

HVG-Mitteilung Nr. 2083

Probleme und Potentiale der Wärmebilanz der Formgebungsprozesse von Gläsern

R. Löbig, A. Nadolny, Institut für Keramik, Glas- und Baustofftechnik,
TU Bergakademie Freiberg

Vortrag auf der DGG-Jahrestagung am 25. Mai 2005 in Würzburg

1. Einleitung

Ein wichtiges Mittel zur Betrachtung von Transportprozessen ist die Bilanzierung. Nach dem Aufstellen der Bilanzgrößen wird das entsprechende Transportgesetz eingesetzt und man kann universelle Profile für die jeweilige Flussgröße errechnen. Basis für jede Bilanzierung bilden die Erhaltungssätze für Masse, Energie und Impuls. Bei den Prozessen der Glasformgebung ist die Energiebilanz (Wärmebilanz, aber auch Enthalpie- und Exergiebilanzen) von Bedeutung. Der Lösungsalgorithmus umfasst die Festlegung der Bilanzgröße (mess- bzw. bewertbare Systemeigenschaft), die Abgrenzung des Bilanzraumes gegen die Umgebung (gedachte oder reale Bilanzhülle) sowie die Aufstellung und Lösung der Bilanzgleichungen. Die Formgebung von Glasschmelzen ist als ein kombinierter Formgebungs- und Wärmetauschprozess anzusehen. Ziel ist es dem Glas die Wärme schnell und so kontrolliert zu entziehen, dass der Formgebungsvorgang optimiert abläuft und der Artikel beim Verlassen der Maschine genügend formbeständig ist. Die Einstellung des Arbeitspunktes ist dabei möglich durch eine Veränderung der Zykluszeiten und der abzuführenden Wärmemengen. Diese Variationen basieren teilweise auf empirischen Erkenntnissen, denn die Erfassung zuverlässiger Messgrößen gestaltet sich schwierig und einige Teilprozesse sind noch nicht vollständig theoretisch durchdrungen. Die detaillierte Aufstellung von Wärmebilanzen vom Abschnitt der Tropfenbildung bis zum Transportband ist deshalb als sinnvoll zu erachten, d.h. die Quantifizierung des Wärmeaustausches für jeden einzelnen Teilprozess auf Basis messtechnischer Größen. Als Messverfahren bieten sich die Kalorimetrie und die Pyrometrie an. Nachfolgend werden theoretische Vorstellungen geäußert, inwieweit eine Beeinflussung der Wärmebilanz, insbesondere im Tropfenbereich, denkbar wäre und mögliche Effekte angedacht.

2 Formgebung und Wärmetransport

Entsprechend des Arbeitsprinzips der IS-Maschine ergeben sich Optimierungsmöglichkeiten innerhalb der einzelnen Formgebungsabschnitte. Es wird deutlich, dass es sich bei der Glasformgebung um eine Hintereinanderschaltung unterschiedlicher Prozesse handelt, die fest miteinander in absteigender Reihenfolge verkoppelt sind. Innerhalb der einzelnen Schritte erfolgt eine Abarbeitung unterschiedlicher Aufgaben innerhalb derer differenzierte Wärmeübertragungsaspekte vorliegen. Das Auftreten thermischer Instabilitäten beeinflusst dabei die verketteten Wärmebilanzen. Eine Quantifizierung des Wärmetransportes würde es ermöglichen die Wertigkeit dieser „Störungen“ einzuschätzen. Bei der Vorformung sind u.a. die Vorformgeometrie, die Stoffwerte des Glases und des Formgebungsmaterials sowie die Zykluszeiten von Relevanz. Es besteht ein gravierender Unterschied im Wärmeübergang zwischen der Glasschmelze und der Form und dem Wärmetransport im Glasin-

