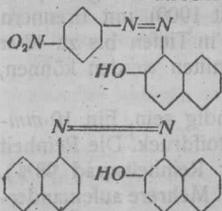
molekularem Wasserstoff vereinigen, wobei für je 2 g gebildeten molekularen Wasserstoff eine Reaktionswärme von 98 000 Cal. frei werden. Auf diese Weise gelingt es nicht nur, hochschmelzende Metalle wie *Mo*, *W*, *Ta* leicht zum Schmelzen zu bringen, sondern es ist auch möglich, nach diesem Verfahren Schweißungen auszuführen, wobei jegliche Oxydation und jede Verunreinigung durch Kohlenstoff vermieden wird.

Literatur: KAUTNY, Handbuch der autogenen Metallbearbeitung. 3. Aufl., Marhold-Halle, 1927. - LUDWIG, Der Acetylen-Sauerstoff-Schweißbrenner. Springer, Berlin 1912. - REINACHER, Acetylen-, Sauerstoff-, Schweiß- und Schneidbrenner. V. D. J.-Verlag, Berlin 1927. - SCHIMPKE-HORN, Praktisches Handbuch der gesamten Schweißtechnik. Bd. 1, Autogene Schweiß- und Schneidtechnik. Springer, Berlin 1924 (2. Aufl. in Vorbereitung). - SCHIMPKE, Die neueren Schweißverfahren. H. 13 der Werkstattbücher, 2. Aufl., Springer, Berlin 1926. - ZEMKE, Autogenes Schweißen und Schneiden. 2. Aufl., Leiner, Leipzig 1927.

Paul Schimpke.

Autoklaven s. Druckgefäße.

Autofarbstoffe (I. G.)



sind licht-, kalk- und wasserechte Pigmentfarbstoffe. Hierhin gehören: Autolorange, Pulver, FLX; -purpur B. Autolrot BL, BGL in Teig ist Paranitranilinrot in Substanz und dient als Zinnoberersatz im Indigoätzdruck sowie namentlich als Lackfarbe auf Schwerspatsubstrat.

Autolrot RL, RLP ist Naphthylaminbordeaux in Substanz für Indigoätzdruck sowie zur Herstellung von wasser- und kalkechten Lackfarben, die ziemlich lichtecht, aber nur mäßig sprit- und ölecht sind.

Ristenpart.

Automobilbetriebsstoffe s. Motortreibmittel.

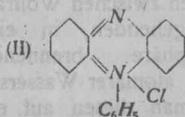
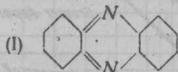
Azeotrope Gemische sind Lösungen, die beim Sieden ihre Zusammensetzung nicht ändern, bei denen Destillat und Rückstand gleich ist. Voraussetzung ist, daß jede Komponente einen merklichen Dampfdruck besitzt, die Komponenten (unter diesen Verhältnissen) vollkommen mischbar sind, der Gesamtdampfdruck bei einer bestimmten Zusammensetzung des Gemisches durch ein Minimum geht. Beispiele: wässrige Lösungen von *HCl*, Gemische von Wasser und Äthylalkohol, von Aceton mit Schwefelkohlenstoff oder mit Chloroform, das ternäre System Wasser-Äthylalkohol-Benzol (vgl. Bd. I, 731). - Früher hielt man die azeotropen Gemische für wohldefinierte Hydrate (Solvate); das ist nicht der Fall, da ihre Zusammensetzung vom Druck abhängig ist.

Anwendung zur Herstellung von wasserfreiem Alkohol (Bd. I, 732) und wasserfreier Essigsäure. Zur Herstellung von *HCl*-Lösung von bestimmtem Titer destilliert man eine etwa 20% ige *HCl*-Lösung unter Beobachtung des Barometerstandes und Anwendung eines genauen Thermometers, bis der *Kp* ganz konstant geworden ist. Aus Tabellen entnimmt man die Anzahl Gramm Destillat, die man bei dem betreffenden Barometerstand zu 1 l auflösen muß, um eine Normal-, $\frac{n}{10}$ -Lösung zu erhalten.

W. A. Roth.

Azide sind die Salze der Stickstoffwasserstoffsäure, s. d. Über Verwendung s. Explosivstoffe.

Azinfarbstoffe leiten sich von 2 Grundsubstanzen ab, dem Phenazin (I) und dem Phenylphenazoniumchlorid (II).



