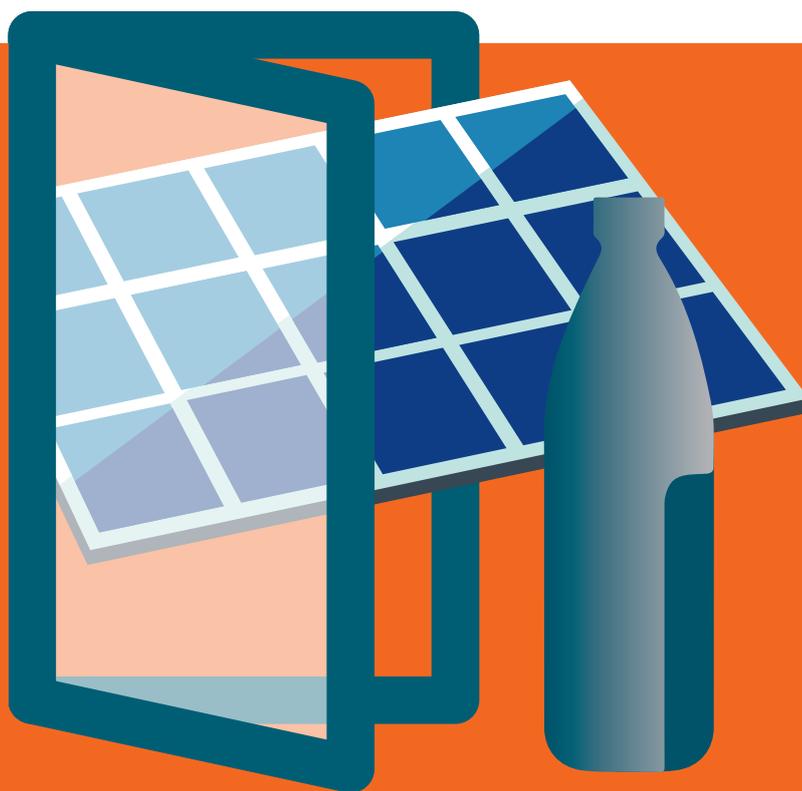


Branchenausblick 2030+

Die Glasindustrie



Impressum

BRANCHENAUSBLICK 2030+
Die Glasindustrie

ERSTELLT IM AUFTRAG VON
Stiftung Arbeit und Umwelt der IG BCE

- Inselstraße 6, 10179 Berlin
- Königsworther Platz 6, 30167 Hannover

Telefon +49 30 2787 14

AUTOR
Werner Voß, IG BCE

LEKTORAT
Gisela Lehmeier, FEINSCHLIFF

SATZ UND LAYOUT
pandamedien GmbH & Co. KG

TITELBILD
Adobe Stock, pandamedien

DRUCK
Spree Druck Berlin GmbH

VERÖFFENTLICHUNG
Februar 2021

BITTE ZITIEREN ALS
Stiftung Arbeit und Umwelt der IG BCE (2021):
Branchenausblick 2030+: Die Glasindustrie. Berlin.

Vorwort

Die Bundesrepublik Deutschland und die Europäische Union haben sich ein ambitioniertes Klimaschutzziel gesetzt: Klimaneutralität bis 2050. Im Rahmen des Green Deal wurden die Emissionsminderungsziele für die EU jüngst von -40 auf -55 Prozent bis 2030 im Vergleich zum Jahr 1990 angehoben.

Für Deutschland bedeutet dies unter anderem, dass der Ausbau der erneuerbaren Energien deutlich beschleunigt werden muss, dass die CO₂-Zertifikatsmenge im Rahmen des ETS-Systems (Emissions Trading System) schneller reduziert wird, dass der CO₂-Preis voraussichtlich steigt und dass dadurch der Dekarbonisierungsdruck auf die ganze Gesellschaft – und insbesondere auf die Industrie – zunimmt. Gleichzeitig ist die Klimapolitik nicht der einzige Prozess, der derzeit die Gesellschaft und die Wirtschaft massiv herausfordert. Die Corona-Krise, die Veränderungen der Globalisierung, die Digitalisierung und der demografische Wandel haben große Auswirkungen auf alle Akteure.

Wie sind deutsche Industriebranchen von diesen gleichzeitig stattfindenden Transformationstrends betroffen? Welche Stärken und Schwächen mit Blick auf die Dekarbonisierung unter beibehaltener Wettbewerbsfähigkeit zeigen sie auf? Was sind besondere Risiken und Chancen des anstehenden Umbaus hin zu Nachhaltigkeit und langfristiger Leistungsfähigkeit? Und wie werden die Arbeit selbst und die Arbeitnehmer*innen in der Industrie dadurch betroffen?

In einer Studienreihe – Branchenausblick 2030+ – untersucht die Stiftung Arbeit und Umwelt der IG BCE die Auswirkungen verschiedener Transformationsprozesse auf ausgewählte Industriebranchen. Der Fokus liegt dabei auf technischen, wirtschaftlichen und regulatorischen Potenzialen zu Nachhaltigkeit und Treibhausgasneutralität; aber auch andere, für die Industriebranchen transformative Entwicklungen werden beleuchtet.

Die Studienreihe komplementiert den Szenarienprozess der IG BCE, in dem Zukunftsszenarien und industriepolitische Strategien für die kommende Dekade entwickelt wurden. Obwohl es immer schwierig ist, mittelfristige Prognosen zu industriellen, wirtschaftlichen und gesellschaftlichen Veränderungen zu machen, ist ein solcher Blick auf aktuelle Trends und Entwicklungstendenzen notwendig, um strategische Antworten auf strukturelle Veränderungen zu entwerfen. Es geht darum, die Zukunftsfähigkeit der Industrie kritisch zu beleuchten, Risiken zu identifizieren und politischen sowie gewerkschaftlichen Handlungsbedarf zu diskutieren.

Unser Ausgangspunkt ist und bleibt, dass die notwendige industrielle Modernisierung mit sozialer Gerechtigkeit, Guter Arbeit und gestärkter Mitbestimmung einhergehen muss.

Wir hoffen, mit dieser Studienreihe konstruktiv zur Debatte über die Herausforderungen, die Potenziale und die konkrete Ausgestaltung der sozial-ökologischen Transformation in der deutschen Industrie beizutragen.

Ich freue mich auf den Austausch!

Dr. Kajsa Borgnäs

Geschäftsführerin Stiftung Arbeit und Umwelt der IG BCE

Die wichtigsten Ergebnisse auf einen Blick (Zusammenfassung)

Glas vereint viele positive und nützliche Eigenschaften in sich. Dank seiner vielfältigen Funktionen lässt sich Glas unter anderem einsetzen als unverzichtbare Verpackung für Lebensmittel, Getränke und pharmazeutische Artikel, es dient als praktisches Glaskeramik-Kochfeld, lässt sich verarbeiten zu intelligenten Fenstergläsern und steckt in innovativen Komponenten des Mobilfunks, der Augmented Reality-/Virtual Reality-(AR-/VR-) Geräte sowie in Mikro- und Teleskopen.

Allerdings ist die Glasherstellung energie- und kapitalintensiv. Es bestehen hohe Eintrittsbarrieren für neue Unternehmen. Aufgrund der langen Investitionszyklen gibt es technologische Lock-in-Effekte, die einen Wandel hin zu treibhausgas-(THG-)ärmeren Technologien erschweren.

Wie andere Industrien des verarbeitenden Gewerbes, insbesondere die energie- und handelsintensiven Industrien in Deutschland, ist die Glasindustrie stark von gesellschaftlichen Transformationsanforderungen und -trends betroffen. Auf der einen Seite sind dies internationale Eigentümerstrukturen, die Globalisierung, die Digitalisierung und der demografische Wandel. Auf der anderen Seite fordern die wachsenden deutschen und europäischen klima- und energiepolitischen Anforderungen die Branche stark heraus. Sie beeinflussen Produktionsstrukturen, Belegschaften, Kundenerwartungen, Lieferketten sowie die wirtschaftlichen und politischen Rahmenbedingungen tiefgehend.

Der Branchenausblick 2030+ „Glasindustrie“ basiert auf der Analyse der aktuellen Forschungslage und Branchendaten sowie auf Gesprächen mit Vertreter*innen der Branche und ihrer Unternehmen. Die folgenden Fragen stehen im Zentrum:

- (1) Wie ist die wirtschaftliche und handelspolitische Ausgangslage der Glasindustrie, auch mit Blick auf Unternehmensstruktur, Beschäftigung und die Corona-Pandemie?
- (2) Inwiefern ist die Glasindustrie von Transformationstrends wie der Digitalisierung, den Veränderungen der Globalisierung und dem Aufstieg Chinas sowie dem demografischen Wandel getroffen?

- (3) Welche Technologien und Prozesse, aber auch Regularien und politische Weichenstellungen können zu einer erfolgreichen Nachhaltigkeitstransformation und Dekarbonisierung der Branche beitragen?
- (4) Mit Blick auf Innovation, Transformation und Leistungsfähigkeit in den kommenden zehn Jahren: Welche Stärken und Schwächen, Risiken und Chancen ergeben sich für die deutsche Glasindustrie?

Der Branchenausblick zeigt, dass Europa und vor allem Deutschland in der Herstellung von hochwertigem Glas führend sind. Die Glaswirtschaft ist ein ausgereifter und stabiler Markt. „Economies of Scale“ und hohe Produktivität können realisiert werden. Zudem sind die Produkte für viele andere Sektoren wichtig. Glas ist ein einmaliges und inertes Material, wird vollständig aus natürlichen Ressourcen gewonnen und ist zu 100 Prozent recyclingfähig. Von daher erfüllt Glas sowohl in der Herstellung als auch in der Nutzung bereits viele Kriterien der Nachhaltigkeit und einer zirkulären Ökonomie.

Theoretisch kann die Glasbranche deutlich mehr zu den EU-Zielen einer THG-armen, energieeffizienten und zirkulären Wirtschaft beitragen als sie es bislang tut. Noch sind nicht alle verfügbaren Potenziale erschlossen. In den vergangenen Jahren flachten die Fortschritte bei der Verringerung von CO₂ deutlich ab, weil man sich hinsichtlich der Produktion an der Grenze des technisch Machbaren bewegt. Insofern bedarf es zukünftig weitaus größerer technologischer Sprünge, um die Vorgaben des Pariser Klimavertrages sowie die gestiegene Nachfrage der Kunden nach CO₂-freien Glasprodukten zu erfüllen. Dieser Rahmen gibt die Pfade für grundlegende Innovationen vor. Die in der Glasindustrie derzeit am meisten diskutierten Alternativen sind die Elektrifizierung von Großwannen sowie die Integration von Wasserstoff und anderen synthetischen Brennstoffen in den Herstellungsprozess. Viele denkbare technologische Maßnahmen zur Reduzierung der THG-Emissionen sind nicht allein auf den Glassektor beschränkt. Die große Herausforderung ist, sie sektorübergreifend zu erschließen.

Der Glassektor ist durch langfristige Investitionszyklen in einem wettbewerbsintensiven globalen Umfeld mit teil-

weise hohen Gefährdungen durch internationalen Handel und konkurrierende Materialien geprägt. Um die THG-Minderungspotenziale zu erschließen, sind stabile Rahmenbedingungen und eine ökonomische Voraussesbarkeit für Investitionsentscheidungen entscheidend. Eine wesentliche Herausforderung für Glasunternehmen in der EU und Deutschland besteht darin, wettbewerbsfähig zu bleiben und gleichzeitig in kohlenstoffarme Technologien zu investieren.

Grundsätzlich ist die Glasindustrie für die anstehenden Transformationsprozesse relativ gut aufgestellt – mit innovativen Unternehmen, Kundennähe, qualifizierten Fachkräften und einer vergleichsweise starken Mitbestimmungsstruktur in den Unternehmen.

Die Stärken, Schwächen, Chancen und Risiken der Branche können wie folgt zusammengefasst werden:

Stärken ("Strengths")

- ☺ Der Glassektor ist innovativ; insbesondere in Zusammenarbeit mit anderen Sektoren.
- ☺ Gut qualifizierte Fachkräfte.
- ☺ In Deutschland (aber auch in anderen europäischen Staaten) ausgereifter und stabiler Markt, sodass „Economies of Scale“ und hohe Produktivität realisiert werden können.
- ☺ Rohstoffe, um Glas herzustellen, sind reichlich in der Natur vorhanden.
- ☺ Glas ist endlos recycelbar.
- ☺ Innovatives Design in einigen Bereichen.
- ☺ Glas ist das meist genutzte Verpackungsmaterial für Getränke, Lebensmittel und pharmazeutisch-kosmetische Produkte.

Schwächen ("Weaknesses")

- ☹ Die Herstellung von Glas ist ein kapitalintensiver Prozess.
- ☹ Die Finanzkraft der Glasbetriebe ist zu begrenzt, um umfangreiche Verbesserungen in der ausgereiften Prozesstechnologie voranzubringen.
- ☹ Die Recyclingsysteme sind hilfreich; in vielen Staaten aber nicht so funktionsfähig, wie sie sein könnten.
- ☹ Glasherstellung ist energieintensiv.
- ☹ Wegen langer Investitionszyklen bestehen technologische Lock-in-Effekte, die einen Wandel hin zu THG-ärmeren Technologien erschweren.
- ☹ Hohe Eintrittsbarrieren für neue Unternehmen.

Chancen ("Opportunities")

- ☺ Recyclingquote könnte in Deutschland sowie Europa noch erhöht werden.
- ☺ Höhere Gebäudeeffizienzstandards könnten Nachfrageschub auslösen.
- ☺ Möglichkeiten der Kooperation von Unternehmen sind gegeben.
- ☺ Spielraum für europäische Innovationen ist groß; wachsende Nachfrage nach innovativen und spezialisierten Gütern.
- ☺ Wenn entsprechende alternative Finanzierungsinstrumente zur Verfügung stünden, könnten deutlich fortgeschrittenere Technologien mit längeren Payback-Zeiten eingeführt werden.
- ☺ Der Photovoltaik-Markt könnte angesichts des Entstehens eines handelspolitischen Konfliktes mit China wieder aufblühen.
- ☺ Umstellung auf grüne Energieträger, einschließlich grünem Wasserstoff.

Risiken ("Threats")

- ☹ Internationaler Wettbewerb, Überkapazitäten in einigen Sparten der Glasindustrie und Konsolidierung durch wenige globale Unternehmen.
- ☹ Erhöhung des Kostendrucks durch marktmächtige Abnehmer wie zum Beispiel Fahrzeughersteller.
- ☹ Starke Konkurrenz durch andere Verpackungsmaterialien.
- ☹ Hohe Energiepreise und strenge Umweltauflagen.
- ☹ Ungleiches „Level Playing Field“ hinsichtlich der CO₂-Bepreisung.
- ☹ Einige regulatorische Unsicherheiten hinsichtlich der zukünftigen Ausgestaltung der energieintensiven Sektoren und der Carbon-Leakage-Herausforderung.
- ☹ Mangel an alternativen Finanzinstrumenten, um Maschinen und Anlagen mit längeren Payback-Zeiten zu beschaffen.

Inhalt

Vorwort	3
Die wichtigsten Ergebnisse auf einen Blick (Zusammenfassung)	4
1. Einleitung	8
2. Struktur der Branche	10
2.1 Fünf Wirtschaftsklassen	10
2.2 Beschäftigung – Entwicklung und Aufteilung auf die Wirtschaftsklassen	12
2.3 Umsatzentwicklungen im vergangenen Jahrzehnt	13
2.4 Kundenstruktur der Glasindustrie	14
2.5 Außenhandel mit Glaswaren	14
2.6 Energieverbrauch in der Glasindustrie Deutschlands und Energieeffizienznetzwerke	14
3. Transformationstrends: Globalisierung, Digitalisierung und demografischer Wandel	18
3.1 Globalisierung	18
3.2 Digitalisierung	20
3.3 Aktivitäten zur Bewältigung des demografischen Wandels	22
4. Herausforderung Energiewende, Nachhaltigkeit und Treibhausgasneutralität	23
4.1 Heute übliche Verfahren der Glasherstellung	23
4.2 Energiebedarf und Emissionen	25
4.3 Ansätze zur Reduzierung von Treibhausgasemissionen in der Glasherstellung	27
4.4 THG-Minderung durch Nutzung von Glas in Gebäuden	30
4.5 Fazit: Nachhaltigkeit und Dekarbonisierung der Glasindustrie	32
5. Notwendige Rahmenbedingungen für eine nachhaltige Glasindustrie	34
5.1 Europäische Industriestrategie und Reform des Energiewende-Steuerungsregimes	34
5.2 Innovations- und industriepolitische Handlungsoptionen für einen erfolgreichen Wandel	36
6. Fazit: SWOT-Analyse der Glasindustrie – Herausforderungen bis 2030	38
Literaturverzeichnis	40

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Die Wertschöpfungszusammenhänge von Glas	9
Abbildung 2: Aufteilung der Beschäftigung in der Glasindustrie in Prozent	12
Abbildung 3: Entwicklung Umsatz in EUR (Inland/Ausland) sowie Umsatz je Beschäftigten in EUR, 2010–2019	14
Abbildung 4: Kundenstruktur der Glasindustrie	15
Abbildung 5: Ausfuhr von Glaswaren nach Weltregionen, 2019	15
Abbildung 6: Einfuhr von Glaswaren nach Weltregionen, 2019	15
Abbildung 7: Regionale Verteilung der Glasindustrie Deutschlands	16
Abbildung 8: Idealisierter Wertschöpfungsprozess Glas	24
Abbildung 9: Reduktion der CO ₂ -Emissionen, 1960–2010	26

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Die Glasindustrie anhand wesentlicher Indikatoren in den jeweiligen Wirtschaftsklassen, im Jahre 2019 ..	10
Tabelle 2: Die Hohlglasindustrie in Deutschland, 2019	11
Tabelle 3: Spezifischer Energieverbrauch pro Tonne verkaufsfähiges Glas sowie Gesamtenergieverbrauch	25
Tabelle 4: CO ₂ -Emissionen der verschiedenen Glassorten	26
Tabelle 5: Herstellung von Glas und Mineralfasern (Tätigkeiten 16 und 18), Zahl der Anlagen, Emissionen 2018, kostenlose Zuteilung 2019, VET-Einträge 2019, Ausstattungsgrad	35
Tabelle 6: SWOT-Analyse des Glassektors in der EU	39

1. Einleitung

Glas ist einer der wenigen von Menschen geschaffenen Werkstoffe, die seit Jahrtausenden beständig in Gebrauch sind. Aus urzeitlichen Anfängen hat sich Glas den Weg über Handwerk und Manufaktur vor allem in den letzten beiden Jahrhunderten in die industrielle Fertigung gebahnt. Glasprodukte werden dabei unter Verwendung von Stoffen mineralischen Ursprungs sowie aus Altglas in einem relativ energieintensiven Prozess hergestellt.

Glas ist physikalisch betrachtet ein aus einer glutflüssigen Schmelze erstarrter Feststoff. Der Werkstoff ist bei Zimmertemperatur fest, wird bei rund 1.000 °C formbar und schmilzt bei einer Temperatur von etwa 1.400 bis 1.650 °C.

Glas vereint viele positive und nützliche Eigenschaften in sich. Dank seiner vielfältigen Funktionen lässt sich Glas unter anderem einsetzen als unverzichtbare Verpackung für Lebensmittel, Getränke und pharmazeutische Artikel, es dient als praktisches Glaskeramik-Kochfeld, lässt sich verarbeiten zu intelligenten Fenstergläsern und steckt in innovativen Komponenten des Mobilfunks, der Augmented Reality-/Virtual Reality-(AR-/VR-) Geräte sowie in Mikro- und Teleskopen.

Glas ist:

- ein Werkstoff aus natürlichen und naturidentischen Rohstoffen.
- Ein anorganisches Schmelzprodukt.
- Ein wandlungsfähiges Material.
- Ein Werkstoff, der hohe Temperaturen verträgt.
- Formstabil und dennoch formbar.
- Als Verpackungsmaterial absolut gasdicht, inert und geschmacksneutral. Zudem geht es keine Wechselwirkungen mit anderen Materialien ein.
- Vollständig recycelbar.

Trotz der langen Historie birgt der Werkstoff weiterhin großes Innovationspotenzial. Mit neuen wissenschaftlichen Erkenntnissen und modernster Technik entwickeln die Glas- und Maschinenbauunternehmen sowie For-

schungseinrichtungen stetig neue Anwendungen. Glas spielt in Forschung und Entwicklung sowie in vielen Zukunftsbranchen wie Pharmazie, Life Sciences, Elektronik, Optik, Kommunikationstechnologien, erneuerbaren Energien (Photovoltaik, Windturbinen), Automobil- und Luftfahrtindustrie sowie Bauwesen eine zentrale Rolle für industrielle sowie persönliche Anwendungen (siehe Schaubild 1). Oftmals sind die Fortschritte mit anderen wissenschaftlichen Disziplinen und neuen Methoden verbunden.

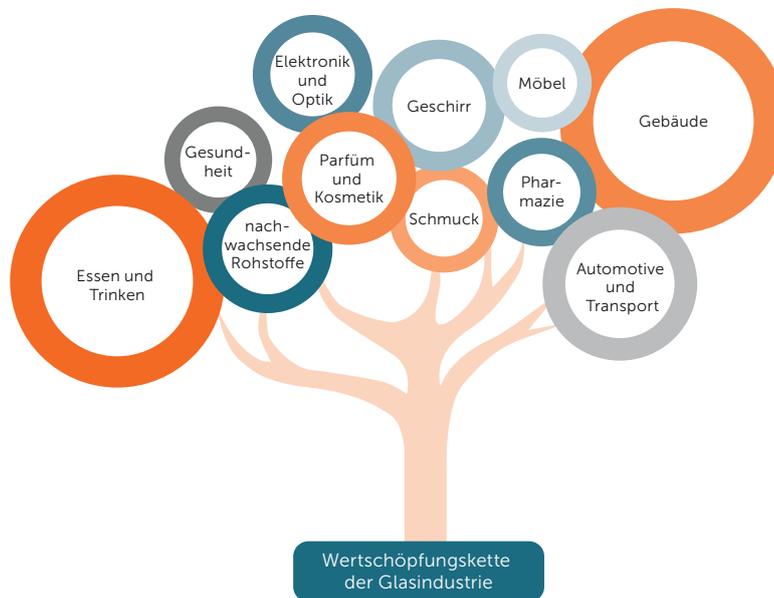
Nach dem Ende des Kalten Krieges wurde die in der Glasindustrie bereits starke Internationalisierung¹ in westlichen Staaten – jedenfalls was die Eigentümerstrukturen der Gesellschaften betrifft – auf mittel- und osteuropäische Regionen ausgedehnt. Glasbetriebe im Osten Deutschlands wurden häufig in internationale Konzerne integriert.

Mit diesen Prozessen ging ein starker Abbau von Arbeitsplätzen einher. Mit regionalen Schwerpunkten finden sich dennoch weiterhin Glashütten über fast ganz Deutschland verteilt. Nirgendwo in Europa gibt es so viele Glas produzierende Betriebe wie hier. Die deutsche Glasindustrie hat einen entscheidenden Anteil an der europäischen Glasherstellung und ist für jeweils circa 20 Prozent der produzierten Glasmenge und des Umsatzes verantwortlich.

Die gewerkschaftliche Zugehörigkeit der Beschäftigten in der Glasindustrie ist nach wie vor hoch. Zu den 50 mitgliederstärksten Betrieben in den Landesbezirken der IG BCE zählen viele Glaswerke. Im vergangenen Jahrzehnt hatte sich die Glasindustrie, wie die nachfolgenden Analysen zeigen, beschäftigungspolitisch weitestgehend stabilisiert. Die Corona-Pandemie sorgt indes für neue Herausforderungen, obwohl die Branche insgesamt bislang (Stand Februar 2021) besser als andere Wirtschaftszweige durch die Krise gekommen ist. Mittelfristig können erneut beschäftigungsmäßige Umbrüche und Werkschließungen die Folge sein.

