

Glasfachschule Kramsach

A 6233 Kramsach

Technologie

Wilfried Koller

1 Begriff "Glas"

1.1 Definition

Glas ist ein anorganisches Schmelzprodukt, welches aus verschiedenen Rohstoffen erschmolzen wird.
Die Schmelze läßt man allmählich erstarren. Dabei muß in der Regel die Kristallbildung im Glas verhindert werden.

2 Rohstoffe zur Herstellung von Glas

Zur Herstellung von Glas sind etwa 2/3 der vorkommenden Elemente geeignet. (siehe Periodensystem)
Für die Herstellung der am häufigsten am Markt vorkommenden Gläser sind jedoch nur wenige davon erforderlich.
Es folgt eine Aufzählung der wichtigsten Rohstoffe.

2.1 Siliziumdioxid

Chemische Bezeichnung:	SiO ₂ , Kieselsäure
Fachbezeichnung:	Quarz, Sand
Eingabeform:	Quarzsand
Beschaffenheit:	chemische Reinheit nach Möglichkeit > 99% SiO ₂ Korngröße: ca. 0,3 mm
Vorkommen:	große Lagerstätten an der Erdoberfläche, Abbau im Tagbau => Sandgruben.
Österr. Vorkommen:	Melk Nö 97% SiO ₂ St.Georgen a.d.Gusen Oö 96,5%
Ausländ. Vorkommen:	Deutschland Hirschau => 99% SiO ₂ Frechen => 99% SiO ₂ Haltern => 99% SiO ₂ Frankreich, Belgien, NL, Italien, uva
Schmelztemperatur:	2133 K = 1860° C
Funktion:	Glasbildner, Silikatbildner, Netzwerkbildner.

2.2 Natriumoxid Na_2O

Eingabeform:	Natriumcarbonat = Na_2CO_3 = Soda Natriumsulfat = Na_2SO_3 = Glaubersalz
Beschaffenheit:	chemische Reinheit
Vorkommen:	Soda wird im Solvay- Verfahren chemisch erzeugt. Soda kommt auch in der Natur vor; Sodaseen in Amerika und Afrika.
Schmelztemperatur:	ca. 1123 K
Funktion:	Flußmittel = Schmelzbeschleuniger Netzwerkwanler

2.3 Kaliumoxid, K_2O

Eingabeform:	Kaliumcarbonat = K_2CO_3 = Pottasche
Beschaffenheit:	chemische Reinheit
Vorkommen:	Chemische Gewinnung aus Kalilauge
Schmelztemperatur:	ca. 1163 K
Funktion:	Flußmittel, Schmelzbeschleuniger Netzwerkwanler

2.4 Calciumoxid, CaO

Eingabeform:	Calciumcarbonat = Ca_2CO_3 Magnesiumcarbonat = MgCO_3 Kalk mit Magnesiumgehalt = Dolomit
Beschaffenheit:	chemische Reinheit
Vorkommen:	Kalksteinwerke in unseren Kalkalpen Magnesitwerke - Radenthein, Trieben
Schmelztemperatur:	ca. 2773 K
Funktion:	Stabilisator, Netzwerkwanler

2.5 Aluminiumoxid Al_2O_3

Eingabeform: Aluminiumhaltige Mineralien wie z.B. Kaolin, Feldspat, Bauxit, Kaolin.
. Vielfach ist Aluminiumoxid schon im Sand enthalten.

Funktion: Netzwerkbildner und Netzwerkwandler
. Aluminiumoxid verbessert bestimmte Eigenschaften des Glases.
. z.B. die Temperaturwechselbeständigkeit.
. Aluminiumoxid im Gemenge verringert die Korrosion an den Glas schmelzgefäßen.

2.6 Blei PbO

Eingabeform: Mennige = Pb_3O_4

Vorkommen: In Bleibergwerken wird Weißbleierz abgebaut und zu Mennige aufbereitet.
(Bleiberger Bergwerksunion, Kärnten; - wurde vor einigen Jahren eingestellt!)
. Größere Bleivorkommen in USA, Mexiko, Australien

Schmelztemperatur: ca. 1173 K

Funktion: Stabilisator und Flußmittel,
. Netzwerkbildner und Netzwerkwandler

2.7 Boroxid B_2O_3

Eingabeform: Borax $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7$

Vorkommen: künstliche Gewinnung aus borhaltigen Mineralien, z.B. Kernit. Kernitvorkommen in USA und Türkei.

Schmelztemperatur: ca. 1013 K

Funktion: Netzwerkbildner
. Verbesserung bestimmter Glaseigenschaften.
. z.B. größere Zerreißfestigkeit, verringerte Oberflächen-
. spannung, bessere chemische Beständigkeit.

3 Glasarten aufgrund der chemischen Zusammensetzung:

Es gibt eine Unzahl verschiedener Glasarten. Beschäftigte in den Berufen "Glaser", "Glasschleifer", "Glasgraveur" und "Glasmaler" haben vorwiegend mit nachstehend aufgelisteten Glasarten zu tun.

3.1 Quarzglas oder Kieselglas:

Zusammensetzung: SiO_2 100 %
Schmelztemperatur: > 2273 K
keine genaue Schmelztemperatur, fließender Übergang von Feststoff (Gemenge) zu flüssiger Glasschmelze.

Verwendung: Laborglas (Glasstäbe, Glasröhren)
Lichtleitfasern

3.2 Sodakalkglas = Natronglas (EN 572-1)

Zusammensetzung: SiO_2 69% - 74%
 Na_2O 12% - 16%
 CaO 5% - 12%
 MgO 0% - 6%
 Al_2O_3 0% - 3%

Schmelztemperatur: fließend, ca. 1773 K

Verwendung: Flachglas --> Fensterglas, Gußglas
Hohlglas --> Verpackungsglas
Sonderform --> Glasröhren, Glasstäbe, Glasfasern.

3.3 Pottaschekalkglas = Kaliglas

Zusammensetzung: SiO_2 72,0 %
 Na_2O 13,0 %
 K_2O 6,5 %
 CaO 6,5 %
 MgO 0,2 %
 BaO 0,2 %
 Al_2O_3 1,0 %

Schmelztemperatur: fließend, ca. 1773 K

Verwendung: Hohlglas --> Kristallglas

3.4 Bleiglas:

Zusammensetzung: Viele Varianten möglich z.B. 24% PbO

SiO₂ 61,5 %
PbO 24,0 %
K₂O 14,5 %

Schmelztemperatur: fließend; ca. 1773 K

Verwendung: Hohlglas → Bleikristallglas
Schmuckglas → Schwerbleikristall
Strahlenschutzglas → hoher Bleianteil
Einschmelzgläser für Elektronik- und Elektroindustrie

3.5 Borsilikatglas: (EN 1748-1)

Zusammensetzung: SiO₂ 70 % - 79,4 %
B₂O₃ 7 % - 15 %
Al₂O₃ 0 % - 8 %
Na₂O 0 % - 8 %
K₂O 0 % - 8 %
Andere 0 % - 8 %

Schmelztemperatur: fließend, ca.1773 K

Verwendung: Flachglas → Brandschutzglas
Hohlglas → Wirtschaftsglas
Sonderform → Glasstäbe, Glasröhren (Laborglas)

Zusammenfassung: Glasarten und deren Zusammensetzung

	Quarzglas Osram 452	Sodakalkglas lt. EN 572-1	Bleiglas 24%PbO	Borsilikatglas lt. EN 1748-1	Glaskeramik lt. EN 1748-2
Glaszusammensetzung in %					
SiO ₂	99,9	69 - 74	61,5	70 - 87	50 - 80
Na ₂ O	< 0,001	12 - 16		0 - 8	
CaO	< 0,001	5 - 12			0 - 8
MgO		0 - 6			0 - 8
K ₂ O	< 0,001		14,5	0 - 8	0 - 2
Al ₂ O ₃	0,005	0 - 3		0 - 8	15 - 27
BaO					0 - 8
PbO			24		
B ₂ O ₃				7 - 15	
ZnO					1 - 5
Li ₂ O					0 - 5
TiO ₂					0 - 5
ZrO ₂					0 - 5
andere				0 - 8	0 - 5
Ausdehnungszahl () in m/K	0,54*10 ⁻⁶	9*10 ⁻⁶		(3,1 - 6,0)*10 ⁻⁶	0
Temperaturwechselbeständigkeit in K		40			
Schmelztemperatur in K	> 2273	ca.1753			
Transformationstemperatur in K	ca. 1370	ca. 820			
Entspannungstemperatur in K		ca. 820			
Wärmeleitfähigkeit in W/(m*K)		1		1	1,5
Dichte () in kg/m ³	2210	2500		2200 - 2500	2500 - 2600
Biegezugfestigkeit in N/mm ²		30			
Elastizitätsmodul (E) in N/mm ²		7*10 ⁴		(6 - 7)*10 ⁴	9*10 ⁴
Härte nach Mohs		6			
Härte nach Knopp (HK)				450 - 600	600 - 750
Brechzahl (n)		1,5		1,5	1,5

Glaszusammensetzung in %					
SiO ₂					
Na ₂ O					
CaO					
MgO					
K ₂ O					
Al ₂ O ₃					
BaO					
PbO					
B ₂ O ₃					
ZnO					
Li ₂ O					
TiO ₂					
ZrO ₂					
andere					
Ausdehnungszahl () in m/K					
Temperaturwechselbeständigkeit in K					
Schmelztemperatur in K					
Transformationstemperatur in K					
Entspannungstemperatur in K					
Wärmeleitfähigkeit in W/(m*K)					
Dichte () in kg/m ³					
Biegezugfestigkeit in N/mm ²					
Elastizitätsmodul (E) in N/mm ²					
Härte nach Mohs					
Härte nach Knopp (HK)					
Brechzahl (n)					

4 Zusatzrohstoffe für spezielle Aufgaben

4.1 Läuterungsmittel

Aufgabe der Läuterung ist es, das zähflüssige Glas während des Schmelzablaufes zu durchmischen und es blasenfrei zu machen = homogenisieren.

Methoden der Läuterung:

4.1.1 Mechanische Läuterung:

Dabei wird die Schmelze durch mechanische Einwirkungen in Bewegung gebracht z.B. Rührwerk, Eintauchen feuchter Stoffe.

4.1.2 Chemische Läuterung:

Durch Zusatz chemischer Stoffe = Läuterungsmittel wird die Schmelze geläutert.

Läuterungsmittel: Natriumsulfat Na_2SO_4

Natronalpeter NaNO_3 - und Kalialpeter KNO_3

Arsentrioxid As_2O_3 und Antimontrioxid Sb_2O_3

Flußspat CaF_2

4.1.3 Kombination

Mechanische und chemische Läuterung kombiniert!

4.2 Färbemittel

Neben den üblichen Rohstoffen sind zur Färbung des Glases Zusatzrohstoffe = Färbemittel erforderlich. Diese Färbemittel sind meistens Metalloxide. Schon geringe Mengen genügen zur Färbung des Glases.

Grundsätzlich unterscheidet man bei Farbgläsern zwei verschiedene Farbglastypen:

Ionenfarben = Lösungsfarben
Kolloidfarben = Anlauffarben

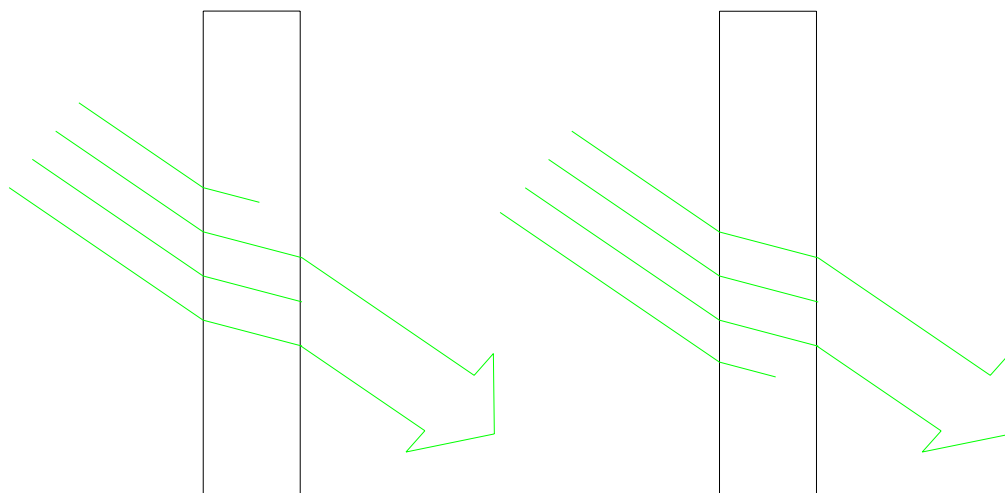
4.2.1 Ionenfärbung = Lösungsfarben:

Bei dieser Glasfärbung bilden die Färbemittel in der Schmelze klar gelöste Silikate, das Glas wird in der Masse eingefärbt. Die Farbwirkung entsteht durch spezifische Lichtabsorption des Glases. Ein Teil der in das Glas gehenden Lichtstrahlung wird vom Glas absorbiert und am Durchgang gehindert.