Beide Körper sind nur schwach gefärbt, gelb bis rotbraun, erhalten aber durch Eintritt von auxochromen Gruppen Farbstoffcharakter. Die Nuance variiert alsdann je nach dem Grundkörper und der Substitution von rot, blau bis grün.

Die Azine sind ihrer Natur nach basische Farbstoffe, sie können jedoch meist leicht durch Sulfurieren in saure Farbstoffe übergeführt werden, oder indem man sie aus sulfurierten Komponenten aufbaut. Technisch sind nur die Farbstoffe der Phenylphenazoniumreihe wichtig, die Phenazinderivate — es sind nur 2 Marken im Handel — zeigen im allgemeinen schlechte färberische Eigenschaften. Die Echtheit ist demnach bedingt durch die quaternäre Form eines Azinstickstoffatoms.

Noch heute gehört eine Anzahl sehr wichtiger künstlicher Farbstoffe der Azinreihe an; sie ist die älteste und eine der vielseitigsten Farbstoffgruppen. Schon im Jahre 1856 entdeckte PERKIN das Mauvein, den ältesten Teerfarbstoff, das den Anstoß zur Entwicklung der heute so mächtigen Farbenindustrie gab. Bald folgten die von CARO gefundenen blauen Induline und das Safranin von WILLIAMS. Es ist erstaunlich, daß gerade die kompliziertesten Produkte zuerst dargestellt wurden, ohne daß man Einblick in Struktur und Bildungsweise hatte. Jahrzehntelange Arbeit von bedeutenden Chemikern wie WITT, HINSBERG, BERNTHSEN, NIETZKI, OTTO FISCHER und HEPP, sowie vor allem von KEHRMANN war nötig, um dieses komplizierte Gebiet völlig aufzuklären.

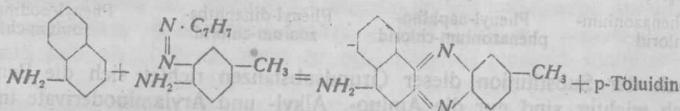
Nun erst begannen zielbewußte technische Synthesen. Über die eigentlichen Konstitutionsformeln stritt man sich jedoch sehr lange. Heute ist durch die Arbeiten von KEHRMANN und GRANDMOUGIN nachgewiesen, daß die meisten Azine, die in para-Stellung zu einem 3wertigen Azinstickstoffatom substituiert sind, parachinoid, alle übrigen jedoch orthochinoid sind. Oft sind beide chinoiden Formen nebeneinander in bestimmtem Gleichgewicht vorhanden. Um auch die Ionisation des Säurerestes zu berücksichtigen, schreibt man heute einen Azinfarbstoff in chinoider Komplexform. Der Einfachheit halber seien hier die Azinfarbstoffe und ihre Derivate allgemein orthochinoid geschrieben.

1. Phenazine.

Hier unterscheiden wir 3 Grundkörper: Phenazin, Naphthophenazin, Dinaphthazin. Durch Substitution werden diese schwach gefärbten Produkte in gelbrote bis violette Farbstoffe übergeführt.

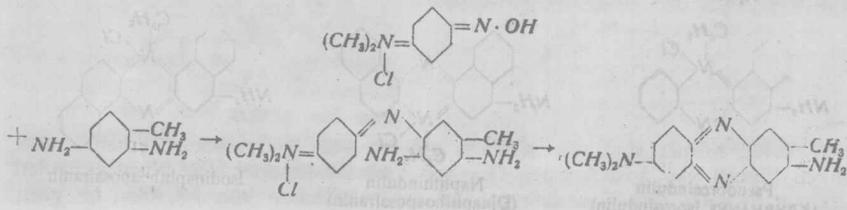
Die Monosubstitutionsprodukte sind in der Phenazin- und Dinaphthazinreihe nicht wichtig (das einfache Aminophenazin ist rot). Dagegen bieten die Derivate des Naphthophenazins einiges Interesse, weil WITT an diesen Beispielen zuerst die Bildung und Struktur der Azinfarbstoffe aufgeklärt hat.

Die klassische Darstellung nach WITT ist die Verschmelzung von Aminoazotoluol mit α -Naphthylamin zum Methyl-eurhodin (Amino-naphtho-methylphenazin):



Auch durch Kondensation von o-Phenylendiamin mit Benzol-azo- α -naphthylamin (FISCHER und HEPP) oder Oxynaphthochinonimid (KEHRMANN) ist das Eurhodin zu erhalten. Mit Salzsäure oder Wasser unter Druck entsteht daraus das Eurhodol (Oxy-naphthophenazin).

