

Besondere Anforderungen an die Herstellung gepreßter Scheinwerfergläser

Von Manfred Daniels, Goslar

(Vortrag auf der 56. Glastechnischen Tagung am 26. Mai 1982 in Augsburg)
(Mitteilung aus der Dr. Genthe GmbH & Co KG, Goslar)

(Eingegangen am 2. Juni 1982)

Die konstruktive und gestalterische Auslegung von Signal- und Scheinwerfergläsern ist im wesentlichen durch Funktion und Design bestimmt. Während Signal- und Scheinwerfergläser hinsichtlich Farbgebung, Transmission, Lichtverteilung usw. vor allem behördlichen und Normungsansprüchen genügen müssen,

sind insbesondere bei Automobilscheinwerfergläsern auch stilistische und gestalterische Elemente von Bedeutung. Hieraus ergeben sich für die Produktionstechnik besondere Anforderungen bezüglich der Glaszuführung, der Preß- und Maschinenteknologie und der Werkzeuggestaltung.

Special requirements in the manufacture of pressed head lamp glasses

Design and constructional details of signal and head lamp lenses are essentially determined by function and design. Whilst signal and head lamp lenses must meet requirements of standards for colour, transmission, light distribution, etc., car head light

lenses especially must also satisfy requirements of style and form. Production technology, especially requirements related to glass feeding, press and machine technology, and tool design are discussed here.

Contraintes particulières dans la fabrication des verres de phare pressés

La conception des phares et des feux de signalisation en verre dépend essentiellement de critères fonctionnels et esthétiques. Tandis que les feux de signalisation et les phares en verre doivent satisfaire aux normes et à la réglementation officielle relatives à la coloration, à la transmission et à la distribution de lumière, on

montre l'importance que revêt, tout particulièrement pour les verres de phare d'automobile, l'esthétique. Il en découle donc pour la fabrication des contraintes particulières qui concernent l'alimentation en verre de la presse, la technologie de pressage, les machines et la forme des moules.

Unter Scheinwerfergläsern versteht man Gläser, die auf Grund ihrer Form- und Farbgebung das Licht einer Lichtquelle in ganz bestimmter, vorgegebener Art und Weise verteilen. Dies kann sowohl für Beleuchtungs- als auch für Signalzwecke erfolgen.

Derartige Gläser finden hauptsächlich Verwendung an Personenkraftwagen, Last- und Nutzfahrzeugen usw. als Bestandteil von Fernlicht-, Abblendlicht-, Nebel-, Such-, Arbeits- und Rückfahrcheinwerfern zur Fahrbahnausleuchtung oder zum geringen Teil an Schlußleuchten, Bremsleuchten, Rückstrahlern und Fahrtrichtungsanzeigern für Signalzwecke.

Weitere, vorwiegend signaltechnische Anwendungsbereiche sind Schiffe, Häfen und Wasserstraßen; Flugzeuge und Flughäfen; Schienenfahrzeuge und Eisenbahnsignale sowie allgemeine Fahrbahnsignale (Verkehrssampeln).

Darüber hinaus besteht ein weiterer Anwendungsbereich in Form statischer Ausleuchtung von Außenanlagen (Sportplätzen, Straßen, Gebäuden) und Innenanlagen (Hallen-, Maschinen- und Arbeitsplatzausleuchtung usw.).

Die Anwendungsbereiche und Einsatzzwecke von Scheinwerfergläsern sind also sehr vielfältig, und entsprechend vielseitig sind die Anforderungen, die

an diese Beleuchtungs- und Signalanlagen gestellt werden. Die Herstellung der Gläser erfolgt überwiegend im Preßverfahren ohne besondere Nachbearbeitung, nur spezielle Gegenstände werden außerdem noch durch Blasen, Schleudern und Gießen gefertigt.

1. Anforderungen an Scheinwerfer- und Signalgläser

1.1. Funktion und Design

Die Anforderungen an die Herstellung von gepreßten Scheinwerfergläsern ergeben sich in erster Linie aus deren spezieller Funktion in ihrem späteren Einsatzgebiet. Die Lichtverteilung ist in der Regel vorgeschrieben durch nationale oder internationale Vorschriften und Normen [1], bei Farbsignalen kommen neben den Lichtverteilungsfunktionen noch Farbort und Transmission hinzu, die ebenfalls reglementiert sind [2 bis 5].

Eine weitere Reihe von Anforderungen ergibt sich aus den Technischen Liefervorschriften der Scheinwerferhersteller, die die Gläser in der Regel automatisch weiterverarbeiten.