¹ Das SAINT-GOBAIN-Werk in Mannheim ist in dieser Hinsicht Vorbild neuerer Globalisierungstrends. Die französische Muttergesellschaft errichtete ab 1853 Produktionsanlagen in Deutschland und war somit „Vorreiter“ eines neuen Entwicklungsprozesses. Vorher wurde im Ausland laut SAINT-GOBAIN-Geschäftsführung nur in Handels- und Vertriebsbüros investiert (Möller 2001). 2020 hat das SAINT-GOBAIN-Management bekanntgegeben, das Traditionswerk in Mannheim im Jahr 2021 nach 168 Jahren Glasherstellung vollständig zu schließen.

Abbildung 1: Die Wertschöpfungskette von Glas



Quelle: Glass Alliance Europe June 2019

In einigen Glassegmenten ist weiterhin mit hartem Wettbewerb durch Unternehmen aus Ost- und Mitteleuropa sowie Asien zu rechnen. Diese Aussage trifft insbesondere auf Betriebe des Wirtschafts- und Flachglassegments sowie, in grenznahen Gebieten, ebenfalls auf Betriebe für Behälterglas zu.

Angesichts des Gewichts verschiedener Glasprodukte, der Notwendigkeit, in Kundennähe passgenaue Lösungen zu fertigen sowie über Recycling Energieeinsparmöglichkeiten zu nutzen und Nachhaltigkeitswünsche der Kunden zu befriedigen, bestehen jedoch große Chancen, dass auch in Zukunft große Teile der Branche weiterhin Glaswaren in Deutschland herstellen und veredeln werden. Die Aus- und Weiterbildung sowie die übergreifende Forschungsinfrastruktur ist in dieser Hinsicht ein Plus für den heimischen Standort.

Mit einem Umsatz- und Beschäftigtenanteil von weniger als einem Prozent an der Gesamtwirtschaft ist die Glasindustrie eher ein kleiner Wirtschaftszweig. Beschäftigungspolitisch dürften die Glasunternehmen deshalb wenig gesamtwirtschaftliche Ausstrahlungskraft entfalten. Regionalpolitisch werden einzelne Glasunternehmen aber weiterhin bedeutendes Gewicht haben.

Wegen der energieintensiven Herstellungsverfahren und des Drucks, treibhausgas-(THG-)ärmer beziehungsweise bis 2050 sogar THG-neutral zu fertigen, sowie wegen des nach wie vor bestehenden großen Innovationspotenzials gibt es dennoch gute Chancen, dass deutsche Maschinenbauunternehmen, Glashersteller und Forschungseinrichtungen wichtige internationale Beiträge zur Begrenzung des Klimawandels liefern.

2

2. Struktur der Branche

In der amtlichen Industriestatistik des Statistischen Bundesamtes wird der Wirtschaftszweig Glas unter „Herstellung von Glas und Glaswaren“ erfasst (WZ 23.1). Im Jahr 2019 stellten 266 Betriebe mit mehr als 50 sozialversicherungspflichtigen (SV-)Beschäftigten Glasprodukte her.² Damit konnte ein Umsatz in Höhe von 9,2 Milliarden EUR erzielt werden. Der Exportanteil der Gesamtbranche belief sich auf 42,3 Prozent. Jahresdurchschnittlich waren 51.145 SV-Beschäftigte tätig. In der Glasindustrie gibt es wenige Produktionsbetriebe mit mehr als 500 Beschäftigten. Diesen Fabriken stehen viele Werke in der Größenklasse bis 250 Beschäftigte gegenüber, die sich allerdings oftmals im Eigentum internationaler Konzerne befinden. Prägend für die Glasindustrie ist, dass die Unternehmen eine breite Produktpalette herstellen.

2.1 Fünf Wirtschaftsklassen

Die Vielfalt der Branche spiegelt sich in der Unterteilung des Wirtschaftszweigs Glas wider. Sie zerfällt in fünf Hauptgruppen:

- Die „Herstellung von Flachglas“ wird unter der Klassennummer 23.11 ausgewiesen. Durch Schmelzen der

Mineralien und von Altglas wird Basisglas für verschiedene Anwendungen erzeugt.

- Der folgende Prozessschritt „Veredelung und Bearbeitung von Flachglas“ wird unter 23.12 registriert (zum Beispiel Fensterscheiben, Windschutzscheiben, Solarglas).
- Unter 23.13 werden die Aktivitäten zur „Herstellung von Hohlglas“ (Flaschen, Behälter, Tischglas und anderes) erfasst.
- Unter 23.14 wird die „Herstellung von Glasfasern und Waren daraus“ verbucht (zum Beispiel Glaswolle, Endlosglasfasern).
- Der Ausweis von „Herstellung, Veredelung und Bearbeitung von sonstigem Glas einschließlich technischer Glaswaren“ erfolgt unter der Klassennummer 23.19 (Spezialglas, Glas für Elektronik, Chemische Industrie und anderes)

Tabelle 1 zeigt die wesentlichen Indikatoren Betriebe, Beschäftigte, Umsatz und Exportanteil je Wirtschaftsklasse der Glasindustrie insgesamt sowie die anteiligen Gewichte der Wirtschaftsklassen am Wirtschaftszweig „Herstellung von Glas und Glaswaren“ im Jahr 2019.

Tabelle 1: Die Glasindustrie anhand wesentlicher Indikatoren in den jeweiligen Wirtschaftsklassen, im Jahre 2019

	Betriebe	Beschäftigte	Umsatz (in 1.000 EUR)	Exportanteil (in %)
Glasindustrie gesamt	266	51.145	9.216.038	42,3
Herstellung von Flachglas	15	3.889	1.019.989	57,1
Veredelung und Bearbeitung von Flachglas	142	23.050	3.499.313	39,2
Herstellung von Hohlglas	48	13.476	2.627.889	31,9
Herstellung von Glasfasern und Waren daraus	22	3.638	888.288	47,3
Spezialglas, technisches Glas	39	7.092	1.180.560	58,1

Quelle: Statistisches Bundesamt und eigene Berechnungen

² Der BV Glas wertet Betriebe mit mehr als 20 SV-Beschäftigten aus. Diese Herangehensweise führt für 2019 zwar zu rd. 50 % mehr Betrieben (394), aber nur zu rd. 10 % mehr Beschäftigung (56.022).

Tabelle 2: Die Hohlglasindustrie in Deutschland, 2019

Nr.	Name	Sitz (D)	Umsatz ¹⁾ (in Mio. €)	Marktanteil (in %) ²⁾	Beschäftigte (in Pers.) ³⁾	PSO/PL (in #) ⁴⁾	Tätigkeitsschwerpunkte ⁵⁾
1.	Ardagh Glass GmbH	Nienburg/Weser	923,4 ⁶⁾	21,6 %	2.225	8/22	Entwicklung, Produktion, Vermarktung von Behälterglas für die Getränke- und Nahrungsmittelindustrie
2.	Schott AG (Carl-Zeiss-Stiftung)	Mainz	714,8 ⁷⁾	16,7 %	5.277	2/13	Entwicklung, Herstellung und Vertrieb von pharmazeutischen Primärverpackungen und Glasrohr
3.	Gerresheimer AG (Konzern)	Düsseldorf	631,5 ⁸⁾	14,8 %	5.176	4/15	Glasverpackungen für Medikamente (Pharmagläser, Ampullen, Injektionsfläschchen, Karpulen), Kosmetik (Parfümflakons, Cremetiegel), spezielle Gläser für die Nahrungsmittel- und Getränkeindustrie
4.	Verallia Deutschland AG	Bad Wurzbach	570,3	13,3 %	3.131	4/3	Herstellung und Vertrieb von Glasverpackungen für die Getränke- und Nahrungsmittelindustrie
5.	Wiegand-Glas Holding GmbH	Steinbach am Wald	424,2 ⁹⁾	9,9 %	1.942	5/1	Produktion und Vertrieb von Behälterglas in den Segmenten für die Getränke- und Nahrungsmittelindustrie
6.	Heinz-Glas GmbH & Co. KGaA	Tettau-Kleintettau	270,0 ¹⁰⁾	6,3 %	3.263	2/3	Entwicklung, Produktion, Vermarktung hochwertiger, meist veredelter Klar-, Farb- und Opalglasflakons/-tiegel für die internationale Parfüm- und Kosmetikindustrie
7.	O-I Germany GmbH & Co. KG	Düsseldorf	190,9	4,5 %	752	4/7	Produktion, Verkauf und Vertrieb von Behälterglas für die Getränke- und Nahrungsmittelindustrie
8.	Zwiesel Kristallglas AG	Zwiesel	105,0 ¹¹⁾	2,5 %	990	1/1	Herstellung und Vertrieb hochwertiger Trinkgläser und Geschenkartikel
9.	Nachtmann GmbH	Neustadt a. d. Waldnaab	91,5	2,1 %	552	2/1	Produktion und Vertrieb von hochwertigen Trinkgläsern und Geschenkartikeln aus Kristallglas
10.	Noelle + von Campe GmbH	Boffzen a. d. Weser	90,3	2,1 %	506	1/4	Hochwertige Gläser vorwiegend für die Nahrungs- und Lebensmittelindustrie
11.	SGD Kipfenberg GmbH	Kipfenberg	84,2	2,0 %	214	1/1	Herstellung und Vertrieb von Glaserzeugnissen, insb. Behälterglas für Pharma-, Kosmetik-, Getränkeindustrie
12.	Ritzenhoff AG	Marsberg	67,0	1,6 %	443	1/1	Produktion, Dekoration und Handel mit Gläsern für die Getränkeindustrie
13.	Stoelzle Lausitz GmbH	Weißwasser	42,6	1,0 %	400	1/7	Herstellung, Vertrieb und Marketing hochwertiger Trinkgläser aus Kristallglas
14.	BA Glass Germany GmbH	Gardelegen	41,2	1,0 %	142	1/1	Behälterglas für die Getränke- und Nahrungsmittelindustrie für den deutschen und europäischen Markt
15.	WECK® Glaswerk GmbH	Bonn	26,7 ¹²⁾	0,6 %	225	1/1	Produzent von Weißglas-Verpackungen für Getränke und Nahrungsmittel sowie Sondergläser
16.	Glashütte Freital GmbH	Freital	13,0	0,3 %	80	1/1	Herstellung von Hohlglasbehältern für die abfüllende Industrie

¹⁾ Umsatz im letzten verfügbaren Geschäftsjahr (i. d. R. 2019/2018 gemäß Bundesanzeiger), Reihenfolge gemäß Umsatz; ²⁾ Marktanteil bezogen auf Gesamtumsatz der TOP15 (4.273,6 Mio. €) im letzten verfügbaren Geschäftsjahr; ³⁾ Beschäftigte im letzten verfügbaren Geschäftsjahr (bezogen auf Geschäftsbereiche); ⁴⁾ Anzahl der Produktionsstandorte in Deutschland / Anzahl der Produktionsländer; ⁵⁾ Tätigkeitsschwerpunkt gemäß Lagebericht; ⁶⁾ Umsatz 2017, da gemäß § 264 Abs. 3 HGB auf die Offenlegung des Jahresabschlusses seit 2018 verzichtet wird; ⁷⁾ Umsatzschätzung der Geschäftsbereiche „Pharmaceutical Systems“ und „Tubing“ auf Basis des übergeordneten Geschäftssegments „Precision Materials“; ⁸⁾ Umsatz des Geschäftsbereichs „Primary Packaging Glass“; ⁹⁾ Umsatz des Geschäftsbereichs „Behälterglas“; ¹⁰⁾ Umsatz des Geschäftsbereichs „Glas“; ¹¹⁾ Umsatz des Geschäftsbereichs „Glas“; ¹²⁾ Umsatzschätzung, da GuV im Jahresabschluss 2018 nur das Rohergebnis (15,3 Mio. €) ausweist.

Die fünf Hauptsegmente decken verschiedene Glaserzeugnisse, Anwendungen und Märkte ab. Die Hauptgruppen sind äußerst verschieden strukturiert; sowohl im Hinblick auf Fertigungsprozesse, Produkte, Märkte sowie auf die wirtschaftlichen Gegebenheiten des Sektors und der Hersteller. Aber alle Glashersteller verwandeln Rohmaterial in Glas mittels eines Schmelzprozesses (siehe Kap. 4). Die anteilig höchste Produktion von Glas verzeichnen die Segmente Behälterglas (circa die Hälfte der Gesamtglasherstellung) und Flachglas (etwa ein Viertel der Gesamtglasproduktion).

Die Herstellung von Flachglas (WZ 23.11) dominieren in Deutschland aktuell das französische Unternehmen SAINT-GOBAIN und die japanische Konzerngruppe NSG-Pilkington mit jeweils mehreren Glashütten. Das Flachglas wird an konzerninterne oder externe Verarbeitungswerke weitergereicht beziehungsweise direkt an Endkunden ausgeliefert.

Die Hohlglasindustrie (WZ 23.13) ist mit einem Umsatzanteil von 27 Prozent die zweitgrößte Teilbranche der Glasindustrie in Deutschland. Laut BV Glas besteht die deutsche Behälterglasindustrie (je nach Abgrenzung) aus zwölf unabhängigen Unternehmen mit circa 9.000 Beschäftigten in Deutschland, acht dieser Unternehmen betreiben Produktionsstandorte in Deutschland und im Ausland.

Die Hohlglasindustrie lässt sich weiter untergliedern:

- 49 Prozent des Behälterglas-Umsatzes entfallen auf die Ardagh Glass GmbH mit Stammsitz in Irland (die Ardagh-Group ist nach eigenen Angaben weltweit zweitgrößter Produzent von Behälterglas), Owens-Illinois (USA), Verallia Deutschland AG und Wiegand Glas Holding GmbH als Anbieter von Behälterglas, vor allem für die Nahrungsmittel- und Getränkeindustrie.

- Weitere 34 Prozent des Umsatzes mit Behälterglas erwirtschaften die Gerresheimer AG, die Schott AG und Heinz-Glas GmbH & Co. KG als Anbieter von Behälterglas speziell für pharmazeutische und kosmetische Verpackungen.
- Der kleinere Teilbereich Kristall- und Wirtschaftsglas unterlag in den letzten Jahrzehnten einem Strukturwandel mit massiven Beschäftigungsrückgängen. Dieser Bereich hat unter der Corona-Pandemie besonders zu leiden.

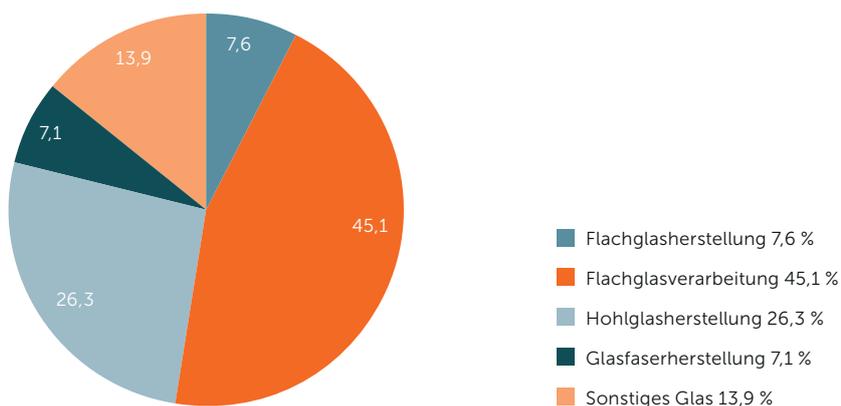
2.2 Beschäftigung – Entwicklung und Aufteilung auf die Wirtschaftsklassen

Infolge des konjunkturellen Aufschwungs erhöhte sich die Anzahl der Arbeitsplätze in Glasbetrieben mit mehr als 50 SV-Beschäftigten von 47.613 im Jahr 2010 um 7,4 Prozent auf 51.145 im Jahr 2019. Sowohl bei der Veredelung von Flachglas als auch bei der Klasse Spezialglas beziehungsweise technisches Glas waren in diesem Zeitraum überproportionale Beschäftigungszuwächse zu verzeichnen.

Abbildung 2 verdeutlicht die Beschäftigtenanteile je Wirtschaftsklasse im Jahr 2019. Dem eher kleinen Segment „Herstellung von Flachglas“ ist die größere Beschäftigungssparte „Veredelung und Bearbeitung von Flachglas“ nachgelagert. Die Flachglas-Veredelung wird statistisch separat geführt, da in diesem Bereich andere Technologien und Prozesse als beim Schmelzen von Glas zum Einsatz kommen. Beide Klassen vereinten 2019 etwas mehr als die Hälfte der Beschäftigung in der Glasindustrie Deutschlands auf sich.

Die Sparte „Hohlglas-Herstellung“ beschäftigte rund ein Viertel der Gesamtbeschäftigten der Branche. In den Sparten „Herstellung von Glasfasern und Waren daraus“ sowie „Spezialglas beziehungsweise technisches Glas“

Abbildung 2: Aufteilung der Beschäftigung in der Glasindustrie in Prozent, 2019 (51.145 = 100 %)



war im Jahr 2019 zusammen rund ein Fünftel der Beschäftigten der Glasindustrie Deutschlands tätig.

Aktuelle Beschäftigungsstrukturen

Die Qualifikations- und Altersstruktur der Mitarbeiter*innen kann auf Grundlage der Beschäftigtenstatistik der Bundesagentur für Arbeit beschrieben werden. Sie erfasst im Gegensatz zur Industriestatistik des Statistischen Bundesamtes *alle* SV-Beschäftigten und nicht erst die von Betrieben mit mehr als 50 Arbeitskräften. Stichtag ist jeweils der 30. Juni eines Jahres. Die Datenreihen lassen jedoch nur Vergleiche zwischen 2015 und 2019 zu, da die Zusammenstellung der Gruppen auf Basis unterschiedlicher Abgrenzungen erfolgte.

Laut der Beschäftigtenstatistik der Bundesagentur für Arbeit hat sich die Beschäftigung sowohl im Verarbeitenden Gewerbe als auch in der Glasindustrie von 2015 auf 2019 um 5,0 Prozent erhöht.

Der Anteil der Beschäftigten *ohne Berufsausbildung* ist in der Glasindustrie dabei von 14,0 Prozent im Jahr 2015 auf 14,2 Prozent in 2019 leicht angestiegen. Damit liegt die Quote deutlich über der des Verarbeitenden Gewerbes. Hier beträgt der Beschäftigtenanteil ohne Berufsausbildung 11,8 Prozent im Jahr 2019.

Die Quote der Mitarbeiter *mit Berufsausbildung* in der Glasindustrie ist um 0,8 Prozentpunkte auf 72,6 Prozent im Jahr 2019 geringfügig gesunken. Sie liegt indes weiterhin deutlich über der des Verarbeitenden Gewerbes. Hier wird ein Beschäftigtenanteil mit Berufsausbildung in Höhe von 67,3 Prozent für das Jahr 2019 ausgewiesen.

Im Verarbeitenden Gewerbe ist der Anteil der Beschäftigten mit *Hochschulabschluss* um zwei Prozentpunkte von 12,7 Prozent in 2015 auf 14,7 Prozent in 2019 deutlich angestiegen. Der Akademikeranteil liegt damit im Verarbeitenden Gewerbe um fast fünf Prozentpunkte über dem der Glasindustrie. Dazu beigetragen hat auch, dass die Glasindustrie den Anteil der Beschäftigten mit Hochschulabschluss nur unterproportional um 1,3 Prozentpunkte von 7,7 Prozent im Jahr 2015 auf 9,0 Prozent im Jahr 2019 erhöht hat. Diese Entwicklung könnte mit der starken Internationalisierung der Glasbranche zusammenhängen. Viele global agierende Unternehmen haben ihre Forschungseinrichtungen oftmals am Stammsitz.

Die Beschäftigtenstruktur hat Rückwirkungen auf die Entgelte. Im Jahr 2019 betrug die Bruttolohnsumme je Arbeitskraft in der Glasindustrie 41.602 EUR – trotz vieler vollkontinuierlicher Arbeitsplätze und somit verstärkter Schicht- sowie Nachtarbeit. Durchschnittlich errechnet

sich ein Bruttolohn beziehungsweise Bruttogehalt in Höhe von 27,08 EUR pro Stunde. Die entsprechenden Werte für das Verarbeitende Gewerbe insgesamt lagen um fast 30 Prozent höher, nämlich bei 53.469,79 EUR (Bruttojahresentgelt) beziehungsweise 35,92 EUR (Bruttoentgelt je Arbeitsstunde). Konnten Beschäftigte in der Glasindustrie früher relativ hohe Löhne erzielen, ist die Bezahlung trotz der Belastungen am Arbeitsplatz inzwischen unterdurchschnittlich. Auch dadurch hat die Branche an Attraktivität für Schulabgänger eingebüßt.

Mit diesen Entwicklungen geht eine deutliche Alterung der in der Glasindustrie Beschäftigten in Deutschland einher. Der Anteil der Arbeitskräfte über 55 Jahre hat von 19,9 Prozent im Jahr 2015 auf 23,4 Prozent 2019 fühlbar zugenommen. Fast jeder vierte Beschäftigte in der Glasindustrie ist über 55 Jahre alt.

Demgegenüber ist die Quote der Beschäftigten zwischen 25 und 55 Jahren von 71,7 Prozent auf 67,8 Prozent deutlich zurückgegangen. Leicht zugenommen hat der Anteil der Beschäftigten unter 25 Jahren, nämlich von 8,3 Prozent 2015 auf 8,7 Prozent im Jahr 2019.

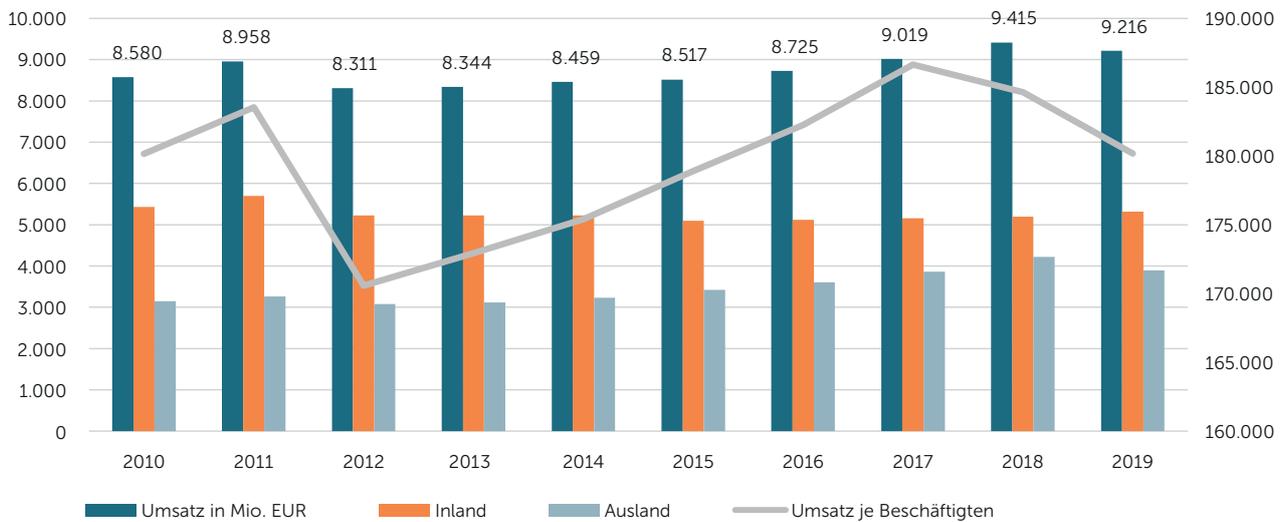
Insgesamt ist der Altersaufbau in der Glasindustrie jedoch bedenklich. Der bislang in Deutschland zu registrierende Fachkräftengpass, gepaart mit einer verminderten Innovationsfähigkeit alternder Belegschaften, könnte es erschweren, notwendige technologische Entwicklungen möglichst schnell anzugehen und umzusetzen. Vor diesem Hintergrund hat sich der Bundesarbeitgeberverband Glas und Solar des Themas „JUNG & ALT“ angenommen. Seine Aktivitäten in den Feldern Nachwuchs- und Fachkräftegewinnung, Wissenstransfer und Weiterbildung sowie Arbeit im Alter werden in Kapitel 3.3 unter „Demografischer Wandel“ dargestellt.

