

**HOCHWERTIGES RECYCLING VON
POST-CONSUMER-FLACHGLASABFÄLLEN AUS
DEM GEBÄUDESEKTOR
IN BADEN-WÜRTTEMBERG (HOFLAREC)
IM AUFTRAG DER LUBW**

Prof. Dr.-Ing. Joachim Dach,
HTWG Konstanz (Fakultät Bauingenieurwesen)

in Zusammenarbeit mit
Prof. Dr.-Ing. Richard Erpelding (Fakultät Maschinenbau)
Prof. Dr.-Ing. Christian Nied (Fakultät Maschinenbau)
Dr. Ingo Kitzmann (freier Berater)

Gliederung

1. Aufgabenstellung und Methode

2. Grundlagen: 5 Fragen

1. Wie sehen Flachglasabfälle aus und welche Störstoffe enthalten sie?
2. Wie wertvoll ist der Wertstoff Flachglasabfall?
3. Welche Erkenntnisse gewinnen wir aus der Statistik?
4. Wie sieht die Stoffstrombilanz von Flachglas aus?
5. Wie sieht die Treibhausgasbilanz von Flachglas aus?

3. Erkenntnisse aus den Interviews zu ausgewählten Themenkreisen

4. Mögliche Handlungsfelder und Ausblick

Aufgabenstellung

- Beitrag zum Wissens- und Informationsaustausch zum Thema
- Analyse und Verständnis des Status Quo beim post-consumer Recycling von Flachglas
- Vorschläge zur Förderung und Optimierung des **hochwertigen Recyclings von post-consumer Flachglas aus dem Gebäudebereich**
- Zusammenfassende Darstellung vorlaufender Studien
- Experteninterviews entlang der Wertschöpfungskette
- Ableitung von Handlungs-, Untersuchungs- und Forschungsbedarf
- Begleitung durch Auftraggeber LUBW und einer Steuerungsgruppe mit Experten aus der Industrie

Fragebogen zu 9 Themenfeldern

17 Experten-Interviews: Vor Ort und Online

1. Stoffströme von Flachglas
2. Ökobilanzierung und Treibhausgasemissionen
3. Glasherstellung und Glasrecycling
4. Weiterverarbeitung von Glas und Glasprodukten
5. Rückbau von Flachglasprodukten
6. Entsorgung von Flachglasabfällen
7. Recycling und Aufbereitung
8. Beseitigung und sonstige Verwertung
9. Produktverantwortung

4	Weiterverarbeitung von Glas und Glasprodukten
	Sind es Produktentwicklungen insbesondere bei Mehrschichtenverglas, die die spätere Recyclingfähigkeit in den Blick nehmen? Wenn ja, können Sie darüber berichten.
	Halbtransparente, CO ₂ - und Treibhausgasemittierend führen bei der Gewinnung von Scheiben aus Mit- zu Verunreinigungen, die die Qualität der Flachglascherben signifikant mindern. Sind hier alternative Aufbauten oder konstruktive Änderungen in Aussicht, die dieses Problem ganzheitlich mindern?
	Wie hoch ist der Anteil an Kleber und an Dichtmasse bei der Herstellung von Isolierglasfenstern?
	Sind Alternativen zu den aktuell eingesetzten Stoffen bekannt, die weniger stören bzw. besser zu trennen dafür aber teurer sind?
	Wird ein steigender CO ₂ -Preis im europäischen Emissionshandel den Markt für Flachglascherben wesentlich beeinflussen? Wenn ja, wie?
	Sehen Sie Vorteile darin, ganze Glascherben wiederverwendend statt Scheiben zu recyceln, wenn ja welche? Könnte es einen Markt für ganze Scheiben geben?
	Wäre es für Sie denkbar, zugebaute, gebrauchte Scheiben oder ganze Fensterelemente wieder zu verarbeiten bzw. vermarkten wenn ja, unter welchen Bedingungen?
	Wird der digitale Produktpass bzw. der Gebäudespass das Recycling unterstützen oder beeinflussen?

5	Rückbau von Flachglasprodukten
	Schildern Sie uns bitte den typischen Ablauf beim Rückbau von Fenstern und Flachglasbauelementen. Wie hoch bzw. was tun Sie für eine möglichst hochwertige Gewinnung der Scheiben?
	Sehen Sie die Notwendigkeit Ihre Prozesse zu optimieren? Wenn ja, warum und auch wie?
	Welche Anforderungen veranlassen Sie im Hinblick auf die Qualität der Flachglascherben? Sind diese mit Ihren Qualitäten gegenseitig auflösbar.
	Sehen Sie enge Kooperationsmöglichkeiten innerhalb der Wertschöpfungskette?
	Wo liegen die Hemmnisse, das Glas ohne Verunreinigungen beim Ausbau bzw. danach zu gewinnen?

6	Entsorgung von Flachglasabfällen
	Schildern Sie uns bitte den typischen Ablauf bei der Abtrennung der Scheiben von den Rahmen bei rückgebauten Fenstern? Welche Maßnahmen Sie für die Rückgewinnung einer möglichst hochwertigen Scheibe?
	Welchen Stellenwert spielt für Sie die Scheibenqualität bei der weiteren Vermarktung?
	Gibt es aktuell gesetzl. Regelungen, die das Recycling von Flachglas erschweren/versteuern oder behindern?
	Würden Glascontainer ähnlich Flaschencontainern zu deren die Leute das Abglas hinbringen die Situation verbessern, z.B. an allen kommunalen Wertstoffhöfen?
	Wie könnte ein System aussehen, das es erlaubt, die Flachglasströme noch besser zu erfassen?