Disubstitutionsprodukte. Zwei Derivate des Phenazins haben beschränkte technische Bedeutung, das Neutralviolett und das Neutralrot oder Toluylenrot (Cassella, D. R. P. 15272; Friedländer 1, 274). Sie werden erhalten durch Kondensation von Nitrosodimethylanilin und m-Phenylendiamin (Neutralviolett) bzw. m-Toluylendiamin (Toluylenrot).



Die Reaktion bleibt nicht beim Indamin (blaues Indamin = Toluylenblau) stehen, weil die o-Stellung zum chinoiden Stickstoff viel zu reaktionsfähig ist, sondern führt direkt zum Azin auf Kosten des Nitrosokörpers, der reduziert wird. Durch gemeinsame Oxydation von p-Aminodimethylanilin und einem m-Diamin, die über das Chinondiimin und Indamin zum Azin führt, erhält man die gleichen Farbstoffe, oft verunreinigt mit phenylierten Nebenprodukten.

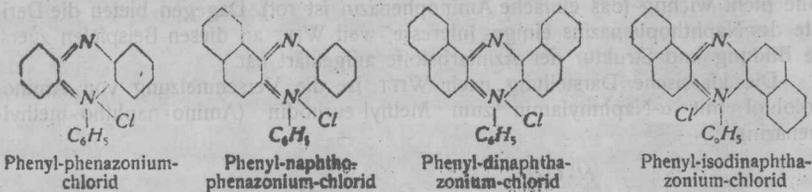
In diese Gruppe gehört wahrscheinlich auch das Nigrisin (*St. Denis*) oder Neugrau (*Bayer*), dargestellt durch Verkochen von Nitrosodimethylanilin in Spirit, oder aus p-Aminodimethylanilin durch Oxydation (*D. R. P. 49446, Friedländer 2, 186; St. Denis*). Es ist ein Nebenprodukt der Gallaminblaufabrikation und wird wohl kaum fabriziert.

Alle drei hier erwähnten Farbstoffe werden in geringen Mengen im Baumwollätzdruck verwendet, dank ihrer Eigenschaft, die übrigens allen Azinfarbstoffen gemein ist, mit Reduktionsmitteln, z. B. Hydrosulfit, nicht zerstört, sondern in farb-schwache Leukokörper übergeführt zu werden, die sich an der Luft wieder leicht zum Farbstoff regenerieren.

II. Phenazoniumfarbstoffe.

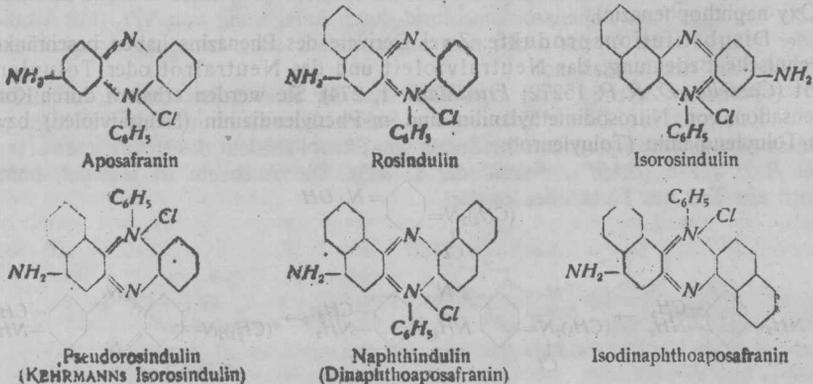
In diese Klasse gehören alle wichtigen Farbstoffe der Azinreihe, das Mauvein, die Indazine, Safranine, Rosinduline, Isorosinduline, Naphthosafranine, Benzolinduline u. s. w. Die Nomenklatur ist hier schwierig und oft verwirrend. Es ist darum zweckmäßig, nach der chemischen Konstitution zu klassifizieren.

