ReInvent
TREIBHAUSGASREDUZIERUNG
IN DER GRUNDSTOFFINDUSTRIE

1. Statuskonferenz von KlimPro-Industrie

Keynote Glasindustrie
26. April 2023

BV GLAS

Bundesverband Glasindustrie
Dr. rer. nat. Johann Overath
Hauptgeschäftsführer
overath@bvglas.de

Der Verband

Der Bundesverband Glasindustrie e.V. (BV Glas) mit Sitz in Düsseldorf und Berlin

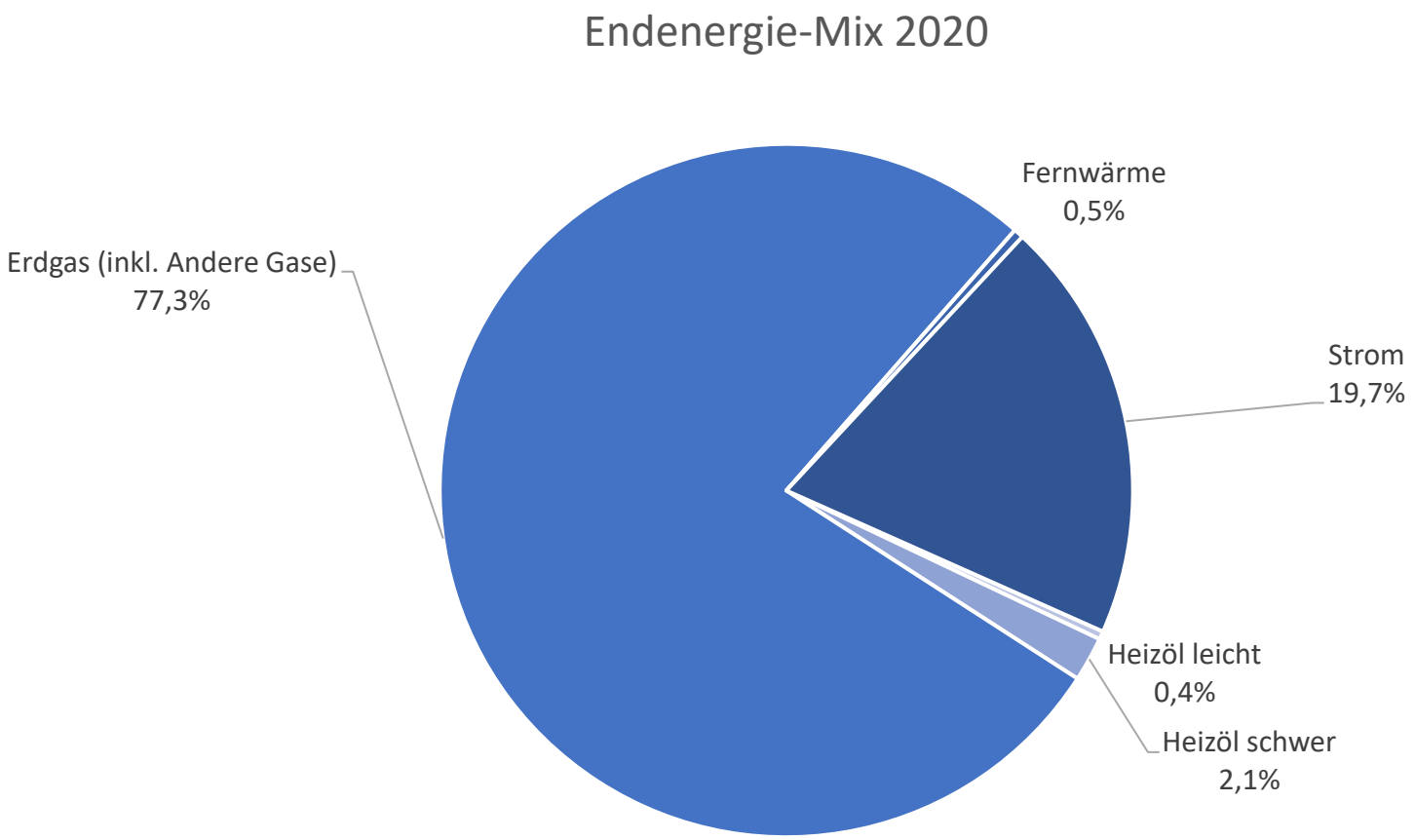
- repräsentiert rund 85 % der Glasproduktion in Deutschland
- und rund 85 % des Energieverbrauchs der Glasindustrie
- vertritt die wirtschafts- und umweltpolitischen Interessen
- informiert Anwender und Entscheider aus Industrie, Handwerk und Handel, Meinungsführer aus Wissenschaft, Forschung, Politik, Medien sowie Konsumenten über die deutsche Glasindustrie und den Werkstoff Glas

Eckdaten
Die Glasindustrie in Deutschland ist die größte in Europa

	2021 bzw. (Jahr)	Veränderung 2020/2021
Umsatz*	10,2 Mrd. EUR	+9,0 %
Produktion**	7,8 Mio. Tonnen	+5,5 %
Betriebe*	386	-0,5 %
Beschäftigte*	53.935	+0,5 %
Gesamt-End-Energieverbrauch (2020)***	19,4 TWh (65,5 PJ)	
Brennstoffverbrauch (2020)***	15,6 TWh (50,7 PJ)	
Stromverbrauch (2020)***	3,8 TWh (13,8 PJ)	
Direkte CO_2-Emissionen (2019)****	4,0 Mio. Tonnen	
davon prozessbedingt (2019)	0,9 Mio. Tonnen	
Direkte CO_2-Emissionen ETS-Anlagen	3,9 Mio. Tonnen	

Quellen:
*) destatis Jahresbericht für Betriebe des verarb. Gewerbes 2021; **) destatis Produktionsstatistik 2021, eigene Berechnungen
) destatis Energieverwendung; *) destatis Umweltökonomische Gesamtrechnung

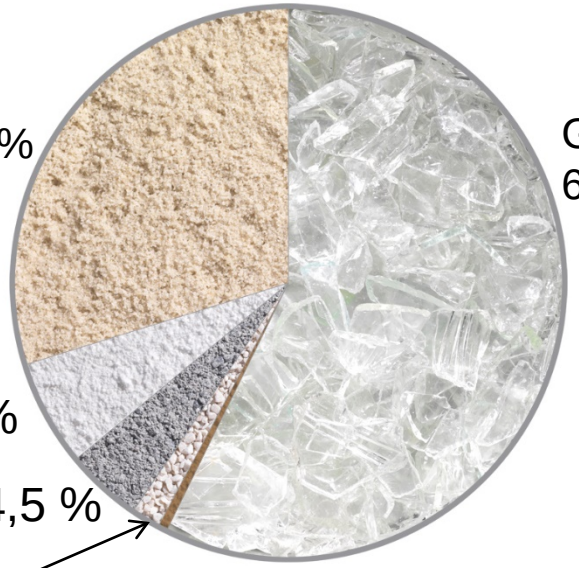
Energie-Mix Endenergie 2020
Erdgasanteil 77 %



Glas ist vielfältig

Was ist Glas?