2.3 Umsatzentwicklungen im vergangenen Jahrzehnt

Abbildung 3 veranschaulicht, dass sich die gute Konjunktur in Deutschland spätestens seit 2013 positiv auf den Glassektor ausgewirkt hat. Bis 2018 stieg der Umsatz der Glasunternehmen mit mehr als 50 SV-Beschäftigten an. Während die Geschäftsaktivitäten im Inland größtenteils seit 2012 stagnierten, konnte der im Ausland erwirtschaftete Umsatz stetig gesteigert werden. Diese Entwicklung ist teilweise Ergebnis konzerninterner europäischer Produktions- und Verarbeitungsnetzwerke, teilweise aber auch Resultat angemessener Wettbewerbsfähigkeit.

Dieser Trend bewirkte eine positive Entwicklung des Umsatzes pro Arbeitskraft bis zum Jahr 2017. Seitdem sinkt dieser Indikator wieder. Im Jahr 2019 konnten nur noch knapp 180.000 EUR Umsatz pro beschäftigte Person realisiert werden.

Abbildung 3: Entwicklung Umsatz in EUR (Inland/Ausland) sowie Umsatz je Beschäftigten in EUR, 2010–2019



Quelle: Statistisches Bundesamt und eigene Berechnungen

2.4 Kundenstruktur der Glasindustrie

Glaswaren finden in verschiedenen Wirtschaftszweigen Anwendung. Die Kundengruppen des Glassegments sind in Abbildung 4 dargestellt.³ Flachglas wird unter anderem in der Bauwirtschaft (47,4 Prozent) und der Automobilindustrie (8,3 Prozent) eingesetzt. Hohlglas findet vor allem Abnehmer in der Ernährungs- und Getränkeindustrie (15,9 Prozent), im Bereich Haushalt und Gastronomie (4,0 Prozent) sowie in der Pharma-, Chemie und Kosmetikindustrie (11,7 Prozent).

2.5 Außenhandel mit Glaswaren

Bei der Beurteilung der Angaben zum Im- und Export von Glaswaren ist zu berücksichtigen, dass neben den Geschäften der Glasindustrie auch die Aktivitäten von Glashändlern, die nicht produzieren, in die Statistik einfließen. Zudem beinhalten die Ex- und Importzahlen auch Produktions- und Verarbeitungsnetzwerke international agierender Unternehmen.

Grob ergibt sich folgendes Bild: Im Durchschnitt werden rund zwei Drittel der deutschen Glasexporte in Länder der Europäischen Union exportiert und es werden knapp zwei Drittel aus EU-Staaten nach Deutschland importiert. (Siehe Abbildung 5 und 6)

Der Exportwert von Glaswaren aus Deutschland betrug im Jahr 2019 etwa 6,9 Milliarden EUR; rund 2,6 Prozent weniger als im Vorjahr.⁴ Bezogen auf den Anteil am Gesamtex-

portwert waren die wichtigsten Exportländer Frankreich, die USA, die Niederlande, China, Österreich und Polen.

Die Importwerte sanken im Jahr 2019 auf 5,7 Milliarden EUR (-2,0 Prozent).⁵ Wichtigstes Einfuhrland ist seit mehr als einem Jahrzehnt China. Danach folgen die USA, Polen, die Tschechische Republik und Frankreich.

Insgesamt ergibt sich für die deutsche Glasindustrie und den Glashandel somit ein Handelsüberschuss. Die Differenz zwischen Ein- und Ausfuhr ist positiv und zwar in Höhe von 1,2 Milliarden EUR. Insofern drücken die Daten auch die Wettbewerbsstärke des deutschen Glasstandortes aus.

2.6 Energieverbrauch in der Glasindustrie Deutschlands und Energieeffizienznetzwerke

Der Herstellungsprozess von Glas ist wegen der notwendigen hohen Temperaturen ausgesprochen energieintensiv. Die Branche zählt deshalb zu den größeren Energieverbrauchern in Deutschland.

Energie wird in Glasbetrieben vor allem als Prozesswärme benötigt. In Deutschland setzen die Hersteller hauptsächlich Erdgas ein (2015: 13,51 TWh, 72,9 Prozent des gesamten Energieverbrauchs).⁶ Zusätzlich benötigen der elektrische Antrieb von Maschinen sowie das elektrische Zusatzheizen beim Schmelzen (beziehungsweise die vollständig elektrisch betriebenen Schmelzwannen) 3,99 TWh Strom (21,5 Prozent).

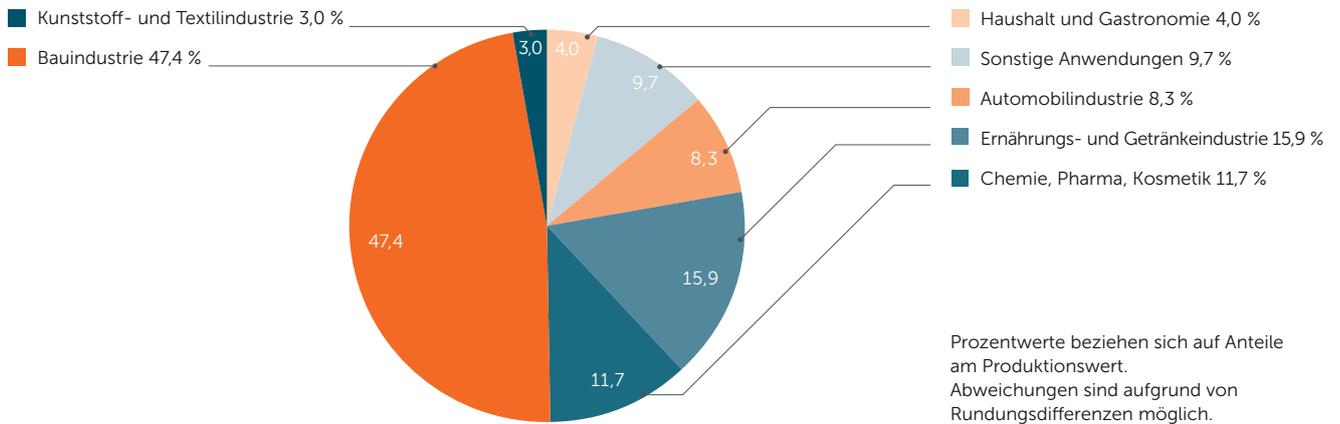
³ Vgl. BV Glas 2020a, S. 14. Da es sich um Angaben des BV Glas handelt, werden Betriebe ab 20 SV-Beschäftigte berücksichtigt.

⁴ BV Glas 2020a, S. 9.

⁵ Ebd.

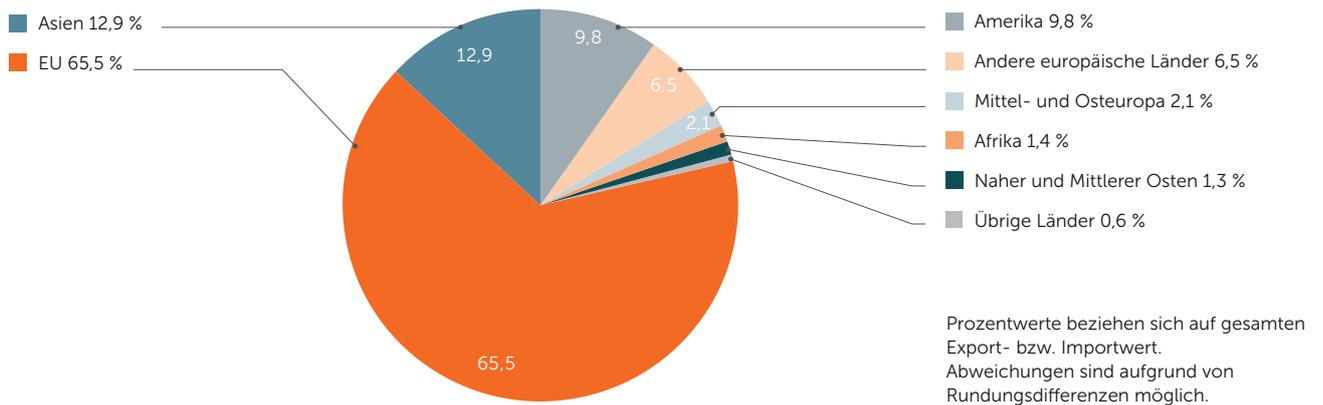
⁶ BMWi 2019, S. 2.

Abbildung 4: Kundenstruktur der Glasindustrie



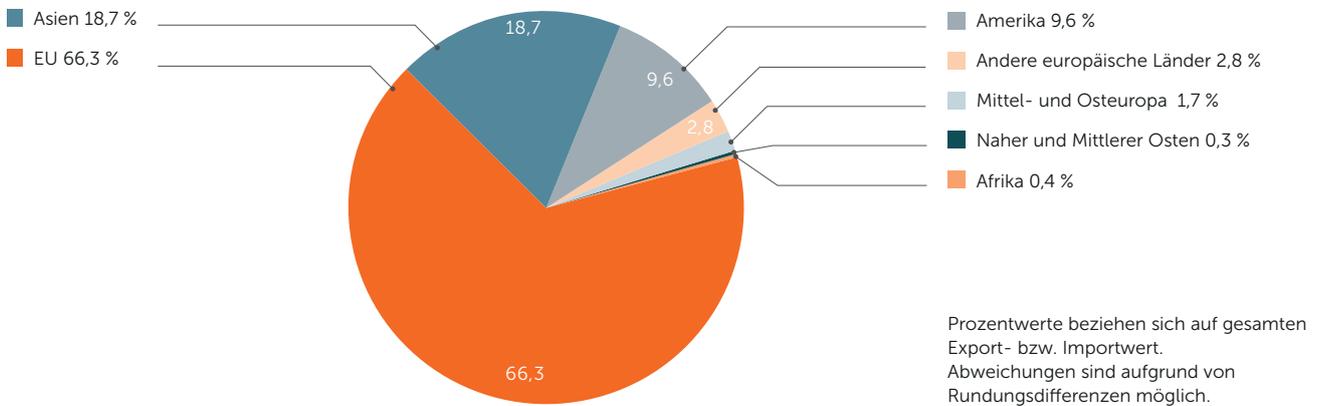
Quelle: BV Glas Jahresbericht 2019, S. 14

Abbildung 5: Ausfuhr von Glaswaren nach Weltregionen, 2019



Quelle: BV Glas Jahresbericht 2019, S. 13

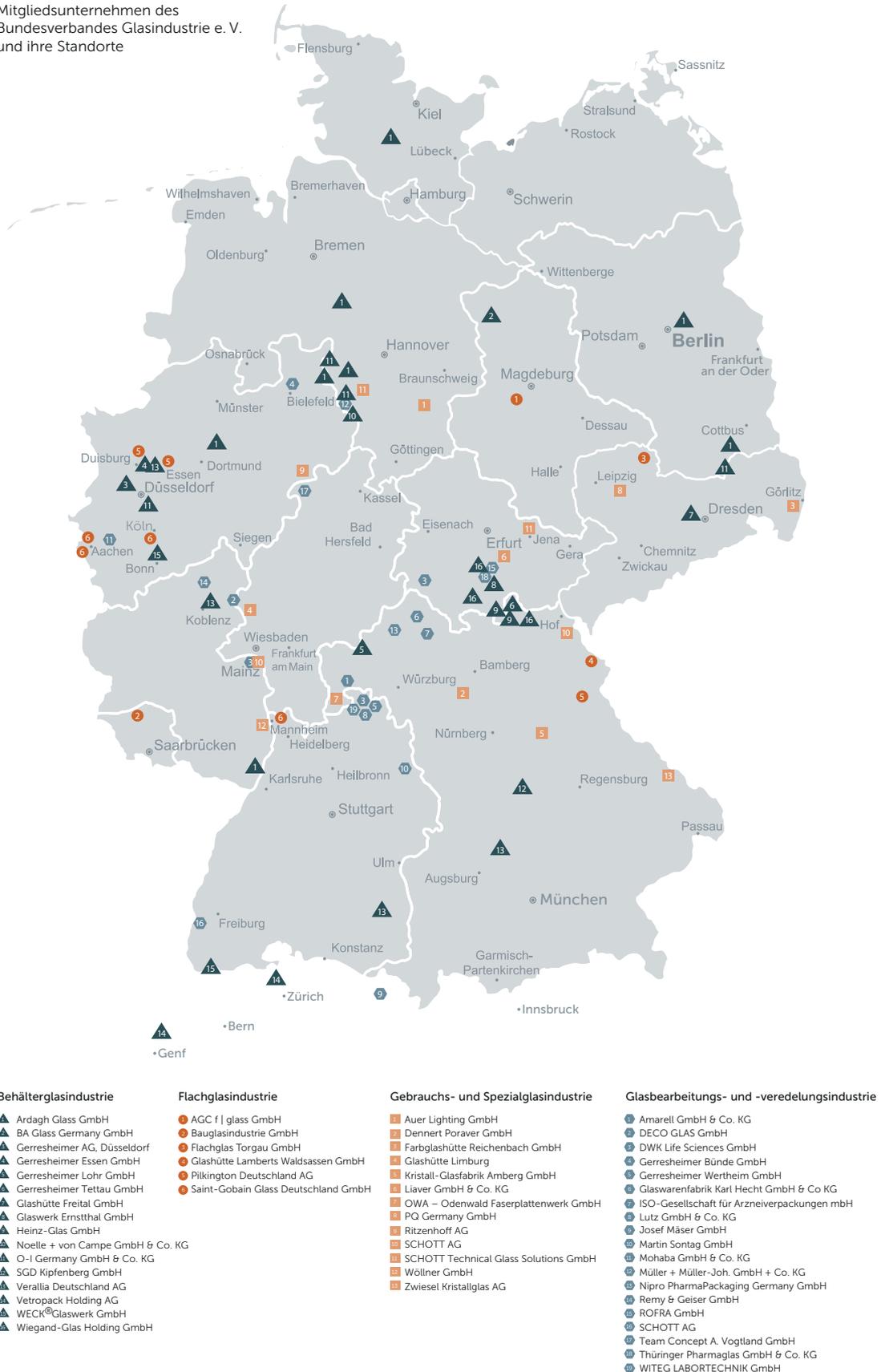
Abbildung 6: Einfuhr von Glaswaren nach Weltregionen, 2019



Quelle: BV Glas Jahresbericht 2019, S. 13

Abbildung 7: Regionale Verteilung der Glasindustrie Deutschlands

Mitgliedsunternehmen des Bundesverbandes Glasindustrie e. V. und ihre Standorte



Quelle: BV Glas Jahresbericht 2019, S. 38

In einigen Schmelzaggregaten wird Prozesswärme noch durch den Einsatz von Heizöl erbracht (0,77 TWh; 4,1 Prozent). Je nach Glasart und Produktionsverfahren entfallen bis zu 85 Prozent des Energiebedarfs auf den Schmelzprozess.⁷

Der größere Teil der Wärmeenergie wird benötigt, wenn Temperaturen von mehr als 500 Grad erforderlich sind. Insofern ist es nur selten möglich, erneuerbare Energien wie Solarthermie, Wärmepumpen und KWK-Anlagen zu nutzen.

Dennoch bemühen sich die Glasunternehmen seit Jahren, verstärkt Energie einzusparen. In Deutschland sind die Arbeitskräfte über das „Betriebliche Vorschlagswesen“ des § 87 Betriebsverfassungsgesetz direkt in Aktivitäten eingebunden, die Energieeffizienz betreffen.

Um den Anreiz zu verstärken, Energieeffizienz- und THG-Minderungspotenziale zu erschließen, unterstützt die Deutsche Energie-Agentur (dena) entsprechende Anstrengungen. Kürzlich hat sie 13 Leuchtturmprojekte zur Energie- und CO₂-Einsparung benannt, darunter drei aus der Glasindustrie. Zu den ausgewählten Leuchtturm-Unternehmen gehören zwei Flachglashersteller sowie ein Betrieb aus der Behälterglasindustrie.⁸ Zwei der Beispiele konzentrieren sich auf die Koppelung mit anderen Sektoren (Landwirtschaft, regionales Fernwärmenetz), eines auf die Nutzung von Abwärme.

Mit den Leuchtturmauszeichnungen möchte die dena gute Praxisbeispiele sichtbarer machen und andere Unternehmen zum Nachahmen anregen. Ziel ist es auch, staatliche Regulation zu optimieren. Energieeffizienz- und THG-Minderungsmaßnahmen haben häufig den Nachteil, dass sie sich ausschließlich auf betriebliche Aspekte konzentrieren. Diese Grenzen werden durch Projekte der Sektorenkopplungen überwunden. Damit sind häufig erheblich größere Effizienzpotenziale zu heben.

Seit einigen Jahren unterstützt die Bundesregierung deshalb betriebsübergreifende Ansätze im Rahmen der sogenannten *Initiative Energieeffizienz-Netzwerke*. Mit dem Bundeswirtschaftsministerium haben rund 22 Verbände und Organisationen der Wirtschaft vereinbart,

500 Netzwerke bis 2020⁹ zu initiieren und Energieeffizienzpotenziale zu erschließen. Ein derartiger Energieeffizienz-Verbund besteht aus 5–15 Betrieben und hat das Ziel, durch einen regelmäßigen, moderierten und systematischen Erfahrungsaustausch die möglichen Einsparpotenziale der einzelnen Unternehmen oder Werke mit geringerem Aufwand als bei einer singulären Energieberatung verfügbar zu machen. Dadurch wird eine Senkung der Energiekosten und somit indirekt der THG-Emissionen erreicht.

Die Glasindustrie ist in der Energieeffizienz-Netzwerk-Initiative der Bundesregierung sehr aktiv. Glasunternehmen haben sich bislang in sieben Energieeffizienz-Netzwerken und damit überproportional engagiert. Folge-Netzwerke sind im Entstehen. In der Regel sind in diesen Verbänden inkrementelle Energieeffizienz-Verbesserungen zu erschließen. Technologische Sprünge – wie heutzutage notwendig – sind in diesem Rahmen jedoch eher nicht zu erwarten.

⁷ Ebd.

⁸ Im Einzelnen handelt es sich erstens um AGC f | glass GmbH aus Osterweddingen in Sachsen-Anhalt. Der Produzent wurde für ein Verfahren zur CO₂-Auswaschung aus Rauschgasen der Herstellung von Flachglas verbunden mit einer Weiterleitung der Wärme zu Heizzwecken an die benachbarte Landwirtschaft benannt. (siehe: <https://www.co2-leuchttuerme-industrie.de/leuchtturmprojekte/leuchtturm-projekt-der-agc-f-glass-gmbh/>). Die Noelle + von Campe GmbH & Co. KG aus Boffzen in Niedersachsen konnte zweitens mit dem Einsatz einer energieeffizienten Glaswanne in der Produktion von Behältern mit Wärmerückgewinnung überzeugen (vgl. <https://www.co2-leuchttuerme-industrie.de/leuchtturmprojekte/leuchtturm-projekt-der-noelle-von-campe-gmbh-co-kg>). Die Pilkington Deutschland AG aus Nordrhein-Westfalen nutzt drittens die Abwärme von zwei Floatglas-Linien am Standort Gladbeck zur Einspeisung in das regionale Fernwärmenetz (<https://www.co2-leuchttuerme-industrie.de/leuchtturmprojekte/leuchtturm-projekt-der-pilkington-deutschland-ag/>).

⁹ Dieses Ziel konnte wegen der Corona-Krise nicht ganz geschafft werden; die Initiative wurde jedoch verlängert.

3

3. Transformationstrends: Globalisierung, Digitalisierung und demografischer Wandel

Glas als Werkstoff sowie als Vorleistungs- oder Konsumgut hat einen hohen Stellenwert für Wirtschaft und Gesellschaft. Der Wirtschaftszweig „Herstellung von Glas und Glaswaren“ gilt als traditionell und technologisch größtenteils ausgereift. Die industrielle Produktion erfordert vergleichsweise hohe Investitionen in Glaswanne- und Veredelungsanlagen. Die Herstellung von Glas ist energieintensiv, Energiekosten sind deshalb seit Langem prägende Herausforderungen für die Unternehmen. Wegen dieser Rahmenbedingungen ist die Glasindustrie insgesamt stark konzentriert und große Teile der Branche befinden sich in den Händen multinationaler Konzerne. Die demografische Entwicklung sowie der zunehmende Fachkräftemangel führten dazu, dass Automatisierung und Digitalisierung aktuell bei den Glasherstellern und -verarbeitern hohe Priorität genießen.

3.1 Globalisierung

In Deutschland sind einige Teilsegmente der Glasindustrie bereits stark vermachtet. Konzentrationsprozesse in der Glasindustrie wurden geschichtlich häufig durch technologische Entwicklungen und die damit verbundenen Investitionen angestoßen. Oftmals überstieg der Investitionsbedarf neuer Technologien die finanziellen Möglichkeiten einzelner Betriebe. Hüttensterben und Fusionen – letzteres erst regional und national, dann auf europäischer und internationaler Ebene – waren die Folge.

Eine erste Konzentrationsphase war in der Frühphase der Industrialisierung zu beobachten. Dank der in den 1860er-Jahren eingeführten *Siemensschen Regenerativöfen* und der in den 1880er-Jahren folgenden *Wannenöfen* konnte die Glasnachfrage bedient werden, die durch neue Glasarchitekturen angestiegen war (Glasgewölbe, verglaste Wintergärten und gläserne Einkaufspassagen). Allerdings erforderten die neuen Technologien hohe Investitionen. Viele kleinere Betriebe schieden aus dem Markt aus.

Die Umstellung vom Blasverfahren auf das mechanische *Fourcault-Ziehverfahren* – benannt nach dem belgischen

Erfinder Emile Fourcault – und das *Libbey-Owens-Verfahren* – entwickelt vom Amerikaner Irving Colburn – führte zu weiterem Hüttensterben und zu Fusionen in den 1920er-Jahren.

Um die Kriegsschäden zu beseitigen, setzte nach der Währungsreform 1948 ein Boom auf Fensterglas in Deutschland ein. Mit der Nachfrage stieg die Beschäftigung an. Sie erreichte 1970 einen Höhepunkt mit fast 100.000 Arbeitsplätzen.

Anfang 1959 stellte Alastair Pilkington sein *Floatglasverfahren* der Öffentlichkeit vor. Dabei wird die flüssige Glasschmelze fortlaufend in ein Bad aus flüssigem Zinn geleitet. Auf diesem schwimmt (englisch *to float*) das Glas, ohne sich mit dem Zinn zu vermischen. Wenn es am kühleren Ende des Bades ankommt, ist es erstarrt und kann entnommen und weiter gekühlt werden. Das Verfahren wird seit den 1960er-Jahren industriell angewandt; durch Lizenz auch in Ostdeutschland. Das Floatglasverfahren hat seither die damals bekannten Methoden zur Flachglasherstellung weitgehend verdrängt.¹⁰

Da jedoch die geringen verbliebenen Zinnspuren auf einer Seite des Floatglases einigen speziellen Anwendungen entgegenstehen, erhielt das *Overflow-Down-Draw-* oder *Fusion-Verfahren* eine gewisse Bedeutung, zum Beispiel für LCD/TFT-Displays.

Als Folge dieser Entwicklungen ist die Glasindustrie in Deutschland heutzutage relativ stark konzentriert. Die Produktionsstätten sind im Vergleich zu anderen Sektoren zwar verhältnismäßig klein, die Werke werden indes häufig durch große multinationale Konzerne gesteuert und geführt.

