

## Vorneweg...

Auf den folgenden Seiten findet man einen Auszug aus dem Buch „Das Gasglühlicht, seine Geschichte, Herstellung und Anwendung, ein Handbuch für die Beleuchtungsindustrie“ von Dr. C. Richard Böhm. Erschienen im Verlag von Veit & Comp, Leipzig 1905. Es handelt sich um die Seiten 69 – 169, die als Scans im Original in dieses Dokument eingefügt wurden.

Die Qualität ist streckenweise nicht die beste, da das in meinem Besitz befindliche Buch nicht mehr im besten Zustand ist. Darüber hinaus habe ich die Auflösung so gewählt, daß die gesamte Datei möglichst klein bleibt, ein Ausdruck im Format DIN-A-4 aber noch gut möglich ist.

Inhaltlich geht es um die Herstellung von Glühkörpern, was heutzutage, da es für viele historische Lampen keine passenden Glühkörper mehr gibt, ein wertvoller Leitfaden für jemanden sein kann, der sich mit dem Gedanken trägt, selber Glühkörper für den Eigenbedarf herzustellen.

Ich stelle diese Datei – in die ich einiges an Arbeit und Zeit investiert habe – allen Interessierten zur Verfügung, möchte jedoch nicht, daß sie zu kommerziellen Zwecken mißbraucht wird.

Münster<sup>i/w</sup>, den 29. Februar 2008  
Christian Hintz

## Zweiter Abschnitt. Der Glühkörper.

### Einleitung.

Der wichtigste Teil des Gasglühlichtes ist der Glühkörper, früher Strumpf genannt.

Die zur Herstellung von Glühkörpern in Anwendung gekommenen Materialien lassen sich nach den Ausführungen im geschichtlichen Teil in zwei Klassen gruppieren:

1. Metalle oder deren Legierungen;
2. Metalloxyde oder Mischungen von Oxyden.

Erstere haben sich praktisch nicht bewährt, da, obgleich Glühkörper aus Platiniridium gemacht wurden, die 4—6 Kerzen pro Kubikfuß Gas lieferten, die Bildung von Carbiden oder Siliciden auf der Oberfläche und die Ausscheidung minimaler Mengen Eisen als Zersetzungsprodukt von Carboxylverbindungen die Leuchtkraft rasch herabdrückten.

In der zweiten Klasse ist zu unterscheiden zwischen fertigen feuerfesten Oxyden, welche in eine geeignete Form gebracht sind — Clamond, Fahnehjelm — und solchen Oxyden, welche sich in der Hitze durch Zersetzen der entsprechenden Salze selbst bilden — Sunlight, Auer. Die letzteren allein kommen praktisch in Betracht. Die Auerschen Glühkörper bestehen ausschließlich aus den Oxyden der seltenen Erden, während erstere nur Oxyde von Aluminium und Chrom enthalten.

Der Auersche Glühstrumpf besteht aus einem Gewebe von möglichst reiner aschenfreier Pflanzenfaser (früher Baumwolle, jetzt fast ausschließlich Ramie; s. Fabrikation des Glühkörpers) in Form

eines oben geschlossenen Schlauches mit einer Fadenstärke von 0,2 mm, unter die man früher einige stärkere Fäden einwebte, um dem Körper nach der Veraschung größeren Widerstand zu geben. Die Maschenweite richtet sich dabei nach den Größenverhältnissen. Vor dem Tränken ist der Körper einer gründlichen Reinigung mit Ammoniak und Salzsäure zu unterziehen. Zum Tränken des Gewebes dienten nach den ersten Auerschen Patenten die Oxyde der seltenen Erden, besonders Ceriterden und Zirkonerde. Die zum Tränken der Glühkörper nötige Flüssigkeit, die Leuchtflüssigkeit oder das Fluid, wurde aus den salpetersauren Lösungen der betreffenden Erden dargestellt, welche Lösungen vorher nach Bedarf mit Rücksicht auf die Leuchtkraft und Farbe des ausstrahlenden Lichtes gemischt wurden. Wie wir unten sehen werden, bestehen alle brauchbaren Glühkörper zurzeit aus Thoriumoxyd und Ceroyd, und zwar 99% Thor und 1% Cer, neben geringen Mengen unwesentlicher Bestandteile. Man verwendet zum Imprägnieren des Gewebes eine 30%ige Lösung von Thor- und Cernitrat, welches Gemisch nach dem Veraschen die Oxyde in dem angegebenen Verhältnis zurückläßt.

Es ist besonders wichtig, daß die zur Herstellung der Glühkörper verwendeten Salze einen gewissen Grad von Reinheit besitzen, da manche fremden Stoffe die Leuchtkraft und Haltbarkeit sehr stark beeinträchtigen. (Siehe Einwirkung verschiedener Metalloxyde auf die Auersche Thor-Cer-Mischung.)

Der mit den Salzen getränkte und getrocknete Strumpf wird über ein zylindrisches Holz gesteckt und ausgereckt, mit einer Asbestöse versehen und alsdann an einen eisernen Draht aufgehängt. Erhitzt man mit einer Bunsenflamme den oberen Teil, so verglimmt das Gewebe vollständig, und man erhält ein weißes Aschenskelett, das in der Preßgasflamme geformt und gehärtet wird.

Um dem Glühkörper die richtige Form zu geben und seine Widerstandsfähigkeit zu erhöhen, wendet man seit 1893 Preßgas an und hat hiermit gute Resultate erzielt. Mittels Preßgas kann man dem Körper jede beliebige Form geben, die man ihm geben

will, und wird in höherem Grade unabhängig von der Handarbeit. Das Preßgas kann man auf eine bestimmte Höhe einstellen. Schon ungefähr 1,2 m Druck sind zur Erzielung eines guten Resultates genügend. Die vorteilhafteste Form ist die eines gefüllten Korn-sackes. Diese Gestalt bedingt, daß der Glühkörper in seiner ganzen Ausdehnung im Flammenkegel steht.

Die Verarbeitung ist eine wesentlich schnellere als das gewöhnliche Abbrennen. Gleichzeitig wird durch das Preßgas der Glühkörper bedeutend mehr gehärtet, als durch den gewöhnlichen Bunsenbrenner, so daß man imstande ist, die veraschten Glühkörper mit der Hand zu berühren, auf den Tisch zu legen usw.

Da durch die Erschütterung, welche die Wagen auf der Straße hervorbringen, die Glühkörper der Straßenbrenner am Kopf oft abrissen, so kam die Anwendung von Preßgas hier ganz besonders zu statten.

Die gefährlichen Stellen des Mantels bestreicht man nach dem Tränken nochmals mit dem Fluid oder auch mit einer Lösung von Aluminium- und Magnesiumnitrat und einem Zusatz von Phosphorsäure oder mit einer Lösung von Berylliumnitrat, um eine Verstärkung der beim Veraschen zurückbleibenden Oxydschicht herbeizuführen. Der Kopf des Glühkörpers wird durch Asbestfäden zusammengehalten, während man früher Platindraht verwendete.

Der getränkte Strumpf wog bei der Auerschen Fabrikation vom Jahre 1896 — 5,123 g, abgebrannt 0,680 g und hatte eine Nutzoberfläche von 54 qcm, von denen 45 qcm als Glühfläche leuchteten.<sup>1</sup>

Bunte hat 1895 (241) die Glühstrümpfe verschiedener Fabriken untersucht und gefunden, daß das Gewicht der Glühmasse im allgemeinen bei verschiedenen Leuchtkörpern ziemlich gleich ist.

Die fortlaufenden Zahlen beziehen sich auf Glühkörper folgender Herkunft: 1. Deutsche Gasglühlicht-Aktiengesellschaft; 2. C. H. Stobwasser in Berlin; 3. Jean Burkard in Mainz (Fischer & Co);

---

<sup>1</sup> Lit. 276, S. 549.



4. Tobias Förster & Co., München; 5. Desgleichen; 6. Unbekannt, Karlsruhe; 7. Gericke, Berlin; 8. Hilpert, Nürnberg.

Nr.	Gewicht des unver- brannten Strumpfes	Gewicht des Asbest- fadens	Verbrennliches (Baumwollgewebe usw.)		Gewicht des ver- aschten Glühkörpers	
			g	%	g	%
1.	3,4275	0,0460	2,9795	88,11	0,4020	11,89
2.	4,1800	0,0410	3,7240	89,97	0,4150	10,06
3.	4,2500	0,0315	3,7520	88,94	0,4665	11,06
4.	4,1295	0,0510	3,6445	89,35	0,4340	10,64
5.	3,5070	0,0945	3,1480	92,25	0,2645	7,55
6.	4,0995	0,0455	3,5975	88,73	0,4565	11,26
7.	4,0580	0,0460	3,5440	88,33	0,4680	11,66
8.	4,1560	0,1050	3,6025	88,93	0,4485	11,07

Nach dem ersten Auerschen Patent (39162 vom Jahre 1885) sollten die Magnesia- bzw. Zirkonmäntel das beste Licht geben, und zwar in folgender Zusammensetzung:

60% Magnesia — MgO und 60% Zirkonerde — Zr. O<sub>2</sub>,  
oder 50% Zirkonerde.  
20% Lanthanoxyd — La<sub>2</sub>O<sub>3</sub> und 30% Lanthanoxyd — La<sub>2</sub>O<sub>3</sub>,  
oder 50% Lanthanoxyd.  
20% Yttriumoxyd — Y<sub>2</sub>O<sub>3</sub> und 10% Yttriumoxyd — Y<sub>2</sub>O<sub>3</sub>.

In diesen Mischungen sollte das Yttriumoxyd durch ein Gemenge der Yttererden und das Lanthanoxyd durch ein solches didymfreier, wenig Cer enthaltender Cererden, also in der Hauptsache Lanthan, verunreinigt durch Cer bzw. Samarium, ersetzt werden können; auch die Terbinerden, wie z. B. das Terbium kommen in Betracht. Von den Zirkonverbindungen der Didymelemente gibt Neodymzirkon intensives, orangefarbenes Licht, während das Erbinzirkon stark grün leuchtet. Durch Zusatz des einen oder anderen Bestandteiles kann man die obigen Mischungen nach dem Gelb oder Grün abtönen.

Diese ersten Auerschen Glühstrümpfe gaben nur 4—7 Kerzen pro Kubikfuß Gas und waren sehr zerbrechlich. Die hohe Zerbrechlichkeit soll namentlich auf folgende Ursache zurückzuführen sein:

Die Lösung, mit welcher imprägniert wurde, war stark sauer und würde den Glühkörper schon während des Versandes zerstört

haben. Man neutralisierte deshalb die Säure mit Ammoniakdämpfen, es bildete sich Ammonnitrat neben den Hydraten der Erden. Nach Lewes (293) sollen beim Glühen die entweichenden Ammondämpfe die Masse lockern und dadurch die Kohärenz zerstören. Demnach wäre der von Auer absichtlich gemachte Zusatz von Ammonnitrat zu dem sog. Fluid nur schädlich; im ersten Patent wird Ammonnitrat als die Verbrennung beförderndes und nützliches Mittel angegeben.

Die reinen Erden ergaben pro Kubikfuß Gas folgende Leuchtkraft nach Lewes (a. a. O.):

Cer . . . . .	1,2	Kerzen
Zirkon . . . . .	1,5	„
Yttrium . . . . .	5,2	„
Lanthan . . . . .	6,0	„
Thor — Handelsware	6,0	„
Thor — chem. rein .	1,0	„

In den ersten Auerschen Glühkörpern gaben sonach Lanthan und Yttrium die Leuchtkraft, während Zirkon nur den Zweck größerer Haltbarkeit erfüllte. Bald zeigte sich jedoch, daß Thor, sowie Mischungen von Thor und Magnesia widerstandsfähigere Glühkörper ergaben, während man die Farbe durch Zusätze von Cer, Erbin und Didym variierte.

Nach Patent 41-915 (D. R. P.) sollten nunmehr die Glühkörper aus folgenden Mischungen bestehen:

Für weißes Licht:

1. Reines Thoroxyd — offenbar Handelsware — in der Glühhitze starr.
2. 30% Thoroxyd, }  
 30% Zirkonoxyd, } gelbweißes Licht.  
 40% Yttriumoxyd, }
3. 30% Thoroxyd, }  
 30% Zirkonoxyd, } intensivstes, schönstes Licht —  
 40% Lanthanoxyd, } in der Hitze biegsam.

4. 40% Thoroxyd, }  
 40% Lanthanoxyd, } in der Glühhitze biegsam.  
 20% Magnesia, }

Für gelbes Licht:

5. 50% Thoroxyd, }  
 50% Lanthanoxyd, }  $\text{La}_2\text{O}_3$  ersetzbar durch Ytterit-  
 erden oder wenig cer- und didym-  
 haltige Ceriterden — also un-  
 reines Lanthan.

Für orangefarbenes Licht:

6. 50% Thoroxyd,  
 50% Neodymoxyd.  
 7. 50% Thoroxyd,  
 50% Praseodymoxyd.

Für grünliches Licht:

8. 50% Thoroxyd,  
 50% Erbinerden.

In den unter 4—8 genannten Kombinationen kann das Thoroxyd teilweise durch Zirkonoxyd vertreten werden, das das Licht weißer macht; sie sind untereinander in vielen Verhältnissen mischbar.

Scandium liefert mit dem Zirkonoxyd ein intensiv weißes Licht, das durch Zusatz von Thoroxyd leuchtkräftiger wird; auch die Verbindungen des Ytterbiums besitzen die Eigenschaft außerordentlichen Glanzes und großer Feuerbeständigkeit. Von den Erbinen werden das Thuliumoxyd und das eigentliche Erbin, deren Verbindungen grünes Licht ergeben, und das Holmium erwähnt. Terbiumoxyd liefert mit dem Zirkonoxyd weißes Licht, während der Ton der Zirkon-Thor-Samarium-Mischungen intensiv gelbweiß ist.

Für höhere Flammentemperaturen, als die der Bunsenflamme, kommen in Betracht:

9. 60% Thoroxyd, }  
 40% Magnesia, } in der Glühhitze biegsam.

- |  |   |   |
|--|---|---|
| 10. 60% Thoroxyd,<br>20% Magnesia,<br>20% Aluminiumoxyd, | } | sintert stärker als die übrigen,<br>ist in der Glühhitze leicht<br>biegsam. |
|--|---|---|

Stark cerhaltige Mischungen der oben genannten Körper — Zirkon, Ceroxyd — werden in der heißen Wassergasflamme mit Vorteil verwendet. Genannt werden:

- |  |   |   |
|--|---|---|
| 11. Cerdioxyd und Magnesia,<br>„ „ Zirkonoxyd,<br>„ „ Lanthanoxyd,<br>„ „ Yttriumoxyd,<br>„ „ Thoriumoxyd, | } | gelbes Licht in ver-<br>schiedenen Abstufungen. |
|--|---|---|

Hieraus als Beispiel eine Mischung:

12. 30% Cerdioxyd,  
20% Lanthanoxyd,  
10% Yttriumoxyd,  
40% Zirkonoxyd oder Magnesia, oder beide gemischt.

Praseodym, Neodym, oder beide gemeinsam — Didym — färben das Licht intensiv orangegelb. Weniger feuerbeständig und deshalb von geringerer Bedeutung sind Mischungen von Beryll- und Thonerde mit den seltenen Erden — Cerit und Ytterterden, Thorerde und Zirkonerde — der Magnesia und des Calciumoxydes; ebenso die entsprechenden Niobate, Tantalate, Silicate, Titanate und Phosphate.

Nachdem der verdienstvolle Mitarbeiter A u e r s, Dr. Haitinger, die Beobachtung gemacht hatte, daß die Leuchtkraft der Oxyde von Aluminium, Zirkon und Calcium durch eine Beimischung von 1% Chrom- oder Manganoxyd bedeutend erhöht wird, folgte die Entdeckung des großartigen Effektes, welche kleine Mengen (1%) Cer auf den Thoriumglühkörper ausüben. Hierdurch wurde die Leuchtkraft des reinen Thoriums von 1 oder 2 Kerzen auf 12 bzw. 16 Kerzen per Kubikfuß Gas erhöht, während Thorium selbst dem Glühkörper eine größere Festigkeit verlieh. Gleichzeitig war auch die Abnahme der Leuchtkraft eine viel geringere als früher, nämlich ca. 35% nach 1000 Brennstunden.

Nach den Untersuchungen des englischen Physikers Mc. Kean<sup>1</sup> gaben die Leuchtmehalle, welche in den Mischungen der alten Glühkörper enthalten waren, bei einem Gasverbrauch von 85 l in der Stunde bei 25 mm Druck unter gleichen Bedingungen, auf Leuchtkraft und ausstrahlende Farbe untersucht, folgende Ergebnisse:

	Hfl.		
Thorerde <sup>2</sup> — Handelsware	31,56	Lichtfarbe =	bläulichweiß.
Lanthanerde	28,32	„ =	weiß.
Yttererde	22,96	„ =	gelblichweiß.
Zirkonerde	15,36	„ =	weiß.
Cererde	5,02	„ =	rötlich.

Mischungen ergaben folgendes Licht:

40% Lanthan-,	20% Thor-	und	40% Zirkonerde,	} weißes Licht.
60% „	— „	„	40% „	
20% Yttrium u.	80% „	„	— „	} gelbes Licht.
40% Lanthan-,	28% „	„	30% „	
50% „	— „	„	47% „	} orange.
40% „	30% „	„	27% „	
50% „	40% „	„	— „	} grün.
20% „	50% „	„	— „	

Aus den Angaben Mc. Keans ging auch hervor, daß eine Mischung, welche bezweckte, von der blaugrünen zur rötlichgelben Farbe überzugehen, die Leuchtkraft schädigte.

Mit Hilfe sorgfältig gereinigter Baumwollnetze stellte Drossbach<sup>3</sup> Glühkörper von 0,1—1,2% Cerdioxydgehalt her und maß ihre Leuchtkraft. Die umstehende Kurve zeigt das Abhängigkeitsverhältnis der Leuchtkraft vom Cergehalte. Bei einem Gehalte von ca. 0,9% erreicht die Leuchtkraft ihr Maximum. Im günstigsten Falle wurden über 170 Kerzen gemessen, ziemlich regelmäßig 140. Da die Leuchtkraft des Glühkörpers außer vom Cergehalt von der Dauer der Tränkung, von der Temperatur der Lösung — heiß getränkt leuchten die Glühkörper .rot —, sowie

<sup>1</sup> J. G. W. 1893, S. 41—42.

<sup>2</sup> Die von Mc. Kean verwendete Thorerde muß ein unreines Produkt gewesen sein, und zwar eine Handelsware vom Jahre 1892—1893, denn reine Thorerde leuchtet nicht; dieses geht auch aus den bereits angeführten Untersuchungen von Lewes hervor.

<sup>3</sup> J. G. W. 1898, 41, S. 352.

auch von der mehr oder minder günstigen Form des fertigen Glühkörpers, vielleicht auch noch von unbekanntem Faktoren abhängt, läßt sich die genaue Gestalt der Kurve im steilen punktierten Aste nicht sicher feststellen und somit das genannte günstigste Verhältnis nicht immer mit Sicherheit erreichen.

Der Versuch mit Hilfe von Zirkonoxyd oder dergl. als Träger des Cerdioxides ein ähnliches Resultat zu erhalten, schlägt fehl und bestärkt die Ansicht, daß die chemische Wirkung des Cers bei der Lichtemission keine besondere Rolle spielt.

In einer Art Reminiscenz hat Auer v. Welsbach selbst einen Beitrag zur Geschichte der Erfindung des Glühstrumpfes gegeben, aus welchem hervorgeht, wie lang der Weg war, der ihn zu der Erkenntnis des soeben beschriebenen Effektes geringer Cermengen führte.

Anfangs der achtziger Jahre v. J. hatten die merkwürdigen Erscheinungen, welche manche seltene Erden beim Glühen in der

Flamme geben, das Interesse Auers aufs lebhafteste erregt. Insbesondere zeigte die Erbinerde ein ganz merkwürdiges Verhalten beim Glühen in der Flamme, worauf schon Bunsen 1866 aufmerksam gemacht hatte. Diese Erde leuchtet nicht wie alle anderen Körper mit gelbem oder weißem, sondern mit grünem Lichte.<sup>1</sup>

Diese Erscheinung ist außerordentlich merkwürdig und interessant und fesselte in erster Linie Auer — sie war der Ausgangspunkt für die Entstehung unseres heutigen Auer-Lichtes.

<sup>1</sup> Böhm, Seltene Erden (bei Veit & Comp. in Leipzig), Bd. II, S. 365 u. f.

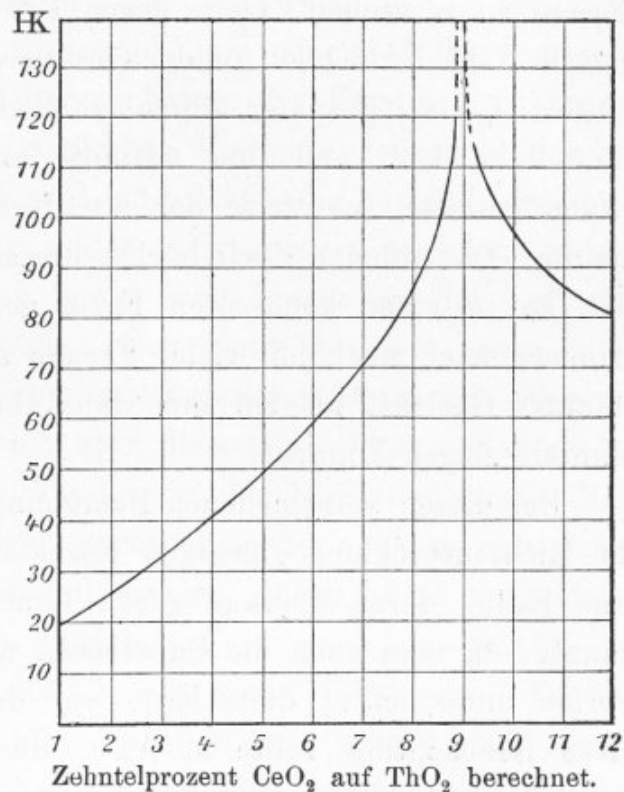


Fig. 27. Lichtstärke in Vereinskerzen.



Erwähnt sei, daß das Spektrum, welches Erbinerde gibt, wunderbarerweise kein kontinuierliches, sondern ein streifenförmiges Emissionsspektrum ist, wie es nur wenige feste Körper im glühenden Zustand geben.

Da die kleinen Perlen, welche man am Platindraht leicht bekommt, für die Erzeugung lichtstarker Spektren nicht ausreichen, kam Auer zufällig auf den Gedanken, die Salze der Erden etwa von Baumwollgewebe imbibieren zu lassen und diese hierauf zu veraschen. Ganz gegen Erwartung glückte das Experiment — die Erde blieb in der Gestalt des Gewebes zurück. Auer erzählt: „Als ich später einmal zu meinem Lehrer Bunsen nach Heidelberg kam und ihm mitteilte, in welcher Weise ich die Erden gestalte, schüttelte der alte Herr staunend den Kopf und meinte: Das schein doch höchst unwahrscheinlich, daß die Oxyde sich so in einer kohärenten Form gestalten ließen — und ich erinnere mich noch mit vieler Freude an sein außerordentlich erstauntes Gesicht, als ich ihm dann die Erzeugung eines solchen Mantels zeigen konnte.“

Bei diesen verschiedenen Bemühungen, die Erden in einer für die Lichtentwicklung günstigen Form anzuordnen stieß Auer auf eine Erde, deren überaus große Leuchtkraft man bisher wenig kannte, da man eben die Substanzen nur immer in Form kleiner Perlen untersuchte; diese Erde war das Lanthanoxyd. Durch diese Beobachtung reifte in Auer die Idee, die seltenen Erden zur Lichtgewinnung im großen heranzuziehen.

Der Lanthanmantel war vielversprechend, aber da kam die erste Enttäuschung. Als Auer das Laboratorium auf einige Tage verlassen hatte, fand er bei der Rückkehr den sorgfältig verschlossenen Mantel zu feinem Staub zerfallen; er wiederholte das Experiment — aber immer derselbe böse Effekt. Das Lanthanoxyd zerfiel zu feinem Staub, so daß die erste Freude recht kurz war.

Hierauf versuchte Auer, das Lanthanoxyd, dessen lichtgebende Eigenschaften festgestellt waren, dadurch haltbar zu machen, daß er es in Verbindung mit anderen Körpern brachte, die nicht so leicht, wie Lanthanerde, an der Luft Wasser und



Kohlensäure anziehen und hierdurch zerfallen. Der erste Körper, mit welchem Auer experimentierte, war die Magnesia; jedoch, lassen wir hier den Erfinder selbst sprechen:

„Ich hatte damals längst erkannt, welche große Bedeutung es hätte, wenn die Körper in feinsten Verteilung, in innigster Gemenge geglüht werden. Die Verteilung muß herabreichen bis zu den kleinsten Teilchen. Ich nannte dies molekulare Mischung. Mischt man nun die Körper in dieser Weise und glüht sie, dann ändern sich sonderbarerweise ihre Eigenschaften. Die weiße Magnesia, das weiße Lanthanoxyd gab einen Glühkörper von dunkelbrauner Farbe. Die Eigenschaften der Komponenten waren in den Eigenschaften der gebildeten Verbindungen nicht wiederzuerkennen. Aus Lanthanoxyd und Magnesia bestand der erste Glühkörper, der brauchbar schien. Er zerfiel, nachdem er anhaltend geglüht worden war, nicht beim Liegen an der Luft und gab schon ein schönes Licht. Der Nutzeffekt war zwar nicht allzugroß, etwa der der Siemens-Regenerativbrenner. Eine unangenehme Eigenschaft hatten aber diese Glühkörper. Kaum, daß man sie etwa 70 oder 80 Stunden in der Flamme leuchten ließ, sinterten sie stark; sie wurden durchscheinend, verloren ihr eigentümlich fein poröses Gefüge und wurden glasig. Also auch dieses Experiment war schließlich mißglückt.

Nun sah ich mich in der Chemie etwas weiter um. Es war klar: die Magnesia war nicht feuerbeständig genug, sie konnte das lange Glühen nicht ertragen, ohne stark zu sintern. Nun erstreckten sich meine Versuche auf Zirkonmischungen — da erhielt ich schon bessere Resultate. Diese Glühkörper behielten ihr Licht ziemlich konstant, die Brenndauer überstieg bereits mehrere hundert Stunden. Dieser Erfolg ermutigte mich. Damals experimentierte ich schon mit Thoroxyd und war überrascht von dem außerordentlichen Ansteigen der Intensität des Lichtes, als Thoroxyd dem Gemenge der seltenen Erden hinzugefügt wurde. Durch diese Experimente war festgestellt, daß gewisse Oxyde in molekularen Mischungen sich beim Glühen zu eigenartigen Körpern zu verbinden vermögen, ich nannte diese Substanzen Erdlegierungen (s. S. 40),

die ein überaus intensives und stetiges Licht ausstrahlen, sobald sie die Flamme als feinverteiltes Gebilde umhüllen.

Es war für mich eine ausgemachte Sache, daß sich auf diese Erscheinungen ein neues Beleuchtungssystem gründen lassen müsse, das vorteilhafter und ökonomischer wäre als die Ausnützung des Gases durch die leuchtende Flamme.“

„Das aber“, fährt Auer fort, „ist der Kern der Erfindung des Gasglühlichtes, es handelt sich hierbei nicht um ein Verfahren, feuerfeste Körper in irgend eine bestimmte, für die Lichtemission geeignete Form zu bringen, sondern es fußte hauptsächlich auf die durch viele Experimente festgestellten Tatsachen, daß molekulare Mischungen gewisser Oxyde Eigenschaften annehmen können, die sich aus den Eigenschaften der Komponenten nicht hätten ableiten lassen.

Nun die Summe aller Ergebnisse schien mir ermutigend zu sein und ich war kühn genug, gestützt auf diese Erfahrungen, die jahrzehntelangen Bemühungen der Gastechniker, die Leuchtkraft der Flamme zu erhöhen, als, ich möchte sagen, nutzlos aufgewandte Bemühungen anzusehen. Denn es war klar, daß, wenn das Lichtemissionsvermögen dieser Glühkörper so groß ist, sie bei gleichem Gaskonsum die Leuchtkraft der Flamme um das Doppelte und Dreifache zu übertreffen vermögen, es ökonomischer ist, auf die Leuchtkraft der Flamme zu verzichten, diese zu entleuchten und in der sehr heißen, entleuchteten Flamme diese neuen Substanzen zum Leuchten zu bringen.

Ich trat nun vor die Öffentlichkeit. Im Universitätslaboratorium des Hofrates Lieben, also an der Geburtsstätte der neuen Erfindung, hielt ich vor den Vertretern der Wiener Presse einen kurzen Vortrag. Durch die darauffolgenden Berichte wurde das Publikum mit meiner Erfindung bekannt, und die großen Journale Wiens sprachen sich über die Erfindung in meist wohlwollender Weise aus. Es war für mich überaus ermutigend, und nicht unerwähnt soll bleiben, daß zu jener Zeit meine Erfindung auch den Namen bekam, denn der Bericht des Neuen Wiener Tageblattes — ich glaube der damalige Chefredakteur war Herr

Sceps — war überschrieben mit den Worten Gasglühlicht. So bekam diese Erfindung von seiten eines geistvollen Wiener Journalisten ihren Namen.

Nun, während die Erfindung auf der einen Seite wohlwollende, ja vielleicht sogar begeisterte Aufnahme fand, fand sie auf der anderen Seite große Skepsis vor; ja man verlachte sie. Ich kenne berühmte Gastechner, die damals bereit waren, mit jedermann eine Wette einzugehen, daß mehr als 1000 Flammen durch ein Jahr in keiner Stadt im Betriebe erhalten werden würden, und eine Koryphäe auf dem Gebiete der Gasbeleuchtung erklärte rundweg, als man ihr Interesse für die Sache wachzurufen suchte: damit könne er sich nicht abgeben, seine Firma arbeite nur mit ernstesten Dingen.

Nun, diese Ablehnungen haben mein Vertrauen zu der Sache nicht erschüttert. Das Gasglühlicht fand in anderer Weise Aufnahme und entwickelte sich zunehmend zu einer, wenn auch nicht sehr großen, aber doch bemerkenswerten Industrie. Meine Tätigkeit, die durch Vertragsschließungen usw. in Anspruch genommen war, wurde nun dem Gasglühlicht für einige Zeit entzogen. Aber ich fand für die Weiterführung der Arbeit eine außerordentlich tüchtige Kraft, einen Mann, der mit selten rascher Auffassungsgabe begabt, sich in dieses ihm bisher fremde Gebiet außerordentlich schnell hineinfand, die Fabrikation des Leuchtfluids, wie wir es damals nannten, einrichtete und sehr schnell die Darstellung so regelte, daß ein gesicherter Betrieb möglich war. Dieser Mann, dessen Arbeiten auf dem Gebiete des Gasglühlichtes nicht vergessen werden sollen, war Ludwig Haitinger. Daher spreche man nicht vom Gasglühlicht, ohne auch dieses Mannes zu gedenken.

Die wichtigste Beobachtung, die Haitinger damals machte, war, daß die Cerverbindungen, die in dem Leuchtfluid in geringer Menge enthalten waren, von besonderem Werte für die Leuchtkraft der daraus erzeugten Glühkörper seien, und daß es vorteilhaft sei, diesen Cergehalt unter Umständen zu erhöhen; er unterwarf alle diese Mischungen genauen Untersuchungen. So wurde

es möglich, ein Präparat von ziemlicher Güte zu liefern. Später bekam ich selbst wieder freie Hand, nahm meine Arbeiten wieder auf und machte neuerdings viele Hunderte von Versuchen, mit dem Bestreben, die Leuchtkraft des Gasglühlichtes zu steigern, aber mit wenig Erfolg. Die Gasglühlichtindustrie kam ins Stocken, allmählich bereitete sich eine Art Stagnation vor, die ursprünglichen Zweifler wurden wieder laut. Für mich kam eine sehr böse Zeit, denn die in ihren Hoffnungen getäuschten Kapitalisten fingen an ungehalten zu werden, und statt mir Zeit und Muße zur Arbeit zu lassen, drohte man mir mit Prozessen. Die Fabrik, die einige Jahre früher errichtet worden war, — es war die in Atzgersdorf heute noch im Betriebe befindliche — kam außer Betrieb, das Heer der Chemiker verlief sich nach allen Weltgegenden. Schließlich erwarb ich die Fabrik selbst und war zuletzt deren einziger Chemiker.

Nun, die Not macht erfinderisch. Es mußte etwas Neues kommen. Wieder experimentierte ich mit allen möglichen Körpern; aber auch diese Versuche schlugen fehl; das Gasglühlicht schien nicht verbesserungsfähig zu sein.

Zurzeit der ersten Experimente habe ich, wie schon früher gesagt, mein Augenmerk auch auf das Thoriumoxyd gerichtet und habe erwähnt, daß das Thoroxyd die Kraft besäße, gewöhnliche Glühkörper zu großer Leuchtkraft anzuregen. Nach 50 oder 60 Stunden fiel es ab, und dann war es nicht stärker als das der gewöhnlichen, ohne Thoroxyd hergestellten Glühkörper. Dieses Abfallen des Lichtes war überaus merkwürdig, und es schien mir, wie wenn das Thoroxyd bisher wissenschaftlich nicht genügend erforscht worden wäre, d. h., wie wenn das Thoroxyd Substanzen in sich schließen müßte, welche die Chemiker damals nicht kannten. Da war zufällig unter den Vorräten der von mir übernommenen Atzgersdorfer chemischen Fabrik eine Quantität roher Thorerde. Dieses Material, das damals überaus selten und wertvoll war, nahm ich in Arbeit. Bald waren einige chemische Methoden gefunden, um diese Thorpräparate in geeigneterer als der vorher üblich gewesenen Weise zu verarbeiten. Damals fand



ich jene Kristallisationsmethoden, die es ermöglichten, Thoriumsalze in sehr schneller Weise und im großen völlig rein darzustellen. Da trat eine merkwürdige Erscheinung auf. Je reiner diese Thoriumpräparate wurden, desto weniger Licht gab der aus ihnen erzeugte Glühkörper. Ich setzte diese Versuche fort und kam schließlich zu einem Glühkörper, der als Mantel, wie man ihn heute kennt, nur ein paar Kerzen gab. Ich überzeugte mich durch exakte chemische Untersuchungen, daß dieses Thoroxyd reiner war als alle anderen bisher dargestellten reinen Thorpräparate und schloß daraus, vielleicht etwas voreilig, daß das Thorium kein Element wäre, daß es sich zerlegen ließe. Die Untersuchungen der Mutterlauge zeigten, daß der eigentliche lichtgebende Körper sich in der Mutterlauge anhäufe. Also die Zerlegung schien wahrscheinlich. In der Mutterlauge der reineren Fraktionen ließen sich keine fremden Körper mehr nachweisen. Durch weitere Experimente gelang es mir, die Existenz des lichtgebenden Körpers nachzuweisen. Diese Substanz war das Cer und somit die Synthese der Mutterlauge ein leichtes Spiel. Ich nahm eine reine Thorlösung, mischte prozentisch Cerlösung hinzu, und siehe da, dieses überaus glänzende Licht, das heute so gut bekannt ist, war gewonnen. Die Leuchtkraft solcher Glühkörper übertraf die der alten um das Dreifache, auch die Dauerhaftigkeit war größer, und so schien es, daß für das Gasglühlicht eine neue Ära anbrechen würde. Ich machte dieses Experiment mit großer Sorgfalt, untersuchte die Haltbarkeit der Glühkörper an der Luft, bestimmte ihre Brenndauer und die Abnahme der Leuchtkraft. Im Anfang der neunziger Jahre trat ich mit dem neuen Licht in die Öffentlichkeit.

