schweigen — manches zu wünschen übrig lassen, insbesondere wenn es sich um höhere Beschleunigungen mit steiler Kurvenführung handelt. Auch von einer Feineinstellung kann bei Kurvenantrieben — wenigstens, wenn einigermaßen größere Kräfte auftreten — auf die Dauer kaum die Rede sein. Deshalb wären wohl ohne weiteres Antriebe durch Koppel und Schwinge, auch schon aus Gründen der weit geringeren Abnutzung, vorzuziehen, aber zu meiner Zeit wurden sie meines Wissens auf Technischen Hochschulen nicht gelehrt; ich wenigstens beherrsche sie nicht, und ich fürchte, es wird vielen anderen älteren Konstrukteuren ebenso gehen. Aus diesem Grunde wären wir wohl alle Herrn Alt dankbar, wenn er uns aus der technischen Literatur ein maßgebendes Werk angeben und empfehlen würde, an Hand dessen man sich mit der Zeit in diese gewiß nicht leichte Materie einarbeiten könnte.

Herr Alt: In der technischen Literatur ist ein für die Konstrukteure von Getrieben geeignetes Werk noch nicht vorhanden. Es ist deshalb notwendig, im Bedarfsfalle Ingenieure einzustellen, die neben der allgemeinen Ausbildung im Maschinenbau eine gründliche Ausbildung in der wissenschaftlichen Getriebelehre sich angeeignet haben. Eine solche Ausbildung würde durch ein Buch nicht ersetzt, sondern nur ergänzt werden können. (7028a)

DK 666.1.033.3 : 532.5

Studien über die Strömungsvorgänge bei der vollautomatischen Glasverarbeitung im Feeder- und Kipp-Prozess.

Von W. Eitel.
(Mitteilung aus dem Kaiser Wilhelm-Institut für Silikatforschung, Berlin-Dahlem.)
(Eingegangen 16. Februar 1933.)

Stufen der Flaschenherstellung in den gebräuchlichen Feeder-Maschinen. — Wirkung des Schnittvorganges auf die Glasströmungen im Külbel. — Beobachtungen am Külbel nach den verschiedenen Verarbeitungsstufen und an fertigen Flaschen (Schnittlinien, Flexuren, Falten, Stauchungen, Tauchfalten, Stoßstellen, Fehlen der Zwiebelschalenstruktur). — Zusammenfassung.

Nach früheren Untersuchungen[1]) über die Strömungsvorgänge bei der Herstellung von Flaschen nach dem Owens-Prozeß mußte es von besonderem Interesse sein, unter Anwendung entsprechender Verfahren auch die Formung von Flaschen in einer automatischen Kippmaschine zu verfolgen, und zwar unter gleichzeitiger Berücksichtigung der im Speiser solcher Maschinen gegebenen Vorbedingungen. Hatten wir bei den Owensflaschen erkannt, daß der eigenartige Schnittvorgang am Bodenteil der Flasche, wie er am Külbel durch den mechanischen Prozeß bedingt ist, an der fertigen Flasche ausgesprochene Dissymmetrien hervorbringt, so mußte jetzt bei Flaschen aus Feedern die Frage entstehen, wie der dort oben und unten stattfindende Schneideprozeß auf den Strömungsvorgang des Glases und auf die Struktur der fertigen Flasche einwirkt. Schon die ersten orientierenden Versuche über die Struktur der Feederflaschen ergaben in der Tat, daß auch deren Gefüge unsymmetrisch ist, aber in anderem Zusammenhange als bei den Owensflaschen.

Durch die Freundlichkeit einer Flaschenglashütte kamen wir in den Besitz eines reichen Anschauungsmaterials von Feederflaschen. Ueberdies konnten wir eingehend den Formungsvorgang an Ort und Stelle kennenlernen, wie er auch in der Literatur besonders von A. Wendler[2]) beschrieben worden ist. Der Feeder war ein normaler Tropfenspeiser (gob-feeder), die Maschinen der Flaschenherstellung entsprachen der vollautomatischen Lynch-Kippmaschine, welche Wendler, a. a. O., S. 614 ff., eingehend beschreibt.