Insbesondere aus dem Automobilbau kommt im Hinblick auf funktionelles Design (Cw-Wert = Luftwiderstandsbeiwert), ästhetische Gestaltung und

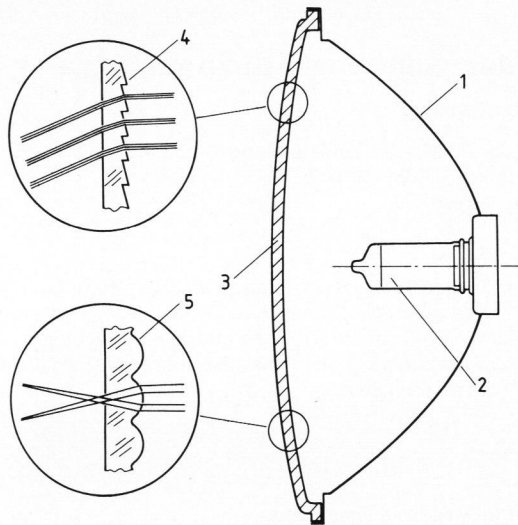
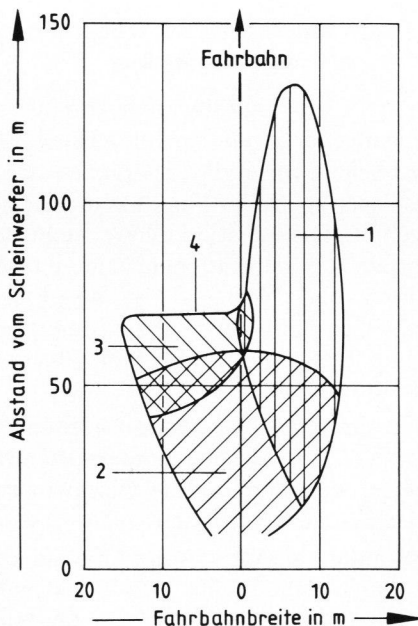
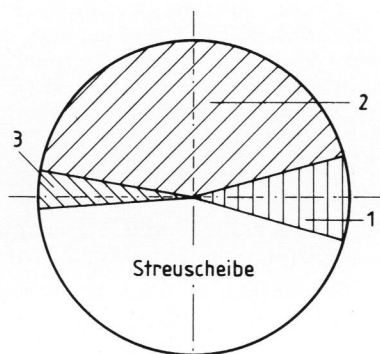


Bild 1. Schematischer Aufbau eines Automobilscheinwerfers.
 1: Paraboloidreflektor, 2: Lampe, 3: Streuscheibe, 4: keilförmige Profilierung (Ablenkung), 5: linsenförmige Profilierung (Steuerung).



Gewichtsverminderung ein weiterer Anforderungskatalog hinzu, der sich auf die Herstellbarkeit der Gläser zunehmend auswirkt.

Bild 1 zeigt den schematischen Aufbau einer Scheinwerfereinheit, die üblicherweise im Automobilbau Verwendung findet. Der Scheinwerfer besteht aus einem Paraboloidreflektor aus verspiegeltem Metall oder Kunststoff (1) mit einer Lampe (2), die in der Nähe des Brennpunktes angeordnet ist. Die Baueinheit ist mit einer Streuscheibe (3) dicht verklebt. Die optischen Elemente der Streuscheibe sind im Prinzip Prismen (4) zur Ablenkung und Linsen (5) zur Streuung des aus dem Reflektor austretenden Lichts.

Die lichttechnisch wirksamen Partien der Streuscheibe werden aus Zonen gleichartiger, jedoch verschieden dimensionierter optischer Elemente gebildet. Bild 2 zeigt stark vereinfacht die für das Fahrlicht repräsentativen Zonen einer Streuscheibe und die zugehörige Lichtverteilung auf der Fahrbahn. Die Lichtverteilungsfläche kann man in drei – sich zum Teil überdeckende – Zonen einteilen:

Zone 1 für die Fernausleuchtung der eigenen Fahrbahn, Zone 2 für die Vorfeldausleuchtung unmittelbar vor dem Fahrzeug und Zone 3 zur Ausleuchtung der Gegenfahrbahn mit der scharf verlaufenden Hell-Dunkelgrenze zur Vermeidung von Blendung des Gegenverkehrs. Die Blendung gilt als behoben, wenn die Beleuchtungsstärke in einer Entfernung von 25 m vor jedem einzelnen Scheinwerfer auf einer Ebene senkrecht zur Fahrbahn in Höhe der Scheinwerfermitte nicht mehr als 0,7 Lux beträgt [1].

1.2. Glas

Die Anforderungen an den verwendeten Werkstoff Glas beziehen sich im wesentlichen auf dessen Eigenschaften Farbe, hydrolytische Klasse, Temperaturwechselbeständigkeit und lineare Ausdehnung.

Bei Farbgläsern wird die Farbe durch die Lage im Farbdreieck und durch Angabe der Transmission, bezogen auf eine bestimmte Lampenart, festgelegt. Bei Automobilstreuscheiben wird die Farbe Weiß an Hand von Grenzmustern mit dem Kunden abgestimmt. Da in einem Fahrzeug unter Umständen Erzeugnisse verschiedener Hersteller eingebaut werden können, sind die Festlegungen sehr eng. Das Glas darf keinen merklichen Farbstich aufweisen und nicht zur Solarisation neigen, damit, etwa nach Ersatz eines Scheinwerfers nach etwa zehn Jahren, keine

◀ Bild 2. Zuordnung von Zonen der Streuscheibe und der ausgeleuchteten Fahrbahn beim Fahrlicht.
 1: asymmetrische Fahrbahnausleuchtung
 2: Vorfeldausleuchtung
 3: Gegenfahrbahnausleuchtung
 4: Hell-Dunkelgrenze

merkliche Farbdifferenz zwischen dem alten Glas und dem fabrikneuen Artikel auftritt.