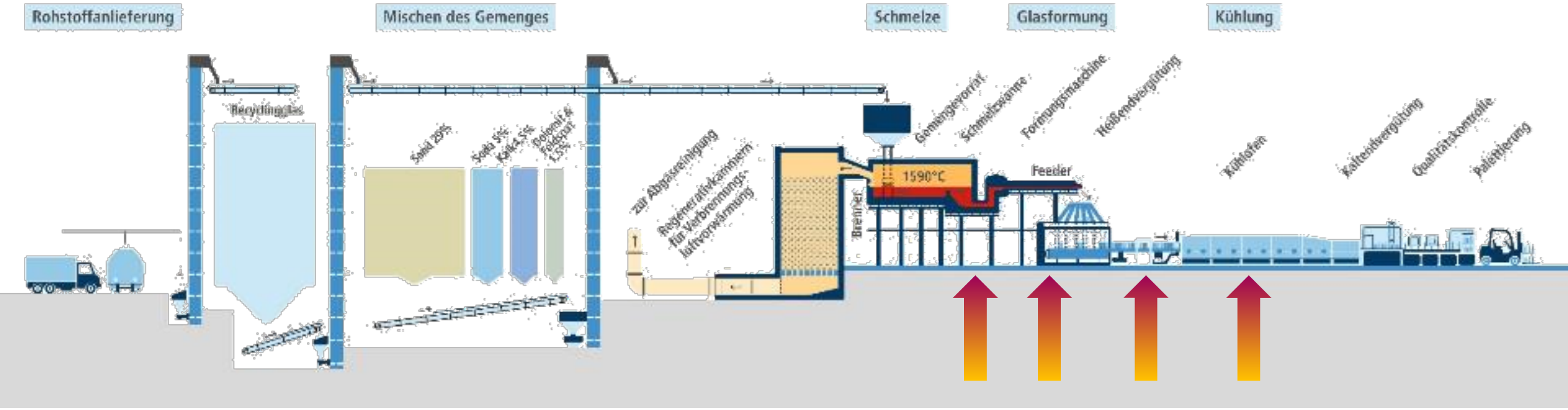
- Rohstoffzusammensetzung für ein typisches Behälterglas mit Scherben



- Glas wird aus **natürlichen** und naturidentischen Rohstoffen hergestellt, die größtenteils auch in **Deutschland** vorkommen bzw. produziert werden.
- Quarzsand, Soda, Kalk und geringe Anteile Dolomit, Feldspat und Pottasche.
- Neben den Primärrohstoffen spielen insb. in der Behälterglasbranche aufbereitete Altglasscherben eine große Rolle bei der Glasherstellung.
- In anderen Sektoren werden je nach gewünschter Glasqualität auch andere Rohstoffe eingesetzt, z. B. Borverbindungen im Spezialglas

Besonderheiten des Glasherstellungsprozesses

Glasprodukte entstehen an einem Ort
Es gibt nicht die Tonne Roh-Glas



Verbrennungsprozesse

Hohe Prozess-Temperaturen

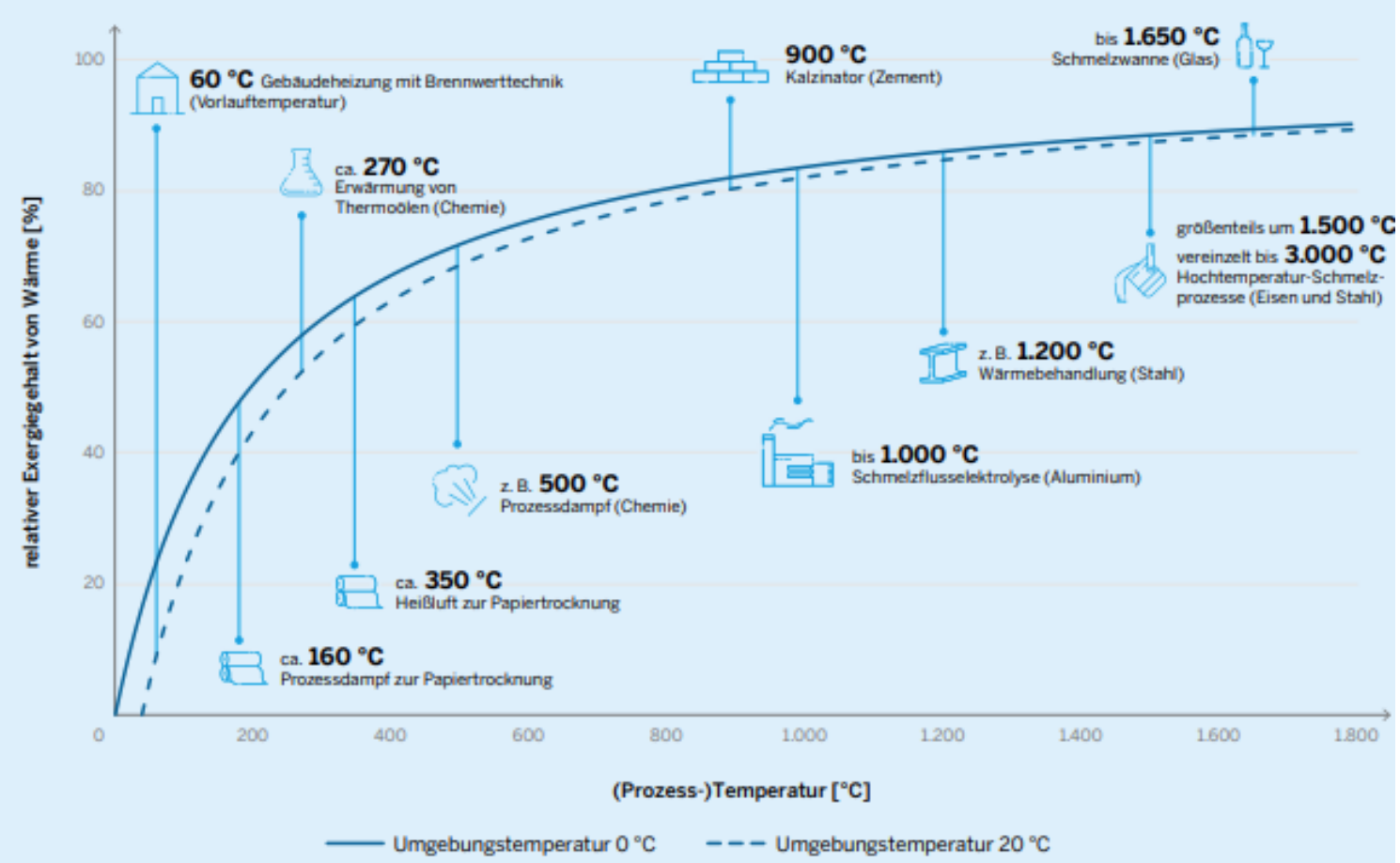
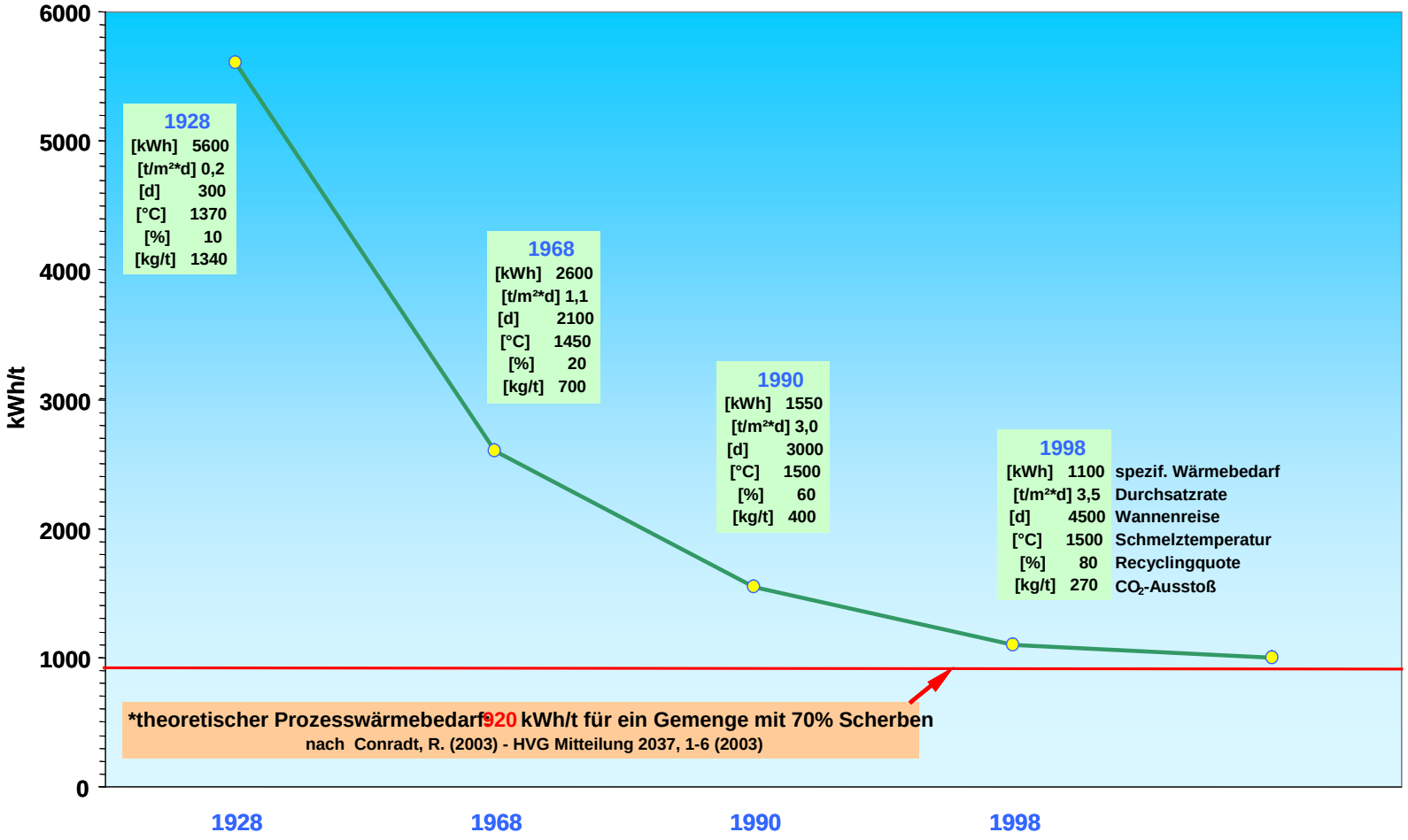