4.2.2 Kolloidfärbung = Anlauffarben:

Bei Farbglas des Typs "Anlauffarben" entstehen im bereits geformten Glas nach einer zusätzlichen Wärmebehandlung winzig kleine Teilchen = Kolloide, welche die Färbung des Glases bewirken. Die Entstehung der Farbwirkung bei der zusätzlichen Wärmebehandlung bezeichnet man als "Anlaufen".

Abbildung: Lösungsfarben Anlauffarben



4.2.3 Färbemittel für Farbglas:

purpurrot:	Gold
rot:	SchwefelCadmium+ Selen, Kupferoxid
rosa:	Selen, Gold
gelb:	Kohlenstoff = Kohlegelb Schwefel, Schwefelcadmium, Silber, Uranoxid
orange:	Selenrubin
violett:	Nickeloxid, Manganoxid
blau:	Kobaltoxid, Kupferoxid
grün:	Eisenoxid, Chromoxid, Uranoxid
grüngelb:	Natriumuranat
braun:	Eisen-, Nickel-, Mangan- und Kobaltoxid
schwarz:	Überfärbung mit Mangan-, Nickel- oder Eisenoxid

4.3 Entfärbung:

Infolge schon geringer Verunreinigung der Rohstoffe mit Metalloxiden treten im Glas, wenn keine besonderen Vorkehrungen getroffen werden, unerwünschte Farbstiche auf. Diese unerwünschten Farbstiche werden als "Mißfärbungen" bezeichnet.

4.3.1 Die Entstehung der Mißfärbungen kann man durch Verwendung reiner Rohstoffe oder durch chemisches Entfärben vermeiden.

Bei der chemischen Entfärbung wird während des Glasschmelzprozesses das stark färbende Eisen2oxid in das weniger stark färbende Eisen3oxid umgewandelt. Die Sauerstoffzufuhr erfolgt durch entsprechende Flammenführung = oxidierende Flammenführung oder durch Zugabe von Oxidationsmittel.

Oxidationsmittel: Arsen, Salpeter

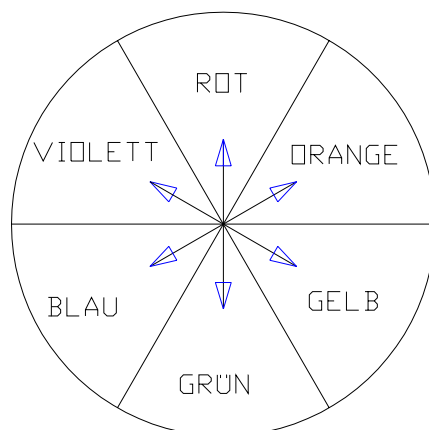
4.3.2 Die Sichtbarkeit von Mißfärbungen kann man durch "physikalisches Entfärben" verhindern.

Bei der physikalischen Entfärbung wird durch Zusatz von Färbemittel, welche in ihrer Farbwirkung komplementär zur Mißfärbung sind, die Mißfärbung aufgehoben

Beispiel:

Miðfärbung grün --> Komplementärfarbe zu grün --> = rot --> Färbemittel für rot und zugleich Entfärbemittel für die Miðfärbung grün = z.B. Selen.

Abbildung: Farben im Farbkreis



4.4 Glastrübung - Opalglas, Opakglas

Zur Herstellung von Opakglas und Opalglas werden zu den üblichen Rohstoffen Trübungsmittel zugegeben.

4.4.1 Opakglas: Undurchsichtiges, praktisch Licht undurchlässiges Glas.
z.B. Marmorglas
Glasmosaiksteinchen = Smalten

4.4.2 Opalglas: Undurchsichtiges, lichtdurchlässiges, lichtstreuendes Glas.
z.B. Milchüberfangglas
Opalescentglas
Colorescentglas

Trübungsmittel:

Fluoride: Kalziumfluorid = Flußspat, CaF_2
Natriumhexafluorsilikat, Na_2SiF_6
Kryolith, Na_3AlF_6

Phosphate: Kalziumphosphat = Knochenasche, $\text{CaHPO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$
Natriumhydrogenphosphat

5 Gemengeaufbereitung:

Definition: Gemenge

Ein Gemenge ist eine Mischung verschiedener Rohstoffe. Die einzelnen Rohstoffteile liegen lose nebeneinander, sie gehen miteinander keine Verbindung ein.

5.1 Glassatz:

Zur Herstellung eines Gemenges für eine bestimmte Glassorte braucht man ein "Rezept" = "Glassatz". Im Glassatz sind die Rohstoffanteile, welche für die Herstellung einer bestimmten Glassorte erforderlich sind, aufgelistet.

Beispiel: Glassatz für ein Sodakalkglas

66,1 kg SiO_2	= Quarzsand
27,5 kg Na_2CO_3	= Natriumcarbonat
5,0 kg CaCO_3	= Kalziumcarbonat
15,9 kg CaO , MgO , Fe_2O_3	= Dolomit
8,2 kg Al_2O_3 , K_2O , SiO_2	= Feldspat

- 5.2 Zum Zwecke der Schmelzbeschleunigung gibt man dem Gemenge einen gewissen Anteil von Glasscherben hinzu. Der Anteil richtet sich nach der gewünschten Glasqualität und kann von 20% bis zu 75% betragen.

Vorteile beim Einsatz von Glasscherben:

- * geringerer Brennstoffverbrauch und dadurch auch
- * geringere Umweltbelastung
- * Kosteneinsparung
- * weniger Müllanfall

- 5.3 Die Wiederverwertung gebrauchter Stoffe als Rohstoff wird als "Recycling" bezeichnet.

Probleme beim Sammeln der Scherben:

- * Sortenreines Trennen der Scherben
- * Einsammeln, Transport

5.4 Gemengeherstellung

- * Entnahme der Rohstoffe aus dem Lager
- * genaue Abwaage
- * Mischvorgang in Mischtrommel
- * Zusatz von Bindemittel und Granulierung
- * Scherbenzusatz
- * Zuführung zum Schmelzofen

Die Granulierung (=Pellettierung) des Gemenges erbringt zwei große Vorteile:

- * geringere Entmischung
- * geringere Staubemission --> Umweltschutz

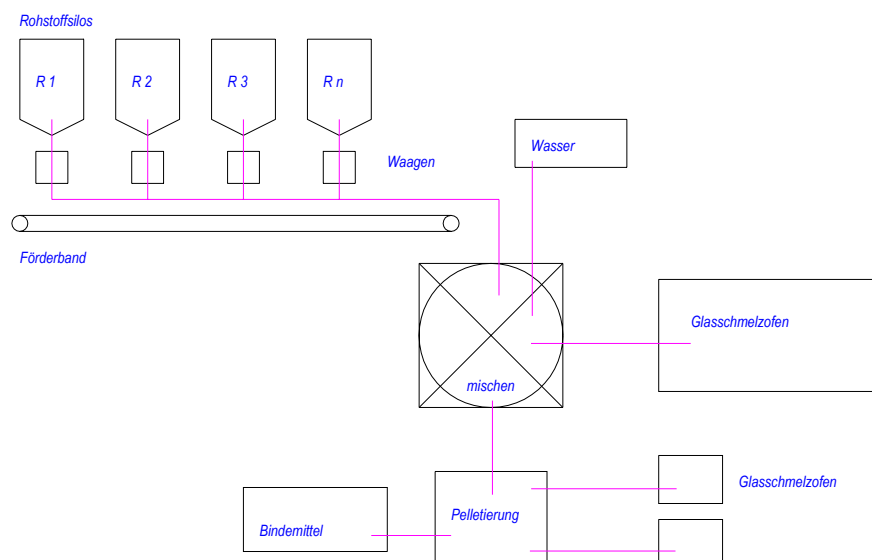
In größeren Industriebetrieben erfolgt die Gemengeherstellung automatisiert, prozessorgesteuert.

In kleineren Betrieben erfolgt die Gemengeherstellung manuell und mit Unterstützung einfacherer Maschinen.

Alternative: Zukauf von aufbereitetem Gemenge!

Personen sind bei der Gemengeherstellung vor Staubemission zu Schützen.
→ Staublunge (=Silicose)

Schutzmaßnahmen: Information
Staubschutzmasken, Absaugungen
regelmäßige, ärztliche Kontrollen



6 Glasschmelzöfen:

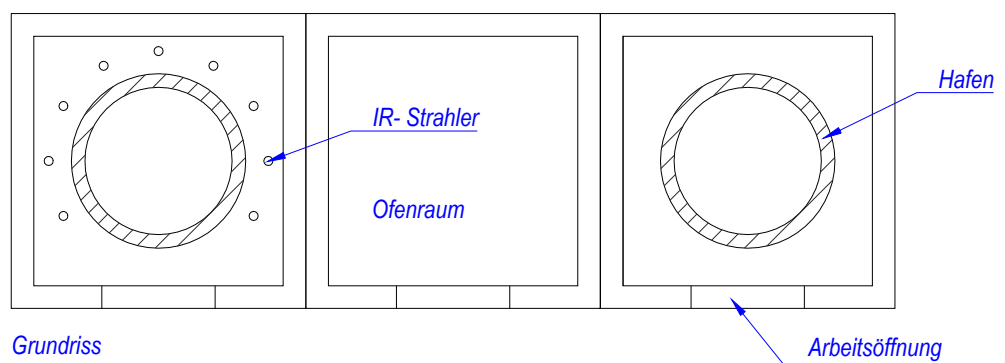
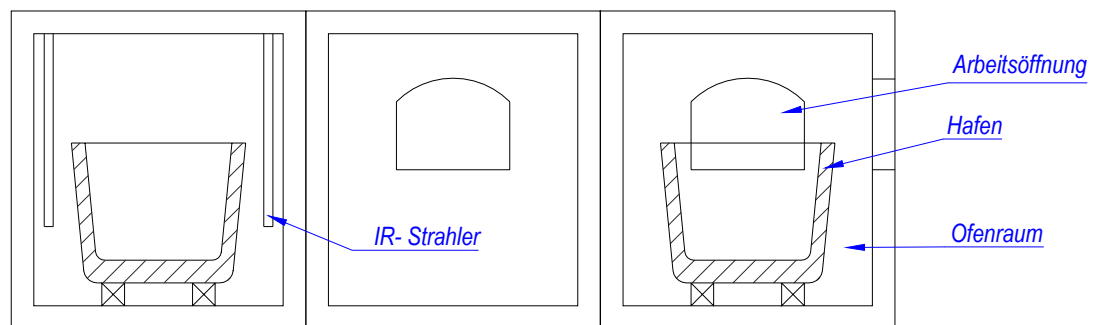
Vom Aufbau her und nach der Art des Betriebes unterscheidet man verschiedene Ofentypen:

- * Hafenofen
- * Tageswanne
- * Kontinuierliche Wanne

6.1 Der Hafenofen:

Abbildung: Hafenofen

Hafenofen in Reihe. Aufriss



Grundriss

6.1.1 Beschreibung:

Der Hafenofen ist ein, aus feuerfestem Material gebauter Ofenraum. Im Ofenraum befindet sich das eigentliche Glasschmelzgefäß = der Hafen.

Der Hafen ist ebenfalls aus feuerfestem Material und hat im Durchschnitt die Abmessungen: Ø bis zu 1000 mm,
Höhe ca. 700 mm.

In die Hafen wird, durch Arbeitsöffnungen am Ofen, das Gemenge eingelegt. Dies geschieht durch Einlegemaschinen am Nachmittag.