Für die Erkenntnis des gesamten Strömungsvorganges müssen wir uns die einzelnen Stufen der Herstellung des Zapfpostens und daran anschließend des eigentlichen Külbels bis zur fertigen Flasche vergegenwärtigen. Bei diesen Betrachtungen ist es nicht so sehr wesentlich, die mechanisch durch die besondere Konstruktion der verschiedenen Feeder bedingten Unterschiede zu berücksichtigen, wie sie z. B. zwischen den Speisern nach Hartford-Fairmont, Miller, Rankin, Tucker-Reeves-Beatty usw. bestehen. Ebenso ist es nicht von entscheidender Bedeutung, ob die Kippmaschinen dem besonderen Typus der Severinschen Doppelkopfform-Maschine, der automatischen Owens-Flaschenblase-Maschine von Graham, der O'Neill- oder Lynch-Maschine angehören. Die einzelnen Feeder unterscheiden sich im Prinzip nur wenig, wenn wir die übereinstimmende Wirkung eines Treibers als wesentlich ansehen, als weniger wichtig aber das sich drehende Rohr beim Hartford-Fairmont-Speiser, den sich drehenden Treiber beim Miller-Feeder oder die Brennerkappe beim Tucker-Reeves-Beatty-Feeder. Bei der wesentlichen Uebereinstimmung im Wirken des Treibers sei es daher gestattet, den Formungsvorgang des Postens im H.-F.-Speiser als Urbild zu betrachten. Analog können wir auch unter Hintanstellung aller technischen Verschiedenheiten (z. B. einer vollautomatischen Lynch-Maschine von einer älteren Graham-Maschine) den einfachen Flaschenformungsprozeß in letzterer als Vorbild näher untersuchen.

[1]) W. Eitel, Glastechn. Ber., **10** (1932), S. 121 bis 125 (4 Abb.) und 469—477 (32 Abb.).

[2]) A. Wendler, im Werke von Dralle-Keppeler, „Die Glasfabrikation", 2. Aufl. 1926, Bd. I, S. 589 ff. u. 689 ff., sowie im Bande IX „Maschinelle Glasverarbeitung" der Sammlung „Das Glas", herausgegeben von G. Gehlhoff u. K. Quasebart, Leipzig 1929, S. 172 ff. u. 72 ff.

Wir betrachten in der Wendlerschen Darstellung im Dralle-Keppeler zunächst die Bildreihe 630a bis e†) zum Verständnis des Vorgangs bei der Entnahme eines Zapfpostens im H.-F.-Speiser. In Abb. 630a ist dargestellt, wie aus der konisch nach unten verjüngten Mündung des Feedernapfes a und dem vorgeschalteten Ring b das Glas austritt, getrieben von dem Treiber c, welcher in Abb. 630a in höchster Lage gezeichnet ist. In Abb. 630b erkennen wir, wie der Treiber nach unten geht und das Glas ausstößt, so daß es (oben mit verbreitertem Querschnitt) austritt. In diesem Stadium rücken die Scherenblätter zum Abschneiden des Postens b von beiden Seiten heran. Im Stadium der Abb. 630c zieht sich der Treiber wieder nach oben zurück, und gleichzeitig wird der Posten durch die Scherenblätter abgeschnitten. Wesentlich ist bei diesem Schneidevorgang, daß der Treiber sogleich das Glas am unteren Ende des abgeschnittenen Stumpfes nach oben mitnimmt und zu einer kleinen Spitze e auszieht, so daß es schnell dem abkühlenden Einfluß der Scherenblätter entzogen wird. Diese gehen im Stadium 630d zurück, und die Glasspitze e rundet sich wieder, um das untere Ende eines neuen Postens zu bilden. Der abgeschnittene Posten fällt währenddessen in die Vorform (630e).