neren. Die Glasoberfläche ist schon erkaltet und besitzt demzufolge hohe Viskositätswerte. Das Auftreten von Oberflächenbeschädigungen bei der Weiterformung ist deshalb nicht ausgeschlossen. Eine Festigkeitsoptimierung im Formgebungsbereich bedingt einen geringen Temperaturunterschied zwischen Schmelze und Form, d.h. einen kontrollierten Wärmetransport. Eine Produktivitätssteigerung (Zeiteinsparung) ist realisierbar mit großem Temperaturunterschied zwischen Schmelze und Form. Das bedingt einen intensiven Wärmetransport. Es ist also eine Synthese zwischen diesen beiden gegenläufigen Polen zu finden. Gleichgeartete Problemfelder bestehen weiterhin bei der Rückerwärmung und der Fertigformung. Viele Fragen werden empirisch behandelt, da Basisdaten nicht vorhanden sind und demzufolge Modellierungsansätze an den nicht zur Verfügung stehenden Daten scheitern. Sinnvoll erscheint es, besonderes Augenmerk auf den ersten Abschnitt der Formgebung, die Tropfenbildung, den Tropfenschnitt und den Tropfeneinfall in die Vorform zu legen, denn ab diesem Zeitpunkt wird dem Glas keine Energie mehr zugeführt und die Nachfolgeprozesse stehen in einer direkten thermischen Abhängigkeit. Es stellt sich die Frage, welche Temperaturverteilung im Tropfen anzustreben ist, d.h. ist eine homogene Temperaturverteilung optimal für den Formgebungsprozess (Einfluss der strahlungsbedingten Abkühlung) oder ist es sinnvoller ein Temperaturprofil im Tropfen zu erzeugen, welches auf den Nachfolgeprozess Vorformung angepasst ist (RB: schnellere Abkühlung im Mündungsbereich, Realisierung: Formmaterial, Kühlung). Zu beurteilende Tropfenparameter sind dabei die Tropfentemperatur (Temperaturverteilung), die Tropfenmasse und die Tropfengeometrie.

Die physikalisch dominierende Größe für die Verformung des Glases stellt die Viskosität dar, welche nach der Vogel-Fulcher-Tamann Gleichung, die allgemein zur Beschreibung der Temperaturabhängigkeit der Viskosität genutzt wird, in überexponentiellem Maße von der Temperatur abhängt. Dadurch kann eine Temperaturänderung von 1 K bei den für die Behälterglasproduktion verwendeten Kalk-Natron-Silikat- und Borosilikatgläsern zu Viskositätsänderungen von 2-3 % führen. Folglich würden größere Temperaturunterschiede von z.B. 10 K schon Viskositätsänderungen von 20-30 % nach sich ziehen [1, 2]. Um die Auswirkungen dieser Veränderungen auf die Formgebung beurteilen zu können, muss das Verhalten von Glas unter dem Einfluss einer Spannung betrachtet werden. Dieses Verhalten lässt sich mit dem viskoelastischen Modell von Maxwell gut beschreiben, in dem das Glas auf eine entstehende Spannung gleichzeitig mit einer viskosen und einer elastischen Deformation reagiert. Bei einer konstanten Deformationsgeschwindigkeit erhält man eine direkte Abhängigkeit der im Glas entstehenden Spannungen von der Viskosität. Außerdem ist die Relaxationszeit der Viskosität direkt proportional. Bei konstanter Spannung hingegen erhält man eine indirekte Proportionalität zwischen Viskosität und Deformationsgeschwindigkeit. Die praktischen Auswirkungen dieser Überlegungen bestehen nun darin, dass, ausgehend von der oben beispielhaft angeführten Viskositätsänderung von 20-30 %, bei konstanter Formgebungsgeschwindigkeit die auf die Schmelze wirkenden Kräfte drastisch variieren und die Relaxationszeit als direkt mit der Viskosität korrelierte Größe sich ebenfalls um 20-30 % verändert. Somit steigt die Gefahr von Heißrissen. Behält man hingegen eine konstante Verformungskraft bei, so variiert die Formgebungsgeschwindigkeit linear mit der Viskosität und unter Berücksichtigung der konstanten Taktzeiten bei der Formgebung würde die Glasdicke variieren. Diese Betrachtungen verdeutlichen die Notwendigkeit von möglichst konstanten Viskositäten und damit auch Temperaturen für den Formgebungsprozess.