Anschließend beginnt der Schmelzvorgang. Zunächst werden die Arbeitsöffnungen am Ofen geschlossen und dann die Temperatur im Ofen auf die Schmelztemperatur erhöht.

Die Schmelztemperaturen werden erreicht durch

- * Direktfeuerung mittels Öl- oder Gasbrennern
- * Elektroheizung mit Wärmestrahlern.

6.1.2 Der Glasschmelzprozeß gliedert sich in mehrere Phasen

- * Grobschmelze
- * Feinschmelze mit Läuterung
- * Abstehen

Beim Hafenofenbetrieb erfolgt der Ablauf der verschiedenen Schmelzphasen in zeitlicher Folge. Die Übergänge von einer Phase zur nächsten sind fließend.

Der Ablauf der Schmelzphasen dauert die ganze Nacht hindurch.

Ab den frühen Morgenstunden erfolgt die Ausarbeitung des erschmolzenen Glases. Die Ausarbeitung des Glases erfolgt bei Hafenofenbetrieben meist manuell oder mit einfacheren Maschinen. Die tägliche Produktionsleistung ist eher gering.

Die Ausarbeitung wird am Nachmittag beendet. Dabei verbleibt im Hafen noch etwa 1/3 Restglas. Danach wird wieder Gemenge in die Hafen eingelegt und über Nacht wird wieder geschmolzen usw.

Unterbrechungen der Produktion sind möglich, dazu wird nach Ausarbeitung des Glases der Ofen auf "Sparflamme" weiterbetrieben. Am Vortag der Produktionsaufnahme wird dann wieder mit der Gemengeeinlage begonnen.

Die Hafen haben nur eine begrenzte Haltbarkeit von 10 bis 12 Wochen und sind nach dieser Zeit auszutauschen.

6.1.3 Beispiele von Hafenofenbetrieben in Österreich:

Fa. Oberglas Bärnbach --> Hohlglas
Fa. Riedel Kufstein und Schneegattern --> Hohlglas
Fa. Zalto Neunagelberg (Schauglashütte) --> Hohlglas
Fa. Kisslinger, Rattenberg (Schauglashütte) --> Hohlglas

6.1.4 Beispiele von Hafenofenbetrieben für die Flachglasproduktion:

Fa. Lamberts, Waldsassen Antikglas, Butzen
Fa. Verrerie de St.Just Antikglas

6.1.5 Abbildung – Hafentausch bei Fa. Riedel



6.2 Die Tageswanne:

6.2.1 Beschreibung:

Die Tageswanne ist ähnlich dem Hafenofen. Anstelle der eingesetzten Hafen ist der Boden des Ofenraumes wannenförmig ausgebildet und dient der Aufnahme des Schmelzgutes.

Die Herdfläche = Oberfläche der Schmelze, beträgt bis zu max. 10 m².

Die Feuerung erfolgt direkt durch Öl- oder Gasbrenner.

Betriebsablauf:

Der Arbeitsablauf bei der Tageswanne ist gleich wie beim Betrieb eines Hafenofens.

Anwendung:

Tageswannen werden von Produktionsbetrieben eingesetzt, welche Glas in geringeren Mengen erzeugen. Die Ausarbeitung erfolgt meist manuell, die Fomgebung des Glases manuell oder mit einfacheren Maschinen.

Die tägliche Produktionsleistung ist eher gering.

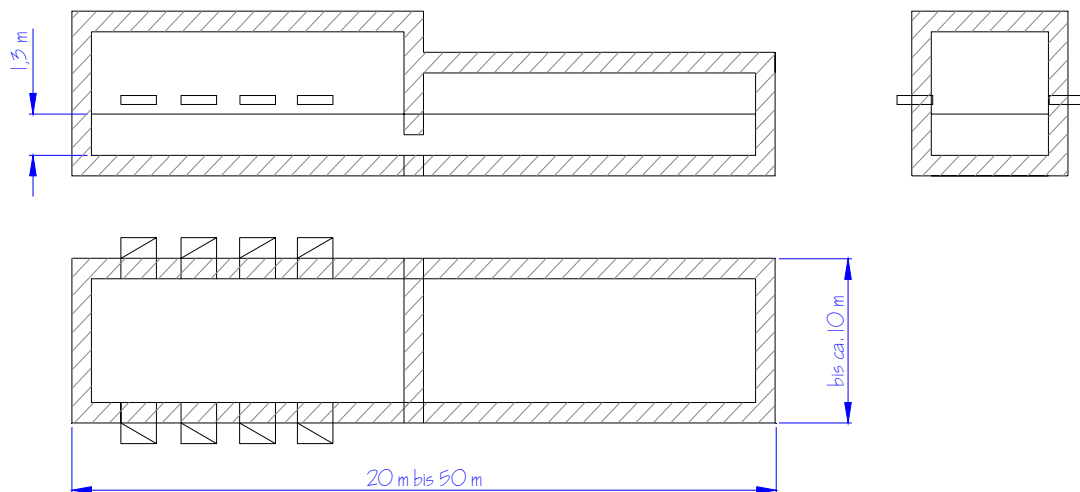
Beispiel: Studio- Ofen, Glasfachschule Kramsach

6.3 Die kontinuierliche Wanne

6.3.1 Beschreibung:

Die kontinuierliche Wanne ist, im Vergleich zu Hafenöfen oder zu Tageswannen, ein riesiger Ofenraum. Der Boden dieses Ofenraumes ist wannenförmig gestaltet und dient der Aufnahme des Schmelzgutes.

Abbildung: Kontinuierliche Wanne



7 Die Kühlung des Glases

7.1 Definition:

Unter "Kühlen des Glases" versteht man jenen Teil der Glasproduktion, bei dem das Entstehen von Spannungen im Glas verhindert wird oder bei dem bereits entstandene Spannungen im Glas wieder aufgehoben werden.

7.2 Ursachen von Spannungen im Glas:

Bei unkontrollierter Kühlung hat der geformte Glaskörper Kontakt mit der relativ kalten Umgebungsluft. Die Glasoberflächen kühlen ab und erstarren dabei.

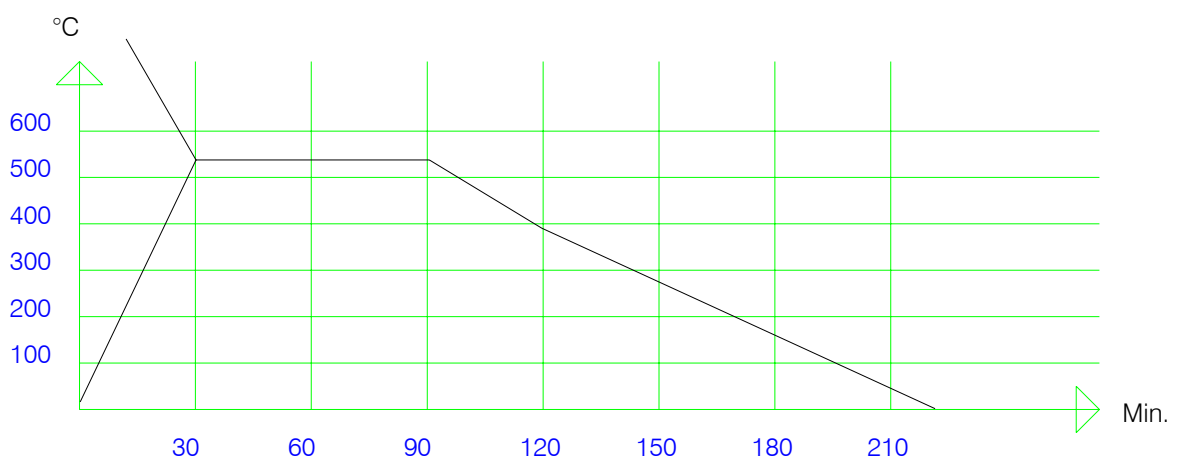
Die Kernschicht des Glases kann sich erst später abkühlen und verringert dabei sein Volumen. Die bereits erstarrte Glasoberfläche leistet dabei jedoch einen Widerstand. Es kommt zu Druckspannungen an den Glasoberflächen und zu Zugspannungen in der Kernschicht des Glases.

Diese Spannungen können so groß sein, daß eine Weiterbearbeitung des Glases unmöglich ist.

7.3 Kühlablauf:

Kühlen des Glases bedeutet "kontrollierten Wärmeentzug" vom Glas. Ein kontrollierter Wärmeentzug ist dann gegeben, wenn beim Abkühlen des Glases keine zu große Temperaturdifferenz zwischen Glasoberfläche und Kernschicht entsteht.

Abbildung: Kühlkurve



7.4 Kühlöfen:

7.4.1 Kammerkühlofen:

Das ist ein, mit wärmespeicherndem Material ausgekleideter Ofenraum. Der Ofenraum ist beheizt. Im Laufe der Produktion werden die Produkte in den Ofenraum eingebracht und bei einer bestimmten Temperatur gelagert.

Nach Produktionsschluß werden die Glasprodukte auf die Entspannungstemperatur angetempert und in der Folge kontrolliert abgekühlt.

In der Regel wird während des Tages Glas produziert und in der Nacht das Glas gekühlt.

Anwendung:

Betriebe mit eher geringer Produktionsmenge

7.4.2 Band- oder Tunnelkühlofen:

Bei diesem Ofentyp handelt es sich um einen bis zu 150 m langen Ofenraum, welcher mit einer Fördereinrichtung ausgestattet ist. Auf der Fördereinrichtung durchlaufen die Glasprodukte den Kühlofen. Das Antempern und kontrollierte Abkühlen erfolgt in den verschiedenen Zonen des Kühlofens.

Anwendung:

Betriebe mit größerem Glasausstoß, Betriebe mit kontinuierlicher Glasproduktion.

7.5 Kühldauer:

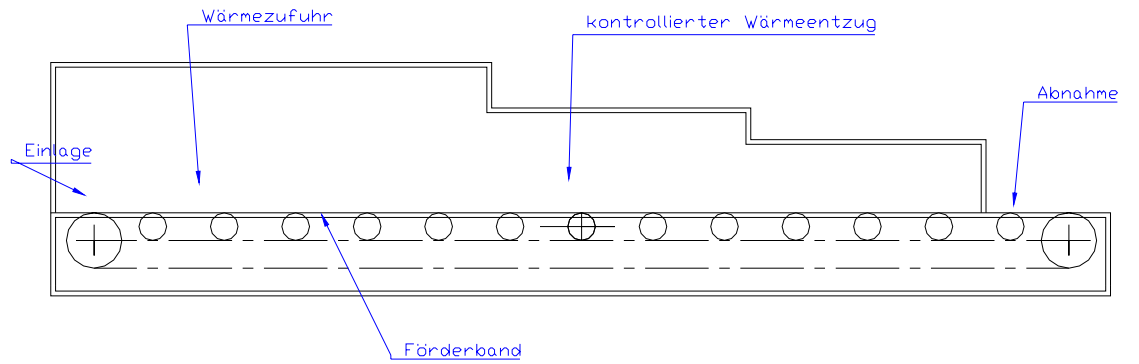
Die Kühldauer des Glases ist abhängig von der Glaszusammensetzung und von der Glasdicke.

Faustregel:	dickeres Glas	längere Kühldauer
	dünneres Glas	kürzere Kühldauer

Beispiel: Glashütte Riedel, Kufstein
Kühldauer im Bandkühlofen ca.2 Std.

Abbildung: Kanal- oder Tunnelkühlofen

Tunnelkühlofen (Kanalkühlofen)



8 Die Flachglasproduktion

8.1 Geschichtliche Entwicklung:

Gießen	seit etwa Christi Geburt
Mundblasverfahren	seit etwa 900 nach Chr.Geb.
Guß- Walzverfahren	seit dem 17.Jhdt.
Maschinblasverfahren	seit Ende des 19.Jhdt.
Ziehverfahren	seit Beginn des 20.Jhdt.
Floatverfahren	seit 1958

8.2 Gießen:

Durch Funde, bei Ausgrabungen in der verschütteten Stadt Pompeji, ist die Herstellung von Flachglas aus der Zeit um Chr.Geb. belegt. Diese Scheiben wurden durch Gießen in flache Formen hergestellt. Diese Platten hatten meist Abmessungen von ca. 300 x 300 mm. Die größte gefundene Platte hatte Abmessungen von 700 x 1000 mm, bei einer Glasdicke von 13 mm.