Zum Verständnis des weiteren Vorgangs der Formung zur Flasche betrachte man in der Wendlerschen Darstellung im Dralle-Keppeler die Abb. 515 bis 517 für die Graham-Maschine. Im Stadium I erkennen wir die umgekehrt stehende Vorform, welche nach dem Prinzip der Abb. 630e soeben mit einem Posten beschickt worden ist. Auf die Vorform wird der Druckluftkopf 11 aufgesetzt, und im Stadium II der Külbelbildung wird Druckluft von oben eingeblasen, so daß das noch ziemlich dünnflüssige Glas sich genau in die unten zu erkennende Kopfform einpreßt. An dieser ist vor allem der Mündungsdorn 12 kennzeichnend, der ganz entsprechend wirkt wie der Dorn am oberen Ende der Owenschen Sauge-Vorform. Der Dorn 12 tritt sofort nach Formung des Mundstücks ein wenig zurück und läßt Druckluft in die verbleibende Höhlung eintreten, so daß das Glas ein wenig aufgeblasen wird. Im Stadium III (Fig. 516) tritt an die Stelle des Druckluftkopfes 11 nunmehr der Formboden 13 für das Külbel. Vom Mundstücksdorn her wird jetzt das Külbel aufgeblasen, bis es die Vorform nebst Bodenstück 13 genau füllt. Im folgenden Stadium IV öffnen sich die Vorformhälften; das Külbel steht nun mit dem Mundstück nach unten frei, und dann erst erfolgt das Umkippen um 180° um die horizontale Achse der Maschine, so daß das Külbel nunmehr in die richtige Lage zur Fertigform kommt. Im V. Stadium schließen sich die Hälften der Fertigform um das Külbel, welches sich in der Zwischenzeit durch Schwerkraft noch länger nach unten ausgezogen hat. Es folgt nun das VI. Stadium mit dem Eintritt von Druckluft durch das Mundstück und dem fertigen Aufblasen zur Flasche. Endlich öffnet sich die Kopfform 15a (Stadium VII), und im folgenden Stadium VIII schwingt sich die freie Kopfform wieder um 180° nach oben; Kopfform und Vorform schließen sich wieder, so daß ein neuer Posten in der Ausgangsstellung I aufgenommen werden kann. Erst wenn dieser Posten im Stadium III zum Külbel aufgeblasen wird, wird die bereits fertige vorhergehende Flasche in der Fertigform durch Aufklappen ihrer Hälften freigegeben, und die Bodenform 17 kippt um die Achse 18, um die Flasche abzuwerfen. Bei der Lynch-Maschine sind die Stadien der Formung in allen wesentlichen Punkten die gleichen wie bei dem vorstehend beschriebenen Prozeß. Lediglich darin sind bemerkenswerte Unterschiede gegenüber der Graham-Maschine zu beachten, daß das Külbel nicht im Stadium III von unten nach oben aufgeblasen wird, sondern schon vorher umkippt und dann von oben nach unten aufgeblasen wird, bis es die Bodenform der Vorform erfüllt. Im Stadium IV wird das Külbel gleich an die Fertigform übergeben, in der auch das Aufblasen stattfindet; hierbei sind keine Kopfformen mehr vorhanden. Alle diese Unterschiede prägen sich im Strömungsbilde der Flaschen nicht besonders gegen den Graham-Prozeß aus, so daß wir die Darstellung nach Wendler auch für den vorliegenden Fall der Lynch-Maschine übernehmen dürfen.

Nach dieser kurzen Kennzeichnung des mechanischen Formungsprozesses liegt ohne weiteres klar, daß die Strömung im Feeder zunächst nur ganz einfache laminare Fließvorgänge darstellen kann, da in keinem Fall Strömungsgeschwindigkeiten auftreten, die auch nur entfernt etwa turbulente Prozesse einzuleiten vermöchten. Lediglich die Schneidevorgänge am unteren und oberen Ende jedes Postens können die Fließstruktur deformieren, welche im einfachsten Falle als eine konaxial-zylindrische Gleitbewegung durch Schlieren abgebildet wird. Die für den Owensschen Saugeprozeß in der Vorform so kennzeichnende kuppenförmige „Zwiebelschalen"-Struktur fehlt hier vollständig.