3. Wärmetransportmechanismen

Die Charakterisierung der Wärmetransportmechanismen im Formgebungsprozess beinhaltet sowohl den Wärmetransport im Glas durch Leitung und Strahlung als auch den Wärmeübergang zwischen Glas und Umgebung sowie reine Wärmeleitungsvorgänge in der Form und „Umgebungsaspekte“ (Kühlung, Kontakt Metall-Metall). Die Beschreibung des Wärmetransportes durch Strahlung innerhalb des Glases bereitet erhebliche Probleme, basierend auf der Wellenlängen- und Temperaturabhängigkeit des Absorptionskoeffizienten. Es handelt sich um eine Volumenstrahlung, die teilweise an der Glasoberfläche und der Form reflektiert wird. Der gekoppelte Wärmetransport lässt sich mit einer Integrodifferentialgleichung beschreiben. Das Glas ist ein typischer Vertreter semitransparenter Medien. Im Wellenlängenbereich zwischen 0,3 und 4,5 μm gibt es einen eigenen internen Strahlungstransport mit einer wellenlängenabhängigen Reichweite der Photonen von wenigen Mikrometern bis zu einigen Metern. Diese bestimmt wiederum die Eindringtiefe, der von außen auf das Glas auftreffenden Strahlung sowie die Informationstiefe der vom Glas emittierten Strahlung. Weiterhin liegen nur ungesicherte Erkenntnisse über den Wärmetransport in der Schicht (mikroskopischer Spalt) zwischen Glas und Form vor. Dieser Wärmetransport lässt sich durch einen Strahlungsanteil und einen Wärmeübergangskoeffizienten beschreiben, der sich mit der Kontaktzeit verringert. Der Kontaktmechanismus wird bestimmt durch die Stoffeigenschaften des Glases und die geometrischen, thermischen und zeitlichen Randbedingungen. Der Einfluss des Einsatzes von Schmiermitteln ist dabei als komplex einzuschätzen (mechanische, thermische und chemische Auswirkungen) und der „Schmiermittel-Effekt“ wird widersprüchlich interpretiert. Außerdem sind die Oberflächenviskosität des Glases, die Oberflächenstruktur der Form und der Anpressdruck von Bedeutung. In der Form findet ein Wärmetransport durch Konduktion, einen homogenen und isotropen Stoff vorausgesetzt, statt. An der Formoberfläche sind Emissions- und Reflexionsvorgänge nicht zu vernachlässigen. Bei der Formenkühlung treten Konvektion (freie und Zwangskonvektion) sowie Strahlung auf. Die Auswirkung der Art der Kühlung und das Kühlmedium (Luft, Wasser, Dosierbarkeit, Kosten, ...) sind zu beurteilen. Auch ist der Metall-Metall Kontakt nicht zu vernachlässigen (z.B. Form-Formenhalter). Es wird deutlich, dass die Abkühlung des Glases und die Erwärmung der Maschinenbauteile komplizierte instationäre Energietransportvorgänge darstellen, deren Bearbeitung auch unter Anwendung der heute verfügbaren Berechnungsmodelle (CFD-Code FLUENT, Hybridmodelle) ein sehr anspruchvolles Niveau aufweist. Defizite sind dabei insbesondere bei den Eingabedaten in die Modellierungen zu erwarten, denn die Basis der vorhandenen und verlässlichen Stoffwerte, sowohl für die Glas- als auch die Formenseite, ist oft unzureichend. Eine Bilanzierung des Wärmetransportes beruhend auf messtechnisch erfassten Größen, ausreichende Exaktheit der Messverfahren vorausgesetzt, scheint in Verbindung mit einer „abgerüsteten“ begleitenden Prozessmodellierung eine Alternative in Zielrichtung darzustellen.

4. Ansatz Tropfenkonditionierung

Der Gesamtprozess von der Bildung des Tropfens bis zur Entnahme des Artikels aus der Fertigform lässt sich in die bekannten verfahrenstypischen Einzelprozesse gliedern. Diese Prozesse sind, wie bereits erwähnt, abwärts gekoppelt, so dass jeder den nach ihm stehenden beeinflusst. Da dem Glas mit Beginn der Tropfenbildung keine Energie mehr zugeführt wird, können Temperaturschwankungen, die in einem der Teilprozesse entstehen, einen oder mehrere der nachfolgenden Teilprozesse negativ beeinflussen. Daraus resultieren die Anstrengungen der Glasindustrie, mit einer aufwendigen Temperaturmessung