Interview HoFlaRec: Abrissunternehmen, Entsorgungsunternehmen, Recyclingunternehmen	
Nr	Frage
1	Stoffströme von Flachglas Liegen Ihnen Erkenntnisse oder Indizien vor, dass relevante Anteile von Post-Consumer-Flachglas aus dem Baubereich nicht stofflich im Glasrecycling (Flach- oder Behälterglas) sondern sonstig verwertet (Bauschutt, Verfüllungen etc.) oder beiseite werden? Welchen Anteil an beiseitegegangenen oder im Strassenbau eingesetzten Anteil am Aufkommen von Flachglasabfällen haben Sie für realistisch? Wie hoch schätzen Sie die Recyclingquote für Post-Consumer-Flachglas aus dem Baubereich? Liegen Ihnen Statistiken oder Kennwerte hierzu für D, EU oder BW vor?
2	Ökobilanzierung inkl. Treibhausgasemissionen Das Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle schlägt in seinem Informationsblatt CO ₂ -Faktoren für Flachglas und Behälterglas vor: Behälterglas 1,028 Mg CO ₂ -eq/Mg Glas (werkstoff) Flachglas 1,505 MgCO ₂ -eq/Mg Glas (werkstoff) Der Footprint ist also sehr ähnlich. Liegen Ihnen Ökobilanzen oder EPDs vor, die diese Größenordnungen bestätigen oder in Frage stellen würden? Hat das Recycling von Flachglasabfällen zu Flachglas im Vergleich zum Recycling zu Behälterglas Vorteile in Bezug auf Ökologie und Klimaschutz? Wenn ja eine Präferenz sollte, warum? Führt nach Ihrer Einschätzung eine Verlagerung von Flachglascherben vom Behälterglasrecycling und Recycling in Glaswolle zum Recycling in Flachglas (closed loop, Cradle-to-Cradle) positiv/nachteilig zu Einsparungen bei Treibhausgasen oder anderen ökologischen Vorteilen? Welche Argumente oder Belege haben Sie für Ihre Einschätzung? Wie hoch schätzen Sie die spezifische Energie/CO ₂ -Einsparung (kg/Mg Produkt) beim Einsatz von Altglasrecyclat ein?
3	Glasherstellung und Glasrecycling Würden Sie gerne mehr Flachglascherben einsetzen wollen? Wenn ja, warum und unter welchen Voraussetzungen? Was sind die wesentlichen Qualitätsanforderungen an Flachglascherben bei der Float- und Behälterglasherstellung? Können diese Anforderungen von den bisherigen am Markt verfügbaren und aufbereiteten Scheiben erfüllt werden? Erwarten Sie eine signifikante Veränderungen der Produktion von Flachglas in den nächsten zehn Jahren? Wie bewerten Sie die Primärstoffsubstitution und Verleerfertigkeiten Ihrer Glasherstellung? Erwarten Sie signifikante Änderungen? Welches sind die gefährlichsten / häufigsten Stoffrückstände in den Scheiben, die trotz Aufbereitung zum Problem in der Produktion führen können? Werden Glasrohstoffe in der Regel lokal beschafft oder müssen spez. Rohstoffe importiert werden? Gibt es kritische Rohstoffe bei der Glasherstellung? Sind es Tendenzen, Glascherben aus dem Ausland zu importieren? Welche Scheibenanteile können bei der Flach- bzw. Behälterglasherstellung eingesetzt werden? Gibt es Normen oder andere Vorschriften, die das Recycling von Flachglas (für die Flachglasproduktion) einschränken?

7	Recycling und Aufbereitung
	Halten Sie es für zuzuführend und realistisch, mehr Flachglas für die Flachglasherstellung aufzubereiten? Wo sehen Sie Verbesserungspotenzial bei Ihren Lieferanten der Abfälle?
	Halten Sie neue Technologien für notwendig, um Flachglascherben in höherer Reinheit zu gewinnen? Bei welchen Verschmutzungen liegen ggf. derzeit Hauptprobleme?
	Wo liegen im Wesentlichen die verfahrenstechnischen/technologischen Unterschiede bei der Aufbereitung von Flachglas- im Vergleich zu Behälterglascherben?
	Wer sind zum jetzigen Zeitpunkt die Hauptabnehmer von gereinigten Flachglascherben? Erwarten Sie in Zukunft hier Verschiebungen?
	Beobachten Sie einen steigenden Bedarf der Float-/Flachglaschitten nach reinen Flachglascherben bzw. erwarten Sie diesen in Zukunft?
	Erzählen Sie in Techniken zu investieren, die zu einer höheren Qualität von Flachglascherben führen, um diese für die Flachglasindustrie aufzuheben? Erwarten Sie eine größere Spreizung der Preise für Scheiben zwischen Flachglaschitten und Behälterglaschitten, die diese Investitionen rechtfertigen würden?
	Welche rechtlichen Rahmenbedingungen würden Sie sich wünschen, um in Produktionsoptimierungen zur Erzeugung höherer Qualitäten zu investieren?

8	Beseitigung und sonstige Verwertung
	Deponiebetreiber: Ist für Sie erkennbar, dass angelernte Abfälle in signifikanten Umfang Flachglas enthalten? Wenn ja: Um welche Herkunftsbereiche und Abfallfraktionen handelt es sich?
	Können Sie Abfallarten und Herkunftsbereiche nennen, für Abfälle die in die sonstige Verwertung (Straßenbau / Verfüllungen) gehen und signifikante Anteile an Scheiben, inkl. Flachglascherben enthalten?
	Gibt es Hemmnisse (wenn ja welche), die ein Flachglas- > Flachglas Recycling bremsen?
	Wie kommen die Niederländer an die qualitativ bessere Zahlen für die Altglasvermöge?
	Wie finanziert sich die Organisation Vialglas-Recycling und wie ist sie organisiert?
	Wie sauber sind die in den NL/UK/CH recycelten Scheiben?
	Müssen die Glascherben aufbereitet werden oder können sie gleich in der Glasfabrik verarbeitet werden, wenn nicht, wie hoch ist der Aufbereitungsaufwand? (NL/UK/CH)
	Gibt es eine Schätzung wie die spez. Kosten zum Recycling von Flachglas liegen? (NL/UK/CH)
	Wurde die Einführung des Systems eine Auswirkung auf den "Markt" des gebrauchten Glases? (NL/UK/CH)
	Wenn Sie das System nochmal aufbauen würden, was würden Sie anders machen? (NL/UK/CH)

9	Produktverantwortung
	Die stofflich verwerteten Ströme aus aufbereiteten Flachglasabfällen (überwiegend Post-Consumer, rd. 455) werden nach der 17. Studie von 2019 zu rd. 12% in Flachglasprodukten zu rd. 52% in Behälterglas und zu 36% in Glaswolle und anderen Produkten recycelt. Halten Sie es für notwendig, dass mehr Scheiben für die Flachglasproduktion zur Verfügung gestellt werden und wenn ja, warum?
	Wie würden Sie "hochwertiges Recycling" im Bereich der Scheibenproduktion definieren? Existiert ein Mehrwert wenn Flachglas zu Flachglas verarbeitet wird ggü. einer Verwertung zu Behälterglas?