Die Herstellung von Flachglas dominieren in Deutschland das französische Unternehmen SAINT-GOBAIN und der japanische Konzern NSG-Pilkington mit jeweils mehreren Glashütten.

¹⁰ In der Entwicklung des Floatverfahrens kamen in der Folgezeit sogenannte Edgerollmaschinen zum Einsatz, deren Weiterentwicklung zu den heute üblichen Toprollmaschinen führte. Diese Entwicklung gab dem Floatbadverfahren erst die heutige Bedeutung, da mit dem Verfahren unterschiedliche Glasdicken hergestellt werden können.

Die 1665 gegründete Gruppe SAINT-GOBAIN verzeichnete im Jahr 2019 einen Umsatz von 42,6 Milliarden EUR und beschäftigte rund 170.000 Mitarbeiter*innen weltweit. Das Unternehmen ist in 68 Staaten aktiv. Glas stellt inzwischen einen kleineren Teil der Geschäftsaktivitäten dar. Dennoch ist die SAINT-GOBAIN-Gruppe nach eigenen Angaben die Nr. 1 bei Flachglas in Europa und die Nr. 2 weltweit. In Deutschland sind etwa 2.500 Beschäftigte für SAINT-GOBAIN im Glassegment tätig.

Einer der Hauptkonkurrenten des französischen Unternehmens ist in Deutschland die NSG Group mit Hauptsitz in Japan. Dieser weltweit führende Hersteller von Glas und Glasprodukten für die Bereiche Automotive (Erstausrüster- und Fahrzeugglasersatzteilgeschäft), Architectural (Glas für Neubauten, Renovation und Solaranwendungen) und Creative Technologies (hochveredelte Gläser für Displays, Optoelektronik sowie Glasfaserprodukte) wurde 1918 gegründet. 2006 übernahm NSG den britischen Glashersteller Pilkington plc und verschaffte sich ein starkes Bein im europäischen Markt. Die NSG Group erwirtschaftete im Geschäftsjahr 2019/2020 einen Umsatz von rund 4,6 Milliarden EUR und hatte weltweit etwa 27.000 Beschäftigte. Das Unternehmen hat Produktionsstandorte in 30 Staaten und Vertriebsaktivitäten in über 100 Ländern.

Weitere internationale Hersteller von Flachglas sind die AGC Corporation (Japan),¹¹ Guardian (USA).¹² Sisecam (Türkei) sowie verschiedene chinesische Glasproduzenten. Durch Produktionswerke in Deutschland oder in angrenzenden europäischen Staaten wirken sie auf den Wettbewerb in Deutschland ein.

Rund 75 Prozent des in Deutschland hergestellten Behälterglases werden in Werken von fünf Unternehmen hergestellt (siehe Tabelle 2). Die Produktionspalette ist indes so vielfältig, dass es nicht immer unmittelbar zu Konkurrenzbeziehungen zwischen den Gesellschaften kommt. Die Konzentration ist weniger ausgeprägt als im Flachglassegment.

Führender Hohlglasproduzent ist die irische Ardagh Gruppe. Sie erzielte 2019 mit über 16.000 Beschäftigten weltweit einen Umsatz von sieben Milliarden US-Dollar. Acht der 56 Produktionswerke sind in Deutschland lokalisiert. Die Aktien der Gerresheimer AG befinden sich in Streubesitz. In vier deutschen Werken ist die Gruppe sowohl in der Herstellung von Behältern für die Ernährungsindustrie als auch für die chemische und pharmazeutische Wirt-

schaft aktiv. Die Schott AG mit Stammsitz in Mainz gehört der Carl-Zeiss-Stiftung und ist führend bei der Herstellung von Behälterglas für chemische und pharmazeutische Anwendungen. Die Verallia Deutschland AG gehörte unter dem Namen SAINT-GOBAIN Oberland AG bis August 2016 zum SAINT-GOBAIN-Konzern. Sie wurde an eine Finanzgruppe mit Hauptsitz in Frankreich veräußert. Verallia liefert Glasverpackungen für die Getränke- und Nahrungsmittelindustrie. Die Wiegand-Glas Holding GmbH befindet sich in Familienbesitz. Weitere größere multinationale Unternehmen im deutschen Hohlglassegment sind die O-I-Gruppe und BA Glass Germany.

Während der Konzentrationsprozess im Flachglassegment bereits weit fortgeschritten ist, ist der Hohlglasbereich deutlich heterogener strukturiert. Hier scheinen noch Potenziale zu bestehen, die Werke stärker in europäische oder internationale Netzwerke einzubinden. Moderne Produktionsstätten in Ost-/Mitteleuropa sowie expandierende Anbieter aus Asien erhöhen den Wettbewerb auf den deutschen und europäischen Glasmärkten. Digitalisierung und die Entwicklung von THG-armen Technologien könnten für einen neuen Restrukturierungsschub sorgen.

3.1.1 Die industriepolitische Rolle Chinas

Im Rahmen ihrer im März 2020 dargelegten neuen industriepolitischen Strategie möchte die EU-Kommission auf der Grundlage von Wettbewerb, offenen Märkten, weltweit führender Forschung und Technik sowie einem starken Binnenmarkt eine Führungsrolle übernehmen, um die Industrie auf grüne und digitale Technologien umzustellen. Diese Transformation – bei der es auch darum geht, Arbeitsplätze zu erhalten, aufzubauen und zu sichern – wird jedoch teilweise durch unlautere Methoden anderer Staaten bedroht.¹³ In letzter Zeit wird insbesondere Chinas Rolle in der Weltwirtschaft diskutiert. Im aktuellen Hauptgutachten widmet sich die deutsche Monopolkommission in einem umfangreichen (vierten) Kapitel dieser Problematik.¹⁴

Um das Jahr 2010 herum setzte China mit seiner industriepolitischen Strategie im Bereich Photovoltaik der Glasindustrie in Deutschland indirekt stark zu. Damals vollzog sich ein immenser Auf- und Ausbau der Zell- und Modulfertigung in China, der größtenteils durch Finanzakteure und Staatsfonds gestützt wurde. Eingeleitete Verfahren zu Handelsverletzungen sowohl in den USA als auch in der EU belegten vielfach den Vorwurf der indirekten Subventionierung.

¹¹ In Deutschland unter dem Namen AGC f | glass GmbH (Osterweddingen) vertreten. Die AGC Corporation zeigt an, die Nr. 1 im globalen Markt für Flach- und Autoscheibenglas zu sein.

¹² In Deutschland befindet sich ein Produktionswerk in Thalheim. Die Guardian Gruppe ist seit 2017 vollständig im Besitz der Koch Industries-Gruppe.

¹³ Vgl. EU-Kommission 2020.

¹⁴ Monopolkommission 2020.

Die anschließend ergriffenen Antidumping- und Anti-subsventions-Maßnahmen konnten den Niedergang der europäischen Photovoltaikindustrie jedoch nicht stoppen. Mittlerweile sind die großen Solarzellen- und Modulhersteller in China und anderen asiatischen Staaten konzentriert – mit entsprechenden Rückwirkungen auf die Wertschöpfungskette. Viele Glasbetriebe in Deutschland haben dadurch im vergangenen Jahrzehnt Zugänge zum PV-Markt und erheblich an Nachfrage verloren.

Bisheriges Leitprinzip der EU-Regierungen war es, Offenheit hinsichtlich der Handelsströme und der Investitionen als Basis für den Wohlstand europäischer Gesellschaften und für die Wettbewerbsfähigkeit ihrer Unternehmen zu betrachten.¹⁵ Diese Maxime verlangt indes einen fairen Wettbewerbsrahmen zwischen den Handel treibenden Nationen.

Laut der Monopolkommission ist China aktuell weder eine Marktwirtschaft noch eine Planwirtschaft. Das „Reich der Mitte“ verfolgt mit seiner „Sozialistischen Marktwirtschaft mit chinesischen Merkmalen“ vielmehr ein hybrides Wirtschaftsmodell. Anders als in den europäischen Marktwirtschaften greift der chinesische Staat stärker in das Wirtschaftsgeschehen ein, um industriestrategische Ziele zu erreichen. Das kann beispielsweise dadurch geschehen, dass Industriezweige gegenüber dem Wettbewerb durch selektive Marktöffnung abgeschottet werden. Weitere Eingriffe geschehen durch Lizenzvergabe und andere Investitionsbeschränkungen sowie durch Subventionen für staatliche oder privatwirtschaftliche Unternehmen.¹⁶

Umso mehr überraschte die Nachricht Ende Dezember 2020, dass sich die EU und China nach rund sieben Jahren Verhandlungen auf ein Investitionsschutzabkommen geeinigt haben. Der Vertrag soll für Unternehmen aus der EU einfacheren Zugang zum chinesischen Markt (etwa in der Finanz-, Automobil- und Gesundheitsbranche) schaffen sowie mehr Sicherheit durch Annäherung der Wettbewerbsbedingungen gewähren.

Zurückgeführt wird das Einvernehmen darauf, dass die chinesische Regierung substanzielle Zusagen bei drei Säulen des Vertrags gemacht haben soll: bei einem besseren Marktzugang für europäische Firmen, bei fairen Wettbewerbsbedingungen sowie bei Umwelt- und Sozialstandards.

Für das letzte Themenfeld fehlt indes ein Zeitplan für die Ratifizierung der ILO-Konventionen. Einige Europaparlamentarier kritisieren deshalb die Vereinbarung und drohen mit einer Verweigerung der Zustimmung. Demgegenüber wünschen sich größere Verbände in Deutschland – wie der Verband der Automobilindustrie (VDA), dessen Mitgliedsunternehmen bereits 350 Standorte in China unterhalten – eine rasche Unterzeichnung.

Ob das EU-China-Investitionsabkommen auch Chancen für kleinere Branchen wie die Glasindustrie bietet, ist unklar. Die vergangenen Erfahrungen beim Aufbau einer Wertschöpfungskette im Bereich Photovoltaik zeigen jedoch, dass Interessen kleinerer Wirtschaftssegmente handelspolitisch bislang nur unzureichend geschützt werden konnten.

3.2 Digitalisierung

Infolge der Corona-Krise hat Deutschland einen wahren Digitalisierungsschub erlebt. Viele Tätigkeiten, von denen man früher dachte, sie seien nur im Werk zu erbringen, wurden ins Homeoffice verlegt. Auch im Engineering konnten in den vergangenen Jahren Fortschritte erzielt werden. Maschinen und Anlagen arbeiten immer präziser und verbrauchen in der Regel weniger Energie. Der Umbau des Glasherstellungs-, Bearbeitungs- und Verwaltungsprozesses zu einem ganzheitlichen, übergreifenden Prozess mittels Digitalisierung schreitet voran.¹⁷

Kern der Glasherstellung ist das Schmelzen in Wannen mit bis zu 1.650 °C. Mit Blick auf die „Glasfabrik der Zukunft“ arbeiten viele Produzenten in Kooperation mit Maschinenbauern und Softwareherstellern intensiv daran, große Datenmengen, die Sensoren an den Schmelz-, Formgebungs- und Abkühlprozessen erfassen, auszuwerten, zu strukturieren und nutzbar zu machen.¹⁸ Ziel dieser „Big-Data“-Aktivitäten ist es, neue Erkenntnisse über den Herstellungsprozess zu gewinnen und sie in energieeffizientere, vor allem treibhausgasärmere Verfahren sowie qualitativ bessere Produkte umzusetzen. Dazu tragen unter anderem hochauflösende Kameras und intelligente Bildverarbeitung bei. Sie liefern Informationen aus dem Inneren der Wannen, die bis vor wenigen Jahren nicht zu erhalten waren. Zur Optimierung der Produktionsprozesse werden auch sogenannte digitale Zwillinge geschaffen.¹⁹ Sie ermöglichen es, die industrielle Software und Automatisierung der realen Welt mit der virtuellen Welt und

¹⁵ Auf Handelsaktivitäten entfallen fast 35 % des Bruttoinlandsprodukts der EU-Staaten und sie sind für rund 35 Mio. Arbeitsplätze ursächlich. Durch ausländische Direktinvestitionen werden zudem etwa 16 Mio. Beschäftigungsverhältnisse gesichert.

¹⁶ Monopolkommission 2020.

¹⁷ Die Bedeutung von Digitalisierungsaktivitäten bei energieintensiven Industriezweigen, wozu auch die Glasindustrie zählt, wird allgemein im Endbericht der sog. High-Level Group on Energy-Intensive Industries beschrieben. Siehe: High-Level Group on Energy-Intensive Industries 2019.

¹⁸ Die Chancen der Digitalisierung im Glassegment werden zum Beispiel von Siemens dargestellt. Vgl. Siemens 2017.

¹⁹ Siemens o. J.

ihren Cloud-basierten Systemen zu verbinden. Mittels Simulation und Echtzeit-Analyse gelingt es, Fehler bereits im Vorfeld oder recht früh zu entdecken und Gefahren zu minimieren. Der gesamte Lebenszyklus der Anlagen kann nun abgebildet und stetig optimiert werden.

Neben dem Glasherstellungsprozess nehmen Digitalisierungsaktivitäten in Glashütten weitere Organisationsbereiche, zum Beispiel die Lagerhaltung und Logistik, in Augenschein. Wenn sämtliche Ein- und Ausgänge konsequent gebucht werden, können bei optimaler Konfiguration der IT-Systeme Mindestbestände in der Materialwirtschaft hinterlegt werden. Bei Unterdeckung warnt die Software und löst automatisch notwendige Produktionen aus.

Des Weiteren ist die elektronische Verständigung mit Kunden und Lieferanten Voraussetzung dafür, eine „Smart Glass Factory“ zu verwirklichen. Die Realisierung eines digitalen Angebots-, Bestell- und Auftragswesens zwischen Marktpartnern bekam in weiten Teilen der Glasindustrie in den vergangenen Jahren einen hohen Stellenwert. Viele Glashersteller und -bearbeiter haben entsprechende Online-Plattformen beziehungsweise -shops aufgebaut.

Durch die Webshops ist es möglich, die virtuellen Bestellungen direkt oder nach kurzer Prüfung an die Produktion zu übergeben. Ohne die früher übliche doppelte Auftragserfassung verkürzen sich die Durchlaufzeiten, was beim Glashersteller Kosten spart. Zugleich kann sich der Kunde jederzeit ein Bild über den aktuellen Bearbeitungsstand seines Auftrages machen und sich Dokumente über das integrierte Informationsportal herunterladen.

Kurzum: Die Digitalisierung führt zu Veränderungen in (fast) allen Bereichen der Glasunternehmen sowie zwischen Zulieferern und Kunden. Die Beschaffungs-, Produktions- und Absatzprozesse werden strukturiert, intern und extern vernetzt sowie optimiert. Diese Entwicklungen führen dazu, dass sich die Anforderungen an die Beschäftigten wandeln.

Die Auswirkungen der digitalen Transformation wurden im Jahr 2019 mit der Umfrage „Veränderungen der Arbeit und Potenziale der Digitalisierung, neue Belastungskonstellationen sowie deren Auswirkungen auf die Beschäftigten“ für verschiedene Wirtschaftssektoren genauer erfasst.²⁰

Die Glasindustrie war laut den interviewten Beschäftigten einer der Wirtschaftsbereiche, in dem bislang relativ wenig digitale Kommunikations- und Informationssysteme (E-Mails, Intranet, Groupware, Videotelefonie) genutzt werden. Gleiches gilt für ERP-, CRM- und Verwaltungsprogramme sowie Big-Data-Anwendungen und künstliche Intelligenz. Dennoch liegen vielfach Erfahrungen sowie Betriebsvereinbarungen und -regelungen zu bestimmten digitalen Themenfeldern vor.

Als herausfordernd wurden Kompetenzen, hohe zeitliche Flexibilität, schnellere und zunehmende Arbeit, die Gleichzeitigkeit mehrerer Aufgaben sowie anspruchsvollere Tätigkeiten wahrgenommen. Die Befragten stufen diese Bedrohungen aber nur als mittleres Problem ein. Die Rahmenbedingungen für eine Qualifizierung zur Digitalisierung wurden im Glassektor besonders schlecht bewertet. Dasselbe kann für die Beteiligung der Beschäftigten bei der Einführung digitaler Technologien am Arbeitsplatz festgehalten werden.

Dennoch waren die Befragten der Umfrage überzeugt, mit den technologischen Entwicklungen im Glasbereich Schritt halten zu können. Sie sahen nur geringe quantitative und qualitative Belastungen bei einer verstärkten Digitalisierung. Trotz Schicht- und Wochenendarbeiten wurde eine gute Vereinbarkeit zwischen Berufs- und Privatleben festgestellt. Die Interviewten der Glasindustrie waren überdurchschnittlich offen für weitere Änderungen am Arbeitsplatz.

Diese Bereitschaft zum Wandel könnte in einen konstruktiven Dialog zu Digitalisierung und Industrie 4.0 überführt werden. Mögliche Themenfelder könnten dabei unter anderem sein:

- Mobile Arbeitsformen und Arbeitszeitmodelle; etwa hinsichtlich der Zunahme an Arbeitsaufgaben, die im Homeoffice erledigt werden können,
- neue Herausforderungen und Vorschriften in Bezug auf Gesundheit und Sicherheit am Arbeitsplatz,
- Qualifikationen im Zusammenhang mit lebenslangem Lernen,
- Datenschutz und -sicherheit sowie
- Leistungsüberwachung.

²⁰ Die Erhebung führte Goodwork im Auftrag der Stiftung Arbeit und Umwelt der IG BCE durch. Härtwig et al. 2019.

3.3 Aktivitäten zur Bewältigung des demografischen Wandels

Bereits vor Jahren war es für Glasbetriebe schwierig, Nachwuchs und Fachkräfte zu gewinnen. Angesichts dieser Entwicklungen nahmen sich die Unternehmen und der Glasarbeitgeberverband (BAGV) der wachsenden demografischen Herausforderungen an.

Im Jahr 2017 wurde das Ausbildungsstellenportal „Zukunft im Glas“ gestartet.²¹ Mitgliedsbetriebe des BAGV können auf dieser Plattform kostenfrei für Ausbildungsplätze werben. Durch das gemeinsame digitale Auftreten soll eine breitere Öffentlichkeit erreicht werden, um passende Auszubildende für offene Stellen zu finden.

Im Jahr 2018 lag die Ausbildungsquote in der Glasindustrie bei etwa 4,9 Prozent. In den Unternehmen der Glasbranche werden neben den klassischen Glasberufen wie Flachglastechnolog*in oder Verfahrensmechaniker*in Glastechnik auch sektorenübergreifend relevante Berufe wie Industriemechaniker*in, Elektroniker*in oder kaufmännische Berufe ausgebildet. Der Anteil der glas-spezifischen Auszubildenden lag bei etwa 20 Prozent. Die Gruppe der weiteren gewerblich-technischen Auszubildenden war mit circa 57 Prozent und die der Beschäftigten mit kaufmännischen Ausbildungen mit etwa 23 Prozent vertreten. Die beiden beliebtesten Berufsbilder der letzten Jahre waren Verfahrensmechaniker*in Glastechnik sowie Industriemechaniker*in.²² Die Quote der dual Studierenden in der Glasindustrie lag 2018 bei etwa 0,5 Prozent.

Fachleute weisen darauf hin, dass einige Ausbildungen – wie zum Beispiel das Berufsbild Verfahrensmechaniker*in Glastechnik – reformiert werden müssten, um attraktiver zu werden. Laut BAGV konnten weniger als 50 Prozent der Betriebe in letzter Zeit auf eine ausreichende Anzahl geeigneter Stellensuchender zurückgreifen, um die Ausbildungsplätze angemessen zu besetzen. Auf die zunehmend mangelhafte Ausbildungsreife reagieren Glasunternehmen unter anderem mit betriebsinternen Nachhilfeangeboten sowie ausbildungsbegleitenden Unterstützungsleistungen der Bundesagentur für Arbeit.

Vielfach geben Glasbetriebe auch lernschwächeren Jugendlichen eine Chance auf einen Ausbildungsplatz. Als erfolgversprechendes Modell hat sich dabei die betriebliche Einstiegsqualifizierung (EQ) herausgeschält.

Diese begleitenden Maßnahmen für Menschen mit eingeschränkten Vermittlungsperspektiven werden gezielt durch die Bundesagentur für Arbeit unterstützt.²³

Das Qualifizierungsniveau dürfte in der Glasindustrie unter dem Durchschnitt der Industrie liegen. Dennoch zeigt die gelebte Praxis vielfältige Ansätze zum generationenübergreifenden Wissenstransfer im Tandem, zur Nachbesetzung der Meisterebene, zur Talententwicklung für Schlüsselpositionen sowie zur Nachfolgeplanung.²⁴ Auch finden sich Beispiele, Arbeitsplätze altersspezifisch zu gestalten.²⁵ All diese Maßnahmen unterstützten die Unternehmen dabei, Wissensträger und wertvolle Fachkräfte aufzubauen und im Werk zu halten. Zudem ist Wissenssicherung und -transfer das Gebot der Stunde, da in den nächsten Jahren eine große Alterskohorte mit viel Erfahrungswissen in Rente geht.

Die Beschäftigung in den Glasunternehmen befindet sich im Umbruch. Generationen mit verschiedenen Werten und Prioritäten treffen aufeinander und diese müssen ausgeglichen werden. Gute Arbeitsatmosphäre, Wertschätzung von Leistung und abwechslungsreiche Aufgaben werden generationenübergreifend geschätzt. Jüngere Beschäftigte bevorzugen stärker flexibilisierte Arbeitszeiten. Aufstiegs- und Entwicklungsmöglichkeiten sind für sie dagegen weniger wichtig als für die ältere Beschäftigtengruppe, die zudem Entscheidungsbefugnisse wertschätzt. Unternehmen werden zukünftig zunehmend unterschiedliche Erwartungen der verschiedenen Altersgruppen der Beschäftigten berücksichtigen müssen, um als Arbeitgeber attraktiv zu bleiben.

In Teilen der Glasverarbeitung hat der Automatisierungsgrad der Produktion deutlich zugenommen. Es wird erwartet, dass dieser Trend anhält. Um die Anlagen effizient nutzen, bedienen und warten zu können, benötigen die Beschäftigten oftmals vertiefte Kenntnisse in den Bereichen Automatisierungs- und Steuerungstechnik sowie Digitalisierung. Die Aneignung beziehungsweise Weiterentwicklung digitaler Kompetenzen bei den Beschäftigten wird immer wichtiger.

Um die Wettbewerbsfähigkeit der Unternehmen zu sichern und mit der „abnehmenden Halbwertszeit des Wissens“ Schritt halten zu können, wird „lebenslanges Lernen“ folglich zur Grundvoraussetzung. Viele Glasbetriebe versuchen deshalb, berufliche Weiterbildung wo immer möglich in den Arbeitsprozess zu integrieren.

²¹ ZIG; siehe <https://www.zukunftimglas.de>

²² BAGV 2020, S. 21.

²³ Ebd., S. 136 f.

²⁴ Ebd., S. 138.

²⁵ Ebd., S. 116 ff.

4

4. Herausforderung Energiewende, Nachhaltigkeit und Treibhausgasneutralität

Auf Grundlage des Pariser Klimaabkommens des Jahres 2015 und der entsprechenden Beschlüsse im Europäischen Rat möchte Europa die wirtschaftlichen Strukturen bis zum Jahr 2050 treibhausgasneutral ausgestalten. Bis 2030 strebt die EU eine Minderung der THG-Emissionen um 55 Prozent im Vergleich zu 1990 an. Entsprechend werden die Ziele der Bundesregierung angepasst werden müssen.