Auch heute wird noch die damalige Herstellungstechnik angewandt.

Produkte:	Dallglas, Türgriffplatten
Ausführungen:	versch. Farben
Abmessungen:	Standardmaß 200 x 300 mm

Abbildung: Gießen in flache Formen



8.3 Mundblasverfahren

Produkte:

- * Geblasenes Tafelglas
- * Antikglas
- * Butzenscheiben
- * Tellerscheiben
- * Mondscheiben

Herstellungsbeschreibungen und Ausführungen

8.3.1 Geblasenes Tafelglas

Die Herstellung von mundgeblasenem Tafelglas entspricht der des noch heute produzierten Antikglases. --> siehe bei Antikglas! Erkennungsmerkmale:

- * zwei blanke, feuerpolierte Glasoberflächen
- * unebene Glasoberflächen, dadurch Verzerrungen bei der Durchsicht.
- * uneinheitliche Glasdicke

Das, heute noch produzierte, mundgeblasene "Götheglas", könnte man als mundgeblasenes Tafelglas bezeichnen.

8.3.2 Antikglas

Mit der Glasmacherpfeife wird aus dem Hafem ein größerer Glasposten entnommen.

Der Glasposten wird in einem wassergetränkten Model vorgeformt.

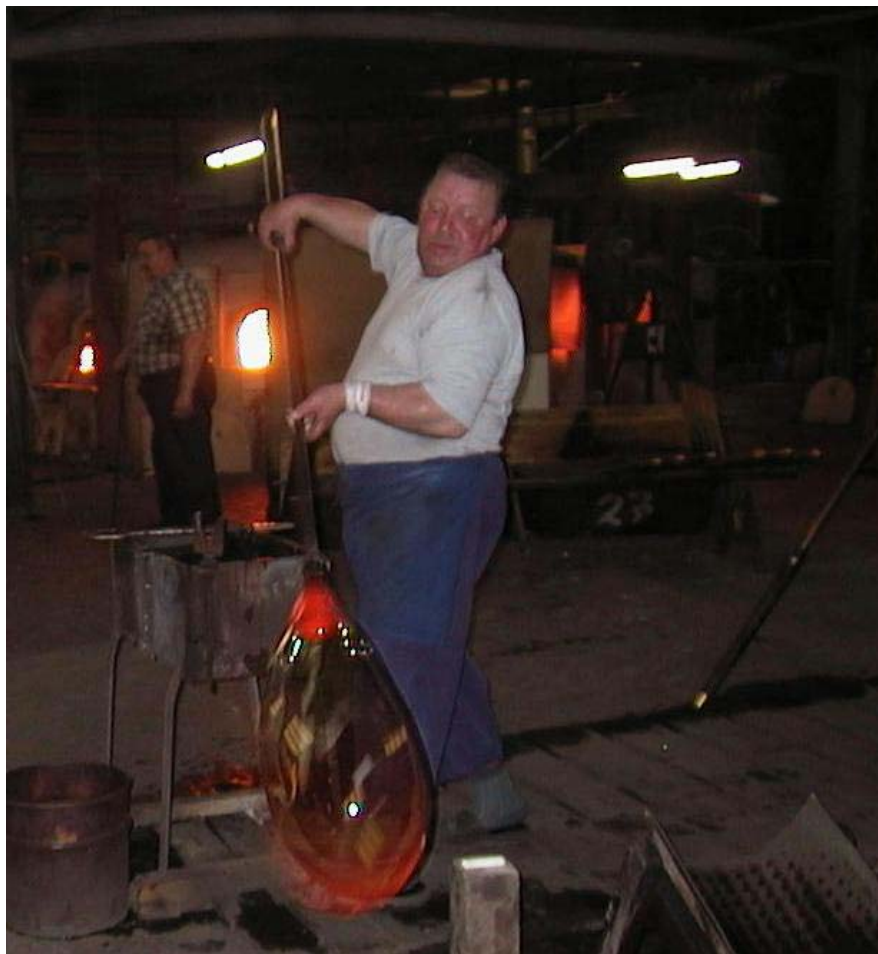
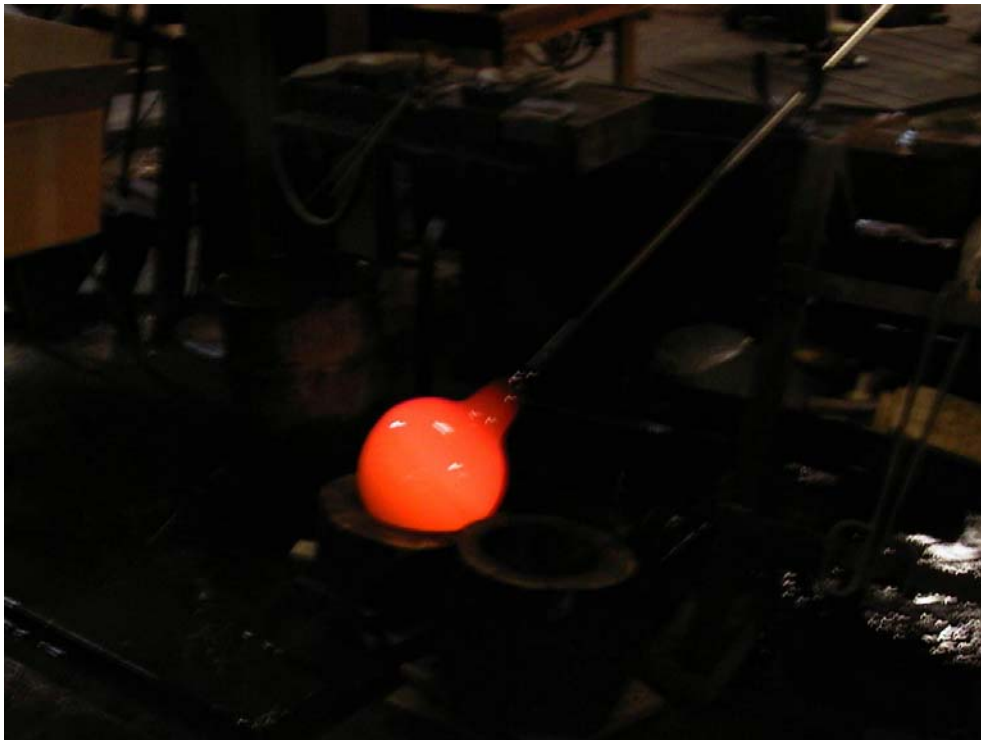
Anschließend wird in den Glasposten Luft eingeblasen. Es entsteht ein Hohlkörper = "Köbel".

Der Köbel wird durch Eintauchen in die Schmelze mit Glas überstochen, der Posten vorgeformt und anschließend zu einem Zylinder ausgeblasen. Während des Ausblasens zu einem Zylinder wird dieser in einer geriffelten Mulde ständig gedreht und auf- und abbewegt. Dadurch erhält die Glasoberfläche den "Hobel".

Es folgen die Arbeitsgänge: Absprennen von der Glasmacherpfeife, öffnen und Auftreiben des Zylinders. Dadurch entsteht eine Glasröhre.

Diese Arbeitsgänge erfolgen, betriebsspezifisch, unterschiedlich.

Die Glasröhre wird dann aufgeschnitten, auf die Transformationstemperatur (ca.650°C) angetempert und dann zur ebenen Tafel ausgestreckt. Nach dem Strecken erfolgt ein kontrollierter Wärmeentzug.



8.3.3 Butzenscheibe: mundgeblasen

Mit der Glasmacherpfeife wird dem Glasschmelzgefäß ein kleinerer Glasposten entnommen.

Der Posten wird zunächst vorgeformt und dann zu einer Kugel ausgeblasen.

Gegenüber der Glasmacherpfeife wird anschließend ein Heftisen angesetzt und die Pfeife abgesprengt.

Nach einer Antempering wird dann die geöffnete Kugel, unter Zuhilfenahme geeigneter Werkzeuge, aufgetrieben und zu einer flachen, runden Scheibe geformt. Abschließend wird das Heftisen abgesprengt und die Butzenscheibe gekühlt.

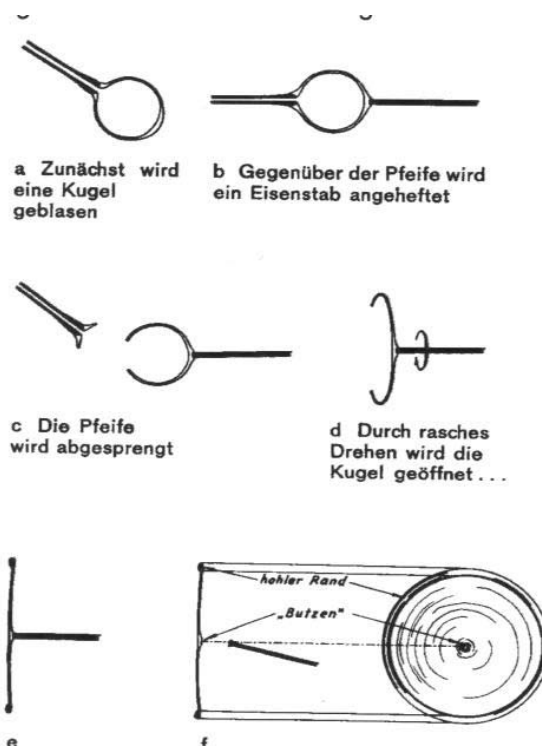
Erkennungsmerkmale:

- * eingerollter Glasrand
- * nicht exakt kreisrund
- * Bruchstelle im Zentrum
- * im Zentrum dick, zum Rand hin dünner werdend
- * zwei feuerpolierte Oberflächen

Ausführungen:

- * versch. Farben
- * versch. Durchmesser; 40 bis 140 mm üblich

Abbildung: Butzenscheibenherstellung



8.3.4 Butzenscheiben: geschleudert, handgemacht

Mit dem Hefteisen wird dem Glasschmelzgefäß ein Glasposten entnommen. Der Glasposten wird durch Drehen und unter Zuhilfenahme einer Lehre zu einer flachen, runden Scheibe geformt. Abschließend wird die Scheibe vom Hefteisen abgesprengt und gekühlt.

Erkennungsmerkmale:

- * kein eingerollter Glasrand
- * verschmolzener Glasrand
- * Bruchstelle im Zentrum
- * nicht exakt kreisrund

8.3.5 Tellerscheiben:

Ein Glasposten wird in eine wassergetränkte, flache, zylindrische Form eingeblassen. Dadurch entsteht ein etwa 25 mm hoher zylindrischer Glaskörper.

Nach der Kühlung dieses Körpers wird der Boden des Körpers abgesprengt und die Scheibe rundgeschnitten.