Scheinwerfergläser haben im allgemeinen die Aufgabe, den Lampenraum dicht zu verschließen; sie werden daher mit dem Reflektor oder dem Gehäuse fest verklebt oder über eine Dichtung mechanisch verbunden. Im Lampenraum können – bedingt durch Temperaturwechsel auf Grund des Lampenbetriebes – Kondensationserscheinungen stattfinden. Zur Vermeidung von Eintrübungen der Scheibe bei Niederschlag der Luftfeuchtigkeit muß das verwendete Glas mindestens der hydrolytischen Klasse 3 nach DIN 12111 [6] genügen, wobei allerdings zur laufenden Qualitätskontrolle empfindlichere Verwitterungstests herangezogen werden.

Bei leistungsstarken Scheinwerfern können immer dann thermische Probleme auftreten, wenn die Scheiben stark verschmutzt sind und ein nicht unerheblicher Teil des Lichts in der Scheibe in Wärme umgesetzt wird. So können zum Beispiel bei stark verschmutzten Halogen-Nebelscheinwerfern im Glas Temperaturen von über 150 °C auftreten. In Kontakt mit Schneematsch, Regen usw. entstehen thermisch induzierte Spannungen, die zum Bruch der Scheibe führen können. Die Temperaturwechselbeständigkeit von Streuscheiben, d. h. die Temperaturdifferenz, bei der die Scheiben bei vorgegebener Spannung gerade nicht zerbrechen, ist neben den Glas- und Formeigenschaften wie Dehnungsmodul, Poisson-Konstante und Ausdehnungskoeffizient stark von deren Konstruktion (Wandstärkenunterschiede) und Verarbeitung abhängig.

Im allgemeinen sollte die Temperaturwechselbeständigkeit von Streuscheiben 120 K nicht unterschreiten [7].

Der Ausdehnungskoeffizient ist wichtig für die Verbindung mit Metall- und/oder Kunststoffrahmen, er beträgt etwa $8 \cdot 10^{-6} \text{ K}^{-1}$.

2. Anforderungen an die Herstellung

2.1. Glasformen

Dem Werkzeug kommt beim Pressen von Scheinwerfergläsern eine ganz überragende Bedeutung zu, da es die Aufgaben der äußeren und inneren Formgebung, des kontrollierten Wärmeentzugs und des exakten mechanischen Zusammenspiels bei Betriebstemperaturen übernimmt. Zudem erwartet man eine hohe Lebensdauer bei geringen Aufarbeitungskosten.

Prinzipiell ist die Glasform (Bild 3) aus drei Teilen aufgebaut, dem Stempel (1) mit Stempelhalbs (2), dem Ring (3) und dem Unterteil (4) mit Unterteilfuß (5). Stempel und Unterteil formen die innere und äußere Oberfläche des Preßlings, während der Ring die Aufgabe übernimmt, beim Preßprozeß eine dichtende Verbindung zwischen Stempel und Unterteil herzustellen. Diese Paßgenauigkeit der Werkzeug-Elemente muß jedoch bei den sich ein-

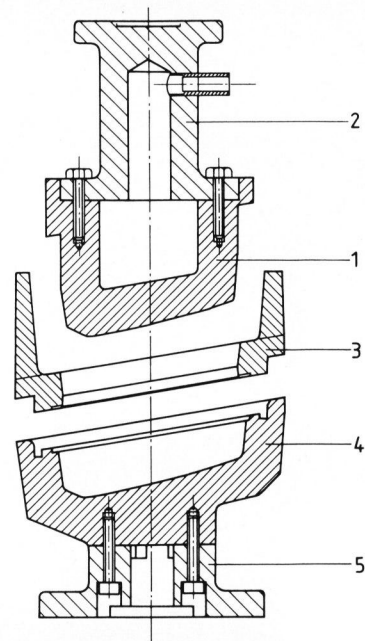


Bild 3. Schematische Darstellung einer schräggestellten Preßform.

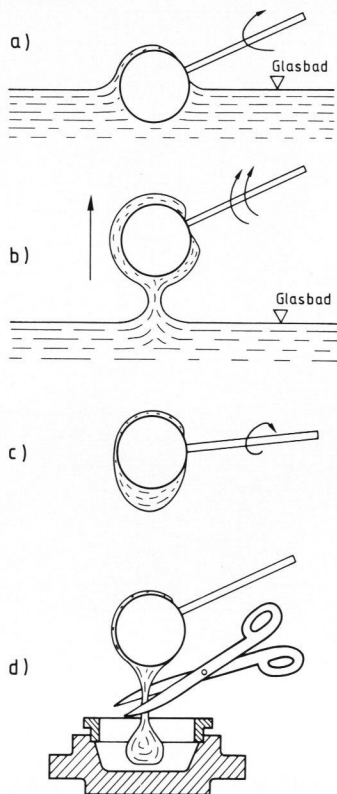
- 1: Stempel
2: Stempelhalbs mit Zuführung für Kühlung
3: Ring
4: Unterteil mit Zuführung für Kühlung

stellenden Betriebstemperaturen gewährleistet bleiben, wobei die thermischen Bedingungen für jedes Element verschieden sind.