und Temperaturregelung im Speiserbereich eine zeitlich konstante Tropfentemperatur mit einer möglichst homogenen Temperaturverteilung im Tropfen zu erreichen und somit gleich bleibende Ausgangsbedingungen für den nachfolgenden Formgebungsprozess zu schaffen. Tatsache ist allerdings, dass trotz dieser Bemühungen der Tropfen schon in den ersten Teilprozessen (Tropfenbildung, Tropfenschnitt, Tropfenfall in die Vorform) stark und unkontrolliert abkühlt und somit beim Einfall in die Vorform keineswegs eine annähernd homogene Temperaturverteilung im Tropfen vorherrscht. Als Gründe für die Temperaturgradienten sind die Scherenkühlung und der intensive Wärmeübergang beim Kontakt mit dem Rinnensystem zu sehen. Da sich die in [3] thermografisch über den Tropfenquerschnitt bestimmten Temperaturverteilungen bei verschiedenen Tropfen ähneln, kann auf einen relativ reproduzierbaren Charakter der Temperaturbeeinflussung durch das Rinnensystem geschlossen werden. Hier bietet sich die Möglichkeit, aktiv über eine lokale Beheizung und Kühlung des Tropfens gegenzusteuern um die lokalen Temperaturunterschiede zu verringern. Voraussetzung dafür ist jedoch eine detaillierte und quantitative Kenntnis der Wärmetauschprozesse in den einzelnen Teilprozessen der Formgebung. Dazu ist die Erfassung der lokalen Temperaturen, aber auch der mittleren Temperatur des Tropfens notwendig. Die Bestimmung der lokalen Temperatur ist über pyrometrische Messungen sehr gut möglich und wird auch schon häufig für die Online-Messung der Tropfentemperatur kurz vor bzw. kurz nach dem Schnitt eingesetzt [1,4]. Die Bestimmung des mittleren Wärmeinhaltes und der mittleren Temperatur des Glaspostens während der einzelnen Phasen des Formgebungsprozesses ist aus messtechnischer Sicht jedoch sehr schwierig und nur unter Verwendung kalorimetrischer Methoden zu realisieren. Unter Verwendung dieser Methoden untersuchte Unger [5] die Veränderung des Wärmeinhaltes eines Glaspostens für verschiedene Glasarten auf variierenden Formgebungsmaschinen in den einzelnen Teilschritten der Formgebung beginnend mit dem Einfall in die Vorform [5]. Es wurden die Wärmeverluste von drei verschiedenen Gläsern in den einzelnen Prozessschritten vom Einfall des Tropfens in die Vorform bis zum Einlaufen der Flasche in den Kühllofen ermittelt. Bei den untersuchten Glastypen Fe-Mn-Grünglas, Kohlegelbglas und Weißglas wurde ein deutlich abweichendes Abkühlverhalten beobachtet. Dies ist durch den Einfluss der spektralen Eigenschaften eines Glases auf den Wärmetransport zu erklären.

In Berechnungen von Merkwitz, Zimmermann und Endrys [6] wurde angedeutet, dass der Strahlungswärmetransport bei Formgebungsprozessen in starkem Maße von den spektralen Eigenschaften der Glasschmelze bzw. des heißen Glases beeinflusst wird. Das wurde in umfangreicheren Modellierungen bestätigt und durch Messwerte quantifiziert [7]. Dabei wurden deutlich sichtbare Auswirkungen auf den mittleren Wärmeinhalt des Glases und die entstehenden Temperaturgradienten im Glas – sowohl bei einer Abkühlung als auch bei einer Rückerwärmung – festgestellt. Es zeigte sich weiterhin, dass der Einfluss der spektralen Eigenschaften besonders bei den hohen Temperaturen der Vorformgebung und der sich anschließenden Rückerwärmung bei der Übergabe an die Fertigform gravierend ist, was schon durch die Strahlungsgesetze gegeben ist. Deswegen ist anzunehmen, dass bei den noch höheren Temperaturen in der Zeit von der Tropfenbildung bis zum Einfall in die Vorform eine Variation der spektralen Eigenschaften der Schmelze erhebliche Unterschiede bezüglich des mittleren Wärmeinhaltes und der Temperaturgradienten im Tropfen bewirken kann (Bild 1).