Abbildung 6: Relativer Exergiegehalt von Wärme in Abhängigkeit der (Prozess-)Temperatur in °C bei einer Umgebungstemperatur von 0 °C (durchgezogene Linie) bzw. 20 °C (gestrichelte Linie). Dargestellt sind zudem ausgewählte (Industrie-)Prozessschritte und zugehörige typische Prozesstemperaturen nach IN4climate.NRW (2021b).

Reduktion des spezifischen Energieverbrauchs

- Die Glasindustrie hat ihre konventionellen Energie-Einsparpotenziale weitgehend ausgeschöpft.
- Dekarbonisierung kann daher nur über erneuerbare Energieträger oder CCS/CCU erfolgen.



Zahlenangaben für 1928, 1968, 1990, 1998 nach
nach Conradt, R. (2003) - HVG Mitteilung 2037, 1-6 (2003)

Universität Stuttgart
IER Institut für Energiewirtschaft
und Rationelle Energieanwendung

BV GLAS

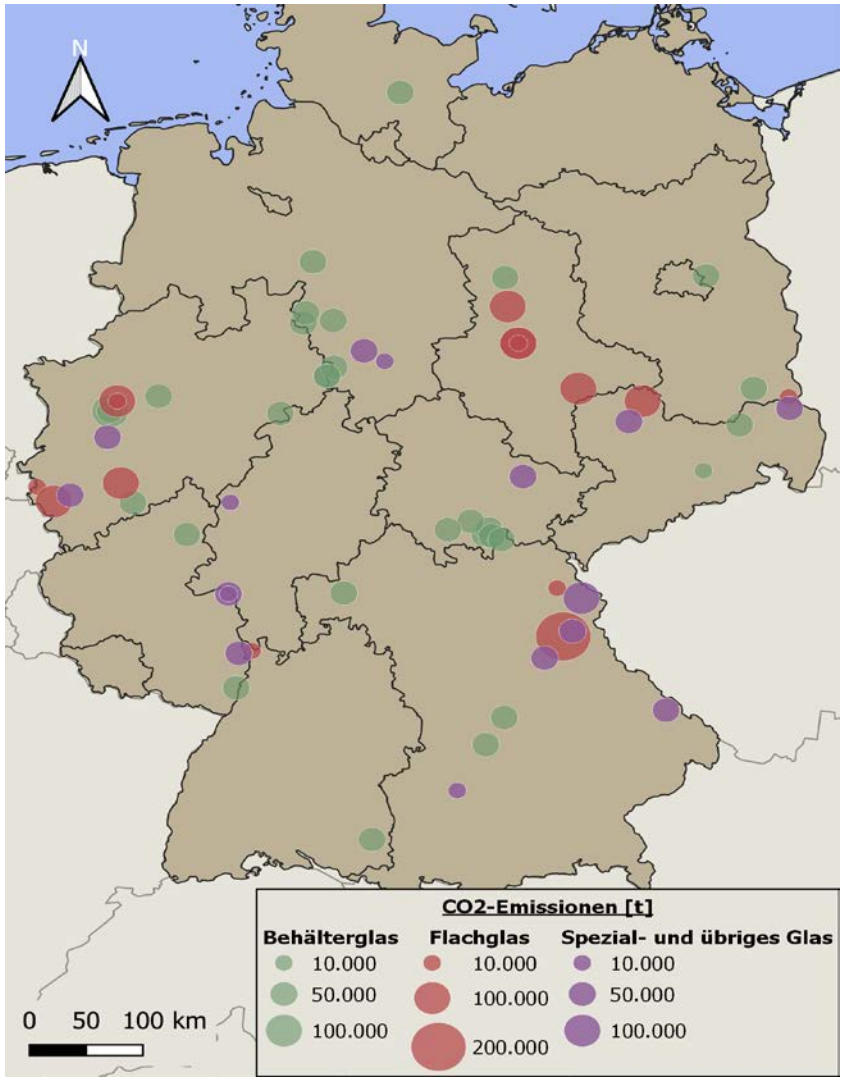
Glas 2045

Transformationspfade für eine treibhausgasneutrale Glasindustrie

05.07.22

© Pilkington

Kennzahlen der deutschen Glasindustrie



Glassektor	Werke	Schmelz -wannen	Produktions-kapazitäten [Mio. $t_{Produkt}$/a]	Brennstoff-verbrauch [PJ/a]	CO_2-Emissionen [Mio. t_{CO2}/a]
Behälterglas	29	57	4,16	21,1	1,97
Flachglas	11	13	2,42	15,6	1,32
Spezial- und übriges Glas	17	52	0,28	5,1	0,51
Gesamt	**57**	**122**	**6,86**	**41,8**	**3,80**

Auswahl Dekarbonisierungstechnologien

Dekarbonisierungsmaßnahme	Kurzbeschreibung
Vollelektrische Schmelzwanne	Schmelzen des Gemenges durch **direkte elektrische Energieeinbringung über Elektroden**. Die Prozesswärme wird dabei durch Widerstandserhitzung auf das Schmelzgut übertragen.
Hybridwanne	Hybride Schmelzwanne, in welcher **20 - 40%** der benötigten Schmelzenergie **elektrisch** über Elektroden und **60 - 80%** durch eine Verbrennung von **Erdgas/Biogas/Wasserstoff** in der Schmelzwanne zugeführt wird.
Super-Hybridwanne	Hybride Schmelzwanne, in welcher **60 - 80%** der benötigten Schmelzenergie **elektrisch** über Elektroden und **20 - 40%** durch eine Verbrennung von **Erdgas/Biogas/Wasserstoff** in der Schmelzwanne zugeführt wird.

