

Bemerkungen in einer kleinen Broschüre veröffentlicht hatten, ist dieselbe Frage u. a. von Professor Knoblauch in seiner „Anleitung zu genauen technischen Temperaturmessungen“ (1919) behandelt worden. Wir haben jedoch den Eindruck, daß die Sachlage nur ausnahmsweise ins Bewußtsein der Wärmetechniker gelangt ist. Beispielsweise sieht man noch häufig Pyrometer derart im Rauchgasabzuge angeordnet, daß der Schornsteinverlust 25 v. H. oder mehr zu gering gemessen werden muß. Andere meinen, durch Schirme das Pyrometer gegen Strahlung schützen zu können. Wenn die Schirmanordnung aber nicht von raschem Absaugen begleitet wird, vermeidet man höchstens eine Vergrößerung des Meßfehlers.

Eben so wenig wie eine Neuheit der Betrachtungen, will ich die wissenschaftliche Durchführung der Messungen für mich in Anspruch nehmen. Unsere Aufgabe war, so schnell wie möglich eine Berechnungsgrundlage aufzustellen, die gestattete, unsere Luftheritzer mit 10 bis 15 v. H. Genauigkeit zu bemessen, aber nicht eine allgemeine wissenschaftliche Untersuchung zu unternehmen.

Die erforderlichen erheblichen Abmessungen unseres Meßgerätes machten es notwendig, die Messungen an großen Oefen durchzuführen, damit das Absaugen der erheblichen Gas- oder Luftmengen keinen zu großen Einfluß hatte. Der Betrieb reiner Versuchsöfen wurde deshalb sehr kostspielig, um so mehr, weil die Erreichung eines Beharrungszustandes mehrere Tage in Anspruch nahm. Auch kommen bei den Oefen im Betriebe immer erhebliche Schwankungen vor.

Unsere Ergebnisse bedürfen deshalb, um allgemeine Verwendung finden zu können, einer weiteren, wissenschaftlich durchgeführten Forschung, wobei der Wärmeübergang bei hoher Temperatur in seine einzelnen Stufen zerlegt wird. Ich sehe darin eine Reihe interessanter Aufgaben für die zukünftige Forschung.

Eine Neuheit dürfte jedoch unsere Arbeit gebracht haben, und zwar, daß es uns gelang, wahre Gastemperaturen von etwa 1300° C mit großer Annäherung zu messen. Diese Messung wurde dadurch möglich, daß die „passive“ Isolierung des Absaugepyrometers durch eine „aktive“, d. h. gasdurchströmte Isolierung ersetzt wurde.

Was die hierdurch gegebene Möglichkeit, hohe Gastemperaturen verhältnismäßig genau messen zu können, bedeutet, werden alle diejenigen würdigen, die sich einmal mit der wissenschaftlichen Grundlage befaßt haben.

6. Der Glasmacherstar und seine Verhütung.

Von Geh. Rat Dr. Cramer, Cottbus.

Die Wichtigkeit der zu besprechenden Erscheinung als typische Berufskrankheit der Glasarbeiter rechtfertigt ihre Schilderung an dieser Stelle. Nach kurzer Auseinandersetzung und Demonstration der groben Anatomie des Auges wird gezeigt, wie die ersten Erscheinungen des Glasmacherstars — Name für eine zur Undurchsichtigkeit der Linse und damit schließlich zur Erblindung führende Krankheit — am hinteren Linsenpol nur innerhalb des Pupillengebietes in Form einer fast kreisrunden, immer dunkler werdenden Trübung auftreten und schon in diesem Zustand das sogenannte „direkte“ Sehen mit dem Netzhautzentrum aufheben. Der Zu-

stand wird sowohl auf dem Augendurchschnitt, als auch in einer Ansicht von vorn bei durchfallendem Licht gezeigt. Bei der letztgenannten sieht man die dunkle Trübung in der Mitte, und ringsherum die durchsichtige, das rote Licht des Augenhintergrundes durchlassende Linse, soweit sie nicht von der Regenbogenhaut (Iris) bedeckt ist. In diesem Zustand kann die Linse viele Jahre verharren. Allmählich treten dann zuerst Trübungen der vordersten Schichten der Linse auf, später solche der mittleren, bis endlich die Trübung und damit die Erblindung vollständig ist. Das letzte Bild zeigt das.

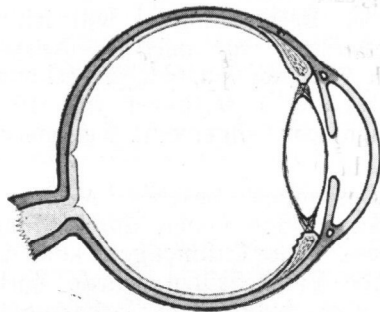


Bild 1.
Normaler Augendurchschnitt.

