

# Flachglas

## Factsheet

**Erarbeitet im Projekt „Kartierung des Anthropogenen Lagers III – Etablierung eines Stoffstrommanagements unter Integration von Verwertungsketten zur qualitativen und quantitativen Steigerung des Recyclings von Metallen und mineralischen Baustoffen“**

**(FKZ 3716 35 3230)**

Das Projekt wurde im Auftrag des Umweltbundesamtes durchgeführt und über den Ressortforschungsplan des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit mit Bundesmitteln finanziert.



# 1 Übersicht

Unter dem Begriff Flachglas wird Glas in Form von flachen Scheiben verstanden. Im Baubereich findet es Verwendung in Fassadenelementen, Fenstern und Türen. Glas kann theoretisch beliebig oft und ohne Qualitätsverlust in den Schmelzprozess zurückgeführt und zu gleichwertigen Produkten verarbeitet werden. Die materialtechnische Eignung für ein closed-loop Recycling ist damit besonders hoch.

Glas wird aus den folgenden Ausgangsmaterialien hergestellt: Quarzsand ( $\text{SiO}_2$ ), Soda ( $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ), Kalk ( $\text{CaCO}_3$ ) und Dolomit ( $\text{CaCO}_3 \times \text{MgCO}_3$ ), Feldspat und Pottasche ( $\text{K}_2\text{CO}_3$ ). Dieses Gemenge wird in einer Glaswanne auf über  $1.200^\circ\text{C}$  erhitzt und dadurch aufgeschmolzen. Um Lufteinschlüsse zu verhindern, werden Läutermittel wie Natriumsulfat (Glaubersalz) oder Natriumchlorid (Kochsalz) zugesetzt, die das Aufsteigen der Gase in der Schmelze begünstigen. Nach der Läuterung wird die Glasschmelze heruntergekühlt und in Rohform gebracht. Das Floatverfahren stellt heute den Stand der Technik dar und wird fast ausschließlich für die Produktion von Flachglas im Baubereich angewandt. Gefertigt werden Glastafeln in der Größenordnung von  $6 \times 3$  m. Die Glasschmelze fließt unter Schutzatmosphäre in einem kontinuierlichen Prozess auf ein flüssiges Zinnbad und schwimmt aufgrund der geringeren Dichte als Film auf. Die sehr geringe Oberflächenspannung des Zinns führt zur Bildung einer glatten Glasoberfläche. Die Temperatur des Zinnbades nimmt kontinuierlich ab, so dass an dessen Ende das Glas bei etwa  $600^\circ\text{C}$  erstarrt und für die weitere Abkühlung in einem Kühllofen entnommen werden kann<sup>1</sup>.

## Einsatz von sekundären Rohstoffen

Die Rückführung von sauberen Eigenscherven und Verschnittresten aus dem Herstellungs- und Verarbeitungsprozess von Flachglas ist Stand der Technik. Die sortenreinen Glasabfälle von Fensterherstellern, Glaswerken und Zuschneidebetrieben werden so stofflich verwertet. Der Einsatz von Scherben mindert den Energiebedarf des Herstellungsverfahrens, da der Schmelzpunkt der Scherben niedriger liegt, als bei den primär eingesetzten Rohstoffen. Dies führt zu einer Verkürzung der Schmelzdauer; je zugesetztem Prozent Altglas wird der Energiebedarf um 0,3 % gesenkt<sup>2</sup>. Zusätzlich nimmt auch der Rohstoffbedarf ab, denn aus 1 t Altglas lässt sich 1 t Neuglas fertigen. Werden keine Scherben eingesetzt, ist ein Bedarf von 1,2 t Ausgangsmaterial erforderlich<sup>3</sup>. Die dem Herstellungsprozess anrechenbaren Umweltbelastungen werden so verringert.

Die Qualitätsansprüche an das fertige Produkt sind ausgesprochen hoch. Der Einsatz von Scherben wird durch die Anforderungen an deren Reinheit und Qualität limitiert (vgl. 4). Der durchschnittliche Scherbenanteil in den Schmelzwannen liegt nach Herstellerangaben bei 20 - 40 Gew.-%. Technisch möglich wäre ein Recyclatanteil von 60 - 75 Gew.-%, der in der Praxis aufgrund der nicht ausreichenden Verfügbarkeit von hochwertigem Granulat jedoch nicht erreicht wird.