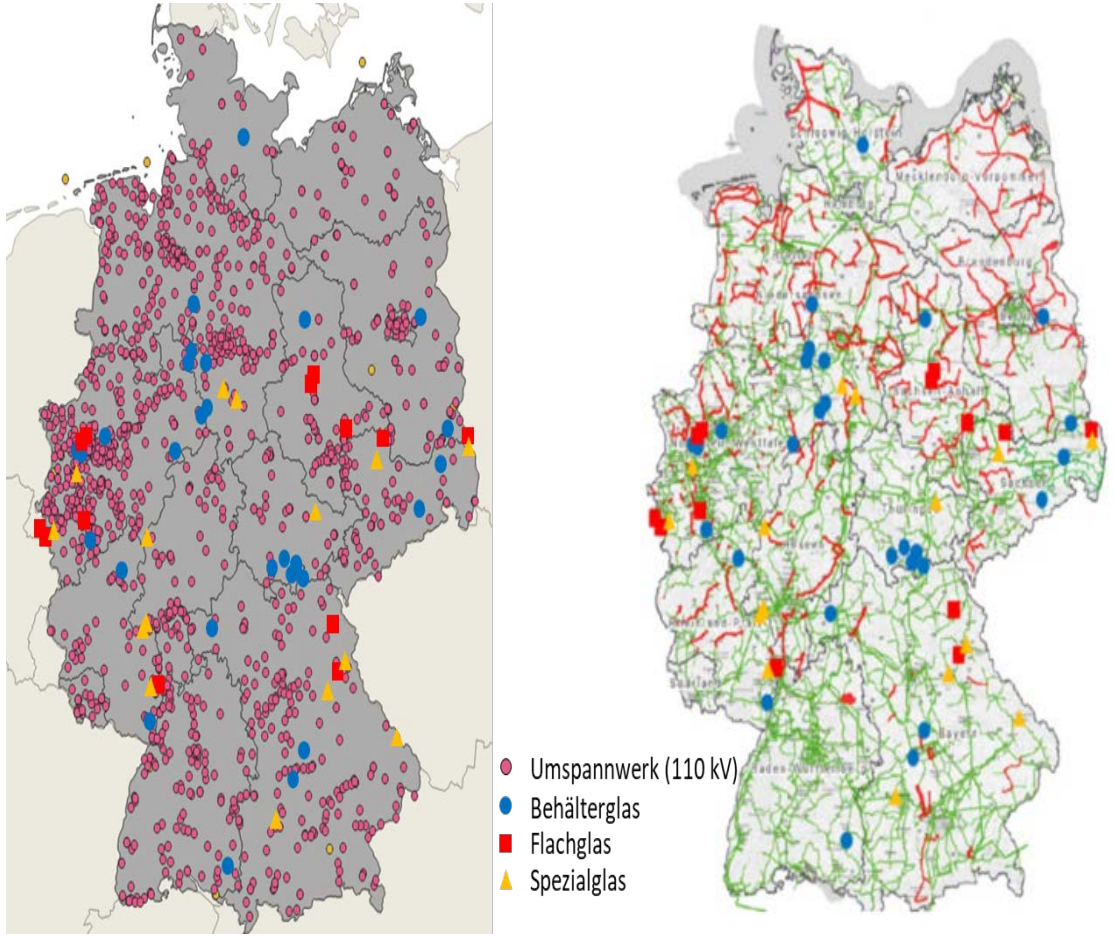
Entwicklung möglicher Transformationspfade für die Glasindustrie

Universität Stuttgart
IER Institut für Energiewirtschaft und Rationelle Energieanwendung