Interviews mit Experten entlang der Wertschöpfungskette

- Unternehmen der Entsorgungs- und Recyclingindustrie



- Unternehmen der Glasindustrie und Verbände



Interviews entlang der Wertschöpfungskette

- Produzenten von Fensterprodukte und Verbände



- Anlagenbau



- Sonstige (Handwerksbetriebe, Forschung und Entwicklung)



Fachhochschule
Nordwestschweiz

Zirkular GmbH

Gliederung

1. Aufgabenstellung und Methode

2. Grundlagen: 5 Fragen

1. Wie sehen Flachglasabfälle aus und welche Störstoffe enthalten sie?
2. Wie wertvoll ist der Wertstoff Flachglasabfall?
3. Welche Erkenntnisse gewinnen wir aus der Statistik?
4. Wie sieht die Stoffstrombilanz von Flachglas aus?
5. Wie sieht die Treibhausgasbilanz von Flachglas aus?

3. Erkenntnisse aus den Interviews zu ausgewählten Themenkreisen

4. Mögliche Handlungsfelder und Ausblick

1. Wie sehen Flachglasabfälle aus und welche Störstoffe enthalten sie?



Bildquellen:
Dach/Nied mit freundlicher Genehmigung der
Firmen Schirmbeck und Korn Recycling

Unproblematische und Problematische Störstoffe für die Aufbereitung

- Vergleichsweise unproblematische Stör- und Fremdstoffe
 - Abstandhalter aus Metall
 - Schadstofffreie Dichtungen
 - Folien von Sicherheitsgläsern
 - FE und NE Metalle
 - Große KSP-Partikel (Keramik, Steine, Porzellan)
- Problematische Stör- und Fremdstoffe
 - Feine KSP und Boden-Partikel
 - Hochtemperaturbeständiges Glas und Glaskeramik, Bleiglas, andere Glassorten
 - Schadstoffhaltige Dichtungen (Kittreste)
 - Organik, fremde Abfälle aller Art



Quelle: Dach



Bildquelle: <http://www.museen.thueringen.de/Objekt/DE-MUS-047425/lido/dc00000020>

Qualitätsanforderungen zum Einsatz in der Behälterglasindustrie

Leitlinie "Qualitätsanforderungen an Glasscherben zum Einsatz in der Behälterglasindustrie,, Standardblatt T120, zitiert in Rose e.a 2019., Darstellung ebenda

Verunreinigungen	Behälterglas			
KSP (g/t) Keramik, Steine, Porzellan	20 / > 50			
NE Metalle	3 / > 5			
Fe Metalle (g/t)	2 / > 5			
Glaskeramik > 10 mm (g/t)	5 / > 5			
Glaskeramik ≤ 10 mm (g/t)	10 / > 30			
Lose Organik (g/t)	300 / > 500			
Feuchte (%)	2 / > 5			
Schwermetalle (ppm) Pb, Cd, Cr(VI), Hg	200 *			
Korngröße				
< 6,3 mm Quadersieb (%)	18 / > 25			
< 1mm Quadersieb (%)	5 / > 8			
Fehlfarbe	Weiß	Grün	Braun	Bunt
Weiß (%) inkl. Lichtgrün & Halbweiß				
Grün (%) Behälterglas incl. red. Grün ΔDom. 568 - 575 nm	0,2 / > 0,4	Min. 75 / -	10 / > 15	Min. 80 / -
Braun (%) inkl. aller Brauntöne	0,3 / -	10 / -	Min. 80 / -	
Bunt (%)	0,2 / -			

Legende: 1. Wert (**fett** dargestellt) = **Mittelwert** aus 250 t oder aus einem Monat.
 2. Wert (*kursiv* dargestellt) = **Ablehnungsgrenze**.
 Alle Werte sind maximale Werte.
 *Richtwert

20 g KSP
Auf
1.000.000 g
Flachglas !

3 g Fe
Auf
1.000.000 g
Flachglas !

- Kein analoges Standardblatt für Glasscherben zum Einsatz in der Flachglasindustrie
- Unterschied Flachglas vs. Behälterglas: Wirtschaftlicher Schaden pro Störstoff im Flachglas viel größer als im Behälterglas

2. Wie wertvoll ist der Wertstoff Flachglasabfall? (Bsp.: Neues Fenster, Doppelverglasung, 4mm)



- Neues Fenster
 - Neupreis netto ab rd. 100 Euro/m² Fenster enthält rd. 20 kg Flachglas/m² (Doppelglas)
 - Wert der Scheibe (30-40%) rd. 30-40 €/m² DG-Scheibe (20 kg)
 - Wert des Glases 1.500 bis 2.000 €/Mg
- Entsorgung des kompletten Fensters (Holz)
 - Zuzahlung 40 bis >100 €/Mg
- Entsorgung der separierten Scheibe/Scherbe an Wertstoffhöfen
 - Zuzahlung 0 bis 100 €/Mg
 - 0 bis 2,00 €/m² DG-Scheibe (20 kg)
- Gemischte Entsorgung mit anderen Abfällen (Bauschutt / Baumischabfälle)
 - Zuzahlung 50 bis 200 €/Mg
 - 1,0 bis 4,00 €/m² DG-Scheibe (20 kg)
- Verwertung des aufbereiteten Glasrezyklats frei Glashütte:
 - Vergütung 80 bis 100 €/Mg
 - 1,60 bis 2,00 €/m² DG-Scheibe (20 kg)



Dach/Nied

Schlussfolgerung Wert von Flachglas

- Neuwertige Fenster sind unfassbar preiswert:
 - ReUse-Produkte haben es wirtschaftlich sehr schwer auf dem Markt
 - ReUse = Nischenmarkt für ökologisch motivierte Wirtschaftsteilnehmer
- Wertstoff post-consumer Flachglas ist nach dem Gebrauchszyklus wirtschaftlich wertlos
 - Negativer Marktwert = Zuzahlung / Entsorgungskosten beim Entsorger
- Differenz (= wirtschaftlicher Vorteil) zwischen rechtskonformer Getrennthaltung und nicht rechtskonformer Entsorgung in Bauschutt und Baumischabfall beträgt für den Abfallerzeuger:
 - **< 0** bis max. **200** €/Mg (ohne Logistik, Getrennterfassung, Abtrennung etc.)
 - **< 0** bis max. **4** Euro/m² DG-Scheibe (ohne Logistik, Abtrennung etc.)
 - **Negative** / Keine / **Geringe** wirtschaftliche Anreize zur Getrennthaltung