Es ist bekannt, daß diese Glühkörper im wesentlichen die Zusammensetzung behalten haben, die ich ihnen danach gab; diese Zusammensetzung ist 99% Thoroxyd und 1% Ceroxyd.

Damals war der Wert der Gasglühlichtpatente auf ein Minimum herabgesunken und es war hohe Zeit, daß das neue Licht kam, wenn nicht die wenigen Getreuen, die das Gasglühlicht damals noch zählte, abfallen sollten.“

Von jener Zeit ab kennen wir die Entwicklung des Gasglühlichtes aus dem geschichtlichen Teile (S. 15) und wissen auch, daß, als das Gasglühlicht große Erfolge aufzuweisen hatte, Gelehrte und Techniker in der älteren Literatur eine ganze Reihe von Erfindungen und Erfahrungen fanden, welche eine richtige Vorgeschichte des Auerschen Gasglühlichtes bilden.

Die Frage, ob die Benutzung der genannten beiden seltenen Erden — Thoroxyd und Ceroxyd — unbedingt unter Auers Patentrechte fiel, ob die damalige Verwendungsweise derselben patentrechtlich frei war, bildete bekanntlich den Kernpunkt der Auerschen Patentprozesse (s. dieses Kapitel), welche großen Umfang annahmen und nicht so bald zum Abschluß gelangten.

Bei dieser Unsicherheit der Rechtslage ist es begreiflich, daß man vielfach nach unbedingt patentfreien Ersatzmitteln für Thoroxyd und mehr noch für Ceroxyd gefahndet hat. Als beispielsweise am 7. November 1895 das Patentamt eine mit großer Spannung erwartete Entscheidung gefällt hatte, welche leider die ganze Streitfrage nur noch mehr verwirrte und vor allem die Frage, ob Auers Konkurrenten Cer benutzen durften oder nicht, keineswegs erledigte, wurde von Wien aus als Ersatz des Ceriums ein Russium benanntes Präparat angeboten. Nun hatte Chroustschoff 1887 ein von ihm Russium benanntes neues Element beschrieben, worüber aber bis heute keine weiteren Nachrichten vorliegen, so daß man annehmen darf, die damalige Entdeckung beruhe auf einem Irrtum.<sup>1</sup>

Wenghöffer (301) hat zwei sog. Russiumnitrate untersucht und gefunden, daß einmal eine Mischung von Thornitrat mit viel Cernitrat, das andere Mal eine solche von Cernitrat mit Ammonitrat vorlag. Von einer Berliner Firma wurden Lucon- oder Lucogenpräparate an Stelle von Cer angepriesen, die sich als eine organische Cerverbindung entpuppten.<sup>2</sup> Unter solchen Umständen war es freilich kein Wunder, daß bei richtigem

<sup>1</sup> s. Böhm, Darstellung der seltenen Erden I, S. 14, 18, Verlag Veit & Comp., Leipzig 1905.

<sup>2</sup> Schowigans, J. G. W. 43, S. 837—838.

Mischungsverhältnis aus Thoriumnitrat und diesen Präparaten ein gutes Licht resultierte.

Weiter sollte ein angeblich von Barrière im Monazitsand aufgefundenenes neues Element „Lucium“ für Beleuchtungszwecke dienstbar gemacht werden. In den Mitteilungen über dasselbe wurden die Namen bekannter Chemiker, wie Schützenberger und Fresenius genannt; letzterer legte aber Verwahrung dagegen ein, daß sein Name mit dieser Sache in Verbindung gebracht wurde, und Crookes sowie Shapleigh konstatierten sehr bald, daß die sog. Lucianerde unreine Yttererde war.

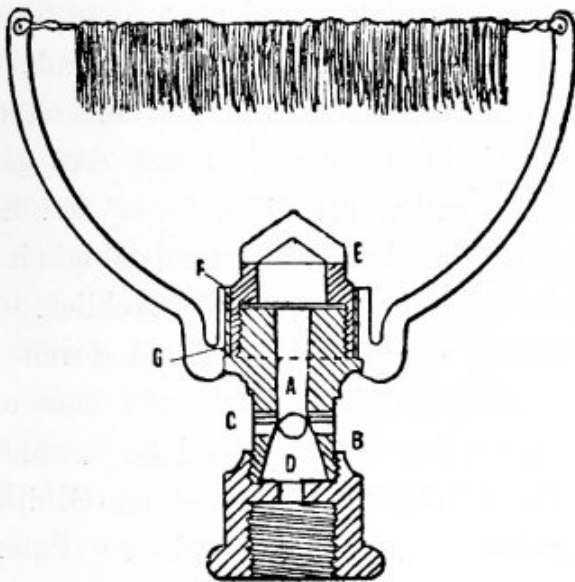


Fig. 28. Brenner von de Mare,  
von vorne gesehen.

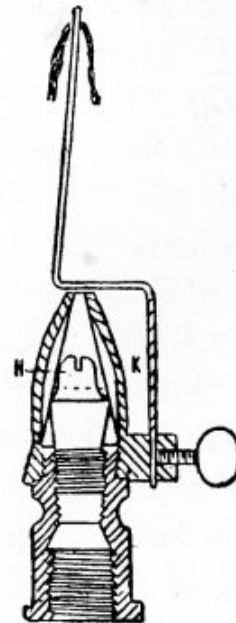


Fig. 29. Brenner  
von de Mare,  
seitlich gesehen.

Es bedarf keiner Erwähnung, daß der geforderte Preis in keinem Verhältnis zur Qualität derartiger Präparate stand.

Nach Söhren kollidierten anfangs der neunziger Jahre nicht mit den Ansprüchen der Gasglühlicht-Aktiengesellschaft „Auer“ die Fabrikate von Fischer-Mainz, Gautsch-Münster, Trendel-Berlin, Weber-Nürnberg und Grohmann-Düsseldorf.

Welche Blüten das Streben, thorium- und ceriumfreie Glühkörper zu schaffen, trieb, zeigen die zahllos genommenen Patente, besonders in England.



Die ausgedehnte fremdländische (besonders englische) Patentliteratur behandelt fast ausschließlich Belangloses und kann daher wenig Anspruch auf eine Kritik erheben.

Erwähnenswert sind jedoch die Glühkörper von de Mare, welche besonders in Frankreich in Kombination mit einem hierfür konstruierten Brenner (Fig. 28 u. 29) eine gewisse Rolle spielen.

Die Glühkörper von de Mare (engl. Patent Nr. 7481 v. 11. April 1894) bestehen aus seidenen, leinenen oder anderen geeigneten Fäden, die einzeln an einem Platindraht befestigt, mit einer 16—17%igen Lösung einer Mischung von 1 Teil Magnesium-, 2 Teilen Erbium- und 2 Teilen Zirkon-Sulfat oder Nitrat getränkt und dann bei etwa 60° C. getrocknet werden. Nachdem der Draht an dem Träger (s. Fig. 28 u. 29) angebracht ist, werden die Fäden gerade gerichtet und können nun mit Firnis oder Kollodium getränkt werden, damit sie ihre Form behalten. Das Patent schützt das ganze Verfahren. In diesem Zustande sollen die Glühkörper den Konsumenten geliefert werden und die nötige Widerstandsfähigkeit besitzen.<sup>1</sup> Das Maresche Licht ist in Paris viel gebräuchlich.

Durch geeignete Behandlung von Asbestfäden und durch Imprägnieren derselben mit cerhaltigem Calciumnitrat soll man nach Saubermann<sup>2</sup> Glühkörper herstellen können, welche besonders durch ihre Dauerhaftigkeit für Preßgas- und Acetylen-Glühlicht geeignet erscheinen. Es existieren allerdings mehrere Patente, nach welchen Asbest als Glühkörpermaterial zur Verwendung kommt, jedoch soll die Güte der Glühkörper ausschließlich von der vorherigen Bearbeitung des Asbestmaterials abhängen.

### I. Die Fabrikation des Glühkörpers.

Wohl kaum eine andere Industrie hat in ihrer Entwicklung solche Hindernisse zu überwinden gehabt, wie die von Auer v. Welsbach begründete Glühkörperfabrikation; nicht nur daß

<sup>1</sup> J. G. W. 1896, 39, S. 306—307.

<sup>2</sup> Chem Ztg. 1902, S. 180—181; J. G. W. 45, S. 234—235.

die technische wie auch wissenschaftliche Bearbeitung des neuen Gebietes selbst den Eingeweihteren die größten Schwierigkeiten bot, auch der durch das damals herrschende Patentmonopol lahmgelegte Konkurrenzkampf, dieser wichtigste Faktor für das Aufblühen eines jeden Industriezweiges, fehlte ganz und verursachte dadurch einen Stillstand in der Entwicklung dieser Fabrikation.

Erst nach dem Fallen der Auerpatente konnte dieselbe durch gemeinschaftliche Arbeit von Wissenschaft und Technik zu gesunder Entfaltung gelangen und erreichte allmählich die Höhe, auf welcher sie sich heute befindet.

Der Glühkörper ist aus kleinen Anfängen zu einem großen Konsumartikel herangewachsen und dürfte noch lange nicht am Ende seiner Verbreitung sein. Der sich stetig steigernde Weltkonsum, der heute schon auf ca. 180 Millionen Glühkörper im Jahre geschätzt wird, ergibt naturgemäß die Notwendigkeit eines großindustriellen Betriebes. Durch den Großbetrieb erst, wie sich ein solcher denn auch besonders in Deutschland seit ungefähr 5 Jahren herausgebildet hat, wird es ermöglicht, den Artikel unter Benutzung jedes ökonomischen Vorteils in bestmöglicher Qualität zum billigsten Preise herzustellen.

Die folgende Beschreibung der Fabrikation des Glühkörpers wird dartun, wie große Aufmerksamkeit und Sorgfalt jedem einzelnen Teil dieser vielseitigen Fabrikation zugewendet werden muß, um den Ansprüchen zu genügen, die an den Glühkörper heute gestellt werden.

## **1. Die Herstellung und Reinigung der Rohstrümpfe.**

### **a) Strickerei.**

Wie schon der Name besagt, handelt es sich bei den in Frage kommenden Geweben um gestrickte Strumpfgewebe, die durch Rundstrickmaschinen hergestellt werden. Dieselben haben sich anderen im Anfangsstadium dieser Industrie verwendeten Geweben gegenüber als die geeignetsten für den Glühkörper erwiesen. Durch die besondere Art ihres Gefüges lassen sie sich in bestimmte Formen

bringen, denen andere Bindungen widerstreben, wodurch sie sich der zu erzielenden Glühkörperform besser anpassen. Je nach dem Durchmesser des herzustellenden Glühkörpers bedarf es Gewebe verschiedener Weiten. Letztere sind, abgesehen von der Stärke des zu verwendenden Garnes, im allgemeinen von der Anzahl der

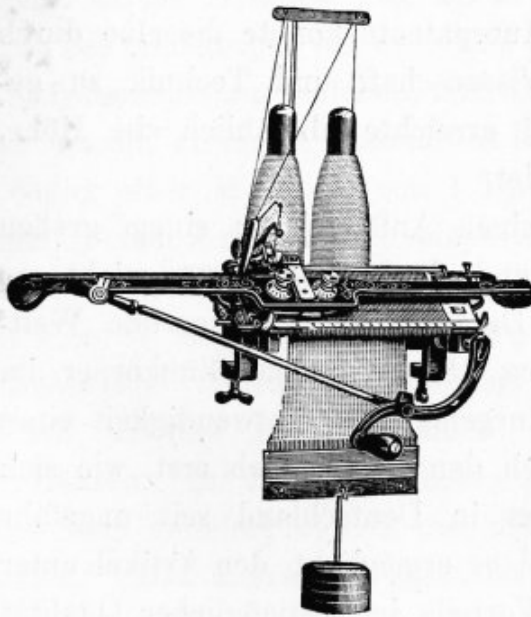


Fig. 30. Langstrickmaschine.

Vorgängerin vollständig verdrängte, denn ihre Leistung war eine wesentlich größere; für Handbetrieb betrug dieselbe ca. 20—25 Meter (gleich 80—100 Strümpfe), für Motorbetrieb ca. 30—35 Meter in der Stunde.

Fig. 32 zeigt eine ebenfalls von Janz konstruierte und jetzt allgemein im Gebrauch befindliche Strickmaschine für einfache Maschenbildung, die trotz aller in der letzten Zeit geschaffenen, neuen Bindungen immer noch die in der Technik am meisten angewendete ist.

Die Maschine ist darauf eingerichtet, nicht nur fortlaufend gleiches Gewebe herzustellen, sondern kann durch eine Art Jacquard-Einrichtung in beliebigen Zwischenräumen enger und weiter stricken. Zu diesem Zweck wird die auf der linken Seite angebrachte Kette ohne Ende auf die gewünschte Maschenbildung durch die Anordnung der verschiedenen Kettenglieder eingestellt, um je nach Bedarf die Maschen abwechselnd beliebig dicht oder

zu dem Rundgewebe erforderlichen Nadeln und dem kleineren oder größeren Durchmesser des Zylinders der Strickmaschine abhängig.

Die ersten Glühstrumpfge-webe wurden auf der Flachstrickmaschine hergestellt (Fig. 30), für jede Maschine war eine Person zur Bedienung erforderlich und ihre Leistungsfähigkeit war sehr gering, etwa 30—40 Körper in der Stunde. J. Janz konstruierte 1894 die sogenannte Rundstrickmaschine (Fig. 31), welche ihre

weit zu gestalten. Die dichteren Maschen dienen für den normalen Strumpf hauptsächlich dazu, an Stelle des genähten Tüllkopfes den Kopf des Glühstrumpfes aus dem Gewebe selbst herzustellen, was insofern dem Tüllkopf vorzuziehen ist, da die Herstellung der letzteren die Unkosten um 5 Mark pro 1000 Stück verteuert.

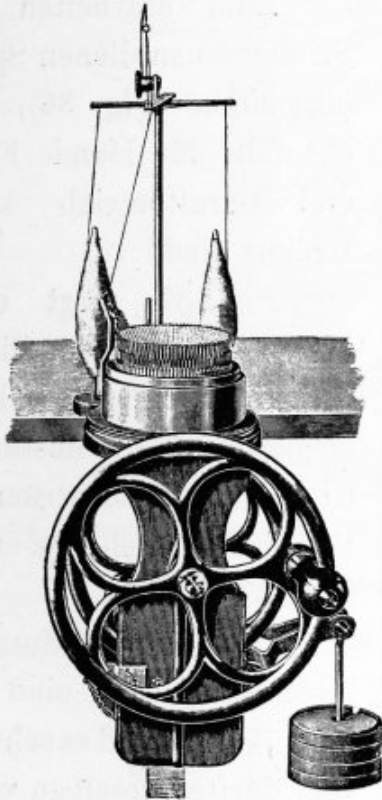


Fig. 31. Rundstrickmaschine für Handbetrieb mit automatischem Warenabzug für glatte Glühlichtstrümpfe.

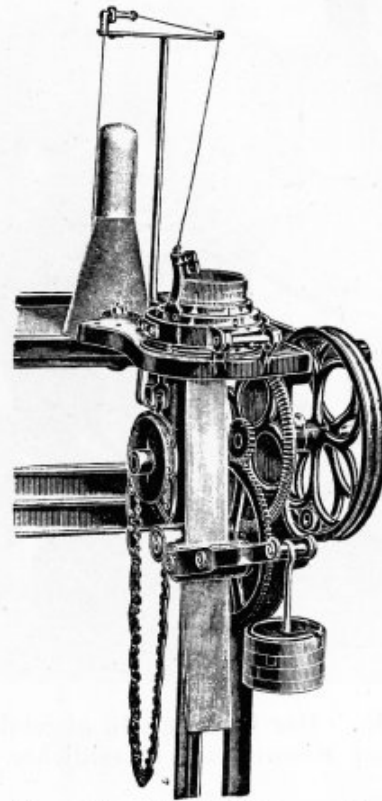


Fig. 32. Rundstrickmaschine für Handbetrieb mit automatischem Warenabzug. Apparat zum Fest- und Losestricken.

Durch das Ausschalten der Kette arbeitet die Maschine das fortlaufend glatte Gewebe, wovon sie in gleicher Zeit mehr liefert, als von dem sog. abgesetzten Gewebe.

Die Produktion dieser Maschine ist eine ganz bedeutende, so daß sie zur Verbilligung des Rohstrumpfes wesentlich beigetragen hat. Dadurch, daß man diese Maschine zu 10 oder 20 Stück auf einem sog. Motortisch (Fig. 34 u. 35) anordnet und durch eine gemeinschaftliche Welle betreibt (jede Maschine kann aber unabhängig von der anderen arbeiten und beliebig in und außer Tätigkeit gesetzt werden), wird im Großbetrieb noch ein weiterer wirt-



schaftlicher Vorteil erzielt. Bei gutem Rohmaterial ist das Arbeiten dieser Rundmaschine ein sehr sicheres und regelmäßiges, so daß nur eine verhältnismäßig kleine Aufsicht (10 Maschinen bedient

nur eine Person) erforderlich ist.

Zum Verarbeiten von Stranggarnen dienen Spulmaschinen (Fig. 36), die ebenfalls für Hand- Fuß- und Kraftbetrieb konstruiert sind.

Fig. 37 zeigt eine im Betrieb befindliche Strickerei einer Glühkörperfabrik, die imstande ist, ca. 50 000 Rohstrümpfe täglich herzustellen (s. auch Fig. 38 u. 39).

Die neuen Bindungen im Strickgewebe sind so mannigfaltig, daß es schwer sein dürfte, dieselben voll-

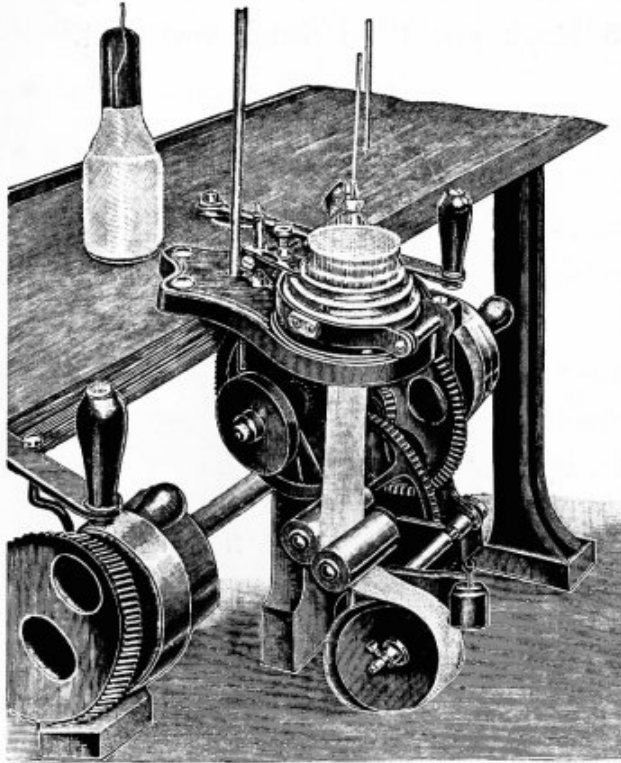


Fig. 33. Der in Figur 32 abgebildete Apparat mit Motorbetrieb in seitlicher Ansicht.

ständig aufzuzählen. Die Fig. 40—55 sollen einige, der in letzter Zeit in den Handel gekommenen Gewebe veranschaulichen, die sich wohl durch ihr besseres und solideres Aussehen dem einfachen Gewebe gegenüber (s. Fig. 50) die Gunst des Publikums erworben haben (s. auch 851).

In technischer Beziehung aber haben nach den bisherigen Erfahrungen alle diese Gewebe den Nachteil, daß sie in ihrem Gefüge die dem einfachen Gewebe eigentümliche Beweglichkeit der Maschen vermissen lassen. Diese ist aber eine Hauptbedingung, weil sich der fertige Glühstrumpf in der Flamme dehnen können muß, was man beim Anzünden sehr leicht beobachten kann; ist aber durch die feste Bindung ein Nachgeben des Gewebes nicht möglich, so reißt oder platzt der zerbrechliche Aschenkörper.

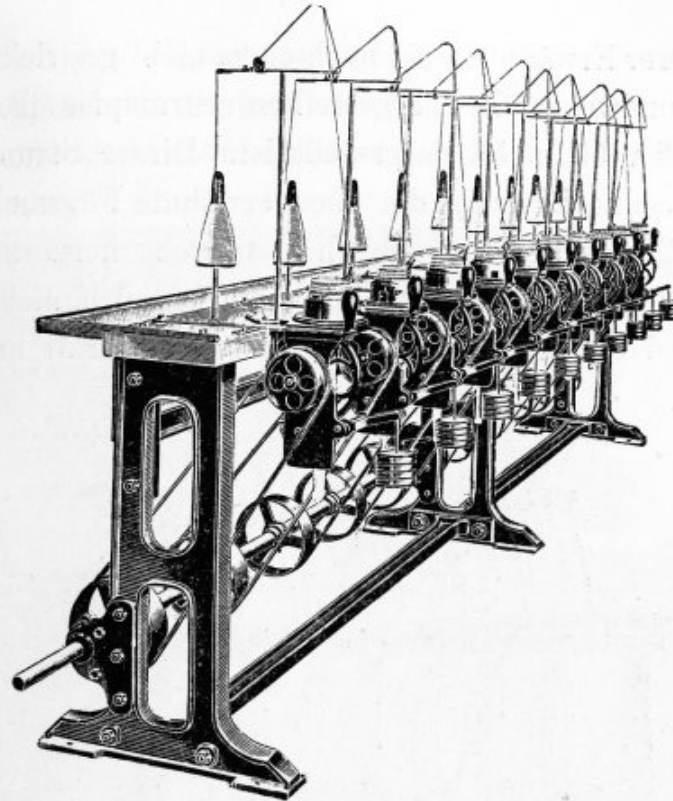


Fig. 34. Rundstrickmaschine für Motorbetrieb mit automatischem Warenabzug.

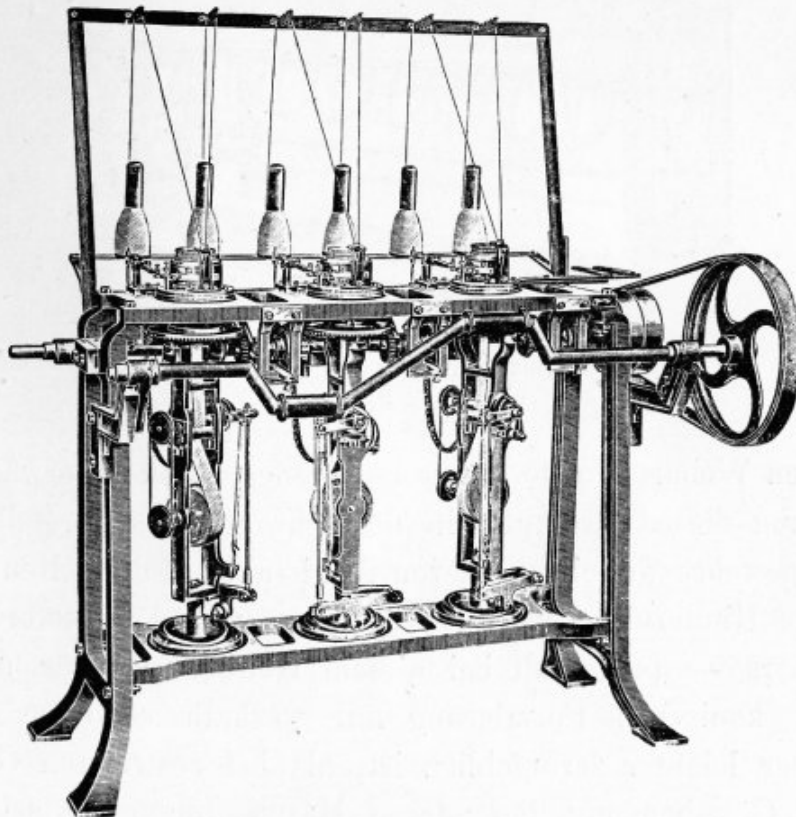


Fig. 35. Rundstrickmaschine für Hand- und Motorbetrieb mit automatischem Ausrücken bei Fadenbruch.

Besonderer Erwähnung sei noch eines nicht gestrickten, sondern auf dem Rundwebstuhl hergestellten Strumpfes (Batist) getan, welcher in Fig. 55 u. 56 dargestellt ist. Dieser Strumpf hat den Vorteil, daß seine Bindung die oben erwähnte Fügbarkeit noch in höherem Maße als der aus einfachem Gewebe hergestellte besitzt. Verwendet man zu seiner Herstellung einfaches, d. h. nicht gezwirntes Garn, so wird er, was Haltbarkeit und Leuchtkraft anbetrifft, die

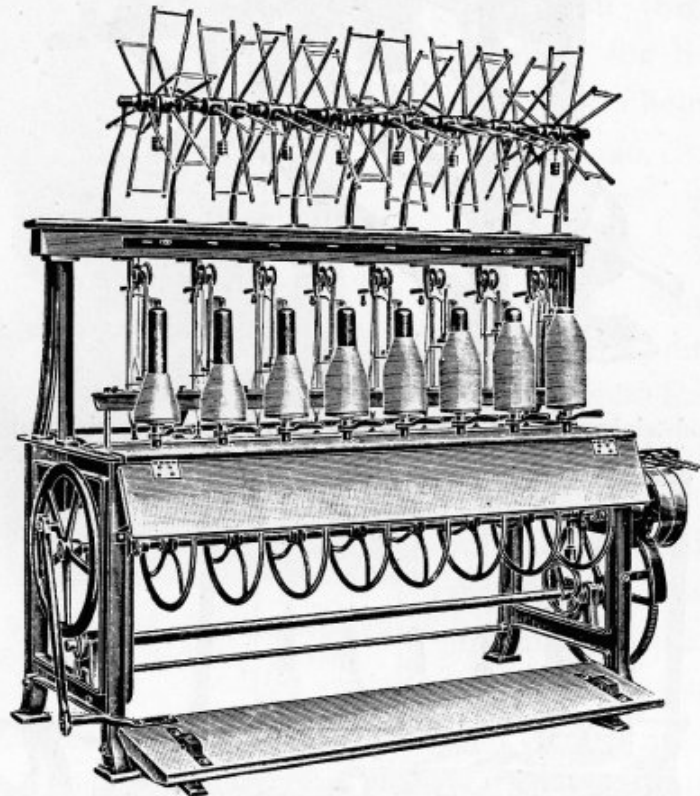


Fig. 36. Spulmaschine für Fuß- und Handbetrieb bis zu 12 Spindeln.

in anderen Webarten gefertigten übertreffen. Jedoch erwächst der Verbreitung dieses Strumpfes in der schwierigeren Herstellung des Schlauchgewebes (auf einer Art von Bandstuhl mit doppelten Ketten) ein großes Hindernis; auch das Köpfchen — die Achillesferse jedes Glühkörpers — paßt sich bei diesem Gewebe weniger der notwendigen konischen Formierung an, weshalb es beim fertigen Glühkörper leichter zerbrechlich ist, als bei gestrickten Geweben.

Von Geweben mit besonderen Maschenbildungen seien hier sogenannte Zwei- und Dreischloß-Strickgewebe noch erwähnt,



welche durch Fig. 57 in sehr sinnreicher Weise dargestellt werden. Diese Doppelgewebe-Maschinen arbeiten mit 2, 3 und mehr Fäden zugleich; auch kann man durch Abstellen einiger Schlosse (Be-

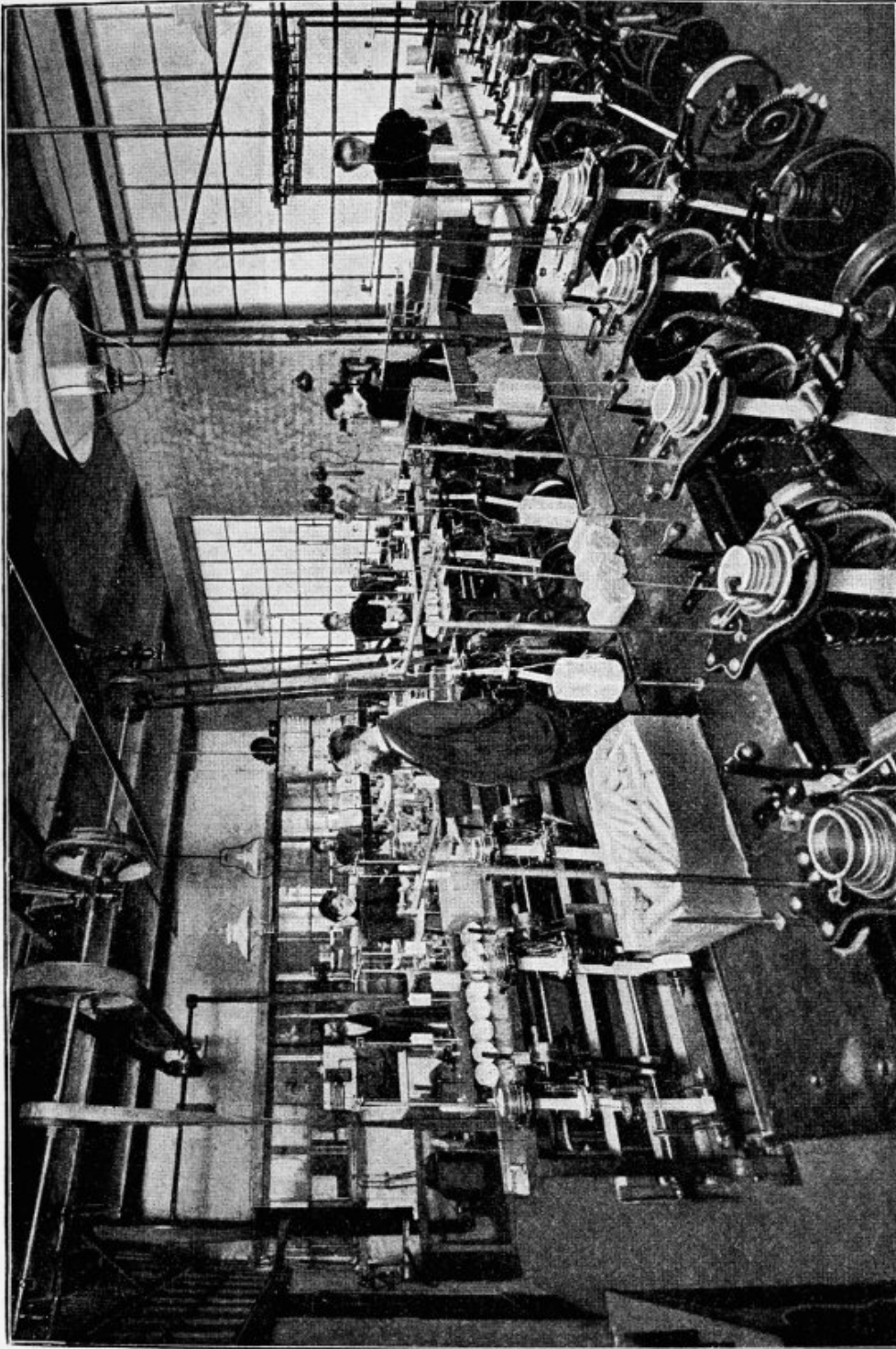


Fig. 37. Strickerei.

zeichnung für die inneren, arbeitenden Teile der Maschine) mit weniger Fäden arbeiten und hierdurch die verschiedensten Gewebe erzielen, so daß heute fast jeder Glühstrumpffabrikant sein eigenes

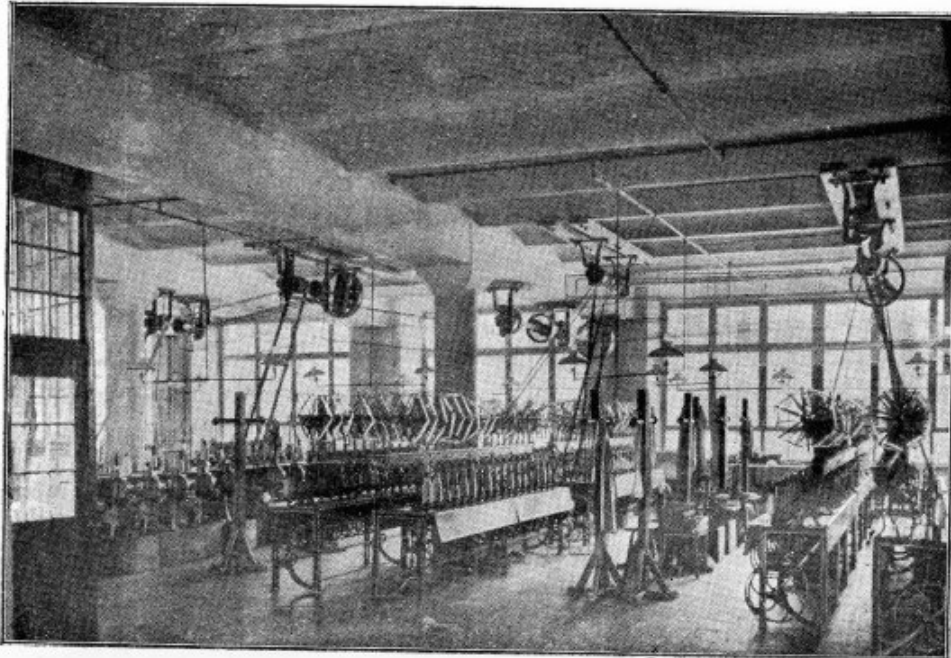


Fig. 38. Strickerei. Im Vordergrund Spulmaschinen.

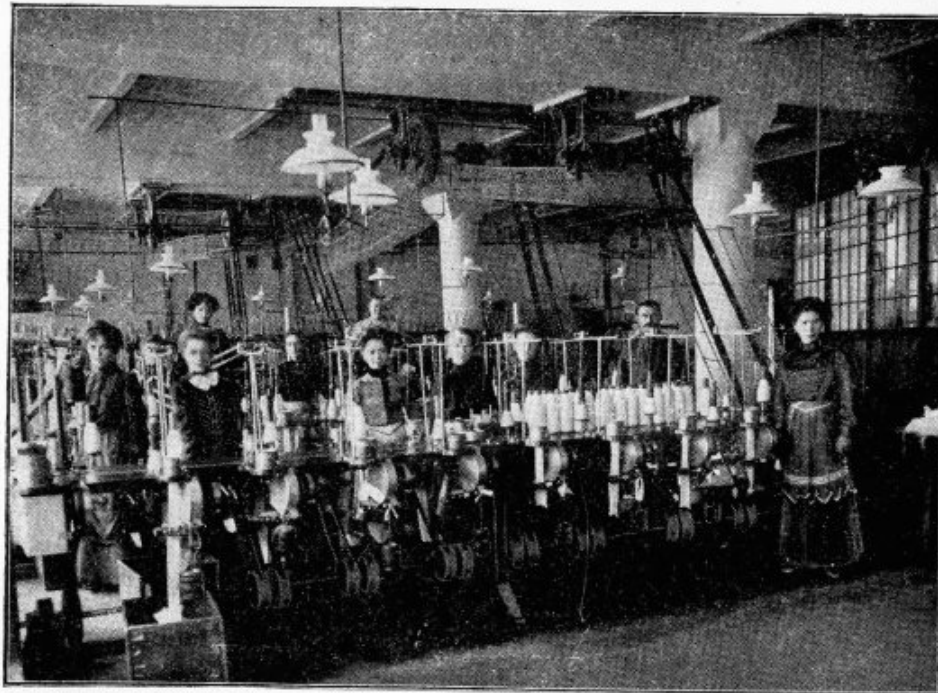


Fig. 39. Strickerei.