---

1 Der Bundesverband Glasindustrie e.V., 2017. Flachglasherstellung auf einen Blick: 2016 und 2017, Düsseldorf: Medienhaus Ortmeier GmbH

2 <https://www.gri-glasrecycling.de/glasrecycling.htm>; abgerufen am 14.06.2018

3 [http://www.abw-recycling.de/Lehre/WS\\_13-14/Modul%20D/9Glas.pdf](http://www.abw-recycling.de/Lehre/WS_13-14/Modul%20D/9Glas.pdf); abgerufen am 04.10.2018

## 2 Mengenströme und Anwendungen

Das Produktionsvolumen von Glas betrug in Deutschland 2016 insgesamt 7,5 Mio. t, darunter 2,1 Mio. t Flachglas<sup>4</sup>. Die Flachglasherstellung wird von wenigen großen international tätigen Unternehmen dominiert. Dennoch haben sich in den letzten Jahren vorrangig im Osten Deutschlands neue moderne Produktionsstätten etabliert. 2012 existierten 18 Unternehmen in der Flachglasherstellung<sup>5</sup>. Gemäß dem Statistischen Bundesamt sind 2016 bereits 27 Unternehmen in der Flachglasbranche gelistet. Die Durchsatzleistungen und Investitionsvolumen sind hoch. Die Weiterverarbeitung zu Bau- und Autoglas erfolgt in einer Vielzahl (> 200) von mittelständischen Betrieben<sup>6</sup>.

Im Jahr 2013 wurden 1,3 Mio. t Flachglas in Gebäuden verbaut, davon 40 % bei Neubau- und 60 % bei Sanierungsvorhaben<sup>7</sup>. Die Zunahme von energetischen Sanierungsmaßnahmen könnte diesen Trend langfristig steigern und den Bedarf an Fensterglas erhöhen, insbesondere aufgrund der zunehmenden Dreifachverglasung.

## 3 Relevante rechtliche Regelungen

### 3.1 Produkt Flachglas

Für das Inverkehrbringen in der EU gilt die Bauprodukteverordnung ((EU) Nr. 305/2011). Die Produkte benötigen neben der CE-Kennzeichnung auch eine Leistungserklärung.

Ferner hat die Verordnung (EU) Nr. 1179/2012 der Kommission im Jahr 2012 Kriterien festgelegt, gemäß derer Glasbruch, der aus der Verwertung von Altglas gewonnen wird, nicht mehr als Abfall gilt. Dies begünstigt eine effektivere Umsetzung des Glasrecyclings auf den Märkten.

### 3.2 Herstellung Flachglas

#### 3.2.1 Luft

Bei „Anlagen zur Herstellung von Glas“ (Nummer 2.8) ist nach der 4. Bundesimmissionsschutzverordnung<sup>8</sup> (BImSchV) ab einer Produktionskapazität von  $\geq 20$  t/d ein Genehmigungsverfahren entsprechend § 10 Bundesimmissionsschutzgesetz (BImSchG) mit Öffentlichkeitsbeteiligung angeordnet. Zur Herstellung von weniger als 20 t/d ist ein vereinfachtes Verfahren gemäß § 19 BImSchG (ohne Öffentlichkeitsbeteiligung) vorgeschrieben. Für „Anlagen zum Schmelzen mineralischer Stoffe“ (einschließlich Mineralfasern - Nummer 2.11) gilt das Gleiche.

Gemäß dem Gesetz über die Umweltverträglichkeitsprüfung (UVPG) ist die Errichtung und Betrieb einer Anlage zur Herstellung von Glas, einschließlich Anlagen zur Herstellung von Glasfasern, mit einer Schmelzkapazität von  $\geq 200.000$  t/a (Anlage 1 Nr. 2.5.1) UVP-pflichtig.

---

4 Der Bundesverband Glasindustrie e.V., 2013. *Jahresbericht 2013*, Düsseldorf: Medienhaus Ortmeier GmbH.

5 [www.ighce.de/vanity/renderDownloadLink/8214/70908](http://www.ighce.de/vanity/renderDownloadLink/8214/70908) S. 15 (Abgerufen am 01.10.2018)

6 [www.destatis.de/DE/Publikationen/Thematisch/IndustrieVerarbeitendesGewerbe/Konjunkturdaten/ProduktionI2040310167004.pdf?\\_blob=publicationFile](http://www.destatis.de/DE/Publikationen/Thematisch/IndustrieVerarbeitendesGewerbe/Konjunkturdaten/ProduktionI2040310167004.pdf?_blob=publicationFile) S 11 (Abgerufen am 01.10.2018)

7 Hestin, M., de Veron, S. & Burgos, 2016. Economic study on recycling of building glass in Europe: Deloitte.

8 Bekanntmachung vom 31. Mai 2017

Bei einer Produktionskapazität  $\geq 20$  t/d und  $\leq 200.000$  t/a (Anlage 1 Nr. 2.5.2) wird eine allgemeine Vorprüfung des Einzelfalls gem. § 7 Absatz 1 Satz 1 erforderlich. Bei einer Produktionskapazität  $\geq 100$  kg/d bis 20 t/d (Anlage 1 Nr. 2.5.3), ausgenommen Anlagen zur Herstellung von Glasfasern, die für medizinische oder fernmeldetechnische Zwecke bestimmt sind, wird eine allgemeine standortbezogene Vorprüfung des Einzelfalls gem. § 7 Absatz 2 erforderlich.