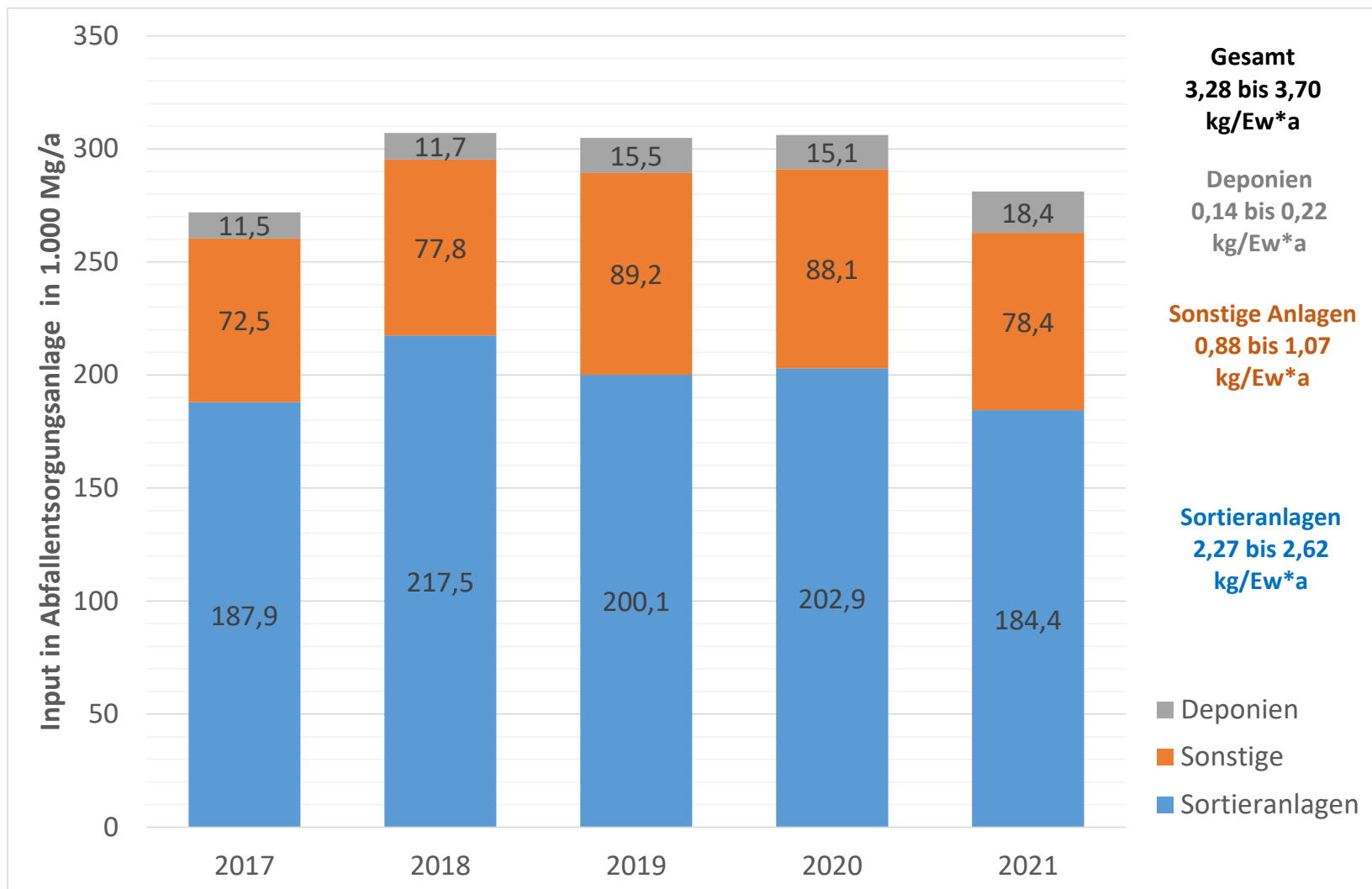
Bildquelle: <https://www.fenster-sofort.de/1-flugeliges-dreh-kipp-kunststofffenster-rehau-smartline-links-11.html#gallery-1>

3. Welche Erkenntnisse gewinnen wir aus der Statistik?

Abfallschlüssel für getrennt erfasste Glasabfälle

	Pre-Consumer			Post-Consumer			
	Behälter- glas	Flachglas Gebäude	Anderes Flachglas	Behälter- glas	Flachglas Gebäude	Anderes Flachglas	
10 Abfälle aus thermischen Prozessen							
1011 Abfälle aus der Herstellung von Glas und Glaserzeugnissen							
101112 Glasabfall mit Ausnahme desjenigen, das unter 10 11 11 fällt	X	X	X				
15 Verpackungsabfälle							
1501 Verpackungen							
150107 Verpackungen aus Glas							
16 Abfälle die nicht anderswo im Verzeichnis aufgeführt sind							
1601 Altfahrzeuge							
160120 Glas						X	
17 Bau und Abbruchabfälle							
1702 Holz, Glas und Kunststoff							
170202 Glas					X		
19 Abfälle aus Abfallbehandlungsanlagen, öffentlichen Abwasserbehandlungsanlagen....							
1912 Abfälle aus der mechanischen Behandlung von Abfällen (z. B. Sortieren, Zerkleinern, Verdichten, Pelletieren) a. n. g.							
191205 Glas				X	X	X	
20 Siedlungsabfälle (Haushaltsabfälle und ähnliche gewerbliche und industrielle Abfälle sowie Abfälle aus Einrichtungen), einschließlich getrennt gesammelter Fraktionen							
2001 Getrennt gesammelte Fraktionen (außer 15 01)							
200102 Glas				X	X	X	

Anlageninput Abfallschlüssel 17 02 02 2017 bis 2021 (90% Inland, 10% Ausland)