Die im Zusammenhang mit der Glasverarbeitung interessierenden Eigenschaften der Werkstoffe für die Glasformen sind Warmfestigkeit, Anlaßbeständigkeit, Warmverschleißhärte, Temperaturwechselbeständigkeit und Zähigkeit. Diese Eigenschaften werden durch Zusatz von Chrom, Molybdän, Wolfram, Nickel und Kobalt zum Werkzeugstahl erreicht. Daneben sollte das Material gut schweißfähig, bearbeitbar und polierfähig sein. Überwiegend wird heute als Formenwerkstoff sogenannter Warmarbeitsstahl eingesetzt. Der früher oft verwendete und wegen seiner guten Zerspanbarkeit beliebte Grauguß findet praktisch nur noch in Sonderfällen – etwa bei Kleinserien – Anwendung. Zur Erzielung einer hohen Oberflächengüte der Gläser sind die glasberührenden Formteile in der Regel verchromt [8].

Die üblichen Bearbeitungsmethoden für die Formen sind Drehen, Fräsen, Stoßen bzw. Ziehen, Erodieren und Polieren. Die Bearbeitungsgenauigkeit insbesondere der optischen Profile ist extrem hoch, da schon Ungenauigkeiten von wenigen Hundertstel Millimetern unzulässige Lichtabweichungen hervorrufen können. Zum Erhalt einer gleichbleibend hohen Oberflächengüte werden die Glasformen nach jedem Produktionseinsatz neu aufgearbeitet, verchromt und automatisch poliert.

Die Standzeiten der Formen sind naturgemäß sehr unterschiedlich und hängen im wesentlichen von



Bilder 4a bis d. Glasentnahme durch den Handanfänger.
a) Wickeln, b) Abriß, c) Transport, d) Abtropfen und Schnitt.

typenspezifischen Ausführungsmerkmalen ab. Bei vorgeschmiedeten Teilen sollte man eine mittlere Leistung von etwa 400 000 Brutto-Pressungen erwarten. Bei Verwendung von Grauguß wird eine mittlere Standzeit von weniger als 150 000 Pressungen erreicht.

2.2. Speiser

Zur Beschickung von Glasformen mit heißem Glas sind sowohl Tropfen- als auch Kugelspeiser gebräuchlich. Welche Art der Speisung man wählt, insbesondere welche Kombination von Speiser und Presse, hängt vom Schwierigkeitsgrad des zu fertigenden Artikels, vom Artikelgewicht und ganz besonders von der zu fertigenden Losgröße ab. Vereinfacht gesagt, werden Kugelspeiser bzw. Handanfänger bis zu einer Leistung von etwa 8 Stück/min eingesetzt, höhere Schnitzzahlen sind nur mit Tropfenspeisern zu erreichen.

Tropfen- und Kugelspeiser unterscheiden sich in der Art der Glasentnahme und der Werkzeugbeschickung erheblich voneinander. Tropfenspeiser sind in der Hohl- und Preßglasfertigung weitgehend technisches Allgemeingut, so daß hier im folgenden ausschließlich auf die Arbeitsweise des Kugelspeisers eingegangen werden soll.

Die Anwendung von Kugelspeiser und Handanfänger ist im wesentlichen Klein- und Mittelserien der

Preßglasfertigung vorbehalten. Das von Hand bediente Anfangeisen besteht aus einem Kugelkopf von 10 bis 150 mm Durchmesser, wobei zur Gewichtsverringering ab 35 mm Durchmesser Hohlkugeln mit etwa 3 mm Wanddicke verwendet werden. Die Anfangeisenköpfe bestehen aus hitzebeständigem zunderfreien Sonderstahl und sind mit einer Lanze verschweißt, die an ihrem anderen Ende eine Griff-Fläche aus Holz aufweist.

Zur Glasentnahme (Bilder 4a und b) wird die Kugel etwa bis zum halben Durchmesser in das Glasbad eingetaucht und das flüssige Glas unter stetiger Drehbewegung auf die Kugel gewickelt (Bild 4a). Dann wird die Kugel etwas aus dem Glasbad herausgezogen, wobei durch schnellere Drehung und die Herausnahmebewegung der Glasfaden abreißt (Bild 4b). Unter Schwenken und Drehen wird die Kugel mit dem Glasposten oberhalb des Formenunterteils zum Stillstand gebracht (Bild 4c), wobei das Glas in die Form abfließt, der Verbindungsstrang wird mit einer Schere abgeschnitten (Bild 4d). Nachdem die Kugel sorgfältig vom Restglas befreit ist, kann ein weiterer Arbeitstakt beginnen.