Gewebe haben kann. Mit der Bildung eigenartig verschlungener Maschen verbindet diese Strickmaschine in automatischer Arbeit das Wenden des fertigen Gewebes von innen nach außen. Diese Leistung ist von größerer Bedeutung, als sie auf den ersten Blick erscheint. Durch das Umwenden, eine Arbeit, die sich in längeren Schlauch-

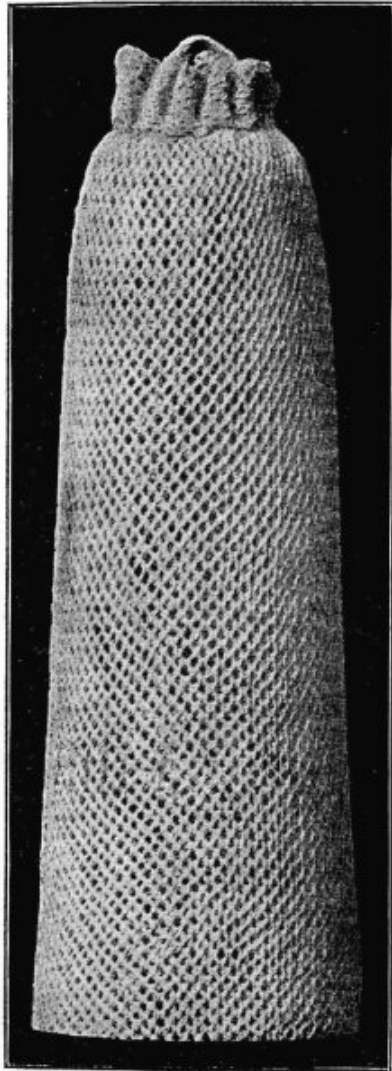


Fig. 40. Normalformat.

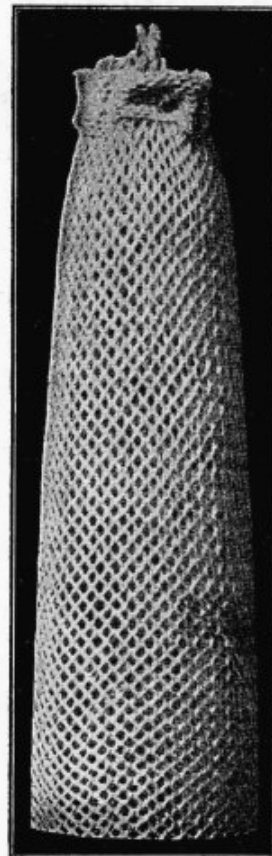


Fig. 41.  
Franz. Auer. Nr. 1.  
ca. 80 mm lang  
„ 23 „ Durchm.

stücken gar nicht, in kleineren Strumpfabschnitten schwer ohne Verzerrung des Gewebes ausführen läßt, wird nämlich ein für die Lichtemission vorteilhafteres Fadengefüge auf die Oberfläche des Glühkörpers gebracht.

Dieses Gewebe hat sich neben dem einfach gestrickten Strumpf in den letzten Jahren verhältnismäßig gut eingeführt, da es mit

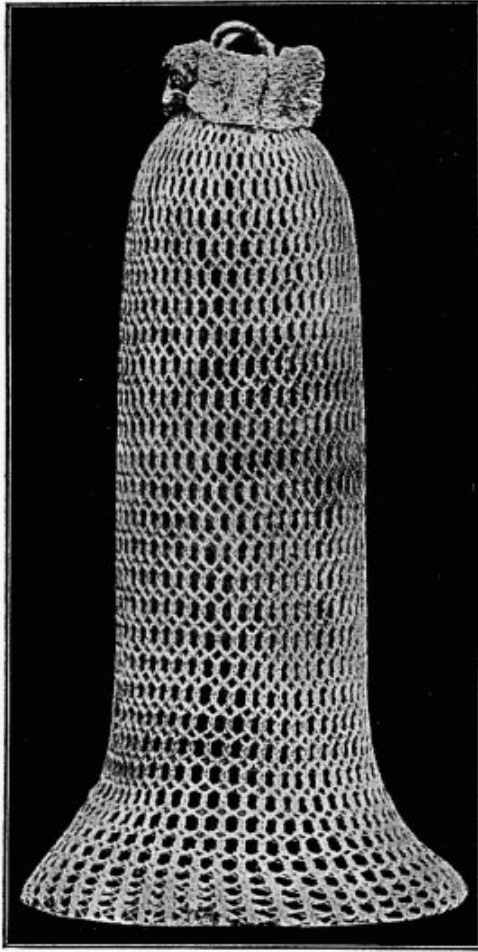


Fig. 42. Für Petroleumglühlicht.  
80 mm lang. 31 mm Durchmesser.

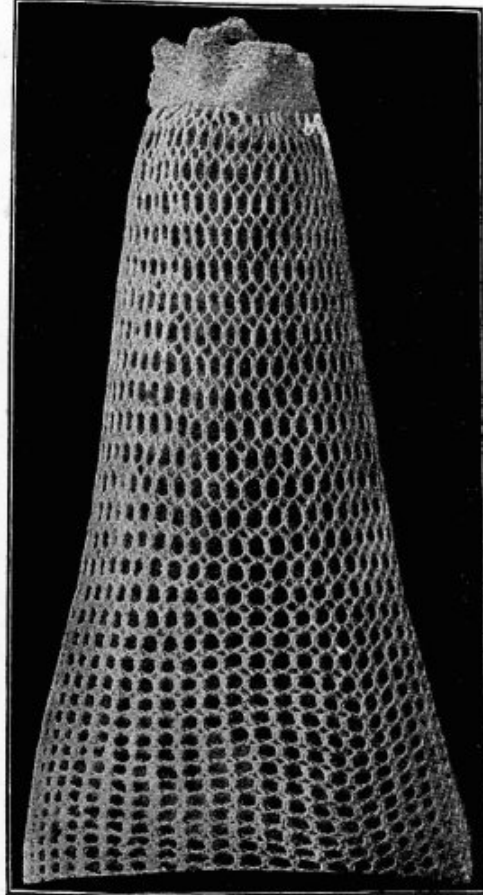


Fig. 43. Für Petroleumglühlicht.  
ca. 85 mm. lang. ca. 45 mm Durchmesser.

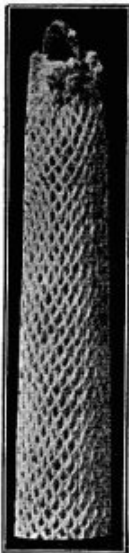


Fig. 44. Für Spiritus  
und Acetylen.  
ca. 50 mm lang.  
ca. 8 mm unt. Durch-  
messer.

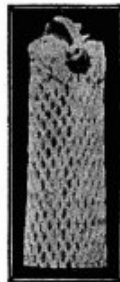


Fig. 45.  
Kleinster Glüh-  
körper für  
Spiritus.  
ca. 25 mm lang  
ca. 9 mm Durch-  
messer.

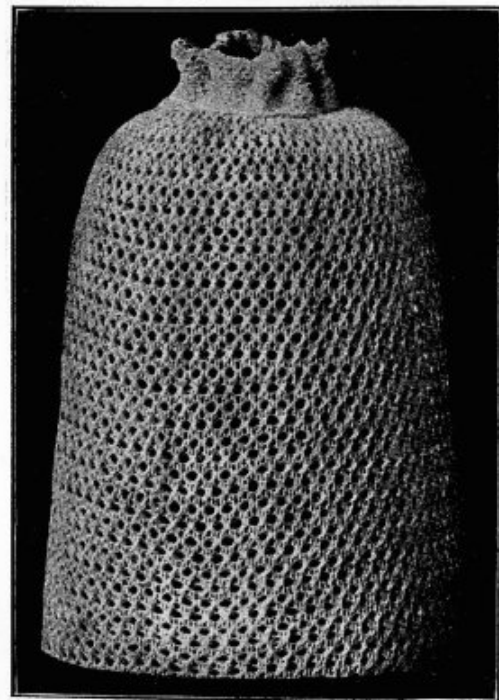


Fig. 46. „Magnifique“-Brenner.  
35 mm Durchmesser. Strumpflänge 60 mm.



der äußeren gefälligeren Form des fertigen Glühkörpers den Vorzug der leichteren Formierung beim Abbrennen verbindet, und soll später besprochen werden; besonders hat sich dasselbe für invertiertes Gasglühlicht (s. Fig. 58 und 59), bei welchem andere

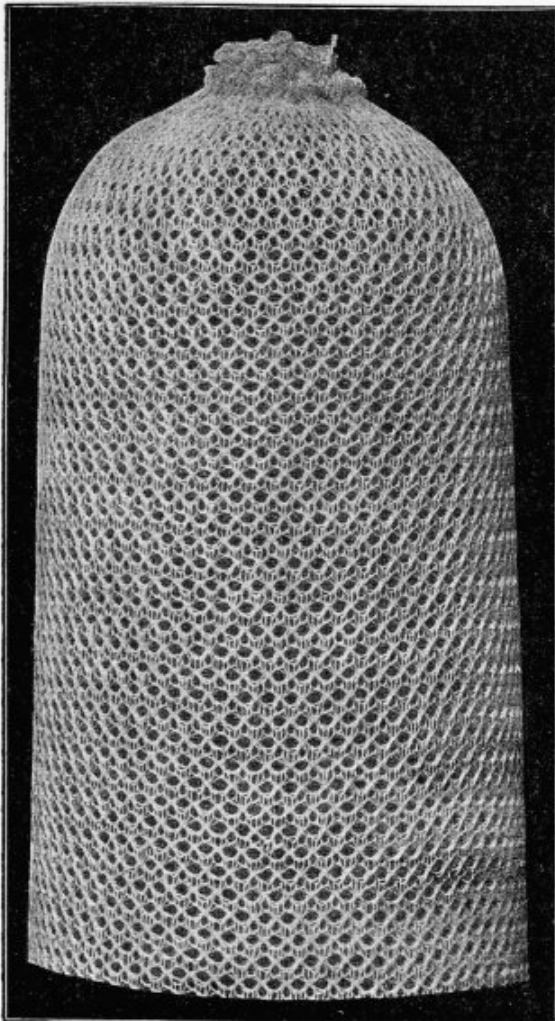


Fig. 47. Torchon J. F. (Hill).

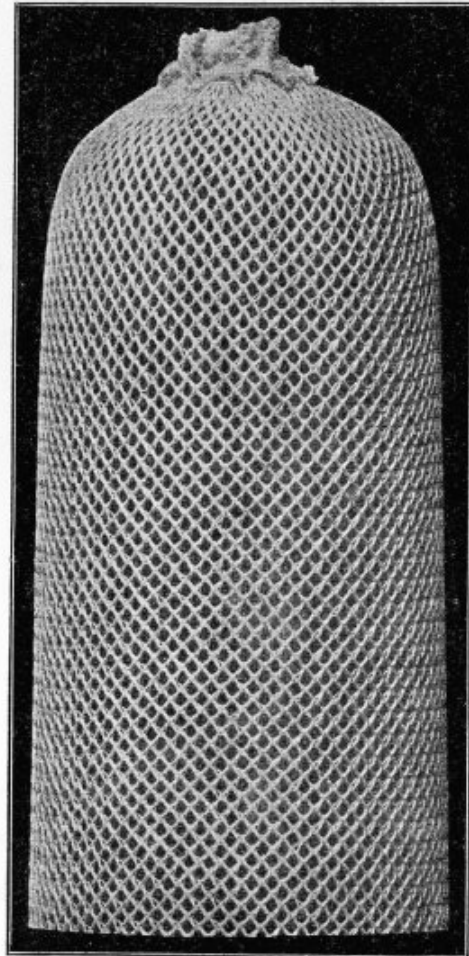


Fig. 48. Torchon J. Z.  
(Das ursprüngliche Hill-Muster.)

Bedingungen in Betracht kommen als beim gewöhnlichen Glühkörper, geeignet gezeigt.

Auch die Zwei- und Dreischloß-Strickmaschine wird, wie Fig. 57 zeigt, mit Ketten ausgerüstet, die ein loses und festes Stricken in gewissen Abständen gestattet. Diese Einrichtung läßt sich für den hängenden Glühkörper insofern vorteilhaft verwenden,

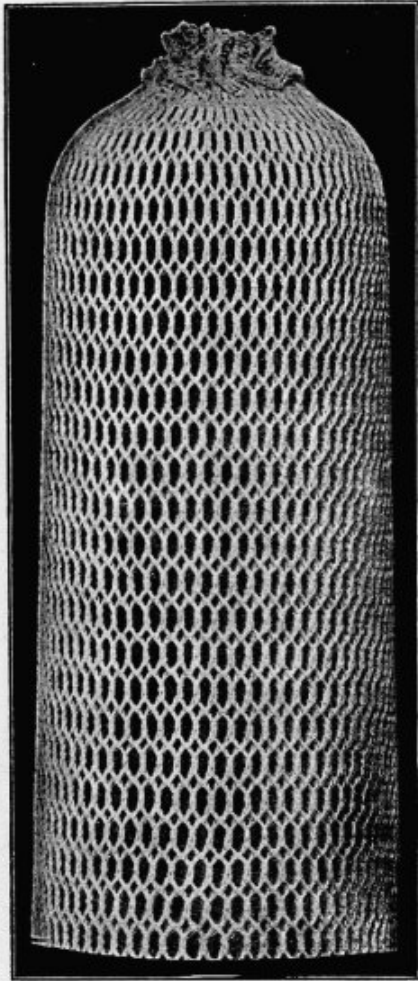


Fig. 49. Guipure.  
(Speziell für flüssige Brennstoffe.)

als man dadurch den unteren geschlossenen Teil, der für die Lichtemission am wichtigsten ist, entsprechend behandeln kann.

Im übrigen haben die praktischen Erfahrungen erwiesen, daß der gewöhnliche Strumpf in technischer Beziehung die besten Resultate ergibt, sowohl in bezug auf Haltbarkeit als Lichtausbeute, die bis zu einem gewissen Grade um so größer, je durchlässiger das Strumpfgewebe ist.

Hierzu tritt noch ein für die jetzige Großfabrikation wichtiger Umstand — die größere Billigkeit des glattmaschigen Strumpfes, die sich sowohl aus der vorteilhaften Herstellung (eine sog. glatte Maschine produziert von glattem Gewebe mindestens das Doppelte wie von gemustertem) als auch aus der Ersparnis an Material ergibt.



Fig. 50. Einfaches Gewebe.

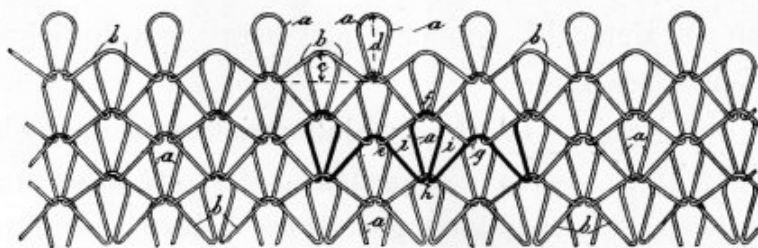


Fig. 51. Doppelgewebe.

Die im vorstehenden behandelten Strickarbeiten bedürfen nun vielfacher Variationen, da die verschiedenen Brenner- und Beleuchtungsarten auch verschiedene Strickgewebe erfordern, die sich

Vergrößerungen der Gewebe.

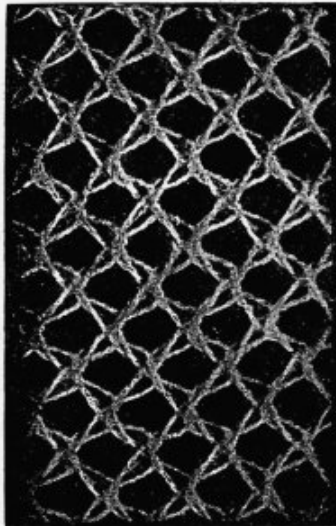


Fig. 52. Torchon J. Z.  
(Das ursprüngliche Hill-Muster.)

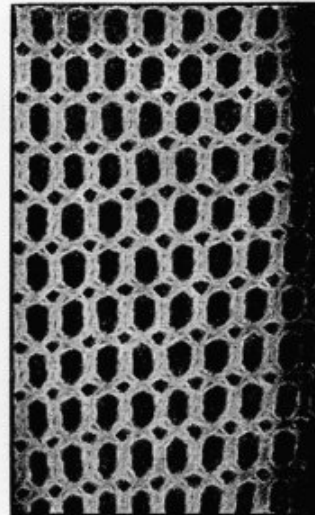


Fig. 54. Guipure.  
(Speziell für flüssige Brennstoffe.)

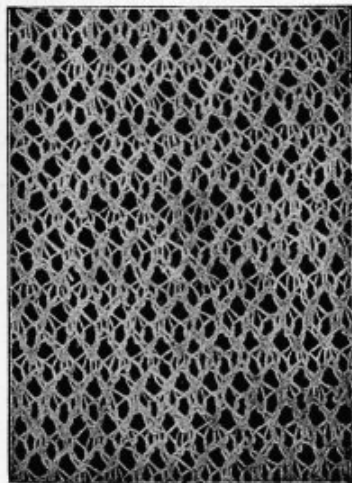


Fig. 53. Torchon J. F.  
(Ein neueres Dessin, Qualität  
und Wirkung dieselbe wie J. Z.)

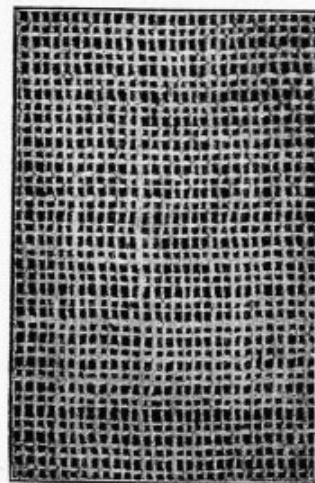


Fig. 55. Batist.

sowohl den Dimensionen des Brenners als auch den technischen Bedürfnissen der zu erzielenden Lichtwirkung genau anpassen müssen.

Während man viele Jahre hindurch nur den gewöhnlichen Normal- (C- s. Fig. 40) Glühkörper (der auch jetzt noch den größten



Teil des Konsums bildet) und daneben noch den Miniatur- oder sog. Liliput-Glühkörper von 20 mm Weite kannte, ist in letzter Zeit eine Anzahl von Starklicht- und anderen Gasbrennern auf den Markt gekommen, von denen jeder einen seiner Eigenart entsprechend gestrickten Strumpf erfordert. Dazu kommen Spiritus-, Petroleum- und Acetylen-Glühlicht (s. Fig. 42—46), die dem

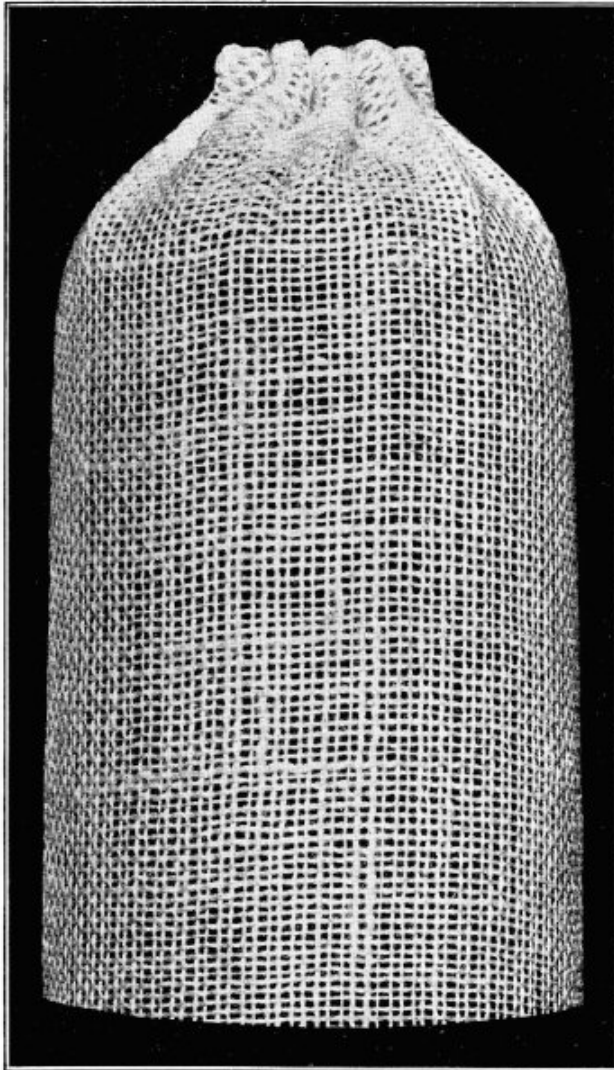


Fig. 56. Batistrohgewebe.

Glühkörperfabrikanten manchmal recht schwierige Aufgaben stellen.

Zunächst kommt für die Strickerei der Durchmesser des abgebrannten Glühkörpers in Betracht, und für die passenden Gewebe sind die Durchmesser der Strickmaschinen-Zylinder und die Anzahl der Nadeln maßgebend. Aber auch bei gleich bleibendem Zylinder läßt sich durch Verstellen des automatischen Schlosses ein mehr oder weniger loses Maschengefüge, das sich aber auch nach dem angewendeten Garnmaterial richtet, erzielen.

Für eine gut ausgerüstete Strickerei, wenn neben dem gewöhnlichen Glühkörper die verschiedenen anderen Sorten hergestellt werden sollen, sind Cylinder von den verschiedensten Durchmessern und verschiedener Anzahl der Nadeln, die zwischen 30 und 140 variiert, erforderlich.

Aus diesen Darlegungen geht hervor, daß sich für die Her-

stellung der verschiedenen Strumpfsorten ein Fabrikationssystem oder Schema nicht aufstellen läßt — hier kann nur die Erfahrung helfen. Aus dem Strickgewebe muß der fertige Glühstrumpf hergestellt und seine Brauchbarkeit für den bestimmten Zweck erprobt, bezw. das Gewebe in entsprechender Weise modifiziert werden.

Diese Schwierigkeit hat die größeren Fabriken gezwungen, eigene Strickereien einzurichten, um die erforderlichen Fabrikationsstudien direkt machen zu können.

Wie bereits erwähnt, ist für das Strumpfgewebe auch das Garnmaterial von Einfluß, weshalb dieses Gebiet ein ganz besonders eingehendes Studium erfordert. Für

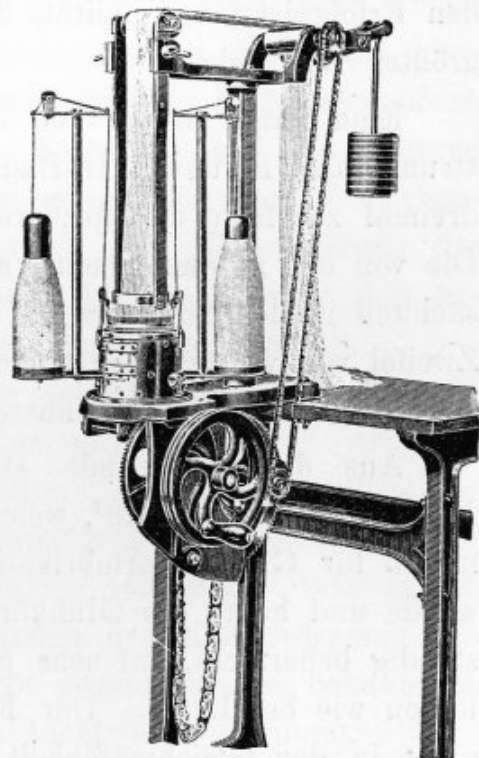


Fig. 57. Rundstrickmaschine für Handbetrieb mit automatischem Warenabzug. Apparat zum Fest- und Losestricken. Automatischer Wendeapparat.

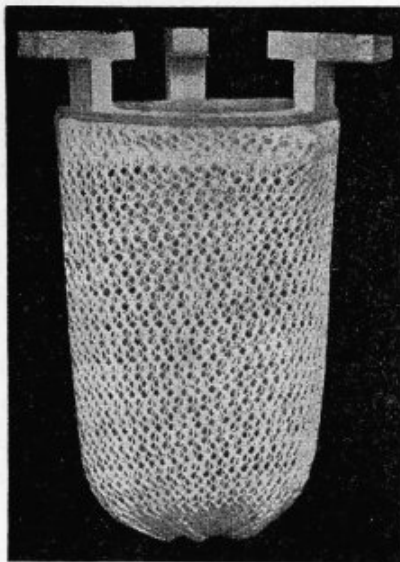


Fig. 58. Für hängendes Glühlicht, großes Modell. Länge 60 mm. Größter Durchmesser 30 mm.



Fig. 59. Für hängendes Glühlicht, kleines Modell. Länge 38 mm. Größter Durchmesser 15 mm.

den Erfolg ist Garnqualität, Stärke und Drehung des Fadens von größter Wichtigkeit.

Eine ganze Reihe von Jahren galt für einen guten Glühstrumpf das Hausschild-Baumwollhäkelgarn, aus bestem Material dreimal zweifach fest gezwirnt, als das allein brauchbare Garn. Die von der renommierten Fabrik hergestellten Fäden, die hauptsächlich in den Nummern 70 und 100 verwendet wurden, sind ohne Zweifel von vorzüglicher Gleichmäßigkeit, wodurch der daraus gestrickte Strumpf ein gut aussehendes, glattes Gefüge erhält.

Aus diesem Grunde stieß die Einführung eines anderen Materials — der Ramie<sup>1</sup>, welche im Jahre 1898 zuerst von Buhlmann für Glühkörperfabrikation in größerem Umfange versucht wurde und heute die Glühkörperindustrie Deutschlands<sup>2</sup> fast vollständig beherrscht, auf sehr großen Widerstand sowohl bei Fachleuten wie bei Laien. Der Faden aus Ramie läßt sich nämlich nicht in der Gleichmäßigkeit wie der aus Baumwolle herstellen, und der daraus hergestellte Glühkörper erhält ein weniger ansehnliches Äußere.

Während der Baumwollstrumpf, auch der beste, nach kurzer Benutzung in der Flamme seine ursprüngliche, für die Lichtwirkung notwendige Form einbüßt und durch ein starkes Einziehen oberhalb des Brennerkopfes aus deren Flammenmantel sich ent-

---

<sup>1</sup> Ramie ist eine Pflanze, die in China wächst; man nennt sie auch Chinagrass, sie ist jedoch kein Gras im botanischen Sinne, sondern ein Strauch. Man hat Versuche gemacht, die Pflanze in unseren Kolonien anzupflanzen. In der Textilindustrie hat die Ramie eine große Verwendung gefunden. In der Praxis unterscheidet man zwei Arten, *Boehmeria nivea* und *Boehmeria tenacissima*, von denen erstere in gemäßigttem, letztere im Tropenklima besser gedeiht. Sie unterscheiden sich dadurch, daß bei der *B. nivea* die Unterfläche der Blätter weiß, bei der *B. tenacissima* grün und weiß geadert ist. Diese beiden Varietäten werden hauptsächlich zur Gewinnung der Faser angebaut.

<sup>2</sup> Die Weltproduktion der Glühkörper besteht aus etwa  $\frac{2}{3}$  Baumwoll- und  $\frac{1}{3}$  Ramiestrümpfen, und zwar erhält das Ausland die billigeren Baumwoll-Glühkörper, da dem hierfür ausgesetzten niedrigen Preis nicht durch die verhältnismäßig teure Ramie Rechnung getragen werden kann.

fernt, ergeben die Ramielühkörper von vornherein eine Formbeständigkeit, die sich mit dem Flammenmantel deckt und hierdurch die Lichtbeständigkeit im wesentlichen Maße vergrößert. Dieser Vorzug ergibt sich aus der Tatsache, daß die früheren besten Baumwollstrümpfe ihre Lichtemission schon nach 100 Brennstunden um 50 % einbüßten, während eine Verminderung der Lichtstärke beim Ramiestumpf kaum 10 % in gleicher Zeit beträgt, ja bei einzelnen Fabrikaten sogar noch wachsen soll.

Jedenfalls hält der Ramielörper sein Licht im Durchschnitt bis auf 600 Stunden ohne große Abnahme, wenn nicht besonders ungünstige äußere Verhältnisse, wie Staub, Dämpfe u. s. w. ihn beeinflussen. Eine konstant oder annähernd konstant bleibende Lichtquelle ist für alle Beleuchtungsarten von großer Wichtigkeit, daher sind die erwähnten Eigenschaften des Ramielörpers auch ein Vorzug dem elektrischen Glühlicht gegenüber, das bekanntlich in der ersten Brennzeit erheblich an Lichtstärke abnimmt.

Neben der Lichtbeständigkeit hat der Ramiestumpf auch die Überlegenheit in der Lichtstärke. Seit seiner allgemeinen Einführung hat sich die Gasglühlichtbeleuchtung, für jeden Laien wahrnehmbar, erheblich verbessert.

Die Ursache der größeren Lichtemission des Ramielörpers führt Drehschmidt auf die rauhe Oberfläche des Ramiefadens zurück, die mit ihren unzähligen kleinen Fädchen dem Plüschgewebe vergleichbar ist und hierdurch eine erheblich größere Leuchtfläche auf einfachste Weise erhält.

Für die Erhöhung dieser Wirkung kommt die Eigenschaft des Ramiefadens noch in Betracht, die sowohl in der ersten wie zweiten Drehung (*première et deuxième torsion* technisch genannt) bei genügend haltbarem Faden die Verwendung eines viel feineren Gespinstes zuläßt als Baumwolle, die bei gleich lockerem Gespinst das Stricken nicht aushalten würde.

Über die feineren Unterschiede der Baumwoll- und Ramiefaser und über ihre Beziehungen zum Glühstrumpf geben die mikroskopischen Untersuchungen Killings, die an anderer Stelle (S. 169) ausführlich behandelt sind, interessanten Aufschluß.



Infolge des großen Interesses, das dieser wertvollen Faserpflanze — der Ramie — gezollt wird, erschienen zahlreiche Veröffentlichungen. Dem Jahr ihres Erscheinens nach geordnet erwähnen wir folgende:

- Nicolle. Note sur la Ramie. Jersey 1815.  
 Pepin. Culture et avantages que l'on peut étirer des tiges de l'Urtica nivea. Paris 1844.  
 Natalis Rondat. Les plantes textiles de la Chine. Paris 1847.  
 J. Itier. De l'introduction en France et en Algérie de diverses plantes textiles. Montpellier 1851.  
 Dr. Royle. The fibrous Plants of India. 1855.  
 Salomon. Culture d'ortie blanche. Alger 1858.  
 Gomart. De la culture du China Gras. St. Quentin 1862.  
 Cordier. Rapport sur la Ramie comme substitute du coton. Rouen 1863.  
 Samuel Jennings. Rhea. Agricultural and Horticultural society Journal. Calcutta 1864.  
 Hardy. Culture et production du China-grass. Alger 1866.  
 Weddell. Monographie des Urticées. Paris 1866.  
 Thiébaud. Etude sur le China-grass. 1866.  
 Thilbault. Le China-Grass. Nimes 1866. Paris 1867.  
 Aubry-le-Comte. Exploitation des matières textiles dans les colonies. Revue coloniale. Paris 1866.  
 King. Rhea. London 1869.  
 Moerma-Loebuhr. La Ramie. Paris et Liège 1871.  
 De Malartie. Notice sur la Culture de la Ramie. Paris 1872.  
 Hardy. Culture et production du China-Grass. Alger 1872.  
 Moermann-Loebuhr. La Ramie. Calcutta 1874.  
 Martin Lervais. La Ramie, plante textile vivace. Avignon 1874.  
 Dr. Brandis. Forest flora of the North West and Central India. 1874.  
 Dr. Forber-Watson. Report on Rhea-fibre 1875.  
 Granguard. La Ramie industrielle. Marseille 1875.  
 Verdue de Bethonie. Traitement de la Ramie. Lille 1876.  
 Paul Bousset. La Ramie, son importance et sa culture en Corse-Ajaccio 1876.  
 La Ramie. Bulletin de la Société industrielle. Lille 1877.  
 Concet de Mas. Culture de la Ramie. Paris 1877.  
 Société industrielle de la Ramie. Paris 1878.  
 Jean de Brey. La Ramie. Paris 1879.  
 Bruckner. Notice sur la Ramie. Nouvelle-Orléans.  
 Hardy. Culture et reproduction du China-Grass. Alger 1880.  
 Renaud. Étude sur la Ramie. Paris 1880.  
 Berard. Notice sur la culture de la Ramie. Avignon 1880.  
 Mairesse. Note sur la Ramie. 1880.  
 Frémy. La Ramie. Paris 1880.



- Favier, P.-A. Note industrielle sur la Ramie (1<sup>re</sup> édition). Avignon 1881.
- Mouchel, La Ramie dans la fabrication barsienne elbesienne. Elbeuf 1881.
- Burrows-Thomson-Milne. Growth and Preparation of Rhea fibre by the people of India. 1881.
- Léger, La ramie et son exploitation industrielle. Lyon 1881.
- Blondel. Note sur les modifications du China-Grass en Teinture. Rouen 1881.
- Cordier. Rapport sur la Ramie (Bulletin de la société industrielle de Rouen) 1881.
- Favier, P.-A. Nouvelle industrie de la Ramie (2<sup>e</sup> édition). Avignon 1882.
- Raynaud. La Ramie, sa culture à la Réunion. Ile de la Réunion 1882.
- Journal la Ramie. Avignon 1882—1884.
- Numa Bothier. Culture de la Ramie. Alger 1883.
- Société la Ramie française. La Ramie, sa culture. Avignon 1883.
- Crocot. Mémoire sur la culture de la Ramie. Saigon 1883.
- Martin. La Ramie, plante textile vivace. Avignon 1883.
- Dr. Forbes Watson. Report on Rhea fibre. London 1884.
- Bouché und Goethe. Ramie, Rhea. China-grass und Nesselfaser. Berlin 1884.
- Frémy. La Ramie. 1884.
- J. H. Favre La Ramie. Soie végétale. Tunis 1884.
- W. H. Cogswell. Agri-Horticultural soc. of India. Calcutta 1884.
- Theo Moermann. The Ramie. The Indian Forester. Calcutta 1884.
- The Tropical Agriculturist. 1884.
- Ussit d'Emor. Manuel du producteur de Ramie. 1884.
- Spour. La Ramie. New York.
- Félix Fremery. The culture and manufacture of Ramie and Forest nettle in the United-States. Newark 1885.
- Forbes Royle. Fibrous Plants of India. 1885.
- Secretario de Fomento. Documentos relativos al cultivo y beneficio del Ramié. Mexico 1886.
- La Ramie. Nouvelle-Orléans 1886.
- Favier, P.-A. Nouvelle industrie de la Ramie (3<sup>e</sup> édition). Paris 1886.
- Harmand. Rapport sur la culture et la décortication de la Ramie dans l'Inde. Paris 1886.
- Gouvernement de Guatemala. La Ramie 1887.
- Vial. Note sur la Ramie. Paris 1887.
- Emanuel. De la culture de la Ramie au Vénézuëla. Caracas 1887.
- Favier, P.-A. Rapport sur la culture. Paris 1887.
- Journal officiel. Travaux de la Commission de la Ramie. Paris 1887.
- Heinrich Semler. Die tropische Agrikultur. Wismar 1888.
- Royer. La Ramie, utilisation industrielle. Paris 1888.
- E. Schifner. Ramie, seine Kultur in Österreich-Ungarn. Wien 1888.
- Société agricole de la Ramie. Rapport sur la culture intensive de la Ramie. Paris 1888.
- Kew Bulletin 1888—1889.