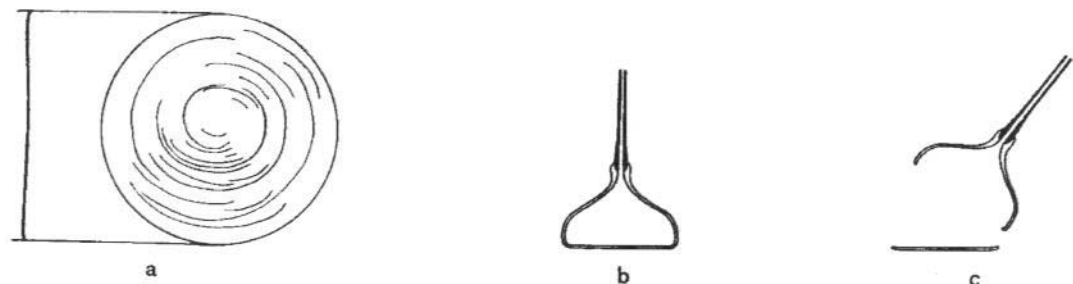
Erkennungsmerkmale:

- * zwei feuerpolierte Glasoberflächen
- * keine Bruchstelle im Zentrum
- * annähernd runde, schlierige Oberflächenzeichnung
- * Schnittkante am Glasrand

Ausführungen:

- * verschiedene Farben
- * \varnothing ca. 140 bis 180 mm

Abbildung: Tellerscheibenherstellung



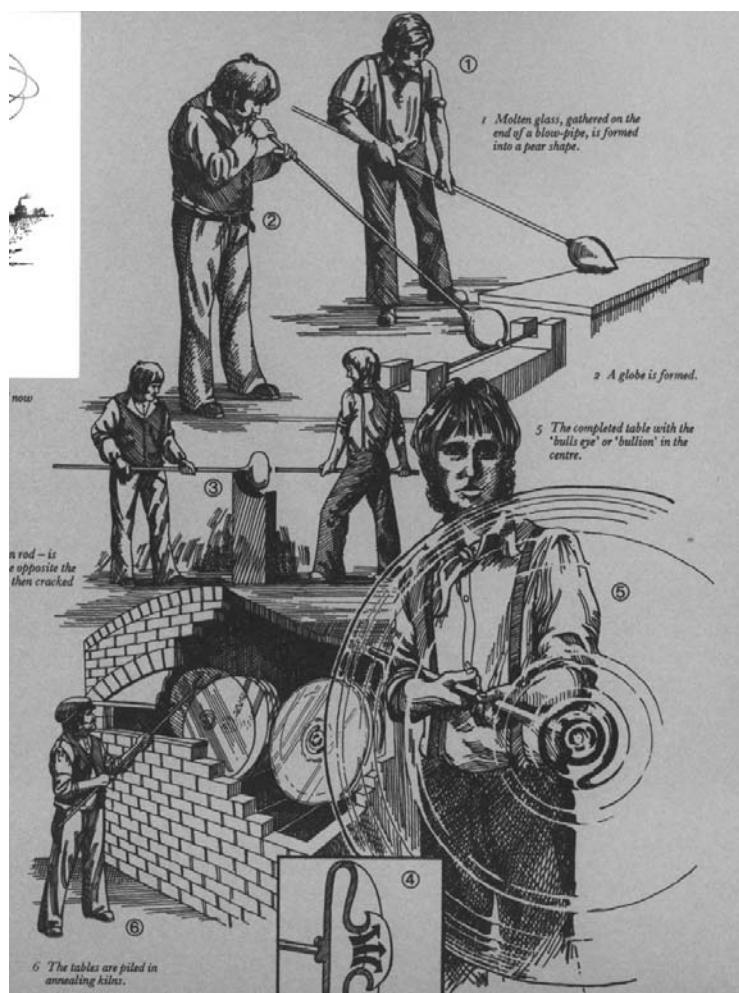
8.3.6 Mondscheiben

Die Herstellung der Mondscheiben erfolgte in der gleichen Technik wie die Herstellung der mundgeblasenen Butzenscheiben. Die Butzenscheiben wurden bis zu einem Durchmesser von ca. 1000 mm angefertigt.

Nach der Kühlung wurden diese Scheiben, unter Aussparung des "Ochsenauges" = Bruchstelle im Zentrum, geteilt. Es verblieben zwei halbmondförmige Teile, welche wahrscheinlich zur Bezeichnung Mondglas führte. Die Herstellung der Mondscheiben ist heute nicht mehr üblich.

Eine Firma in Deutschland bezeichnet jedoch die Tellerscheiben als Mondscheiben.

Abbildung: Mondscheibenherstellung



8.4 Guß- Walzverfahren

Diskontinuierliche Verfahren: Tischverfahren
Bicherouxverfahren

Kontinuierliches Verfahren: Wannenauslaufverfahren

8.4.1 Tischverfahren:

Die Entwicklung dieses Gußwalzverfahrens stammt von den beiden Franzosen Thevart und Lucas de Nehou aus dem Jahr 1688. In diesem Zusammenhang ist auch die Gründung der Glashütte St.Gobain zu sehen.

Verfahrensbeschreibung:

Das flüssige Glas wird dem Glasschmelzofen entnommen und auf einen vorgeheizten Metalltisch gegossen.

Der Gußtisch hat an den Längsseiten eine Bordkante. Auf dieser wird in der Folge eine Walze über das noch formbare Glas geführt. Das Glas breitet sich dadurch zu einer Glastafel mit einer einheitlichen Dicke aus.

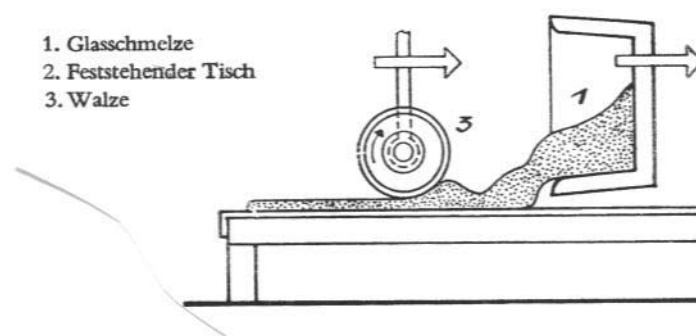
Die untere Glasoberfläche hat während des Überganges vom flüssigen zum festen Aggregatzustand des Glases, Kontakt mit einem festen Stoff und ist daher nicht feuerpoliert. Die obere Glasoberfläche hat nur kurzfristigen Kontakt mit der Walze, diese Oberfläche ist annähernd feuerpoliert.

Meistens wird in die Glasoberfläche ein Dekor eingeprägt.

Unmittelbar nach der Formgebung durch Gießen und Walzen, wird die Glastafel in einen Kühllofen eingebracht und gekühlt.

Nach der Kühlung wird die Tafel in die gewünschten Lagerabmessungen zugeschnitten.

Abbildung: Gießen und Walzen am Tisch = Tischverfahren



8.4.2 Bicherouxverfahren:

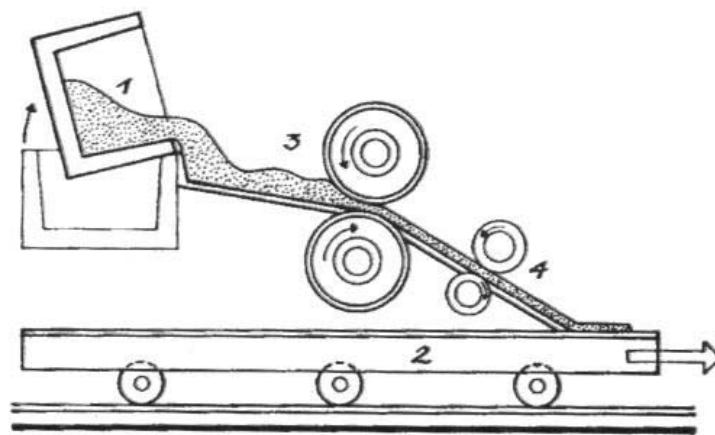
Das Bicherouxverfahren stellt eine Weiterentwicklung des Tischverfahrens dar.

Verfahrensbeschreibung:

Das flüssige Glas wird dem Schmelzofen entnommen, auf eine schiefe Ebene geleert und fließt von dort in ein Walzwerk, welches die Formgebung des Glasbandes bewirkt. Das geformte Glasband gleitet auf einen fahrbaren Tisch auf und wird dann in einen Kühllofen transportiert.

Nach der Kühlung erfolgt die Zerteilung der Produktionsabmessung in die gewünschten Lagerabmessungen.

Abbildung: Bicherouxverfahren



Zusammenfassung:

Beide diskontinuierlichen Gußwalzverfahren sind heute noch in Anwendung.

Produktbeispiele:

- * Tischkathedral
- * Opalescentglas
- * Colorescentglas
- * Marmorglas

- * Strahlenschutz- Rohglas (Flachglas mit sehr großen Bleianteil)

- * Spiegelrohglas dicker als 24 mm

8.4.3 Wannenauslaufverfahren:

Anfang unseres Jahrhunderts wurde der Bedarf an Spiegelglas = planparallel geschliffenes und poliertes Flachglas, immer größer. Ausgangsmaterial für die Herstellung von Spiegelglas war das Gußglas. Es wurde nach einer rationelleren Gußwalzmethode gesucht.

Die Fa. Ford und die Fa. Pilkington waren maßgeblich an der Entwicklung des kontinuierlichen Gußwalzverfahrens = Wannenauslaufverfahren beteiligt.

Verfahrensbeschreibung:

Aus dem Arbeitsteil einer kontinuierlichen Wanne fließt das Glas in vorbestimmter Bandbreite in ein Walzwerk, welches die Formgebung = Glasdicke und Oberflächendekor, bestimmt. Es entsteht ein unendliches Glasband, welches unmittelbar nach der Formgebung durch einen Kühlkanal geleitet wird.

Nach der Kühlung erfolgt die Zerteilung des Glasbandes in die gewünschten Lagerabmessungen.

Bei Dekorumstellung wird der Wannenauslauf unterbrochen und die Walzmaschine ausgetauscht.

Zur Herstellung von Drahtglas wird vor dem Walzwerk ein punktgeschweißtes Drahtnetz in die Schmelze eingeleitet.

Bandbreiten: Breiten laut EN 572-5: 1260 bis 2520
übliche Nettobreiten: 1260, 1500, 1860, max.3450

Glasdicken: 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 13, 15 mm

Lagerlängen: Längen laut EN 572-5: 2100 bis 4500

Produktionsgeschwindigkeit: abhängig von der Glasdicke
z.B. 4 mm --> ca.240 lfm/Std.

Produktbeispiele:

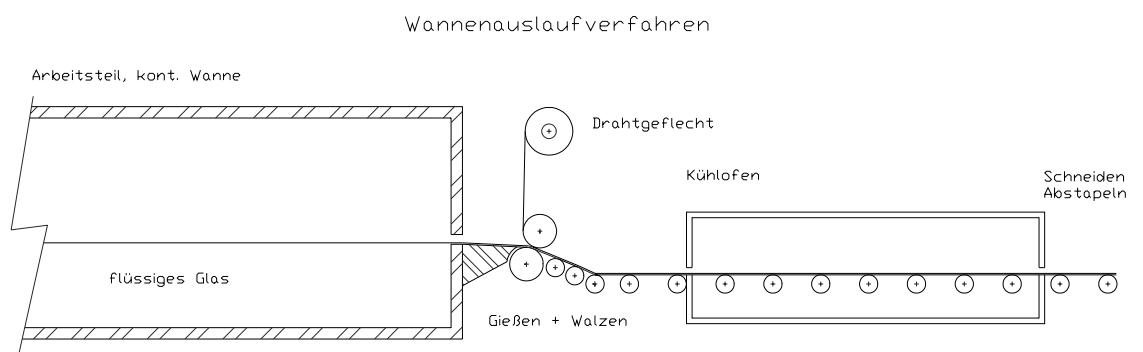
- * Ornamentglas, Rohglas, Kathedralglas
- * Drahtglas, Drahtornamentglas
- * Spiegelrohglas --> Weiterverarbeitung zu Spiegelglas
- * Profilbauglas

Erkennungsmerkmale:

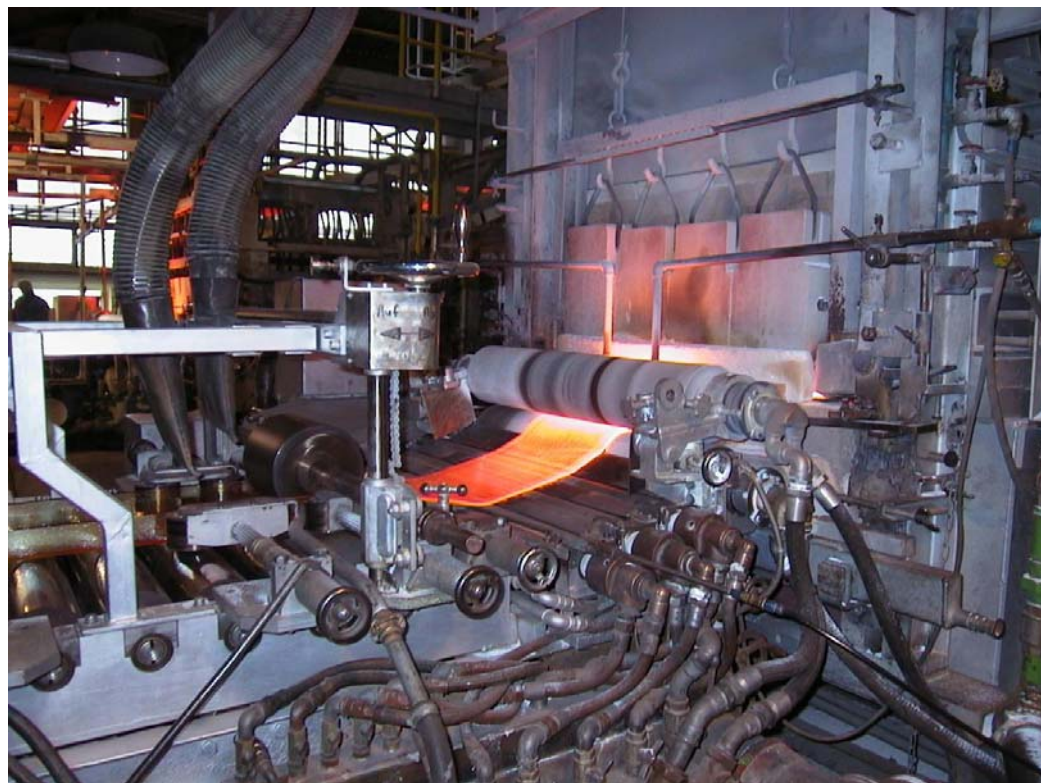
- * eine Glasoberfläche annähernd feuerpoliert, die zweite Glasoberfläche strukturiert.
- * keine Durchsicht

EN 572-5 Basis-Glaserzeugnisse
 Gußglas

Abbildung: Wannenauslaufverfahren



Abbildungen: Wannenauslaufverfahren, Beispiel Glasband für Profilbauglas und .
Glasband, Ornamentglas; Fa. Lamberts, Wunsiedel



8.5 Maschinblasverfahren:

1901 wurde von dem deutschen Sievert ein Maschinblasverfahren entwickelt. Bei diesem Verfahren wurden, mit Hilfe von Druckluft, Zylinder bis zu 12 m Länge und einem \varnothing von 60 cm geblasen.