Die Kapitel 5.4.2.8 der TA Luft befassen sich mit den spezifischen Anforderungen an Anlagen zur Herstellung von Glas einschließlich Anlagen zur Herstellung von Glasfasern. Diese Anforderungen umfassen sowohl die baulichen und betrieblichen Anforderungen als auch die zulässigen Emissionswerte.

### **3.2.2 Abwasser**

Die Nutzung von Gewässern, wie zum Beispiel die Entnahme von Wasser aus Gewässern oder das Einleiten von Stoffen in Gewässer, sind im Wasserhaushaltsgesetz (WHG) geregelt. Die Abwasserverordnung (AbwV) beinhaltet Vorschriften für die Vermeidung, die Messung und die Einleitung von Abwasser in Gewässer.

In Anhang 41 der AbwV sind spezielle Anforderungen und Grenzwerte für Abwasser aus der Herstellung und Verarbeitung von Glas und künstlichen Mineralfasern festgelegt.

## **4 Recyclingsituation**

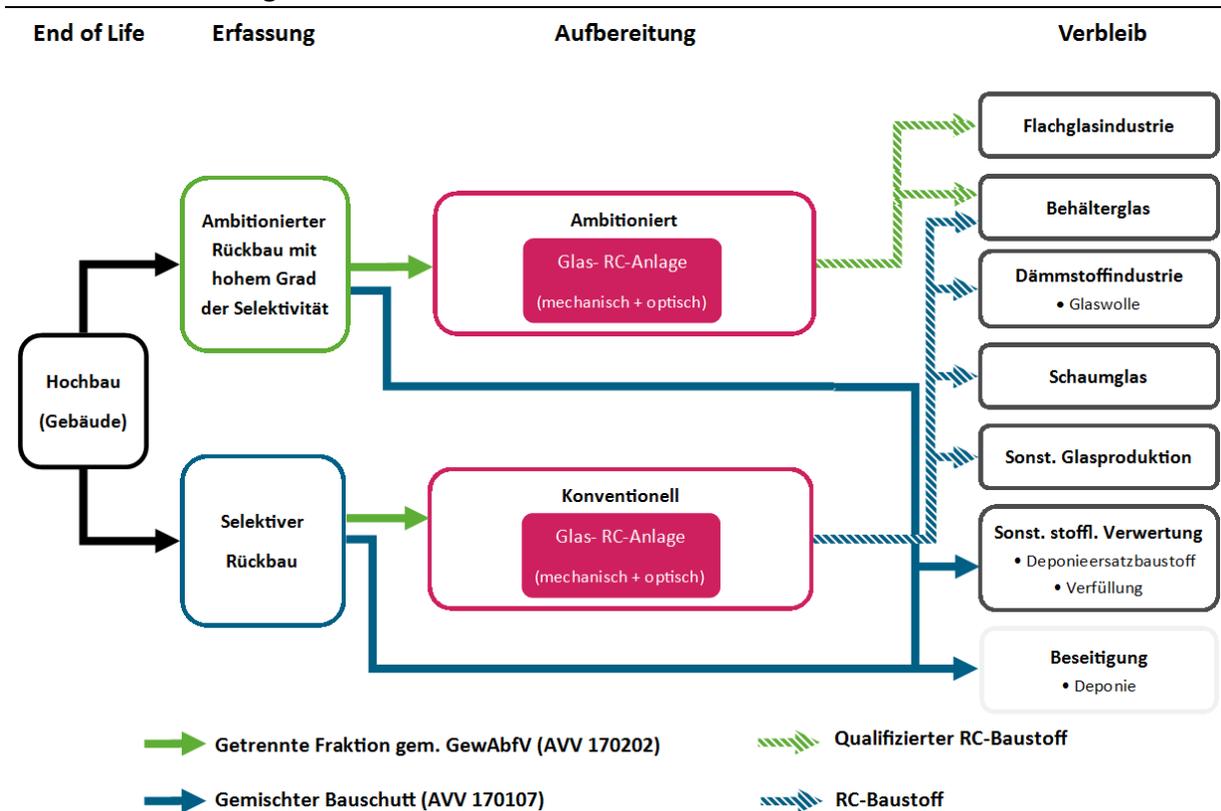
Während die getrennte Erfassung und das Recycling von Hohl- bzw. Behälterglas in Deutschland seit Jahrzehnten gängige Praxis ist, ist der Verbleib von Flachglasabfällen aus dem Bausektor weitestgehend unklar. Flachglasscherben aus dem post-consumer Bereich entstehen bei Rückbau- und Sanierungstätigkeiten hauptsächlich in Form von Fensterglas, Türverglasungen, Spiegel- und Glasfassadenelementen. Bei Sanierungsmaßnahmen werden die Glasscheiben häufig zusammen mit den Fenster- und Türrahmen erfasst und von den Fensterbauunternehmen abtransportiert. Diese trennen die Glasanteile entweder selbst vom Rahmen und führen die Komponenten einer Entsorgung zu oder übergeben die Aluminium-, Kunststoff- oder Holzrahmenelemente inkl. der Glasscheiben an Systembetreiber, die spätestens dann die Trennung vornehmen.