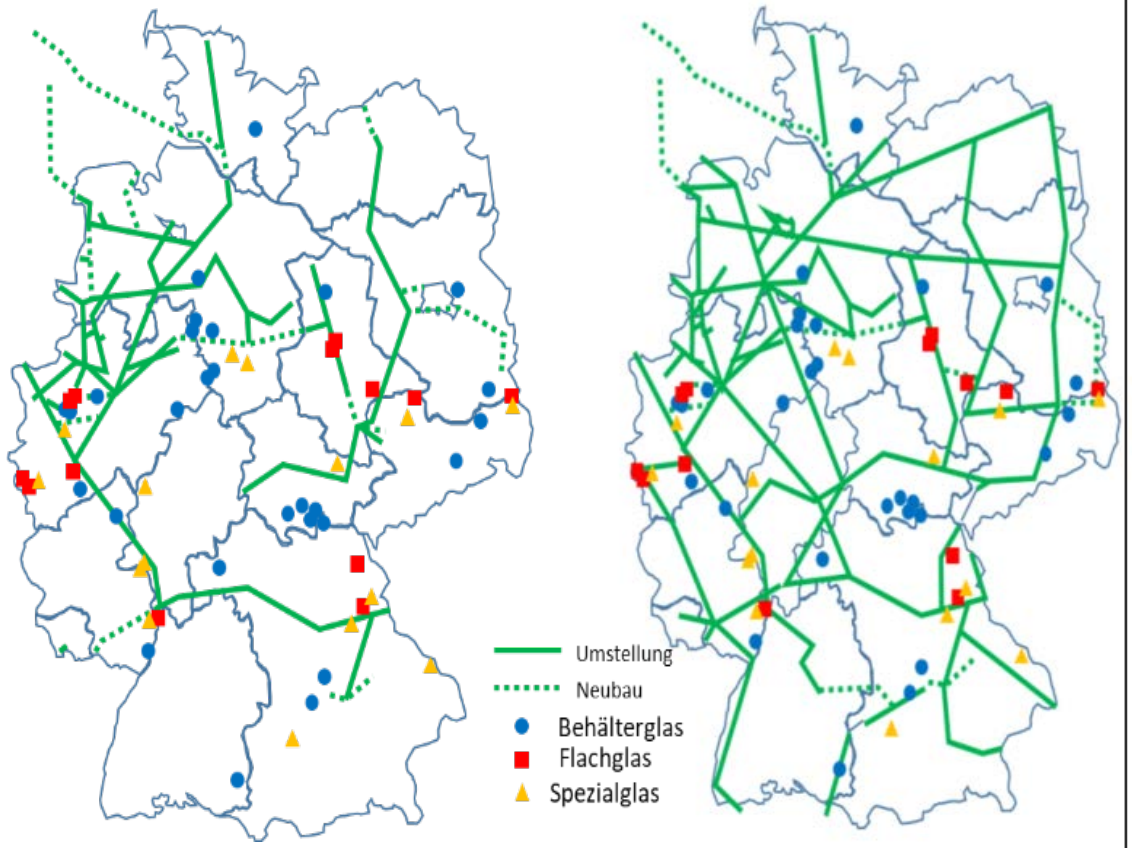
BV GLAS

Entwicklung der Infrastrukturen

Stromnetz 2020/2030



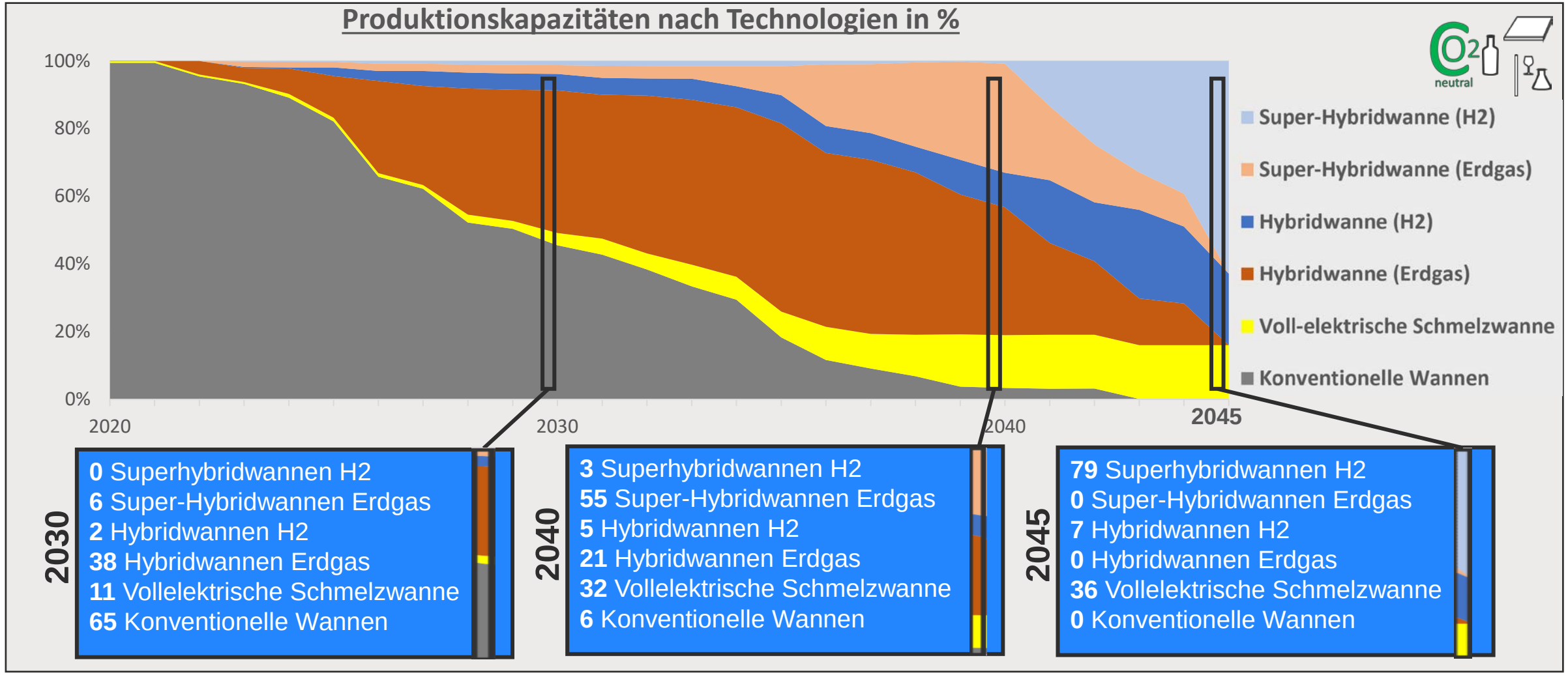
Wasserstoffnetz 2030/2050



Quelle: FNB-Gas/H2-Netz

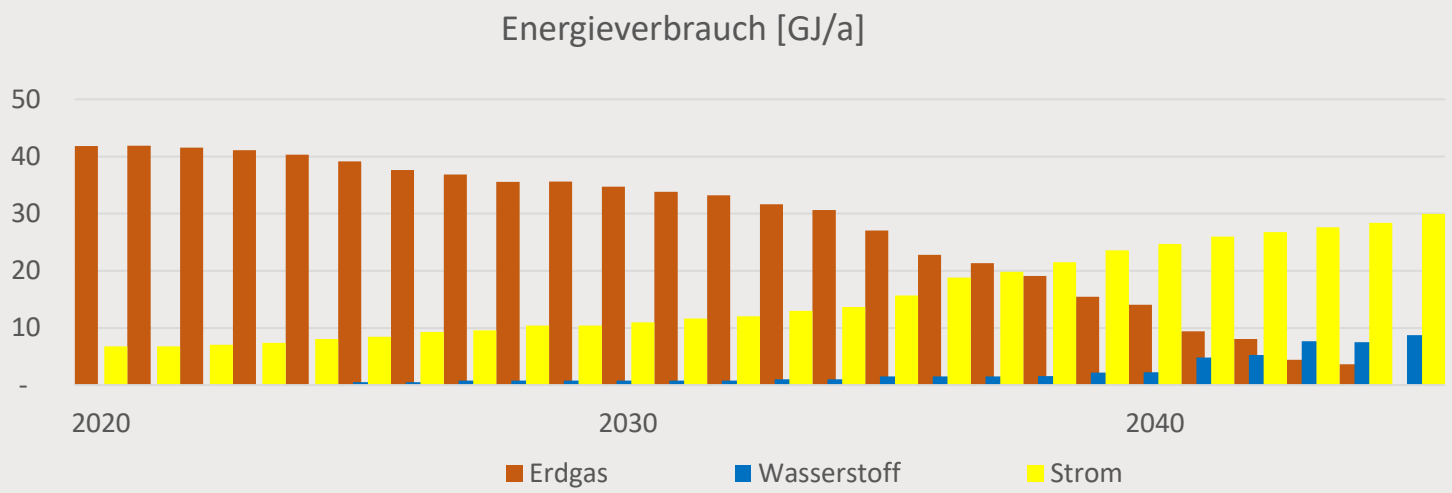
Szenario THG-Neutralität (4 Verschiedene Szenarien gerechnet)