Das Verfahren funktionierte jedoch nicht richtig und wurde 1909 wieder eingestellt.

Abbildung: Maschinblasverfahren nach Sievert

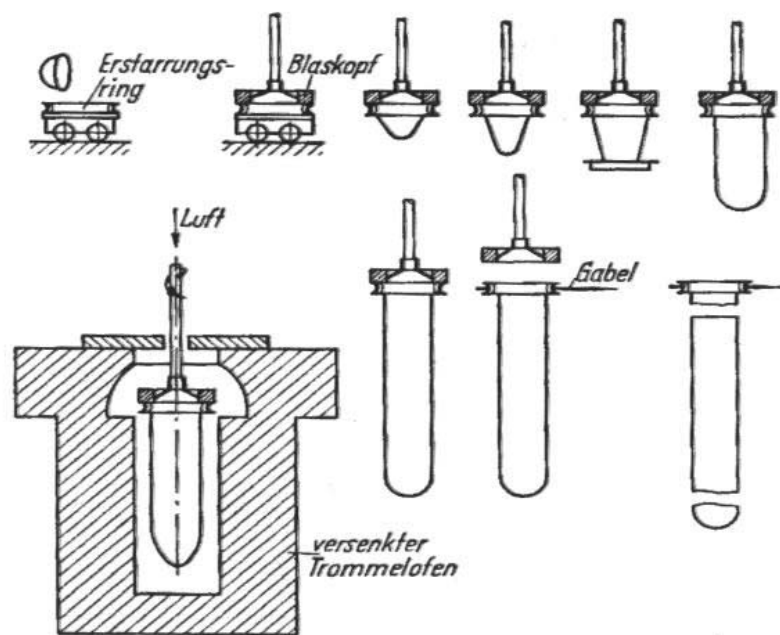


Abb. C9. Blasen von Fensterglaswalzen nach SIEVERT

8.6 Ziehverfahren

Verfahren:

- * Zylinderziehverfahren, Lubbers, Erf. 1894
Prod. 1903
- * Fourcaultverfahren Erf. 1904
Prod. 1914
- * Libbey Owens Verfahren, Colburn Erf. 1908
Prod. 1916
- * Pittsburgverfahren, Prod. 1928
- * Pittsburg – Asahi 1971

8.6.1 Zylinderziehverfahren

Der Amerikaner Lubbers entwickelte 1894 ein Verfahren, bei dem Zylinder mit einer Länge bis zu 9 m und einem \varnothing von ca. 50 bis 60 cm gezogen wurden. Dazu wurde in einen beheizten Hafen das flüssige Glas gegeben. In das Glas wurde eine Glasmacherpfeife getaucht, diese langsam herausgezogen und dabei Druckluft durch die Pfeife eingeblasen.

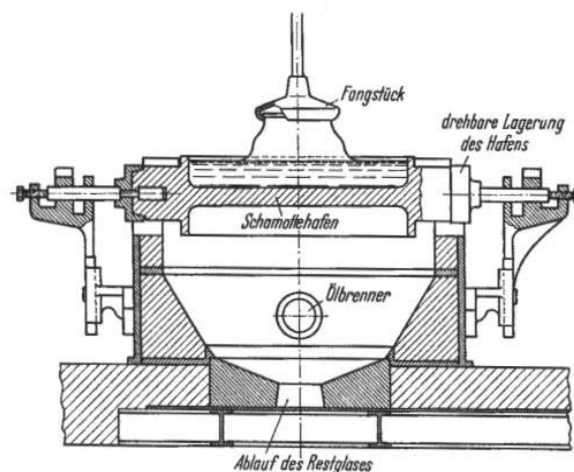
Die Zylinder wurden umgelegt, geteilt und dann, wie bei Antikglas, die Röhre aufgeschnitten, angetempert und gestreckt

Erkennungsmerkmale:

- * zwei feuerpolierte Oberflächen
- * unebene Oberflächen
- * Verzerrungen bei der Durchsicht

Produkte: Fensterglas

Abbildung: Lubbersverfahren



8.6.2 Fourcaultverfahren

Erfindung: Gobbe, belgischer Glasofenkonstrukteur
Fourcault, Belgier, Entwickler des Verfahrens
1904 Patentanmeldung
1914 Produktionsaufnahme

Verfahrensbeschreibung:

Im Arbeitsteil einer kontinuierlichen Wanne wird eine Ziehdüse aus Chamotte eingedrückt und verankert. Aus dem Schlitz der Düse quillt das Glas hervor. Bei der Blattnahme wird ein Metallstreifen von oben herab an das hervorquellende Glas geführt. Das Glas klebt am Metallstreifen an und wird mit dem Streifen senkrecht, durch einen 6 - 8 m hohen Ziehschacht aufgezogen. Dabei entsteht ein Glasband mit vorgegebener Bandbreite.

Das Einschnüren des Glasbandes wird durch, nahe an den Glasoberflächen installierten Kühlern, verhindert. Die Kühler senken die Glasktemperatur soweit ab, daß das Glas formstabil wird und in der Folge, durch Walzenpaare gestützt, durch den Ziehschacht = Kühltisch geführt werden kann.

Am Ende des Ziehschachtes ist die Brechbühne. Dort wird das unendliche Glasband abgelängt, das Glasblatt auf einen Tisch gebracht und dort auf die Lagerabmessungen zugeschnitten.

Übliche Bandbreiten:: 1400 mm, 1800 mm, 2300 mm, 2700 mm.

Glasdicken:	Dünnglas	= < 1,8 mm
.	Fensterglas ED	= 1,8 mm
.	Fensterglas MD	= 2,9 mm
.	Fensterglas DD	= 3,8 mm
.	Dickglas	= > 4 mm

Die gewünschte Glasdicke wird durch Einstellung einer bestimmten Ziehgeschwindigkeit erreicht!

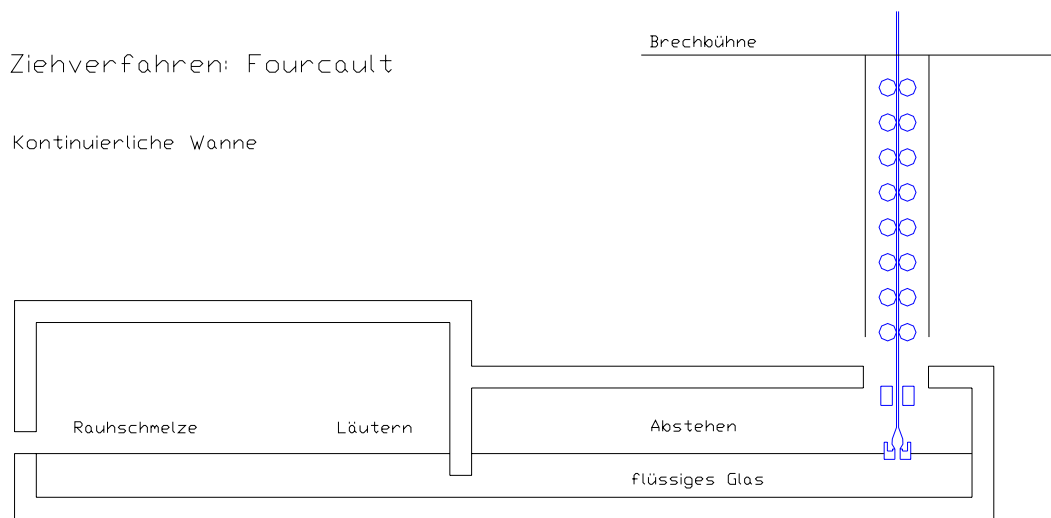
Beispiel:	Fensterglas ED	→ 60 lfm/Std.
.	Fensterglas DD	→ 22 lfm/Std.

An einer Wanne sind meist mehrere Maschinen angeschlossen.
Bei der Fa. EOMAG in Brunn waren z.B. 6 Maschinen an der Wanne angeschlossen.

Erkennungsmerkmale:

- * zwei feuerpolierte Oberflächen
- * leichte Oberflächenwellen in Ziehrichtung = Ziehstreifen
- * leichte Verzerrungen in der Durchsicht, besonders sichtbar bei Betrachtung in spitzem Winkel zur Glasoberfläche.

Abbildungen: Fourcaultverfahren



8.6.3 Libbey Owensverfahren:

Erfinder: Colburn Patentanmeldung 1908
Entwicklung von Colburn bei der Firma Libbey Owens
in Toledo, USA,
Produktionsbeginn 1916

Verfahrensbeschreibung:

Aus dem Arbeitsteil einer kontinuierlichen Wanne wird, mit Hilfe eines Fangeisens, ein Glasband direkt aus der Schmelze gezogen.

Das seitliche Einschnüren des Glasbandes wird durch Führungsrollen, welche am Glasrand installiert sind, verhindert. Das Abreißen des Glasbandes wird durch die, nahe an den beiden Glasoberflächen angebrachten Kühler verhindert.

Nach ca. 70 cm vertikaler Ziehrichtung wird das Glasband linear, über die Bandbreite angetempert und über eine Umlenkwalze in die horizontale Ziehrichtung umgelenkt.

In der Folge wird das kontinuierlich wachsende Glasband durch einen Kühlkanal geleitet und anschließend in die gewünschten Lagerabmessungen zerteilt.

Glasbandbreiten: unterschiedlich, max.Breite 3600 mm.

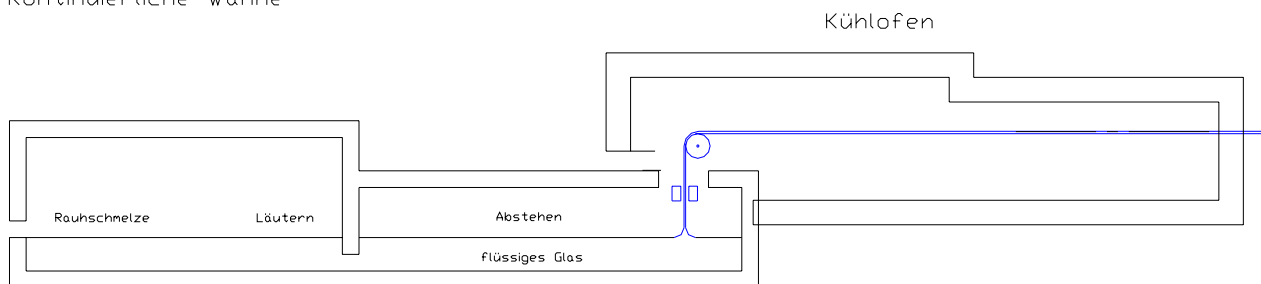
Glasdicken: abhängig von der Ziehgeschwindigkeit
Dünnglas
Fensterglas ED 140 lfm/Std.
Fensterglas MD
Fensterglas DD
Dickglas

An einer Wanne waren meist zwei Maschinen angeschlossen.