Die Phenylphenazoniumfarbstoffe leiten sich ab von 4 Stammsubstanzen:



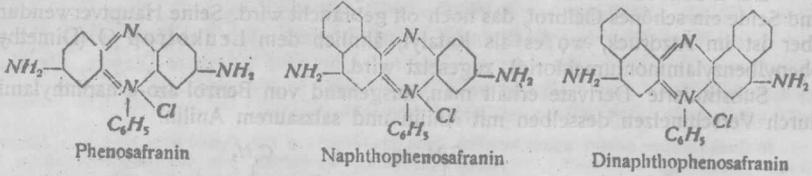
Nach der Substitution dieser Grunds substanzen richtet sich die Benennung. Technisch wichtig sind nur die Amino-, Alkyl- und Arylaminoderivate in 3- und 0-Stellung (mit wenigen Ausnahmen), und es sollen nur diese hier berücksichtigt werden.

1. Monosubstitutionsprodukte.

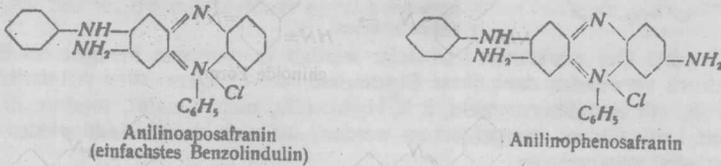


Azinfarbstoffe

2. Disubstitutionsprodukte.



Die Anilino-aposafanine und -safranine bilden die Benzolinduline:



An Stelle des am Azinstickstoff gebundenen Phenyls ist bei wenigen Farbstoffen ein Naphthalinkern oder ein Alkyl vorhanden, ebenso kann an Stelle des Chlors irgend ein anderer Säurerest sich befinden.

Für die Darstellung der Azinfarbstoffe der Phenylphenazoniumreihe kennt man eine große Zahl von Bildungsweisen. Die technisch wichtigsten seien hier erwähnt:

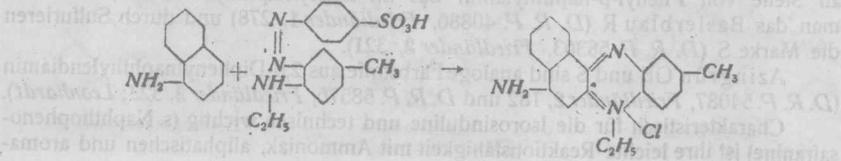
1. Einwirkung von Nitrosodialkyl-(aryl)-aminen auf Monoamine und m-Diamine (Neutralblau, Baslerblau, Rhoduline, Indazine).
2. Gemeinsame Oxydation eines p-Diamines mit einem Monoamin (Safranin) oder einem m-Diamin (Wollechtblau).
3. Einwirkung von Aminen oder o-Diaminen auf p-Aminoazokörper oder o-Aminoazokörper (ev. Erhitzen von Aminoazokörpern mit Phenol) (Rosinduline, Walkblau).
4. Kondensation eines o-Chinons oder o-Oxy-p-chinons mit o-Diaminen (vor allem zur wissenschaftlichen Synthese wichtig (Flavindulin)).

1. **Monosubstitutionsprodukte.** Die Monosubstitutionsprodukte der Phenylphenazoniumreihe bilden 3 Salze, entsprechend den drei basischen Gruppen: ein 1säuriges rotes Salz (gewöhnlicher Farbstoff, p-chinoid), ein 2säuriges grünes (Gemisch p- und o-chinoid) und ein 3säuriges braunrotes Salz (o-chinoid).

Der einfachste Körper, das Aposafarin, hat keine Bedeutung. Die Darstellung ist schwierig und gelingt nicht nach den obenerwähnten Bildungsweisen. Es entsteht aus dem gewöhnlichen Phenosafranin durch teilweise Entamidierung (s. Safranine) oder aus dem Phenylphenazoniumchlorid durch Anlagerung von NH_3 . Mit Alkalien und Wasser unter Druck erhält man aus letzterem auch leicht das entsprechende Oxyderivat, das Aposafanon.

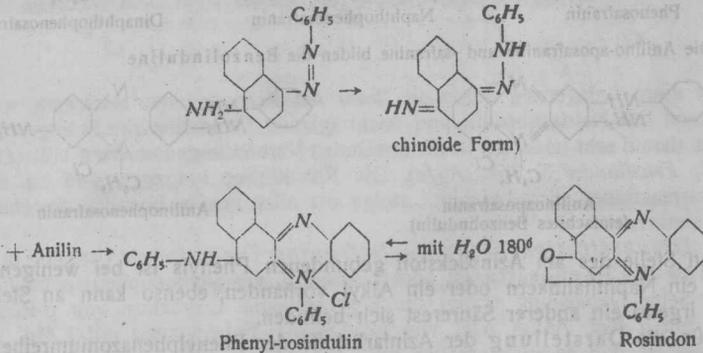
Technisch wichtig sind eigentlich nur die Rosinduline und Isorosinduline.

