

Rotating Individual Section (RIS)-Maschine zur Behälterglasherstellung

Von Hans-Joachim Kirschning, Werner-Dieter Knoth, Essen; Hermann Nebelung
und Ulrich Piesbergen, Zürich (Schweiz)

(Mitteilung aus der VEBA-GLAS AG, Essen, und der EMHART Zurich S.A., Zürich (Schweiz))

(Eingegangen am 23. März 1983)

Vorteile und Grenzen der IS-Reihenmaschine werden veränderten Anforderungen an die Produktion aus der Sicht des heutigen Behälterglasmarktes gegenübergestellt. Die Notwendigkeit einer Produktivitätssteigerung und einer Verminderung des Energieverbrauchs bei der Verformung zur Kostensenkung nach innen und höhere Flexibilität, Artikelgewichtsverminderung und

weiter gesteigerte Artikelqualität zum Glasverbraucher hin führen zur Entwicklung einer RIS-Reihenmaschine. Fertigungstechnologie und mechanischer Aufbau werden an Hand einer Station dieses Maschinentyps vom Grundsatz her beschrieben und die in jahrelangen Betriebsversuchen gewonnenen Erkenntnisse zusammengefaßt dargestellt.

Rotating individual section machine for container glass production

Advantages and limitations of the normal IS machine are discussed in terms of the changed production requirements of today's glass container market. Requirements for increased productivity and decreased energy consumption in forming to reduce costs and greater flexibility, reduction in container weight

and better container quality for the consumer have led to the development of an RIS machine. The manufacturing technology and mechanical design and construction are described from basics by means of one section of this machine and the knowledge gained from a few years' operating experience is described.

Machine à section individuelle rotative pour la fabrication du verre creux

Les avantages et les limites de la machine IS en ligne sont présentés compte tenu des nécessités de production changeantes du marché actuel du verre creux. Les nécessités d'un accroissement de la productivité et de la réduction de la consommation d'énergie lors du formage en vue d'abaisser les coûts, une plus grande flexibilité, une réduction du poids des articles et une qualité des

produits toujours plus grande pour les consommateurs, ont conduit à mettre au point une machine à section individuelle rotative. Le montage de la machine et le processus de fabrication sont décrits sur l'exemple d'une section de ce type de machine et les connaissances acquises au cours d'essais d'usine sur plusieurs années, sont résumées.

1. Einleitung

Die Herstellung von Behälterglas hat seit dem Übergang vom Mundblas- zum Vollautomatenbetrieb in einem hierfür geeigneten Maschinentyp im Laufe der Jahre einen deutlichen Schwerpunkt bei den Reihenmaschinen erfahren. Bei der IS-Maschine werden bekanntlich mehrere gleiche Produktionseinheiten auf einem einzigen Maschinenbett nebeneinander angeordnet. Jede dieser „Stationen“ arbeitet mit einem Produktionszyklus, der vom Zeitpunkt her zu den anderen daneben stehenden Stationen synchronisiert ist. Innerhalb eines Verformungszyklus jedoch sind alle prozeßrelevanten Vorgänge und Daten jeder Station unabhängig von den Daten der anderen einstellbar; eine wichtige Voraussetzung für einwandfreie Prozeßabläufe, die sich auch in der Bezeichnung dieses Maschinentyps, aus dem englischen Sprachgebrauch herrührend, nämlich Individual Section (IS), niederschlägt. Die hervorragenden Ergebnisse aus den mit dieser Maschine möglichen Produktionsverfahren haben ihr einen hohen Bekanntheitsgrad und weltweite Verbreitung – derzeit sind etwa 3000 Einheiten im Betrieb befindlich – gesichert.

Eine der wichtigsten Eigenschaften der IS-Maschinentechnologie ist ihre Flexibilität im Hinblick auf die vom Behälterhersteller gewünschte Auslegung der Leistungsgröße, d. h. produzierte Stückzahl pro Zeit und Einheit. Dem in früheren Jahren vorherrschenden Trend zu immer größeren Stückzahlen, gleichbedeutend mit mehr Produktionsleistung pro investiertem Kapital, kam die Fähigkeit dieser Maschine entgegen, in Elementbauweise konstruiert zu sein; 4, 6, 8 oder 10 immer gleiche Produktionsstationen, austauschbar vom Maschinenmechanismus her als auch vom Werkzeug des Glasmachers, nämlich den Formen, bildeten den sicheren Leistungsmultiplikator. Ein weiterer, allerdings von den Dimensionen des produzierten Behälters abhängiger Multiplikator war der Übergang vom Einfach- zum Doppel-, Dreifach- und Vierfachtropfen.