Um die ambitionierten Ziele zu erreichen, ist in den nächsten Jahrzehnten geplant, den Ausbau erneuerbarer Energieanlagen stetig zu steigern, die fluktuierende Einspeisung durch Sektorenkopplung zu optimieren und weitere umfangreiche Minderungsanstrengungen in allen THG-emittierenden Sektoren Deutschlands durchzuführen. Auch die Glasindustrie wird vermutlich vollständig neue Energiequellen und teilweise neue Technologien benötigen. In den folgenden Abschnitten werden entsprechende Aktivitäten der Unternehmen, Forschungseinrichtungen und Verbände beschrieben.

4.1 Heute übliche Verfahren der Glasherstellung

Unabhängig von der Glasart verläuft der wesentliche Teil des Herstellungsprozesses von Glas bis zur Formgebung annähernd identisch. Allein bei der Zusammensetzung der Rohstoffe, beim Scherbenanteil (Recyclingglas), beim Formgebungsprozess und bei der Glasveredelung bestehen Unterschiede.²⁶

Der Herstellungsprozess von Glasprodukten kann grob in fünf Schritte unterteilt werden:²⁷

- Gemenge-/Scherbenzubereitung
- Schmelze mit den Teilschritten Schmelzen, Läutern und Homogenisieren
- Formgebungsprozess (je nach Produkt und Glasart)
- Spannungsfrei/-arm kühlen/tempnern
- Qualitätsprüfung und Verpackung, eventuell Veredelung (siehe Abbildung 6)

Die Chemie des Glases beziehungsweise der Glasschmelze ergibt sich vor allem aus den Anforderungen an das

Glasprodukt sowie den Erfordernissen des Formgebungsprozesses. Die Ansprüche an die Glasware betreffen beispielsweise technische Beständigkeit, physikalische Eigenschaften, optische Funktionen wie Farbe sowie elektrische Eigenschaften und anderes mehr. Beim Formgebungsprozess steht im Vordergrund, die Anforderungen an die Abkühlgeschwindigkeit und das Viskositäts-Temperatur-Verhalten der Schmelze optimal aufeinander abzustimmen. Zudem spielen Preise und Verfügbarkeit von Rohstoffen eine wichtige Rolle.

Prozesscharakterisierung

Bei der Zubereitung des Gemenges werden die mineralischen und chemischen Rohstoffe (vor allem Sand, Soda, Kalk, Dolomit und Natriumsulfat) sowie Recycling- und Eigenschmelzen gewogen, gemischt und bei Bedarf gemahlen. Dadurch werden das Einschmelzverhalten sowie die späteren chemischen und mechanischen Eigenschaften des Glases bestimmt.

Das Gemenge wird in einem zweiten Schritt in einem Schmelzaggat („Wanne“) mittels geeigneter Energieträger (in Deutschland meistens Erdgas und/oder elektrische Energie) bei hohen Temperaturen (bis 1.650 °C) geschmolzen. Es entsteht eine von Schmelzrelikten sowie Blasen befreite, chemisch homogene Masse.

Diese Schmelze wird bei allen Glassorten (außer dem Flachglas) über einen sogenannten Speiser (englisch *Feeder*) zur Formgebung geleitet. In den Feedern wird der Glasschmelze weitere Energie zugeführt, sodass das für die Formgebung benötigte Temperaturniveau gehalten wird und die Viskosität optimal erhalten bleibt.²⁸

Die Formgebungsmethode – der dritte Schritt des Herstellungsprozesses – ist dabei durch das anzufertigende Glasprodukt vorgegeben. Behälterglas wird mit Hilfe von sogenannten Individual-Section-Maschinen – parallel geschalteten Press- und/oder Blaseinheiten – nach einer Portionierung mit Hilfe eines Tropfenschnittes ausgebildet.²⁹

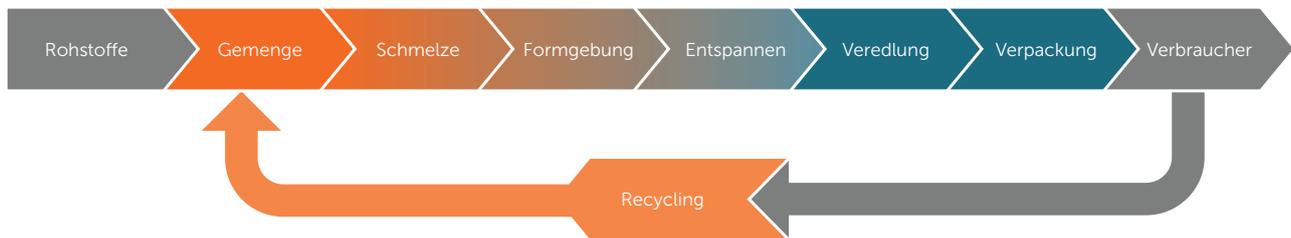
²⁶ Vgl. BMWi 2019.

²⁷ Vgl. Fleischmann et al. 2018, S. 75 ff.

²⁸ Ebd., S. 78 sowie BMWi 2019, S. 11.

²⁹ Die bislang gängigen 3-Tropfen-IS-Maschinen werden aktuell abgelöst durch 4-Tropfen-Maschinen. Vgl. Meuleman 2020.

Abbildung 8: Idealisierter Wertschöpfungsprozess Glas



Quelle: Energiewende in der Industrie 2020, S. 7 sowie Fleischmann et al. 2018, S. 74

Für Flachglas wird das speziell entwickelte Floatverfahren genutzt (siehe oben). Die Dicke des Glases wird dabei unter anderem durch die Ziehgeschwindigkeit bestimmt, mit welcher die Glasschmelze durch den Floatkanal gezogen wird.³⁰ Die Beheizung der Floatkammer erfolgt ausschließlich elektrisch.

Bei der Herstellung von Glasfasern kommt hauptsächlich das Düsenziehverfahren zum Einsatz. Dabei werden Glasfäden durch mechanische Kräfte aus der Schmelzwanne durch kleine Düsen zu dünnen Fäden ausgezogen. Der energetische Anteil ist deshalb mit 30 bis 50 Prozent am Gesamtenergiebedarf relativ hoch.³¹ Faserwerkstoffe werden nach einem Zerfaserungsprozess weiterverarbeitet.

Auf die Formgebung folgt als vierter Prozessschritt eine Temperaturbehandlung in entsprechenden Kühl- oder Temperöfen. Hier stehen viele Technologien zur Verfügung.³² Ziel ist vor allem, die bei der Formgebung auftretenden mechanischen Spannungen und Schäden an der Oberfläche abzubauen oder zu vermeiden. Für das kontrollierte Abkühlen des Floatglases werden beispielsweise im Kühlkanal elektrisch betriebene Heizelemente genutzt.

Nach der heutzutage in der Regel automatisierten Qualitätsprüfung der Glasprodukte auf Mängel aus der Schmelze oder Formgebung werden die Produkte im fünften und letzten Schritt verpackt und ausgeliefert, veredelt oder zuweilen als Halbzeug weiteren Verarbeitungsschritten zugeführt.

In diesem fünfphasigen Gesamtprozess sind die Glasschmelzaggregate der zweiten Phase von herausragender Bedeutung. Ihre Wichtigkeit ergibt sich aus dem hohen Energieverbrauch und den daraus abzuleitenden THG-Emissionen. Folgende Arten von „Glaswannen“ werden unterschieden:³³

- Hafenoöfen für kleine Produktionsmengen (< 1 t/d) mit zyklischer diskontinuierlicher Betriebsweise; sie werden mit fossilen Brennstoffen oder (voll-)elektrisch beheizt.
- Wannenöfen für geringe Tagestonnagen (< 10 t/d), ebenfalls mit fossilen Brennstoffen beheizt sowie in der Regel kontinuierlich betrieben.
- Wannenöfen für Produktionsmengen zwischen 10 und 1.000 t/d in kontinuierlichem Dauerbetrieb. In Deutschland werden diese Wannen hauptsächlich mit Erdgas beheizt.
- Voll elektrische Schmelzwannen, die in Deutschland für eine maximalen Tonnage von unter 10 t/d bis 50 t/d ausgerüstet sind und meistens im kontinuierlichen Betrieb gefahren werden. Die international größten vollelektrisch betriebenen Wannen haben inzwischen eine Tagestonnage von über 200 t/d.

Deutsche Glashütten setzen den fossilen Energieträger Erdgas bei rund 75 Prozent der Wannen zur Herstellung von Behältern ein. Gleichzeitig wird Strom beim Schmelzen in Form sogenannter elektrischer Zusatzheizungen genutzt (kurz EZH). In Deutschland verfügen bereits 45 von insgesamt 60 Behälterglaswannen über eine EZH.³⁴ Auch einige Flachglaswannen sind mit elektrischen Zusatzheizungen ausgestattet. Die elektrische Leistung einer EZH beträgt 5–15 Prozent der Schmelzleistung einer Glaswanne. Sie kann sowohl positiv als auch negativ variiert werden. Technisch gibt es folglich einige Flexibilisierungsmöglichkeiten. Diese könnten im Zuge der Energiewende und bei erhöhter Bereitstellung von Strom aus Anlagen der erneuerbaren Energie genutzt werden.³⁵

Der Herstellungsprozess von Glas in größeren Mengen erfolgt nach dem Anfahren (Aufheizen, Erwärmen) der Glasschmelzwanne und der Zugabe von Scherben

³⁰ BMWi 2019, S. 11.

³¹ Ebd., S. 12.

³² ICF Consulting Services/Fraunhofer ISI 2019, S. 61

³³ Vgl. Fleischmann et al. 2018, S. 79

³⁴ Ebd.

³⁵ Ebd.

kontinuierlich. Ohne Unterbrechung muss die Produktion im Warmbetrieb 24 Stunden am Tag, sieben Tage die Woche und 52 Wochen im Jahr gehalten werden. Abhängig von der Fahrweise und dem eingesetzten Feuerfestmaterial laufen die Anlagen je nach Wannentyp 10–20 Jahre ohne Unterbrechung. Erst dann erfolgt ein Stillstand mit dem Wechsel beziehungsweise der Erneuerung der feuerfesten Auskleidung: die sogenannte Kaltreparatur der Wanne.

Ein unerwünschter Stillstand und das Abkühlen des Schmelzaggregats mit Erstarren der Schmelze würde zur Zerstörung der Wanne und zum völligen Zusammenbruch der Produktionskette führen. Enorme wirtschaftliche Schäden wären die Folge. Eine Glaswanne muss deshalb auch im Notbetrieb und bei Minimalbesetzung stetig über 24 Stunden am Tag „warm“ gehalten werden.

4.2 Energiebedarf und Emissionen

Im Glassegment entstehen THG-Emissionen energiebedingt hauptsächlich bei der Schmelze durch Nutzung fossiler Brennstoffe. Zudem wirkt sich der Energie-Mix auf die fremdbezogene Elektrizität aus. Laut Fachleuten entstehen in der Behälter- und Flachglasherstellung zusätzlich prozessbedingt etwa 20 Prozent CO₂-Emissionen. Allerneueste Energie- und Emissionsdaten liegen öffentlich detailliert nicht vor.³⁶

Im Rahmen des vom Bundesministerium für Wirtschaft und Energie angestoßenen Vorhabens „Energiewende in der Industrie – Potenziale, Kosten und Wechselwirkungen mit dem Energiesektor“ wird von dem in der Tabelle 3 angegebenen Energiebedarf in der Glasindustrie in Höhe von rund 64 Millionen PJ pro Jahr ausgegangen.³⁷ Bei allen Glasarten ist die Schmelze der energieintensivste Prozessschritt.

Im Jahr 2015 emittierten die Glasunternehmen in Deutschland rund 4,9 Millionen Tonnen CO₂. Die direkten CO₂-Emissionen des Herstellungsprozesses (3,7 Millionen Tonnen) und die indirekten Emissionen (0,6 Millionen Tonnen) lassen sich auf die verschiedenen Glassegmente wie in Tabelle 4 dargestellt aufschlüsseln. Der Unterschied zum Gesamtemissionsbetrag entfällt auf zusätzliche Aktivitäten wie zum Beispiel Logistik. Deutlich wird, dass durch die Herstellung von Behälterglas die meisten Emissionen der Glasbranche entstehen.

In der Vergangenheit konnte in Europa innerhalb von 50 Jahren der CO₂-Ausstoß bei der Herstellung einer Tonne Glas um 70 Prozent verringert werden (siehe Abbildung 9). Vor allem Verbesserungen im Ofenbau sowie die Nutzung von Abwärme führten dazu, dass der Emissionsausstoß seit 1960 stetig reduziert werden konnte. Auch die Höhe des Scherbeneinsatzes wirkt sich auf die Höhe der Emissionen aus.

Tabelle 3: Spezifischer Energieverbrauch pro Tonne verkaufsfähiges Glas sowie Gesamtenergieverbrauch

Produkt	Teilprozess	Strom [GJ/t _{glas}]	Brennstoffe [GJ/t _{glas}]	Gesamt [GJ/t _{glas}]	Gesamt [PJ/a]
Behälterglas		1,4	5,8	7,2	28.656
	Schmelze	0,5	4,9	5,4	
	Sonstiges	0,9	0,9	1,8	
Flachglas		3,3	9,3	12,6	27.002
	Schmelze	0,7	7,9 ³⁵	7,7	
	Sonstiges	2,6	1,4 ³⁴	2,8	
Glasfasern		1,8	7,1	8,9	3.106
	Schmelze	0,6	7,0 ³⁵	5,4	
	Sonstiges	1,2	0,1	1,3	
Spezialglas		5,0	11,5	16,5	5.150
	Schmelze	2,0	11,2	13,2	
	Sonstiges	3,0	0,3	3,3	
Gesamt	–	–	–	–	63.914

Quelle: Fleiter 2013, zit. in: BMWi 2019, S. 6

³⁶ Vgl. Umweltbundesamt 2020.

³⁷ BMWi 2019, S. 6.

Tabelle 4: CO₂-Emissionen der verschiedenen Glassorten

Glassorte	Direkte energiebedingte Emissionen [t _{CO2} /t _{Glas}]	Direkte energiebedingte Emissionen [t _{CO2} /a]	Prozessbedingte Emissionen [t _{CO2} /t _{Glas}]	Prozessbedingte Emissionen [t _{CO2} /a]	Direkte CO ₂ -Emissionen [t _{CO2} /a]	Indirekte CO ₂ -Emissionen [t _{CO2} /a]
Behälterglas	0,36 / (82 %)	1.432.800	0,08 / (18 %)	318.400	1.751.200	295.183
Flachglas	0,46 / (71 %)	985.780	0,19 / (29 %)	407.170	1.392.950	222.515
Glasfasern	0,75 / (88 %)	261.750	0,1 / (12 %)	34.900	296.650	31.061
Spezialglas	0,7 / (92 %)	218.470	0,06 / (8 %)	18.726	237.196	92.590
Gesamt	-	2.898.800	-	779.196	3.677.996	641.349

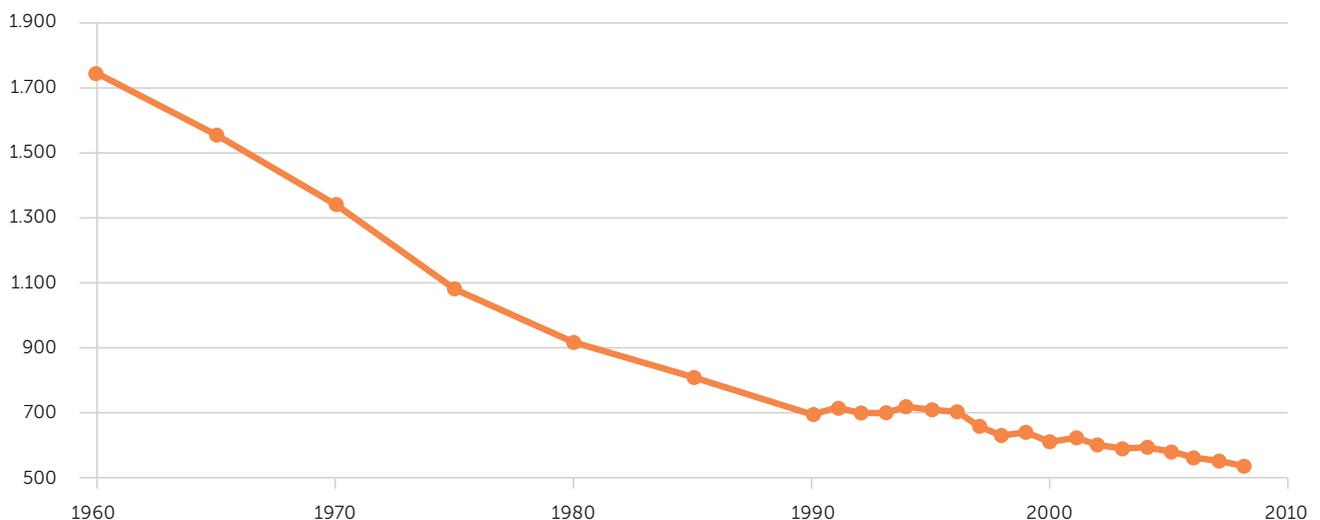
Quelle: Schmitz et al. 2011, zit. in: BMWi 2019, S. 9

In der Hohlglas- oder Behälterglasindustrie wird mittlerweile etwa ein Drittel der benötigten Energie durch Wärmerückgewinnung zur Verfügung gestellt und der Energiebedarf dadurch deutlich reduziert. Der Energiebedarf und somit die THG-Bilanz kann aufgrund der Qualitätsanforderungen an das Glas in der Behälterglasindustrie durch einen hohen Anteil von recyceltem Glas beziehungsweise Glasscherben reduziert werden, so dass Glasscherben bei vielen Herstellern zwischen 65 Prozent und 90 Prozent Primärglas ersetzen und somit den Hauptbestandteil der Rohstoffe zur Behälterglaszerzeugung umfassen. Bei Grünglas werden Quoten von 95 Prozent, bei Braunglas von 60 bis 80 Prozent und bei Weißglas von 50 bis 70 Prozent von Glasscherben erzielt. Jedoch gibt es Unterschiede bei der maximalen Einsatzquote von recyceltem Glas. Diese Anteile sind durch

Ungleichmäßigkeiten bei den Altglasfarben bedingt und liegen etwa beim Braun- und Grünglas wesentlich höher als beim Weißglas.³⁸

Sowohl in der Abwärmenutzung als auch hinsichtlich der Recyclingquote sehen Fachleute in Deutschland sowie Europa noch – wenn auch nur geringe – Emissionsminderungspotenziale.

Die Fortschritte, CO₂ zu verringern, sind in den letzten Jahren deutlich abgeflacht, weil man sich hinsichtlich der Produktion an der Grenze des technisch Machbaren bewegt. Insofern bedarf es zukünftig weitaus größerer technologischer Sprünge, um die Vorgaben des Pariser Klimavertrages sowie die gestiegene Nachfrage der Kunden nach CO₂-freien Glasprodukten zu erfüllen.³⁹

Abbildung 9: Reduktion der CO₂-Emissionen, 1960–2010

Quelle: Glass Alliance Europe, The European glass sector contribution to a climate neutral economy, Brussels, June 2019 (auf Basis von Daten des France's Institut du Verre)

³⁸ Leisin 2020a, S. 19.

³⁹ Vgl. Meuleman 2020, S. 15.

Folglich haben einige größere Glashersteller sich strategisch dieser Zielsetzung angenommen. Beispielhaft verkündete der Spezialglashersteller SCHOTT AG (Mainz) im Dezember 2020, bis 2030 klimaneutral zu werden. Das Projekt „Zero Carbon“ ist integraler Teil der neuen Konzernstrategie.⁴⁰ Der Aktionsplan zur Klimaneutralität umfasst die vier Handlungsfelder Verbesserung der Energieeffizienz, Umstieg auf regenerativen Strom, neue Technologien mit Fokus auf Wasserstoff sowie Kompensation technologisch nicht vermeidbarer Emissionen durch Investitionen in Klimaschutzprojekte (wie zum Beispiel Aufforstungsvorhaben).

Bereits im November 2020 hatte SAINT-GOBAIN öffentlich bekannt gegeben, bis 2050 treibhausgasneutral werden zu wollen. Im Rahmen einer neuen CO₂-Roadmap wurde das Zwischenziel für 2025 bestätigt und ein ambitionierteres Ziel für 2030 bekanntgegeben.⁴¹ Die 2030-Ziele des französischen Konzerns beinhalten eine Reduktion der direkten und indirekten CO₂-Emissionen (Scope 1 und 2) um 33 Prozent in absoluten Zahlen gegenüber dem Jahr 2017. Neben der Optimierung und Reduzierung des Energieverbrauchs soll mittelfristig ein Umstieg zu CO₂-ärmeren Energieträgern wie Biogas, regenerativem Strom oder dem Einsatz von grünem Wasserstoff erfolgen. Zudem ist geplant, sowohl Zulieferer als auch Logistikprozesse in die THG-Minderungsaktivitäten einzubeziehen. Jährlich werden 100 Millionen EUR für klimabezogene Forschungs-, Entwicklungs- sowie Demonstrationsprojekte zur Verfügung gestellt. Die Managergehälter werden teilweise an der Erreichung der Klima- und Nachhaltigkeitsziele ausgerichtet.⁴²

Auch andere Glasunternehmen haben sich der Reduzierung von Treibhausgasemissionen angenommen, wie die folgenden Praxis-Beispiele zeigen. Aufgrund der internationalen Konkurrenzsituation ist jedoch vorzuschicken, dass die THG-Minderungsbemühungen in deutschen Glashütten nicht dazu führen dürfen, dass der industrielle Umbau die Wettbewerbsfähigkeit der Betriebe in Deutschland zu stark beeinträchtigt und sie ihre Produktion aufgeben oder verlagern (sogenanntes Carbon Leakage⁴³). In Deutschland oder den EU-Staaten hergestellte Glaswaren müssen auch zukünftig weiterhin attraktiv für den Kunden bleiben. Aufgrund des Energie-Mixes sowie anderer Faktoren gibt es in dieser Beziehung zwischen den EU-Staaten große Gefälle, so dass

wirtschaftspolitisch einfache Lösungen oftmals nicht möglich sind.

4.3 Ansätze zur Reduzierung von Treibhausgasemissionen in der Glasherstellung

Das folgende Kapitel widmet sich den aktuellen Aktivitäten der Glashersteller und der sie unterstützenden Forschungseinrichtungen sowie Maschinenbauunternehmen, die die Energiewende unterstützen und die Produktion in Deutschland THG-ärmer gestalten wollen. In einem Exkurs werden vergleichbare THG-Minderungsanstrengungen in der Glasindustrie des Vereinigten Königreichs beschrieben. Angesichts der internationalen Einbindung der deutschen Glasindustrie ist zu erwarten, dass bei positiven Ergebnissen die technologischen Resultate auf Deutschland ausstrahlen und in deutsche Unternehmen transferiert werden.

Kaum technisches Flexibilitätspotenzial in der Behälterglasherstellung

Die Behälterglasherstellung umfasst zwar nur etwas mehr als ein Viertel der Beschäftigung in der Glasindustrie Deutschlands. Mit einem Anteil von über 50 Prozent an der Gesamtmenge des verkaufsfähigen Glases besitzt dieses Segment jedoch größere Bedeutung für die Glasherstellung insgesamt. Mit 8,8 Prozent am Bruttoproduktionswert ist die Herstellung von Hohlglas des Weiteren überdurchschnittlich energieintensiv. Deshalb wurde im Rahmen der Kopernikus-Projekte⁴⁴ zur Unterstützung der Energiewende diese Subbranche auf Flexibilitäts- und THG-Minderungspotenziale untersucht.⁴⁵

Die Fachleute kamen zum Ergebnis, dass für eine an regenerative Energien angepasste Fahrweise nur äußerst begrenzte Möglichkeiten im üblichen Herstellungsprozess von Hohlgläsern bestehen. Wie bereits oben erwähnt, ist zum einen selbst eine kurzfristige Unterbrechung des „normalen“ Schmelzvorganges in der Glaswanne nicht möglich. Die Glasherstellung ist ein kontinuierlicher Prozess, der 8.760 Stunden im Jahr betrieben werden muss. Zum anderen hat die Glasschmelze zeitlich einen strengen Temperaturverlauf einzuhalten, „um eine für den Prozessschritt notwendige Viskosität aufzuweisen. Somit sind die einzelnen Produktionsschritte miteinander gekoppelt und auf den Schmelzprozess abgestimmt.“⁴⁶

⁴⁰ Vgl. Schott 2020.