- Fouché, La Ramie. Paris 1888.  
 Société la Ramie française. La Ramie. Paris 1888.  
 Gautier. Note tendant au développement de la culture de la Ramie. Paris 1888.  
 Lohrmann. Procédé industriel de préparation de fibres de Ramie. Paris 1888.  
 Royer. Etude sur la Ramie. Roubaix 1888.  
 Moulins. Etude botanique, technique et agricole de la Ramie. Alger 1888—1889.  
 Selections from the Records of the Government of India. Revenue and Agricultural department. Calcutta 1888—1889.  
 Félicien Michotte. Le textile de demain. La Ramie. Paris 1889.  
 Félicien Michotte. La Ramie, sa culture, son dégommeage. Paris 1889.  
 Ochoa. El Ramié. Plantation y beneficio de dicha fibra. Mexico 1889.  
 E. Schiefner. El Ramie. Mexico 1888.  
 J. Juvenet. Ramie. Philadelphia 1889.  
 Van Gorkom. De Rameh. Amsterdam 1889.  
 Félicien Michotte. Décorticage de la Ramie. Paris 1890.  
 Guignet. Le Ramiste. Philippeville 1890.  
 Ch. Richard Dodge. Report on Flax, Hemp, Ramie and Jute. Washington 1890.  
 Félicien Michotte. L'industrie textile à l'Exposition de Paris 1889. Paris 1890.  
 La Revista d'Agricultura. La Ramie aux Etats-Unis. La Havane 1890.  
 Félicien Michotte. Traité scientifique et industriel de la Ramie. Paris 1891.  
 Carlos Ohlsen. El Ramie. Catania 1891.  
 De Landtsheer. La vérité sur la Ramie. Paris 1891.  
 Roux. Notice sur la Ramie. Paris 1891.  
 L'industria del Ramié. Mexico 1891.  
 Société des Agriculteurs de France. La Ramie, sa culture, sa préparation. Paris 1891.  
 A. Moreau. La Ramie. Paris 1891.  
 J. Grisard et Vanden-Berghe. Notice sur la Ramie. Paris 1891.  
 De Toni. La Ramie. Padone 1891.  
 Procédé pour la décortication à l'état vert. Paris 1891.  
 Dr. George Watt. Dictionary of the Economic Products of India. Calcutta 1889, 1892.  
 Félicien Michotte. La Ramie (1<sup>er</sup> vol.) 1891.  
 Félicien Michotte. La Ramie (2<sup>er</sup> vol.) 1893.  
 Schulte im Hofe, A. Die Ramiefaser und die wirtschaftliche Bedeutung der Ramiékultur für die deutschen Kolonien. Berlin 1898; Deutscher Kolonial-Verlag (G. Meinecke).

Auf Grund der oben besprochenen, von Buhlmann beobachteten Eigenschaften der Ramiefaser fand das einfache, nicht drillierte

Garn in der Fabrikation weitere Anwendung, weil die Baumwolle in dieser Form ein unbrauchbares Material liefern würde.

Genauere Vergleiche führten zu dem Erkenntnis, daß die Haltbarkeit des Oxydgewebes eines Glühkörpers um so größer ist, je weniger Unterbrechungen durch Knicke und Windungen vorhanden sind, wie sie eben der drillierte, besonders aber der alte, fest gewirnte Baumwollfaden besitzt.

Die Haltbarkeit der Glühkörper aus einfachen oder lose gewirnten Garnen ermöglichte, daraus die besten Versandglühkörper herzustellen, wie solche seit vier Jahren zu vielen Millionen auch auf weiteste überseeische Strecken mit bestem Erfolge verschickt werden.

Die noch stellenweis verbreitete (419), irrige Anschauung, daß sich Ramieglühkörper für den Versand in kollodiniertem Zustande nicht eignen, erklärt sich aus dem Umstand, daß die ersten Ramieglühkörper, der Tradition der drillierten Baumwollfäden folgend, auch aus dreifach drillierten, fest gedrehten Ramiefäden bestanden.

Wie sich aus dem Vorstehenden ergibt, kommt für den deutschen Glühkörpermarkt fast nur das Ramiegarn in Betracht, das für die Strickerei noch den Vorteil hat, daß es sich von den durch die Spinnereien hergestellten sogenannten Kreuzspulen auf der Strickmaschine ohne Störung glatt verarbeiten läßt, während die in Strähnen gelieferte Baumwolle erst auf besondere für die Strickmaschine geeignete Holzrollen umgespult werden muß.

Für den großen Konsum werden in der Hauptsache  $32/2$  und  $35/2$  lose gesponnene Ramiegarne verwendet, wobei immer der Normalglühkörper die Basis bildet; bei einfachem Garn sind es die entsprechenden Stärkenummern, die Anwendung finden. Zum Ausgleich der erwähnten Unregelmäßigkeiten im Ramiegarn, die sich auch im Gespinste stark bemerkbar machen, empfiehlt sich die Verarbeitung von zwei dünnen Fäden nebeneinander, also an Stelle von 18 einfach beispielsweise zwei Fäden 35 einfach, denn beim feinen Faden sind Unebenheiten weniger sichtbar und die Leuchtoberfläche wird durch die nebeneinander liegenden beiden Fäden gegenüber dem stärkeren runden Einzelfaden wesentlich vergrößert.

Die Reinheit des zur Aufnahme der seltenen Erden dienenden

Gewebes ist eine Hauptbedingung für die Güte des fertigen Glühkörpers. Nach Drossbach<sup>1</sup> (244 und 570) waren die 1895 in den Handel gebrachten Strümpfe wegen ihrer Unreinheit gar nicht zur Herstellung von brauchbaren Glühkörpern geeignet. Ihr Aschengehalt ist nicht angegeben, aber aus späteren Analysen (570) geht hervor, daß die 1898 künstlichen, best gereinigten Glühstrumpfgewebe noch 0,004—0,010 g Asche, d. h. = 1—2% des festen Glühkörpers enthielten. Nach einer 1902 von Knöfler (priv. Mitt.) ausgeführten Untersuchung enthielten die aus der damaligen Großfabrikation entnommenen, gewaschenen Ramielühstrümpfe aber nur 0,01% Asche, d. h. =  $\frac{1}{10000}$  der verbrannten organischen Faser, was nur  $\frac{1}{20}$ % des festen Glühkörpers, bezw. seines Oxydgehaltes entspricht. Die damit erzielte Reinheit kommt dem für die besten analytischen Filtrierpapiere erreichten Aschengehalt vollkommen gleich. Das Gewebe kann man somit als rein im technischen Sinne bezeichnen.

#### b) Wäscherei.

Wie soeben bemerkt, hängt die Güte des Rohstrumpfes von einer besonderen Reinheit ab, welche der gestrickte Schlauch in der Wäscherei erhält. Soviel Glühkörperfabriken, soviel verschiedene Waschmethoden, die alle ängstlich als Fabrikgeheimnis gehütet werden.

Das Garn im Schlauch enthält eine große Menge von Verunreinigungen, in erster Reihe Fette. Die letzteren werden meistens in den Spinnereien den Fäden zugesetzt, um das Spinnen zu erleichtern; auch beim Aufspulen fettet man den Faden, da ein gefetteter Faden weniger leicht reißt und auch weniger Fallmaschen gibt. Außer Fetten enthält der Schlauch an Verunreinigungen Kalk, Magnesia, Kieselsäure u. dgl. mehr.

In der Hauptsache vollzieht sich der Waschprozeß etwa in folgender Weise:

Die Schläuche werden in einer Lösung von Soda, Seife oder

<sup>1</sup> Drossbach, J. G. W. 1895, 38, S. 583.



Ammoniak langsam gekocht. Je nach der Reinheit des Garnmaterials dauert dieser Prozeß 1—3 Stunden, je nach der Fettart, welche die Spinnerei verwendet hat, ist Soda, Seife, Ammoniak

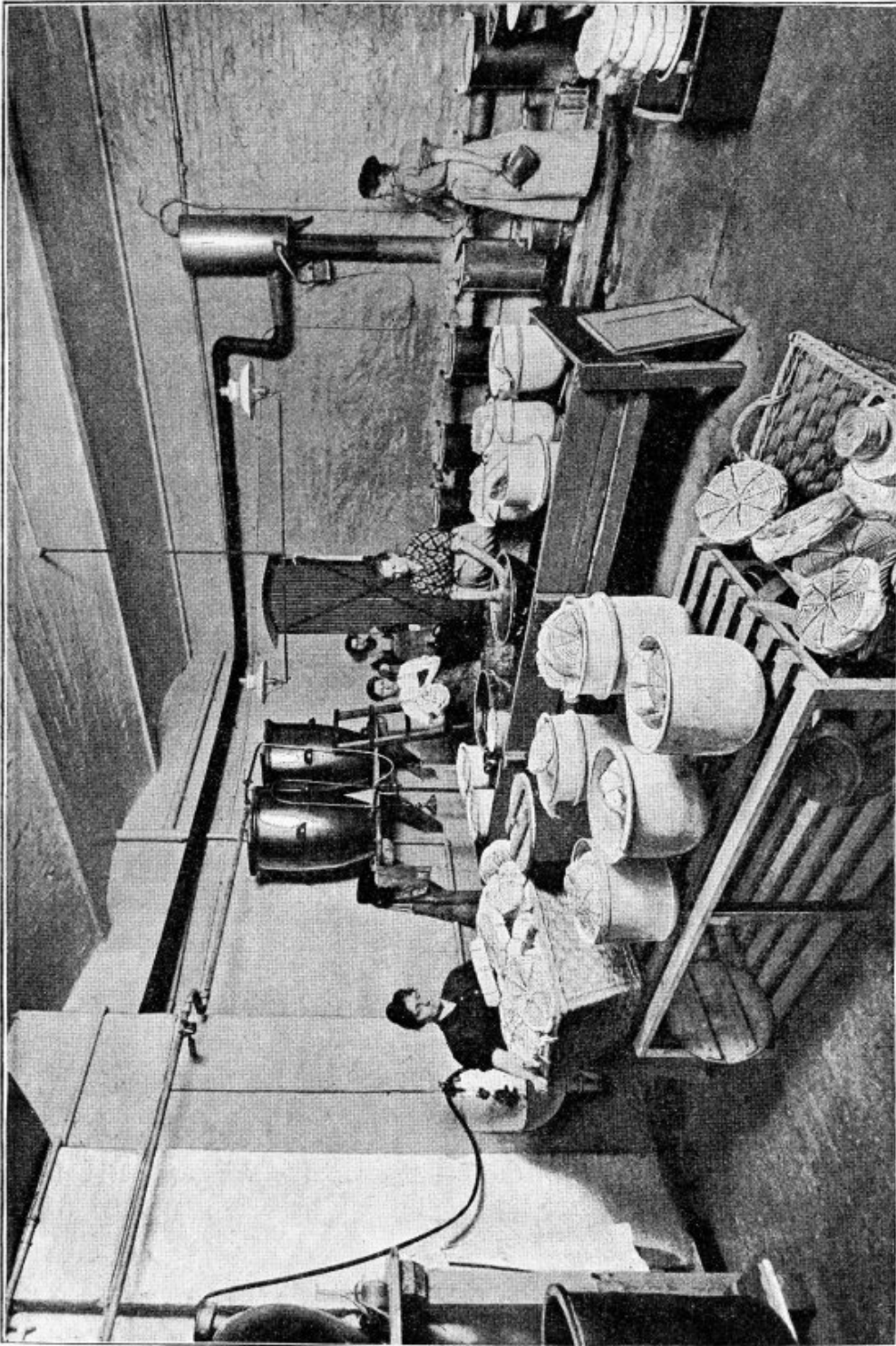


Fig. 60. Waschraum.



anzuwenden, bezw. zwei oder drei dieser Stoffe nacheinander. Eine Regel läßt sich nicht aufstellen, da jeder Fabrikant sich auf sein Rohmaterial einarbeiten muß.

Man wird gut tun, diesen ersten Waschprozeß mehrere Male zu wiederholen, bis jede Spur von Fett aus dem Garn entfernt ist.<sup>1</sup>

Nachdem die Schläuche gut ausgespült sind, von der Hand oder durch Zentrifuge, und alle Seife bezw. Soda oder Ammoniak entfernt ist, schreitet man zu der Beseitigung der mineralischen Verunreinigungen, wie Kalk und Magnesia. Hierzu verwendet man eine schwache, etwa 1—2 % Salzsäurelösung, läßt die Schläuche ungefähr eine halbe Stunde darin liegen und spült dann so lange, bis Lackmuspapier keine Säure- bezw. Silbernitrat keine Chlorreaktion giebt.

Die in mehreren Büchern angegebene Extraktion der Kieselsäure mittels Flußsäure dürfte heute in der Technik keine Anwendung mehr finden, da die nur äußerst geringen Kieselsäureverunreinigungen sich nicht als schädlich erwiesen haben, im Gegenteil von einigen Fabrikanten absichtlich Kieselsäurezusätze gemacht werden (s. Jaspers Methode).

Die Spülungen und die alkalische Wäsche müssen mit destilliertem Wasser vorgenommen werden, dagegen kann man die sauren Extraktionen mit Leitungswasser ausführen. Zum Reinigen der Schläuche werden vielfach auch Bürsten verwendet. Man hat Maschinen konstruiert, bei welchen der Schlauch durch Bürsten bearbeitet und gleichzeitig durch eine Reihe von Bädern gezogen wird. Wie schon eingangs erwähnt, zeigt gerade hierin jede Fabrik die Individualität ihres technischen Betriebes.

Die gesäuerten und gespülten Schläuche werden getrocknet. Den größten Teil des Wassers entfernt eine Zentrifuge (Fig 61), vielfach auch eine Wringmaschine, worauf die Schläuche auf Rahmen gespannt werden, eine Arbeit, die in staubfreien und warmen Räumen vorgenommen werden muß. Auf den Reinheits-

<sup>1</sup> Nach Killing (priv. Mitt. v. 23. März 1905) schadet eine geringe Menge Fett nicht, sofern dieselbe gleichmäßig über das Rohnetz verteilt ist und nicht an einzelnen Stellen auftritt (s. S. 115).

grad des Rohstrumpfes prüft man, indem man einen Teil der gereinigten und getrockneten Baumwolle bzw. Ramie verbrennt, die Asche dann in Essigsäure löst und die Lösung mit Ammonoxalat versetzt. Es darf sich dann nur eine opalisierende Trübung, jedoch kein Niederschlag zeigen. Gegebenenfalls ist die Reinigung

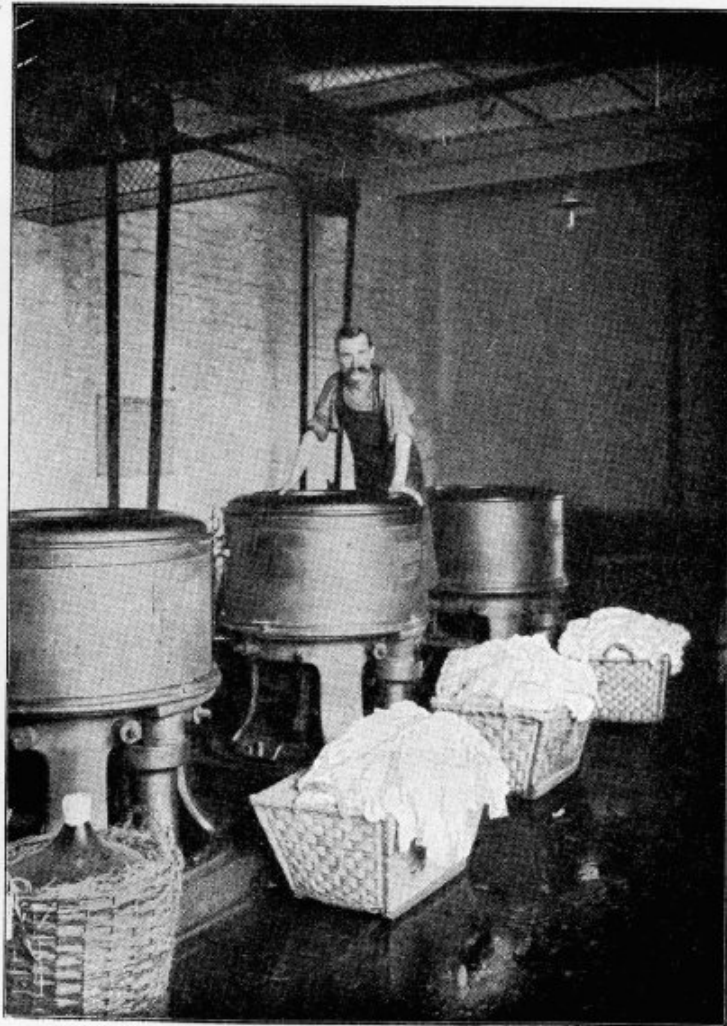


Fig. 61. Zentrifuge.

nochmals zu wiederholen, wobei man jedoch schwache Bäder zu benutzen hat.

Von dem Reinigungsprozeß an dürfen die Schläuche nur noch unter Beobachtung der peinlichsten Sauberkeit berührt werden, da jede Unreinlichkeit Fehler in dem fertigen Glühkörper verursacht.

Nach dem Trocknen werden die Schläuche in Rollenform (Fig. 62) aufgewickelt und an trockenen, reinen, verschlossenen Orten bis zur weiteren Verarbeitung aufbewahrt.

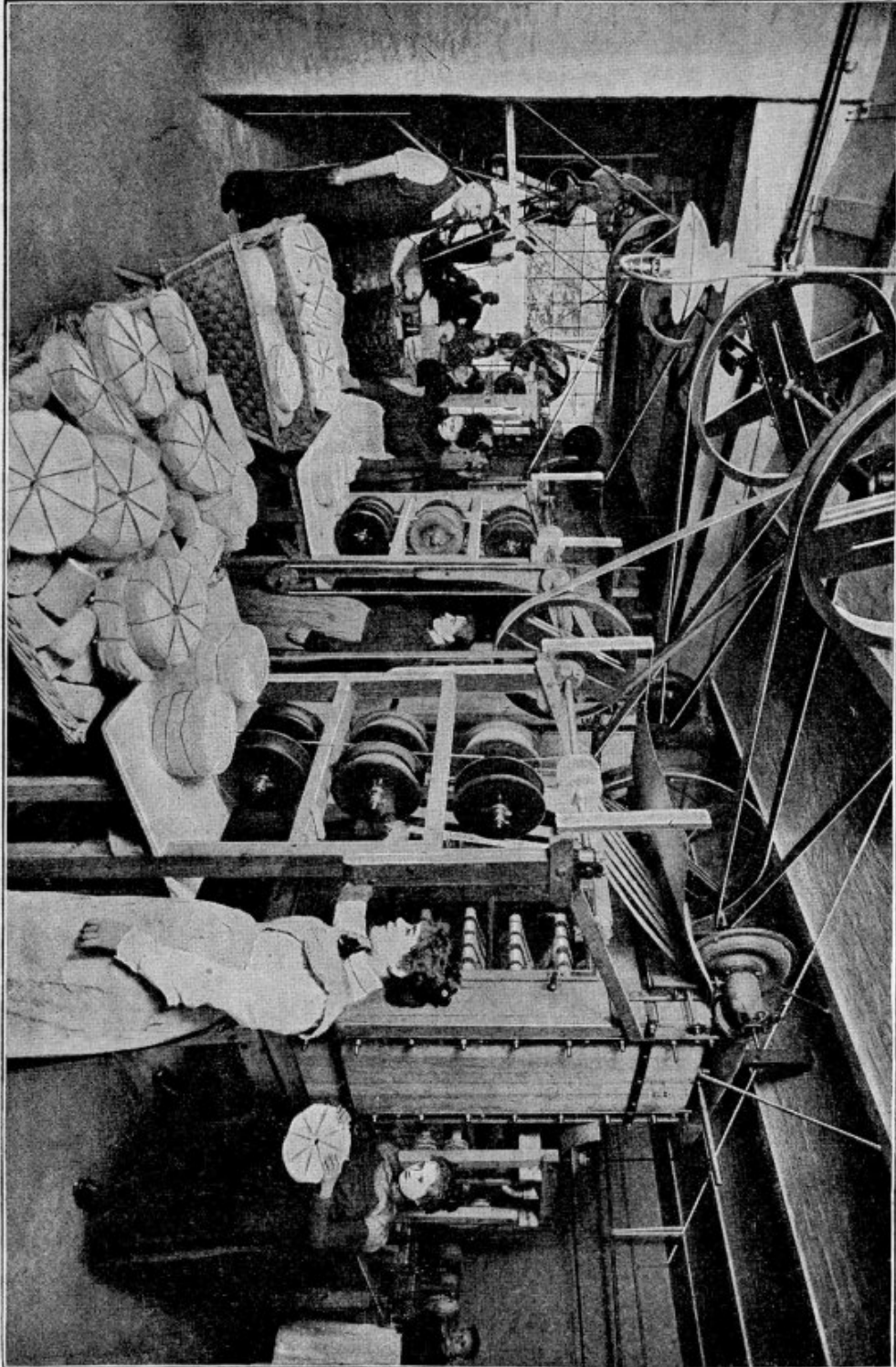


Fig. 62. Trockenraum.

Der trockene Schlauch wird in durch die Länge des späteren Glühkörpers bedingte Stücke geschnitten, z. B. beim Normalglühkörper in etwa 22—25 cm lange Stücke; diese Schlauchstücke nennt man Rohstrümpfe (s. Fig. 63).

c) Nähen des Tüllkopfes bzw. des Patentkopfes.

Weil der fertige Glühkörper an seinem oberen Ende eine Asbestöse, mit welcher er auf dem Träger hängt, haben muß, und



Fig. 63.

Raum für das Herrichten (Zuschneiden etc.) der trockenen Schläuche.

um das leichte Ausreißen dieser Öse aus dem Kopf des Glühkörpers zu vermeiden, hat man das obere Ende desselben durch einen Tüllstreifen verstärkt. Heute verwendet man aber hauptsächlich jene Verengung der Maschen (Patentgewebe bzw. Patentkopf) am oberen Ende des Strumpfes, auf die bereits gelegentlich der Beschreibung der Strickmaschinen (S. 89) hingewiesen wurde.



Soll der Glühkörper einen Tüllkopf erhalten, so wird der Tüllstreifen jetzt erst angenäht, und zwar zieht eine Arbeiterin

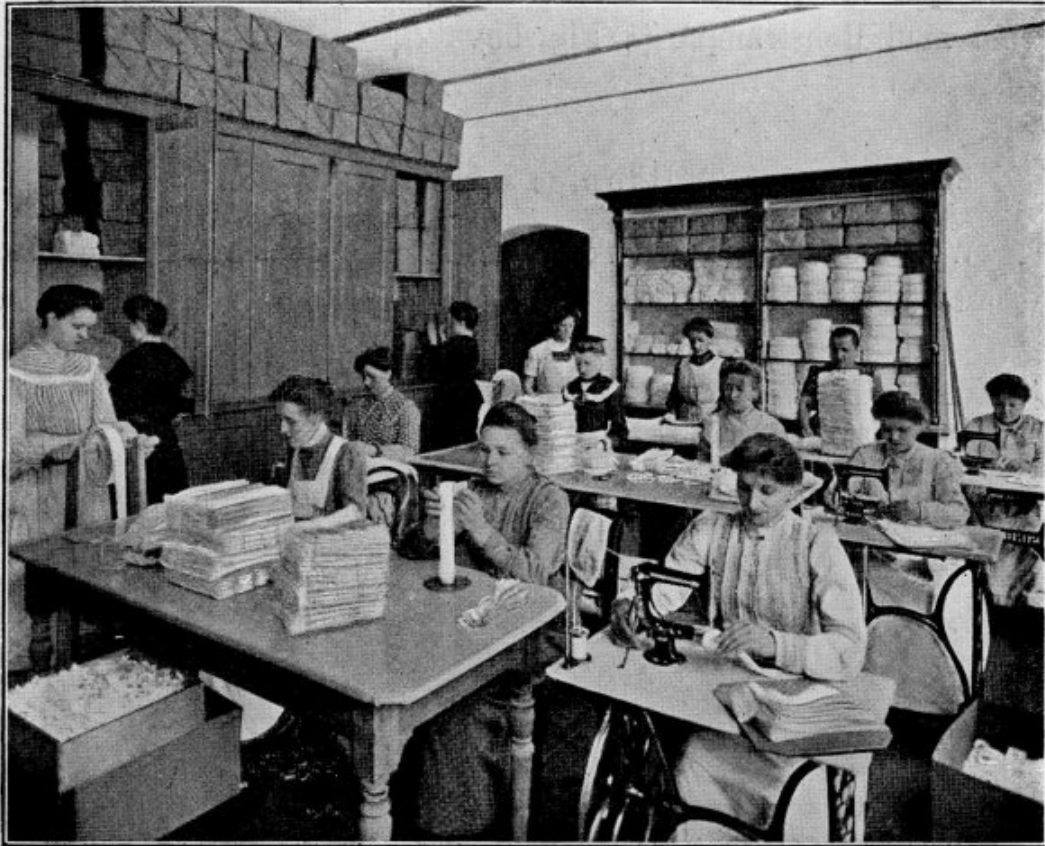


Fig. 64. Konfektionsraum.

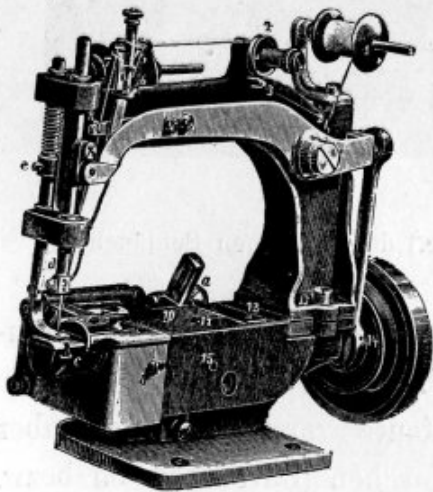


Fig. 65.  
Kettenstichnähmaschine zum Nähen  
der Köpfe der Glühstrümpfe.

den Rohstrumpf auf eine Blechhülse (Fig. 64) von ca. 25 cm Länge und 4 cm Durchmesser und steckt den Tüllstreifen mittels einer Stecknadel gleichmäßig um das eine Ende des Rohstrumpfes. So vorbereitet wird er von einer zweiten Arbeiterin mittels einer eigens konstruierten Nähmaschine (Fig. 64 u. 65) festgenäht. Dieses sogenannte Vorrichten fällt bei Glühkörpern mit dem Patentkopf fort.



## 2. Das Imprägnieren.

Für die Herstellung eines guten Glühkörpers ist, wie schon gesagt, die größte Sauberkeit beim Arbeiten und die Reinheit der verwendeten Hilfsstoffe und Gefäße unerlässlich; wurde jedoch dagegen gefehlt, so wurde oftmals für das schlechte Resultat in erster Linie der Thoriumfabrikant verantwortlich gemacht, während doch die Fehlerquelle an anderer Stelle lag. So fand Wenghöffer (301) z. B., daß oftmals die Ursache der Klagen über zu stumpfes Licht die Verwendung von durch Kupfer verunreinigtem Waschwasser — aus der Destillierblase stammend — war. Ein anderer Fehler, daß nämlich die Glühkörper nach dem Abbrennen Löcher bekamen, rührte von der ungenügenden Entfettung des Strumpfes her, denn die noch an einzelnen Stellen der Baumwolle haftenden Fetteilchen verhindern das Aufsaugen des „Fluids“ (wie Auer die Imprägnierflüssigkeit bei seinen ersten Arbeiten nannte, und welche Bezeichnung die Industrie übernommen hat), wodurch natürlich beim Abbrennen des Strumpfes an den betreffenden Stellen Löcher entstehen (s. S. 110 Fußnote).

Die Zusammensetzung des Fluidums war noch im Jahre 1895 das Geheimnis weniger Personen. Durch die Verhandlungen im kaiserlichen Patentamt und die späteren Reichsgerichtsentscheidungen wurde bekannt, daß das sog. Fluid eine wäßrige Lösung von Thorium- und Ceriumnitrat ist, in welcher beide Nitrate in dem ungefähren Verhältnis von 98,5—99:1—1,5 enthalten sind. Heute wissen wir, daß nur die in sehr eng umgrenztem Verhältnis gemischten Nitrate des Thoriums und Ceriums ein brauchbares Licht liefern, und die von Auer in seinen Patenten angegebenen Mischungen überhaupt nicht mehr in Betracht kommen. Zusätze, wie Beryll-, Lanthan- und Zirkonnitrat, sollen nur die Formbarkeit und Haltbarkeit des Glühkörpers günstig beeinflussen und Ammoniumnitrat, welches Auer in seinem Patent nennt, das Abbrennen der Strümpfe erleichtern. Jede Glühkörperfabrik verwendet bestimmte Zutaten zur Thor-Cer-Lösung, um dem Körper eine größere Festig-

keit und Leuchtkraft zu geben, und nach dem Wert dieser Fabrikgeheimnisse richtet sich die Qualität der betreffenden Glühkörper.

In dem Nachstehenden werden zum Teil die bekannt gewordenen Fortschritte, welche die Glühkörperfabrikation in den letzten 6—8 Jahren gemacht hat, beschrieben. So ist bekannt, daß geringe Zusätze von Aluminium oder Magnesium — ca. 1—3% — als Härtemittel Verwendung finden. Ferner muß das zum Lösen der Nitrate verwendete destillierte Wasser möglichst frei von festen Bestandteilen sein, es darf nämlich eine bestimmte Menge (ca. 10 g Ph. G. IV. S. 48) nach dem Verdampfen keinen wägbaren Rückstand hinterlassen.

Die Lösungen der Nitrate werden einzeln dargestellt. Castellani (355) gibt für Thoriumnitrat mit 49%  $\text{ThO}_2$  folgende Vorschriften an. 1. 1500 g körniges Thoriumnitrat und 3750 ccm Wasser; 2. 1200 g Thoriumnitrat und 4000 ccm Wasser. Nach Glinzer (244) und Drossbach<sup>1</sup> verwendete man 30% Erdlösungen; 1 kg enthält 280 g Nitrate und genügt zum Imprägnieren von 250 Glühkörpern. Vorausgesetzt, daß das Thoriumnitrat rein war, erhält man völlig klare und farblose Lösungen, über dessen Prüfung Böhm, Die Darstellung der seltenen Erden, Bd. II, S. 175 u. f. zu vergleichen ist. Da wohl in jeder Glühkörperfabrik ein Photometer vorhanden ist, so läßt sich die Qualität des Thoriums und Ceriums leicht feststellen.

Ein nur aus einwandfreiem Thoriumnitrat hergestellter Glühkörper, der nicht mehr als 4 HK zeigen darf, muß schwach fahl rosaviolett schimmern und kleine Sternchen zeigen. Die geringste Verunreinigung verändert dieses Bild.

Mit reinem Cer getränkte Glühkörper geben goldgelbes Licht von ca. 7 HK. Will man Glühkörper aus reinem Thorium herstellen, so hat man sorgfältig jede Berührung mit dem Cer zu vermeiden. Die Übertragungsfähigkeit des Cers ist eine außerordentlich große, so daß es genügt, einen Thorkörper auf ein

<sup>1</sup> Drossbach, J. G. W. 38, S. 582—583.

Stück Papier zu legen, auf welchem vorher ein gewöhnlicher Glühkörper, also ein cerhaltiger Körper sich befand, um dem reinen Thorkörper nach dem Abbrennen einen schwachen Glanz zu verleihen. Fingerspitzen, die mit Thor-Cerkörpern in Berührung kommen, hinterlassen auf dem reinen Thorkörper Lichtflecke.

Diese Übertragungsfähigkeit hat das Cer aber nur in gelöster Form und nicht als Oxyd.

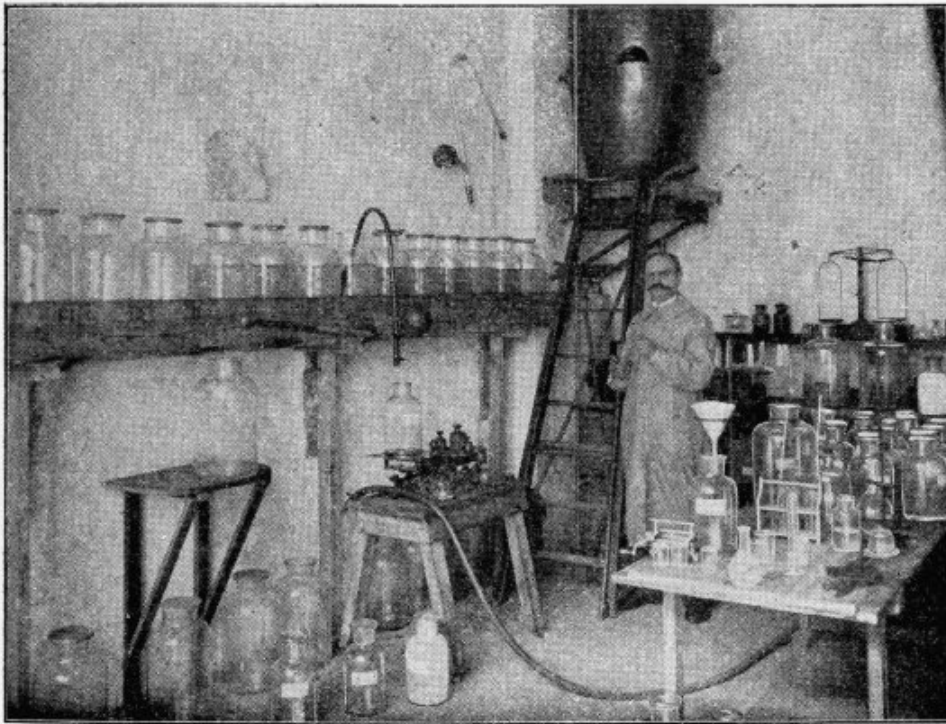


Fig. 66. Raum für die Herstellung und Aufbewahrung der Leuchtflüssigkeit; sog. Laboratorium der Glühkörperfabriken.

Bei der Darstellung des Fluids (s. Fig. 66) dürfte die Bestimmung der zuzusetzenden Cernitratmenge die wichtigste Operation sein, da hiervon die Leuchtkraft des Glühkörpers abhängt. Es soll üblich sein, die einem Gramm Thoriumnitrat entsprechende Cernitratmenge in Milligrammen auszudrücken. Diese Verhältniszahlen sollen für die Farbe des Lichtes von Wichtigkeit sein. Auf Grund seiner Erfahrungen hat Castellani (355) eine Tabelle aufgestellt, aus der hervorgeht, daß man 6,5 oder 7 mg Cernitrat auf 1 g Thoriumnitrat zu rechnen hat, um ein gutes Licht zu erzielen. Die genaue Dosierung erfolgt auf maßanalytischem

Wege, indem man eine Cernitratlösung darstellt, von welcher 1 ccm = 0,05 g Cernitrat entsprechen, also 1 mg Cernitrat = 0,02 ccm

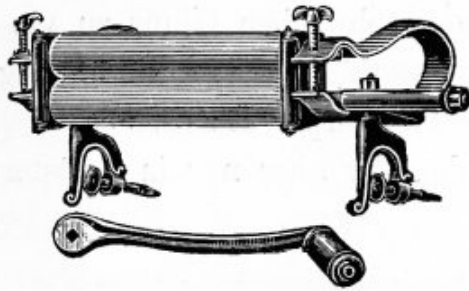


Fig. 67. Wringmaschine zum Imprägnieren.

der Lösung, d. h. man löst 25 g kristallisiertes Cernitrat in 500 ccm Wasser, oder auch ein Vielfaches hiervon.