Deutlich erkennbar zeigt nunmehr der Markt für Glasbehälter in den letzten Jahren Tendenzen, die ein Überdenken der Richtigkeit bisher üblicher Behälterglasherstellungsverfahren und ihrer maschinellen Voraussetzung erforderlich machen: Glasbehältermärkte, in denen wenige Behälterformen mit

riesigen Stückzahlen über weite Gebiete dominieren, liegen vor allem in den USA; in Europa differenzieren dagegen die Vielfalt der Behälterabfüller und die Vorstellungen der Endverbraucher die Behälterform so sehr, daß die Zahl der Behälter pro Losgröße erheblich niedriger liegt als in den USA. Wettbewerbswerkstoffe wie Aluminium, Kunststoffe oder Faserstoffe (Karton, Papier) allein oder im Verbund miteinander reduzieren die Produktionslose weiter. Dieser Verpackungswettbewerb erzeugt darüber hinaus beim Endverbraucher neue Vorstellungen über Behältergewichte.

Beiden europäischen Markteinflüssen auf die Herstellungstechnologie, nämlich Auftragsplitting in mehr Produktionslose geringerer Stückzahl und reduziertem Behältergewicht, kommt die IS-Maschine mit ihrer Flexibilität in hohem Maße entgegen. Das stellt sich dar in Zusammenhängen zwischen Gewichtsbereichen, Produktionsgeschwindigkeiten und Maschinenausführungsformen, wie sie prinzipiell bekannt sind (Bild 1).

Die Leistungsgrenzen dieser IS-Fertigungstechnik sind jedoch erreicht. Hinzu treten auch nicht abzustreitende Schwächen der IS-Technik, worauf Hahn [1] schon 1971 hingewiesen hat. An den Ursachen ist verbessert worden, eine wesentliche Ausweitung der Behälterglas-Verfahrensmöglichkeiten ist jedoch mit dieser Maschine seit der Einführung der Preßblas-Engmund-Technik nicht erfolgt.

2. Neue Ziele

Das Ausformen der Glasbehälter in IS-Maschinen erfolgt bekanntlich zweistufig: Der aus dem Rinnenverteiler kommende Tropfen wird in der Vorform durch Pressen, Blasen oder Saugen allein oder kombiniert zum Vorprodukt, dem Kübel, verformt. Die bereits fertige Mündung dieses Hohlkörpers liegt in der Vorform unten. Der Schwenkmechanismus bringt das Kübel, in der Mündungsschere gehalten und um 180° gewendet, in die Fertigform ein. Dort wird der Behälter in seine Endgestalt durch Blasen oder kombiniert mit Saugen gebracht. Der Entnahmegreifer transportiert nach Öffnen der Fertigform den fertigen Behälter auf eine Abstellplatte.

Diese Verfahrensschritte erfolgen nacheinander. Die Dauer jeden Teilschrittes ist über die Prozeßsteuerung einstellbar, die Gesamtzeit für jeden Produktionszyklus, die mit dem Fall eines neuen Tropfens in die Form beginnt, ist die Summe der Einzelzeiten aller Teilschritte. Abgesehen von reinen Transportvorgängen sind alle Teilschritte zeitlich, damit auch leistungsbestimmend, abhängig von Wärme: Der abgeschnittene Glaspfropfen hat über seine Temperatur einen Wärmeinhalt. Er stellt ein thermisches System dar, das nicht in sich abgeschlossen ist, sondern in Wechselwirkung steht zu seiner Umgebung mit der Folge exothermer Zustandsände-

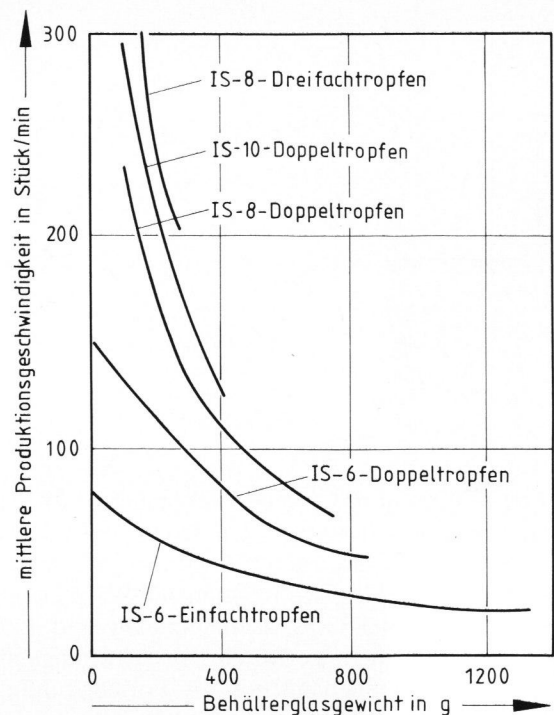


Bild 1. Mittlere Produktionsgeschwindigkeit verschiedener IS-Maschinentypen.

rungen. Das System – sprich Tropfen – ist trotz bester Glasvorbereitung in Vorherd und Speiser vielfach thermisch noch zu inhomogen, verdorben zum Beispiel durch den Kontakt zur kalten Rinne.