Rosinduline. Durch Erhitzen von Sulfanilsäure-azo-monoäthyl-p-toluidin mit salzsaurem α -Naphthylamin unter Zusatz von Phenol entsteht das Indulinscharlach (D. R. P. 77226 [BASF]; Friedländer 4, 383). Die Ausbeute ist schlecht; immer wird ein Teil des Farbstoffes zerstört.



Das Indulinscharlach fluoresciert intensiv grün und färbt auf tannierte Baumwolle und Seide ein schönes Gelbrot, das noch oft gebraucht wird. Seine Hauptverwendung aber ist im Ätzdruck, wo es als Katalyt, ähnlich dem Leukotrop O (Dimethylphenylbenzylammoniumchlorid), zugesetzt wird.

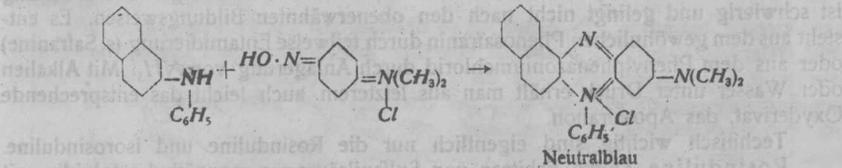
Substituierte Derivate erhält man, ausgehend von Benzol-azo- α -naphthylamin, durch Verschmelzen desselben mit Anilin und salzsaurem Anilin.



Als Zwischenprodukt bildet sich zuerst das Anilinonaphthochinonanil. Das schwer lösliche Phenylrosindulin (Azocarmin Tg) läßt sich leicht sulfurieren, je nach den Bedingungen werden 1, 2 oder 3 Sulfogruppen eingeführt. Die Disulfosäure ist das Azocarmin G, GX, die Trisulfosäure das Azocarmin B, BX, oder Rosindulin 2B bläulich. Beide Marken färben Wolle und Seide leuchtend bläulich rot, Orseille ähnlich, und zeigen gute Echtheiten. Sie sind noch heute geschätzte Produkte (*BASF, D. R. P. 45370, 58601; Friedländer 2, 202; 3, 329*).

Werden die beschriebenen Phenylrosindulinsulfosäuren mit Wasser unter Druck erhitzt, so entstehen unter Ersatz der Aminogruppe durch die Oxygruppe und Abspaltung von Sulfogruppen die Rosindonmonosulfosäuren, Rosindulin G und 2 G. Sie sind von schöner gelbroter Nuance, egalisieren gut und werden noch viel verwendet im farbigen Ätzdruck auf Wolle und Seide (*D. R. P. 67198, 72343 [Kalle]; Friedländer 3, 346*).

Isorosinduline werden allgemein dargestellt aus Phenyl- β -naphthylamin und p-Nitrosodialkyl-(aryl)-aminen oder p-Diaminen.

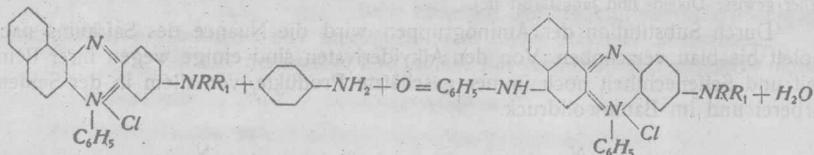


Als Zwischenstufe bildet sich auch hier ein Indamin. Die Ausbeuten sind schlecht, der Farbstoff ist ein wenig wichtiges, unechtes, aber schönes basisches Blau (Neutralblau [*Cassella*], *D. R. P. 19224, Friedländer 1, 277*). Verwendet man an Stelle von Phenyl- β -naphthylamin das 2,7-Ditolynaphthylendiamin, so erhält man das Baslerblau R (*D. R. P. 40886, Friedländer 1, 278*) und durch Sulfurieren die Marke S (*D. R. P. 58363, Friedländer 3, 321*).