Die physische Leistung des Bedienungsmannes im Strahlungsbereich des Entnahmehorizontes ist außerordentlich hoch. Die reine Transportleistung kann bis zu 3 t Glas/8 h betragen. Handanfänger werden aus diesem Grunde heute fast nur noch an 1–2-Stationen-Pressen oder im Hafeno-fenbetrieb eingesetzt.

Der automatische Kugelspeiser bildet den manuellen Bewegungsablauf mehr oder weniger vollständig nach. Kugelspeiser konventioneller Bauart bestehen aus folgenden Baugruppen:

- Lineareinheit zur Bewegung von Lanze und Kugel zwischen Glasbad und Form. Der Antrieb ist elektrisch oder hydraulisch über Zahnstange, Kurbelschwinge, Kette oder Zahnriemen;
- Kippeinheit zum Schwenken von Lanze und Kugel in vertikaler Richtung. Die Kippeinheit ist an der Lineareinheit starr befestigt, die Kippung erfolgt bei älteren Speisern über eine feste Kurve, bei neueren Typen separat über Hydraulik- oder Elektromotor;
- Dreheinheit zum Drehen von Lanze und Kugel. Der Drehantrieb ist direkt oder über ein Getriebe auf die Lanze geflanscht. Der früher oft verwendete Luftmotor ist heute weitgehend durch hydraulische und elektrische Regelantriebe ersetzt.

Alle Einheiten werden in einen kompletten Block mittels einer Säulen- oder Stativkonstruktion in unmittelbarer Nähe der Presse installiert [9 bis 11].

Der Kugelspeiser ist in seiner Handhabung sehr empfindlich. Er kann bei nicht sachgemäßer Einstellung und Betriebsweise erhebliche Produktionsstörungen und qualitative Fehler im fertigen Erzeugnis bewirken. Die wichtigsten Aufgaben, die ein Kugel-

speiser zu bewältigen hat, können kurz zusammengefaßt werden: Aufnahme, Transport und Abgabe einer exakt vorgegebenen Menge heißen Glases sollten in möglichst kurzer Zeit, ohne negative Beeinflussung des transportierten Glases und des Glasbades, erfolgen.

Zur Erfüllung dieser Aufgabe sind folgende Parameter zu beachten:

1. exakt reproduzierbarer Aufnahme- und Abgabepunkt,
2. Eintauch- und Abrißcharakteristik bei der Glasaufnahme,
3. gesteuerte Beschleunigungs- und Geschwindigkeitscharakteristik über die gesamte Bahn,
4. flexible Anpassung an Artikelgewichte, Formhöhe, Schwankungen der Glasbadhöhe und -temperatur,
5. gesteuerte Änderung des Abgabepunktes (Legen).

Bei Kugelspeisern modernerer Bauart, die allen diesen Anforderungen Rechnung tragen, sind Linearbewegung, Kippbewegung und Drehbewegung der Kugel unabhängig voneinander einstell- und regelbar. Als Antriebe werden hierbei vorwiegend hochdynamische Gleichstrom-Scheibenläufermotoren eingesetzt. Die in der Regel serienmäßige Hardware der Positioniersteuerung wird häufig durch betriebsintern entwickelte Software ergänzt.

Die wichtigsten, außerhalb des Kugelspeisers liegenden Einflußgrößen für die Glasaufnahme sind die Glasviskosität als Funktion der Glasbadtemperatur und ein gleichbleibender Glasstand. Eine zeitliche Schwankung der Glasoberflächentemperatur von mehr als 3 K, ein örtlicher Temperaturgradient von mehr als 0,5 K/cm im Tauchbereich der Kugel sowie eine Glasstandschwankung von mehr als 0,5 mm sollten vermieden werden.

Ein wichtiges Kriterium ist die Gewichtskonstanz des übergebenen Glaspostens. Sie beträgt beim Handanfänger 5, beim hydraulisch pneumatischen Kugelspeiser 4, beim programmgesteuerten Kugelspeiser 2 %. Die Qualität des Glaspostens in bezug auf eingeschlossene Luftblasen ist bei richtiger Einstellung besser als bei einem erfahrenen Handanfänger.

Die Stückleistung des Kugelspeisers (Bild 5) verläuft im Gewichtsbereich 500 bis 1 500 g Tropfengewicht annähernd linear; sie beträgt etwa 6 Stück/min bei einem Tropfengewicht von 500 g und 4 Stück/min bei etwa 1 500 g Tropfengewicht.