Auf dieser Ausgangsbasis vollzieht sich in der Vorform der erste Verformungsschritt, wobei Temperaturunterschiede gleichzusetzen sind mit Viskositätsunterschieden. Jedem Maschinenglasmacher ist geläufig, daß bei freier Verformung, z. B. im Blasprozeß in der IS-Maschine, schon geringe Viskositätsunterschiede ein unterschiedliches Fließen des Glases mit der Folge differierender Wanddicken beim Kübel und fertigen Behälter nach sich ziehen. Die Mindestwanddicke und damit das Mindestgewicht eines jeden Glasbehälters mit zufriedenstellender mechanischer Gesamtfestigkeit ist gegeben durch die Stelle geringster Wanddicke, bezogen auf die jeweiligen Deformationskräfte einer bestimmten mechanischen Belastung.

Erste und sicher nicht neue Feststellung für den Glasmacher: Eine bemerkenswerte Senkung des Behälterglasgewichtes ist nur über eine noch stärkere Vergleichmäßigung seiner thermischen Homogenität als bisher erreichbar. Der Weg dazu führt über den Ausgleich der inneren Temperaturunterschiede des Glases durch die oft zitierte Wiedererwärmung. Kältere Stellen des Glases kommunizieren mit den heißeren Stellen ohne äußere Energiezufuhr. Wegen der schlechten Wärmeleitfähigkeit des Glases ist dazu eine Mindestprozeßzeit erforderlich.

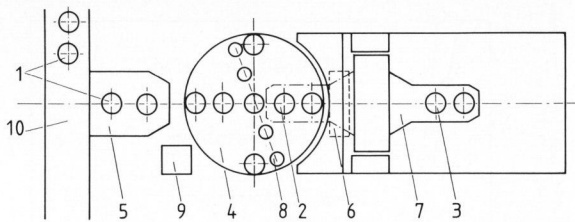


Bild 2. Schematische Darstellung einer RIS-Station in Draufsicht.

- | | |
|------------------|-----------------------|
| 1: Glasbehälter | 6: Kühlbelabwurf |
| 2: Fertigformen | 7: Schwenkmechanismus |
| 3: Vorformen | 8: Blasköpfe |
| 4: Schwenktisch | 9: Entnahmegreifer |
| 5: Abstellplatte | 10: Transportband |

Zweite Erkenntnis für den Glasmacher: In der äußeren Wechselwirkung zur Umgebung des thermischen Systems „Glasposten“ begrenzen Wärmeleitung, Wärmestrahlung, Konvektion und Wärmeübergangparameter bei Glas, Formenmetall und Luft eine Steigerung der Verformungsgeschwindigkeit. Ein größeres Mengenangebot an Formenkühlluft zum Beispiel oder deren Temperaturabsenkung, eine noch bessere Formenkühlverrippung oder eine Kühlwirkungsgradverbesserung durch Vergrößerung des Abstandes zwischen zwei oder mehr Formen in der Maschine bringen im Verhältnis zum Aufwand nur unterproportionale Produktivitätsverbesserungen.

Mehr Stückerzeugung, ohne den Weg des Multiplikators „mehr Stationen“ oder „mehr Tropfen“ zu gehen, bedeutet also als Ziel die Erreichung einer höheren Wärmeabfuhr trotz schlechter Wärmeleitfähigkeiten und -übergänge. Dazu wäre bei sonst konstanten Bedingungen wiederum eine längere Prozeßzeit erforderlich.

3. Neue Wege

Von der Maschinenkonstruktion und der Formungstechnologie her zeichnen sich zielanstrebend zwei Wege für die IS-Maschine ab:

- a) Einschalten einer Wartestellung für das Külbel zwischen Vor- und Fertigform (bessere Wiedererwärmung im Systeminneren) nach EMHART [2]. Ein anderer Weg: Verlängerung der zur Verfügung stehenden Prozeßzeit für den Teilschritt, der den thermischen Engpaß darstellt unter Verkürzung der Gesamtzeit als Summe aller Prozeßteilschritte. Beim konventionellen zweistufigen IS-Prozeß ist der thermische Engpaß zweifelsohne der Fertigformungsschritt. Glastechnisches Lösungsmodell: Zwei Fertigformen erhalten abwechselnd aus einer Vorform ein Külbel. Die konstruktive Lösung dieses Verfahrensmodells für eine IS-Maschine nach OWENS [3]: Eine starre Vorformanordnung bedient zwei starr angebrachte Fertigformanordnungen über geeignet ausgebildete Schwenkmechanismen.
- b) Ein weiteres Modell nach VEBA-GLAS [4]: Eine starre Vorformanordnung bedient zwei schwenkbare

Fertigformanordnungen, wobei die Vor- und Fertigformprozesse am Ort des Schwenkmechanismus auftrennbar gemacht werden.