Diese Voraussetzungen fanden wir in der Tat bestätigt. Leider verliefen alle Versuche, einen vollständigen undeformierten Schmelzling aus einem Feeder abzufangen, völlig erfolglos. Die auf einer Blechschaufel aufgefangenen Posten flossen sofort zu flachen Kuchen auseinander, und selbst ein Auffangen in Oel und nachheriges sorgfältiges Kühlen konnte nicht verhüten, daß die entstehenden starken Spannungen im Glase den Schmelzling völlig auseinandersprengten. Demgegenüber konnten wir den Schnittvorgang an den Enden auch an den stark deformierten flachen Fladen sehr vollkommen

†) Den gleichen Vorgang stellt die obere Bildreihe in Bild 12 des Aufsatzes von A. Wendler „Vollautomatisches Glasblasen" (Glastechn. Ber., 3 (1925 bis 1926), S. 87—96) dar. [Anm. d. Schriftl.]

untersuchen und lernten später auch an den Külbeln den oben erwähnten konaxialen Strömungstypus in allen Einzelheiten kennen.

Was zunächst den Schnittvorgang anbelangt, so erzeugt er an dem Schmelzling eine ausgesprochene Schnittnaht. Ihre Enden ragen stets als zwei kegelförmige spitze „Hörner" noch an den Schmelzlingen hervor und bleiben alsdann auch nach dem Einfallen in die Vorform erhalten. Es gelang uns, an einer ganzen Anzahl von fladenförmig deformierten Schmelzlingen diese Hörner am unteren und oberen Ende des Schmelzlings festzustellen. Eine nabelförmige tiefe Einsenkung bildet sich besonders am oberen Ende des Külbels, weil der Schmelzling gemäß Stadium II in den axialen Partieen, die in der Vorform relativ die dünnflüssigsten bleiben, der Druckluft beim Einpressen in das Mündungsstück am leichtesten nachgibt. Die Strömungsstruktur zwischen den beiden Hörnern konnten wir besonders schön an einer Reihe von Schliffen senkrecht zur Schnittlinie untersuchen, und es zeigt sich, daß stets die Schlierenlinien im Schmelzling in Punkten der Schnittlinie zusammenlaufen. Dieses sehr einfache Verhalten kennzeichnet sogleich den erheblichen Vorteil eines kurzen, zweiseitig erfolgenden Schnittvorgangs durch gegeneinander bewegte Scherenblätter, verglichen mit dem einseitigen Schnittvorgang durch das Messer am Unterteil der Sauge-Vorform an der Owens-Maschine. Offenbar sind die thermischen Bedingungen beim Schnittvorgang am Feederschmelzling sehr viel günstiger als bei den verhältnismäßig stark gekühlten Glasstellen an der Unterseite der Owensform. Beim Feederschmelzling fehlen die einseitigen starken Verschiebungen der Glasmasse, wie sie am Owens-Külbel so sehr charakteristisch sind.

In Bild 1 stellen wir einen Querschnitt senkrecht zur Schnittlinie am oberen Ende des noch nicht aufgeblasenen Feeder-Külbels nach Stadium I dar; man erkennt besonders deutlich den Punkt, an welchem die senkrecht zur Projektionsebene verlaufende Schnittlinie den Schliff durchsetzt, sowie die starke Einsenkung, die durch das axiale Einpressen des flüssigen Glases in die Mündungsform entstehen muß. Zur weiteren Kennzeichnung der Struktur des Schmelzlings in der Vorform untersuchten wir Querschnitte parallel und senkrecht zu der Ebene, welche durch die Fugen der sich gegeneinander schließenden Vorformhälften bestimmt wird. Jene Fugen stellen sich dann als etwas hervortretende Nähte auf der Außenhaut des Külbels und der fertigen Flasche dar und sind naturgemäß ein sehr wertvolles Orientierungsmittel, gleicherweise wie die Nähte, die an der Kopfform der Külbel und Flaschen sich einprägen und um 90° gegen die Vorformnähte versetzt sind. Das Strömungsbild im mittleren Teil der Schmelzlinge ist nach dem oben Ausgeführten relativ sehr einfach; gelegentlich beobachten wir lediglich in ihnen Flexuren, d. h. Schlieren in gestreckt s-förmigem Verlauf, oder als eine weniger häufige Erscheinung ausgesprochene Falten. Die Entstehung solcher Falten können wir leicht zurückführen auf den Eintritt einer ebenfalls faltenförmigen Schliere in die Feederöffnung, und zwar so, daß sie durch den Treiber umgestülpt wird. Dieser Vorgang bildet sich dann naturgemäß auch in dem ganzen Schmelzling ab. Auch Flexuren weisen auf eine solche etwas einseitige Treibwirkung des Treiberstößels hin, wenn auch weniger ausgeprägt als im anderen Falle.