Daten Destatis, eigene Darstellung

Schlussfolgerungen Statistische Auswertung

- Eine Massen- und Stoffstrombilanz lässt sich aus den statistischen Daten nicht ableiten
 - Keine klare Trennung von Behälterglas / Flachglas aus dem Gebäudebereich / anderen Flachgläsern
 - Nichterfassungen: z.B. Glas in Bauschutt und gem. Bauabfällen
 - Doppelerfassungen in der Entsorgungs- und Wertungskette: Baustelle – Zwischenlager – Anlage 1 – Anlage 2
- Deponierung getrenntem Glas auf niedrigem Niveau
 - nur 17 02 02 < 20.000 Mg/a D, < 0,22 kg/Ew,a
 - Summe 17 02 02, 19 02 05, 20 01 02
getrennt erfasstes Glas mit möglichen Flachglasanteilen aus Gebäuden und Behälterglas: < 42.000 Mg/a

4. Wie sieht die Stoffstrombilanz von Flachglas aus?

Stoffstrommodell D 2016 nach Fraunhofer ift

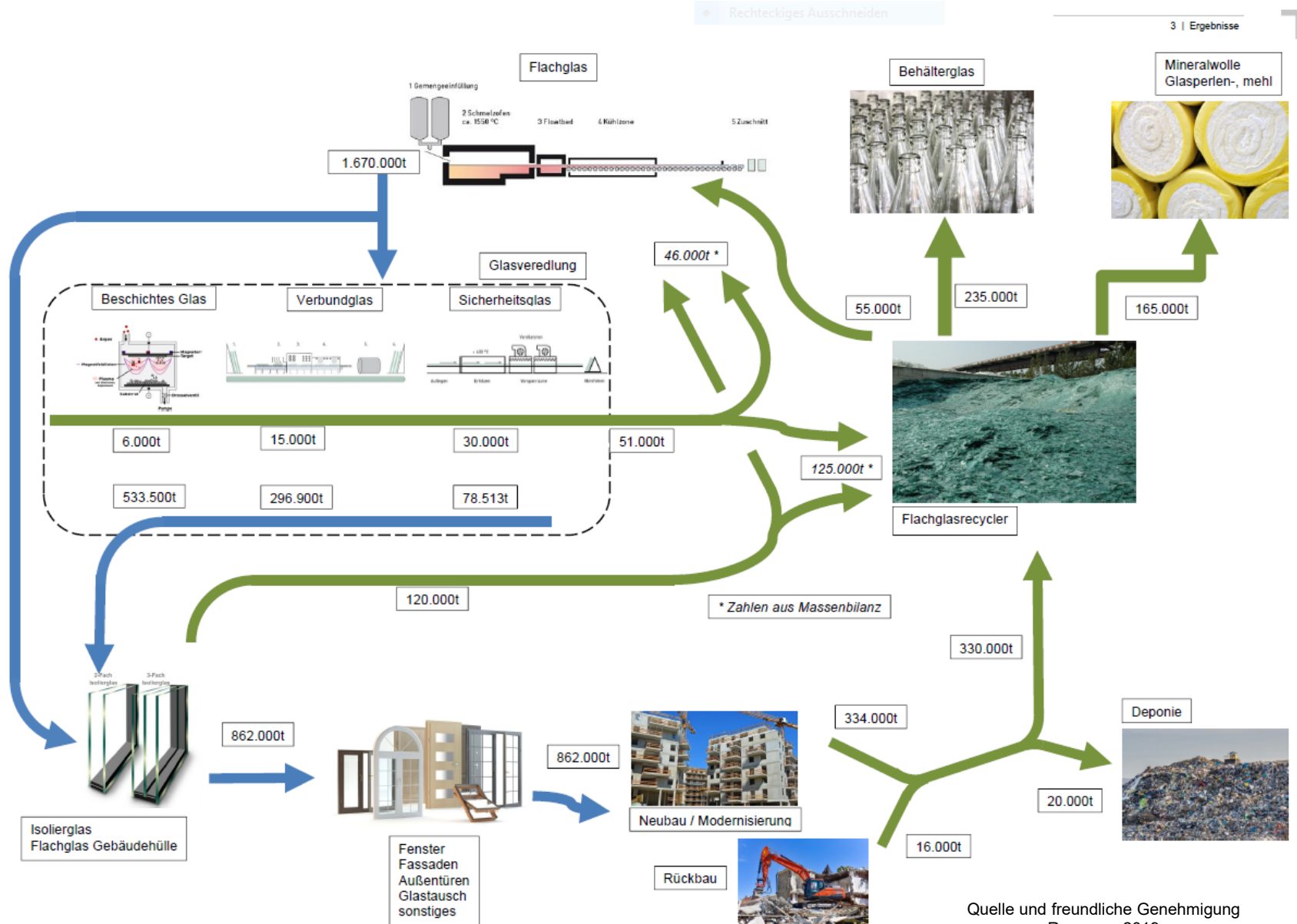


Abbildung 1 Quantitatives Stoffstrommodell

Quelle und freundliche Genehmigung
Rose e.a. 2019

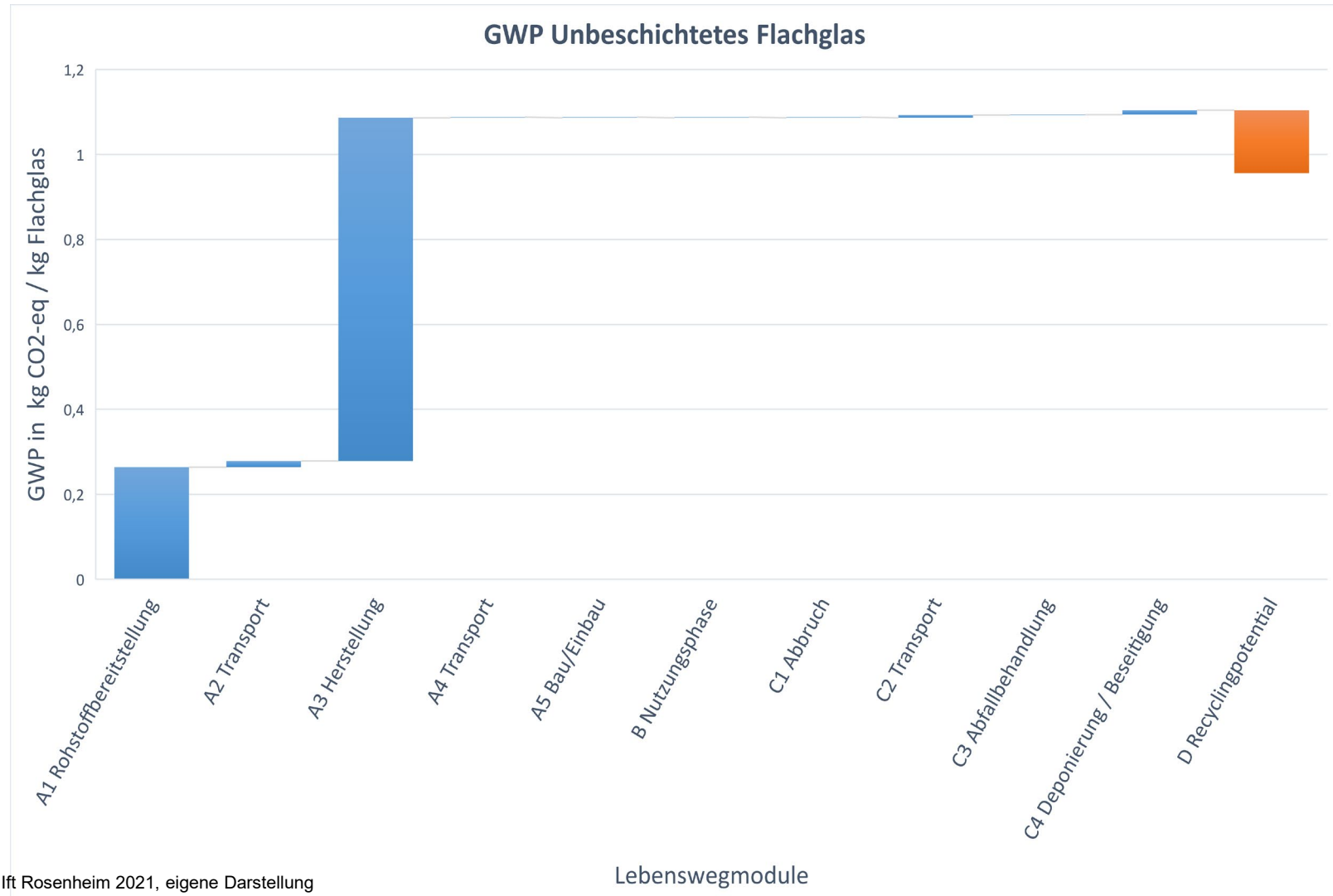
Tabelle 21 Gegenüberstellung der auf unterschiedlicher Basis abgeschätzten bzw. ermittelten Daten zum Flachglasabfallaufkommen in Deutschland im Jahr 2016

		Datenquelle			
		BF/VFF	BVSE	DESTATIS	