Sowohl die Lösung von OWENS als auch die von VEBA-GLAS zielen auf mehr Wiedererwärmungszeit und bessere Wärmeabflüsse. Berücksichtigt man die Multiplikationskraft mehrerer Stationen in einer IS-Maschine, deren jede einzelne ja eine Teilproduktionsmaschine für sich darstellt, dann leuchtet ein, daß bei technischer Funktionsfähigkeit dieses Prozeßmodells dessen wirtschaftlicher Fortschritt erheblich wäre und genau den in Abschnitt 2. geforderten Glasmarkt-Zielen entspräche.

4. Glasformgebung und maschinelle Kinematik

Im folgenden wird das von VEBA-GLAS entwickelte Rotating Individual Section (RIS)-Verfahren, das von EMHART maschinentechnisch realisiert wurde, näher beschrieben. Eine Ein-Stationmaschine unter Betriebsbedingungen über drei Jahre erfolgreich produzierend wies folgende Merkmale auf:

- a) der Antrieb aller Mechanismen erfolgt hydraulisch [5];
- b) alle Antriebe und wichtigen Prozeßmerkmale sind über Elektronik gesteuert;
- c) Külbel können zwischen Vor- und Fertigform aus dem Prozeß entfernt werden [6];
- d) alle Teilschritte sind zeitlich einzeln steuerbar;
- e) eingesetzt werden Einfach- oder Doppelformen mit $4\frac{1}{4}''$ Mittenabstand ($\approx 108\text{ mm}$);
- f) angewendet werden können bekannte IS-Verfahren wie Preßblasen, Blas-Blasen, Engmund-Preßblasen, Saugblasen oder Verwendung einteiliger Vorformen;
- g) Verminderung der bisher drei Funktionsüberschneidungen über der Fertigform einer IS-Maschine (Schwenkmechanismus, stationärer Blaskopf und Entnahmegreifer) auf zwei (Schwenkmechanismus und mitdrehender Blaskopf [7 und 8]);
- h) auf der Fertigformseite sind die Formenschließmechanismen sowie die Blas- und Saugvorgänge unabhängig voneinander steuerbar;
- i) trotz erheblicher Steigerung der Zyklenzahl erfolgt die Versorgung aus einem Speiser.

Den funktionalen Prozeßablauf in einer RIS-Station verdeutlicht Bild 2 (die angegebenen Ziffern entsprechen der Numerierung in der Bildlegende) in Aufsicht: Aus den hier als Doppeltropfen gezeichneten Vorformen (3) entnimmt der Schwenkmechanismus (7) die Külbel und entfernt sie aus der Maschine über die Vorrichtung (6) bis zum Übergabezeitpunkt, zu dem die Külbel in die Fertigformen (2) eingesetzt werden können. Zwei Fertigformpaare befinden sich auf dem Schwenktisch (4). Über die Blaskopfpaaire (8) werden die fertigen Artikel ausgeblasen und über

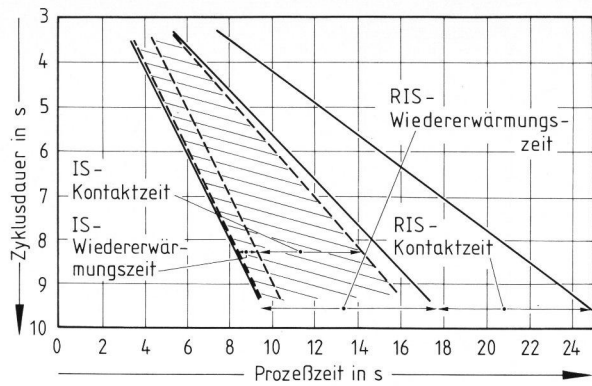


Bild 3. Kontaktzeit und Wiedererwärmungszeit bei der IS- und RIS-Maschine für verschiedene Produktionsgeschwindigkeiten.

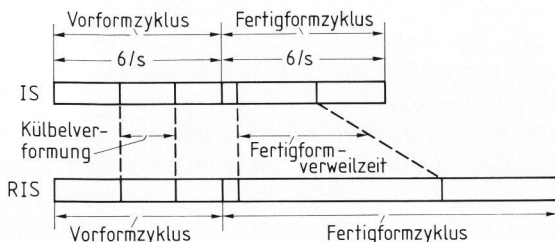


Bild 4. Zeitenvergleich zwischen der IS- und der RIS-Fertigungstechnik bei einer Zykluszeit von 6 s.