Sehr viel kennzeichnender sind die Strukturen der unteren Partieen, in welche also der Mundstücksdorn eingepreßt ist. Bild 2 zeigt ausgezeichnet (oben, an der mit dem Pfeil bezeichneten Stelle) einen Punkt der Schnittlinie. Die Struktur ist im übrigen nichts anderes als eine Stauchungserscheinung, wie sie notwendigerweise beim Einpressen des Glases in die Mundstücksform gegen den Dorn entstehen muß. In manchem könnte eine solche Strömungsfigur auf den ersten Blick wohl an die Strukturen erinnern, wie sie bei den Owens-Flaschen im

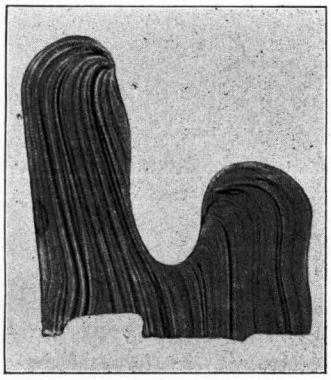

Bild 1. Oberer Tropfenteil am Külbel, vor der Formung des Külbel-Bodenstückes.

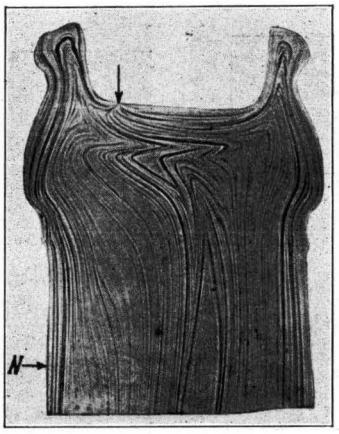

Bild 2. Oberer Kopfteil des Külbels, parallel zur unteren Naht. (N = Naht.)

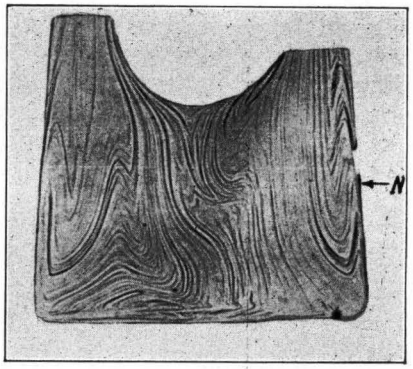

Bild 3. Külbel-Bodenstück, parallel zur Nahtebene, von innen etwas aufgeblasen.

Mundstück aus einer Zwiebelschalen-Struktur hervorgehen. In Wirklichkeit haben beide Erscheinungsklassen jedoch nicht die geringste Aehnlichkeit untereinander.