Bei Rückbaumaßnahmen (Abriss) werden die Glaselemente in der Regel durch die Abrisstätigkeiten zerstört und als Bestandteil des gemischten Bauschuttes (AVV 170107) entsorgt. Dieser Entsorgungspfad endet, wie in Abbildung 1 dargestellt, mit der Ablagerung auf Deponien oder in Verfüllmaßnahmen und dem Verlust des sekundären Rohstoffes für den Wirtschaftskreislauf. Die unterschiedlichen Rahmenarten hingegen werden in den Vorbehandlungsanlagen in der Regel manuell aussortiert und einer weiteren Verwertung zugeführt.

Unabhängig von der Art der Erfassung, gibt es keine Datengrundlage über den Verbleib der Glasfraktion bzw. die dem Recycling zugeführten Mengen. Recyclingunternehmen, die Glasabfälle annehmen und verwerten, können nicht differenzieren, ob es sich um sortenreine Verschnittreste aus dem pre-consumer Bereich handelt oder ob das Glas aus Sanierungsmaßnahmen stammt.

Berechnungen des Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung zufolge, wurden im Jahr 2010 knapp 1,2 Mio. t Flachglas aus dem Bestand an Wohn- und Nichtwohngebäuden entnommen. Nur knapp 0,4 Mio. t (32 %) wurden einem Recycling zugeführt<sup>9</sup>.

**Abbildung 1: Schematische Darstellung der derzeitigen und potentiellen Verwertungswege von Flachglasabfällen**



Quelle: ifeu Heidelberg GmbH

Getrennt erfasstes Altglas wird in Glasrecyclinganlagen einer mechanischen und optischen Aufbereitung unterzogen. In Abhängigkeit der Sortiertiefe, Qualität und Art des Glases werden die Granulate unterschiedlichen Verwertungsoptionen zugeführt. Der Wiedereinsatz in der Herstellung von Gussglas, Behälterglas, Dämmwolle, Schmirgelpapier und Glasbausteinen ist gängige Praxis. Wichtige Voraussetzung für die Rückführung in die Flachglasproduktion ist die Getrennthaltung von unterschiedlichen Glasarten innerhalb des Aufbereitungsprozesses, da nur Flachglasscherben in den Floatwannen der Flachglasindustrie eingesetzt werden können.

Altglas aus der Automobilindustrie ist häufig mit Eisenoxid gefärbt und kann in grünen Floatwannen oder alternativ in der Hohl- und Behälterglasindustrie eingesetzt werden.

Die Färbung und weitere Zuschläge der Hohl- und Behälterglasindustrie machen den Einsatz von Hohlglasrezyklaten in der Floatwanne unmöglich. Umgekehrt ist die Verwertung von Flachglasscherben in der Verpackungsindustrie jedoch problemlos möglich, dieses gilt auch für grün gefärbtes Autoglas.

Entscheidend ist die Reinheit des Flachglasrezyklats, so dass eine getrennte Erfassung von anderen Stoffströmen zwingend notwendig ist. Schon kleinste Verunreinigungen können Brechzahl oder Farbkonsistenz des Endproduktes beeinflussen. Dazu zählen sowohl verwandte

<sup>9</sup> Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung (BBSR), 2016: Materialströme im Hochbau – Potentiale für eine Kreislaufwirtschaft. Zukunft Bauen: Forschung für die Praxis, S. 22

Stoffgruppen, wie Keramik, Steine und Porzellan, als auch produktbedingte Fremdstoffanteile wie Heizdrähte, Folien oder anhaftender Fensterkitt<sup>10</sup>.