Abbildung: Libbey Owens-Verfahren

Ziehverfahren: Libbey Owens, Colburn

Kontinuierliche Wanne



8.6.4 Pittsburgverfahren:

Entwicklung durch die Fa. Pittsburg Plate Glass Co.in USA. Produktionsbeginn 1928

Verfahrensbeschreibung:

Aus dem Arbeitsteil einer kontinuierlichen Wanne wird das Glasband, mit Hilfe eines Fangeisens, direkt aus der Schmelze gezogen. Unter der Aushebestelle ist in der Schmelze ein Chamottebalken verankert, welcher das Strömungsverhalten der Schmelze begünstigt.

Das Einschnüren des Glasbandes wird durch seitlich angebrachte Halter verhindert. Das Abreißen wird, wie bei den anderen Verfahren, durch Kühler verhindert. Das Glasband wird vertikal durch den Ziehschacht = Kühlschacht gezogen. Nach ca. 11 m senkrechter Ziehrichtung erfolgt das Zerteilen des Glasbandes.

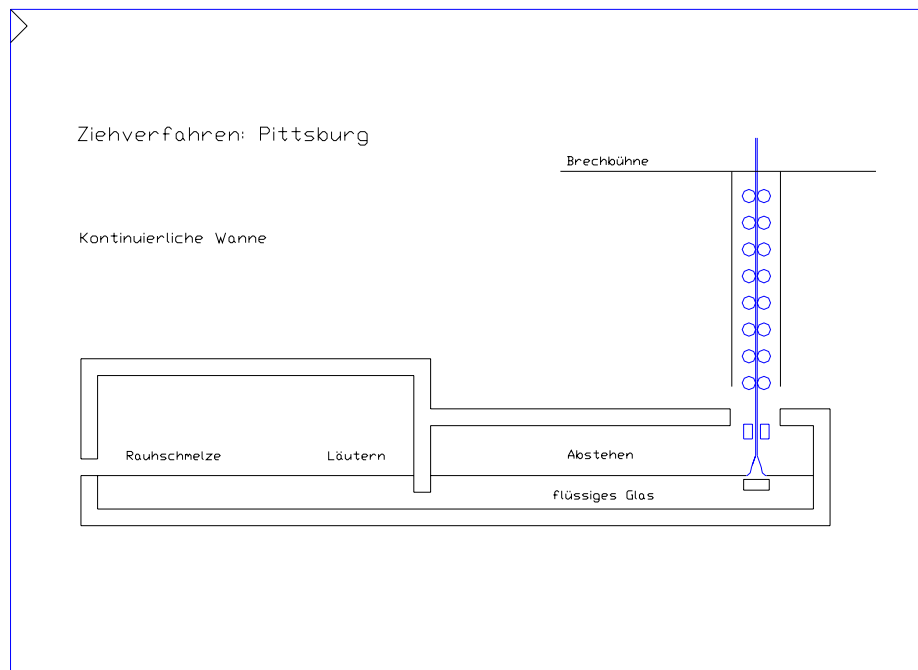
Bandbreiten: unterschiedlich
übliche Breiten: 2000, 2400, 3200 mm, brutto

Glasdicken: Dünnglas
Fensterglas ED 100 lfm/Std.
Fensterglas MD
Fensterglas DD
Dickglas

An einer Wanne sind mehrere Maschinen angeschlossen.

Abbildung: Pittsburgverfahren

Abbildung: Pittsburg- Verfahren



8.6.5 Pittsburg - Asahi- Verfahren

Weiterentwicklung des Pittsburgverfahrens durch Fa. Asahi, Japan; Bekanntgabe 1971

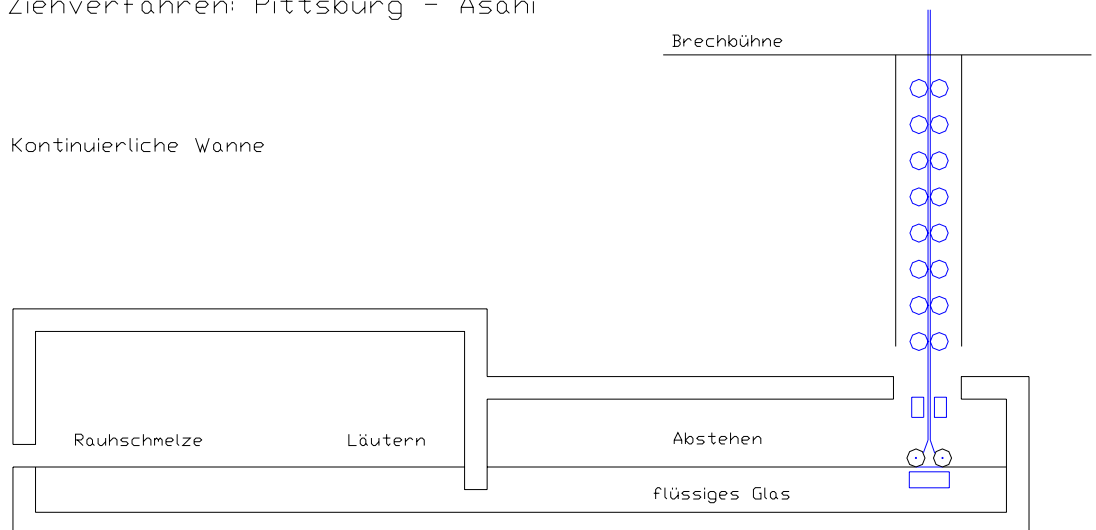
Verfahrensbeschreibung

Beim Pittsburg- Asahi- Verfahren sind an der Glasaushebestelle zwei, aus feuerfestmaterial bestehende Walzen installiert. Dies Walzen begünstigen die Glasentnahme.

Abbildung: Pittsburg - Asahi

Ziehverfahren: Pittsburg - Asahi

Kontinuierliche Wanne



8.6.6 Zusammenfassung:

Bei allen Ziehverfahren wird das Glasband direkt aus der Schmelze gezogen.

Im Lubbersverfahren wurde in Zylinderform produziert, diskontinuierlich.

Alle anderen Ziehverfahren arbeiten in Flachglasform, kontinuierlich,.

Die gewünschte Glasdicke wird bei allen Verfahren durch die Ziehgeschwindigkeit erreicht.

Produkte:	Dünnglas	= < 1,8 mm
	Fensterglas ED	= 1,8 mm früher 4/4
	Fensterglas MD	= 2,9 mm früher 6/4
	Fensterglas DD	= 3,8 mm früher 8/4
	Dickglas	= > 3,8 mm

gezogenes Antikglas ("Magira" = "Antik 75")

Milchüberfangglas

gezogenes Farbglass "Imera"

gezogenes Weißglas ("B270 Superwite")

Oberflächenbeschaffenheit:

Zwei feuerpolierte Oberflächen mit geringen Oberflächenunebenheiten.
Beim Fourcault Verfahren --> Ziehstreifen.

Alle Ziehverfahren gelten heute, zur Herstellung von Fensterglas, als technisch überholt.

Milchüberfangglas wird in einem modifizierten Fourcault Verfahren hergestellt.

ÖNORM EN 572-4 (Ausgabe 1994)

Glas im Bauwesen

Basisglas aus Kalk- Natronglas

Teil 4: Gezogenes Flachglas

- 1 Anwendungsbereich
- 2 Normative Verweisungen
- 3 Definitionen
- 4 Anforderungen an die Maße
- 5 Anforderungen an die Qualität
- 6 Bezeichnung

8.7 Floatverfahren

Die Entwicklung des Floatverfahrens erfolgte durch die Firma Pilkington Brothers Ltd., St. Helens, GB.
Die Produktionsreife wurde 1958 erreicht.

8.7.1 Verfahrensbeschreibung:

Aus einer großen kontinuierlichen Wanne fließt das Glas über einen regulierbaren Überlauf in das Floatbad, wo die Formgebung des Glasbandes erfolgt.

Das Floatbad ist ein geschlossener Raum, aufgeteilt in mehrere Zonen, der Boden ist mit einer flüssigen Zinnlegierung, ca. 70 mm hoch bedeckt. Der Raum ist mit einer sauerstoffarmen Atmosphäre ausgestattet. Damit wird eine Oxidation der Zinnlegierung verhindert.

Zone 1:

Das flüssige Glas fließt auf das Metallbad, es schwimmt wegen seiner geringeren Dichte auf dem flüssigen Metall und breitet sich dort zu einem See mit einer Dicke um 6 mm aus. = -Gleichgewichtsdicke.

Zone 2:

Das Glas wird etwas abgekühlt und an den Oberflächen der seitlichen Glasränder von Toprollern erfaßt. Die Toproller transportieren das Glasband weiter.

Zone 3:

In dieser Zone wird das Glasband noch einmal angetempert und dann in die endgültige Form = Oberflächenqualität und Glasdicke, gebracht.

Die Glasdicke wird bestimmt durch:

- * Zuflußmenge aus der Wanne
- * Stellung der Toproller
- * Abfließgeschwindigkeit

Zone 4:

Hier erfolgt die Abkühlung des Glasbandes auf eine Temperatur, bei welcher das Glasband bereits formstabil ist.

Zone 5:

In der 5. Zone hebt das Glasband vom Zinnbad ab.

Bei online- Beschichtungen geschieht der Beschichtungsvorgang am Ende dieser Zone.

Unmittelbar nach dem Floatbad gleitet das Glasband auf einer Walzenbahn durch den Kühlofen und wird anschließend, nach einer Kontrolle, in die Lagerabmessungen abgelängt, randbeschnitten und schließlich abgestapelt.

8.7.2 Produktbezeichnung: Floatglas (Farbe) (Glasdicke)
z.B. Float klar 4 mm

8.7.3 Ausführungen:

- * verschiedene Farben; extra weiß, klar, grau, bronze grün, blau, amber, rosalin (pink)
- * verschiedene Dicken: < 2 für hütteninterne Weiterverarbeitung
2; 3; 4; 5; 6; 8; 10; 12; 15; 19; 25 mm

8.7.4 Lagerabmessungen: 6000 x 3210 mm

8.7.5 Produktionsgeschwindigkeit:
Die Produktionsgeschwindigkeit ist abhängig von der Glasdicke.

Basisglas = 4 mm --> ca.780 lfm/h

Bei einer Bandbreite von 3,21 m sind das rund 60.000 m² pro Tag, das entspricht einer Masse von 600t/d.

8.7.6. Oberflächenbeschaffenheit:

Floatglas hat zwei planparallele, feuerpolierte Glasoberflächen.
Dadurch sind in der Durchsicht keine optischen Verzerrungen gegeben.

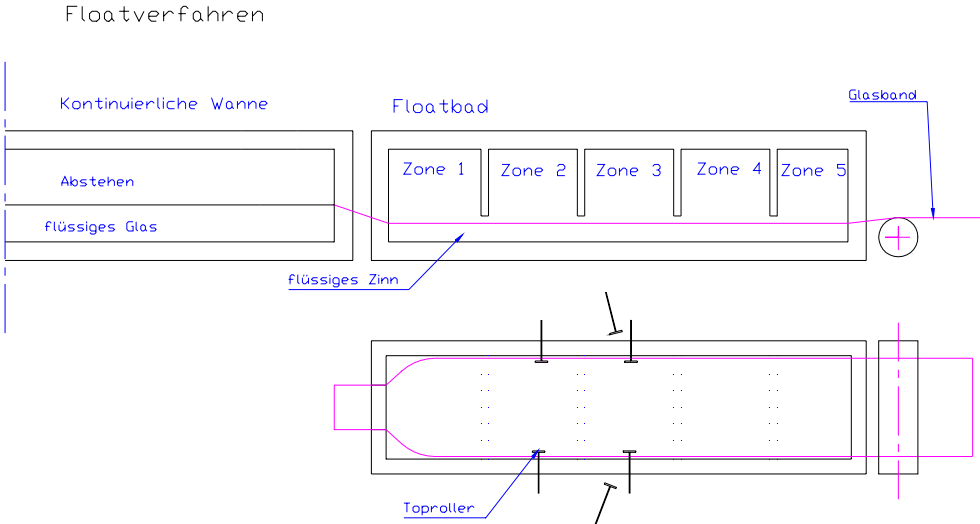
8.7.7. Standorte von Floatglashütten:

St. Helens,	GB	Fa. Pilkington
Gladbeck, Weierhammer	D	Fa. Pilkington Deutschland
Köln/Porz, Stolberg, Torberg	D	Fa. Saint Gobain Glass Deutschland
Chanterain	F	Fa. Saint Gobain Glass France
Bascharage	L	Fa. Guardian, Luxguard
Cuneo	I	Fa. PPG
Pisa	I	Fa. Saint Gobain Glass Italien
Venedig/Mestre	I	Fa. Pilkington Italien
Hombourg	F	Fa. Euroglas
Haldensleben	D	Fa. Euroglas

Weitere Standorte befinden sich in Schweden, Spanien, Belgien, Tschechien, Polen, Ungarn Türkei, USA, Canada ...