Besonders wichtig wird nunmehr ein Studium der Deformation der oberen Teile des Külbels, wie sie beim Aufblasen im Stadium III eintreten muß. Bild 3 zeigt einen Querschnitt solcher Külbel. Auf jeden Fall durften wir annehmen, daß bei diesem Prozeß vom Mündungsdorn her sich die axialen Teile des Külbels nicht allein nach unten, sondern auch ein wenig seitwärts verschieben, und daß nunmehr die gesamten Schlierenpakete sich am Bodenstück zu komplizierten Stauchfalten aufstauen werden. Dies tritt in der Tat sehr deutlich in Bild 3 in Erscheinung. Es ist freilich nicht leicht, die sehr komplizierten Strukturen ohne weiteres genau aus dem Külbel heraus zu entwickeln, also anzugeben, in welcher Weise sich vor allem die Schnittlinien und ihre Umgebung werden verlagern müssen. Höchst charakteristisch ist zunächst einmal das Auftreten von sogenannten „Tauchfalten", d. h. von Faltensystemen, welche deutlich die beim Kippen sich umkehrenden Strömungsrichtungen des Glases im Külbel im Stadium des Freistehens (IV) bilden. Vorher aber fand bereits eine Aufstauchung der Teile um die Schnittlinie statt. Diese selbst können wir nur dadurch noch erkennen, daß an der angemerkten Stelle sich komplizierte „Stoßstellen"*) ausbilden. In dem Schnitt Bild 3 läßt sich allerdings die Spur der Schnittlinie nicht angeben, da diese offenbar parallel oder nur wenig geneigt zur Schliffebene liegt. Auf jeden Fall dürfen wir aber die beschriebenen Strukturen als höchst bezeichnend für den ganzen Formungsprozeß in den Kippmaschinen betrachten, zumal im Gegensatz zu den Vorgängen bei der Owens-Maschine keine ausgeprägten Einseitigkeiten auftreten können.

Beim Aufblasen zur fertigen Flasche ändert sich am Bodenstück einer solchen gegenüber den vorstehend beschriebenen Verhältnissen nicht mehr wesentliches, nur wird die ganze Struktur durch das Ausweiten zur dünnwandigen Flasche ausgewalzt. Wir konnten zu unserem Bedauern noch nicht, wie bei den Owensflaschen, das „Abwickeln" der Struktur vom Külbel zur Wandung der Flasche hin verfolgen, nehmen aber an, daß der Vorgang sich in völliger Analogie zu jenen Prozessen abspielen wird. Sehr bezeichnend sind auf jeden Fall die Strukturen in Bild 4a und b, welche wiederum Schliffe, die parallel bzw. senkrecht zur Nahtebene einer fertigen Feederflasche liegen, darstellen. Es ist uns gelungen, im unteren Bilde ein ausgezeichnetes Beispiel für die Deformationsstruktur in der Umgebung einer Schnittlinie wiederzugeben. Die Stoßstelle mit ihren so mannigfaltig im Raume sich überschiebenden Faltensystemen kann als typisch gelten. In allen Fällen zeigen die abgebildeten Strukturen hervorragend schön die Tauchfalten, welche durch das Fließen im Glase beim Umschwenken des Külbels entstehen.

Ein ganz besonderes Interesse beanspruchen noch die Strukturen am Mündungsstück von Fertigflaschen. Wie wir bereits bei der Bildung des Külbels am Mundstückdorn gesehen haben, prägt sich in einer bestimmten Gegend des Mundstückes auf jeden Fall die Schnittlinie am unteren Teil des Feeder-Schmelzlings unverkennbar in der Struktur aus. Wir stellten eine Serie von Parallelschliffen in verschiedener Höhe am Mundstück von Flaschen her, alle senkrecht zur Achse der Flasche geschliffen, so daß man ein ausgezeichnetes Bild auch der räumlichen Verteilung der Strömungsschlieren erhalten kann. Die Konvergenz der Schlierenpakete an allen Punkten einer Schnittlinie prägt sich bei einem zufällig symmetrischen Schnitte durch die Schlierenpakete mittels einer ausgesprochenen Stoß-

*) Wir gebrauchen diesen Ausdruck mit einiger Vorsicht, da wir ihn bei der Untersuchung von Owensflaschen besonders auf die Begegnung entgegengesetzt strömender Faltensysteme angewandt haben, während hier etwas anders geartete Vorgänge zugrunde liegen, die aber letzten Endes auch auf Gegeneinanderbewegung in der Schnittnaht zusammenstoßender Schlierenpakete sich zurückführen lassen.