Als Orientierungsgrundlage für die Glasaufbereiter wurden die Spezifikationen an das Rezyklat für die Rückführung in die Behälterglasindustrie gemeinsam vom Bundesverband Glasindustrie e.V., des Bundesverbands der Deutschen Entsorgungs-, Wasser und Rohstoffwirtschaft e. V. (BDE) und des Bundesverbands Sekundärrohstoffe und Entsorgung e.V. (bvse) festgelegt und über das Standardblatt 120<sup>11</sup> herausgegeben. In der Praxis werden die Anforderungen und Spezifikationen bilateral zwischen den Glashütten und den Aufbereitungsbetrieben abgestimmt und seitens der Aufbereiter dynamisch modifiziert. Die Produktionsanlagen sind technisch nicht einheitlich aufgestellt, arbeiten mit unterschiedlichen regionalen Primärrohstoffen und definieren sensible Ausgangsstoffe individuell. Als Konsens gilt, dass die Qualitätsanforderungen an das Glasrezyklat weiter steigen, je höher der Anteil des sekundären Rohstoffes ist.

Konnte im Vergleich zur Behälterglasindustrie in den vergangenen Jahren noch von höheren Qualitätsansprüchen an das Rezyklat seitens der Flachglasindustrie ausgegangen werden, zeigt sich auf dem Markt aktuell eine Angleichung der Qualitätsanforderungen der unterschiedlichen Glaswarenhersteller. Damit einher geht auch die Bereitschaft der Flachglasproduzenten höhere Erlöse für das Altglas zu zahlen, so wie es in der Behälterglasindustrie schon seit längerem Praxis ist.

Zu welchen Anteilen Flachglasscherben aus dem Baubereich in die Flachglasindustrie zurückgelangen, ist unklar. Ein Forschungsvorhaben im Rahmen der Forschungsinitiative Zukunft Bau befasst sich mit der Analyse des Ist-Zustandes des Flachglasrecyclings in Deutschland<sup>12</sup>. Ziel ist es, belastbare Daten über den Verbleib und die Recyclingfähigkeit von Flachglas zu gewinnen sowie Handlungsempfehlungen abzuleiten, die die Rückführung in die Flachglasindustrie stärken. Das Projekt wird voraussichtlich Mitte 2019 abgeschlossen sein.

## 5 Recyclingperspektiven

Das Angebot von Altglas liegt deutlich unter der Nachfrage des Marktes. In der Herstellung von diversen Glasprodukten könnte der Anteil von Sekundärmaterial signifikant gesteigert werden, wenn das Material zur Verfügung stünde.

Im Gegensatz zu anderen Recyclingzweigen, sind der Automatisierungsgrad und der Einsatz von hochspezialisierter Erkenn- und Trenntechnik in der Glasbranche bereits Stand der Technik. Die Rezyklate für die Behälterglasindustrie (Spezifikation T120) weisen bereits heute einen beispielhaften Störstoffanteil von < 20g/t für Keramik, Steine und Porzellan auf und einen Anteil < 2 g/t für Fe-Metalle auf. Die Rezyklatspezifikationen für die Floatwannen werden bilateral vereinbart und können nicht öffentlich eingesehen werden. Die Grenzwerte sind dort allerdings im Vergleich zur T120 grundsätzlich noch niedriger. Damit ist das technische Optimierungspotential deutlich geringer als bei Betrieben zur Bauschutttaufbereitung. Der Fokus wird daher auf der Ausweitung der getrennten und sortenreinen Erfassung ab der Baustelle liegen. Dazu gehört auch die Überwindung von logistischen Hemmnissen, da Flachglasabfälle nur selten konzentriert in hohen Mengen anfallen und somit für eine wirtschaftliche Aufbereitung zusammengeführt werden müssen. Schon bei der Erfassung sollte starker Glasbruch so weit wie möglich vermieden werden, um den Anteil der nicht sortierfähigen Feinfraktion zu reduzieren.

---

10 Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung (BBSR), 2016: Materialströme im Hochbau – Potentiale für eine Kreislaufwirtschaft. Zukunft Bauen: Forschung für die Praxis, S. 35

11 Leitlinie „Qualitätsanforderungen an Glasscherben zum Einsatz in der Behälterglasindustrie“; zuletzt geändert 08/2014

12 <https://www.ift-rosenheim.de/-/flachglasrecycling>; abgerufen am 31.10.2018

Als sortierfähig gelten Scherben i.d.R.  $> 8$  mm, beim Einsatz von speziellen Aggregaten ist eine Aufbereitung ab  $> 3$  mm möglich.