⁴¹ Vgl. SAINT-GOBAIN 2020.

⁴² Ebd.

⁴³ Carbon Leakage bedeutet, dass Unternehmen Produktion oder Investitionen in Länder verlagern, in denen sie aufgrund geringerer Klimaschutzambitionen niedrigere CO₂-Kosten schultern müssen. Mögliche Varianten für einen zukunftsfesten Carbon-Leakage-Schutz im Vergleich hat die Stiftung Arbeit und Umwelt in einem Diskussionspapier (09/2020) vorgestellt.

⁴⁴ Die Kopernikus-Projekte bilden eine der größten Forschungsinitiativen der Bundesregierung zum Thema Energiewende. In vier Forschungssträngen entwickeln Partner aus Wissenschaft, Wirtschaft und Zivilgesellschaft Lösungen für eine sichere, saubere und bezahlbare Energieversorgung.

⁴⁵ Vgl. Fleischmann et al. 2018.

⁴⁶ BMWi 2020a, S. 1.

Rund drei Viertel der in der Behälterglasindustrie eingesetzten Schmelzaggregate setzen allerdings eine elektrische Zusatzheizung ein. In Ausfelder et al. 2018 wird die installierte EZH-Leistung in der deutschen Behälterglasindustrie mit circa 75 MW angegeben.⁴⁷ Der elektrische Energieeintrag kann über die elektrische Zusatzheizung technisch um etwa 33 Prozent positiv oder negativ variiert werden. Durch Nutzung der EZH ergibt sich somit ein positives beziehungsweise negatives Flexibilitätspotenzial in Höhe von rund 25 MW. Hierbei handelt es sich indes um den theoretisch größten Wert. Jeder Einzelfall ist gesondert zu prüfen.⁴⁸

Letztendlich steckt das vorgegebene Temperaturfenster zur Erzielung einer hohen Glasqualität den Flexibilitätsrahmen ab. Wegen der starken „Temperaturempfindlichkeit“ des Produktionsprozesses ist technisch nur eine minimale Flexibilisierung des Einsatzes elektrischer Energie in der Herstellung von Behälterglas gegeben. Die Leistung der EZH kann nur für wenige Minuten variiert werden.

Zusätzlich wirken sich folgende Faktoren hemmend auf eine variable Behälterglasherstellung aus:⁴⁹

- Die Einhaltung der Lieferverpflichtungen gegenüber Kunden hat immer Priorität vor dem Anbieten von Produktionsflexibilität.
- Änderungen der Prozessbedingungen führen zu Veränderungen der Produktqualität des Glases und sowohl zu erhöhtem Ausstoß als auch zu größerem Energiebedarf.
- Folglich gibt es gegenläufige Wechselwirkungen zwischen energetischer Effizienz durch flexible Produktion und THG-Minderung.

Kurzum: Neben den technischen Begrenzungen behindern auch ökonomische Umstände in großem Maße eine Flexibilisierung des Herstellungsprozesses von Behälterglas. Von daher wird mittels vorhandener Technologien nur geringes erschließbares Potenzial gesehen, die Energiewende in dieser Hinsicht zu unterstützen und CO₂-Emissionen zu reduzieren.

Die heutige Glasindustrie ist als energieintensive Branche auf wettbewerbsfähige und stabile energiepolitische Rahmenbedingungen und eine hohe Energiesystemstabilität angewiesen. Diese Leitplanken geben den Rahmen für grundlegende Innovationen vor.

Die in der Branche am meisten diskutierten Alternativen sind Elektrifizierung von Großwannen oder Einsatz von Wasserstoff.⁵⁰

Die „Schmelzwanne der Zukunft“ in der Behälterglasindustrie – Elektrifizierung, Ökostrom und erhöhte Recyclingquote

Mitte März 2020 kündigten 20 europäische Behälterglashersteller an, ein großes Hybrid-Elektro-Schmelzaggregat bauen zu wollen.⁵¹ Dieses auch Oxy-Fuel-Hybridwanne bezeichnete Aggregat soll zu 80 Prozent mit Ökostrom betrieben werden und den fossilen Energieträger Erdgas größtenteils ersetzen. Die CO₂-Emissionen einer Behälterglashütte sollen dadurch um bis zu 50 Prozent verringert werden. Die Hybrid-Elektro-Wanne wäre die weltweit erste ihrer Art.

In vielen der 150 Glashütten in Europa wird bereits mit Elektro-Schmelzaggregaten gearbeitet. Doch diese Schmelzwannen sind klein und werden ausschließlich zur Herstellung von Weißglas aus Rohstoffen genutzt. Glascherben kommen kaum oder gar nicht zum Einsatz. Mittels des neuen Hybrid-Elektro-Schmelzaggregats soll eine Glaswanne pro Tag über 300 Tonnen Glas in jeder beliebigen Farbe produzieren und gleichzeitig große Mengen von Recycling-Glas nutzen können. Berechnungen ergaben, dass mit jeder Steigerung des in der Glaswanne eingeschmolzenen Recycling-Glases um zehn Prozent weitere drei Prozent des Energieverbrauchs und zusätzlich fünf Prozent an CO₂-Emissionen eingespart werden können.

Die Flexibilität der Hybridtechnologie soll zudem ermöglichen, bei Versorgungsengpässen auf andere Energieträger umzuschalten. Produktionsunterbrechungen sind bei der „Schmelzwanne der Zukunft“ folglich ausgeschlossen; der kontinuierliche Produktionsprozess ist gewährleistet.

Im Vergleich zu einem konventionellen Schmelzaggregat liegen die Investitions- und Betriebskosten des Hybrid-Schmelzaggregats derzeit jedoch höher als bei fossil betriebenen Wannen. Kostenbetrachtungen ergaben, dass der finanzielle Mehraufwand über die zehnjährige Lebensdauer der Hybrid-Elektro-Schmelzwanne bis zu 40 Millionen EUR betragen könnte. Der Hauptgrund sind die höheren Stromkosten: Pro MWh sind sie derzeit noch dreimal so hoch wie Erdgas.

Neben personellen Ressourcen, die das breite Spektrum an Fachwissen abbilden, sind demzufolge erhebliche

⁴⁷ Vgl. Fleischmann et al. 2018, S. 91.

⁴⁸ Vgl. BMWi 2019, S. 2.

⁴⁹ Vgl. Fleischmann et al. 2018, S. 90.

⁵⁰ Vgl. Meuleman 2020, S. 15 f.

⁵¹ Vgl. zum Folgenden BV Glas/FEVE 2020.

finanzielle Mittel erforderlich, um die Machbarkeit der „Schmelzwanne der Zukunft“ zu zeigen, die Technologie serienreif zu machen und sie zu betreiben. Deshalb verfolgt die europäische Behälterglasindustrie erstmals diesen Ansatz gemeinsam und hat sich zur Zusammenarbeit verpflichtet beziehungsweise ihre Ressourcen mobilisiert. Sie erhofft sich ergänzend finanzielle Unterstützung durch die Europäische Kommission und hat einen Zuschuss über den ETS-Innovationsfonds beantragt.

Die Ardagh Group, der weltweit zweitgrößte Produzent von Behälterglas, hat sich bereit erklärt, die Demonstrationswanne im Jahr 2022 zu bauen. Erste belastbare Ergebnisse werden für das darauffolgende Jahr erwartet. Der CEO Martin Peterson der Ardagh Group, Glass Europe betonte bei der Bekanntgabe des Plans: „Wir möchten die Machbarkeit des elektrischen Schmelzens im kommerziellen Maßstab nachweisen, was den Behälterglasmarkt revolutionieren würde.“⁵² Die Hybrid-Elektro-Schmelzwanne wäre folglich ein Meilenstein auf dem Weg, die Behälterglasindustrie weiter zu defossilisieren.

Wie oben dargestellt würde auch ein höherer Recyclinganteil in der Behälterindustrie und in der „Schmelzwanne der Zukunft“ zu niedrigem Energieverbrauch und geringeren CO₂-Emissionen führen. Unter dem Slogan „Close the Glass Loop“⁵³ versuchen deshalb zwölf europäische Verbände (die Glashersteller und -aufbereiter, Abfüller, Markenfabrikanten, Einzelhändler, duale Systeme sowie Kommunen vertreten), das Glasrecycling auf 90 Prozent bis 2030 anzuheben und somit die Wertschöpfungskette nachhaltiger zu gestalten. Im Rahmen des Programms werden nationale Aktionspläne erstellt und umgesetzt. Die Federführung für den Aktionsplan für Deutschland liegt in den Händen des BV Glas.⁵⁴

Die Rolle von Wasserstoff: das Projekt HyGlass

Der BV Glas hat im Juni 2020 zudem das Forschungsprojekt „HyGlass“ gestartet. Im Rahmen des Vorhabens, das gemeinsam mit dem Gas- und Wärme-Institut Essen e. V. (GWI) umgesetzt wird, soll die Eignung von Wasserstoff als Ersatz für fossile Energieträger in der Glasproduktion erforscht werden. Das Projekt wird durch das Wirtschaftsministerium Nordrhein-Westfalen gefördert.⁵⁵

Im ersten Schritt sollen in einer Versuchsanlage die Auswirkungen verschiedener Wasserstoffzumischraten auf die Feuerungsprozesse bei der Glasherstellung

untersucht werden. Idealerweise könnten 100 Prozent Erdgas durch Wasserstoff substituiert werden – mit entsprechenden Rückwirkungen auf den Ausstoß von THG-Emissionen. Im zweiten Schritt sollen die Erkenntnisse auf reale Anlagen übertragen werden.

Bei einer vollständigen Umstellung der gesamten energiebedingten Prozesse in der Glasindustrie auf Wasserstoff läge das theoretische CO₂-Einsparpotenzial in Deutschland bei rund 3,3 Millionen Tonnen pro Jahr. 2015 wies Deutschland insgesamt einen Ausstoß von etwa 900 Millionen Tonnen CO₂Äq auf.⁵⁶ Der Einsatz von Wasserstoff in der Glasindustrie hätte folglich an der THG-Gesamtreduktion in Deutschland nur einen geringen Anteil.

Der Wasserstoff-Einsatz wäre indes mit grundlegenden technologischen Durchbrüchen verbunden. Kürzlich hat die niederländische Environmental Assessment Agency ermittelt, dass die elektrische Glasschmelze in der holländischen Glasindustrie einen technischen Reifegrad (TRL) von 7 hat. Demgegenüber wird der Einsatz von Wasserstoff nur mit einem TRL von 4 bewertet.⁵⁷ Elektrische Glaswannen haben gegenüber von wasserstoffbefeuerten Wannen also einen technologischen Realisierungsvorsprung. Wasserstoffbefeuerte Schmelzwannen benötigen folglich noch deutlich mehr Forschungs- und Entwicklungsanstrengungen als elektrisch betriebene Großwannen, um das TRL-Niveau 9 beziehungsweise die Marktreife zu erreichen.

Der folgende Exkurs nach Großbritannien zeigt, dass in anderen Staaten ebenfalls Akteure auf dem Gebiet der Wasserstofftechnologien im Glassegment aktiv sind. Zum einen würde ein erfolgreiches Demonstrationsprojekt einen klimapolitischen Beitrag zur Erreichung einer THG-neutralen Wirtschaft leisten. Gleichzeitig dürften die industrie- und beschäftigungspolitischen Effekte beachtlich sein, da sich international alle Staaten zu THG-Minderungen verpflichtet haben und nach technischen Lösungen suchen.

⁵² Ebd.

⁵³ Vgl. BV Glas 2020b.

⁵⁴ Vgl. BV Glas 2020c.

⁵⁵ Vgl. BV Glas 2020d.

⁵⁶ Ebd.

⁵⁷ Vgl. Meuleman 2020, S. 16.

Exkurs: Nachhaltigkeitsbestrebungen in der britischen Glasindustrie

Bereits im Jahr 2013 beschloss die britische Regierung, langfristige Dekarbonisierungs- und Energieeffizienz-Roadmaps für Großbritannien mit der Industrie zu entwickeln. Diese Roadmaps wurden auf die Branchen zugeschnitten, die im Vereinigten Königreich am meisten Treibhausgase ausstoßen. Das Programm konzentrierte sich auf die acht Sektoren Zement, Keramik, Chemie, Lebensmittel, Stahl, Raffinerien, Papier sowie Glas.

Detaillierte Untersuchungen wurden zunächst vom Department of Energy and Climate Change (DECC) sowie dem Department for Business, Innovation and Skills (BIS) in Auftrag gegeben. Die Berichte erstellte ein Konsortium bestehend aus WSP/Parsons Brinckerhoff and DNV GL. Zuarbeit kam von den industriellen Verbands- und Unternehmensvertretern, Vertretern obiger Ministerien sowie weiteren Fachleuten.

Nach einer Bestandsanalyse der Sektoren wurden einerseits vielversprechende technologische Möglichkeiten herausgearbeitet, Treibhausgase in den ausgewählten Wirtschaftssektoren zu verringern. Die Ansätze sind in Form aussichtsreicher branchenspezifischer CO₂-Minderungspfade synthetisiert. Andererseits konnten Maßnahmen und Instrumente beschrieben werden, die Unternehmen bei ihrem Weg hin zu einer THG-ärmeren Produktion bei Erhalt der internationalen Wettbewerbsfähigkeit unterstützen könnten.

Vor diesem Hintergrund wurde in der Folgezeit die Zusammenarbeit zwischen politischen und wirtschaftlichen Akteuren gestärkt und Themen bearbeitet, die sich auf die Zuliefernetzwerke, die Nachfrage der Konsumenten sowie die globalen technischen und wirtschaftlichen Herausforderungen beziehen. Aufbauend auf den Roadmaps werden die erarbeiteten Maßnahmen nun umgesetzt. Dabei erscheinen die Wasserstoff-Aktivitäten der NSG-Group am interessantesten.

Die Wasserstoff-Aktivitäten der NSG Group

Im Februar 2020 kündigte die japanische NSG Group (zu der in Europa das Pilkington-Unternehmen zählt) an, den Einsatz von Wasserstoff als alternativer Energieträger in ihrer Floatkammer zur Herstellung von Flachglas im Greengate Werk in St. Helens, Großbritannien, zu testen.⁵⁸

Die Initiative ist Teil eines Programms, das vom industriellen Konsortium HyNet im Nordwesten Englands geleitet

wird. Diese Einrichtung strebt die THG-Reduzierung in der Industrie, in den Haushalten und im Verkehr in der Region an. HyNet ist Teil des größeren North West Energy & Hydrogen Cluster im Vereinigten Königreich.

Die NSG Group wird untersuchen, ob Wasserstoff genutzt werden kann, um Erdgas oder Erdöl im Glasherstellungsprozess teilweise oder ganz zu ersetzen. Beide Energieträger sind derzeit noch Standard in der britischen Glasindustrie. Wenn beispielsweise Erdgas ganz durch (grünen) Wasserstoff ersetzt werden könnte, wäre laut Informationen der NSG-Group eine Reduzierung der CO₂-Emissionen um 80 Prozent die Folge. Die Projektarbeiten werden von Seiten der britischen Regierung mit 5,2 Millionen Pfund im Rahmen des sogenannten „Industrial Fuel Switching Scheme“ unterstützt.⁵⁹

Mit rund 27.000 Beschäftigten zählt NSG zu den großen Glasherstellern weltweit und verfügt über Produktions- und Verkaufsstätten in 100 Staaten. Bis 2030 hat sich der Konzern das Ziel gesetzt, die absoluten THG-Emissionen um 21 Prozent im Vergleich zum Niveau von 2018 zu verringern. In den vergangenen drei Jahren hat NSG laut eigenen Angaben die CO₂-Emissionen pro Produktionseinheit durch effizientere Energienutzung bereits um fünf Prozent reduziert. Die Nutzung von Wasserstoff würde diesen Prozess deutlich beschleunigen. Ausstrahlungseffekte sind auf andere Unternehmen und Länder zu erwarten.

4.4 THG-Minderung durch Nutzung von Glas in Gebäuden

Nicht nur in der Herstellung können Energie eingespart und CO₂-Minderungspotenziale erschlossen werden: Auch die Nutzung von leistungsstarkem Glas kann dies indirekt bewirken. Das Ziel der Treibhausgasneutralität Europas bis 2050 erfordert eine deutliche Senkung der CO₂-Emissionen auch im Gebäudesektor. Fachleute sind sich einig, dass leistungsstarke Fenster zur Erreichung der Klimaziele einen erheblichen Beitrag leisten können. Schließlich sind die heutigen Gebäude in Europa häufig noch mit veralteten, ineffizienten Verglasungen ausgestattet.

Laut Eurostat können europaweit 7,6 Prozent der Gebäude in der EU nicht angemessen warmgehalten werden. Bulgarien nimmt mit einem Wert in Höhe von 30,1 Prozent den Spitzenplatz ein; dicht gefolgt von Litauen (26,7 Prozent) und Zypern (21,0 Prozent). Deutschland liegt mit einem Anteil von 2,6 Prozent im vorderen Drittel. Die Staaten Österreich, Finnland, Schweden und Norwegen haben aktuell allerdings energetisch deutlich bessere Werte.⁶⁰

⁵⁸ NSG-Group 2020.

⁵⁹ Ebd.

⁶⁰ Vgl. Eurostat 2021.

Vor diesem Hintergrund hat der europäische Flachglasverband „Glass for Europe“ kürzlich das Forschungsinstitut TNO Built Environment und Geoscience beauftragt, Einsparpotenziale in Gebäuden Europas durch leistungsstarke Verglasungen für zwei verschiedene Zeiträume zu ermitteln.⁶¹ Betrachtungszeiträume sind 2020–2030 und 2030–2050.⁶²

Die installierten Fenster basieren im ersten Zeitraum bis 2030 auf einer Mischung von leistungsstarken Glasprodukten, die bereits heute auf dem EU-Markt erhältlich sind. Die 2030–2050 zu installierenden Fenstertypen sind noch nicht alle verfügbar,⁶³ leistungsstarke Fenster sind aktuell erst in der Entwicklung.⁶⁴

Im Rahmen der Szenarien wurde die Verglasung so gewählt, dass sie sieben Klimazonen berücksichtigt und für verschiedene Gebäudetypen eine optimale Energieeffizienz bietet. Für den Zeitraum 2020–2030 basiert die Energieeffizienz auf fünf Modellen von Low-E-Gläsern sowie fünf Arten von Sonnenschutzgläsern. Bei Nichtwohngebäuden mit großen Fensterfronten werden an den Gebäudefassaden in allen Klimazonen unterschiedliche Typen von Sonnenschutzverglasungen eingesetzt. Für Wohnungen in südlichen Regionen Europas erfolgt die Sonnenschutzverglasung überall. Für Wohnungen in anderen Regionen Europas werden an der Nord-, West- und Ostfassade mehrere unterschiedliche Low-E-Verglasungen genutzt. Währenddessen werden an der Südfassade Sonnenschutzverglasungen verbaut.

Entscheidend für den CO₂-Einsparerfolg ist die jährliche Renovierungsrate. Im TNO-Gutachten wird mit einer durchschnittlichen Fenstertauschrate in Höhe von 2,0 bis 2,5 Prozent pro Jahr gearbeitet. Im Basisszenario erfolgt jährlich eine zweiprozentige Renovierung der Fenster. Überlegungen der EU-Kommission gehen aktuell von einer Renovierungsrate von Gebäuden zwischen 2020 und 2030 von durchschnittlich 4,0 Prozent pro Jahr aus, also von weit schnelleren Effizienzmaßnahmen.

Würden alle Gebäude in den EU-Staaten mit leistungsstarken Verglasungen ausgestattet, könnten bis 2030 jährliche Energieeinsparungen von rund 75,5 Mtoe er-

reicht werden. Der Energieverbrauch würde dadurch bis 2030 um rund 29 Prozent geringer ausfallen. Die Folge wäre eine jährliche CO₂-Einsparung in Höhe von etwa 94,2 Millionen Tonnen CO₂ bis zum Jahr 2030 oder eine europaweite THG-Reduzierung um 28 Prozent.⁶⁵ Die beim Herstellungsprozess anfallenden THG-Emissionen würden also bereits in kürzester Zeit kompensiert werden.

Nahezu die Hälfte des für 2030 identifizierten maximalen Einsparpotenzials könnte laut der TNO-Studie in den nächsten zehn Jahren realisiert werden. Bei größeren Anstrengungen, wie zum Beispiel einer Verdoppelung der Fensterrenovierungsrate zwischen 2020 und 2030, könnte sogar die Freisetzung von 240 Millionen Tonnen CO₂ vermieden werden, also fast 150 Millionen Tonnen CO₂ mehr als im Basisszenario. Dieses Volumen entspricht den CO₂-Emissionen, die alle baltischen Staaten, Finnland, Schweden und Dänemark im Jahr 2016 zusammen ausstießen. Kurzum: Alleine durch Fenstererneuerungen rückt das europäische Klimaziel näher.

Fensterglas der Zukunft

Der Beitrag der Verglasung zu einem klimaneutralen Europa könnte bei Rückgriff auf neuere Technologien potenziell noch höher sein. In der Zusammenfassung der TNO-Studie betont der Verband Glass for Europe: „Neue Verglasungsprodukte wie schaltbare/elektrochrome Verglasungen, in Verglasungen integrierte Photovoltaik oder andere neuartige Technologien wurden in der TNO-Studie nicht berücksichtigt, obwohl ihr Einsatz zusätzliche CO₂-Einsparungen generieren könnte.“⁶⁶

Im Gegensatz zum Zeitraum bis 2030 wird in den TNO-Simulationen im Zeitraum 2030–2050 auch intelligentes Glas berücksichtigt. Dieses Glas ist derzeit noch nicht verfügbar, wird laut Expert*innenurteil bis dahin aber marktreife erlangen. Mit diesen nochmals wirkungsvolleren Verglasungen lassen sich zusätzlich 67,3 Mtoe Energie beziehungsweise jährlich durchschnittlich 68,5 Millionen Tonnen CO₂ einsparen.⁶⁷

Rahmenbedingungen für CO₂-Sanierung

Mit dem Klimapaket hatte die Bundesregierung bereits im Jahr 2019 eine Art grünes Modernisierungsprogramm für

⁶¹ Vgl. Glass for Europe, TNO-Kurzfassung 2019.

⁶² Die TNO-Studie analysiert mehrere Szenarien. Neben dem vollen Einsparpotenzial, bei dem alle Fenster in allen Gebäuden der EU-Länder mit leistungsstarker Verglasung ausgestattet werden, werden in der Untersuchung auch die Auswirkungen mehrerer Fenstertauschraten im Vergleich zum Basisszenario simuliert.

⁶³ Zu den intelligenten Gläsern zählen elektrochrome und thermochrome Fenster. Die Elektrochromie fußt auf Materialien, die ihre Lichtdurchlässigkeit durch Anlegen einer elektrischen Spannung ändern. Thermochrome Zellen basieren auf Substanzen, die ihre Infrarot-Reflexionseigenschaften mit steigender Temperatur ändern.

⁶⁴ Vgl. Glass for Europe, TNO-Kurzfassung 2019.

⁶⁵ Ebd. Aus der Kurzfassung ist nicht ganz ersichtlich, ob die bei der Herstellung der Fenster anfallenden THG-Emissionen gegengerechnet wurden.

⁶⁶ Ebd. S. 7.

⁶⁷ Ebd. S. 5.

Gebäude beschlossen. Im Konjunktur- und Krisenbewältigungspaket vom Juni 2020 hat sie dieses Sanierungsprogramm für die Jahre 2020 und 2021 um eine Milliarde EUR auf 2,5 Milliarden EUR aufgestockt.