2.3. Glaspressen

Die Glaspreßautomaten besitzen in der Regel zwei, vier, sechs, acht oder mehr Stationen, wobei Mehrstationenmaschinen auch mit untergesetzter Stationenzahl gefahren werden können. Hinsichtlich der Stationen unterscheidet man:

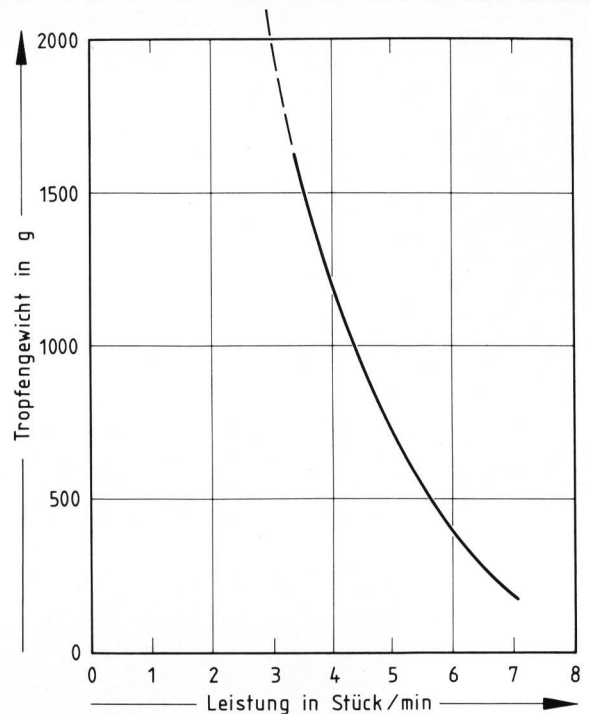


Bild 5. Ausbringung des Kugelspeisers in Abhängigkeit vom Tropfengewicht.

- a) Aufgabestation, in der das Glas aufgegeben und eingeschnitten wird,
- b) die unmittelbar angrenzende Preßstation, in der der Glasposten ausgepreßt wird,
- c) Abgabestation, in der das Unterteil durch Kippen des Formträgers oder durch Saugvorrichtung mittels Vakuum entleert und gewendet wird,
- d) eine bzw. mehrere Kühlstationen, in denen der Artikel gekühlt bzw. das Formen-Unterteil thermisch konditioniert werden kann.

Der Antrieb des Tisches erfolgt über einen polumschaltbaren Elektromotor mit Maltesergetriebe, für kleinere Antriebsleistungen werden auch Gleichstrom- oder hydraulische Antriebe verwendet.

Die hydraulisch betriebenen Preßzylinder haben regelbare Eilgang- und Arbeitsgeschwindigkeiten. Die Preßkraft kann bis zu 150 kN und mehr betragen bei einem Preßdruck von 350 bis 400 bar. An Stelle der früher üblichen Ring-Niederhalteplatten, deren Vordruck über Schraubenfedern eingestellt wurde, sind heute überwiegend pneumatisch oder hydraulisch betätigte Deckringhalter im Gebrauch. Üblich ist auch eine Preßunterstützung über Schubkeilgetriebe, um die Preßkraft direkt unter der Form aufzunehmen [12].

Beim Preßprozeß fährt der Ring dem Stempel voran und setzt sich fest auf das lose Unterteil auf, wobei es dieses relativ zum Stempel zentriert. Der Stempel fährt im Eilgang nach und schaltet bei Kontakt mit dem Glasposten auf Arbeitsgeschwindigkeit um. Die reine Preßzeit beträgt größenord-

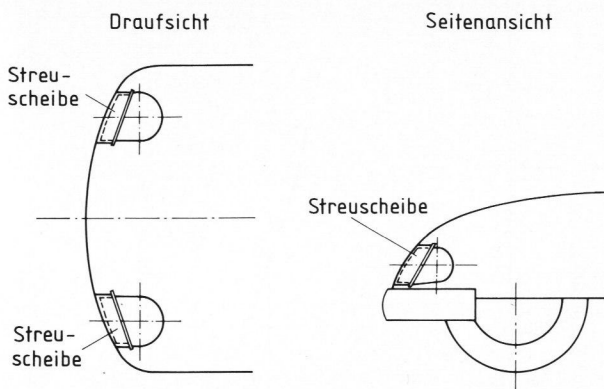


Bild 6. Schräge Einbaulage des Scheinwerfers im Automobil.

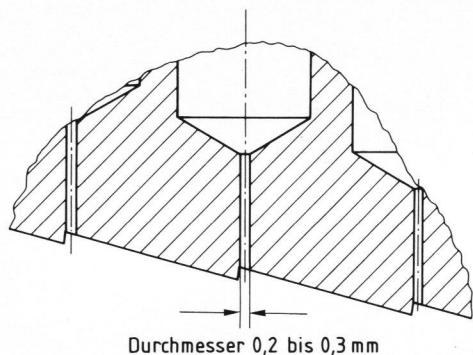


Bild 7. Entlüftungsbohrungen an Profilübergängen im Stempel.

nungsmäßig 1 s. Nach Erreichen der maximal eingestellten Preßkraft wird der Stempel drucklos gefahren, um ein Zerdrücken des erstarrenden Glases zu vermeiden. Nach einer einstellbaren Verweilzeit, in der dem nun ausgepreßten Artikel noch weiterhin Wärme entzogen wird, fährt der Stempel in seine Ausgangsposition zurück, während der Ring noch einige Zeit auf dem Unterteil verbleibt, um ein Einfallen des Fußes oder Randes zu verhindern.