Pre-consumer	Float Herstellung		-	-	Keine Differenzierung möglich
	Veredlung	Beschichtung	6.000 t	207.000 t	
		ESG	30.000 t		
		VSG	15.000 t		
	MIG Produktion		120.000 t	84.000 t	
	Fenster – und Fassadenbauer		8.500 t	17.000 t	
	Glasverarbeiter, Glasereien		-	72.000 t	
	Containerdienste		-	23.000 t	
	Summe pre-consumer		179.500 t	403.000 t	
Post-consumer	Modernisierung	Fenster	200.000 t	Keine Differenzierung möglich	Keine Differenzierung möglich
		Außentüren	14.000 t		
		Vorhangfassade	103.000 t		
		Glastausch	17.000 t		
	Rückbau	Wohnfläche	5.000 t		
		Nutzfläche	11.000 t		
	Summe post-consumer		350.000 t	95.000 t	260.000 t EAV 170202
Gesamtsumme		520.000 t	498.000 t	535.000 t	

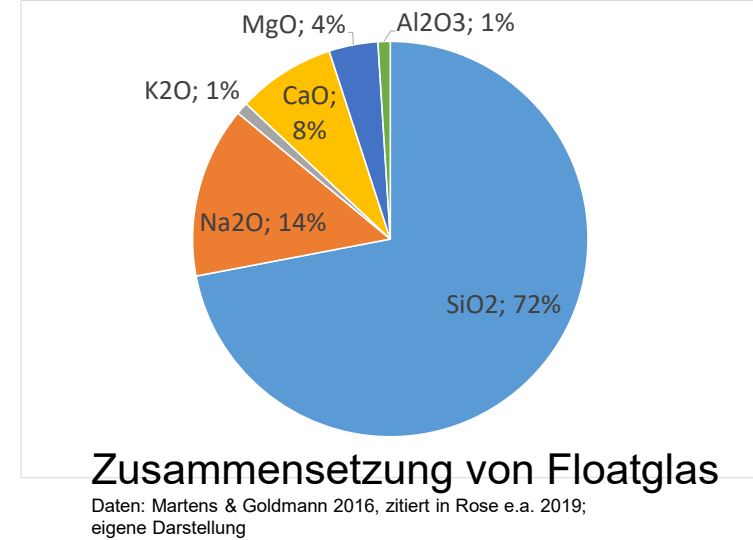
Schlussfolgerungen Stoffstrombilanz

- Die Stoffstrombilanz für Flachglas aus dem Gebäudebereich ist sehr komplex und nur näherungsweise bekannt.
- Die Anteile von falsch erfassten Flachglasabfällen (Bauschutt, Baumischabfall u.a. Abfälle) ist unbekannt
- Rezyklate von Flachglasabfällen aus dem post-consumer Gebäudebereich werden weit überwiegend in den Industrien für Behälterglas, Glaswolle und andere Glasprodukte eingesetzt.