Liegt z. B. eine Thoriumnitratlösung vor, in welcher 1500 g Salz gelöst sind, und will man auf 1 g salpetersaures Thorium

6,5 mg Cernitrat zusetzen, so berechnet sich dieses wie folgt:  
 $6,5 \times 0,02 \text{ ccm} \times 1500 = 195 \text{ ccm}$ .



Fig. 68. Imprägnier- und Trockenraum.

Mit dieser Nitratlösung werden die auf ihre Güte geprüften Rohstrümpfe imprägniert. Sie werden in das Fluidum gelegt, ca. 5 Minuten sollen zur Sättigung schon genügen — Castellani; Pfeiffer [419] läßt die Rohstrümpfe über Nacht in der Lösung und läßt sie einzeln durch eine Wringmaschine (Fig. 67) laufen;



um aus ihnen das überschüssige Fluidum bis zu einem bestimmten Grade auszudrücken.<sup>1</sup>

In den meisten Betrieben (s. Fig. 68) wird die Arbeitsleistung dadurch gesteigert, daß man die Wringmaschine mit elektrischem Antriebe versieht, wodurch die Walzen eine größere Umdrehungsgeschwindigkeit erlangen (442).

Der imprägnierte Strumpf heißt nun im Gegensatz zum Rohstrumpf Glühstrumpf oder Glühkörper.



Fig. 69. Trockenraum für die imprägnierten Strümpfe.

Vielfach ist die irrige Ansicht verbreitet, daß ein Glühkörper wertvoller ist, wenn er möglichst schwer imprägniert ist; aber je schwerer ein Glühkörper imprägniert ist, desto weniger leuchtet er, ohne daß die Festigkeit entsprechend zunimmt; je schwächer die Imprägnierung ist, desto heller ist sein Licht. Die goldene Mittel-

<sup>1</sup> Bei der Wringmaschine kommt es in erster Reihe auf die Qualität der Gummiwalzen an, da das Thoriumnitrat leicht schlechten Gummi angreift und somit durch die Bestandteile des letzteren verunreinigt wird. Eine Imprägniermaschine befindet sich im amerik. Pat. Nr. 696 357 v. 25. März 1902 (O. Wiederhold) beschrieben.



straße ist auch hier das richtige, damit eben nicht die Helligkeit auf Kosten der Haltbarkeit und umgekehrt leidet (442).

Wohl in wenigen Fabrikationszweigen ist eine so scharfe, unausgesetzte Kontrolle und peinlichste Ordnung und Sauberkeit notwendig, wie bei der Herstellung von Glühkörpern. Wie bereits erwähnt, kann man den einzelnen Körpern die anhaftenden Fehler äußerlich nicht ansehen; ein fehlerhafter Glühkörper ist nicht mehr zu reparieren; jeder Fluidfehler tritt nicht einzeln, sondern in so und so viel tausend Glühkörpern auf.



Fig. 70. Trockenraum für die imprägnierten Strümpfe.  
Im Vordergrund Bretter mit Trockengläsern.

Wenn man nach den Aschenbestimmungen der verschiedenen Fabrikate (s. S. 72) ein Gewicht des verglühten Strumpfes von 0,45 g annimmt, so dürfen bei Verwendung eines 40% igen Fluidums von einem normalen Strumpf nur 2,6 g absorbiert werden. Hiernach regelt man den Druck der beiden Gummwalzen und kontrolliert die ersten Strümpfe auf einer Wage, ob sie dem Gewichte eines Rohstrumpfes + 2,6 g entsprechen, und setzt dann erst das Imprägnieren und Auswinden fort; man versäume jedoch nicht, nach dem Passieren einer größeren Anzahl von Strümpfen die Kontrolle zu wiederholen, da die Spannkraft der Federn und somit der Druck der Walzen sich während der Arbeit ändert.

Die Schwere der Imprägnierung ist sehr verschieden. Ein normal imprägnierter Glühkörper soll soviel an Fluidum aufgenommen haben, als sein eigenes Gewicht an Garn beträgt, wobei eine 30%ige Lösung zur Basis genommen ist. Je geringer der Gehalt an Thorerde, desto geringer ist natürlich die Haltbarkeit des Glühkörpers.

Nach Wenghoffer (301) soll im Strumpf die 1 g Nitrat entsprechende Menge Flüssigkeit verbleiben, was ja mit der obigen Berechnung gut übereinstimmt.

Die imprägnierten, noch nassen Glühkörper werden auf Trockengläser (Fig. 70, 71 u. 72) gezogen und in einem mäßig warmen Raume sich selbst überlassen. Zu schnelles Trocknen ist nachteilig; der Trockenprozeß soll 10—12 Stunden dauern.

Reine Gläser und Hände sind beim Überziehen der Körper auf die Trockengestelle unbedingt er-



Fig. 71.  
Trockenglas.

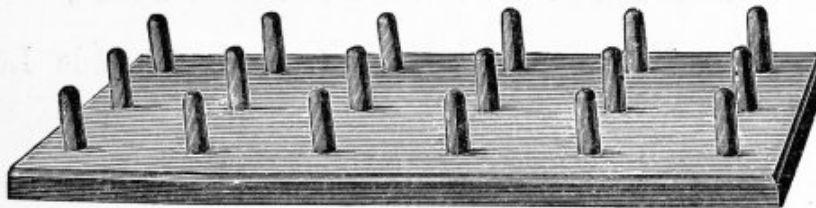


Fig. 72. Trockengläserbrett, geeigneter in Form eines Lattenbodens.

forderlich, weshalb eine scharfe Kontrolle der Arbeiter durch die Aufsichtführenden in den Fabriken, namentlich nach den Frühstück- und Mittagpausen, notwendig ist.

### 3. Härten oder Verstärken des Glühstrumpfkopfes.

Sind die Körper trocken, so werden sie fixiert, d. h. der Kopf, jener mehrfach erwähnte Tüllrand, bezw. jener Patentkopf (die verengten Maschen) wird mit einem sogenannten Härtefluid versehen, wodurch ihm eine größere Härte und Festigkeit verliehen und das Abfallen des leuchtenden Teiles vom Kopf möglichst vermieden werden soll. Zu diesem Zwecke wird der Kopf mit

einer Lösung von Aluminium- und Magnesiumsalzen bepinselt oder vorsichtig in diese Lösung getaucht und nach unten hängend getrocknet (437a). Dabei ist darauf zu achten, daß nicht andere Teile des Glühkörpers mit dem Verstärkungsfliuid in Berührung kommen, da solche Stellen des fertigen Glühkörpers nicht leuchten. Das Härtefluid wird mit irgend einem Farbstoff versetzt, wodurch einer Verwechslung der fixierten Körper mit den unfixierten vorgebeugt wird.

Folgende Rezepte von Verstärkungsbädern finden häufig Anwendung:

Aluminiumnitrat . . . . .	600 g
Magnesiumnitrat . . . . .	600 „
Alaun . . . . .	10 „
Chromnitrat . . . . .	4 „
Mangannitrat . . . . .	4 „
Calciumnitrat . . . . .	40 „
Borax . . . . .	10 „
Wasser . . . . .	3000 „

Nach Castellani (355) sollen sich auch folgende Lösungen gut bewähren:

Destilliertes Wasser . . . . .	100 g
Lösliches Aluminiumnitrat in Körnern	15 „
Magnesiumnitrat . . . . .	15 „
Phosphorsäure ( $D = 1,30$ ) . . . . .	1 ccm.

oder:

Destilliertes Wasser . . . . .	100 g
Magnesiumnitrat . . . . .	15 „
Kristallisiertes Aluminiumnitrat . . . . .	25 „
Phosphorsäure ( $D = 1,30$ ) . . . . .	1 ccm.

Sollen die mit der Verstärkungsflüssigkeit getränkten Glühkörper, falls sie nicht sofort abgebrannt werden, in diesem Zustand aufbewahrt werden, so müssen sie aus dem schon angegebenen Grunde derart verpackt werden, daß die Köpfe das übrige Gewebe

der Glühstrümpfe nicht berühren. Man legt sie daher lagenweise, durch Pergamentpapier getrennt, in Kästen und zwar die verstärkten Köpfe der Glühkörper einer jeden Lage nach derselben Richtung.

Glühkörper mit nicht verstärktem Kopf sind im wesentlichen ebenso zu verpacken, wobei man natürlich keine Rücksicht auf die Lage der Köpfe zu nehmen braucht (437a).



Fig. 73. Kasten zum Aufbewahren der sog. präparierten Glühkörper.

Die mit den Glühkörpern gefüllten (Papp-)Kästen müssen an einem trockenen, luftigen Ort aufbewahrt werden, da die Körper leicht Feuchtigkeit anziehen. Für die sog. imprägnierten Glühkörper bedient man sich auch gut schließender Blechkästen, die als Trockenmittel in einem besonderen Fach Chlorcalcium enthalten, wie Fig. 73 zeigt (s. auch Lit. Nr. 835a).

#### 4. Das Anbringen eines Asbesthenkels.

Nach dem Fixieren beginnt das Ringenähen oder Kopfnähen, wie die technischen Ausdrücke lauten. Während man bis zum Jahre 1891 zum Aufhängen der Glühkörper im Brenner Platindraht verwendete, bedient man sich seit dieser Zeit der wohlfeileren Asbestschnur (Fig. 74). Der Kopf des Glühkörpers wird



in Falten gelegt und ein Asbestfaden durchgezogen, dessen Enden zu einem Henkel zusammengeknotet werden.

Bis zum Jahre 1897 wurden die Köpfe der Glühkörper mehr oder weniger fest geschlossen, weshalb man durchschnittlich keine höhere Leuchtkraft als 60—65 HK kannte. Zu genannter Zeit machten Bruno und Drehschmidt, unabhängig voneinander, die Beobachtung, daß sich der Lichteffect um ca. 20% steigern läßt, wenn der Glühkörper am Kopf offen gehalten wird. Die Ursache der Lichtsteigerung ist leicht erklärlich, denn die Verbrennungsgase können besser abziehen.

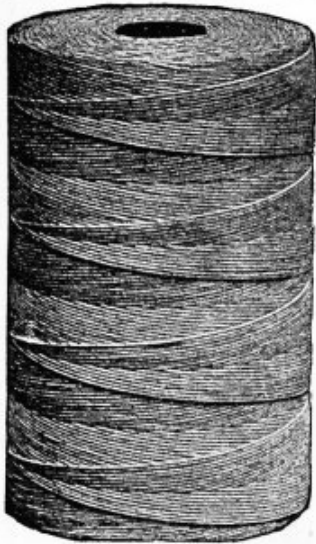


Fig. 74.  
Rolle Asbestschnur.

Seit diesem Zeitpunkt arbeitet man deshalb die Glühkörper mit einer Kopföffnung von ca. 10 mm.

Das zur Verwendung kommende Asbestmaterial muß von bester Qualität sein, und selbst dann kommen noch häufig fehlerhafte Stellen im Asbest vor, denen man aber machtlos gegenüber steht, da sie vor dem Verarbeiten nicht zu erkennen sind. Jede Fehlerstelle im Asbest

bewirkt den Verlust eines Glühkörpers, da in der Glühhitze diese Stellen spröde werden und brechen.<sup>1</sup>

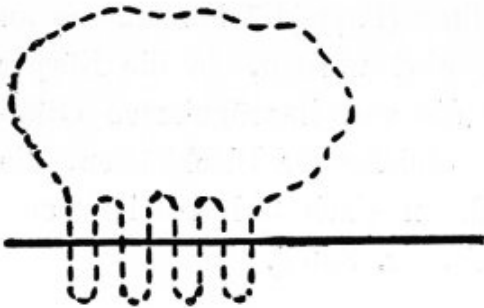


Fig. 75.

Um den Asbesthenkel zu verfertigen, verfährt die Arbeiterin folgendermaßen (437 a):

Ein Asbestfaden von mäßiger Länge wird in das Ohr einer Sticknadel eingeführt, die jedoch, um für den vorliegenden Zweck geeignet zu sein, eine abgerundete Spitze besitzt. Diese Nadel nimmt die

<sup>1</sup> Die Asbestgarne werden meistens in zwei Qualitäten geliefert, entweder 3500 m oder 5000 m Länge pro Kilogramm. Die Fäden sind zweifach oder dreifach gezwirnt und besitzen eine Zugfestigkeit von ca. 4 kg. Der kanadische Asbest soll der beste sein.

Arbeiterin in die rechte Hand und schiebt auf sie die in vier Falten gelegte eine Hälfte des Kopfes (Fig. 75), darauf legt sie die andere Hälfte des Kopfes ebenfalls in vier Falten (Fig. 76) und zieht auch durch diese den Asbestfaden. Hierauf verknotet man beide Enden (Fig. 77) und führt sie zwischen den beiderseitigen Falten unter gegenseitiger Verdrehung hindurch und ver-

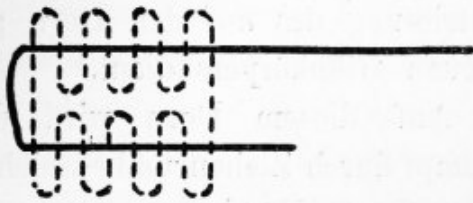


Fig. 76.

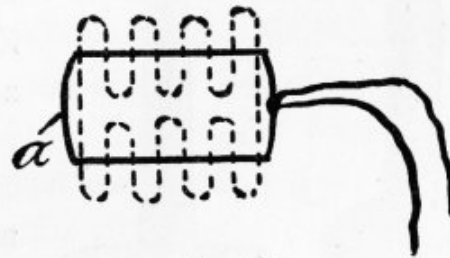


Fig. 77.

knotet sie mit dem Bügel *a*, wodurch der Traghenkel *b* entsteht (Fig. 78).

Es ist erstaunlich, bis zu welcher Geschicklichkeit es einzelne Arbeiterinnen im Nähen der Ringe bringen. Wenn eine Anfängerin 100—150 Asbestringe pro Tag näht, so bringen es manche Geübte auf 500—600 (442).

Man hat versucht, diese Arbeit mittels Maschinen zu verrichten und ist neuerdings zu Konstruktionen gelangt, welche dem praktischen Bedürfnis gewachsen sein sollen, jedoch noch nicht in die Praxis Eingang gefunden haben. Diesbezügliche Patente erhielten Schopper (437 a) und Hundhausen (D. R. P. Nr. 156 947).

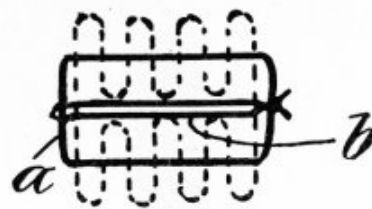


Fig. 78.

### 5. Das Abbrennen der Glühkörper.

Die sog. präparierten Glühkörper, d. h. die imprägnierten und mit einem Asbesthenkel versehenen Strümpfe müssen in fertige, aus den Oxyden der angewendeten Erden (Thorium und Cerium) bestehende, feste, in der Hitze der Bunsenflamme sich möglichst wenig ändernde Glühkörper umgewandelt werden — eine

Operation von größter Wichtigkeit, denn vom Abbrennen hängt die Lebensdauer des Glühkörpers ab.

Vor dem Abbrennen wird jeder Glühkörper auf eine Holzform (Glättholz) von etwa 30 cm Länge (Normalgröße) gestreift (Fig. 79 und 80), welche nach oben etwas konisch zuläuft, am oberen

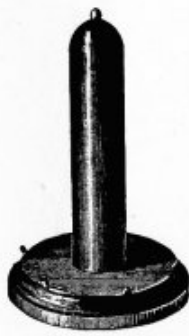


Fig. 79.  
Glättholz.

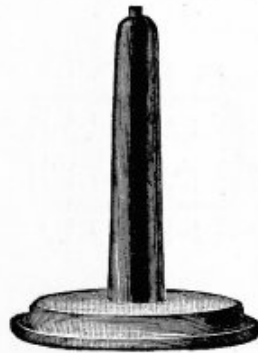


Fig. 80.  
Glättholz.

Ende abgerundet und mit einem kleinen Ansatz versehen ist, der zur Zentrierung des auf den Dorn gezogenen Glühkörpers dient.<sup>1</sup>

Auf diesem Dorn wird der Strumpf durch Ziehen und Streichen mit sauberen Händen geglättet und gleichmäßig langgezogen; wobei darauf zu achten ist, daß alle Falten verschwinden (Fig. 81) und sich

nicht Zonen von fester gezogenen und lockeren Maschen bilden (Fig. 82).

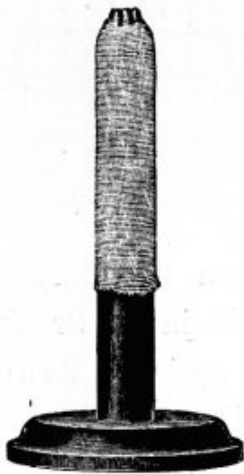


Fig. 81.  
Richtig geglätteter  
Glühkörper.



Fig. 82.  
Falsch geglätteter  
Glühkörper.

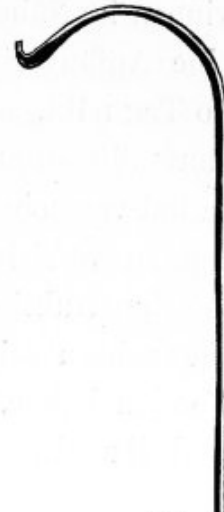


Fig. 83.

Nach dem Glätten faßt man den Glühkörper mit einem Haken (Fig. 83) an der Asbestschleife (Fig. 84) und hebt ihn von der Form ab (Fig. 85). Man steckt den Haken mit dem daran hängenden Glühkörper in ein Loch, welches in einer Holzleiste

<sup>1</sup> Holzform für birnförmige Glühkörper s. Lit. Nr. 882.

(Fig. 86 und 87) oder im Fuße der Form selbst (Fig. 88) angebracht ist, und beginnt dann das Abbrennen, indem man gegen den Kopf (Fig. 90) des Glühkörpers die Flamme eines Bunsenbrenners (Fig. 89) richtet. Dieser Vorgang wird Veraschen genannt. Würde man den Körper von unten anzünden, so würde er beim Veraschen so stark zusammenschrumpfen, daß er unbrauchbar wird.

In dieser Weise brannte man ursprünglich (heute wohl auch noch in ganz kleinen Installationsbetrieben) die Glühkörper ab; später konstruierte man Apparate, welche das Veraschen wesentlich erleichterten. Krüger erhielt ein Patent auf einen Ringbrenner (Fig. 91), mit schräg nach unten gerichteten kleinen Flämmchen unter den die zu veraschenden Glühkörper nacheinander zu schieben waren. Der hierzu sinnreich konstruierte Apparat

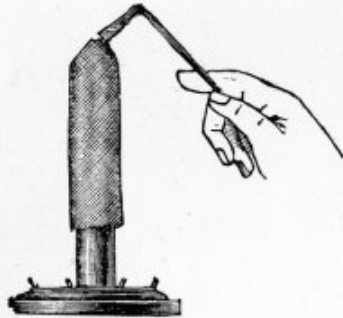


Fig. 84.

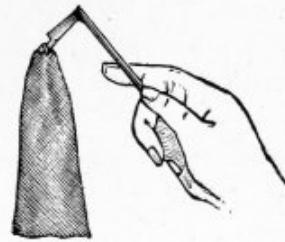


Fig. 85.

bestand aus einem horizontal stehenden drehbaren Rade, durch dessen vertikale Achse ein Gasrohr führte, das am oberen Ende rechtwinkelig gebogen und mit dem Rundbrenner ausgestattet war. Auf dem Reifen des Rades waren in gleichen Abständen Ständer und Haken für die aufzuhängenden Glühkörper angebracht. Durch Drehen des Rades wurden die Körper nacheinander unter die Bunsenflamme geführt.

Bruno benutzte eine umgekehrte Anordnung (Fig. 92). Die Glühkörper hingen an Haken auf feststehender Unterlage, darüber bewegte sich ein drehbarer Arm mit der Bunsenflamme von einem Glühkörper zum anderen.

Das Veraschen geht also sehr einfach vor sich. Durch das Einwirken der Flamme auf den Kopf des Netzes, bildet sich binnen kurzem ein brennender Kreis (Fig. 91), welcher langsam zum unteren Teil



des Glühkörpers vorrückt. Hat dieser Kreis ungefähr das dritte Viertel der Länge des Körpers erreicht, so setzt man die Wirkung

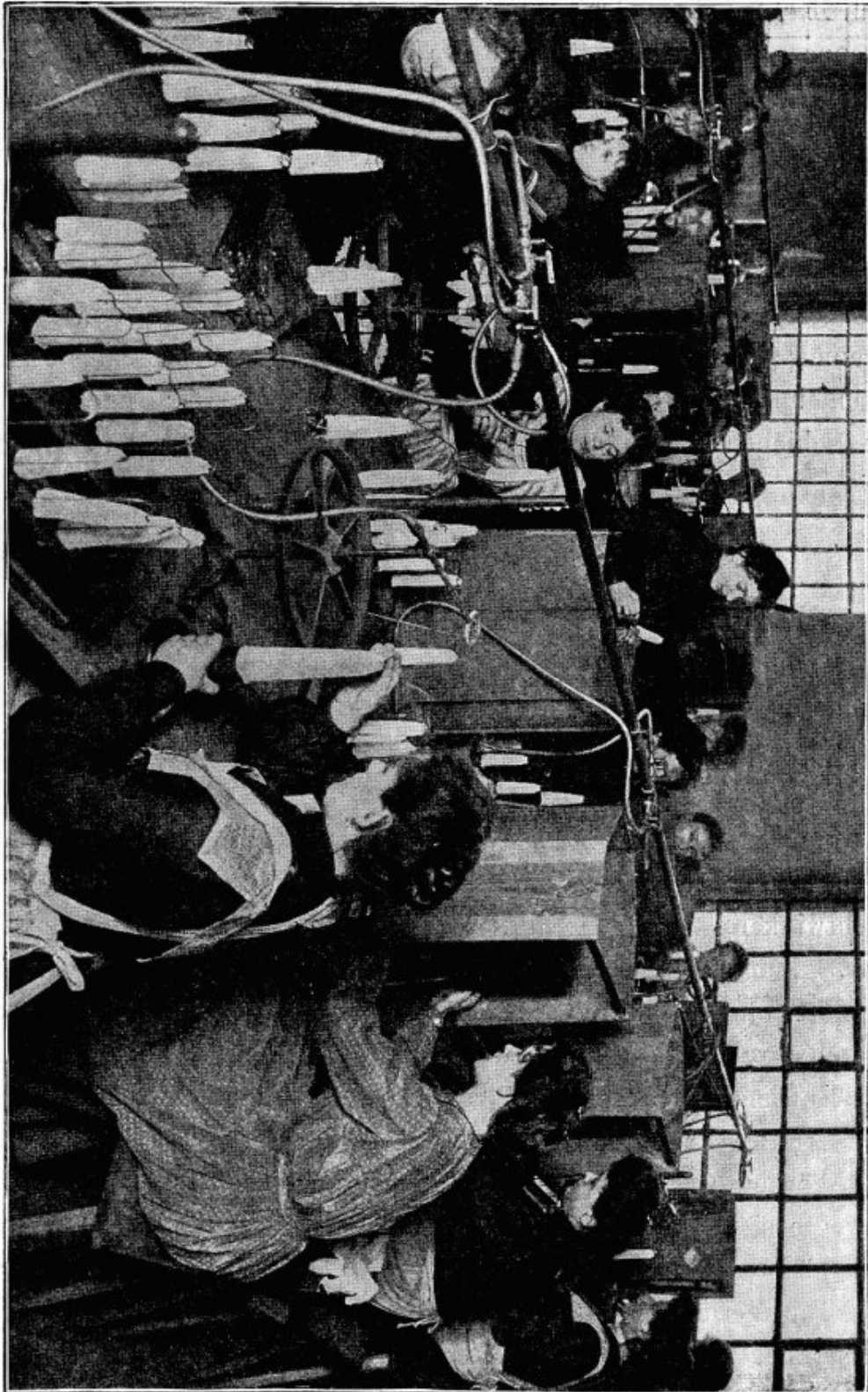


Fig. 86. Abtrennerei.

der Bunsenflamme aus und überläßt das Abbrennen sich selbst. Am Ende des Veraschens pflegen die Glühkörper die Neigung zu haben, sich unten zu schließen; dem hilft man ab, indem man die

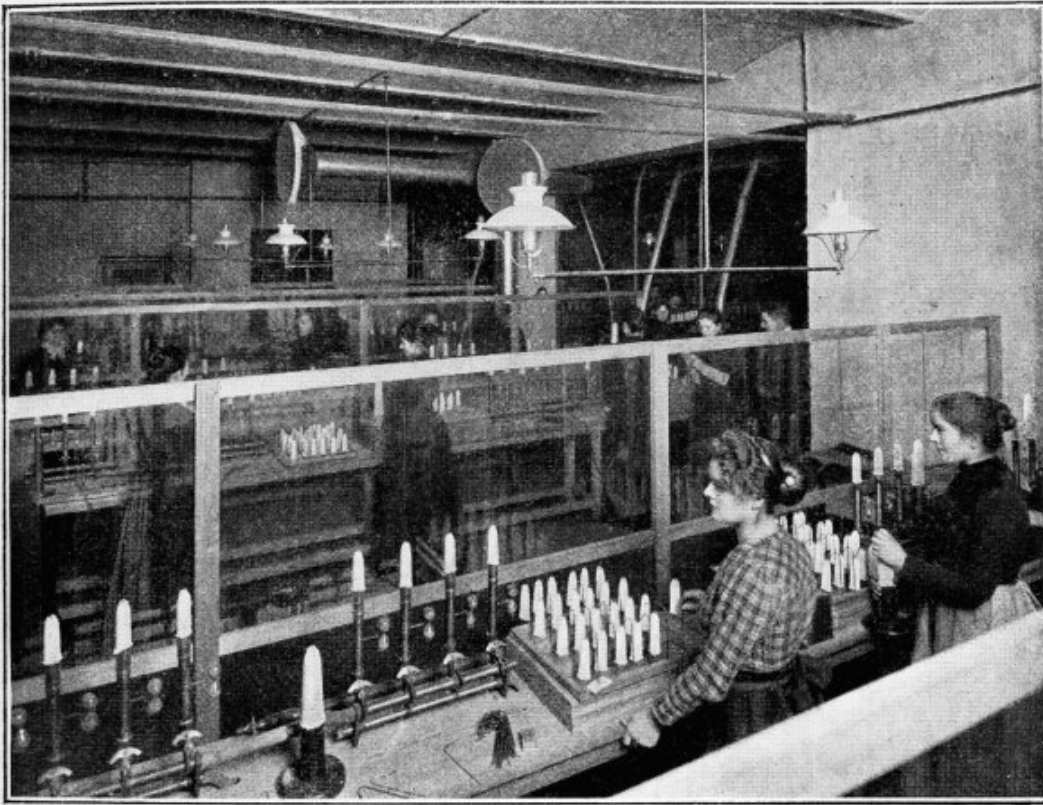


Fig. 87. Abbrennerei mit Abbrennmaschinen ausgerüstet.

Wände des Glühkörpers mittels zweier reiner Glasstäbe auseinanderhält, oder die zu veraschenden Glühkörper auf ein Drahtgestell, wie Fig. 91 zeigt, setzt.

Durch das Veraschen wird das Gewebe des Strumpfes vollkommen verbrannt und das Thor-Cernitrat in die Oxyde übergeführt, aus welchen nunmehr der weiche und leicht zerstörbare, die Struktur des Gewebes genau erkennen lassende Glühkörper besteht. Faltig und schlaff wie der Glühkörper nach dieser Operation ist, kann er für die Beleuchtung noch nicht verwendet werden.

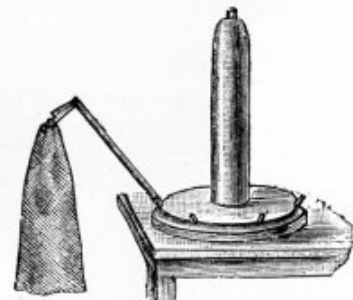


Fig. 88.

Um dem veraschten Glühkörper nun die richtige Form, Größe

und Härte zu geben, wird er der Flamme eines besonders für diesen Zweck eingerichteten Preßgasbrenners ausgesetzt. Man nennt diesen Prozeß wohl auch „Klarbrennen“.



Fig. 89.

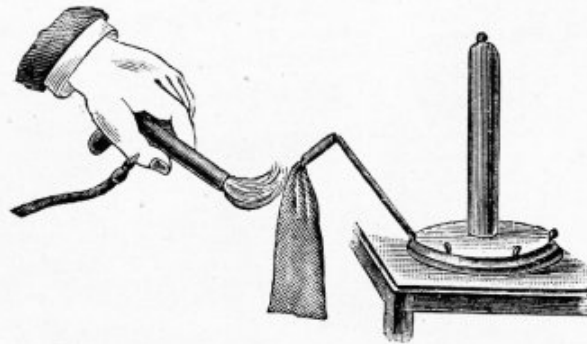


Fig. 90. Veraschen des Glühkörpers.

Zur Zeit der Entstehung des Gasglühlichtes kannte man das Preßgas noch nicht und behalf sich damit, den Glühkörper mit

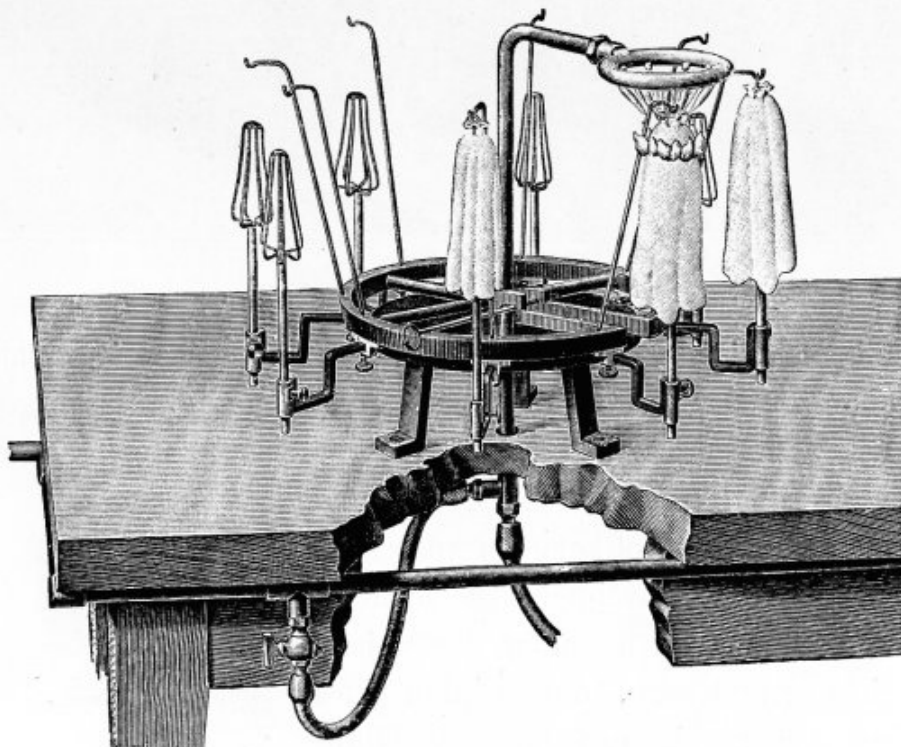


Fig. 91. Veraschen der Glühkörper.

der einfachen Bunsenflamme von innen etwas auszuglühen, zu weiten und zu härten, so gut und so schlecht es eben ging. In kleineren Installationsbetrieben Frankreichs und anderen Ländern,

in denen die Verteilung des Gases unter einem gegen deutsche Verhältnisse ungewöhnlich hohem Druck geschieht, bedient man sich dieser primitiven Methode noch fast allgemein. Die so behandelten Glühkörper waren sehr empfindlich und wenig formbeständig. Erst später fand man, daß mit dem Druck des Gases auch seine Heizkraft steigt — es entstand der erste Preßgasbrenner.

Mit Hilfe einer Kolben- oder Flügelpumpe wird das Gas in einen Kessel bis auf mehrere Atmosphären Druck gepreßt, wobei ein automatisch arbeitendes Reduzierventil die konstante Gebrauchsspannung, etwa 1500—3000 mm Wassersäule hält. Über die Erzeugung von Preßgas ist S. 143 zu vergleichen, hier sei nur bemerkt, daß die aus einer Trommel mit elastischen Wänden und einer Blasevorrichtung aus Gummi mit zwei Bällen (siehe Fig. 93, 94, 97) bestehenden Handgebläse nur für ganz kleine Betriebe in Betracht kommen und hauptsächlich von Installateuren benutzt werden.



Fig. 92. Veraschen der Glühkörper.



Fig. 93. Preßgasgebläse für Handbetrieb.

Die lebendige Kraft der radial oder schräg nach außen strömenden, unter erhöhten Druck gesetzten Gase wird jetzt ausschließlich zum Formen und Ausweiten der Mäntel verwendet (232 a).

Der veraschte Glühkörper wird zunächst über der Preßgasflamme geformt, und zwar bei schwächerem Druck (etwa 50—60 mm Wassersäule), der durch Zudrehen des Hahnes am Brenner abgedrosselt wird. Der Glühkörper wird zu diesem Zweck



bis zum Kopf über den Preßgasbrenner gebracht, wie Fig. 95 und 97 zeigen, und von oben, also vom Kopfe aus, nach unten zu geformt (Fig. 96 und 99). Sodann wird der Glühkörper

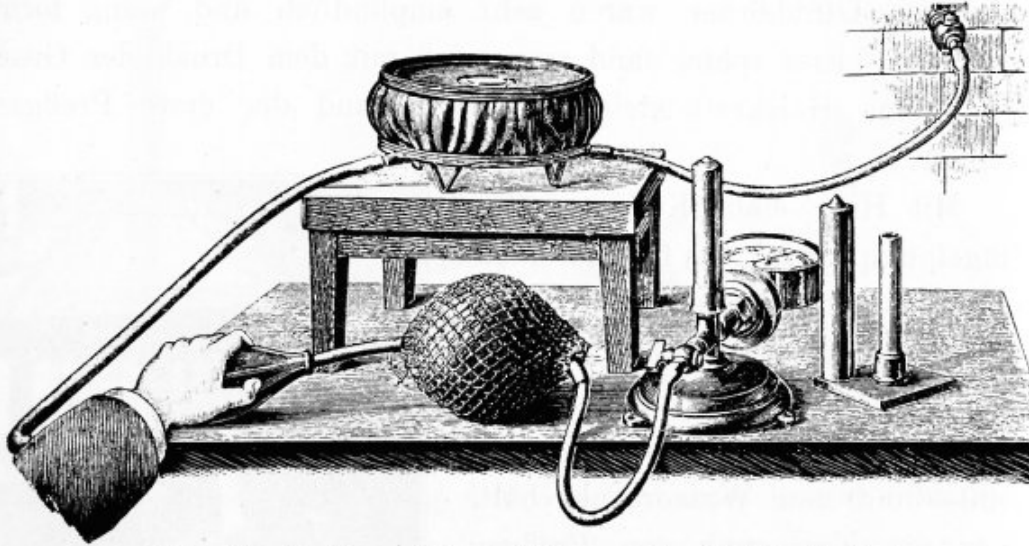


Fig. 94. Preßgasgebläse mit Manometer für Handbetrieb.

durch Heben und Senken bei stärkerem Druck längere Zeit, etwa  $1\frac{1}{2}$  bis 2 Minuten, gehärtet bzw. ausgeglüht. Abbildung 99

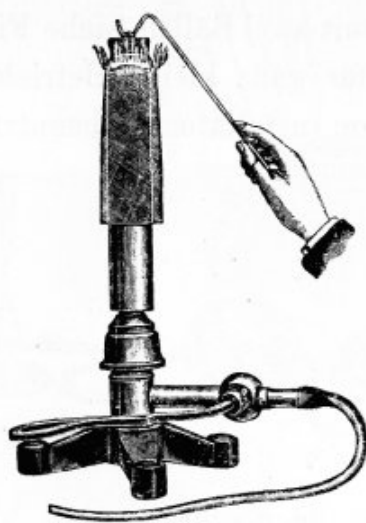


Fig. 95. Formen und Härten des Glühkörpers — erste Stellung.