Transformationspfad

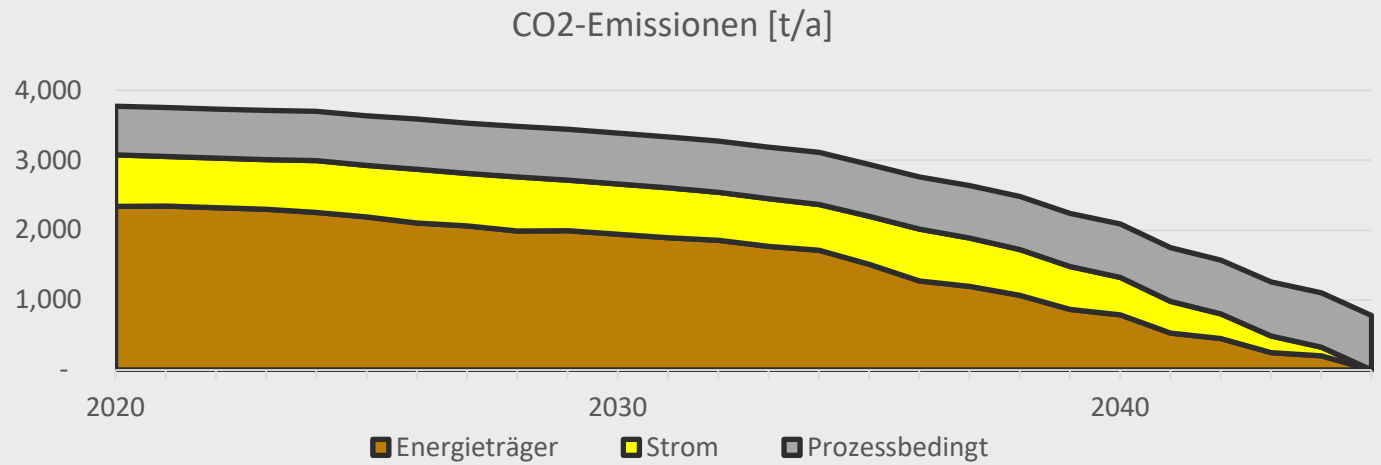


Szenario THG-Neutralität

Energieverbrauch und CO_2-Emissionen



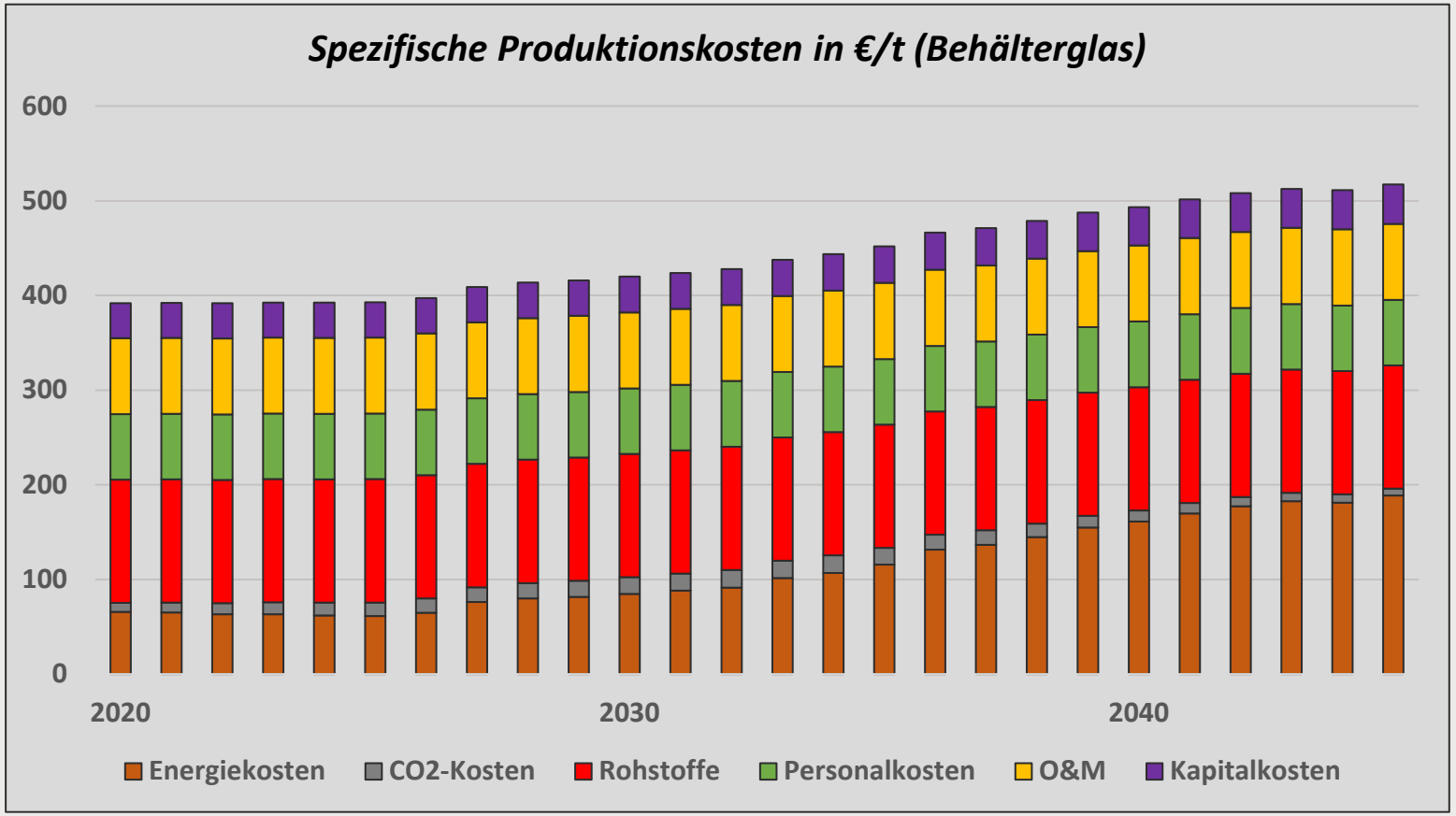
Entwicklung 2020 - 2045	Absolut [PJ]	Prozentual [%]
Erdgas	- 41,8	- 100
Wasserstoff	+ 11,1	#
Strom	+ 29,9	+ 441



Entwicklung 2020 - 2045	Absolut [Mio. t]	Prozentual [%]
Energieträger	- 2,4	- 100
Strom	- 0,8	- 100
Prozessbedingt	+ 0,1	+ 12
Gesamt	- 3,1	- 79

Szenario THG-Neutralität

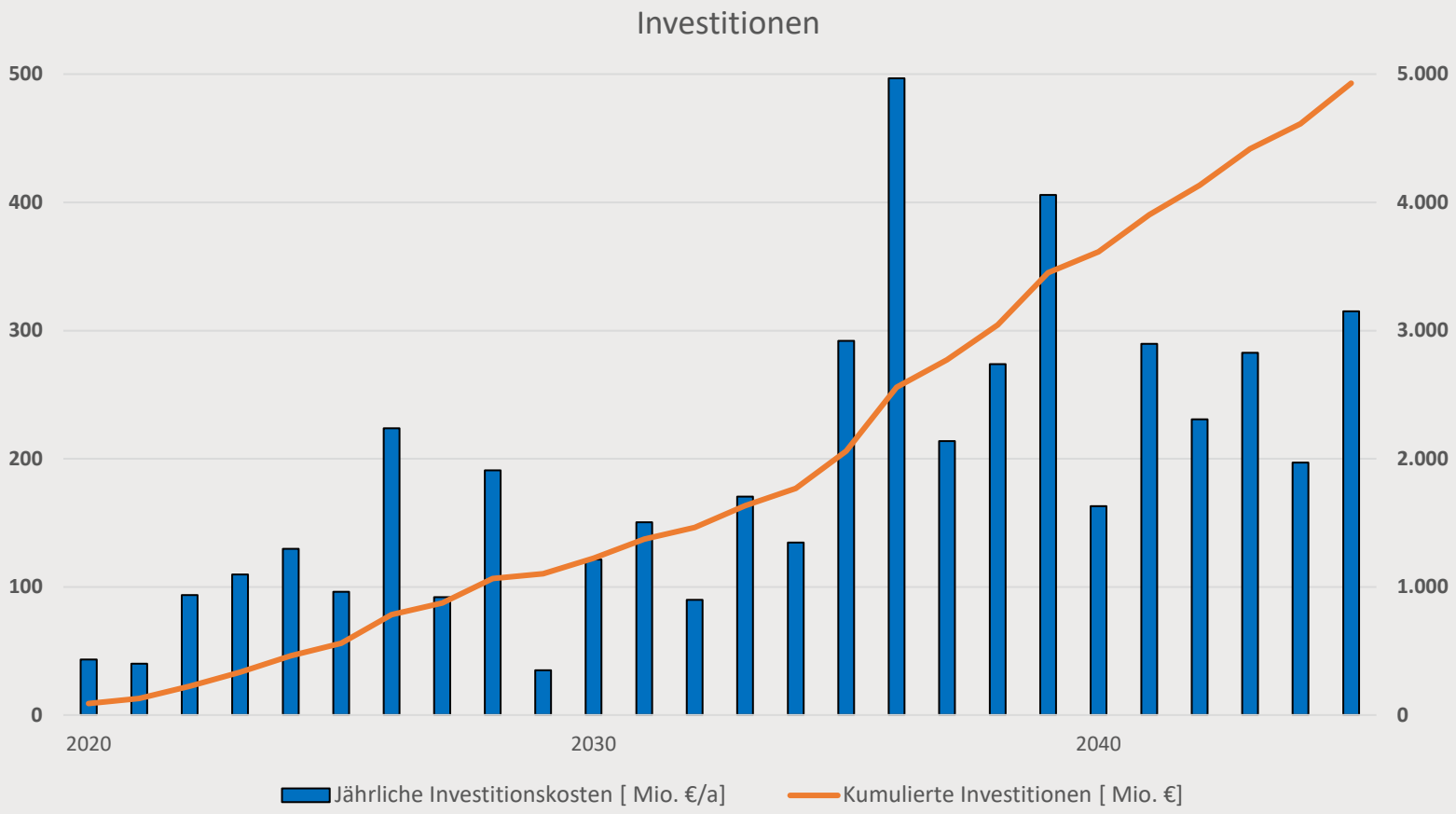
Spezifische Produktionskosten am Beispiel Behälterglas