Das Glas wird sehr heiß und nahe der Klebtemperatur ausgeformt [13]. Erst in den folgenden Kühlstationen löst sich das Glas durch Schrumpfung vom Unterteil, so daß es in der Entnahmestation ohne Schwierigkeiten entnommen werden kann.

2.4. Besonderheiten

Es gibt beim Pressen von Streuscheiben einige Besonderheiten, die im folgenden kurz erwähnt werden sollen.

Durch die glatte Außenoberfläche und die stark profilierte Innenoberfläche – die Innenoberfläche ist etwa doppelt so groß wie die äußere – entsteht beim Pressen ein komplizierter Glasfluß. Ungleiche Fließwege bei extrem rechteckigen Artikeln sind eher die Regel. Bei Längen-/Breitenverhältnissen des Artikels über 2,5/1 können Probleme dadurch entstehen, daß das Glas die Schließkante erreicht, bevor der Stempel

den Preßraum geschlossen hat. In diesem Fall darf der Glasposten nicht als Tropfen, sondern muß als Strang in die Form gelegt werden, um nach allen Seiten möglichst gleiche Fließwege zu erhalten.

Bei Automobilen, deren Frontpartien zur Erreichung eines niedrigen Cw-Wertes stark gepfeilt sind (Bild 6), werden Scheinwerfer oft in zwei Ebenen schräg eingebaut, zumal der Übergang von Karosserie zum Scheinwerfer annähernd fugenlos sein soll. Das bedeutet, daß die Schließfläche des Werkzeugs gegenüber der Preßrichtung nicht mehr orthogonal, sondern bis zu 15° in zwei Ebenen geneigt ist (siehe Bild 3). Neben der Tatsache, daß das Glas dazu neigt, in den tieferen Teil des Werkzeugs zu fließen, treten erhebliche Querkräfte beim Pressen auf, die durch das Werkzeug und die Preßunterstützung aufgefangen werden müssen.

Die Grundglasdicke bei Automobil-Scheinwerfern liegt bei etwa 4 mm. Eine Verringerung der Grundglasdicke, aus Gründen der Gewichtseinsparung, wird angestrebt. Allerdings steigt der Preßdruck in Abhängigkeit von der Grundglasdicke exponentiell an [14]. Einwandfreie Oberflächen können heute schon bei Wanddicken von 1,8 bis 2 mm für kleinere Artikel und von 2,5 bis 3 mm für großflächige Streuscheiben erreicht werden.

Es gibt einige Fälle, in denen eine vorgegebene Grundglasdicke ohne Toleranz eingehalten werden muß. In diesen Fällen wird das Werkzeug mit einem Überlauf versehen, durch den das überschüssige Glas durchgepreßt wird. Der Überlauf wird so eng gehalten, daß an dieser Stelle das heraustretende Glas nach dem Erkalten einfach abgebrochen werden kann.

Gegenstände mit extrem geringen Abmessungen werden oft in Mehrfachwerkzeugen gepreßt. Die Einzelartikel sind dann durch flache Stege miteinander verbunden und werden später an diesen Trennstellen auseinandergeschnitten oder -gebrochen.

Bei Übergängen verschiedener Profilflächen entstehen im Stempel scharfe Absätze (Bild 7), an denen die Luft beim Pressen nicht entweichen kann. Als Abhilfe werden an den Übergangskanten in jedem Profil Lüftungsbohrungen mit 0,2 bis 0,3 mm Durchmesser angebracht, durch die die überschüssige Luft in das Stempelinnere entweichen kann.

Es ist noch zu erwähnen, daß die glaserberührenden Teile der Werkzeuge ohne jedes Schmier- oder Trennmittel gefahren werden, um in jedem Fall ein exaktes Abbild der Werkzeugoberfläche zu erhalten. Lediglich an den Gleitstellen der Werkzeuge ist die Verwendung von Schmiermitteln gestattet.

3. Fehler

Zum Schluß soll noch auf die Auswirkung einiger Fehler eingegangen werden, die beim fertigen Produkt von besonderem Belang sind. Zwar unterliegen

Art und Anzahl von Fehlern einer Qualitätsabsprache mit den Kunden, zur Aufrechterhaltung der Produktqualität müssen jedoch bestimmte interne Voraussetzungen erfüllt sein.

Blasen und Schlieren entstehen in der Glasschmelze und können den Lichtdurchgang empfindlich stören. Im gesamten Prüfbereich sind nicht mehr als eine Blase von 1 mm Durchmesser bzw. fünf Blasen mit je 0,22 mm Durchmesser zugelassen. In bezug auf Schlieren darf die Schlierenfläche nicht mehr als 0,1 % des Prüfbereiches ausmachen.