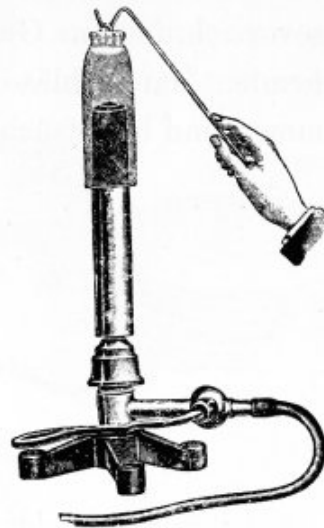


Fig. 96. Formen und Härten des Glühkörpers — zweite Stellung.

zeigt, wie an einem bereits geformten und gehärteten Glühkörper durch das Ziehen schräg durch die Preßgasflamme, die Unebenheiten der Form beseitigt werden. Zum Schutze der Arbeiterin gegen das dabei sich entwickelnde äußerst grelle Licht ist vor der

Flamme eine schwarze Scheibe angebracht; da aber das schwarze Glas nur die Lichtstrahlen, aber nicht die Wärmestrahlen absorbiert, so hat Corradi (355, S. 92) einen Apparat erdacht, der diesem Übelstande abhelfen soll, indes bisher wohl nur geringe oder gar keine praktische Anwendung gefunden hat.

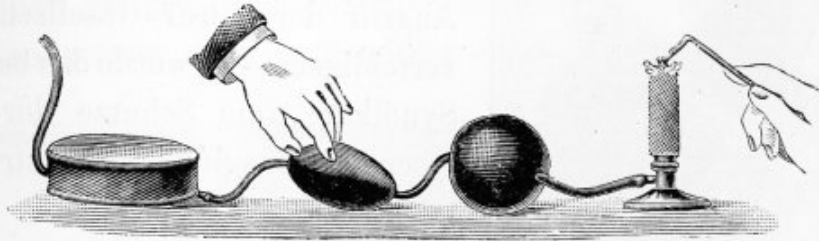


Fig. 97.

Formen und Härten des Glühkörpers mit dem Handgebläse.

Die Behandlung der Glühkörper mit Preßgas, die einen sehr großen Fortschritt bedeutete, wurde seinerzeit der Deutschen (Auer) Gasglühlicht-Aktien-Gesellschaft geschützt (Krüger D. R. P. 77384), aber dessen ungeachtet arbeiteten sämtliche Glühkörperfabriken jahrelang nach einem Verfahren, das mit diesem sehr große Ähnlichkeit hatte und offenbar unter dies Patent fiel. Eigentümlicherweise ließ die Auer-Gesellschaft erst einige Jahre vergehen, ehe sie gegen Butzke 1899 und gegen Siegel & Co. 1901 Prozesse anstrebte.

Wenn auch der Ausgang des Prozesses Butzke in allen Instanzen für die Klägerin ungünstig verlief, so waren sich doch die beteiligten Kreise darüber klar, da im Falle Siegel & Co. der Rechtsstreit anders lag, daß schließlich die Konkurrenz unterliegen mußte. Die Gefahr für die ganze Gasglühlicht-Industrie war also eine außerordentlich große, denn der Plan der Auer-Gesellschaft war leicht zu erkennen: hätte sie erst ein rechtskräftiges Erkenntnis erlangt, so wäre die gesamte Konkurrenz ruiniert gewesen.

In dieser kritischen Zeit trat der Konkurrenzneid, der sich

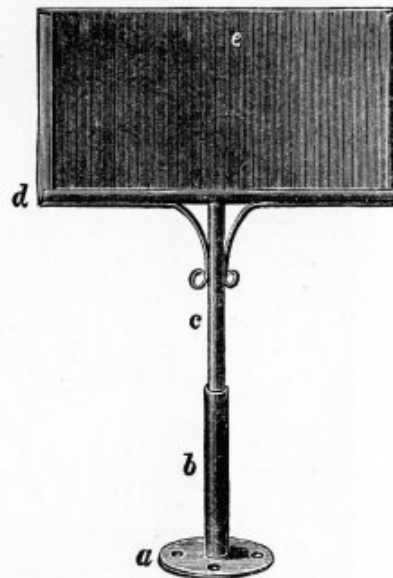


Fig. 98. Glasschirm als Augenschutz.

in der Gasglühlichtbranche mehr als irgend wo ausgebildet hatte, plötzlich in den Hintergrund. Die drohende Gefahr trieb die



Fig. 99. Das Formen und Härten des Glühkörpers.

Fabrikanten in ein gemeinsames Lager, und sie vereinigten sich im November 1901, um sich gegen den Angriff der Auer-Gesellschaft zu verteidigen — es wurde das bekannte Syndikat „zum Schutze der Interessen der Gasglühlichtindustrie“ gegründet.

Der Auer-Gesellschaft war ein Gas-Luftgemisch geschützt, in welchem sich das Gas in gepreßtem Zustand befand. Durfte also die Konkurrenz mit Preßgas nicht ar-

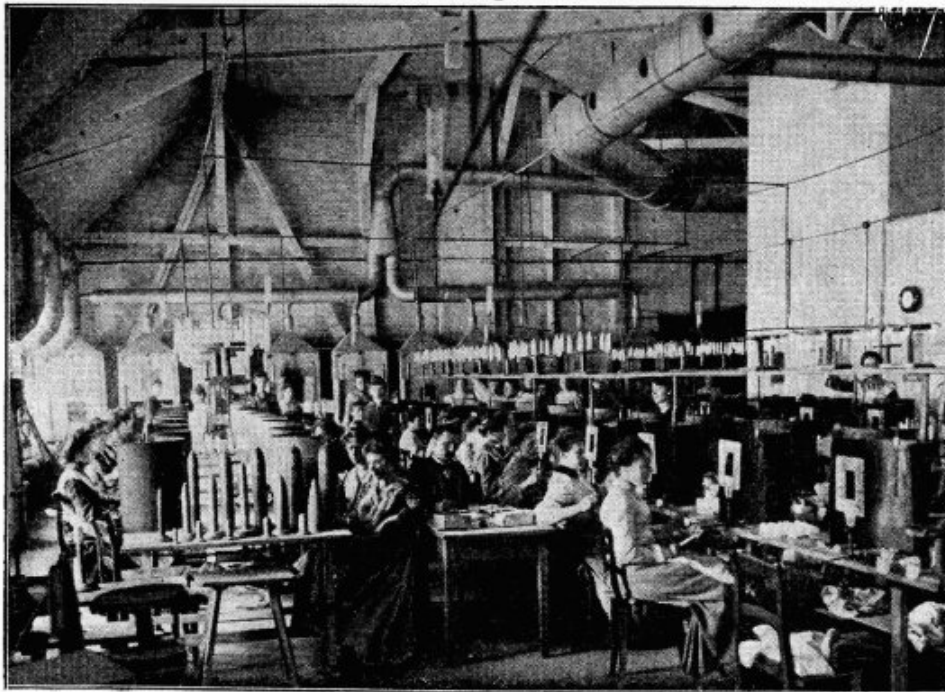


Fig. 100. Abbrennerei.

beiten, so blieb die einzige Möglichkeit, die Luft zu komprimieren, um einen ähnlichen Effekt zu erzielen. Leider ließ sich die Auer-Gesellschaft auch dieses Verfahren noch schützen, so daß

die Situation immer kritischer wurde. Inzwischen erhielt jedoch Bruno, ein Mitglied des Syndikats, ein Patent auf einen Brenner, bei dem Gas und Luft unter hohem Druck erst in der Flamme vereinigt wurde, im Gegensatz zu dem Patent der Auer-Gesellschaft, nach welchem das Gemisch von Gas und Luft als Preßgas geschützt war.

Nach langem mühevolem Nachschlagen in älteren Patentschriften gelang es dem Syndikat ein amerikanisches Patent aus-

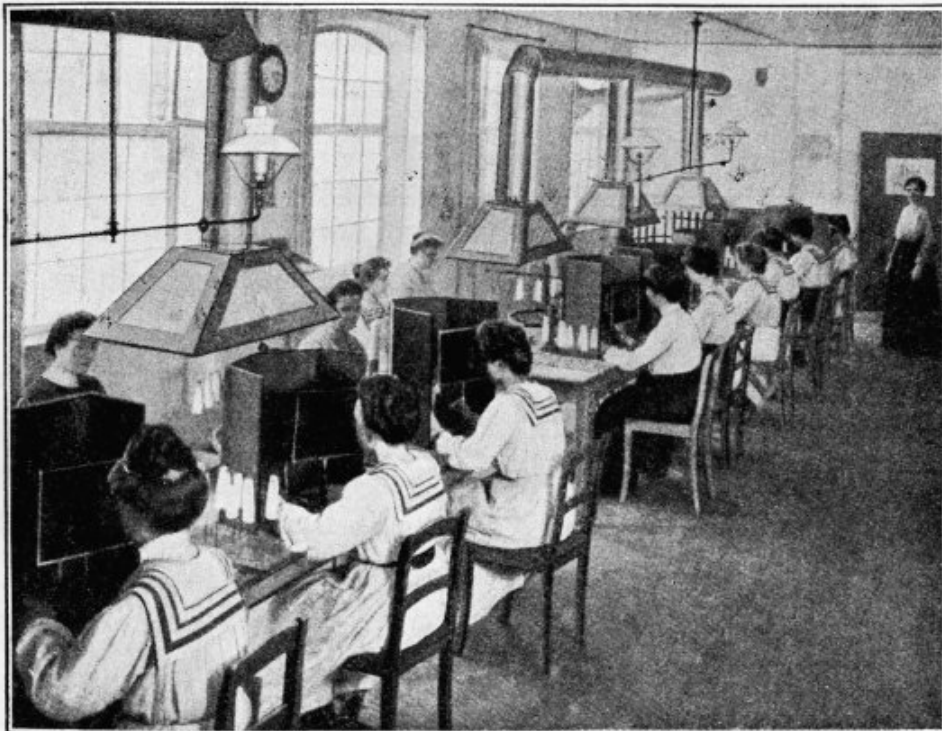


Fig. 101. Abbrennerei.

findig zu machen, nach welchem ein Gas-Luftgemisch zum Formen und Härten von Glühkörpern verwendet wird und die Luft unter hohem Druck steht. Das vom Syndikat angefochtene Auer-Patent wurde auf Grund dieser wichtigen Vorveröffentlichung für nichtig erklärt.

Nach diesem Erfolge des Syndikats kam Oktober 1903 eine Einigung zwischen der Auer-Gesellschaft und ihrer Konkurrenz zustande, so daß die Gasglühlicht-Industrie fortan eine gesunde Entwicklung nehmen konnte, die sie zu dem heutigen erfreulichen Stand führte.



Dieser geschichtliche Bericht durfte hier nicht fehlen, denn er gestattet einen Einblick in die schwierigen Verhältnisse, mit welchen die Auer-Konkurrenz zu rechnen hatte, um ihr Ziel zu erreichen und ein Monopolisieren dieses wichtigen Beleuchtungsmittels zu verhindern.

Da das Abbrennen und Formen der Glühkörper mittels eines

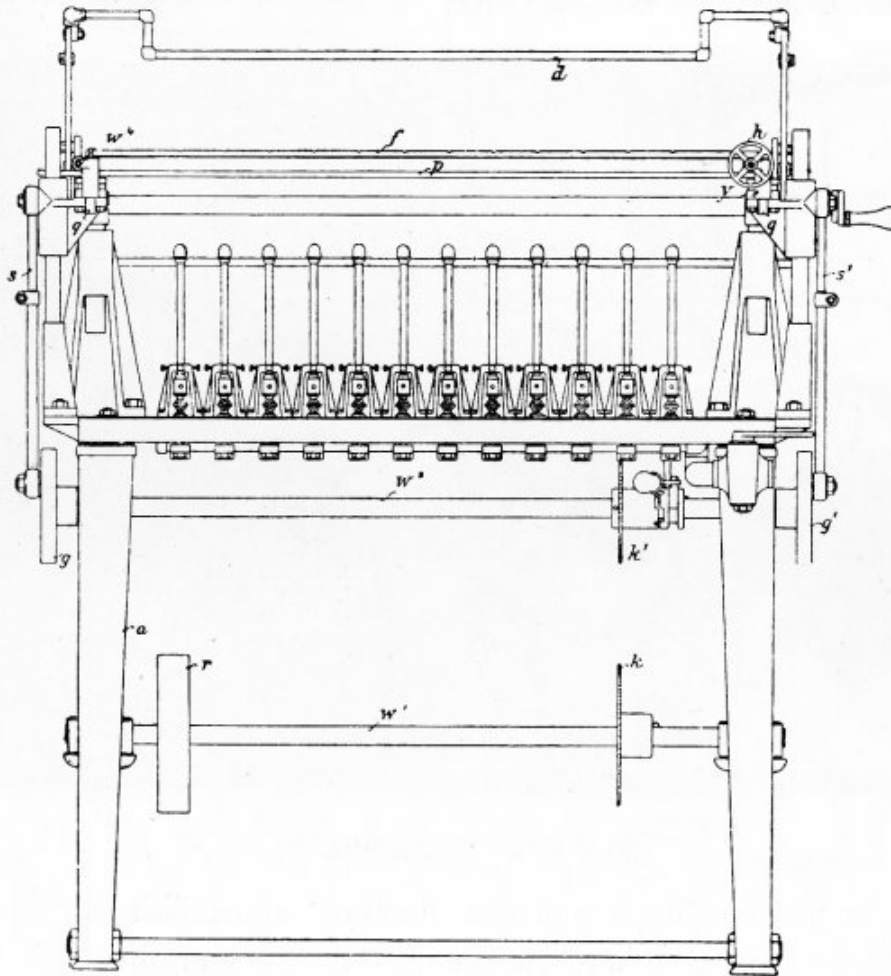


Fig. 102. Abbrennmaschine (Vorderansicht).

Preßgasbrenners eine gewisse manuelle Geschicklichkeit erfordert, so fallen nicht alle Glühkörper ganz gleich aus, und eine Anzahl von ihnen ist häufig etwas weiter oder enger wie erforderlich. Diese Übelstände sucht in neuester Zeit eine Reihe von Apparaten (siehe Fig. 87 u. 102—104) zu beseitigen. Den meisten von ihnen haften indessen noch Unvollkommenheiten an, so z. B. die durch die große Hitzeentwicklung verursachten Störungen des Mechanismus, das

Ankleben der Gewebe am Preßgasbrenner während des Veraschens oder ungenügendes Bestreichen der Glühstrumpfenden an länger ausfallenden Strümpfen, was dann ein Einziehen nach innen durch das Kollodinieren zur Folge hat (903).

J. Janz hat eine drehbare Aufhängevorrichtung für die Strümpfe gewählt; andere Konstruktionen, wie die von Werthen (903), Butzke (D. R. P. 109679 v. 28. Febr. 1899) u. a. m. (siehe Patentliteratur) dagegen verwenden eine nur auf- und abwärts bewegliche. Die Fig. 102—104 sollen die Einrichtung derartiger Maschinen erklären.

Die Brenner sind auf einer Eisentischplatte fest montiert und durch Zentrierböcke vertikal zum Strumpfhalter ausgerichtet. Ebenso festgelagert sind zwei Schienen, deren jede 12 in Haken hängende Glühkörper hält, so daß alle 24 auf einmal verascht und hartgebrannt werden können.

Durch leichte Bewegung einer Radwelle während des Veraschens wird ein Ankleben der Strümpfe, welche am unteren Ende über dem Preßgasbrenner hängen, vermieden. Der Hub ist für verschieden lange Glühkörper von vornherein durch veränderbare Exzentrerscheiben einstellbar. Be-

kanntlich kommt es aber vor, daß Glühkörper von ein und derselben Qualität und Länge nach dem Veraschen nicht immer die gleiche Länge behalten. Ist z. B. der Hub auf 10 cm eingestellt, während die veraschten Gewebe 11 cm lang geblieben sind, so ist es, um auch noch den 1 cm mit der Preßgasflamme zu treffen, nicht erst

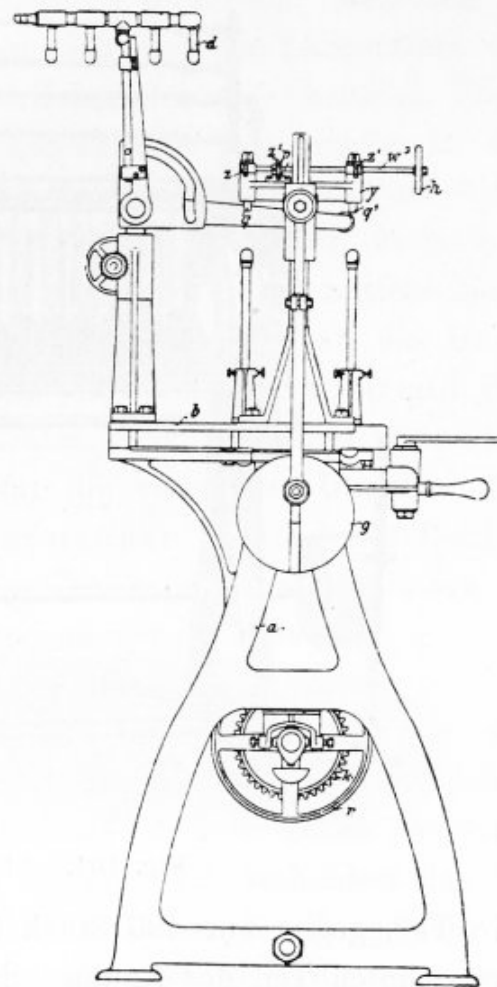


Fig. 103.  
Abbrennmaschine (Seitenansicht).

nötig, den Exzenter zu verstellen, sondern es wird dies durch eine kleine Drehung der Radwelle während des Brennens bewirkt. Schließlich vermag man durch Verkürzen oder Verlängern der Exzenterstange, welche verstellbar ist, nach Belieben volle, zylindrische oder schmale, konische Glühkörperköpfe zu gestalten.

Die Maschine arbeitet automatisch, erfordert zur Bedienung nur eine Person bei einer Leistung von etwa 3000 Glühkörpern

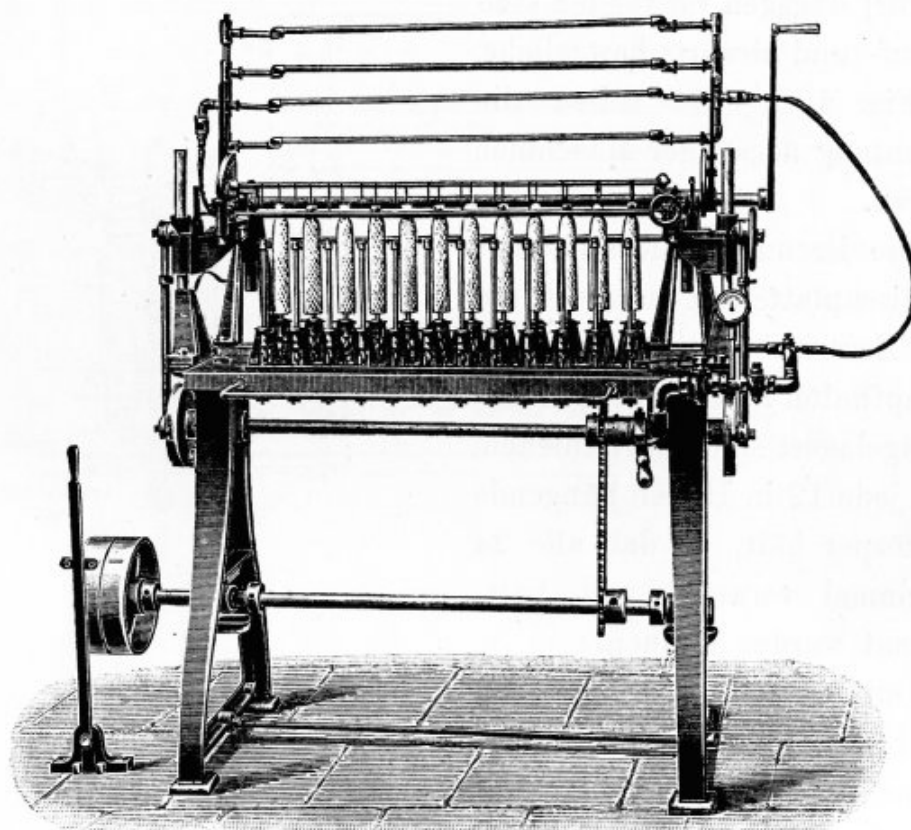


Fig. 104. Abbrennmaschine.

pro Tag, gegen nur 400 Stück bei alter Arbeitsmethode und nur den zehnten Teil des Raumes, den Einzelhandarbeit erfordert.

Die in Fig. 102—104 dargestellte Maschine besteht im wesentlichen aus den beiden Füßen  $aa$ , mit welchen Platte  $b$  fest verbunden ist. Der Antrieb erfolgt durch Riemenscheibe  $r$ . Die Bewegung wird durch Welle  $w^1$ , auf welcher das Kettenrad  $k$  befestigt ist, durch eine Kette und Kettenrad  $k^1$  auf die Welle  $w^2$  übertragen. Um sofortiges Stillstehen der Maschine zu bewirken, ist Kettenrad  $k^1$  mit einer bekannten Klauenkupplung versehen.

An beiden Enden der Welle  $w^2$  sind Kurbelscheiben  $gg^1$  mit verstellbarem Kurbelradius angeordnet. Hierdurch wird ein längerer oder kürzerer Hub zum Fertigstellen von Glühkörpern verschiedener Längen erzielt, während durch Verlängern oder Verkürzen der Schubstangen  $ss^1$  zylindrische oder konische Glühkörperköpfe entstehen. Ein Ankleben der sich veraschenden Glühkörper an die zum Teil innerhalb derselben stehenden Preßgasbrenner wird durch leichtes Drehen des Handrades  $h$  vermieden. Letzteres ist auf Welle  $w^3$  befestigt, auf welcher sich eine den Längsreihen von Glühkörpern entsprechende Anzahl Zahnradchen  $xx^1$  befindet. Diese sind in Eingriff gebracht mit Zahnstangen  $gg^1$ , welche in den Schiebern  $y$  lagern und an ihrem Kopf zwecks Aufnahme der Glühkörperschiene gabelartig ausgebildet sind. Durch ein besonderes Zahnrad  $x^2$  und die Zahnstange  $p$  ist die Welle  $w^4$  mittels Zahnradchen zwangsläufig verbunden, so daß beim Drehen des Handrades  $h$  eine parallele Verstellung der Schienen während des Brennens erzielt wird. Es ist also nicht nötig und wäre nicht nur zeitraubend, sondern auch für die veraschten Gewebe nachteilig, den Hub an den Exzenterstangen während des Betriebs zu verstellen, wenn die veraschten Gewebe eine größere Länge behalten haben, als ursprünglich angenommen wurde.

Der Arbeitsvorgang ist nun folgender:

1. Nachdem die beiden Schienen mit den Glühkörpern eingehängt sind, wird Vorbrennrahmen  $d$  übergeklappt. Die kleinen Flämmchen treffen die Glühkörperköpfe und veraschen das ganze Gewebe;
2. leichtes Drehen des Handrades  $h$  verhindert das Ankleben an die Preßgasbrenner;
3. Einschalten der Kuppelung, wodurch sich sowohl die Glühkörper als auch der Vorbrennrahmen heben und senken;
4. in niedrigster Stellung die Kuppelung anhalten;
5. durch Aufdrehen des Brennerhahns entzünden sich die Preßgasbrenner an den Vorbrennflämmchen;
6. Zurückschlagen des Vorbrennrahmens  $d$  und Wiedereinschalten der Kuppelung;
7. Gasdruck auf die nötige Stärke bringen;
8. falls die Preßgasflamme nicht auch das untere Strumpfende trifft, das Handrad  $h$  ein wenig verstellen.

Das Auf- und Niedergehen bzw. das Hartbrennen geschieht dann automatisch, und es ist nur nötig, die Kuppelung auszuschalten (was in nächster Stellung geschieht), um die Schienen, welche an ihren Enden nichtleitende Halter haben, abzuheben, neue Schienen aufzulegen und den gleichen Vorgang zu wiederholen (903).

Einen anderen von Buhlmann (D. R. P. 130 960) konstruierten Apparat (899) zeigt die Abbildung 87. Eine Anzahl vertikaler Röhren tragen oben Drahtnetze von der Form der Glühkörper, deren Durchmesser jedoch um ein geringeres kleiner ist als der fertigen Glühkörper und deren Länge ungefähr der imprägnierten, nicht abgebrannten Strümpfe gleich ist.

Diesen Drahtnetzen wird innen durch ein horizontales Rohr Gas unter gewöhnlichem Druck zugeführt, dessen Menge durch einen Hahn mit Stellhebel regulierbar ist, und ferner Luft unter erhöhtem Druck durch ein anderes horizontales Rohr. Das Gasluftgemisch wird außen entzündet und der Gaszufluß so reguliert, daß der ganze Siebkörper mit einer gleichmäßigen, dünnen, blau-brennenden Flammenschicht bedeckt ist. Damit diese Gleichmäßigkeit der ganzen Länge nach erreicht wird, sind die Maschen und Dicke bzw. die Anzahl der den Körper bildenden Siebe nicht überall gleich.

Man geht nun in der Weise vor, daß man, wie auch früher üblich, den Glühkörper auf dem Glättholz glättet, ihn dann auf den Siebkörper setzt, welchem noch kein Gas zugeführt wird. Läßt man jetzt Gas zuströmen und zündet das Gasluftgemisch an, so brennt der Glühkörper ab, formt sich zugleich und nimmt genau die Gestalt des Siebkörpers an. Damit der Kopf des Glühkörpers eine genügende Härte und Festigkeit erhält, wird gleich nach dem Anzünden durch eine Hebelvorrichtung ein Kochgasrundbrenner herabgesenkt, dessen Flammen den Kopf umspülen. Zugleich schaltet diese Hebelvorrichtung eine Sanduhr ein, welche die zum Formen und Härten des Glühkörpers erforderliche Zeit, gewöhnlich 2 Minuten, anzeigt. Nach dieser Zeit wird der geformte Glühkörper, während die Flamme noch brennt und nachdem der Kochgasrundbrenner gehoben ist, mittels eines Hakens abgehoben und



die Flamme gelöscht. Der Siebkörper ist dann zur Aufnahme eines neuen Glühkörpers wieder bereit.

Ein derart geformter Glühkörper hat so genau die Form des Siebkörpers angenommen, daß er Rippen, welche auf diesem vorhanden sind, ebenfalls aufweist.

Mittels dieses Verfahrens ist es nun möglich, Glühkörper der gewöhnlichen, wie auch abweichender Gestalt (Fig. 105) zu erzielen;

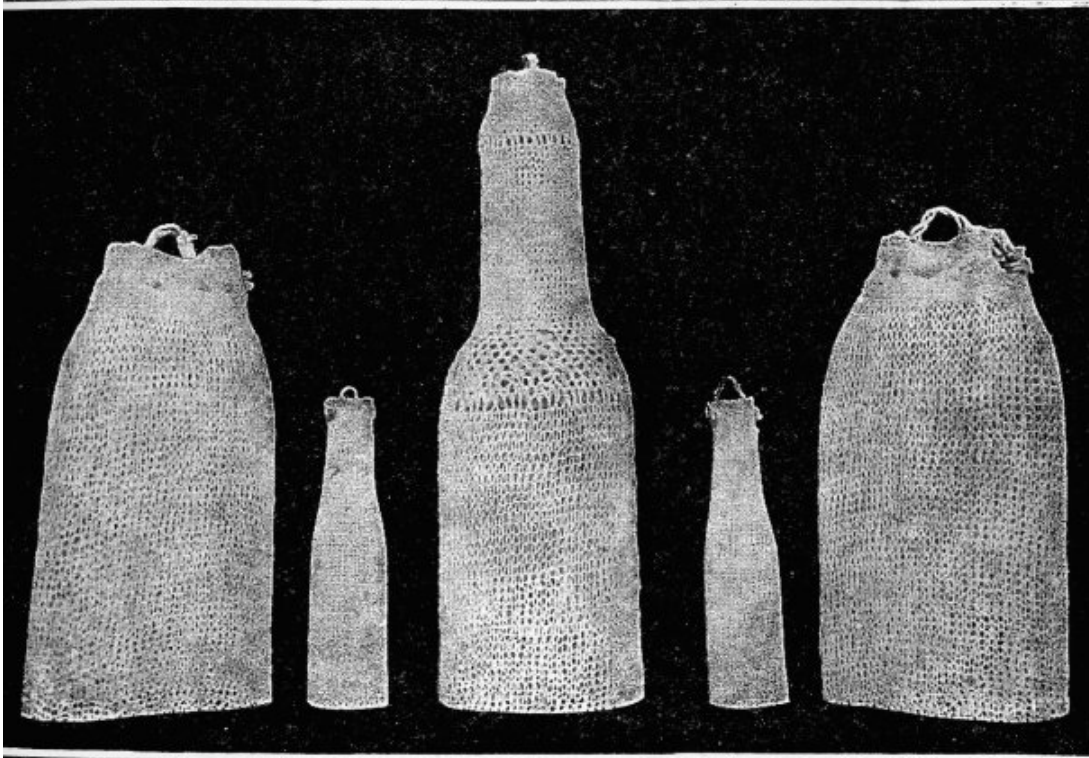


Fig. 105.

es ist nur nötig, daß man einen Siebkörper der beabsichtigten Form verwendet (383 b).

Eine Abbrennmaschine im größten Maßstabe stellt Fig. 106 dar.

Trotz der Bequemlichkeit, welche derartige Maschinen versprechen, ziehen es doch fast alle Glühkörperfabrikanten vor, das Abbrennen der Strümpfe einzeln mit der Hand ausführen zu lassen. Fabriken, die probeweise mit irgend einer Maschine abbrannten, gaben nach kurzer Zeit den Versuch auf und wandten sich wieder der individuellen Behandlung der Glühkörper zu.

Demnach scheinen sich die in der Literatur (135a, 383b)<sup>1</sup> vorhandenen Empfehlungen nur auf Laboratoriumsversuche zu beziehen.

Der Glühkörper muß eben individuell behandelt werden, denn die Glühkörper einer gleichen Fabrikationsserie verhalten sich

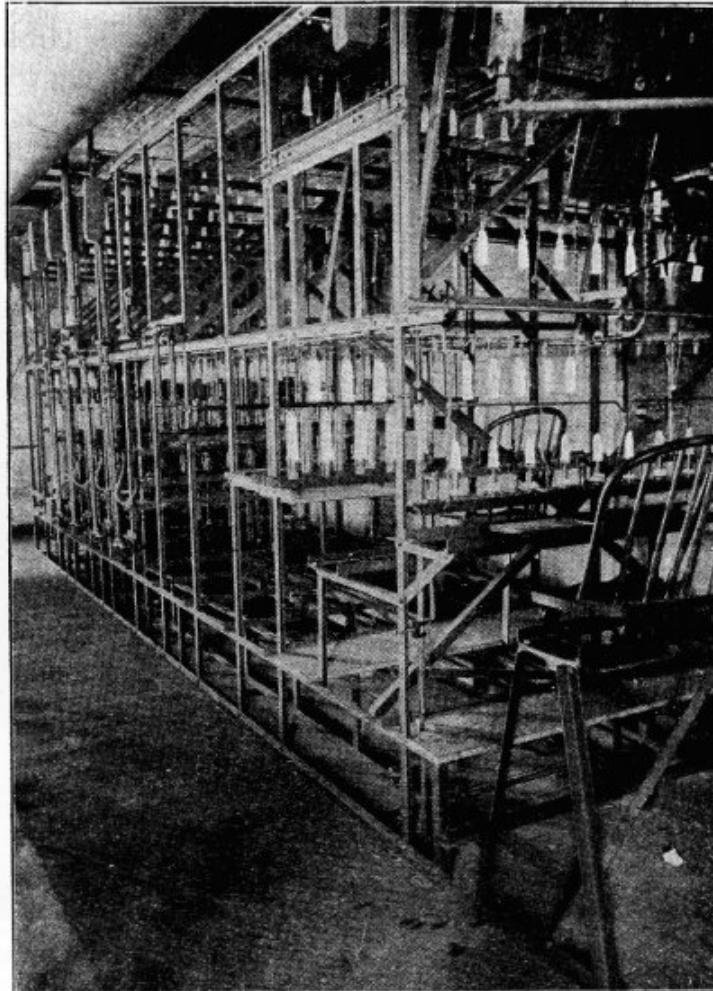


Fig. 106. Amerikanische Abbrennmaschine.

durchaus nicht gleich in der Flamme, weil die einen weit bleiben und die anderen die Neigung zeigen sich einzuziehen. Diesem Umstande kann beim Einzelabbrennen Rechnung getragen werden, beim Massenabbrennen jedoch nur in bedingtem Maße.

Da, wie schon gesagt, das Arbeiten mit Preßgas eine gewisse Geschicklichkeit und große Übung, die nur wenige besitzen, er-

<sup>1</sup> J. G. W., 1902, S. 877, ferner vgl. Literaturverzeichnis „Hilfsapparate“.

fordert, so nehmen die Preßgasbrennerinnen eine ganz bevorzugte Stellung im Betriebe ein und werden auch, da es ihrer nur eine geringe Zahl gibt, sehr gut bezahlt (442).

Ein gut geformter und abgebrannter Glühkörper ist von der größten Wichtigkeit für seine Form- und Leuchtbeständigkeit noch nach längerer Brenndauer, denn sobald sich der Mantel verzieht, kommen einzelne Teile desselben aus der Zone der vollständigen Verbrennung des Gases, die nur durch den Sauerstoff der von außen zu dem aus dem Brenner strömenden Gasgemische zutretenden Luft ermöglicht wird, heraus, erlangen deshalb nicht die notwendige, hohe Temperatur und können daher auch nicht mehr die gewünschte Lichtmenge von sich geben. Selbstverständlich sind noch andere Ursachen für den Rückgang der Leuchtkraft eines Glühkörpers vorhanden, worüber S. 189 zu vergleichen ist. Daher sind die meisten und bedeutendsten Praktiker auf diesem Gebiete der Ansicht, daß bei dieser Fabrikation jede mechanische oder maschinelle Ausführung vermieden werden und alles der einzelnen geschickten Hand überlassen bleiben muß (355, 442).