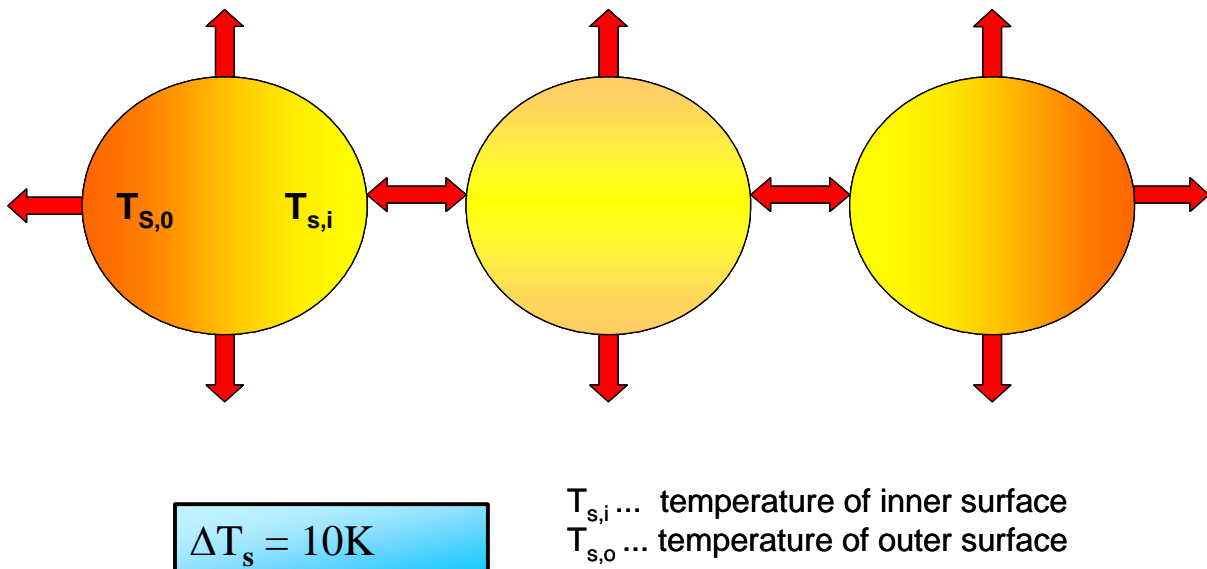


Bild 1: Thermische Wechselwirkung der Tropfen untereinander.

Aus den vorangegangenen Ausführungen geht hervor, dass die Aufklärung der Unklarheiten über die Wärmetauschprozesse in der Phase von der Tropfenbildung über den Tropfenschnitt bis hin zum Einfall des Tropfens in die Vorform durchaus eine nennenswerte praktische Relevanz aufweist. Um dies zu untermauern sind jedoch umfangreiche und systematische Untersuchungen notwendig, die über die Verknüpfung pyrometrischer und kalorimetrischer Messmethoden bei einer Variation verschiedener Parameter wie z.B. dem Tropfengewicht und den spektralen Eigenschaften der Schmelze quantitative Aussagen über die Auswirkungen dieser Parameter auf den Wärmetransport ermöglichen. Mit Hilfe dieser Aussagen kann dann ungewünschten Effekten in den einzelnen Teilprozessen gezielt gegengesteuert werden. Eine Möglichkeit dazu bietet eine Konditionierung des Tropfens schon während der Phase von der Tropfenbildung bis zum Tropfenschnitt. Das Konzept der Tropfenkonditionierung basiert auf einem kombinierten Heiz-/Kühlsystem (Bild 2). Bei diesem sind unabhängig voneinander höhenverstellbare Heizbrenner und Kühldüsen kreisförmig um den Tropfen angeordnet, die es erlauben einzelne Regionen des Tropfens gezielt zu beheizen oder zu kühlen. Damit wäre es möglich, die Teile des Tropfens, die später im Kontakt mit dem Rinnensystem viel Wärme verlieren, zu heizen und die anderen heißeren Teile des Tropfens leicht zu kühlen um dann beim Einfall des Tropfens in die Vorform eine über den Querschnitt vergleichmäßigte Temperaturverteilung zu erreichen. So ließe sich auch bei einem Mehrfach-Tropfen-Speiser durch gezieltes Kühlen des oder der innen liegenden Tropfenflächen eine gleichmäßige Temperaturverteilung für alle Tropfen erreichen. Aber eine Tropfenkonditionierung könnte noch weitere Möglichkeiten bieten. Sofort mit Beginn der Vorformgebung wird versucht im Mündungsbereich mit Hilfe spezieller Formgebungsmaterialien und Kühlungen dem Glas möglichst schnell Wärme zu entziehen um schnell eine hohe Formstabilität der Mündung zu erreichen. Im Bodenbereich sind dagegen höhere Temperaturen von Vorteil, damit eine bessere Verheilung der Schnittmarken möglich ist. Die für die Formgebung ideale Temperaturverteilung im Tropfen ist also keineswegs homogen. Vielmehr ist eine gleichmäßige Temperatur nur über den Querschnitt des Tropfens gewünscht, während entlang der Längsachse ein Temperaturgradient vorhanden sein sollte und zwar so, dass der Bereich, der zur Mündung ausgeformt wird kälter ist und der spätere Bodenbereich heißer. Dieser Temperaturgradient könnte über das kombinierte Heiz- und Kühlsystem in den Tropfen eingebracht werden