Ergänzend zu den obigen Maßnahmen wurden 2020 mit der Verabschiedung des Gebäudeeffizienzgesetzes die rechtlichen Grundlagen für eine längerfristige Perspektive gelegt. Die bereits ergriffenen proaktiven politischen Maßnahmen machen die Renovierung von Gebäuden und den Einbau von leistungsstarken Gläsern in Deutschland attraktiv. Dazu gehören sowohl verbesserte Beratungsangebote als auch finanzielle Anreize.

Zusätzlich ist die öffentliche Hand als Vorbild für energieeffizientes Bauen und Sanieren gefordert. Auf Bundes-, Landes- und kommunaler Ebene gilt es, entsprechende Energieeffizienz-Investitionen im Gebäudebereich hochzufahren beziehungsweise weiterhin hochzuhalten. Ein Hemmnis sind derzeit vielerorts die fehlenden fachlichen Ressourcen für Genehmigungsprozesse der Bau- und Planungsämter.

Hier könnte es äußerst hilfreich sein, die Digitalisierung voranzutreiben. Viele Planungs- und Genehmigungsprozesse können digitalisiert und vereinfacht werden. Neben der verlässlichen Ausstattung der energetischen Förderung kann die Digitalisierung die Grundlage für die Steigerung der Energieeffizienz im Gebäudebereich und insbesondere der Fenstererneuerung darstellen.

4.5 Fazit: Nachhaltigkeit und Dekarbonisierung der Glasindustrie

Angesichts der klimapolitischen Debatten und insbesondere wegen der hohen Energiekosten bemüht sich die Glasindustrie seit Jahren verstärkt, CO₂-Emissionen zu verringern und technologische Durchbrüche hin zu einer THG-neutralen Wirtschaft zu organisieren.

Zu weiten Teilen wird die Glasherstellung bereits europäisch oder gar global gesteuert. Vor diesem Hintergrund überrascht es nicht, dass in der Behälterindustrie 20 europäisch agierende Unternehmen ihre Ressourcen gebündelt haben, um die „Schmelzwanne der Zukunft“ zu entwickeln. Zudem hat sich der europäische Glas-Verband darauf verständigt, bestehende Lücken im Recycling zu schließen. Die THG-Minderungsaktivitäten in Großbritannien basieren ebenfalls auf unternehmensübergreifende Netzwerkinitiativen.

Aufgrund hoher Investitionssummen und -zyklen infolge der langen Lebensdauer einer Schmelzwanne von bis zu 15 Jahren scheinen selbst global agierende Unternehmen angesichts des internationalen Wettbewerbs nicht gewillt oder in der Lage zu sein, die mit den Innovationssprüngen verbundenen finanziellen Herausforderungen zu stemmen. Schließlich läuft der Vorreiter bei der Umsetzung von neuen Produktionsverfahren Gefahr, dass sich technisch bedingte Ausfälle erhöhen und dass es zu größeren Fehlinvestitionen und Wettbewerbsnachteilen kommen kann.

Folglich bedarf es eines gemeinschaftlichen Vorgehens sowie einer integrierten europäischen industriellen Strategie, um die Umstellung auf THG-ärmere oder gar neutrale Technologien im Glassegment zu ermöglichen und betriebliche Risiken zu begrenzen. Eine Vielzahl der innovativen, THG-armen Technologien – wie beispielsweise die Nutzung von (grünem) Wasserstoff – sind im Glassegment sektorenübergreifend zu verorten. Entsprechend müssen Akteur*innen aus verschiedenen Wirtschaftssegmenten Lösungen entwickeln, um den Transformationsprozess gemeinsam voranzutreiben. Dazu bedarf es entsprechender Dialogplattformen beziehungsweise Moderationen.

Die **Glass Alliance Europe** nennt folgende mögliche technologische Innovationen: den Zugang zu und die Nutzung von kohlenstoffneutralen Energiequellen (wie zum Beispiel Biogas oder andere CO₂-freie Brennstoffe auf der Grundlage von Wasserstoff), die Elektrifizierung von Wannen (bei der Nutzung CO₂-freien Stroms) sowie den Gebrauch von Kohlenstoffabscheidungs- und -speicherungstechnologien (CCS).⁶⁸ Letztere würden die Nutzung aktueller Technologien begünstigen und nur die Reduktion des CO₂-Ausstoßes bei Gebrauch von Erdgas zum Ziel haben.

Fachleute der Vrije Universiteit Brussel (VUB) und des Institute for European Studies (IES) sehen im Glassegment hohes Potenzial für die Elektrifizierung des Schmelzprozesses und für den Einsatz von Biobrennstoffen.⁶⁹ Sie erkennen jedoch wenig oder keine Chancen für die Nutzung von CCS-Technologien. Die Elektrifizierung des Erhitzungsprozesses sei die vielversprechendste Maßnahme, aber der TRL-Grad für große elektrische Glasindustrieöfen (>1.000 °C) ist noch nicht ausreichend. Zusätzliche Forschungs- und Entwicklungsaktivitäten wie im europäischen, gemeinschaftlichen Projekt „Schmelzwanne der Zukunft“ sind notwendig und bei Erfolg in die Praxis zu überführen.

⁶⁸ Vgl. Glass Alliance Europe 2019.

⁶⁹ Vgl. Vrije Universiteit Brussel (VUB) / Institute for European Studies (IES) (2018): insbesondere Table I, S. 9.

Die Nutzung von Wasserstoff sehen auch sie als mögliche Option, jedoch nicht als Hauptpfad in der Glasindustrie.⁷⁰ Fraglich bleibt indes, ob fluktuierender regenerativer Strom jederzeit europaweit für die Elektrifizierung der Glasindustrie in ausreichender Menge zur Verfügung stehen wird und ob mögliche Lücken mittels Biobrennstoffen angesichts der Konkurrenzen aus anderen Wirtschaftsbereichen – wie dem Verkehr – geschlossen werden können.

Ein Brennstoffwechsel von Erdgas zu synthetisch hergestellten Gasen zur Wärmebereitstellung der Schmelzenergie kann deshalb eine weitere Option für die Glasindustrie darstellen. Hierbei können bestehende Anlagen und die vorhandene Infrastruktur genutzt werden. Synthetisch hergestelltes Gas ist verhältnismäßig leicht zu speichern, sodass die fluktuierende erneuerbare Stromerzeugung von temporär hohen Strompreisen entkoppelt werden kann.

Der Einsatz von biogenen oder synthetischen Gasen im Schmelzprozess stellt zudem eine große Herausforderung dar. Die Glasindustrie ist auf eine sehr gute, qualitativ hochwertige Gasversorgung angewiesen, da die Glasschmelzwannen sehr empfindlich auf Brennwertschwankungen und Schwankungen der Gaszusammensetzungen reagieren. Des Weiteren liegen die Bezugskosten von synthetischem oder biogenem Gas aufgrund der energieintensiven und/oder aufwendigen Herstellung um ein Vielfaches über den Bezugskosten von Erdgas.

Chancen durch die Energiewende bestehen für die Glasindustrie darüber hinaus vor allem in der erhöhten Nachfrage nach umweltschonenden und energieeffizienten Produkten. Hierzu zählen unter anderem die Erhöhung der Sanierungsrate und Steigerung der Wärme-Effizienz im Gebäudesektor sowie notwendige Materialien zum Bau von erneuerbaren Energiesystemen. Dies wird zu einer erhöhten Herstellung von Produkten führen, wie beispielsweise Wärmedämm-Verglasungen, Glaswolle für Gebäudedämmungen, Glasfasern zur Verstärkung von Bauteilen von Windkraftanlagen, Glasanwendungen für Photovoltaik-Anlagen und weiteren Spezialglaswendungen. Zusätzlich wird das hierfür verwendete Flachglas höhere Anforderungen erfüllen müssen, sodass in Deutschland produziertes Qualitätsglas verstärkt zum Einsatz kommen könnte.

Zusammengefasst sind mehrere konkrete Aktionen erforderlich, um für den Verbraucher die Bezahlbarkeit und Attraktivität von in Europa hergestellten Glasprodukten zu erhalten und somit die Potenziale der THG-neutralen Glasindustrie zu realisieren:

- Schaffung eines globalen Playing Fields, um das Ziel einer THG-ärmeren beziehungsweise neutralen Produktionsstruktur im Jahr 2050 zu unterstützen und die Wettbewerbsfähigkeit der Glasbetriebe zu erhalten.
- Anreize für Investitionen vor Ort schaffen; unter anderem durch besseren Zugang zu Fremdkapital.
- Verstärkte Förderung von Forschungs- und Entwicklungsprojekten im Hinblick auf eine THG-ärmere Glasindustrie sowie das zusätzliche Erschließen weiterer Potenziale zirkulären Wirtschaftens.

Konkret lassen sich folgende Forschungs- und Entwicklungsschwerpunkte für den Glassektor ableiten:

- Die Elektrifizierung großer Glasschmelzaggregate mit Temperaturen über 1.000 °C bleibt vorrangiges Ziel, weshalb der Ausbau Erneuerbarer-Energie-Anlagen mittelbar hohe Priorität besitzt.
- Gesteigerte Forschungs- und Investitionsaktivitäten in Abwärme-Systeme für große Schmelzwannen sind ebenso notwendig wie innovative Maßnahmen zur Reduzierung der Prozessemissionen, die mittels Energieeffizienzmaßnahmen alleine nicht zu mindern sind.
- Die Integration von Wasserstoff und anderen synthetischen Brennstoffen in den Herstellungsprozess bleibt ebenfalls voranzutreiben. In diesem Zusammenhang sind vor allem sektorübergreifende Themenstellungen wie Herstellung, Transport und Speicherung der alternativen Brennstoffe zu bearbeiten. Viele europäische Regierungen und auch die EU-Kommission haben 2020 sogenannte Wasserstoff-Strategien entwickelt. Sollte sich in naher Zukunft der Wasserstoff-Pfad als THG-neutrale Technologie durchsetzen, müsste eine komplett neue Infrastruktur auf- beziehungsweise ausgebaut werden.

Ob Anstrengungen im Bereich der CCS-Technologien verstärkt werden sollten, wie vom europäischen Glasverband gefordert, bedarf größerer öffentlicher Debatten und finanzpolitischer Entscheidungen. Die „End-of-pipe“-Technologie CCS würde als weitere Technologieoption mit hohem Infrastrukturbedarf zusätzlichen Investitionsaufwand verursachen. In der Europäischen Union dürften die Voraussetzungen, CCS-Technologien anzuwenden, von Mitgliedstaat zu Mitgliedstaat sehr unterschiedlich sein. Angesichts der Größe der klimapolitischen Herausforderungen bedarf es wahrscheinlich aller technischen Optionen. Wenn auch nicht vorrangig, könnten folglich auch verstärkte Forschung und Entwicklung im Bereich der CCS-Technologien zielführend sein.

⁷⁰ Ebd.

5. Notwendige Rahmenbedingungen für eine nachhaltige Glasindustrie

5.1 Europäische Industriestrategie und Reform des Energiewende-Steuerungsregimes

Europa und vor allem Deutschland sind führend in der Herstellung von hochwertigem Glas. Die Produkte sind wichtig in vielen anderen Sektoren. Glas ist ein einmaliges und inertes Material, wird vollständig aus natürlichen Ressourcen gewonnen und ist total recyclingfähig. Somit erfüllt Glas sowohl in der Herstellung als auch in der Nutzung bereits viele Kriterien der Nachhaltigkeit und einer zirkulären Ökonomie.

Theoretisch kann die Glasbranche dennoch deutlich mehr zu den EU-Zielen einer THG-armen, energieeffizienten und zirkulären Wirtschaft beitragen, als sie es bislang tut – wie auch aktuelle Ankündigungen von Glasherstellern unterstreichen, mittelfristig THG-neutral zu werden.

Bisher sind nicht alle verfügbaren Potenziale erschlossen. So wird das in Gebäuden verwendete Flachglas am Lebensende kaum recycelt (derzeit nur rund zehn Prozent Recyclingquote). Die Wiederverwendungsquote bei Behälterglas liegt in der EU bislang erst bei etwa 75 Prozent. Wie die Forschungs- und Demonstrationsprojekte in den Bereichen „Schmelzwanne der Zukunft“ und Wasserstoff zeigen, gibt es speziell im Herstellungsprozess noch bedeutende CO₂-Einsparmöglichkeiten. Des Weiteren gibt es beträchtliche Potenziale, die Energiebilanz mit neuen leistungsstarken Glasfenstern zu verbessern. Smarte Gläser – wie beispielsweise die oben erwähnten elektrochromen und thermochromen Fenster – erlauben die Steuerung der Wärmestrahlung in das Gebäude per „Knopfdruck“ und ermöglichen es, den Heiz- und Klimatisierungsbedarf großer Gebäude erheblich zu reduzieren.

Der Glassektor ist jedoch durch langfristige Investitionszyklen in einem wettbewerbsintensiven globalen Umfeld mit teilweise hohen Gefährdungen durch internationalen Handel und konkurrierende Materialien geprägt.

Um die THG-Minderungspotenziale zu erschließen, sind stabile Rahmenbedingungen und ökonomische Voraussetzbarkeit für Investitionsentscheidungen entscheidend. Eine wesentliche Herausforderung für Glasunternehmen in der EU und Deutschland besteht darin, wettbewerbsfähig zu bleiben und gleichzeitig in kohlenstoffarme Technologien zu investieren.

Das EU-Emissionshandelssystem (EU ETS) ist eines der wesentlichen Instrumente auf der europäischen Ebene, um über einen ansteigenden CO₂-Preis Investition in treibhausgasarme Produktionsverfahren und Energieerzeugung anzureizen.

70 Anlagen der Glasherstellung und sieben Anlagen der Mineralfaserherstellung wurden 2019 im EU ETS erfasst. Drei Anlagen wurden im Vergleich zu 2018 stillgelegt und drei zusammengelegt. Rückgänge in den THG-Emissionen konnten dadurch bei der Herstellung von Flachglas um 3,7 Prozent und in der Herstellung von Mineralfasern um 10,9 Prozent⁷¹ verzeichnet werden.⁷²

Als Folge der Reform des europäischen Emissionshandelsystems im Jahr 2018⁷³ stieg der CO₂-Preis von durchschnittlich fünf EUR je Tonne CO₂ auf etwa 40 EUR je Tonne CO₂ zu Beginn der 4. Handelsperiode im Februar 2021 an. Trotz der bislang freien Ausstattung mit Emissionshandelszertifikaten in Höhe von 77,8 Prozent als wesentlicher Maßnahme, um Carbon Leakage in der Glasindustrie vorzubeugen, ist der ansteigende EU ETS-Preis ein evidentes Anzeichen für die Zunahme der Carbon-Leakage-Gefährdung.

In den folgenden Jahren müssen Glashersteller für den Erwerb von Emissionszertifikaten mit steigenden Aufwendungen rechnen. Investitionen in Dekarbonisierungsmaßnahmen werden folglich einerseits grundsätzlich angereizt. Gelingt es jedoch andererseits nicht, diese „Mehrkosten“ in höhere Preise zu übertragen, wären finanzielle Rückwirkungen, insbesondere zurückge-

⁷¹ Aufgrund der geringen absoluten Höhe der THG-Emissionen findet der Rückgang von 10,9 % in der Gesamtbilanz kaum Berücksichtigung.

⁷² DEHSt 2020, S. 50.

⁷³ Nach Beschluss einer Reform des Emissionshandels im April 2018 hat sich der Preis für Emissionszertifikate von durchschnittlich fünf EUR je Tonne CO₂ im Jahr 2017 auf 15 EUR im Jahr 2018 verdreifacht. Zum Ende der 3. Handelsperiode Dezember 2020 stieg der Preis je Tonne CO₂ auf 32 EUR an.

Tabelle 5: Herstellung von Glas und Mineralfasern (Tätigkeiten 16 und 18), Zahl der Anlagen, Emissionen 2018, kostenlose Zuteilung 2019, VET-Einträge 2019, Ausstattungsgrad

Nr.	Tätigkeit	Zahl der Anlagen	Emissionen 2018 [ktCO ₂ -Äq]	VET 2019 [ktCO ₂ -Äq]	Zuteilungsmenge 2019 [1.000 EUA]	Ausstattungsgrad
16	Herstellung von Hohlglas	34	1.652	1.622	1.262	77,8 %
	Herstellung von Glasfasern und Waren daraus	8	210	191	132	69,1 %
	Herstellung, Veredlung und Bearbeitung von Flachglas	15	1.554	1.497	1.168	78,0 %
	Herstellung, Veredlung und Bearbeitung von sonstigem Glas einschließlich technischen Glaswaren	13	381	385	312	81,2 %
		70	3.797	3.694	2.874	77,8 %
18	Herstellung von Glasfasern und Waren daraus	2	55	53	27	50,6 %
	Herstellung von sonstigen Erzeugnissen aus nichtmetallischen Mineralien a. n. g.	5	350	308	253	82,1 %
		7	405	361	279	77,5 %
	N. m. ETS	5*	21	-	-	-
Gesamt		77	4.223	4.054	3.154	77,8 %

Stand: 04.05.2020; * N. m. ETS nicht im Gesamtzahl der Anlagen enthalten.

Quelle: VET-Bericht 2019 der DEHSt (2020), S. 51

hende Eigenkapitalquoten auf Unternehmensebene die Folge. Aufgrund der größtenteils internationalen Wettbewerbssituation wird auch in der 4. Handelsperiode des Europäischen Emissionshandels (2021–2030) diese Carbon-Leakage-Gefährdung fortbestehen. Angesichts steigender Emissionshandelspreise dürfte sich dieses Risiko noch erhöhen. Daher findet die Glasindustrie folgerichtig weiterhin Berücksichtigung in der vorläufigen Liste der Carbon-Leakage-gefährdeten Sektoren und Teilsektoren.⁷⁴

Durch die derzeit neuerlich anstehende Anpassung der Emissionshandelsrichtlinie in 2021 und die in diesem Zusammenhang diskutierte Einführung eines CO₂-Grenzausgleichs⁷⁵ – dessen Ausgestaltung noch unklar ist – könnte sich jedoch noch in der 4. Handelsperiode das Carbon-Leakage-Schutzregime in seinem

Aufbau verändern. Dadurch wurden Wettbewerbsnachteile der Glasunternehmen bislang ausgeglichen.

In einem 2020 veröffentlichten Prüfbericht⁷⁶ hat der Europäische Rechnungshof einerseits festgestellt, dass rund 40 Prozent der Zertifikate kostenlos bis 2030 verteilt werden sollen. Andererseits hoben die Prüfer hervor, dass sich die Dekarbonisierungsanstrengungen der Unternehmen bei kostenloser Zuteilung verringern. Letzteres tritt insbesondere dann ein, wenn die Energieeffizienz der Anlagen nicht konkret einbezogen und geprüft wird. Der Rechnungshof empfiehlt deshalb gezielte Benchmark-Vergleiche.

Im Rahmen des europäischen Green Deals wird das Emissionshandelsbudget aktuell einer Prüfung unterzogen. Angesichts der beschlossenen ambitionierteren Klimaschutzziele dürfte das Budget aller Voraussicht nach

⁷⁴ Mit einer endgültigen CL-Liste ist erst im Rahmen der Emissionshandelsreform 2021 zu rechnen. Die vorläufige Liste der Sektoren und Teilsektoren auf NACE-Ebene 4, bei denen gemäß Artikel 10b Absatz 1 der EU-EHS-Richtlinie davon ausgegangen wird, dass ein Risiko von CO₂-Verlagerungen besteht, umfasst 44 Sektoren. Vgl. EU-Kommission, 2018.

⁷⁵ Einen vertieften Überblick über eine mögliche Ausgestaltung eines CO₂-Grenzausgleichsmechanismus (Carbon Border Adjustment Mechanism; CBAM), um die THG-Minderungspotenziale auch außerhalb des bestehenden ETS-Regime zu erschließen sowie gleichzeitig energieintensive Unternehmen und Arbeitsplätze zu schützen, hat die Stiftung Arbeit und Umwelt in einem Diskussionspapier (09/2020) vorgestellt.

⁷⁶ Vgl. Europäischer Rechnungshof 2020.

weiter reduziert werden.⁷⁷ Die Glasherstellung als stromintensive Industrie bleibt auf die Kompensation erhöhter Energiekosten angewiesen.

Hierzu zählt unter anderem die Strompreiskompensation durch die Besondere Ausgleichsregelung BesAR, um die EEG-Kosten zu minimieren. Der Start des nationalen Brennstoffemissionshandels (Brennstoffemissionshandelsgesetz – BEHG) in 2021 hat zusätzliche Unsicherheiten und Kostenbelastungen für Unternehmen zur Folge, die fossile Brennstoffe einsetzen. Da der Brennstoffemissionshandel national für Sektoren eingeführt wurde, die nicht dem europäischen Emissionshandel (EU ETS) unterliegen, stellt sich in Folge die Problematik der Wettbewerbsbenachteiligung und Carbon-Leakage-Problematik auch innerhalb der EU. Um sicherzustellen, dass in Deutschland produzierte Glaserzeugnisse dennoch konkurrenzfähig bleiben, ist vorgesehen, über verschiedene Regelungen indirekte Belastungen auszuschließen, um Carbon Leakage zu vermeiden (§ 11 Abs. 3 BEHG).

Eine weitere große Herausforderung liegt darin, dass viele denkbare technologische Maßnahmen zur Reduzierung der THG-Emissionen nicht auf den Glassektor beschränkt sind. Sie können nur sektorübergreifend erschlossen werden.

Die Glass Alliance Europe sieht für intelligente Aktionen der Sektorkopplung folgende Felder:⁷⁸

- Die Verfügbarkeit und Bezahlbarkeit von THG-neutralen Rohstoffen in befriedigender Qualität und Menge für den Produktionsprozess von Glaswaren.
- Leistungsstarke Elektrizitätsnetzwerke.
- Sichere Transport- und Speicherinfrastrukturen für Wasserstoff.
- Angebots- und Logistikketten für die verstärkte Nutzung von Biomasse anstatt Erdgas, wohl wissend, dass das Potenzial im Hinblick auf Biogas beschränkt ist.
- Abfallmanagement und Recyclingfabriken, um weitere Glas-Recycling-Potenziale zu erschließen.
- Die Schaffung einer umfassenden Transport- und Speicherinfrastruktur für Carbon Capture and Storage oder Usage (CCS/CCU).

Um kohlenstoffarme Technologien zu realisieren und Nachhaltigkeit als Wettbewerbsvorteil für Industrieunternehmen in der EU zu stärken, bedarf es deshalb der Entwicklung einer integrierten europäischen Industriestrategie

mit dem Ziel, umfangreiche Investitionen in neue Infrastrukturen zur Sektorkopplung anzuregen.

5.2 Innovations- und industriepolitische Handlungsoptionen für einen erfolgreichen Wandel

Die weltweiten Verpflichtungen zur Minderung der Treibhausgasemissionen erfordern mehr als eine Energiewende und machen einen Wandel auch in den Betrieben der Glasindustrie unausweichlich. Emissionsreduktionen sind zu großen Teilen mit technischen Maßnahmen zu erreichen. Ein wesentliches Hemmnis der Transformation ist, dass die finanziellen Belastungen der Transformation einzelbetriebliches Handeln oftmals übersteigen.

Um Gegenmittel zum „Marktversagen“ zu schaffen, sind neue industriepolitische Strategien erforderlich. Damit die Angebotsseite die Anreize zu THG-ärmeren Technologien bewältigen kann, sind öffentliche und private Nachfrage entsprechend auszurichten. Komplementäre industriepolitische Maßnahmen können Hindernisse adressieren, welche die Etablierung emissionsärmerer Technologien in der Glasindustrie verzögern. Dazu bedarf es Bündnisse mit den „Willigen“ – also jenen Unternehmen, die bereit sind, sich in Richtung grünen Wachstums zu entwickeln.⁷⁹

Innovative Industriepolitik muss im Hinblick auf die Glasindustrie missionsorientiert und sektorenübergreifend sein. Moderierte Dialogplattformen sind zu schaffen. Die Industriepolitik muss auf Dauer angelegt sein.