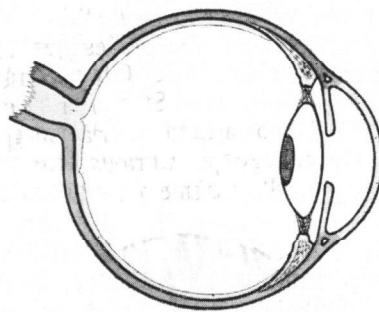


Bild 2.
Augendurchschnitt bei Glasmacherstar.

Die Erscheinung tritt in den typischen Fällen immer zunächst links auf, vielfach verbunden mit einer braunroten Verfärbung der benachbarten Wangenhaut, weil der Glasbläser die Pfeife über die linke Hand gleiten läßt, mit dem linken Auge an ihr entlang in die Glut sieht und dieses daher den zu besprechenden Schädlichkeiten allein ausgesetzt ist. Wenn das Auge soweit erblindet ist, daß es zum Fixieren nicht mehr taugt, ändert der Bläser die Stellung des Gesichtes zur Glut; und nun erkrankt das rechte Auge, zugleich die rechte Wangengegend. Bei Linksern geschieht es umgekehrt, wodurch die manchmal beobachtete primäre Erkrankung des rechten Auges erklärt wird.

Unter Uebergang früherer, rein spekulativer Erklärungen des Zustandekommens, ist über die naheliegende Einwirkung der Hitze (110 bis 145° C) folgendes zu sagen: Nicht erklärt wird dadurch die Einseitigkeit, sowie das Fehlen von Erkrankungen anderer feinsten in der Einwirkungszone der Hitze gelegener Organe, z. B. des inneren Ohres und die tiefe Lage der primären Trübung, statt daß die der Hitzeeinwirkung näher gelegenen vorderen Linsenteile zuerst getroffen werden. Weiter müßten die braunroten Flecke der Wange Verbrennungen sein, was sie nicht sind, sondern Farbstoffansammlungen, die später erklärt werden sollen. Endlich haben große Umfragen ergeben, daß die Einwirkung gleichgroßer anderweitiger Hitzeeinwirkung in Industrie und Großschiffahrt, entgegen früheren Anschauungen keine Linsentrübung hervorrufen. Von einer Ausnahme wird noch die Rede sein.

Wie weit die Hitze als unterstützendes Moment einwirkt, ist nicht eher zu entscheiden, als bis es gelingt, physikalisch oder anatomisch eine solche Einwirkung in der Linse nachzuweisen, was bisher nicht der Fall gewesen ist.

Es bleibt nach Ausschließung aller andern Möglichkeiten die Einwirkung der strahlenden Energie der glühenden Glasmasse, der Ofenwände und des durchschlagenden Feuers.

Für die Anschauung, daß der ultraviolette Anteil der von jenen Quellen ausgehenden Strahlen den Star veranlaßt, spricht rein ärztlich folgendes:

1. Die Einseitigkeit, da das andere Auge nicht getroffen wird.
2. Die Lage der primären Trübung innerhalb des Pupillengebietes, bedingt durch das Abfangen der ultravioletten Strahlen durch die Blut- und Pigmentmassen der Regenbogenhaut, was experimentell nachgewiesen ist. (Heß.)
3. Der physikalisch festgestellte Umstand, daß glühender Kalk, der in Glasmasse und Ofenwand reichlichst vorhanden ist, große Mengen ultravioletter Strahlen aussendet.
4. Die rotbraune Verfärbung der Wangen ist lediglich eine Schutzfärbung gegen ultraviolette Strahlen, da diese, in die Haut eindringend, dieselbe ohne die Pigmententwicklung schwer schädigen würden.

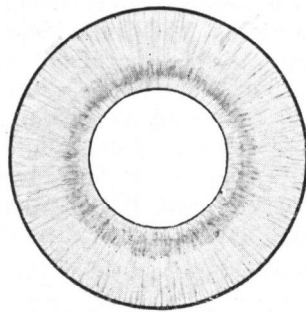


Bild 3.

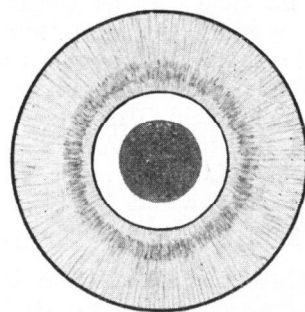


Bild 4.

Normale Linse bei durchfallendem Licht. Glasmacherstarlinse bei durchfallendem Licht.