Die vorteilhafteste Form des Glühkörpers ist die eines gefüllten Kornsackes.<sup>1</sup> Die Glühkörper werden zum Schluß des Abbrennens einzeln auf richtige Weite geprüft, indem sie auf einen Gasglühlichtbrenner der bekannten Art aufgepaßt werden; jeder Glühkörper, welcher zu eng oder zu weit ist, sollte eigentlich in den sogen. Ausschuß wandern, ein Prinzip, das jedoch nur die renommierten Fabrikanten befolgen, bzw. welches nur bei entsprechend bezahlter Ware durchführbar ist.

Über Abbrennen vgl. Lit. Nr. 837, 853, 866, 876, 878, 881, 884, 886, 887, ferner Patentverzeichnis „Hilfsapparate“.

### Die Erzeugung des Preßgases.

Das zum Abbrennen der Glühkörper notwendige Preßgas wird auf verschiedene Art erzeugt, und zwar richtet sich der zur Verwendung kommende Apparat hauptsächlich nach der Größe des Betriebes.

<sup>1</sup> J. G. W., 36, S. 606.

In kleinen Betrieben, wie z. B. bei Installateuren und Gasanstalten, wo nur eine geringere Anzahl von Körpern abgebrannt wird, bedient man sich fast ausschließlich des Doppelgebläses, das mit der Hand betrieben wird. Dieses Gebläse besteht aus zwei durch einen Schlauch verbundenen Gummibällen, von denen der eine, der sogenannte Druckball zusammengedrückt wird (Fig. 107), wodurch das hierin befindliche Gas nach dem anderen Ball, der sogenannten Blase gedrückt wird. Beim Loslassen des Druckballes bläht sich dieser wieder auf und saugt hierbei Gas an, und zwar nicht direkt aus der Gasleitung, sondern aus einem zwischengeschalteten Reservoir, der sogenannten Gastrommel, die ähnlich wie ein Regulator wirkt, indem sie durch den beweglich angeordneten Oberboden die ungleiche Gasentnahme ausgleicht und somit das sonst



Fig. 107. Doppelgebläse mit Reservoir.

unausbleibliche Zucken der Flamme in den benachbarten Gasleitungen verhütet. Durch zwischengeschaltete Ventile wird das Gas verhindert, aus der Blase nach dem Druckball, resp. aus dem Druckball nach dem Reservoir zurückzutreten. Von der Blase, die, um ein Platzen zu verhindern, mit einem Netz umspannt ist, wird das hier erzeugte Preßgas nach der Verbrauchsstelle, dem Preßgasbrenner, geleitet.

Soll die Fabrikation in dem Maße betrieben werden, daß gleichzeitig mehrere Körper abgebrannt werden, und steht keine motorische Kraft zur Verfügung, so bedient man sich zweckmäßig eines Gebläses für Fußbetrieb, wie es von O. Lorentz jun., Berlin S. 14, in verschiedenen Größen, z. B. für 3, 6, 10 Brenner ausgeführt wird. Der Apparat (Fig. 108) besteht aus zwei durch ein Ventil miteinander verbundenen, übereinander liegenden Behältern.



Im unteren Teile befindet sich analog dem Druckballe beim Doppelgebläse für Handbetrieb der Betriebsbalgen, welcher beim Niedergehen Gas ansaugt und beim Hochgehen dieses Gas in den oberen Teil des Apparates drückt; ein hier vorgesehener Regulatorbalgen ermöglicht es, ein größeres Quantum Gas hineinzupressen und es unter konstantem Druck nach der Verbrauchsstelle abzugeben. In den Apparat eingebaute Ventile hindern auch hier das Gas daran, aus dem Preßraum zurückzutreten. Aus den früher angeführten Gründen, die hier wegen der größeren Gasentnahme noch bedeutend mehr in Erscheinung treten, wird das Gas auch bei diesen Apparaten nicht direkt aus der Gasleitung entnommen, sondern aus einem zwischengeschalteten Reservoir, das genau so gebaut ist wie bei dem Apparat für Handbetrieb, natürlich in größerer Dimension. Bei der Abbildung des Preßgasgebläses für Fußbetrieb ist nur die Ausströmungsstelle des Preßgases sichtbar, während sich die Einströmungsstelle des angesaugten Gases an der nicht sichtbaren Seite des Gebläses und zwar an dessen unterem Teile befindet.



Fig. 108. Preßgasgebläse für Fußbetrieb.

Im Großbetrieb verwendet man zur Erzeugung des Preßgases ausschließlich Kompressoren, die durch motorische Kraft betrieben werden, sei es nun, daß dies durch einen besonderen Elektromotor geschieht, durch Betrieb von einer vorhandenen Transmission oder irgend eine andere zur Verfügung stehende Kraftquelle. Der Kompressor tritt an die Stelle des Druckballes, wie er bei dem Apparat für Handbetrieb angegeben ist; er pumpt das Gas aus einem an die Gasleitung angeschlossenen größeren Reservoir und drückt es in einen besonderen Kessel, den sogenannten Druckkessel, von dem es nach der Verbrauchsstelle geleitet wird. In nebenstehender Abbildung (Fig. 109) ist zwischen Pumpe und Druckkessel noch ein kleinerer Behälter sichtbar; es ist dies ein Ölabscheider,



wo sich das von dem Schmieren der Pumpe herrührende und von dieser etwa mitgerissene Öl absetzen soll, ohne erst in den Druckkessel und die sich anschließende Preßgasleitung zu gelangen. Der Antrieb der Pumpe ist hier, wie es auch in fast allen Fällen geschieht, durch einen Treibriemen gedacht. Die Arbeit des Pumpens verrichtet der Kompressor durch seinen Kolben, der sich absolut dicht in einem geschlossenen Zylinder auf- und niederbewegt. In den meisten Fällen ist derselbe doppelwirkend, d. h. beide Enden des Zylinders sind durch Ventile sowohl mit der Saugleitung wie mit der Druckleitung verbunden, so daß der Kolben sowohl beim Aufgange wie beim Niedergange gleichzeitig

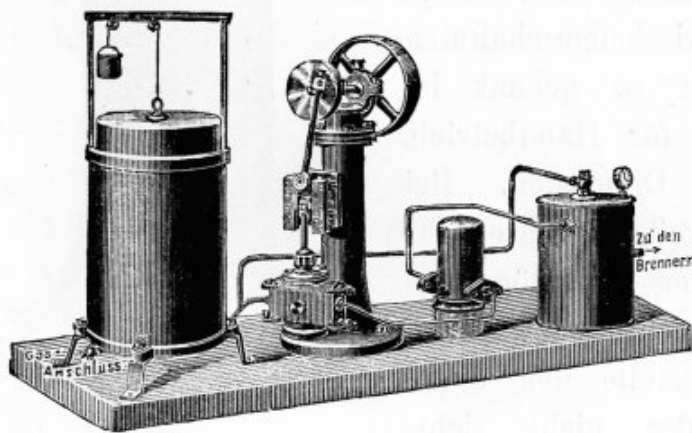


Fig. 109. Komplette Preßgasanlage für Kraftbetrieb.

auf der einen Seite Gas ansaugt und auf der anderen Seite angesaugtes Gas fortdrückt. Es wird durch diese Anordnung ein gleichmäßiges Arbeiten der Pumpe herbeigeführt und die Anbringung eines größeren Schwungrades ent-

behrlich, was unbedingt erforderlich ist, wenn ein einfach wirkender Kompressor zur Benutzung kommt. Denn in letzterem Falle, wo die ganze Arbeit der Maschine nur auf der einen Seite des Kolbens verrichtet wird, ist beim Aufwärtsbewegen des Kolbens nur ein sehr geringer Kraftbedarf erforderlich, weil er nur Gas ansaugt, das ihm durch den in jeder Gasleitung vorhandenen Druck beinahe von selbst zufließt, während beim Niedergange des Kolbens die eigentliche Arbeit verrichtet werden muß, indem der Kolben das Gas weiter pressen soll, wobei sich ihm der im Druckkessel bereits vorhandene Druck entgegenstellt und überwunden werden muß. Diese Ungleichmäßigkeit beim Auf- und Niedergange des Kolbens würde eine sehr starke und schnelle Abnutzung der Maschine zur Folge haben, weshalb man sie durch das erwähnte Schwungrad einigermaßen

auszugleichen sucht. Wie bereits gesagt, fällt dieser Übelstand beim doppeltwirkenden Kompressor fort. Mag nun aber die Pumpe in irgend einer Form und Art, deren es sehr viele gibt, gewählt werden, die Wirkungsweise bleibt überall dieselbe, d. h. es wird Gas angesaugt und fortgepreßt. Das Ansaugen geschieht auch hier aus einem Reservoir, indessen wählt man statt des einfachen Behälters, wie er bei den Apparaten für Hand- und Fußbetrieb geschildert wurde, zweckmäßigerweise eine sogenannte schwimmende Glocke. Diese besteht im wesentlichen darin, daß zwischen zwei unten dicht verschlossenen, konzentrischen Wandungen, in deren Zwischenraum Wasser eingefüllt ist, sich eine unten offene Glocke bewegt, deren Gewicht durch ein Gegengewicht ausbalanciert ist, so daß das unten in den Apparat vom Gasometer her eintretende Gas durch seinen eigenen Druck in der Lage ist, die Glocke zu heben, und somit so lange eintreten kann, bis die Glocke auf ihrem höchsten, in irgend einer Weise begrenzten Punkt angelangt ist. Bei plötzlich eintretender größerer Gasentnahme kann die Glocke auf diese Weise etwas heruntergehen und dadurch verhindern, daß sich in den anliegenden Gasleitungen irgend welche Störungen bemerkbar machen.

Bei veralteten Konstruktionen derartiger Preßgasanlagen wurde vermittelst der Pumpe Gas in den mit einem Manometer versehenen Druckkessel so lange gepumpt, bis sich hier ein hoher, für das Abbrennen der Glühkörper völlig unbrauchbarer Druck gebildet hatte; hierauf wurde die Pumpe angehalten und das gepreßte Gas allmählich aus dem Druckkessel entnommen. Ganz naturgemäß ließ der Druck je nach dem Verbräuche an Preßgas mehr oder weniger schnell nach, und es zeigte sich, daß, veranlaßt durch den sich ununterbrochen ändernden Druck, die Glühkörper ganz verschieden abgebrannt wurden, so daß eine gleichmäßige Ware schwer zu erzielen war. Da es nicht ausgeschlossen war, daß die Pumpe nicht rechtzeitig abgestellt wurde und der dann immer höher steigende Druck leicht ein Platzen des Druckkessels herbeiführen konnte, so war letzterer mit einem Sicherheitsventil versehen, aus dem das Gas bei Überschreitung des

höchsten zulässigen Druckes entweichen konnte, und zwar in die Luft! Abgesehen von der Gefährlichkeit dieser Maßregel, die man dadurch zu beseitigen glaubte, daß das aus dem Sicherheitsventil entweichende Gas durch ein Rohr ins Freie geführt wurde, trat hier doch eine ganz nutzlose Gasverschwendung zutage. O. Lorentz jun. hat diesen Mängeln bei den von ihm gebauten Apparaten durch eine äußerst zweckmäßige Anordnung abgeholfen und zwar in folgender Weise: Auf dem Druckkessel befindet sich ein Überdruckventil, das auf beliebigen Druck einstellbar ist, und zwar wird dieses Ventil auf den Druck eingestellt, mit dem die Glühkörper abgebrannt werden; dieser schwankt bei den verschiedenen Glühkörperfabrikanten von  $\frac{1}{4}$  bis 1 Atm.; ein höherer Druck als dieser kommt niemals in den Kessel. Hierin liegt schon ein wesentlicher Vorteil insofern, als die Gefahr des Undichtwerdens des Kessels lange nicht so groß ist als bei einem Kessel, in dem das Gas auf mehrere Atmosphären gepreßt wird. Sobald der eingestellte Druck, der nach dem Gesagten höchstens 1 Atm. beträgt, überschritten wird, was eintritt, wenn weniger Preßgas verbraucht wird, als die Pumpe liefert, öffnet sich das Überdruckventil, und das überproduzierte Preßgas wird durch ein vom genannten Ventil abzweigendes Rohr wieder nach der schwimmenden Glocke resp. der Saugleitung der Pumpe geführt, um von letzterer wieder von neuem nach dem Druckkessel befördert zu werden, so daß es gewissermaßen nur einen Kreislauf macht. Sobald der Druck im Druckkessel geringer wird, als der Stellung des Ventils entspricht, schließt letzteres sich und die Pumpe saugt wieder frisches Gas aus der schwimmenden Glocke an. Es bleibt hiernach der Druck des Preßgases stets auf gleicher Höhe, gleichgültig, ob soviel Brenner im Betrieb sind, wie die Pumpe in der Lage ist, zu speisen, oder ob man wenige Brenner resp. gar keinen Brenner benutzt; es ist dies von sehr wesentlicher Bedeutung. Die Pumpe kann ohne irgend welchen Nachteil jederzeit in Betrieb bleiben; es geht, auch wenn nicht abgebrannt wird, nicht die geringste Menge Gas verloren.

Diese jetzt geschilderte Art der Erzeugung des Preßgases

kommt auch bei den größten Betrieben zur Anwendung. Die erforderlichen Pumpen und Kessel werden in den verschiedensten Größen angefertigt. Nehmen die Pumpen besonders große Dimensionen an, so baut man sie als sogenannte liegende Pumpen auf einem gemauerten Fundament, wie sie z. B. bei „Hill u. Co., Gas-

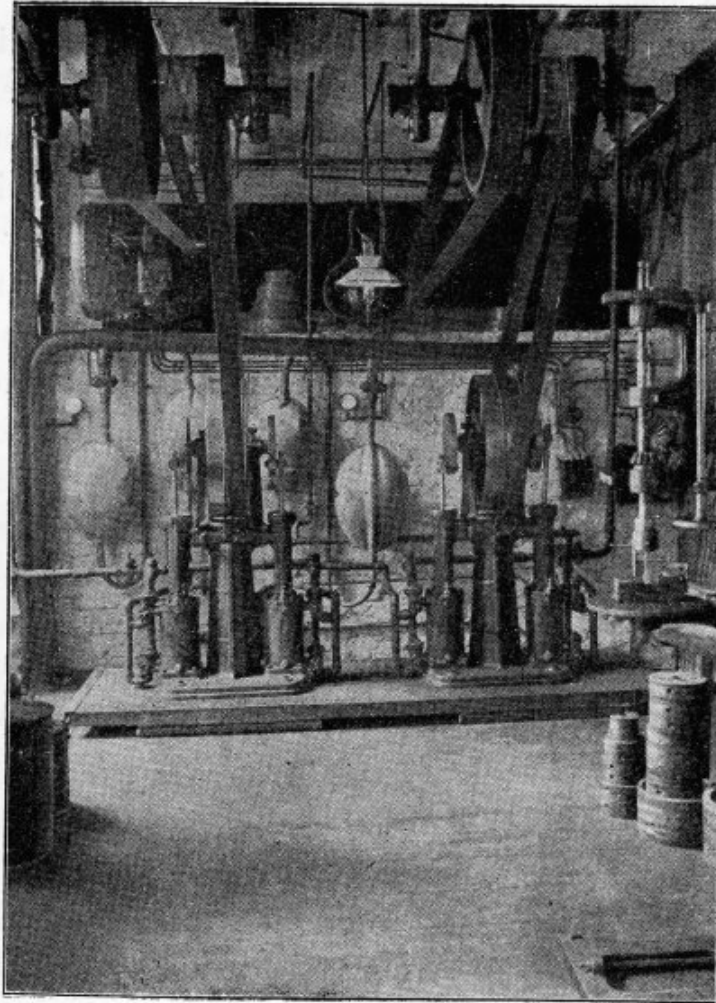


Fig. 110. Preßgasanlagen für Kraftbetrieb im Betriebe.

glühlicht Krone“ u. a. ausgeführt sind, ohne daß in der in Vorstehendem geschilderten Wirkungsweise irgend welche Änderung eintritt. In unserer Abbildung ist eine stehende, doppelwirkende Pumpe veranschaulicht; eine größere Anlage mit Motorenantrieb zeigt Fig. 110.

Wir sehen im Vordergrund 4 Pumpen, von denen je zwei derartig angeordnet sind, daß ihre Kurbelscheiben, welche die



Kolben auf- und niederbewegen, sich auf einer gemeinschaftlichen Welle befinden, so daß durch die zwischen den Kurbelscheiben sitzende Riemenscheibe gleichzeitig zwei Pumpen in Bewegung gesetzt werden. Die Abbildung zeigt an der erwähnten Stelle 2 Riemenscheiben; von diesen dient aber nur die eine als Antriebs-scheibe. Die andere Scheibe sitzt lose an der Welle, so daß, wenn der Treibriemen vermittelt einer Stellvorrichtung auf dieselbe geschoben wird, sich nur die Scheibe dreht, die Pumpen aber in Stillstand kommen, ohne daß die an der Decke des Raumes sichtbare Transmission angehalten zu werden braucht. Zwischen den



Fig. 111. Gaserzeugungsapparat.

beiden Gruppen der Kompressoren und noch an anderen Stellen sieht man große Gummibeutel. Diese ersetzen hier die früher erwähnten, schwimmenden Glocken, sind jedoch nicht so empfehlenswert wie letztere, da bei heftigen Rückschlägen der Pumpe ein Platzen nicht ausgeschlossen ist.

Bei allen bisher erwähnten Apparaten zur Erzeugung von Preßgas ist angenommen, daß das notwendige Gas zur Verfügung steht, daß also in dem betreffenden Ort eine öffentliche Gasanstalt vorhanden ist, die das Gas abgibt. Ist dies nicht der Fall, so bedarf man besonderer Apparate, in denen Gas zunächst erzeugt wird, und zwar bedient man sich hier vorteilhaft des leicht zu erzeugenden Benzingases. Für größere Betriebe sind derartige Apparate bisher kaum zur Verwendung gelangt; wohl aber befindet sich der oben angeführte Preßgasapparat für Handbetrieb mit einem kleinen Gaserzeugungsapparat (Fig. 111) vielfach, besonders im Auslande, im Gebrauch. Die Wirkungsweise ist die, daß der Druckball des Doppelgebläses nicht aus dem sonst vorhandenen Reservoir, sondern direkt aus dem Gaserzeugungsapparat saugt. Letzterer ist mit flüssigem Benzin gefüllt. Dadurch, daß der Druckball



Luft aus dem Freien durch den Apparat saugt, wird diese Luft mit Benzindämpfen geschwängert und so Benzingas erzeugt. In größerem Maßstabe ist diese Gaserzeugung für die Glühkörperfabrikation, wie gesagt, noch nicht zur Verwendung gelangt.

Wie bereits oben erwähnt, bedienen sich die meisten Installateure und Gasanstalten (ja selbst viele der kleinen Glühkörperfabrikanten) zum Abbrennen der Glühkörper des mit der Hand betriebenen Gummi-Doppelgebläses. Da bei dieser primitiven Vorrichtung die Arbeit des fortwährenden Pressens immer nur von ein und derselben Hand geleistet werden muß, so wirkt dies auf die Länge außerordentlich anstrengend und ermüdend, weshalb sich auch vielfach Arbeiterinnen weigern, auf Handdruck zu arbeiten. Abgesehen aber noch von einigen anderen Mängeln (der starke Verschleiß der Gebläse durch Undichtwerden der Lippenventile, das Platzen der Bälle und die damit verbundene, nicht unbedeutende Gefahr) hat das alte Verfahren noch einen weiteren, wirtschaftlich sehr bedeutenden Nachteil und zwar den seiner geringen Leistungsfähigkeit gegenüber der Kompression mit Motorenbetrieb. Der für eine zweckentsprechende Formung und Härtung des normalen Körpers erforderliche Druck liegt bei 2—2,2 m Wassersäule (10 m Wassersäule = 1 Atmosphäre). Diesen mit dem Gummigebläse zu erzielen, ist einfach unmöglich, denn der Druck in dem beinahe bis zum Platzen aufgetriebenen Balle kommt nie höher als 1,7—1,8 m Wassersäule. Was hier also der Flamme an Energie fehlt, muß die Arbeiterin durch längere Zeit fortgesetztes Pressen ausgleichen, und wenn sie dies wirklich tut, so kann sie, gleichen Fleiß und gleiche Fertigkeit vorausgesetzt, in Quantität der erzeugten Körper niemals Schritt halten mit einer Arbeiterin, die mit automatischer Kompression abbrennt. Gewöhnlich pflegt man aber an Arbeiterinnen auf Handdruck dieselben Ansprüche in bezug auf Quantität zu stellen. Daß in diesem Falle die Qualität des Produktes leiden muß, ist klar; das Abreißen der Körper beim Kollodinieren und das sogenannte Tailleziehen im Gebrauch sind die natürlichen Folgen der unvollkommenen Härtung.

Für den kleinen Fabrikanten, welcher nicht in der Lage ist,

sich einen kostspieligen Kompressor mit Motorantrieb anzuschaffen, ist nun von Dr. H. Wolf u. Co., Charlottenburg (892 u. 900), eine durch D. R. P. Nr. 150064 geschützte kleine Maschine (Fig. 112) in den Handel gebracht worden, welche die Vorzüge und Leistungsfähigkeit der maschinellen Kompression mit der Handlichkeit des Gummigebläses verbindet und den zum Abbrennen erforderlichen Druck vollkommen automatisch erzeugt. Das Prinzip des Apparates ist im wesentlichen das, daß durch eine kleine, injektor-

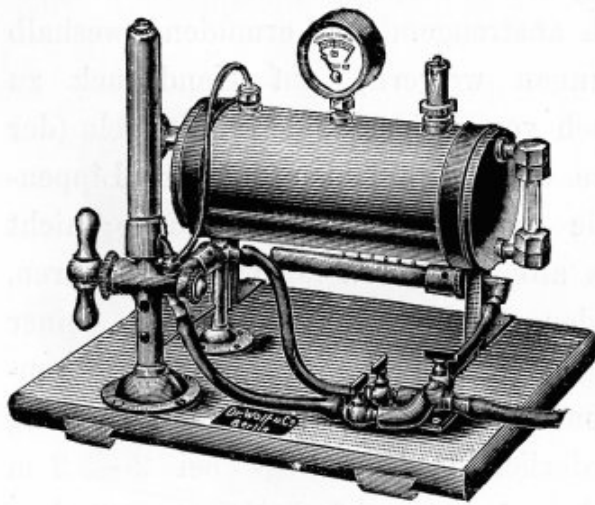


Fig. 112. Preßgasgebläse für kleinere Betriebe.

ähnliche Vorrichtung vermittelt eines feinen aber energischen Strahles von überhitztem Spiritusdampf das unter normalem Druck ausströmende Gas mitgerissen und mit der erforderlichen Verbrennungsluft innig gemischt in das Brennerrohr hineingepreßt wird. Die Zuführung und gleichzeitige, zweckentsprechende Regelung von Gas und Dampf erfolgt automatisch durch einen eigenartigen, mit verschiedenen Bohrungen und Kanälen versehenen Verteilungshahn. In seiner äußeren Gestalt besteht der Apparat aus einem kleinen, auf zwei Füßen ruhenden Dampfkessel, der mit Heizvorrichtung, Sicherheitsventil, Manometer und Dampfschraube versehen ist. Von diesem Kessel zweigt direkt zu der Preßgasvorrichtung ein kupfernes Rohr ab, welches kurz vor derselben über eine kleine Überhitzerflamme geführt ist. Die Preßgasvorrichtung besteht aus dem bereits erwähnten Verteilungshahn, welcher den Injektor und den bekannten Preßgasbrenner trägt.

Die kleine Maschine wiegt ca. 3,5 kg, beansprucht einen Raum von nur wenigen Quadratcentimetern und ist bezüglich ihrer Aufstellung gar keiner Beschränkung unterworfen, sondern läßt sich ohne besondere Vorkehrungen mittels eines gewöhnlichen Gummi-

Strahles von überhitztem Spiritusdampf das unter normalem Druck ausströmende Gas mitgerissen und mit der erforderlichen Verbrennungsluft innig gemischt in das Brennerrohr hineingepreßt wird. Die Zuführung und gleichzeitige, zweckentsprechende Regelung von Gas und Dampf erfolgt automatisch durch einen eigenartigen, mit verschiedenen

schlauches sofort an jede Gasleitung anschließen. Die Maschine verursacht, da das Gas in gleichmäßigem Strome und unter normalem Druck in den Hahn tritt, durch ihre Tätigkeit nicht die geringste Schwankung im Rohrnetz und erfordert deshalb auch keine Regulier-  
vorrichtung, welche bei allen anderen Preßgaserzeugern notwendig ist.

Die Betriebskosten der Maschine, d. h. die Mehrkosten gegenüber den Gummigebläsen, sind außerordentlich gering, da der verbrauchte Spiritus nicht eigentlich zum Brennen, sondern nur zur Druckerzeugung dient. Sie betragen unter Zugrundelegung des gegenwärtigen Spirituspreises in Deutschland und in Berücksichtigung des Umstandes, daß die Maschine gegenüber dem Gummigebläse an Gas nicht unerheblich spart, ca. 7 Pfennig per Tag bei einer zehnstündigen Arbeitszeit. Für diesen Betrag bekäme man also die Druckarbeit mit der Hand durch die automatische Arbeit der Maschine ersetzt.

#### 6. Das Kollodinieren.

Nachdem der Glühkörper abgebrannt und gehärtet ist, kann er sofort auf einen Brenner gesetzt und in Benutzung genommen werden; jedoch sind die Glühkörper in diesem Zustande noch sehr zerbrechlich und lassen sich daher nicht transportieren. Im Jahre 1891, das für die Gasglühlichtindustrie so viele Verbesserungen brachte, gelang es auch, den Glühkörper durch Eintauchen in eine Lösung von Harz, Kautschuck oder Kollodium (Auer D. R. P. Nr. 91945) derartig widerstandsfähig zu machen, daß selbst ein Transport nach überseeischen Ländern möglich wurde. Der Konsument brauchte den Glühkörper fortan nicht mehr selbst zu veraschen, sondern verwendete seitdem den bereits veraschen, fertigen Glühkörper. Zum Kollodinieren, wie dieses Tränken genannt wird, wurde eine sogenannte Glühkörper-tinktur, die sich als eine Auflösung von 2 g Kautschuckpapier in 100 ccm Petroleumbenzin erwies, empfohlen.<sup>1</sup> Auch andere Vorschläge tauchten auf;

<sup>1</sup> Chem. Ztg. 1897, S. 937; J. G. W. 1897, 40, S. 443; belgische Pat. 118 817 u. 127 44.

so überzog Gomess (D. R. P. Nr. 99616) den abgebrannten Glühkörper mit einer Gummi- oder Kautschuklösung und hierauf mit Kollodium, oder umgekehrt; De Mare (engl. Pat. 7481 vom 11. April 1895 bzw. 8. Februar 1896) tränkte die Fäden (s. S. 86) mit Firnis oder Kollodium<sup>1</sup>; auch Leim und Gelatine (Brit. Spec. 7330/97) kamen zur Anwendung, ferner auch (s. A. Schön, österr. Pat. 12023 vom 2. Juni 1898; Dellwick, Brit. Spec. Nr. 2110/1890; S. Neroby, amerik. Pat. Nr. 646232 vom 27. März 1900) Paraffinlösungen in flüchtigen Kohlenwasserstoffen (Rawson, amerik. Pat. Nr. 407963 vom 30. Juli 1889. L. de Proft, belg. Pat. 123 861 vom 5. Oktober 1896). In der ersten Zeit der Entwicklung des Gasglühlichtes benutzte man als Tauchlack eine Schellacklösung, daher hört man auch heute wohl manchmal noch die Bezeichnung „schellackierter Glühkörper“, obwohl längst kein Schellack mehr benutzt wird.

Die heute gebräuchliche Lacklösung besteht aus Kollodium, Schwefeläther, Kampfer und einer geringen Menge Rizinusöl; Amylacetat kommt auch hier und da zur Anwendung. Da solche Lösungen außerordentlich leicht entzündlich sind, so unterliegt diese Manipulation der Glühkörperfabrikation strengen polizeilichen Vorschriften. Die Arbeitsräume, in denen kollodiniert wird, müssen von außen geheizt werden, auch ist die Beleuchtung durch offene Flammen zu vermeiden. Sogar die elektrische Glühlampe muß noch mit einer Schutzglocke versehen sein, die Ein- und Ausschalter müssen außerhalb des Raumes angebracht sein und Ventilatoren haben beständig für das Absaugen der Ätherdämpfe zu sorgen, da die letzteren sonst eine Art Trunkenheit und selbst Ohnmachtsanfälle bei den Arbeitern hervorrufen können.

Die Manipulation des Eintauchens der Glühkörper in den Lack muß aus den erwähnten Gründen in einem sogenannten Digestorium (Abzug) vorgenommen werden.

---

<sup>1</sup> J. G. W. 1896, 39, S. 306; vgl. auch die französ. Patente Nr. 315367 vom 12. November 1901 (Will & Hoffmann) und Nr. 321927 vom 11. Juni 1902 (Croizet); vgl. auch belgische Patente.



Als erprobte Mischungen findet man die folgenden angegeben:

(437a)	Absoluter Alkohol . . . . .	500 g
	Schwefeläther . . . . .	500 „
	Kollodiumwolle . . . . .	15 „
	Rizinusöl . . . . .	75 „
	Kampfer . . . . .	20 „
(355)	4 <sup>o</sup> / <sub>o</sub> Kollodiumlösung <sup>1</sup> . . . . .	650 „
	Äther . . . . .	270 „
	Rizinusöl . . . . .	64 „
	Kampfer . . . . .	16 „

Die Lösungen müssen gut durchgeschüttelt werden, damit sie vollkommen klar sind.

In neuerer Zeit empfiehlt man auch, einen ätherfreien Tauchlack zu verwenden, der nicht feuergefährlich ist und den polizeilichen Vorschriften nicht unterliegt. Oppenheim (D. R. P. Nr. 153 758) will eine Lösung der Kollodiumwolle in Eisessig verwenden, jedoch dürften sich solche Lösungen nicht in die Praxis einführen, da der Benutzung starker Essigsäure sehr viele gesundheitsschädliche Eigenschaften entgegenstehen. Schon eine alkoholische Lösung, die mit 10<sup>o</sup>/<sub>o</sub> Essigsäure und etwas Aceton versetzt ist (D. R. P. Nr. 153 346 Kl. 4 f vom 12. November 1902), soll aus den oben genannten Gründen unbrauchbar sein.

Um die Glühkörper mit diesem sogenannten Versandfluid zu tränken, werden sie zu je zehn oder mehr Stück an die Haken eines Stabes gehängt und zu gleicher Zeit in die in einem Ton- oder Zinkgefäß befindliche Lösung getaucht (s. Fig. 113 u. 114).

Die kollodinierten Körper werden in einem Trockenschrank (s. Fig. 115) oder einem mäßig erwärmten (40—50<sup>o</sup>) Raum getrocknet, wobei darauf zu achten ist, daß die Körper nicht zu nahe hängen, damit im Falle einer Bewegung ein Zusammenkleben vermieden wird.

Die trockenen Glühkörper werden jetzt der letzten Kontrolle unterzogen; es kann nämlich durch zu starken Kollodiumgehalt des Versandfluids vorkommen, daß die Körper nach dem Tauchen

<sup>1</sup> Hergestellt aus 2 T. Kollodiumwolle, 6 T. Weingeist (91,2<sup>o</sup>/<sub>o</sub> Vol.) und 42 T. Äther.



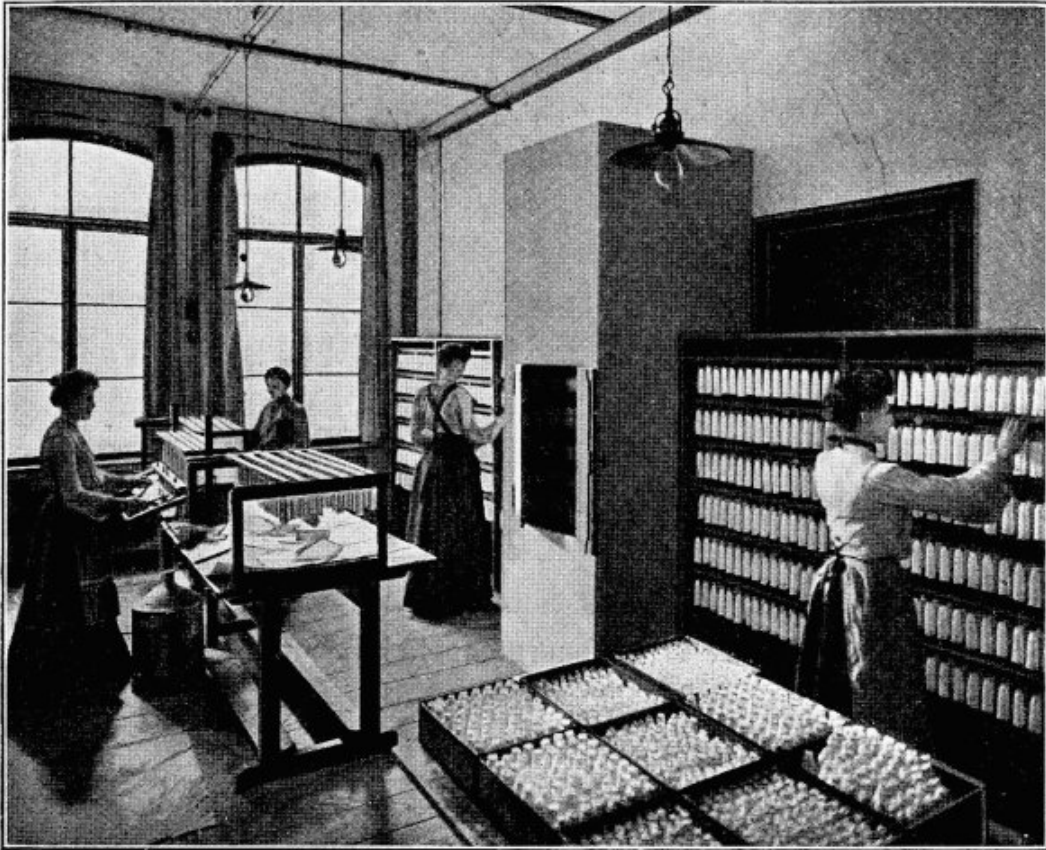


Fig. 113. Kollodinierraum mit Trockenschrank.