Hauptfehler am fertigen Produkt ist jedoch unzureichende Maßhaltigkeit der Außenkontur, der Ebenheit und der Profilierung. Ursache hierfür sind nicht maßgerechte Werkzeuge, Fehler beim Pressen oder in der Werkzeugzentrierung. Maßabweichungen von 0,1 mm in den keil- und linsenförmigen Elemen-

ten bewirken bereits Ablenkungsfehler, die im Straßenverkehr Blendung hervorrufen können [15]. Häufig sind diese Fehler im Werkzeug und im fertigen Artikel nur durch komplizierte optische Geräte oder Meßeinrichtungen zu überprüfen und festzustellen.

4. Ausblick

Die Anforderungen des Marktes an die Herstellung von Scheinwerfergläsern steigen ständig. Ein Trend zu noch komplizierterer Formgebung zeichnet sich ab. Ebenfalls besteht ein zunehmender Bedarf an physikalisch und chemisch hochbelastbaren Artikeln für Sonderanwendung. Die Anforderung des Marktes bedeuten andererseits eine stetige technische Weiterentwicklung der Herstellungs- und Verarbeitungstechnologie.

5. Literatur

- [1] Belke, K.; Bosselmann, H. und Liegel, O.: StVZO Straßenverkehrs-Zulassungs-Ordnung mit Fahrzeugteilverordnung, den Richtlinien für die Prüfung von Fahrzeugteilen und vielen weiteren Bestimmungen, unter besonderer Berücksichtigung der technischen Vorschriften. 10. Aufl. Bad Godesberg: Kirschbaum 1972.
- [2] Seeschiffahrt-Straßen-Ordnung vom 3. 5. 1971. Bundesgesetzbl. I, S. 641.
- [3] Verordnung zu den internationalen Regeln von 1972 zur Verhütung von Zusammenstößen auf See (Seestraßen-Ordnung) vom 13. 6. 1977. Bundesgesetzbl. I, S. 813.
- [4] Norm DIN 6163 (September 1959): Farben und Farbgrenzen für Signallichter. Teil 1 bis 8. Berlin: DIN 1959.
- [5] Zulassungs- und Prüfungsbedingungen für Positionslaternen vom 30. April 1971. Hamburg: Dt. Hydrogr. Inst. 1971.
- [6] Norm DIN 12 111 (Mai 1976): Prüfung von Glas; Gießverfahren zur Prüfung der Wasserbeständigkeit von Glas als Werkstoff bei 98 °C und Einteilung der Gläser in hydrolytische Klassen. Berlin: DIN 1976. [Ref. Glastechn. Ber. 49 (1976) 76R1102.]
- [7] Scholze, H.: Glas. 2., neubearb. Aufl. Berlin, Heidelberg, New York: Springer 1977. [Ref. Glastechn. Ber. 52 (1979) 79R1160.]
- [8] Kösters, R.: Werkzeugstähle für die Glasverarbeitung. Fachber. Oberflächentechn. 13 (1975) S. 399–407. [Ref. Glastechn. Ber. 51 (1978) 78R0641.]
- [9] Wunderlich, E.: Führungsvorrichtung für einen Kugelspeiser. DBP.-Nr. 24 16 376. Kl. C 03 B, Gr. 5/36. Pat. ab 4. 4. 1974, bekanntgeg. 10. 7. 1975, ausgeg. 19. 2. 1976. [Ref. Glastechn. Ber. 49 (1976) 76R0109.]
- [10] Bleikristallwerke F. X. Nachtmann: Glasschöpfvorrichtung. OS. – Nr. 29 01 323. Kl. C 03 B, Gr. 5/34. Pat. ab 15. 1. 1979, Offenleg. 24. 7. 1980.
- [11] Liebal, E.: Vorrichtung zur Entnahme von geschmolzenem Glas aus einer Wanne o. dgl. und zum Transport des Glases zu einer Verarbeitungsstelle. Dt. Auslegeschr.-Nr. 29 05 767. Kl. C 03 B, Gr. 5/36. Pat. ab 15. 2. 1979, bekanntgeg. 10. 4. 1980. [DBP. ref. Glastechn. Ber. 55 (1982) Nr. 1, 82R0201.]
- [12] Giegerich, W. und Trier, W.: Glasmaschinen. Berlin, Göttingen, Heidelberg: Springer 1964. [Ref. Glastechn. Ber. 37 (1964) S. 225.]
- [13] Costa, P.: Zeitlicher Verlauf des Kontaktes zwischen Glas und Metall. Vortrag auf: HVK-Kolloquium über Hohlglasmaschinen am 3. November 1970 in Frankfurt (Main).
- [14] Schumacher, R.: Fließen des Glases beim Pressen. Aufbau der Versuchsapparatur und erste orientierende Versuche. Vortrag v. d. FA IV d. DGG am 24. April 1970 in Frankfurt (Main). [Ref. Glastechn. Ber. 43 (1970) S. 352.]
- [15] Jepsen-Marwedel, H. und Brückner, R. (Hrsg.): Glastechnische Fabrikationsfehler. 3., völlig neubearb. Aufl. Berlin, Heidelberg, New York: Springer 1980. [Ref. Glastechn. Ber. 54 (1981) 81R0638.] 83R1242