Theoretische Bestätigungen dieser Ansichten gingen von Schanz und Stockhausen aus, die zwar in Einzelheiten bekämpft wurden, aber nicht widerlegt worden sind. Sie maßen die strahlende Energie der Glut mit Spektrograph und Photometer und stellten folgendes fest:

Die glühende Masse ist frei von den kurzwelligsten Strahlen, welche die bekannte schwere äußere Augenentzündung bei Einwirkung von Lichtbogen oder Gletscherbrand bewirken, weshalb der Glasmacher sich jahraus jahrein der riesigen Helligkeit aussetzen kann. Die Grenze der von der Glut ausgehenden Strahlen nach der unsichtbaren Seite hin ist $320 \mu\mu$. Während nun die sichtbaren Strahlen durch die Regenbogenhaut und die Linse ungehindert hindurchgehen, findet in der letztgenannten eine mit dem Alter zunehmende, sich durch Fluoreszenz anzeigende starke Absorption der Strahlen von etwa $400-320 \mu\mu$ statt. Diese Strahlen, welche nur durch die von der schützenden Iris freie Pupillengegend eindringen können, kommen also allein als Entstehungsursache des Stares in Betracht. Die Frage, warum gerade im hinteren Linsenpol die ersten Erscheinungen eintreten, ist allein durch die in gewissem Maße vorhandene stärkere Konzentration der durch die Linse gebrochenen Strahlen an dieser Stelle nicht zu erklären, da der Brechungsexponent der hinteren Linsenpartieen dann viel größer sein müßte. Wir müssen uns, in Analogie mit bekannten ähnlichen

Erscheinungen, aus anderen pathologischen Gründen vorläufig mit der Annahme einer gesteigerten Empfindlichkeit dieser Stelle gegen krankmachende Reize begnügen.

Die meist kreisrunde Gestalt und der Durchmesser der primären Trübung ist bedingt durch die in Folge der riesigen Helligkeit aufs äußerste verengte Pupille und ist ein weiterer Beweis, daß nur die sonst von der Iris zurückgehaltenen Strahlen die Ursache der eigenartigen Trübung sein können, nämlich die nicht sichtbaren. Eine neuere Anschauung, daß auch in den peripheren Teilen der Linse der Star entstehen könne, ist hier nicht zu erörtern.

Durchaus nicht alle Glasbläser sind der Gefahr der Starbildung ausgesetzt. Die Gefahr steigt mit der Art des Ofens (Wannenöfen sind wesentlich gefährlicher als Häfen), mit der Größe der Oeffnung, mit der Dauer der Hantierung vor dem Feuer. Solche Bläser, die mehrere Behandlungen desselben Stückes innerhalb des Feuergebiets vornehmen, besonders die Fertigmacher, sind gefährdeter, als die nur eine kleine Menge Glasmasse entnehmenden Bläser einfachst geförmter Gläser, z. B. die der elektrischen Birnen, bei denen in der Regel weder Star noch rotbraune Verfärbung vorkommt. Wenn diese Verfärbung früher bei anderen Tätigkeiten erworben ist, verliert sie sich sogar während des sog. „Kolbenmachens“ wieder. Die Tafelglasmacher erkranken trotz weiter Oeffnung des Ofens und riesiger zu verarbeitenden Glasmassen viel weniger an Star und Verfärbung, weil sie beim Blasen und Ausrollen lange Zeit vom Feuer entfernt sind. Kurz der Hohlglasmacher ist in erster Linie der vom Star bedrohte. Daß nur ein gewisser Teil der Hohlglasmacher erkrankt, liegt an der individuell ganz verschiedenen Absorptionsfähigkeit der Einzellinse.

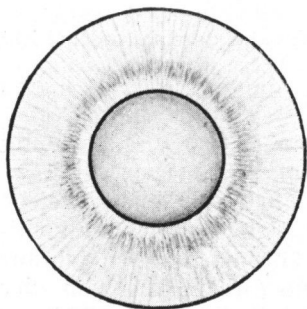
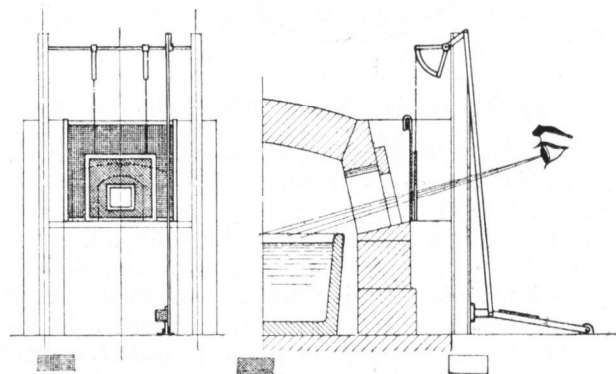


Bild 5.
Glasmacherstar bei
völliger Reifung.



Feststehendes Sieb Bewegliches Sieb Euphosfassung
Bild 6.
Schutzvorrichtung durch Anordnung eines Siebes.