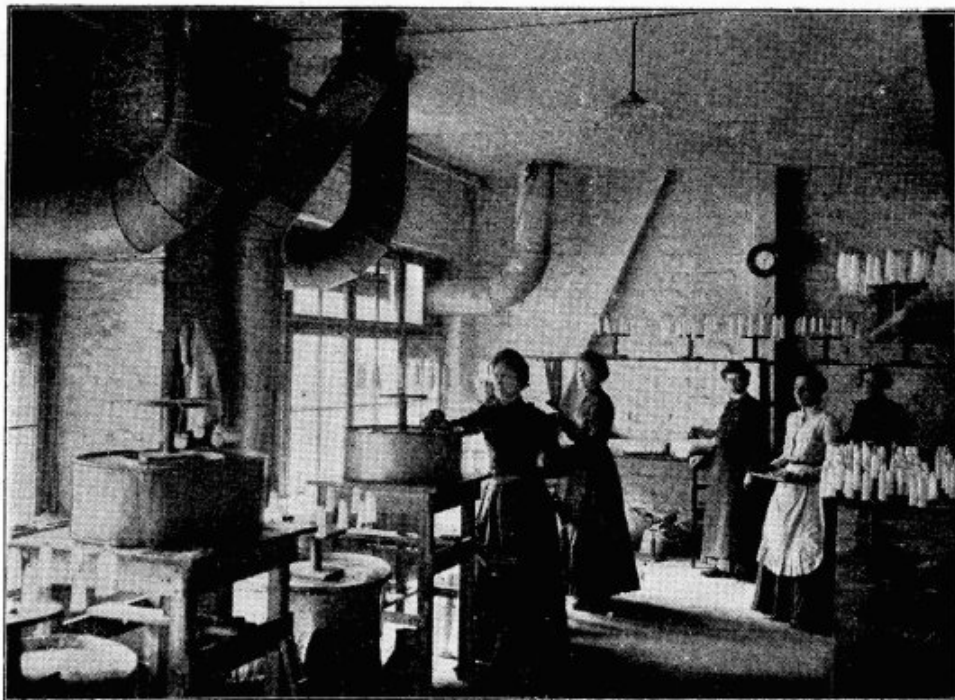


Fig. 114. Kollodinierraum.

enger werden. Um solche Fälle festzustellen, werden die fertigen Körper nochmals auf einen Brenner aufgesetzt.

Hervorzuheben ist, daß zu viel Kampfer zerreibliche und zer-

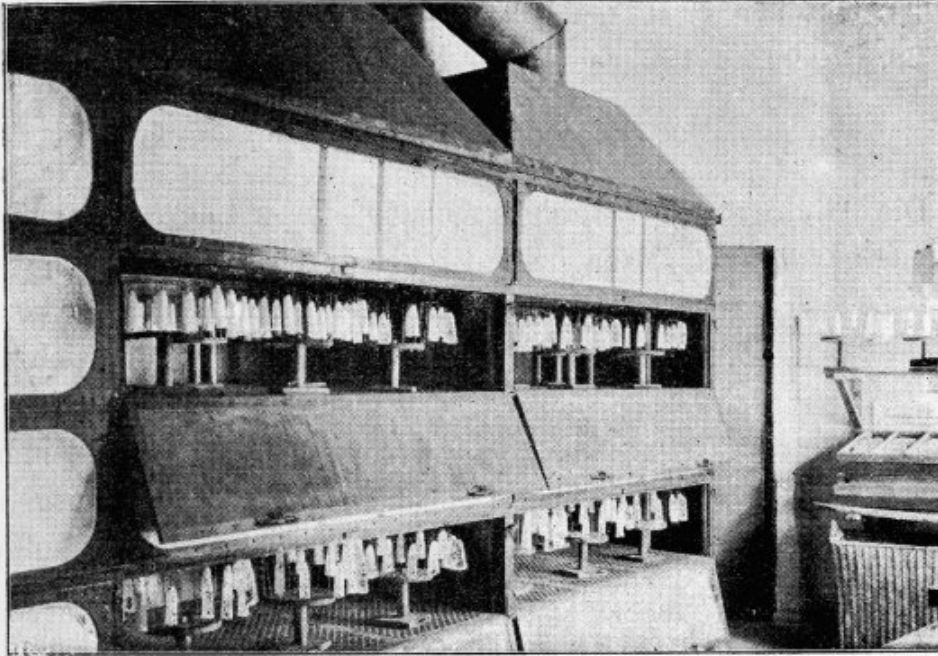


Fig. 115. Trockenschrank für kollodinierte Glühkörper.

brechliche Strümpfe auch vor dem Abbrennen liefert; ebenso macht ein Überschuß von Äther dieselben zerbrechlich; zuviel Rizinusöl erschwert das Trocknen und macht die Körper zu weich. Ein gut kollodierter Glühkörper soll im trockenen Zustande elastisch, weich anzufühlen und nicht zerbrechlich sein; seine Maschen sind teilweise durch ein dünnes Kollodiumhäutchen ausgefüllt, so daß hierdurch beim Betrachten unter einem bestimmten Winkel irisierende Farben (Interferenzerscheinungen) auftreten.

Vor endgültiger Verpackung werden die Glühkörper am unteren

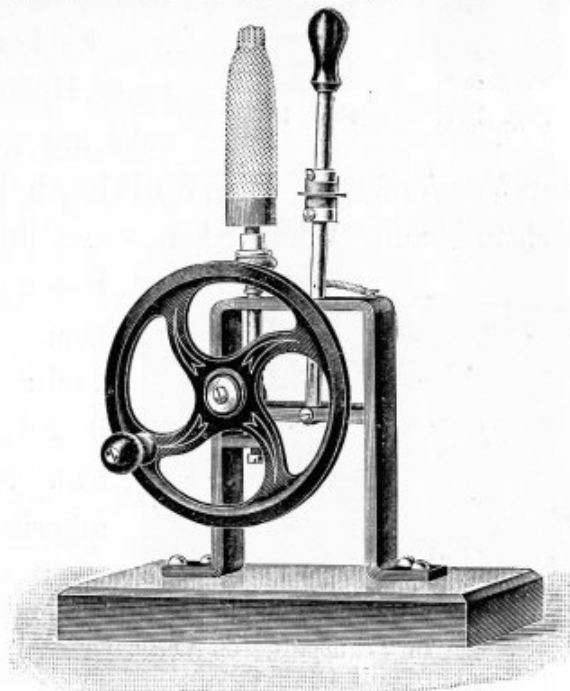


Fig. 116.

Rande mittels einer Schere oder Maschine (Lit. 890 u. Fig. 116) beschnitten (Schneidemaschinen sind beschrieben in: Französ. Pat. Nr. 333879 vom 17. Juli 1903 — Adam; amerik. Pat. Nr. 695354 vom 31. Oktober 1901 — Wagner & Wendtland; Nr. 709044 vom 28. Dezember 1901 — J. T. Robin).

### 7. Verpackung.

Die Glühstrümpfe werden meistens in zylindrischen Pappschachteln verpackt, deren beide Enden durch Deckel verschlossen sind (Fig. 117 u. 118); an einer der beiden Öffnungen des Zylinders befinden sich zwei Einschnitte, um hierin den Wollfaden, an welchem das Netz hängt, einzuklemmen. Beide Deckel sind mit Watte ausgelegt, damit der in der Schachtel befindliche Glühkörper gewissermaßen zwischen zwei Kissen liegt und so an den Enden nicht beschädigt werden kann.<sup>1</sup>

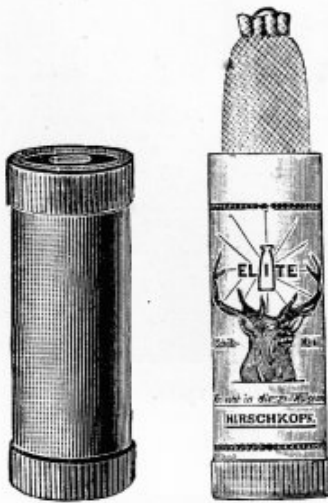


Fig. 117.

Fig. 118.

zur Verwendung. Die Welsbach Light Co. hat sich eine Vorrichtung zum Verschicken von Glühkörpern in Amerika schützen lassen (Mason, am. Pat. Nr. 616548 vom 27. Dezember 1898; siehe auch: Franz. Pat. Nr. 313208 vom 3. Aug. 1901 — Van den Schuyt; Pat. Nr. 331505 — Luchaire; amerik. Pat. Nr. 682735 vom 13. Aug. 1900 — Mc. Roberts; Nr. 687360 vom 26. Nov. 1901 — O. Wiederhold; Nr. 689519 vom 24. Dezember 1901 —

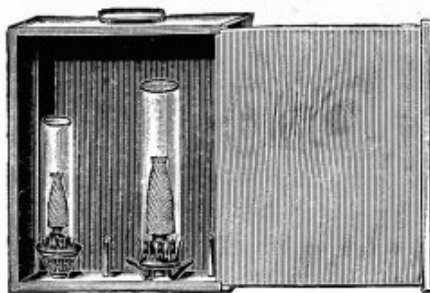


Fig. 119. Einfacher Installationskasten zum Transportieren von Brennern mit Glühkörpern

<sup>1</sup> Große Glühkörperfabriken besitzen selbst die erforderlichen Maschinen zur Herstellung der Hülsen, aber nur um von den Lieferanten unabhängig zu sein, denn eine größere Ersparnis ist hierbei nicht zu erzielen.

Ch. Rogers; Nr. 746645 vom 26. Mai 1902 — J. T. Robin; belg. Pat. Nr. 147684 vom 2. Februar 1900 — E. A. Braubach).

Trotz der sorgfältigsten Verpackung der versandfähig gemachten

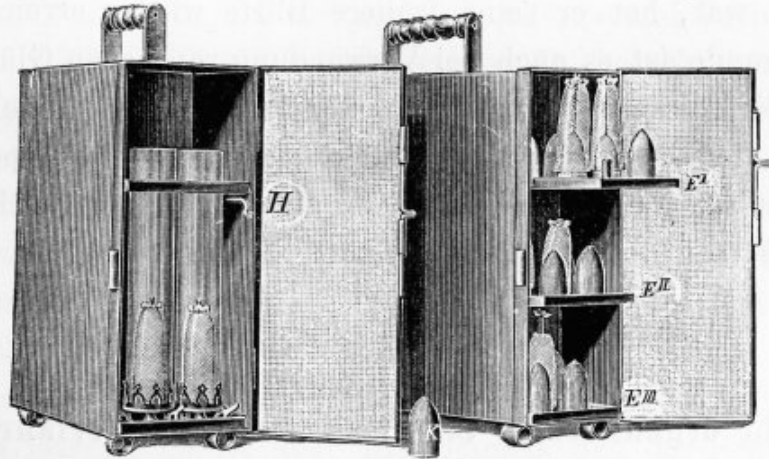


Fig. 120. Installationskästen zum Transportieren von Brennern und Glühkörpern.

Glühkörper sind Bechädigungen beim Transport an der Tagesordnung. Ein Packet mit diesen immerhin noch sehr zerbrechlichen Glühkörpern braucht nur zur Erde zu fallen, so kann die Struktur des Gewebes durch den Stoß einen Riß erhalten, der durch die Lack-schicht vorerst nicht wahrnehmbar, erst nach dem Abflammen zum Vorschein kommt.

Es wäre daher wünschenswert, wenn die Postverwaltung eine Einrichtung treffen würde, wonach Packete mit zerbrechlichem Inhalt gegen eine besondere Gebühr besonders vorsichtig behandelt würden.

Die Fig. 119, 120, 121 zeigen die gebräuchlichsten Transportkästen für Glühkörper und Brenner mit Glühkörpern (Lit. 852 u. belg. Pat. 131416 vom 12. Okt. 1897; schweiz. Pat. 15242 vom 11. Septbr. 1897) — W. Schenk.

### 8. Abflammen.

Das Abbrennen des kollodinierten Glühkörpers nennt man Abflammen.

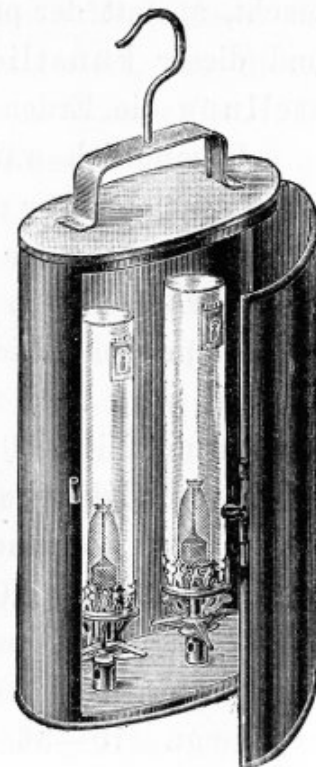


Fig. 121. Transportkasten für Brenner mit Glühkörpern.



Nach dem Abflammen des Lackes ist der Glühkörper zuerst weich, und zwar weicher als nach der Preßgasbehandlung; erst nachdem er etwa 10—15 Minuten auf dem Brenner der Flamme ausgesetzt war, hat er seine frühere Härte wieder erreicht. Aus diesem Grunde ist es auch bei Verwendung von neuen Glühkörpern zweckmäßig, dieselben auf den Brenner zu setzen und innerhalb des Zylinders den Lack abzuflammen, so daß der Glühkörper gleich einige Zeit weiter brennen kann und nicht durch die Erschütterung beim Aufsetzen des Zylinders zerstört wird.

## **II. Herstellung von Glühkörpern aus nicht organisierter Cellulose nach den Verfahren von Knöfler, Plaissetty u. a. m.**

Während man den Auerschen Glühstrümpfen aus pflanzlichen Fasern den Gehalt an seltenen Erden durch Tränken der Strümpfe mit den betreffenden Lösungen gibt, wurden mehrere Versuche gemacht, anstatt der pflanzlichen Faser künstliche Fäden zu benutzen und dieser künstlichen Faser bereits während ihrer Herstellung die Erden zuzusetzen.

Bekanntlich war es Chardonnet gelungen, Fäden und Gewebe, welche früher nur aus organisierten pflanzlichen oder tierischen Fasern fabriziert wurden, aus nicht organisierter Cellulose, nämlich aus einer Lösung von Kollodium- bzw. Schießbaumwolle herzustellen. Diese künstliche Seide, Kollodiumseide, besser Zellstoffseide genannt, wird nach folgendem Verfahren hergestellt: die aus Watte gewonnene Nitrocellulose wird in Alkohol-Äther (1:1) zu einer dicken Flüssigkeit gelöst, die Lösung filtriert und unter einem Druck von 50 Atm. von einem verzinnnten Stahlkessel aus durch sehr feine Glasröhrchen von 0,08 mm lichte Weite gepreßt. Die austretenden Fädchen erstarren sofort an der Luft, ein Einpressen in Wasser ist nicht erforderlich; die Ätherdämpfe werden durch Ventilatoren abgesaugt. 10—36 solcher Fäden verspinnt man sofort zu einem dickeren Faden, trocknet ihn nach und denitriert durch Schwefelammonium, so daß dem Stoff die Explosivität genommen wird



und im wesentlichen wieder Cellulose entsteht; zuletzt wird noch mit Chlorkalk weiß gebleicht. Ihre Festigkeit ist im trocknen Zustande genügend, im nassen dagegen sehr gering; sie findet hauptsächlich Verwendung für Posamenten, Möbel- und Vorhangsstoffe.<sup>1</sup>

Ein bekanntes, aber technisch wenig brauchbares Lösungsmittel für Cellulose ist auch Schweitzers Reagens, eine Lösung von Kupferoxyd in konzentriertem, wäßrigem Ammoniak, in welcher die Cellulosefaser zunächst aufquillt und sich dann als Kupferverbindung löst; die Lösung hinterläßt ein horniges Häutchen, aus dem durch Essigsäure das Kupfer ausgezogen werden kann. Plaisetty (D. R. P. 135534, Klasse 4 f v. 16. Aug. 1901) hat sich die auf diese Art hergestellten Fäden für Glühstrümpfe schützen lassen. Es ist aber anzunehmen, daß der Erfinder selbst hiervon keinen praktischen Gebrauch macht. Wertvoller und großer Anwendung fähig ist die Viscose (Verfahren von Crofs und Bevan). Feine Cellulose, z. B. Natroncellulose, wird mit starker Natronlauge auf einem Kollergang innig gemischt, es entsteht unter starkem Quellen ein Natronsalz, Alkalicellulose; diese Masse verbindet sich, mit 10 % Schwefelkohlenstoff digeriert, mit diesem zu einem Sulfokarbonat, welches sich leicht in Wasser löst. Die Lösung, Viscose genannt, ist in der Kälte und bei Luftabschluß beständig, an der Luft wird sie langsam unter Rückbildung von Cellulose zerlegt. Hauptsächlich dient sie zum Tränken bezw. Überziehen von Papier oder Zeugen, für Lederpapier, wasserdichte Zeuge, zum Zeugdruck und auch zum Spinnen einer künstlichen Seide.

Die nach den genannten drei Verfahren erhaltenen Fasern unterscheiden sich von der natürlichen Cellulosefaser dadurch, daß sie nicht röhrenförmig, sondern dicht sind und hydratisierte, gallertartige Cellulose statt wasserfreier vorstellen, was für den weiteren Prozeß zur Herstellung der Glühkörper von großer Wichtigkeit ist.

Zu einer Zeit, als das Auersche Patentmonopol die Herstellung der Glühkörper der Konkurrenz nicht gestattete, entstand das Knöflersche Verfahren (D. R. P. 88556, Klasse 26 vom

<sup>1</sup> Siehe Süvern, Die künstliche Seide, 1900.

Böhm, Gasglühlicht.

28. März 1894), wonach der Kollodiumlösung die entsprechenden Salze der seltenen Erden, am besten in Alkohol gelöst, zugesetzt werden. Nicht in Alkohol lösliche Verbindungen werden in Form einer Suspension verwendet. Dem so erhaltenen Gemisch von Kollodium mit den seltenen Erden können auch noch andere organische Substanzen fest oder gelöst zugesetzt werden (z. B. Zucker und Kampher). Die durch Druck aus kapillaren Röhrchen gepreßten Fäden werden entweder in warmer Luft getrocknet oder durch Pressen in Wasser fixiert.

Die Verbrennung solcher Fäden bzw. daraus hergestellter Gewebe soll nun aber, sofern man nicht andere organische Stoffe, wie Kampfer, Zucker u. s. w. beigemischt hat, so energisch vor sich gehen, daß es schwierig ist, gut haltbare Glühkörper zu bekommen. Deshalb empfiehlt es sich, den Faden vorher in bekannter Weise mit Schwefelammonium zu denitrieren.

Während Knöfler (446) die hydratisierten Salze der seltenen Erden verwendet, benutzt Plaissetty (D. R. P. 129013, Klasse 4 f vom 12. Juni 1900) die wasserfreien Verbindungen unter Zusatz von ganz geringer Menge des Bindemittels: Kollodium. Das Produkt, welches nach diesem Verfahren erhalten wird, soll nach dem Trocknen langsam verbrennen und ohne weitere Vorbehandlung (Denitrierung) verwendet werden können.

Um die Fäden biegsamer zu machen und die angewendeten Salze in Hydroxyde überzuführen, werden sie mit Ammoniak behandelt.

Nach der englischen Patentschrift 26381/1897 (siehe auch D. R. P. 111387 vom 11. April 1896, Blasco de Léry) werden die Leuchtsalze in Essigsäure gelöst und nach Zugabe von Eisessig mit der Lösung der Kollodiumwolle in Eisessig vermischt. Man erhält so eine spinnbare Masse aus 100 Teilen Kollodiumwolle, 30—50 Teilen Salzen und 1200 Teilen Essigsäure. Der hieraus durch Verspinnen von Fäden gewonnene Strumpf wiegt vor dem Abbrennen etwa 5 g und liefert 0,6 g Asche. Nach dem Verfahren von Plaissetty (D. R. P. 129013) soll man ein Spinnmaterial aus 90 Teilen Kollodiumwolle, 150 Teilen Salzen und 310 Teilen Lösungsmitteln erhalten; der aus solchen Fäden gestrickte

Strumpf, der gleichfalls 0,6 g Asche liefert, soll dagegen nur 1,5—1,6 g wiegen, also wesentlich leichter als der nach dem englischen Verfahren hergestellte Strumpf sein.

Plaissetty behauptet, daß alle diese Verfahren große Nachteile aufweisen, da die viskose Masse, aus der die künstlichen Fäden hergestellt werden, nur eine begrenzte Menge Erden aufnehmen kann und das mit organischen Substanzen vermischte Kollodium nicht homogen und daher schwer verspinnbar ist.

Nach den Angaben Plaissettys eignen sich die künstlichen Fäden, trotzdem ihnen die Hohlräume der natürlichen Fasern fehlen, ebenso gut dazu, durch direktes Imprägnieren mit den Leuchtsalzen einen geeigneten Glühkörper zu liefern; zu diesem Zweck wird die künstliche Seide (D. R. P. 141244, Klasse 4f vom 30. April 1902) in eine konzentrierte Thorium-Cernitratlösung getaucht, wobei infolge der kolloidalen Natur der künstlichen Seide nahezu jede beliebige Menge der Nitratlösung aufgenommen werden kann im Gegensatz zur gewöhnlichen Baumwolle. Es erfolgt hierbei eine direkte Verbindung mit den Salzen, was sich durch mikroskopische Untersuchung der Abschnitte konstatieren läßt. Zur Herstellung eines regelrechten Glühkörpers ist ungefähr eine seinem eigenem Gewichte entsprechende Salzmenge erforderlich. Nach sorgfältigem Trocknen wird alsdann die erhaltene Verbindung der Seide mit den Nitraten der Edelerden in eine stark konzentrierte Ammoniaklösung getaucht, wobei die Nitrate in Hydroxyde übergeführt werden, die in enge Verbindung mit der gallertartigen Cellulose treten. Obschon der Faden nun etwa 40 % seines Gewichtes an Nitraten enthält, erscheint er in keiner Weise verändert, besitzt den gleichen Glanz, scheinbar auch den gleichen Umfang und ist nur beträchtlich leichter geworden.

Lewes<sup>1</sup> behauptet, daß die bessere Haltbarkeit und Lichtbeständigkeit der künstlichen Seide gegenüber der Baumwolle durch die andersartige Struktur des Gewebes bedingt ist. Während der Auersche Glühkörper im Mikroskop einen dichten, verflochtenen

<sup>1</sup> Lewes, J. G. W. 46, S. 315.

Faden von unzähligen feinen Fasern zeigt, besteht der Faden des Kollodiummantels aus einem Bündel unverflochtener Fasern (oder Drähte, wie Knöfler sie nennt), deren Zahl je nach dem Herstellungsverfahren variiert.<sup>1</sup> Letzterer Faktor hat, wie Experimente zeigten, einen bedeutenden Einfluß auf die Beständigkeit, da der Glühkörper von Knöfler<sup>2</sup> und Plaissetty<sup>3</sup> ca. 1500, ein aus einer größeren Anzahl von feineren Kollodiumfäden hergestelltes Fabrikat (Kunstseidefabrik Lehner, jetzt Vereinigte Kunstseidefabriken) bis zu 3000 Stunden gebrannt werden kann und am Schlusse noch ein besseres Licht gibt, als die meisten gewöhnlichen Auer-Glühkörper nach einigen hundert Stunden.

Zwischen dem Baumwoll- und dem Kollodiumfaden steht der Ramiefaden, der nach Ansicht Lewes durch seine größere Billigkeit ein wichtiger Konkurrent des Kollodiumfadens ist.

Nach diesem kurzen Überblick wird wohl der objektiv Urteilende zu der Überzeugung gelangen, daß der Grundgedanke, nicht organisierte Fasern zur Herstellung von Glühkörpern zu verwenden, zum ersten Mal in deutlicher Weise im Knöflerschen Patent zum Ausdruck kommt. Ob nun die Kollodiumwolle in einem Gemisch von Alkohol und Äther oder Essigsäure gelöst wird, ist gleichgültig, denn alle genannten Vorteile des einen oder anderen Verfahrens sind doch nur Mittel zum Zweck, nämlich zum Erlangen eines Patentes. Die Praxis hat deutlich bewiesen, daß man auch nach dem Knöflerschen Verfahren der Viskosemasse bis 40% Nitrate der Erden einverleiben kann, und daß es unwesentlich ist, ob die Salze gänzlich entwässert oder etwas wasserhaltig sind.

Einen Vorteil hat allerdings das zuletzt veränderte Plaissetty'sche Verfahren, wonach die gesponnenen Fäden mit der Thor-Cerlösung imprägniert und hierauf mit Ammoniak behandelt werden. Dieser Gedanke findet sich aber bereits in der belg. Patentschrift 106592 (s. Patentverzeichnis) ausgesprochen.

Jedenfalls ist dieser Umstand maßgebend beim Übertragen

<sup>1</sup> Lewes, J. G. W. 46, S. 11.

<sup>2</sup> Knöfler, J. G. W. 1897, S. 343; das. 1902, S. 32.

<sup>3</sup> Plaissetty, J. G. W. 46, S. 11.



des Verfahrens in die Praxis gewesen, denn erst vor kurzem ist es Plaissetty gelungen, sein Verfahren in einem Pariser Betriebe einzuführen. Wie von anderer Seite berichtet wird, soll der rohe Plaissetty-Strumpf das Gewebe eines Hill-Glühkörpers darstellen<sup>1</sup> (s. auch über Plaissetty-Verfahren Lit. 479, 481<sup>b</sup>, 489, 491<sup>a</sup>).

### III. Prüfung der Glühkörper.

Da die im Gasglühlicht zur Erzeugung kommenden Lichtmengen außer der Qualität des Gases<sup>2</sup> auch noch von der Beschaffenheit der Glühkörper abhängig sind, hatte die Gasindustrie für die Leistungsfähigkeit der im Handel befindlichen Glühkörper lebhaftes Interesse. Dieses veranlaßte den Deutschen Verein von Gas- und Wasserfachmännern, in Gemeinschaft mit der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt in Charlottenburg im Winter 1899/1900 genaue Versuche auf wissenschaftlicher Basis nach vereinbarten gleichen Bedingungen mit einer Reihe von Glühkörpern auszuführen.<sup>3</sup> Es wurde gefunden, daß ein sorgfältig abgebranntes Glühlicht bei 30 mm Gasdruck während 300 Brennstunden durchschnittlich eine Lichtstärke von 70 HK. bei einem Konsum von 120 l pro Stunde — somit 1,7 l pro Stunde und HK. — gibt. Nach dieser Brenndauer geht die Leuchtkraft nicht mehr erheblich unter 60 HK. herunter. Im Jahre 1895 zeigten die besten Glühstrümpfe eine Verminderung ihrer Leuchtkraft um 45<sup>0</sup>/<sub>0</sub>, heute beträgt dieser Rückgang nur noch 12—20<sup>0</sup>/<sub>0</sub>. Diese in Berlin, Charlottenburg, Dessau und Karlsruhe angestellten Versuche ergaben aber ferner, daß trotz der verhältnismäßig verschiedenen Leuchtkraft des Gases der einzelnen Städte im Schnittbrenner (8,2—14,3 HK.) dieselben Glühkörper an den verschiedenen Stellen im wesentlichen dieselbe Lichtstärke besaßen.

<sup>1</sup> Plaissetty, J. G. W. **46**, S. 113 und 195.

<sup>2</sup> Die Abhängigkeit der Qualität des Gases sollte bei den vergleichenden Untersuchungen ebenfalls bestimmt werden. Liebenthal, Physikalische Reichsanstalt — priv. Mitt. v. 17. Juni 1904.

<sup>3</sup> J. G. W. **43**, S. 665—672; s. auch das. **45**, S. 657 u. S. 661.



Die ersten Prüfungen sollten nur informativ sein und bezogen sich auf die Fabrikate der fünf größten deutschen Gasglühlichtfabriken, welche insgesamt mehr als 75% des gesamten deutschen Glühstrumpfbedarfes decken.

Die Bedingungen, unter welchen die Prüfungen vorgenommen wurden, waren die folgenden:

Benutzt wurden Auer-Brenner und Auer-Düsen sowie 25 cm lange Jenenser Zylinder; die Magnesia-Tragstifte hatten eine Länge von 70 mm, von der Brenneroberkante bis zur tiefsten Stelle der Gabel gerechnet.

Zu bestimmen war die mittlere horizontale Lichtstärke durch Messen in zehn Richtungen. Als Vergleichslichtquellen konnten elektrische Glühlampen oder, wo dieses nicht möglich war, Juwelbrenner verwendet werden.

Zur Prüfung durften nur tadellos geformte, sich eng an den Brenner anschließende Glühkörper benutzt werden. Jeder Glühkörper, bei dem anfangs der Unterschied zwischen dem Maximum und Minimum der in den zehn Richtungen gefundenen zehn Lichtstärken mehr als 15% betrug, wurde wegen zu großer Ungleichheit sofort ausgeschlossen. Im Laufe der Prüfung schadhafte gewordene Glühkörper wurden tunlichst durch andere ersetzt.

Die photometrische Prüfung wurde nach 1 Stunde, außerdem zu einer beliebigen Zeit innerhalb der ersten 24 Stunden, ferner nach 100 und 300 Brennstunden ausgeführt. Über 300 Stunden hinauszugehen, erschien nicht angemessen, da die Lichtstärke nach dieser Zeit erfahrungsgemäß nur relativ wenig abnimmt und eine Festigkeitsuntersuchung vorläufig ausgeschlossen war. Der Gasdruck betrug zwischen 30 und 35 mm, der Gasverbrauch zwischen 100 und 125 l in der Stunde. Unter Einhalten dieser Grenzen war durch allmähliches Aufbohren der Düse oder durch Auswählen einer passenden Düse (aus einem Satz von 5—6 Düsenarten mit verschiedenen großen Bohrungen) bei der Anfangsprüfung jeder Glühkörper mittels Photometers auf die größte absolute Lichtstärke (also nicht auf die günstigste Ökonomie) zu bringen. Bei jeder späteren photometrischen Prüfung war der Glühkörper

Tabelle I.

Tabelle II.

Tabelle III.

Firma:	Absolute Lichtstärke in HK. nach:				Stündlicher Gasverbrauch 1 HK. in Ltr. nach:				Nach Ablauf v. 300 Brennstunden hatte die Lichtstärke abgenommen um		Im Durchschnitt von 300 Brennstund. ergab sich	
	1	24	100	300	1	24	100	300	% ihrer Anfangslichtstärke	% ihrer Lichtstärke nach 24 Stunden	die Lichtstärke zu	der stündl. Gasverbrauch à 1 HK.
	Brennstunden				Brennstunden							
A	92	84	70	60	1,3	1,4	1,7	1,9	35	29	69	1,7
B	85	78	66	61	1,4	1,5	1,8	1,9	28	22	66	1,8
C	86	85	79	76	1,4	1,4	1,5	1,6	12	11	79	1,5
D	83	80	72	64	1,4	1,5	1,6	1,8	23	20	70	1,6
E	74	74	68	60	1,6	1,6	1,7	1,9	19	19	66	1,8

Die angegebenen Zahlen sind das Mittel aus je 16 Werten von fünf Beobachtern.

Mittel aus den 5 Sorten = 70 HK. = 1,7 l.

Firma	Absolute Lichtstärke in HK. nach:				Stündlicher Gasverbrauch auf 1 HK. in Liter nach:				Aschenbestimmung		Bemerkungen	
	1	24	100	300	1	24	100	300	600	%		
	Brennstunden				Brennstunden							
A	88	80	66	58	54	1,4	1,5	1,8	1,9	2,0	17	Die Sorten B und C behielten ihre Form gut bei; dagegen waren die übrigen zum Teil ziemlich stark unterhalb des Kopfes sowie oberhalb der Brenneroberkante zusammengesintert.
B	84	78	68	60	51	1,4	1,5	1,8	1,8	2,1	15	
C	85	86	82	79	79	1,4	1,4	1,5	1,4	1,4	11	
D	88	82	71	64	64	1,4	1,5	1,6	1,6	1,5	14	
E	76	74	65	60	59	1,6	1,7	1,8	1,8	1,8	19	

unter Benutzung derselben Düse einer zweimaligen Messung zu unterziehen:

1. bei dem Druck der Anfangsprüfung,
2. bei der durch Zudrehen des Hahnes (Verminderung des Druckes) zu erreichenden größten Lichtstärke.

Neben den photometrischen Messungen wurde noch eine Prüfung des zu den Versuchen benutzten Leuchtgases mittels Hohl-

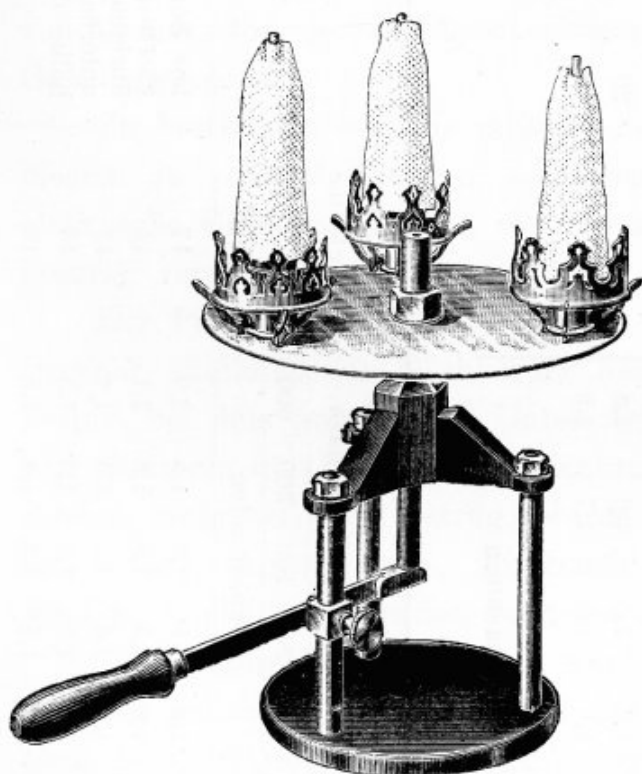


Fig. 122. Festigkeitsprüfer für Glühkörper.

kopfbrenners bei einem stündlichen Verbrauche von 150 l, sowie eine Heizwertbestimmung mittels des Junkerschen Kalorimeters ausgeführt.<sup>1</sup>

Die Versuchsergebnisse sind in die vorstehender Tabellen zusammengefaßt.

Nach den soeben beschriebenen, allgemeinen Gesichtspunkten kann man die Qualität eines Glühkörpers prüfen. Absolut sichere Vorschriften lassen sich für diese Verhältnisse nicht geben, weil zu viel Umstände die Leuchtkraft beeinflussen und verändern. So ist z. B. die Verschiedenheit des Gewebes, die Größe des Formholzes, die Art des Abbrennens und Formens, die Art der Aufhängung, die Größe der oberen Öffnung, die Höhe des Tragstiftes, gutes Anpassen des Durchmessers an den Brennerkopf von Wichtigkeit, ebenso eine möglichst kreisrunde Form. Der Inhalt des über den Brennerkopf hinausragenden Teiles darf nicht zu groß sein, weil derselbe sonst von

<sup>1</sup> Über Heizwertbestimmung s. auch Lewes, J. G. W. 1903, 46, S. 970.

der Flamme nicht völlig erfüllt wird und nur teilweise leuchtet. Die Seitenwände des Glühkörpers sollen von dem oberen Rande an möglichst gerade nach abwärts ziehen und dürfen oben nicht kuppelförmig ausgebaucht sein. Auch ob der Brenner in staubfreier Luft oder in stauberfüllter Straßenluft Aufstellung findet ist auf die Beständigkeit der Leuchtkraft von Einfluß.<sup>1</sup>

Die Widerstandsfähigkeit der Strümpfe mißt Vautier (Lit. 487 und franz. Pat. Nr. 320928 vom 6. Mai 1902) mittels zweier Vorrichtungen: durch einen Druck- und einen Dehnapparat. Für den gleichen Zweck hat Syssoyeff (491b) eine Wage konstruiert, von anderer Seite werden auch Schüttelapparate empfohlen (Fig. 122). Ein Strumpf nach Syssoyeff hielt eine Zugkraft von 120 g aus, während ein solcher nach Jasper (mit Kieselsäure) imprägniert (s. S. 196), bis 1000 Stößen in der Minute widerstand, ein Auer-Strumpf ohne diese Präparation zerbrach bereits nach 140 Stößen.<sup>2</sup>

<sup>1</sup> J. G. W. 42, S. 558.

<sup>2</sup> das. 42, S. 218; s. auch Lit. Nr. 439b.