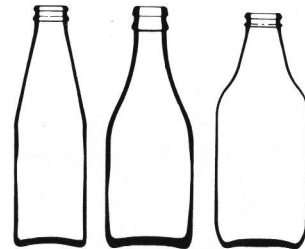
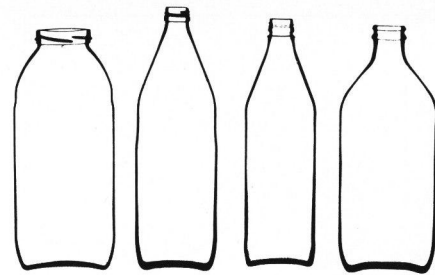


Bild 5. Nach der RIS-Fertigungstechnik hergestellte Glasbehälter.

den Entnahmegreifer (9) auf der Platte (5) abgesetzt. Auf üblichem Wege werden dann die Artikel (1) auf das Transportband (10) weitergegeben.

Im gesamten Prozeß sorgen eine verbesserte Kühlung von Formen und Pegel sowie die präzisen Bewegungsabläufe der hydraulisch betriebenen Mechanismen für eine Verkürzung der Dauer der Teilschritte. Im übrigen gestattet die Inkompressibilität der Hydraulik, Bewegungen innerhalb ihres Ablaufes beliebig zu beschleunigen oder zu verzögern, wodurch auch unkontrolliertes Schwingen irgendwelcher Art ausgeschaltet wird.

Das thermisch/energetische Verhalten des Glases in den Fertigformen bei der RIS-Fertigungstechnik weist beliebig veränderbare Wiedererwärmungs- und Kontaktzeiten auf je nach Glasbehältergestalt und zu verformender Glasmasse, womit der Kübellauf in weiten Grenzen variiert werden kann. Zeit steht hierfür zur Verfügung, da auf der Fertigformenseite der RIS-Maschine durch das zweifach vorhandene Formenwerkzeug alle Vorgänge parallel und phasenverschoben ablaufen können. Im Gegensatz dazu folgen beim IS-Verfahren alle Teilschritte wie Übergabe, Formen schließen, Ausblasen, Formen öffnen und Entnahme zwangsläufig hintereinander. Der erste Schritt der Übergabe des Kübels kann bei dem IS-Verfahren nicht vor dem Ende des letzten Schrittes der Entnahme des Behälters aus der Fertigform erfolgen.

Bild 3 verdeutlicht, bezogen auf bestimmte apparative Parameter, die unter Praxisbedingungen vorliegenden Beziehungen von Wiedererwärmungs- und Kontaktzeiten bei der IS- und RIS-Anordnung für verschiedene Produktionsgeschwindigkeiten. Die beim RIS-Prozeß gewonnene Zeit sowie die Möglichkeit freier Wahl der Zeitpunkte für Wiedererwärmen und Ausblasen schaffen die Voraussetzung für das Erzielen der erwarteten Produktivitätserhöhung und verbesserter Glasverteilung in der Behälterwandung.

Als Beispiel zeigt Bild 4 die Verhältnisse der Kübelverformungszeit und der Verweilzeit des Behälters in der Fertigform bei einer Zyklusgeschwindigkeit von 6 s, bezogen auf eine Station bei der IS- und RIS-Fertigungstechnik. Kontakt- und Wiedererwärmungszeit bilden bei der RIS-Maschine in der Summe die Verweilzeit des Behälters in der Fertigform. Beide Einzelzeiten sind, wie gesagt, beliebig wählbar.

5. Leistungsfähigkeit

Die Palette der bisher unter Betriebsbedingungen nach der RIS-Fertigungstechnik hergestellten Glasbehälter entsprach ohne jede Einschränkung den von der Fertigungsplanung für 4 1/4" normal angesetzten Erzeugnissen unter Einschluß solcher aus dem Preß-Blas-, Blas-Blas-, Engmund- und Weitmund-Verfahren. Bild 5 zeigt einen Ausschnitt aus

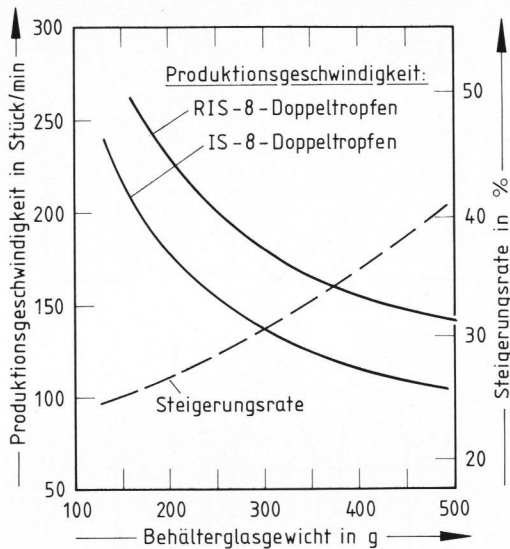


Bild 6. Zusammenhang zwischen Produktionsgeschwindigkeit und Behältergewicht.