Azingrün GB und S sind analoge Farbstoffe aus 2,6-Diphenyl-naphthylendiamin (*D. R. P. 54087, Friedländer 2, 182* und *D. R. P. 58576, Friedländer 3, 323; Leonhardt*).

Charakteristisch für die Isorosinduline und technisch wichtig (s. Naphthophenosafranin) ist ihre leichte Reaktionsfähigkeit mit Ammoniak, aliphatischen und aroma-

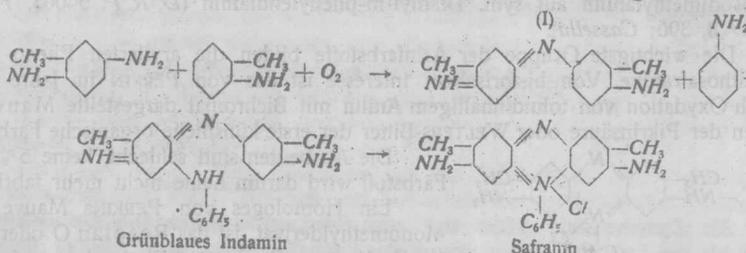
tischen Aminen, Diaminen, p-Aminophenol und deren Sulfosäuren (unter Oxydation mit Luftsauerstoff oder irgend einem Oxydationsmittel) sowie mit Nitrosokörpern. Der Eingriff erfolgt in Parastellung zum 3wertigen Azinstickstoffatom.



Ist diese Anlagerung durch die Wahl der Komponenten erschwert, so führt man zuerst mit Natriumbisulfid und nachträglicher Oxydation die Sulfogruppe ein, die sich darauf sehr leicht durch die erwähnten Verbindungen ersetzen läßt (*D. R. P.* 102458, *Friedländer* 5, 361; *Agfa*). Die Rosinduline hingegen sind zu solchen Additionsreaktionen nicht befähigt, infolge der allzu großen Stabilität des chinoiden Naphthalinkernes.

2. *Disubstitutionsprodukte, Safranin.* Der einfachste Farbstoff in dieser Gruppe ist das Phenosafranin oder Safranin B, ein Diaminophenylphenazoniumchlorid. Seine Darstellung erfolgt durch gemeinsame Oxydation von p-Phenylendiamin mit 2 Mol. Anilin oder von p-p-Diaminodiphenylamin mit 1 Mol. Anilin. Interessant ist, daß es auch erhalten wird aus Acetylaposafranin durch Anlagerung von NH_3 . Die Ausbeuten sind ungenügend, der Farbstoff wird kaum mehr färberisch verwendet, dient aber in geringen Mengen zum Desensibilisieren photographischer Platten bei Tageslichtentwicklung.

Mit befriedigender Ausbeute läßt sich das Homologe des Phenosafranins, das Toluosafranin, herstellen. Man geht zu diesem Zwecke von einem bestimmten Gemisch von 1 Mol. Anilin und 3 Mol. o-Toluidin aus. Dieses wird mit 1 Mol. Salzsäure und 1 Mol. Nitrit diazotiert, wobei zunächst ein Gemisch von Aminoazotoluol und Aminoazobenzol neben Anilin und o-Toluidin erhalten wird. Dieses Gemisch wird mit Eisen (Zinkstaub) und Salzsäure reduziert, wobei p-Toluyldiamin (p-Phenylendiamin) + 2 Mol. o-Toluidin (Anilin) entstehen. Aus der Lösung dieser verschiedenen Basen erhält man durch Oxydation mit Bichromat ein blaues Indamin (I), das leicht Anilin oder o-Toluidin anlagert und bei weiterer Oxydation in ein grünblaues, unlösliches Indamin übergeht. Durch Kochen unter Druck entsteht daraus der rote Farbstoff. Er wird meist mit Natriumsulfid gereinigt.



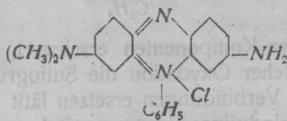
Der so dargestellte Farbstoff (Safranin T = Dimethylphenosafranin) ist nie einheitlich, er besteht aus einem Gemisch von mindestens 3 Isomeren.

Das Safranin, oft mit den Marken T, S, G, O bezeichnet, auch Toluosafranin genannt, findet noch viel Verwendung im Kattundruck, zum Färben von Papier und Cocos, während die tannierten Baumwollfärbungen durch billigere Konkurrenzprodukte meist verdrängt sind.