5. Wie sieht die Treibhausgasbilanz von Flachglas aus? (Exemplarische Darstellung aus einer Umweltdeklaration eines konkreten Herstellers)



Herkunft der Treibhausmissionen bei der Primärproduktion



- Carbonatanteil (rd. 1/3)
 - Na₂O, CaO, MgO, K₂O liegen mineralisch in Form von Carbonaten, Nitraten, Sulfaten etc. vor
 - Freisetzung von max. 0,21 kg CO₂/Mg Floatglas aus Carbonaten
 - Wird vermieden beim Recycling, (aber auch Emissionen durch Recycling)
 - Lässt sich (künftig) **nur** über CCS und CCU vermeiden
- Energie-Anteil (rd. 2/3)
 - Förderung, Aufbereitung, Logistik, Schmelzprozess, Produktionsprozess.....
 - Wird teilweise beim Recycling vermieden (Bsp. Heizenergie: 3% Einsparung pro 10% Scherben)
 - Lässt sich perspektivisch sukzessive über erneuerbare Energien, CCS und CCU verringern

Flachglas und Behälterglas

- Flachglas

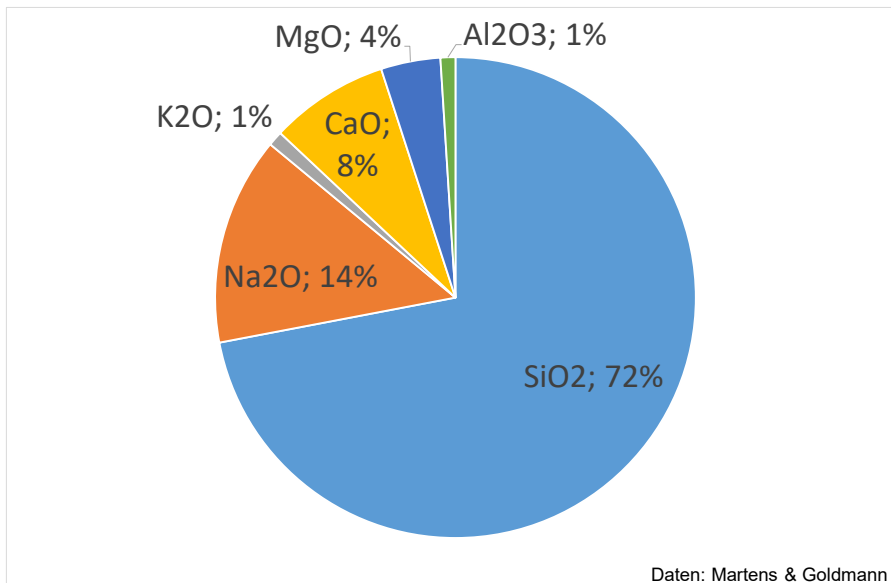
– rd. 0,97 Mg CO₂-eq / Mg

(Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle 2023)

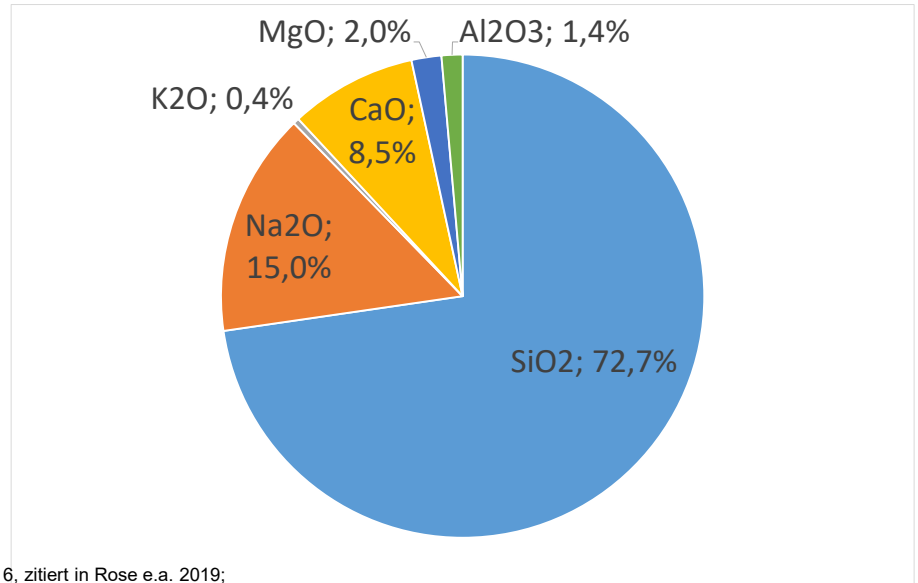
- Behälterglas

– rd. 1,03 Mg CO₂-eq / Mg

(Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle 2023)



Daten: Martens & Goldmann 2016, zitiert in Rose e.a. 2019; eigene Darstellung



Gliederung

1. Aufgabenstellung und Methode

2. Grundlagen: 5 Fragen

1. Wie sehen Flachglasabfälle aus und welche Störstoffe enthalten sie?
2. Wie wertvoll ist der Wertstoff Flachglasabfall?
3. Welche Erkenntnisse gewinnen wir aus der Statistik?
4. Wie sieht die Stoffstrombilanz von Flachglas aus?
5. Wie sieht die Treibhausgasbilanz von Flachglas aus?

3. Erkenntnisse aus den Interviews zu ausgewählten Themenbereichen

4. Mögliche Handlungsfelder und Ausblick

Themenbereich 1: Stoffströme von Flachglas

- Systemverluste insbesondere im Bereich Rückbau und Abriss
 - Unzureichende Trennung bei Trennung und Rückbau
 - Nichtbeachtung der Getrennthaltungspflichten nach GewAbfV (verschiedene Länder) => Verfrachtung in Baumischabfälle und Bauschutt
 - (Hohe Systemverlust beim Altauto-Recycling und im Behälterglas) => aber nicht Untersuchungsziel dieser Studie!
- Überwiegende Verwertung der Rezyklate im Behälterglasbereich:
 - Rezyklate gehen überwiegend in den Behälterglasbereich und sonstige Produkte wie Glaswolle
 - Nachfrage von Floatglashütten wird steigen
 - Keine gravierende Änderungen an Preisen und Preisspreizung Behälterglashütten – Flachglashütten erwartet

Themenbereich 2:

Ökobilanzierung und Treibhausgasemissionen

- Wesentlicher Teil der Treibhausgas-Emissionen bei der Flachglasherstellung stammt aus dem Schmelzprozess in der Glaswanne:
- Kein Hinweis auf eine ökologische Höherwertigkeit von Flachglasrecycling im Flachglas statt im Behälterglas:
 - Spezifische Treibhausgasemissionen von Behälterglas und Flachglasherstellung und –recycling sind ähnlich
 - Ökologischer Mehrwert bei Verlagerung von Stoffströmen zum Flachglas ist daher gering:
Flachglas im Behälterglas ist kein Downcycling = ähnlich hochwertig
 - ReUse herausfordernd: bleibt nach Experteneinschätzung auf absehbare Zeit ein Randthema, keine Ökobilanzen zur möglichen Vorteilhaftigkeit

Themenbereich 3:

Glasherstellung und Glasrecycling

- Glasindustrie auf dem Weg der Treibhausgasreduktion:
 - Gesamte Glasindustrie ist auf dem Weg Treibhausgasreduktion (Effizienzsteigerung und –rückgewinnung, Elektrifizierung mit EE, Erhöhung Recyclingquoten...)
- Qualitätsmanagement beim Einsatz von post-consumer Rezyklaten in der Floatglasindustrie sehr anspruchsvoll:
 - Hohe Qualitätsanforderungen im Floatglas erschweren Scherbeneinsatz von post-consumer Rezyklaten
 - Behälterglasproduktion ist insgesamt etwas toleranter, da Folgerisiko von Störstoffeinträgen (etwas) geringer sind.
 - Glaswolle-Industrie noch toleranter

Themenbereich 4:

Weiterverarbeitung von Glas und Glasprodukten

- Wenig Bemühungen und Notwendigkeiten für recyclinggerechtere Flachglasprodukte:
 - Keine Entwicklungen im Gang, die zu Recycling-gerechteren Produkten führen (zumindest im Fensterbereich)
 - Bauelemente aus Kunststoff, Metall und Glas sind in der Regel gut zu recyceln.
 - Problematisch sind Bauelemente aus Holz (keine Werthaltigkeit Holz, Kitt...)
- Sehr hohe Qualitätsstandards begrenzen den Scherbeneinsatz:
 - Glasveredler und Konsumenten tolerieren keine geringeren Qualitäten bei Flachglasprodukten

Themenbereich 5:

Rückbau von Flachglasprodukten

- Unzureichende separate Erfassung von Flachglas und Flachglasprodukten bei Rückbau und Abriss:
 - Verfrachtungen in Bauschutt und Baumischabfall
 - Siehe Diskussion in Themenbereich 1: Stoffströme
 - Heterogenes Meinungsbild
 - Wirtschaftlicher Anreiz zur ordnungsgemäßen Getrennthaltung gering oder negativ
 - Kein Hinweis, dass es Vollzugsdefizite bei den Abfallverwertungskonzepten in BW bei verfahrenspflichtigen Baumaßnahmen / Rückbaumaßnahmen gibt.
- Qualitätsmängel von Flachglas bei Rückbau und Abriss:
 - Trotz Information und Aufklärung vergleichsweise viele Fehlwürfe

Themenbereich 6:

Entsorgung von Flachglasabfällen

- Qualitätsmängel bei Flachglasabfällen von Wertstoffhöfen
 - Häufig glasfremde Bestandteile und falsche Glassorten
- Qualitätsmängel bei Flachglasabfällen von Baustellen und beim Rückbau (s.o.)
- Bessere Qualitäten aus dem Modernisierungsbereich
 - Qualitäten insgesamt gut, idealerweise über Ausbau der Scheibe oder sicheres Ausschlagen dieser
 - Kritisch: Baggervorsortierungen => höherer Störstoffanteil
 - Schwierigkeiten mit Asbest und –PCB-haltigen Kittresten aus den 70er Jahren und früher

Themenbereich 8: Recycling und Aufbereitung

- Die Output-Qualität hängt entscheidend von der Qualität des Inputs ab:
 - Effizientester Weg für höhere Scherbenqualitäten wären höhere Inputqualitäten (siehe Wertstoffhöfe, Baustellen und Rückbau/Abriss)
 - Keine neuen Verfahren oder Technologien zur höherwertigen Aufbereitung in Sicht,
 - kontinuierliche Entwicklung der bestehenden Verfahren über konventionelle mechanische Sortierung,
 - keine signifikanten Investition für die weitergehende Aufbereitung zur Anwendung in der Flachglasindustrie geplant

Themenbereich 9: Produktverantwortung

- Keine Notwendigkeit und Umsetzungswahrscheinlichkeit für ein System der Produktverantwortung
 - Kein Experte spricht sich für die Etablierung eines Systems der Produktverantwortung für Flachglas aus.
(Vgl. Niederlande Vlakglasrecycling)
 - Flachglas spielt im Gesamtkontext des Recyclings von Abfällen aus dem Baubereich eine nachgeordnete Rolle => unlogisch hier mit dem Thema Produktverantwortung von Bauprodukten zu beginnen

Gliederung

1. Aufgabenstellung und Methode

2. Grundlagen: 5 Fragen

1. Wie sehen Flachglasabfälle aus und welche Störstoffe enthalten sie?
2. Wie wertvoll ist der Wertstoff Flachglasabfall?
3. Welche Erkenntnisse gewinnen wir aus der Statistik?
4. Wie sieht die Stoffstrombilanz von Flachglas aus?
5. Wie sieht die Treibhausgasbilanz von Flachglas aus?

3. Erkenntnisse aus den Interviews zu ausgewählten Themenbereichen

4. Mögliche Handlungsfelder und Ausblick

Weiterer Handlungs-, Untersuchungs- und Forschungsbedarf (Auswahl)

- Mengenpotenziale erschließen:
 - Stringente Kontrolle der Pflichten nach Gewebeabfall-Verordnung auf Baustellen bei Abriss, Rückbau und Modernisierung
 - Abschluss von Branchenvereinbarungen („Selbstverpflichtungen, Etikette“) zur Steigerung der Erfassungsquoten und -qualitäten von Glas aus dem Gebäudesektor, insb. bei Abrissprojekten.
 - Definition eines Standes der Technik bei der Trennung von Flachglas auf der Baustelle und im Recyclingbetrieb aus Bauelementen (VDI-Richtlinie, DIN-Norm oder ähnliches).
 - Durchsetzung des Standes der Technik im Zuge der Getrennthaltung.
 - Vertragsebene: Abfallerzeuger – Entsorger
 - Öffentlich-rechtliche Ebene

Weiterer Handlungs-, Untersuchungs- und Forschungsbedarf (Auswahl)

- Qualitätsmanagement verbessern:
 - Ergreifung von Initiativen zur Verbesserung des Qualitätsmanagements von Flachglaserfassungen auf Wertstoffhöfen und auf Abriss- und Rückbaustellen, z.B. durch Kommunikations- und Imageoffensive der Entsorgungsverbände, Herstellerverbände, Bau- und Abbruchverbände und Behörden.
 - Untersuchung und Quantifizierung der möglichen ökologischen Vorteilhaftigkeit von Re-Use gegenüber Recycling vor dem Hintergrund der fortschreitenden Dekarbonisierung der Glashütten.