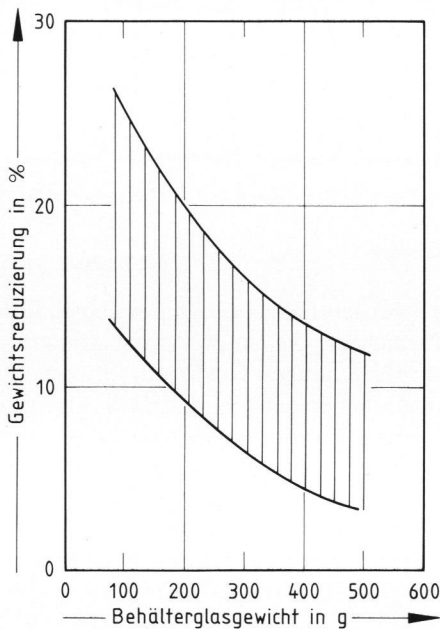
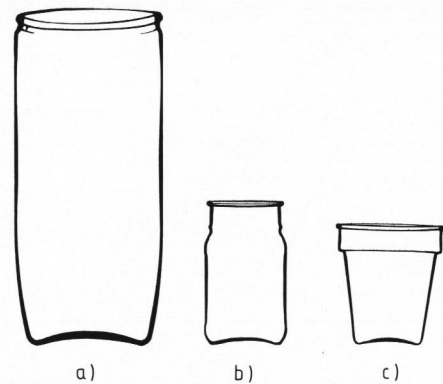


Bild 7. Reduzierung des Glasbehältergewichts.

dieser Palette. Insgesamt wurden etwa 23 Behältertypen mit einer Gesamtmenge von über 4 Mio. Stück hergestellt.

Die erreichten Produktionsgeschwindigkeiten, gemittelt über Weitmund- und Engmundware (Bild 6), liegen in allen Gewichtsbereichen so deutlich über dem bisherigen, behältertypbezogenen, vergleichbaren Leistungsstand, daß von einer Bestätigung der theoretisch erwarteten Vorgänge gesprochen werden kann. Ebenso deutlich prägt sich die von der RIS-Fertigungstechnik ermöglichte und erreichte Gewichtsreduzierung (Bild 7) bei den einzelnen Behältergewichten aus.

Aus der Diskussion beider Diagramme leuchtet ein, daß bei hohen Glasgewichten, also dicken



Bilder 8a bis c. Leichtestgewichtsglasbehälter, a) zylindrisches Glas mit 490 ml Inhalt und 155 g Gewicht; b) zylindrisches Glas mit 150 ml Inhalt und 60 g Gewicht; c) konisches Glas mit 173 ml Inhalt und 62 g Gewicht.

Wandungen mit hohem Abkühlungszeitbedarf, der Effekt der Leistungssteigerung bei größerer zur Verfügung stehender Prozeßzeit besonders hoch ist. Die höchste relative Gewichtsreduzierung dagegen ist bei den geringen Wanddicken mit ihrem kritischen Külbellauf zu verzeichnen; allerdings wird der Streubereich der Werte größer, weil z. B. kompliziertere Behälterkonturen mit ihren zusammengesetzten mechanischen Belastungsverhältnissen im Falle einer Festigkeitsbeanspruchung eine einfache mathematische Abhängigkeit ausschließen. Besonders bemerkenswert sind die Möglichkeiten der RIS-Reihenmaschine, die sich auf dem Gebiet der Leichtestgewichte, bezogen auf das Behältervolumen, eröffnen. In den Bildern 8a bis c wird dies an Hand von drei Beispielen verdeutlicht.

Auffallend an den mit der RIS-Maschine hergestellten Glasbehältern, die über ebene oder zylindrisch gekrümmte Flächen verfügen, ist, daß diese Flächen auch bei hohen Produktionsgeschwindigkeiten nicht einfallen. Diese Feststellung dürfte ein wichtiger Aspekt für Etikettierungen aller Art sein. Bemerkenswert ist ferner die Oberflächenqualität der mit der RIS-Fertigungstechnik produzierten Glasbehälter: Durch die Möglichkeit, heiß zu verformen trotz hoher Produktionsgeschwindigkeit, tritt die gefürchtete Apfelsinhaut nicht auf.

Maschinenseitig wurde in den Jahren des betrieblichen Einsatzes mit über 10 Mio. Lastwechseln ein verringertes Wartungsbedürfnis festgestellt, herrührend aus geringerem Verschleiß und damit vermindertem Ersatzteilbedarf. Ursache dürfte primär die gegenüber der Pneumatik exakter arbeitende Hydraulik sein mit ihrer elektronischen Prozeßsteuerung.