und somit schon im Tropfen eine Vorbereitung zur Mündungsstabilisierung getroffen werden. Die Anforderungen an eine Tropfenkonditionierung bestehen also darin, dass ein systembedingter, unerwünschter Temperaturgradient über den Querschnitt ausgeglichen werden soll, während gleichzeitig ein gewünschter Temperaturgradient über die Längsachse erzeugt wird. Jedoch bestehen sowohl für den Wärmeeintrag in den Tropfen als auch für den Wärmeentzug aus dem Tropfen Grenzen, die derzeit noch nicht genau bekannt sind. Die erste Frage besteht darin, welche Wärmemenge dem Tropfen in der kurzen Zeit von der Bildung bis zum Schnitt überhaupt zugeführt oder entzogen werden kann. Hier ist sicher über eine Variation der Eigenschaften der Flamme auf der einen und der Art des Kühlmediums auf der anderen Seite eine Optimierung notwendig.

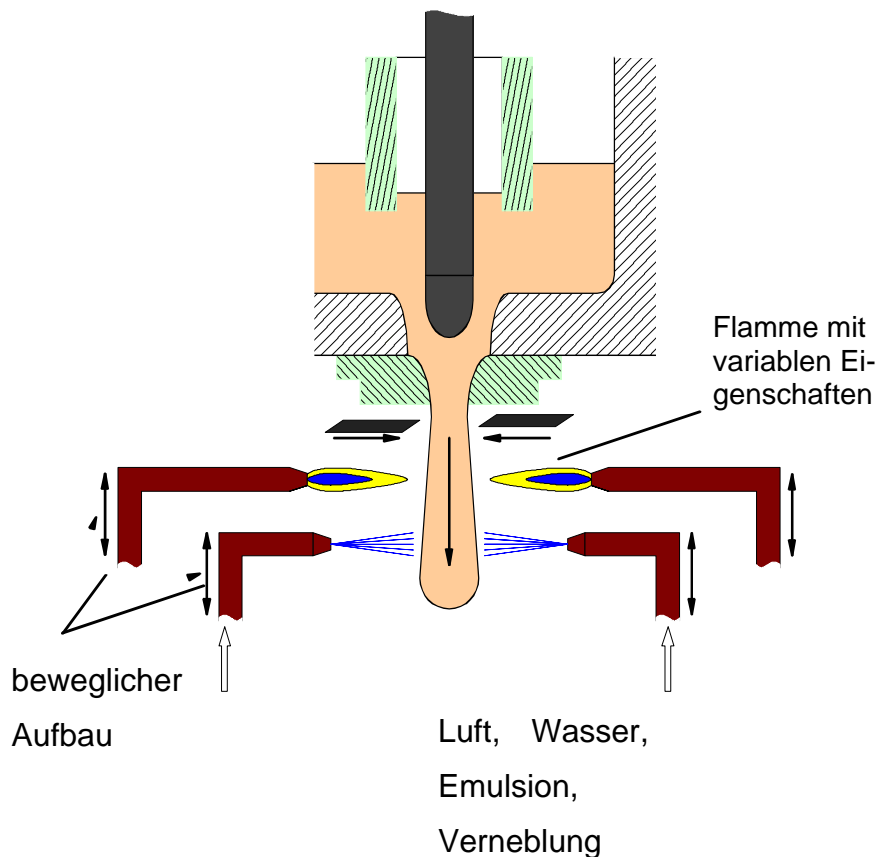


Bild 2: Kombiniertes Heiz- und Kühlsystem zur Tropfenkonditionierung.

Wie Untersuchungen zum Verdampfungsverhalten von Wassertropfen auf heißen nichtporösen Oberflächen zeigten, hat bei konstantem Wasservolumen auch die Tröpfchengrößenverteilung einen wesentlichen Einfluss auf die Kühlwirkung [8], so dass auch hier Optimierungspotentiale bestehen. Im Hinblick auf die Glasqualität sind die Beschränkungen darin zu sehen, dass die lokale Abkühlung des Tropfens nur so stark sein sollte, dass entweder gar keine Heißrisse entstehen bzw. entstehende Heißrisse durch eine Rückerwärmung wieder ausgeheilt werden können. Zudem müssen bei einem flüssigen Kühlmedium