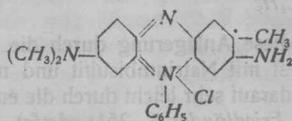
Wie das Aposafarin 3, so bildet das Pheno(Tolu-)safranin 4 Reihen von Salzen, ein rotes, blaues, grünes und braunrotes. Die ersten drei sind vorwiegend p-chinoider Struktur, das vierte ist

o-chinoid. Im Safranin läßt sich leicht eine Aminogruppe diazotieren, durch Verkochen mit Alkohol entsteht daraus das Aposafranin (s. d.). Kuppelt man den Diazokörper mit unsulfurierten Azo-Komponenten, so entstehen basische Azofarbstoffe (z. B. Indoimblau A = Safranin-azo- β -naphthol ferner gewisse Diazin- und Janusfarbstoffe).

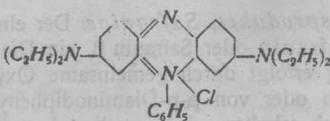
Durch Substitution der Aminogruppen wird die Nuance des Safranins nach violett bis blau verschoben. Von den Alkylderivaten sind einige wegen ihrer Reinheit und Seifenechtheit noch immer geschätzte Produkte, vor allem in der Seidenfärberei und im Baumwolldruck.



Methylviolett BN, 3 RA
(M. L. B.)



Clematin-(Geigy)
Methylviolett MN (BASF)



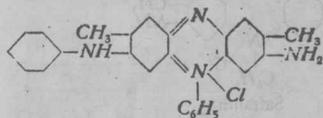
Amethystviolett (Kalle)
Irisviolett (BASF)

Sie werden dargestellt aus Nitrosodimethyl(diäthyl)anilin und m-Aminodiphenylamin und Derivaten einerseits oder nach der Safraninsynthese, indem man an Stelle von p-Toluylendiamin das p-Aminodimethyl(diäthyl)anilin verwendet und das Basengemisch Anilin + o-Toluidin (Clematin) durch Anilin (Methylviolett BN) oder durch Diäthylanilin + Anilin (Irisviolett) ersetzt.

Sehr ähnlich zusammengesetzt sind die Rhoduline (Rhodulinrot B, G, GD, Brillantrhodulinrot B, Rhodulinviolett) aus Nitrosomonoäthyl-o-toluidin und p-Arylamino-o-toluidin (aus m-Toluylendiamin mit Anilin oder Homologen) oder deren in der Aminogruppe substituierten Derivaten (D. R. P. 81963, 84442, 84504, 84992, Friedländer 4, 412 ff.; Bayer).

Echtneutralviolett B ist ein Äthylphenazoniumderivat, ein schöner, aber teurer und wenig verwendeter Baumwollfarbstoff, hergestellt durch Einwirkung von Nitrosodimethylanilin auf sym. Diäthyl-m-phenylendiamin (D. R. P. 59063, Friedländer 3, 396; Cassella).

Die wichtigste Gruppe der Azinfarbstoffe bilden die arylierten Pheno- und Naphthosafranine. Von historischem Interesse ist das von PERKIN im Jahre 1856 durch Oxydation von toluidinhaltigem Anilin mit Bichromat dargestellte Mauvein, neben der Pikrinsäure oder WELTERS-Bitter der erste künstliche organische Farbstoff.



Mauvein, Mauve, Rosolan (Poirier)

Die Ausbeuten sind schlecht, keine 5%; der Farbstoff wird darum heute nicht mehr fabriziert.

Ein Homologes von PERKINS Mauve, ein Monomethylderivat, ist das Rosolan O oder Methylheliotrop O. Es entsteht durch gemeinsame

Oxydation (s. Safranin) von p-Aminodiphenylamin, Anilin und o-Toluidin und wird als violetter Seidenfarbstoff noch hier und da verwendet (D. R. P. 49853, Friedländer 2, 161; M. L. B.). Rein blaue und doch heute geschätzte basische Farbstoffe von guter Wasch- und Alkaliechtheit und ziemlich guter Lichtechtheit sind die A. v. WEINBERGSchen Indazine und Metaphenylblau (B, BB, R) oder Diphenblau aus Nitrosodimethylanilin (oder p-Aminodimethylanilin) und sym. Diphenyl (Di-o- oder Di-p-tolyl)-m-phenylendiamin (D. R. P. 47549, Friedländer 2, 181):