8.7.8	ÖNORM EN 572-2 (Ausgabe 1995)	Glas im Bauwesen Basiserzeugnisse aus Kalk- Natronglas Teil 2: Floatglas
-------	----------------------------------	--

Abbildung: Floatverfahren



9 Kunststoffe

Definition:

Kunststoffe oder "Plaste" sind künstliche, das heißt, durch chemische Umsetzungen hergestellte Werkstoffe.

Es sind vorwiegend makromolekulare, organische Stoffe.

Herstellung der Kunststoffe:

- * vollsynthetisch, durch Verknüpfung von kleinen Molekülen (= Monomere) zu Makromolekülen (= Polymere).
- * durch Abwandlung von makromolekularen Naturstoffen.

Rohstoffbasis:

Die Rohstoffbasis für die vollsynthetischen Werkstoffe sind preiswerte Grundstoffe wie Erdöl, Erdgas, Kohle, Kalk, Wasser und andere.

Die Rohstoffe für die abgewandelten Naturprodukte sind Zellulose, Eiweiß, Naturkautschuk, Naturharze.

Entstehung der Makromoleküle = Verknüpfung:

- | | |
|-------------|---------------------|
| 3 Verfahren | 1. Polymerisation |
| | 2. Polykondensation |
| | 3. Polyaddition |

9.1.3 Herstellung: z.B. Extrudierte Platten

Zunächst wird in einem kontinuierlichen Verfahren ein Polymerisat, in Form eines Schlauches erzeugt. Dieser Schlauch wird anschließend zu einem Granulat zerkleinert.

Das Granulat wird einem Extruder zugeführt. Im Extruder wird das Granulat vorerst auf ca. 250° C erhitzt. Die dadurch plastisch werdende Masse wird dann mit entsprechendem Druck durch eine Breitschlitzdüse gedrückt. Dadurch entsteht kontinuierlich ein Acrylglasband mit vorgegebener Breite.

Das Acrylglasband wird anschließend durch ein Glattwalzwerk, = Kalandr, geführt. Dieses Walzwerk bestimmt die endgültige Form des Acrylglasbandes.

Nach Durchlaufen einer Kühlzone wird das kontinuierlich entstehende Acrylglasband mit Folien überzogen, in die gewünschten Lagerabmessungen zerteilt und dann abgestapelt.

Bandbreiten: verschieden, z.B. 1000, 1250, 1500, 2000.

Plattendicken: 2, 2.5, 3, 4, 5, 6, 8, 10 mm.

Ausführungen: glasklar, opal, farbig, strukturiert, farbig --> transparent
farbig--> opak

9.2. Polycarbonat

chemische Kurzbezeichnung: PC

Entwicklung: 1956 - Produktionsaufnahme bei der Firma Bayer.

Herstellung:

Durch Polykondensation wird zunächst das Halbzeug (= Granulat) hergestellt.

Extrudieren: Wie bei Acrylglas

Spritzgießen:

Die plastische Masse wird mit Druck in eine Form gebracht. Nach Abkühlung und damit erreichter Formstabilität wird der Formteil aus der Form ausgestoßen.

Abschließend werden die Platten mit Folien überzogen, in die Lagerabmessungen zugeschnitten und abgestapelt.

Ausführungen:

- * verschiedene Plattendicken: 1 - 13 mm
- * farblos, farbig, strukturiert,
- * Doppelstegplatte, Dreifachstegplatte,
- * Mehrfach- verbundplatte

Unterscheidungsmerkmale:

PMMA: Verbrennt bei knisternder Flamme rückstandsfrei, fruchtiger Geschmack, tropft nicht.

PC: Brennt, bildet dabei Rußflankerln, tropft ab, Flamme erlischt von selbst, scheppernder Klang

PC und PMMA sind Thermoplaste.

Bei Erwärmung entsteht ein plastischer Zustand - das Material wird dadurch formbar - bei Raumtemperatur ist das Material praktisch fest.

Abbildungen: PMMA und PC- Fertigung, extrudierte Platten

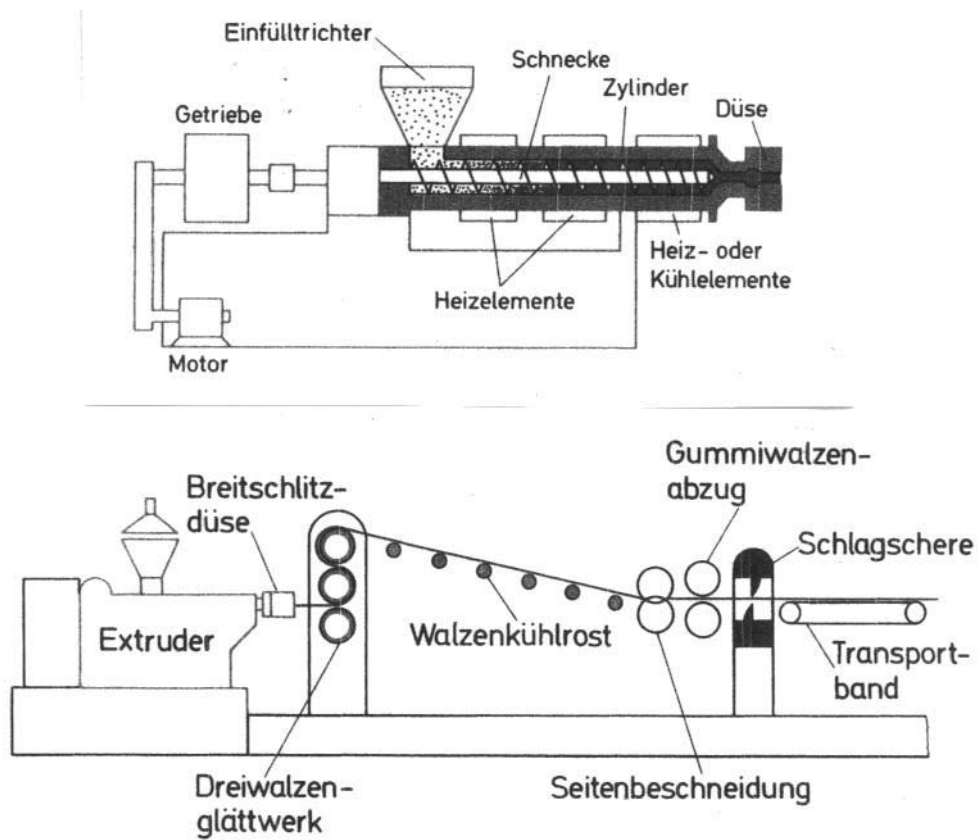


Abbildung: Schlauchfolienfertigung, Blasen

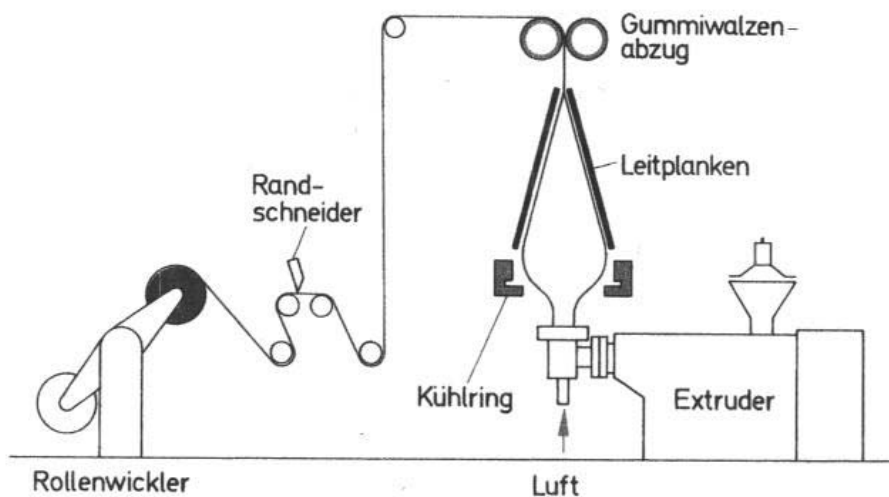
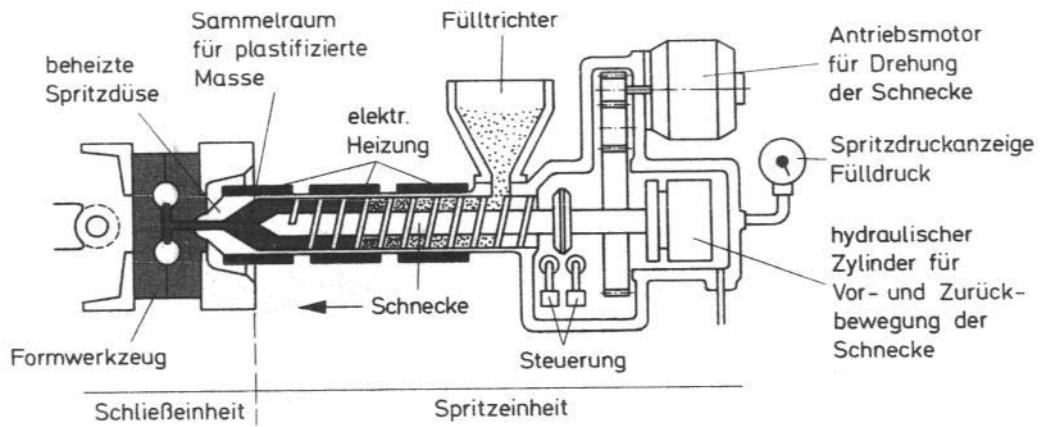
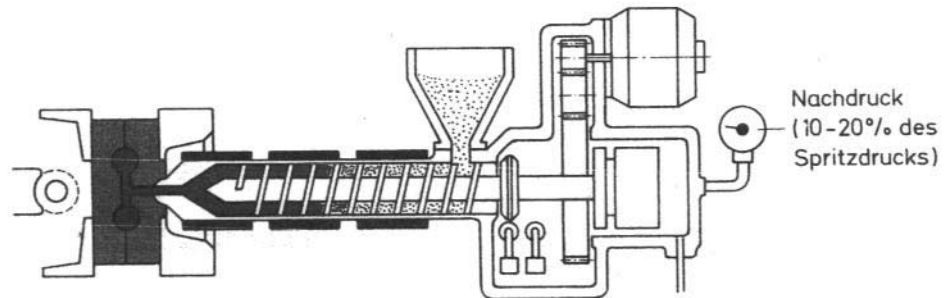


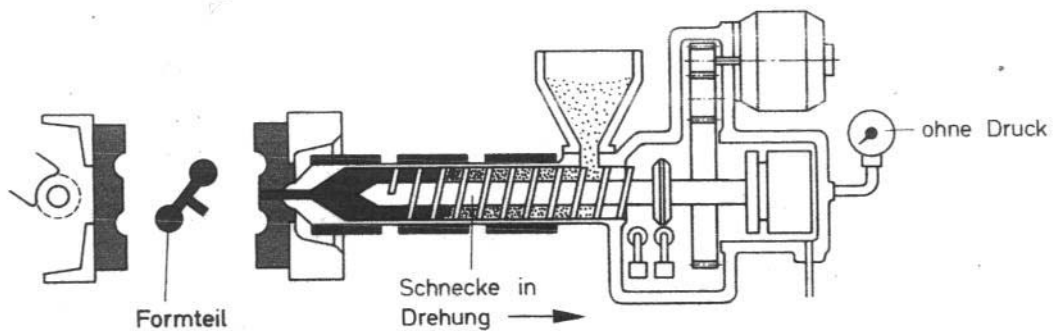
Abbildung: PMMA- oder PC- Fertigung, Spritzgießen



1. Einspritzen



2. Nachdrücken



3. Auswerfen , Plastifizieren