die Tröpfchengröße und das Kühlmittelgesamtvolumen so bemessen sein, dass auf keinen Fall überschüssige Kühlflüssigkeit auf das Rinnensystem abtropft. Die Beheizung hingegen darf die Viskosität des Tropfens lokal nicht soweit verringern, dass die Formstabilität des Tropfens im Fall und beim Durchlaufen des Rinnensystems gefährdet ist. Ausgehend von den gewonnenen Erkenntnissen könnte dann in Form einer „Tropfenkon-

ditionierung“ eine Einflussnahme auf diesen Wärmeaustauschprozess derart vorgenommen werden, dass der Tropfen im Zeitraum von der Tropfenbildung bis zum Tropfenschnitt je nach Erfordernis lokal gekühlt oder erhitzt wird. Die Beeinflussung der Wärmebilanz durch diese Maßnahmen ist messtechnisch zu erfassen und die Auswirkungen sowohl auf die nachfolgenden Prozesse der Vor- und Fertigformgebung als auch auf die Qualität der fertigen Erzeugnisse sind zu beurteilen.

5. Zusammenfassung

Eine detaillierte Aufstellung von Wärmebilanzen der Glasformgebung in Produktionsprozessen bedingt die quantitative Erfassung des Wärmeaustauschs, mit Hilfe kalorimetrischer und pyrometrischer Messmethoden, für die einzelnen Teilprozesse. Die Variation der Glasfarbe, des Tropfengewichts und der Schnitzzahl ist dabei notwendig (Bild 3). Die Quantifizierung des Einflusses verschiedener Parameter auf die Wärmebilanz könnte dem Praktiker Optimierungsmöglichkeiten aufzeigen und beispielsweise mit einer Tropfenkonditionierung ein Werkzeug zur aktiven Beeinflussung des Wärmetauschprozesses zur Verfügung stellen [9].