Angesichts der finanziellen Herausforderungen ist auch der Finanzsektor einzubinden. Es sind alternative Finanzinstrumente zu entwickeln, um sektorenübergreifende Herausforderungen anzugehen und vor allem Maschinen und Anlagen mit längeren Payback-Zeiten beschaffen zu können.

Zukunftsorientierte Industriepolitik im Sinne sozialer Nachhaltigkeit integriert Strategien für Gute Arbeit, fördert Arbeitsplätze mit guten Arbeitsbedingungen und Qualifikationen sowie eine entsprechende Bezahlung und bekämpft prekäre Beschäftigung.

Die Mitbestimmung ist dabei der Pluspunkt im industriellen System Deutschlands. Angesichts der genannten Herausforderungen ist nicht nur eine Stärkung auf betrieblicher Ebene, sondern auch in Clustern beziehungsweise Netzwerken erforderlich.

⁷⁷ Vor diesem Hintergrund bestehen für die Branche Unsicherheiten, auch da das aktuelle Carbon-Leakage-Schutzregime auf der freien Allokation von Emissionshandelszertifikaten und der Erstattung von indirekten Emissionshandelskosten durch erhöhten fossilen Strombezug, die sogenannte Strompreiskompensation (max. Teilkompensation von 75 %), aufbaut. Beide Instrumente sind degressiv ausgestaltet, sodass die Kostenbelastungen unabhängig von weiteren Reformen in den nächsten Jahren für die Branche ansteigen werden.

⁷⁸ Vgl. Glass Alliance Europe 2019.

⁷⁹ Mazzucato 2020.

Die Corona-Krise hat wieder einmal gezeigt: Eine gesamteuropäische nachhaltige Industriestrategie ist wichtiger denn je. Die europäischen Institutionen sind in der Pflicht, den Prozess der THG-ärmeren Erneuerung der Industrie auf den Weg zu bringen. Ohne eine intensivere Zusammenarbeit der Nationen und eine finanzielle Unterstützung der unternehmerischen Transformationsbemühungen in Form eines Transformationsfonds⁸⁰ wird eine Verhinderung des Klimawandels nicht möglich sein.

Zusammengefasst sind mehrere konkrete Aktionen erforderlich, um für den Verbraucher die Bezahlbarkeit und Attraktivität von in Europa hergestellten Glasprodukten zu erhalten und somit die Potenziale der THG-neutralen Glasindustrie zu realisieren:

- Schaffung eines globalen „Playing Fields“, um das Ziel einer THG-ärmeren beziehungsweise neutralen Produktionsstruktur im Jahr 2050 zu unterstützen und den Erhalt der Wettbewerbsfähigkeit der Glas produzierenden Betriebe sicher zu stellen.
- Investitionsanreize vor Ort schaffen; unter anderem durch bessere Kreditbedingungen bei grünen und transformatorischen Aktivitäten (EU-Taxonomie).
- Regulatorische Schaffung von grünen Wertschöpfungsketten und Leitmärkten.
- Verstärkte Förderung von Forschungs-, Entwicklungs- und Demonstrationsprojekten zur Erlangung der technologischen Reife hinsichtlich einer THG-ärmeren Glasindustrie.
- Erschließung weiterer Potenziale zirkulären Wirtschaftens (Mindestanteil Sekundärglas an neuen Produkten).
- Schaffung besserer Rahmenbedingungen für Investitionen in die Herstellung und Nutzung erneuerbarer Energien über Klimaschutzverträge unter Berücksichtigung höherer Output-Preise für dekarbonisierte Glasprodukte, damit die Kosten der Pioniere der Early Adopters begrenzt bleiben und die Weiterentwicklung von Best Practice und Branchenbenchmarks nicht gehemmt werden.
- Errichtung der notwendigen Rahmenbedingungen für eine klimaneutrale Glasindustrie durch einen grünen Industriestrompreis (4 ct/kWh) für elektrifizierte Prozesse und die Erzeugung von grünem Wasserstoff über Contracts for Difference.
- Weiterentwicklung des EU-Binnenmarktes sowie des internationalen Handelssystems.
- Stärkung der Qualifikationen der Beschäftigten, koordiniert durch konstruktiven Dialog der Tarif- und Sozialpartner, zum Beispiel über Digitalisierung und Industrie 4.0.

⁸⁰ Stiftung Arbeit und Umwelt 2021.

6

6. Fazit: SWOT-Analyse der Glasindustrie – Herausforderungen bis 2030

Die vorangegangenen Kapitel haben verdeutlicht, dass im nächsten Jahrzehnt erhebliche Umbrüche auf den Glassektor zukommen. Indes überwiegen die Chancen der Branche, wie die folgende SWOT-Analyse illustriert. Zu berücksichtigen ist bei dieser Übersicht jedoch, dass sich für die jeweiligen Segmente der Glasindustrie abweichende Einschätzungen bei einzelnen Indikatoren ergeben können.

Stärken und Chancen

In Deutschland sowie in anderen europäischen Staaten ist die Glaswirtschaft ein ausgereifter und stabiler Markt. „Economies of Scale“ und hohe Produktivitäten können realisiert werden. Die Rahmenbedingungen ändern sich indes fundamental.

Weitergehende rechtliche Regularien sind im Hinblick auf die Erreichung der Klimaziele des Pariser Klimaabkommens zu erwarten. Diese Entwicklung bietet für die Unternehmen der Glasindustrie Chancen und Risiken, wobei die Chancen im Allgemeinen überwiegen dürften.

Neben Finanzinvestoren verstärken vor allem Konsumentengruppen den Druck, treibhausgasmindernde Technologien einzuführen. Dieser Druck könnte sich positiv auf die Behälterglasindustrie auswirken, da Flaschen endlos recycelbar und Kunststoffflaschen in letzter Zeit verstärkt in Misskredit geraten sind. Im Rahmen des Klimaschutzziels soll zudem die energetische Gebäudesanierung zur Senkung von CO₂-Emissionen verstärkt werden. Bis zum Jahr 2050 sollen Gebäude und Wohnräume energieneutral werden. Diese Entwicklung bietet neue Chancen für Flachglashersteller, wenn innovative, energieeffizientere Fenster entwickelt und auf den Markt gebracht werden.

Auch die Fahrzeughersteller fordern von den Glaszulieferern verstärkt, den CO₂-Fußabdruck zu reduzieren und in einigen Jahren THG-neutral zu sein. Digitalisierung kann bei der Aufbereitung entsprechender Daten wichtige Unterstützung leisten. Die Frage ist derzeit, wie strikt die Fahrzeugbauer die Anforderungen in den nächsten Jahren umsetzen werden. Bei entsprechender Kontrolle des CO₂-Gehaltes von Systemen, Subsystemen und Komponenten dürften Glasunternehmen aus Deutschland beziehungsweise die europäischen Produktionsnetzwerke

technologische Wettbewerbsvorteile besitzen. Die Einführung THG-ärmer Technologien muss indes rasch umgesetzt werden.

Als Stärke könnte sich erweisen, dass viele THG-reduzierende Technologien für die Glasindustrie kurz vor der Marktreife stehen. In den vergangenen Jahren haben die Glasunternehmen ihre Innovationsanstrengungen erhöht; oftmals im Verbund und sektorenübergreifend. Denn bei den herkömmlichen Schmelzaggregaten sind Fachleuten zufolge derzeit nur noch geringe Optimierungen möglich.

Der Innovationsfokus wird auf alternative Energieträger sowie auf nicht zum Hauptprozess zählende angrenzende Prozessbereiche gelegt. Eine wichtige Rolle spielen hierbei neue Informations- und Kommunikationstechnologien.

Schwächen und Risiken

Die Glasherstellung ist energie- und kapitalintensiv. Es bestehen hohe Eintrittsbarrieren für neue Unternehmen. Aufgrund der langen Investitionszyklen gibt es technologische Lock-in-Effekte, die einen Wandel hin zu THG-ärmeren Technologien erschweren.

Die Finanzkraft einzelner Glasbetriebe ist oftmals begrenzt. Folglich reichen die Ressourcen häufig nicht aus, um umfangreiche Verbesserungen voranzubringen und durchzufinanzieren. Von daher ist die europäische Initiative in der Behälterindustrie zu begrüßen, gemeinsam die „Schmelzwanne der Zukunft“ (Oxy-Fuel-Hybridwanne) zu entwickeln. Wünschenswert wären ähnliche Aktivitäten auch im Bereich Wasserstoff. Nach wie vor ist offen, welche Technologiepfade sich letztendlich durchsetzen.

Um die Innovationsprozesse zu beschleunigen, bedarf es alternativer Finanzierungsinstrumente. Nur so kann sichergestellt werden, dass die anfangs höheren Kosten und längeren Payback-Zeiten der moderneren Maschinen und Anlagen auch amortisiert werden. Hier sind unter anderem projektbezogene Klimaschutzverträge auf Grundlage von sogenannten Differenzkontrakten (englisch Contracts for Difference, CfD) zu nennen, um erhöhte Kapitalinvestitionen in klimaneutrale Technologien und Betriebskosten durch den Einsatz von EE zu kompensieren. Neben

einer Überarbeitung der Umwelt- und Energiebeihilfeleitlinien (UEBBL) bedarf es auch einer konkreteren industriepolitischen Strategie, die regulatorisch kohärent und kompatibel sowohl auf europäischer als auch nationaler Ebene umgesetzt wird.

Angesichts des internationalen Wettbewerbs besteht für die Glasbetriebe ein großes Risiko, dass es zu Insolvenzen beziehungsweise Verlagerungen wegen des ungleichen „Level Playing Fields“ hinsichtlich der CO₂-Bepreisung kommt. Wichtig ist der Abbau von verzerrenden Anreizen

durch eine Energiepreisreform bei gleichzeitiger Stärkung der CO₂-Bepreisung.

Die Unternehmen beklagen einige regulatorische Unsicherheiten in Bezug auf die zukünftige Ausgestaltung der energieintensiven Sektoren und der Carbon-Leakage-Herausforderung. Schnelle Lösungen sind erforderlich; auch hinsichtlich der Handelsregeln mit China. Solide Vorgaben für Umwelt und Soziales sind notwendig, um die Zerstörung von Subsegmenten in der Glasindustrie – wie einst im Photovoltaik-Bereich – zu verhindern.

Tabelle 6: SWOT-Analyse des Glassektors in der EU

<h3>Stärken ("Strengths")</h3> <ul style="list-style-type: none"> ☺ Der Glassektor ist innovativ; insbesondere in Zusammenarbeit mit anderen Sektoren. ☺ Gut qualifizierte Fachkräfte. ☺ In Deutschland (aber auch in anderen europäischen Staaten) ausgereifter und stabiler Markt, sodass „Economies of Scale“ und hohe Produktivität realisiert werden können. ☺ Rohstoffe, um Glas herzustellen, sind reichlich in der Natur vorhanden. ☺ Glas ist endlos recycelbar. ☺ Innovatives Design in einigen Bereichen. ☺ Glas ist das meist genutzte Verpackungsmaterial für Getränke, Lebensmittel und pharmazeutisch-kosmetische Produkte. 	<h3>Schwächen ("Weaknesses")</h3> <ul style="list-style-type: none"> ☹ Die Herstellung von Glas ist ein kapitalintensiver Prozess. ☹ Die Finanzkraft der Glasbetriebe ist zu begrenzt, um umfangreiche Verbesserungen in der ausgereiften Prozesstechnologie voranzubringen. ☹ Die Recyclingsysteme sind hilfreich; in vielen Staaten aber nicht so funktionsfähig, wie sie sein könnten. ☹ Glasherstellung ist energieintensiv. ☹ Wegen langer Investitionszyklen bestehen technologische Lock-in-Effekte, die einen Wandel hin zu THG-ärmeren Technologien erschweren. ☹ Hohe Eintrittsbarrieren für neue Unternehmen.
<h3>Chancen ("Opportunities")</h3> <ul style="list-style-type: none"> ☺ Recyclingquote könnte in Deutschland sowie Europa noch erhöht werden. ☺ Höhere Gebäudeeffizienzstandards könnten Nachfrageschub auslösen. ☺ Möglichkeiten der Kooperation von Unternehmen sind gegeben. ☺ Spielraum für europäische Innovationen ist groß; wachsende Nachfrage nach innovativen und spezialisierten Gütern. ☺ Wenn entsprechende alternative Finanzierungsinstrumente zur Verfügung stünden, könnten deutlich fortgeschrittenere Technologien mit längeren Payback-Zeiten eingeführt werden. ☺ Der Photovoltaik-Markt könnte angesichts des Entstehens eines handelspolitischen Konfliktes mit China wieder aufblühen. ☺ Umstellung auf grüne Energieträger, einschließlich grünem Wasserstoff. 	<h3>Risiken ("Threats")</h3> <ul style="list-style-type: none"> ☹ Internationaler Wettbewerb, Überkapazitäten in einigen Sparten der Glasindustrie und Konsolidierung durch wenige globale Unternehmen. ☹ Erhöhung des Kostendrucks durch marktmächtige Abnehmer wie zum Beispiel Fahrzeughersteller. ☹ Starke Konkurrenz durch andere Verpackungsmaterialien. ☹ Hohe Energiepreise und strenge Umweltauflagen. ☹ Ungleiches „Level Playing Field“ hinsichtlich der CO₂-Bepreisung. ☹ Einige regulatorische Unsicherheiten hinsichtlich der zukünftigen Ausgestaltung der energieintensiven Sektoren und der Carbon-Leakage-Herausforderung. ☹ Mangel an alternativen Finanzinstrumenten, um Maschinen und Anlagen mit längeren Payback-Zeiten zu beschaffen.

Anmerkung: Für die jeweiligen Segmente der Glasindustrie können sich abweichende Einschätzungen bei einzelnen Indikatoren ergeben.
 Quellen: Dispan Okt. 2013, WSP/Parsons Brinckerhoff/DNV GL March 2015, eigene Ergänzungen

Literaturverzeichnis

- BAGV (2020):** Bundesarbeitgeberverband Glas und Solar e.V., Arbeitswelt Glas – 3. Modul „JUNG & ALT zukunfts-fähig gestalten“, München.
- BMWi (2019):** Energiewende in der Industrie: <https://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Artikel/Energie/energiewende-in-der-industrie.html>
- BV Glas (2020a):** Bundesverband Glasindustrie, Jahresbericht 2019, Düsseldorf.
- BV Glas (2020b):** Aktionsplattform „Close the Glass Loop“ startet mit ehrgeizigem Recyclingziel. Pressemitteilung v. 30.06.2020: <https://www.bvglas.de/detail/news/aktionsplattform-close-the-glass-loop-startet-mit-ehrgeizigem-recyclingziel/>
- BV Glas (2020c):** Actionplan for Germany: <https://closetheglassloop.eu/action-plan/glass-action-plan-germany>
- BV Glas (2020d):** Klimafreundliche Glasproduktion: Bundesverband Glasindustrie e. V. erhält Förderung vom Land NRW. Pressemitteilung vom 10.06.2020: <https://www.bvglas.de/presse/presseinformation/news/klimafreundliche-glasproduktion-bundesverband-glasindustrie-ev-erhaelt-foerderung-vom-land-nrw/>
- BV Glas/FEVE (2020):** Behälterglasindustrie auf dem Weg zu 50 Prozent CO₂ Reduktion. Presseinformation vom 16.03.2020: <https://www.bvglas.de/detail/news/behael-terglasindustrie-auf-dem-weg-zu-50-prozent-co2-re-duk-tion/>
- DEHSt (2020):** Treibhausgasemissionen 2019. Emissions-handelspflichtige stationäre Anlagen und Luftverkehr in Deutschland (VET-Bericht 2019): Treibhausgasemissionen 2019 (dehst.de).
- Dispan, J. (2013):** Glasindustrie in Deutschland, in: Vassiliadis, M. (Hrsg.): Industriepolitik für den Fortschritt. Herausforderungen und Perspektiven am Beispiel zentraler Branchen der IG BCE, Hannover.
- EU-Kommission COM (2020) 253 final:** Weißbuch – Gewährleistung fairer Wettbewerbsbedingungen bei Subventionen aus Drittstaaten, Brüssel vom 17.06.2020.
- Europäischer Rechnungshof 2020:** Das Emissionshandels-system der EU: Kostenlose Zuteilung von Zertifikaten sollte gezielter erfolgen. Sonderbericht 18, Luxemburg.
- Eurostat (2021):** Inability to keep home adequately warm: http://appsso.eurostat.ec.europa.eu/nui/show.do?lang=en&dataset=ilc_mdex01
- FEVE (o. J.):** The Furnace of the Future. A vision for climate neutral packaging: <https://feve.org/about-glass/furnace-for-the-future/>
- Fleischmann, B.; Arnold, K., Holtz, G.; Dietrich, R.-U.; Estelmann, S. (2018):** Behälterglasherstellung, in: Ausfelder, F.; Seitz, A.; von Roon, S. (Hrsg.): Flexibilitätsoptionen in der Grundstoffindustrie – Methodik, Potenziale, Hemmnisse, Frankfurt am Main, Februar 2018: https://dechema.de/dechema_media/Bilder/Publikationen/Buch_FLEXIBILITAETSOPTIONEN.pdf
- Glass Alliance Europe (2019):** The European glass sector contribution to a climate neutral economy, Brussels: https://www.glassallianceeurope.eu/images/cont/gae-position-paper-on-decarbonisation-june-2019_file.pdf
- Glass for Europe, TNO-Kurzfassung (2019):** Potenziale zur Energieeinsparung durch Verglasung. Kurzfassung der TNO-Studie, Potential impact of high-performance glazing on energy and CO₂ savings in Europe, Brussels.
- Härtwig, C., Borgnäs, K., Tuleweit, S., Lenski, A. & Niebuhr, C. (2019):** Beschäftigtenbefragung Monitor Digitalisierung. Entwicklungen der Arbeitsqualität in zwölf Industriebranchen. Berlin: Stiftung Arbeit und Umwelt der IG BCE.
- High-Level Group on Energy-Intensive Industries (2019):** Masterplan for a Competitive Transformation of EU Energy-intensive Industries Enabling a Climate-neutral, Circular Economy by 2050: https://www.glassallianceeurope.eu/images/cont/2019-11-28-eii-masterplan-report-final-online_file.pdf

Horst Möller, Saint-Gobain in Deutschland. Von 1853 bis zu Gegenwart, München 2001

ICF Consulting Services/Fraunhofer ISI (2019): Industrial Innovation: Pathways to deep carbonisation of Industry. Part 1: Technology Analysis, A report to the European Commission, DG Climate Action, Brussels.

Lesin, M. (IER) in Zusammenarbeit mit Navigant Energy GmbH (2020): Energiewende in der Industrie. Potenziale und Wechselwirkungen mit dem Energiesektor. Branchensteckbrief der Glasindustrie, Bericht an das Bundesministerium für Wirtschaft und Energie: <https://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Artikel/Energie/energiewende-in-der-industrie.html>

Lesin, M. (IER) in Zusammenarbeit mit Navigant Energy GmbH (2020a): Energiewende in der Industrie. Potenziale und Wechselwirkungen mit dem Energiesektor. Flexibilitätssteckbrief der Glasindustrie, Bericht an das Bundesministerium für Wirtschaft und Energie: https://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Downloads/E/energiewende-in-der-industrie-ap2a-branchensteckbrief-glas.pdf?__blob=publicationFile&v=4

Matthes, J. (2020): Unternehmensübernahmen und Technologietransfer durch China. Gefahrenpotenziale und Gegenmaßnahmen, IW-Report 34/2020, Köln, 14.07.2020.

Mazzucato (2020): Das Wachstum in eine grüne Richtung umlenken, in: Vassiliadis, M.; Borgnäs, K. (Hrsg.): Nachhaltige Industriepolitik. Strategien für Deutschland und Europa, Frankfurt/New York.

Meuleman, R. (2020): Will hydrogen be the new energy carrier for glassmaking? In: Glass International July/August 2020, S. 15 f.

Monopolkommission (2020): Wettbewerb 2020: Hauptgutachten XXIII der Monopolkommission gemäß § 44 Abs. 1 Satz 1 GWB, Kapitel IV: Chinas Staatskapitalismus: Herausforderung für die europäische Marktwirtschaft, Bonn.

NSG-Group (2020): NSG to Test the World's First Use of Hydrogen Fuel for Glass-Making. Pressemitteilung vom 27.02.2020: https://www.nsg.com/-/media/nsg/site-content/ir/press-releases/2020/27feb2020testhydrogenfuelforglass_e01.pdf

SAINT-GOBAIN 2020: SAINT-GOBAIN sets out its CO₂ Roadmap towards carbon neutrality by 2050. Pressemitteilung vom 12.11.2020: https://www.saint-gobain.com/sites/sgcom.master/files/20201112_roadmap_net_zero_carbon_va.pdf

Schott (2020): SCHOTT will bis 2030 klimaneutral werden. Pressemitteilung vom 02.12.2020: <https://www.schott.com/german/news/press.html?NID=com5862>

Siemens (2017): Chancen der Digitalisierung in der Glasindustrie: <https://assets.new.siemens.com/siemens/assets/api/uuid:9ee4860b1808788b954b0070cbcb3a93099481a2/glas-digitalisierung-de-2017-vrgs-b10011-01.pdf>

Siemens (o. J.): Die digitale Glasproduktion der Zukunft: <https://new.siemens.com/global/de/branchen/glasindustrie.html#:~:text=Die%20Digitalisierung%20ver%C3%A4ndert%20die%20Glasindustrie%20derzeit%20in%20gleichem,wesentlich%20bessere%20Ausnutzung%20der%20M%C3%B6glichkeiten%20in%20der%20Glasproduktion>

Statistisches Bundesamt, Wirtschaftszweigstatistik, mehrere Jahresaufgaben.

Steinhaus, H. (2020): Branchenmonitor Glasherstellung, Hans Böckler Stiftung. Düsseldorf.

Stiftung Arbeit und Umwelt der IGBCE (2020): Diskussionspapier Klimaneutrale Industrie. Mögliche Varianten für einen zukunftsfesten Carbon-Leakage-Schutz im Vergleich. 09/2020: <https://www.arbeit-umwelt.de/diskussionspapier-klimaneutrale-industrie/>

Stiftung Arbeit und Umwelt der IG BCE / Institut für Makroökonomie und Konjunkturforschung (IMK), Hans-Böckler-Stiftung (2021): Ein Transformationsfonds für Deutschland. Berlin.

Umweltbundesamt (2020): CLIMATE CHANGE 22/2020: Berichterstattung unter der Klimarahmenkonvention der Vereinten Nationen und dem Kyoto-Protokoll 2020. Nationaler Inventarbericht zum Deutschen Treibhausgasinventar 1990–2018, Dessau-Roßlau.

Vrije Universiteit Brussel (VUB) / Institute for European Studies (IES) (2018): A Bridge towards carbon neutral Europe. Europe's Energy Intensive Industries Contribution to the EU Strategy for long-term EU greenhouse gas emissions reductions: https://www.ies.be/files/Industrial_Value_Chain_25sept_0.pdf

WSP/Parsons Brinckerhoff/DNV GL (2015): Industrial Decarbonization & Energy Efficiency Roadmaps to 2050. Glass Appendices, Report for the Department of Energy and Climate Change and the Department of Business, Innovation and Skills.

**Stiftung Arbeit und Umwelt
der Industriegewerkschaft Bergbau, Chemie, Energie**

Inselstraße 6
10179 Berlin
Telefon +49 30 2787 1325

Königsworther Platz 6
30167 Hannover
Telefon +49 511 7631 472

E-Mail: arbeit-umwelt@igbce.de
Internet: www.arbeit-umwelt.de