Eine ganz unerwartete Bestätigung der bisher entwickelten Ansichten über die Entstehung des Glasmacherstars bringt eine noch unveröffentlichte Beobachtung von Schnyder-Solturn. Dieser fand bei einer bestimmten Art von Schweißern, die in einem 1400° C heißen Ofen Eisenbarren durch eine Oeffnung, wie am Glasofen, dauernd beobachten, sie mit einer Stange, wie die Pfeife, in die rechte Lage bringen und sie endlich mit einer Zange herausheben, unter 31 Fällen 5 von Star mit genau denselben Eigenschaften, wie die Glasmacherstare. Einzelne boten noch

eine hier nicht weiter zu erörternde, unzweifelhaft bis jetzt nur bei Glasmachern gefundene Erscheinung der Linsenkapself, so daß der Beweis, daß bei beiden Kategorien dieselbe Ursache den Strahlenstar bewirkt, geführt ist. Verstärkt wird dieser Beweis durch die weitere Beobachtung, daß in derselben Fabrik Arbeiter an einem anderen Ofen, bei dem die ganze Arbeit automatisch verrichtet und das Feuer durch seitlich angebrachte Oeffnungen, die verglast sind, beobachtet wird, keinen Star bekommen.

Diese Beobachtung zeigt den besten Weg zur Verhütung des Glasmacherstars. Wenn die von Herrn Geh.-Rat Wendler*) geschilderte voll automatische Bläserei einmal in allen gefährdeten, oben genannten Betrieben angewandt wird, muß der Glasmacherstar verschwinden. Da diese Maßnahme aber immerhin noch lange nicht allgemein eingeführt werden kann, müssen andere vorbeugende Maßnahmen getroffen werden. Der Grundsatz jeder Vorbeugung kann nach den Darlegungen über die Ursache des Glasmacherstars nur das Abfiltrieren der schädlichen Strahlen sein. Zu dem Zwecke müßten an allen Arbeitsstellen, wo erfahrungsgemäß Star auftritt, genaue physikalische Messungen der dort entstehenden Strahlenarten und -mengen vorgenommen werden. Es wird der Glasindustrie nicht schwer fallen, Schutzgläser zu erzeugen, welche die festgestellten schädlichen Strahlen nicht durchlassen. Für die ultravioletten Strahlen ist das schon durch das Euphosglas geschehen. Vergleichende Untersuchungen der Einwirkung der einzelnen Spektralbezirke auf die photographische Platte, nach Durchgang durch verschiedene Glasarten, haben die genannte Eigenschaft des Euphosglases unzweifelhaft ergeben.

Es müßte also nach Möglichkeit die Oeffnung des Ofens, oberhalb des für die Einführung der Pfeife nötigen freien Raumes, mit Euphosglas verschlossen, und jeder Bläser vom Beginn des Blasens an mit großmuscheligen Euphosbrillen versehen werden, die man gegen die Blendung durch die sichtbaren Strahlen auch noch etwas grau färben könnte. Die Schwierigkeiten, Arbeiter zum dauernden Tragen von Schutzbrillen zu bewegen, sind bekannt. In dem Augenblick, in welchem der Glasmacherstar wie fast überall im Ausland (z. B. England, Schweiz, Holland) auch bei uns als entschädigungspflichtig anerkannt wird, werden die Berufsgenossenschaften auch den Arbeitern bisher unbequeme Maßnahmen zur Verhütung des Stares mittels Vorschriften durchsetzen.

Dipl.-Ing. R. Knorrn, Schmiedefeld: Eine Herabminderung der strahlenden Wärmewirkung durch Zwischenschaltung feinmaschiger Siebe zwischen Ofenöffnung und Arbeiter ist in einzelnen Zweigen der Glasindustrie schon seit langem üblich. Neuere Versuche haben erwiesen, daß eine ausreichend genaue Beobachtung des Arbeitsvorganges durch das Sieb auch bei schwierigeren Stücken möglich ist. Die Anordnung des Siebes läßt sich den jeweiligen Arbeitsverhältnissen, wie beispielsweise in der Skizze (Bild 6) angedeutet, anpassen. Wenn nicht darauf zu rechnen ist, daß die Empfindlichkeit des Auges mit der durch Ablendung verringerten Temperatur abnimmt, so ist doch wahrscheinlich das Tragen der Schutzbrille gegen die ultravioletten Strahlen hierdurch erleichtert. Gegebenenfalls könnte auch Euphosglas streifenweise an den für die Beobachtung in Frage kommenden Stellen in den Siebrahmen eingeschaltet werden.

*) Siehe den Vortrag 4 in Heft 3, Juni 1925, der Glastechn. Berichte, S. 87 ff.