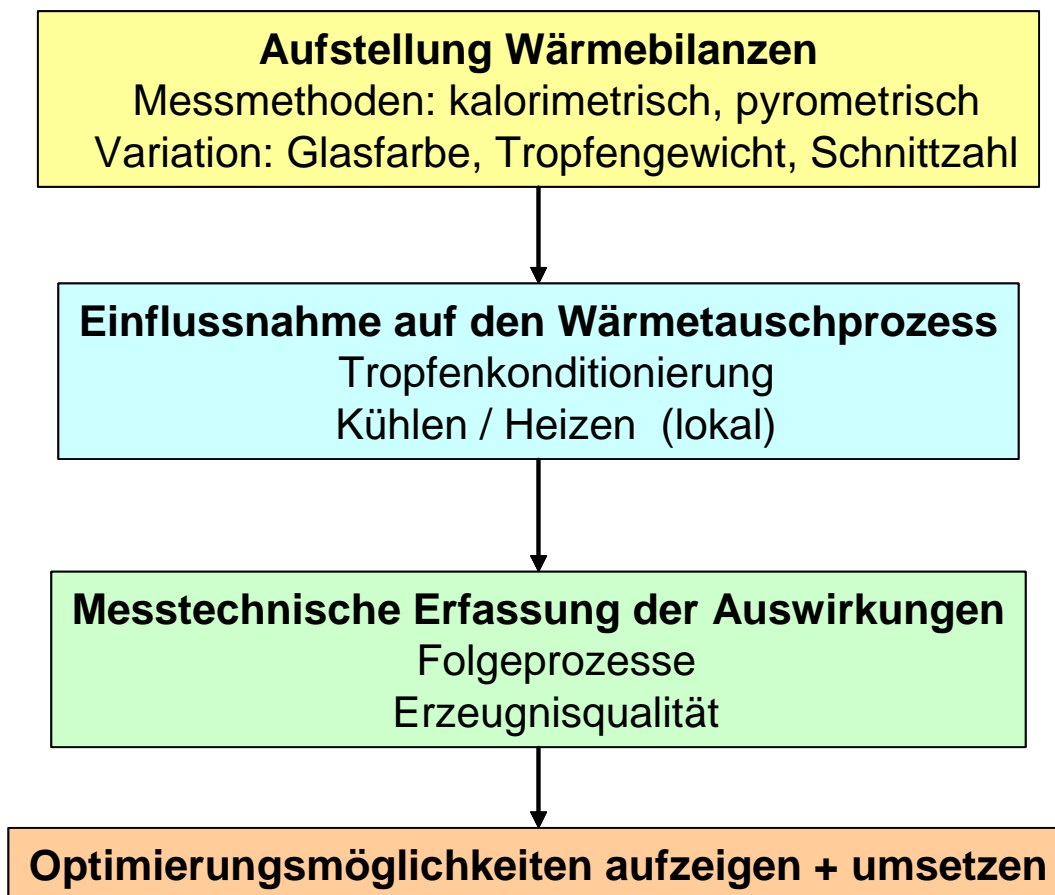


Bild 3: Algorithmus zur Bearbeitung der Thematik „Tropfenkonditionierung“.

6. Literatur

- [1] Pascal, R., Barron, B.: Gob Temperature Control Improves Glass Forming. Glass 75 (1998), Heft 2, S.52-53.
- [2] Hessenkemper, H.: Untersuchungen zur Wärmebilanz in Formgebungsprozessen von Glasschmelzen. Protokoll über die Sitzung des FA IV der DGG e.V., 25.03.2003, Würzburg.
- [3] Treu, C.: Untersuchung eines Press-Blas-Prozesses mit Ziel der Optimierung und Qualitätssteigerung. Studienarbeit, Freiberg (2002).
- [4] Johnston, M.: Infrared Monitors Measure Up at the Feeder. Glass 74 (1997), Heft 10, S.379.
- [5] Unger, L.: Bestimmung des Wärmeinhaltes und der mittleren Temperatur von Flaschen während des Formgebungsprozesses. Glastechnische Berichte 32 (1959), Heft 4, S. 153-157.
- [6] Merkwitz, M.; Zimmermann, H.; Endrys, J.: The influence of wavelength and temperature dependent absorption coefficient on radiative heat transfer in glass forming processes. Proceedings of the 6th International Conference of Advances in Fusion and Processing of Glass, 29.-31.05.2000, Ulm.
- [7] Höhne, D. et al: Messung und Modellierung des Wärmetransportes bei Formgebungsprozessen unter besonderer Berücksichtigung des Wärmetransportes durch Strahlung (Bericht zum AiF – Forschungsvorhaben Nr. 12734 BR) TU Bergakademie Freiberg, 2003.
- [8] Tartarini, P.; Lorenzini, G.; Randi, M. R.: Experimental study of water droplet boiling on hot, non-porous surfaces. Heat and Mass Transfer 34 (1999), Heft 6, Seite 437-447.
- [9] Hessenkemper, H.: Verfahren zur Optimierung der Glaskonditionierung und Verarbeitung einer Glasschmelze. Offenlegungsschrift DE 100 62 862 A1, 20.06.2002.