Auch bei den Formen tritt eine Verringerung der Reparaturnotwendigkeit auf. Bekanntlich bleibt es beim konventionellen Produktionsverfahren trotz hoher Aufmerksamkeit des Maschinenführerpersonals nicht aus, daß aus der Fertigform Artikel nicht entnommen werden, die nächsten Kübel sich dar-

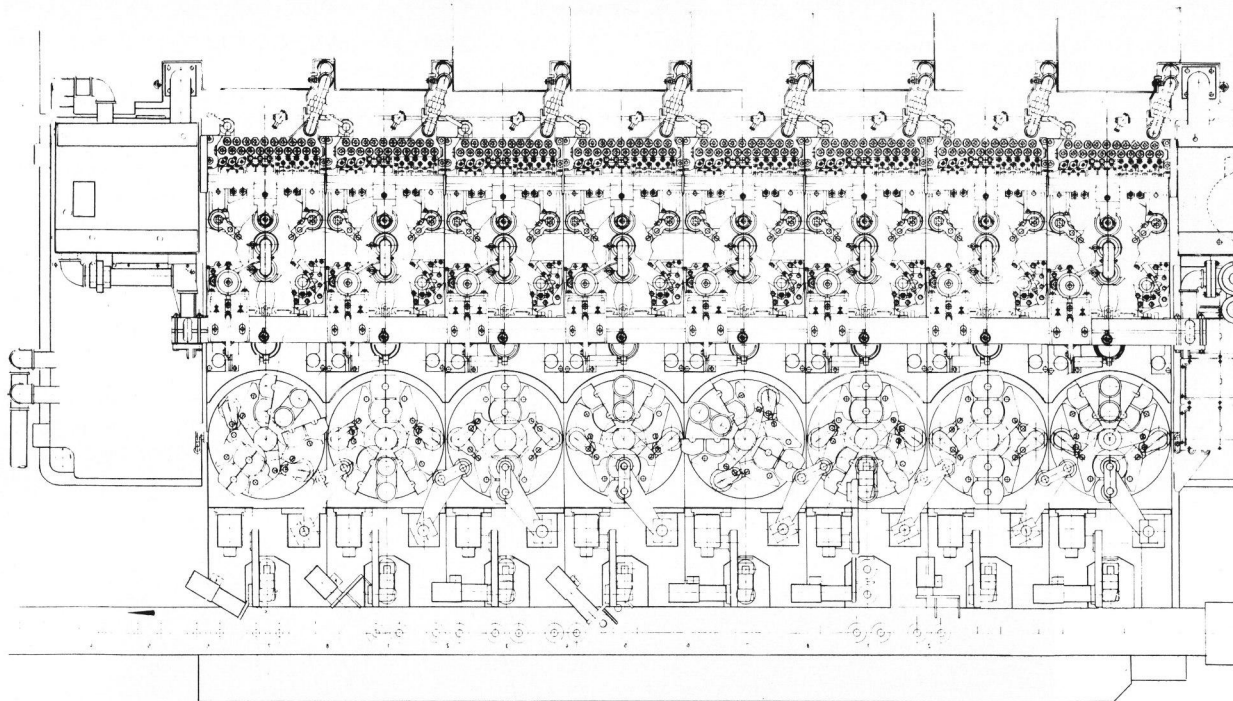


Bild 9. Schematische Darstellung der Doppeltropfen-RIS-8-Stationenmaschine.

über legen und die Formen beim Schließen an den Kanten brechen. Hier verfügt die RIS-Maschine über Sensoren, die trotz hoher Produktionsgeschwindigkeit automatisch die Formenbelegung feststellen und das nächste folgende K黱bel 黚er die Abwurfeinrichtung aus der Maschine ableiten. Wie bereits erwant, arbeitet die Vorform dabei unbeeinflusst weiter, ebenso wie beim gewollten Fertigformwechsel, durch die eingebaute Abwurfmoglichkeit des K黱bels. Vorformen werden dadurch nicht kalt, wenn Tropfen abgeleitet werden. Die Ausbeute erhöhet sich, und Qualitätsminderungen bei der produzierten Ware werden vermieden.

Die RIS-Maschine verf黳gt 黚er eine kompakte Bauweise, wie aus Bild 9 f黳r eine 8-Stationenmaschine hervorgeht, mit nur geringf黳g vergrößerter Bautiefe und Baulänge. Bezogen auf die eingenommene Grundfläche ist die produzierte Menge bei einer 8-Stationenmaschine und einer 0,7-l-Weinflasche als Bezugsbehalter 19 000 St¼ck/(d m²). Diese Zahl ist als Maßstab brauchbar, um die RIS-Maschine auch mit anderen Maschinenkonzeptionen vergleichen zu können.