Entwicklung 2020 - 2045	Absolut [€/t]	Prozentual [%]
Energiekosten	+ 109	+ 165
Kapitalkosten	+ 5	+ 14
Gesamt	+ 112	+ 25

Szenario THG-Neutralität

Investitionen in Schmelzwannen und Energieinfrastruktur



2020 - 2045	Absolut [Mrd. €]
Kumulierte Investitionskosten	4,9

Entwicklung möglicher Transformationspfade für die Glasindustrie

Universität Stuttgart
IER Institut für Energiewirtschaft und Rationelle Energieanwendung
BV GLAS

Gegenüberstellung Transformationspfade – Werte für Zieljahr 2045

Transformationspfad		BAU	Elektrifizierung	Wasserstoff	Hybridszenario
Anzahl Wannen	Konventionell	115	0	0	0
	Elektrisch	7	108	21	36
	Hybrid (H_2)	0	1	96	7
	Super-Hybrid (H_2)	0	13	5	79
Energieverbrauch [PJ/a]	Erdgas	43,3	0,0	0,0	0,0
	Wasserstoff	0,0	2,8	28,4	8,7
	Strom	7,0	31,3	15,5	30,0
	Gesamt	50,3	34,1	43,9	38,7
CO_2-Emissionen [Mio. t/a]	Energiebedingt	2,4	0,0	0,0	0,0
	Prozessbedingt	0,8	0,8	0,8	0,8
Kumulierte Investitionen [Mrd. €]		1,6	5,6	3,2	4,9

Kernbotschaften zur Dekarbonisierung der Glasindustrie

Politischer Rahmen und Instrumente

Notwendige Rahmenbedingungen

Energiesystem

Zuverlässige und bezahlbare Bereitstellung „grüner“ Energie

Infrastruktur

Ausbau Strom- und Wasserstoffnetze

Anschub-Finanzierung

Förderung bei Investitionskosten für technische Umrüstung und Netzanbindung

Klimaschutzverträge (CCfD)

Förderungen für den Ausgleich der betrieblichen Mehrkosten

Wasserstoffnutzung in der Glasindustrie als Möglichkeit zur Reduzierung von CO_2-Emissionen und des Einsatzes erneuerbarer Gase – Untersuchung der Auswirkungen auf den Glasherstellungsprozess und Analyse der Potenziale in NRW (Akronym: HyGlass)

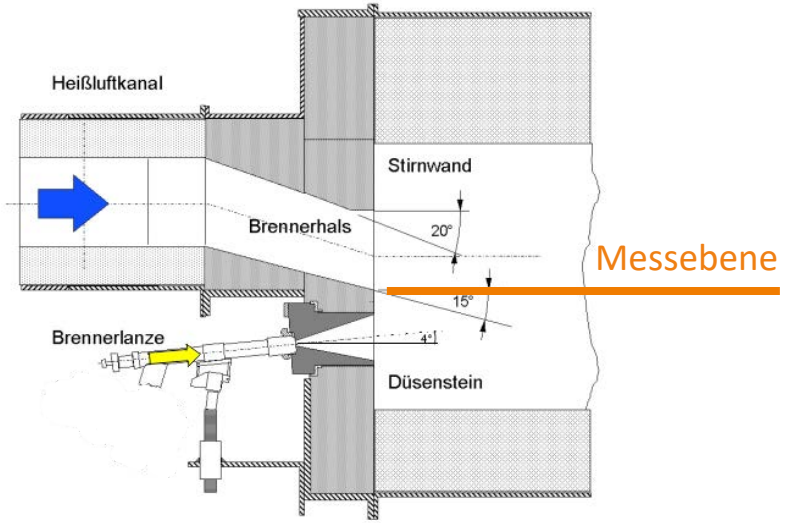
Dr. Anne Giese (GWI), Bledar Islami (GWI),

Dr. Johann Overath (BV Glas)

Versuchsaufbau
Feldmessung

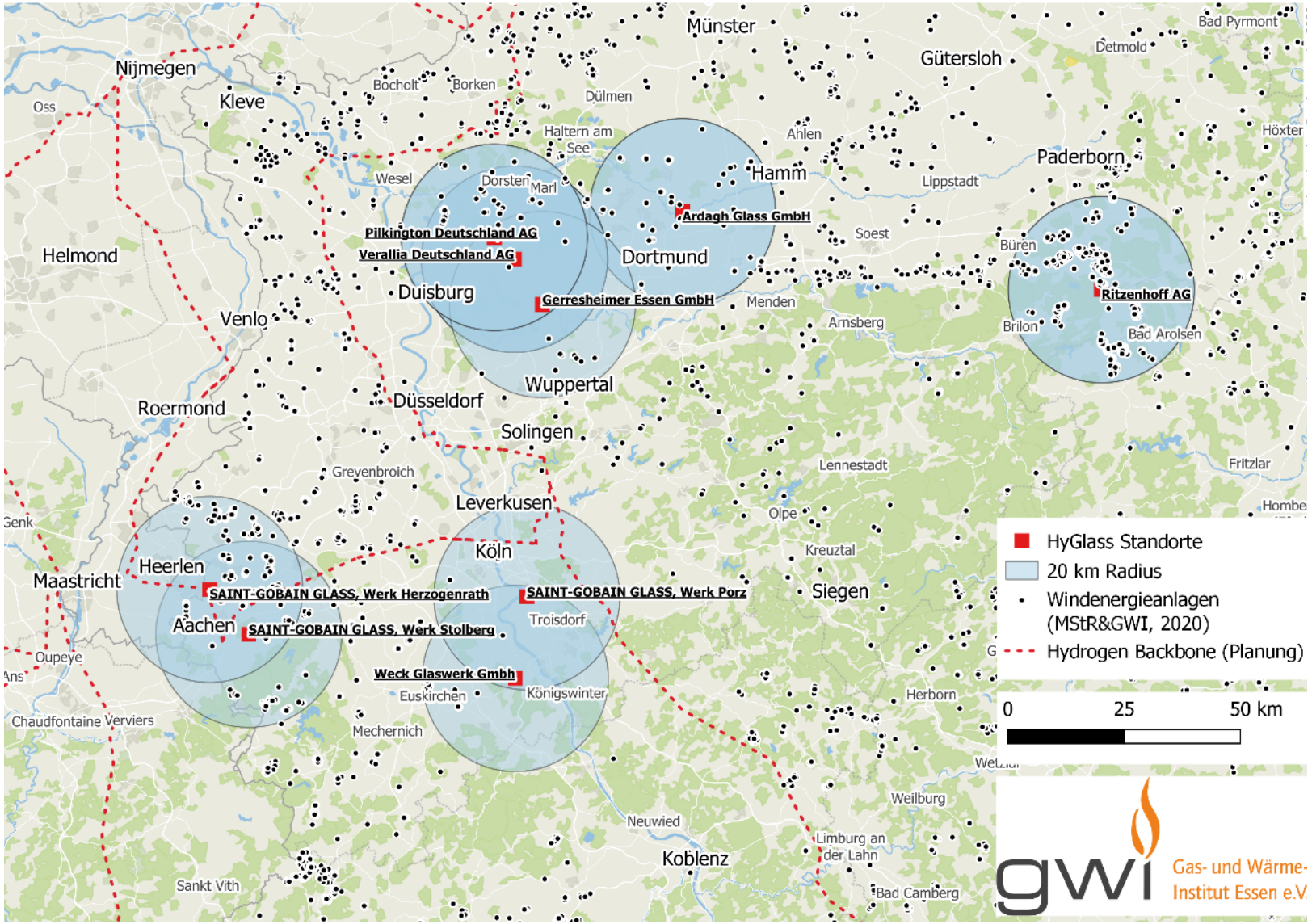
Feldmessung

- Brennerleistung: 500 kW
- Luftvorwärmung: ≈ 1.200 °C
- Ofenraumtemperatur: ≈ 1.600 °C
- Luftzahl: ≈ 1,1
- H_2-Anteil im Brenngas: 0 / 10 / 50 / 100 Vol.-%