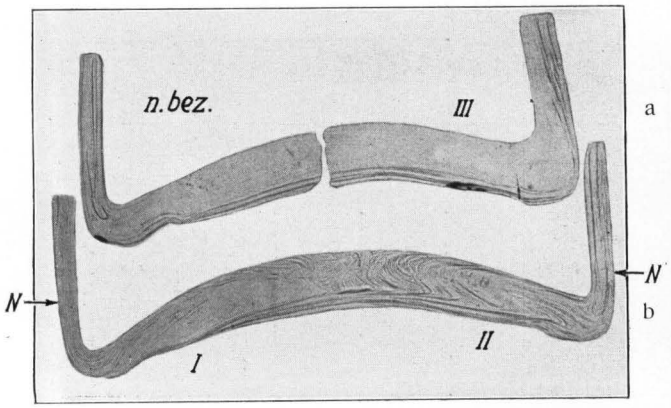

Bild 4a und 4b. Bodenstück der fertigen Flasche.
a) (oben): senkrecht zur Nahtebene;
b) (unten): parallel zur Nahtebene.

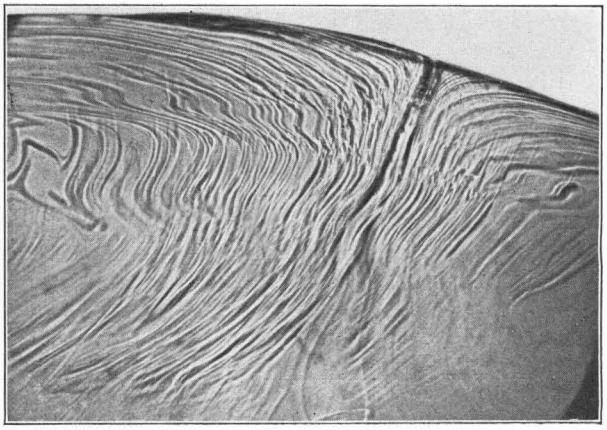

Bild 5. Starke Faltung am Ausmünden einer Schnittlinie.

stelle aus. Bild 5 gibt dafür ein Beispiel, wie wir es in dieser Deutlichkeit allerdings nur dieses eine Mal beobachten konnten. Schon der nächste (vgl. Bild 6) und erst recht die folgenden Schnitte zeigen eine stark einseitige Ablenkung der

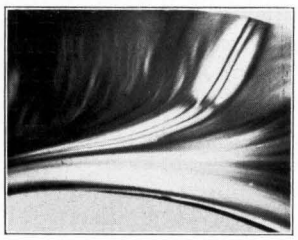

Bild 6. Spannung an der Schnittlinie. (Nicols gekreuzt.)

Schlierenpakete. In diesen offenbar etwas tordierten Partieen erkennt man auch zwischen gekreuzten Nikols ein höchst charakteristisches Interferenzphänomen in den der Schnittlinie zunächst liegenden Schlierenpaketen, wie dieses in Bild 6 näher bezeichnet ist.

Auf den ersten Blick muß an sämtlichen Strömungsbildern auffallen, daß zum Unterschied von Owens-Flaschen jede Tendenz zur Ausbildung von konzentrischen Ringstrukturen fehlt, die dort so charakteristisch war. Wir können infolgedessen auch nirgends etwa Schlauchbildungen u. dergl. wahrnehmen, weil eben von vornherein nur die den Feederkülbeln eigene konaxiale Strömungsstruktur für das Gesamtphänomen maßgebend bleibt. Die einzigen nicht sehr erheblichen Faltungstendenzen bilden sich durch das Aufblasen des Schmelzlings zum Mundstück und zu der Halsform der Flasche heraus. Dennoch kann man z. B. bei Längsschnitten von Feederflaschen, wie es die Bilder 7 bis 9 darstellen, scheinbar Strukturen beobachten, die vergleichbar wären den gestreckten Zwiebelschalen-Strukturen bei Owens-Flaschen.