Auffällig ist auch der niedrigere Energieverbrauch bei der RIS-Maschine: Die Antriebsluft, bisher komprimiert und nach der Expansion ins Freie gef¼hrt, wird ersetzt durch im Kreislauf gef¼hrtes Hydrauliköl. Auch der K¼hlluftbedarf sinkt durch veränderte Formen und die verlängerte Aufenthaltszeit des Glases in der Form selbst als Auswirkung des Zeitfaktors. Es entfällt damit der Kapitalaufwand f¼r größere Formenk¼hlgeblase mit hohen Antriebsleistungen, die bei der normalen IS-Maschine auf immer

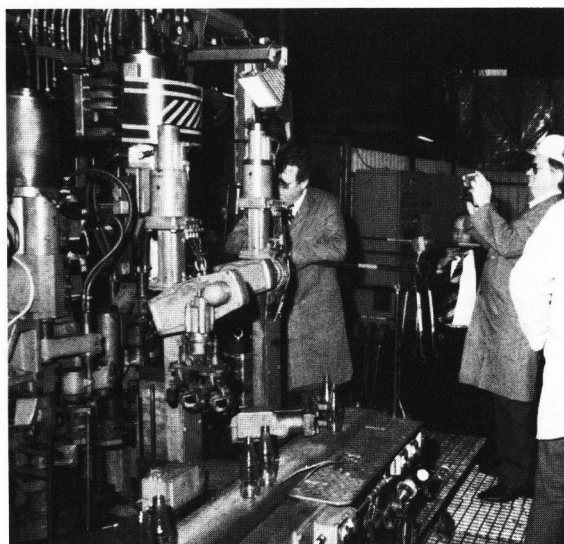


Bild 10. Blick auf eine Station der RIS-Maschine im Produktionsbetrieb.

gleiche Querschnitte in den Maschinen und Rohrleitungen treffen.

Zuletzt, aber deswegen nicht weniger wichtig f¼r den Betrieb und seine Mitarbeiter, ist die Verbesserung des Maschinenf¼hrerarbeitsplatzes zu nennen (Bild 10). Hier fordern Mikroelektronik, Larmverringerung, Exaktheit und Reproduzierbarkeit der Arbeitsweise der Mechanismen sowie Selbst黚erwachung bei den Verformungsteilschritten vom Personal weniger ausdauernde und aktive Aufmerksamkeit, sie erwarten allerdings mehr an Fachverständnis f¼r die nun einmal komplizierter gewordene Materie.

6. Literatur

- [1] Hahn, K. F.: Beitrag zur Entwicklung leichter Glasbehälter. Glastechn. Ber. **44** (1971) S. 415–424.
- [2] Foster, T. V.: Maschine des IS-Typs zur Herstellung von hohlen Glasgegenständen nach dem Preß-Blasverfahren. Dt. Auslegeschr. Nr. 24 53 038. Kl. C 03 B, Gr. 9/26. Pat. ab 8. 11. 1974, bekanntgeg. 31. 3. 1977. [Ref. Glastechn. Ber. **55** (1982) Nr. 8, 82R1745.]
- [3] Mallory, J. D. und Kirkman, R. T.: IS-Glasformmaschine. DBP. – Nr. 28 57 658. Kl. C 03 B, Gr. 9/13. Pat. ab 3. 3. 1978, ausgeg. 26. 11. 1982.
- [4] Knoth, W.-D. und Munker, H.: Verfahren und Vorrichtung zur Herstellung von Hohlglasartikeln. DOS. – Nr. 28 36 682. Kl. C 03 B, Gr. 9/30. Pat. ab 22. 8. 1978, Offenleg. 28. 2. 1980. (Siehe auch: US-Pat. – Nr. 4 298 371 v. 3. 11. 1981: Process and apparatus for making hollow glassware.)
- [5] Knoth, W.-D.; Hoenselaars, B.; Wenzel, H. u. a.: Vorrichtung zur Herstellung von Hohlglasartikeln. DOS. – Nr. 30 12 351. Kl. C 03 B, Gr. 9/30. Pat. ab 29. 3. 1980, Offenleg. 8. 10. 1981.
- [6] Hüllen, H. und Knoth, W.-D.: Vorrichtung zur Herstellung von Hohlglasartikeln. DBP. – Nr. 30 20 042. Kl. C 03 B, Gr. 9/34. Pat. ab 24. 5. 1980, ausgeg. 10. 3. 1983. (Siehe auch: US-Pat. – Nr. 4 349 368 v. 14. 9. 1982: Glassware-making apparatus with reject-catching chute and method of operating the apparatus.)
- [7] Hüllen, H. und Knoth, W.-D.: Vorrichtung zur Herstellung von Hohlglasartikeln. DOS. – Nr. 29 50 280. Kl. C 03 B, Gr. 9/193. Pat. ab 14. 12. 1979, Offenleg. 19. 6. 1981. (Siehe auch: US-Pat. – Nr. 4 343 644 v. 10. 8. 1982: Apparatus for making hollow glassware and method of operating the apparatus.)
- [8] Knoth, W.-D.; Kopatz, K. und Züribig, J.: Maschine zur Herstellung von Hohlglasartikeln. DBP. – Nr. 30 12 029. Kl. C 03 B, Gr. 9/193. Pat. ab 28. 3. 1980, ausgeg. 16. 9. 1982. 83R0919