Standortbasierte GIS-Analyse

GIS-Karte:
WKA im Umkreis von 20 km



Quelle: GWI, 2020

GIS-Analyse: Annahme und Vorgehen

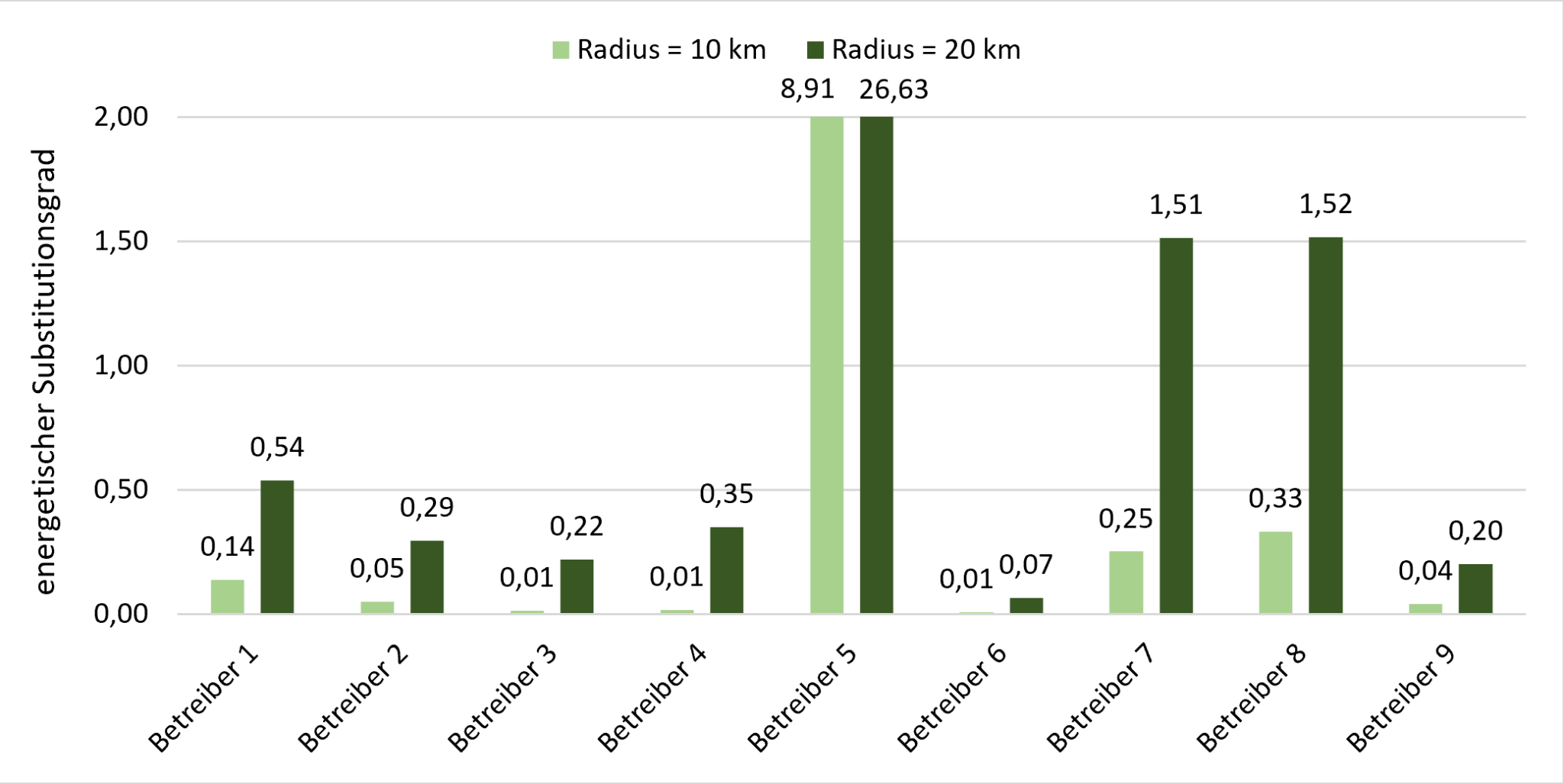
- Lokales Wasserstofferzeugungspotenzial mit Strom aus WKA im Umfeld von 10 km (20 km)
- Lokales Wasserstofferzeugung mit Strom aus SA (> 100 kW) im Umfeld von 10 km (20 km)

- Elektrolyseur und Wasserstoffspeicher sind in unmittelbarer Nähe der Glasproduktionsanlage
- Wirkungsgrad Elektrolyseur = 0,7

- Volllaststundenzahl WKA = 1.800 h/a
- Volllaststundenzahl SA = 980 h/a

Quelle: GWI, 2020

H_2-Erzeugungspotenzials bei Verwendung des Windstroms im Umkreis von 10 und 20 km vom Glasherstellungsstandort



Quelle: GWI, 2020

Fazit I

- Etwa 95 % der Glaswannen werden mit **Erdgas** als Hauptenergieträger und einer elektrischen Zusatzheizung (Energieanteil 5-10 %) betrieben.
- Glaswannen werden rund um die Uhr, 24 Stunden am Tag, 365 Tage im Jahr über einen Zeitraum von 15 Jahren ohne Unterbrechung betrieben. Die Versorgungssicherheit ist daher existenziell für die Glasindustrie.
- Energieeffizienz- und Dekarbonisierungs-Maßnahmen lassen sich daher **nur** zwischen zwei Wannenlaufzeiten, also nach rund 15 Jahren durchführen
- Grundsätzlich lassen sich nicht alle Glasarten elektrisch erschmelzen, so dass eine Dekarbonisierung über vollständige Elektrifizierung ausgeschlossen ist und auch andere Brennstoffe zukünftig erforderlich sein werden

Fazit II

- Wasserstoff ist daher von entscheidender Bedeutung für die Dekarbonisierung der Glasindustrie.
- Für die Dekarbonisierung sehen wir eine Mischung von verschiedenen Technologien bestehend aus reiner Elektrifizierung, Elektro/Wasserstoff-Hybridtechniken sowie anderen PtX Brennstoffen, wie SNG oder Biomethan.
- Der Einsatz dieser Technologien wird abhängig sein von der zu schmelzenden Glasart, der Infrastruktur, der Versorgungssicherheit und selbstverständlich vom Preis der Energieträger.
- Eine einzige Technologie, die alle Anforderungen für jeden Standort erfüllt, wird es nicht geben.
- Wir brauchen schon jetzt (2023) mehr Wasserstoff, um die die Hybrid-Technologie im Betriebszustand zu testen, weiter zu entwickeln und in der Glasindustrie zu etablieren.
- Den Wasserstoffbedarf der Glasindustrie sehen wir 2030 bei rd. 5 PJ und 2045 bei rd.11-15 PJ.