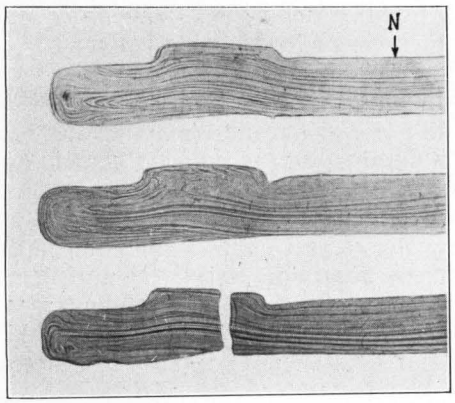

Bild 7 bis 9. Längsschnitte durch einen Flaschenhals.
Bild 7 (oben): parallel zur unteren Naht.
Bild 8 (Mitte): parallel zur oberen Naht.

Zusammenfassend dürfen wir vor allen Dingen feststellen, daß sich in den Feeder-Flaschen vom Anfang bis zum Schluß ihrer Formung die verhältnismäßig einfache Struktur des laminar strömenden Glases im Schmelzling erhält, und daß nur die Eigenart der Schnittlinien an seinen Enden das Gefüge eindeutig verändert. Wie bei den Flaschen, die nach dem Owens-Saugverfahren hergestellt wurden, treten auch bei den Feederflaschen typische Strömungsstrukturen auf, die nunmehr den Kippverfahren eigen sind. Es ist indessen völlig abwegig, wenn etwa aus den Strömungsbildern Rückschlüsse auf die relativ bessere oder geringere mechanische Haltbarkeit der Flaschen nach dem einen oder dem anderen Verfahren gezogen werden sollten. Auch ein Vergleich von vollautomatisch hergestellten Flaschen gegenüber den von Hand erzeugten wäre abwegig, wie wir dies bereits in dem früheren Aufsatz über den Owens-Prozeß ausgeführt hatten. Allerdings müssen wir nach unseren Erfahrungen den allgemeinen Eindruck auch jetzt wiedergeben, daß es notwendig sein wird, dem Schmelzen des Glases im Hinblick auf tunlichste Homogenisierung alle Aufmerksamkeit zu widmen. (7017)

DK 620.193.2 : 666.11

Die Zeitabhängigkeit des Wasserangriffes am Glas.

Von Dr. G. Keppeler und Dipl.-Ing. Max Thomas-Welzow.
(Vorläufige Mitteilung aus dem Laboratorium für Glastechnik und Keramik an der Technischen Hochschule Hannover.)

(Eingegangen 1. Juni 1933.)

Chemische und Diffusionsvorgänge bei der Auslaugung der Glasoberflächen; ihre Geschwindigkeiten. — Entwicklung und Nachprüfung einer parabolischen Funktion für die Auslaugungsgeschwindigkeit (chem. Haltbarkeit) des Glases.

Es ist allgemein bekannt, daß die Geschwindigkeit, mit der der Angriff des Wassers an einer gegebenen Glasfläche mit der Zeit fortschreitet, kennzeichnend für den Grad der Angreifbarkeit dieses Glases ist. Mylius hat dies stark hervorgehoben und gezeigt, daß der Unterschied in der Zersetzungsgeschwindigkeit von Glasflächen in seiner Klasseneinteilung deutlich zum Ausdruck kommt[1]). Bei mangelhaften Gläsern hat die in einem bestimmten Zeitraum ausgelaugte Menge einen hohen Wert, der bei mehrfacher Wiederholung der Auslaugung nur wenig abnimmt, während bei hydrolytisch guten Gläsern die bei Beginn schon niedrigen Alkalimengen bei erneuter Auslaugung bald so klein werden, daß sie sich der Bestimmung entziehen.

Die üblichen Verfahren zur Bestimmung der Angreifbarkeit des Glases sind nichts anderes als Messungen der Lösungsgeschwindig-

[1]) F. Mylius, Glastechn. Ber., 1 (1923/4), S. 39.