



HVG-DGG
Service und Forschung für die Glasherstellung



HVG-TÄTIGKEITSBERICHT 2023

für das 103. Geschäftsjahr

Tätigkeitsbericht der
Hüttentechnischen Vereinigung der Deutschen Glasindustrie e.V.
für das 103. Geschäftsjahr 2023

Hüttentechnische Vereinigung der Deutschen Glasindustrie e.V.
Siemensstraße 45, 63071 Offenbach

Tel.: +49 (69) 97 58 61 -0, FAX: +49 (69) 97 58 61 -99, Mail: info@hvg-dgg.de
Website: www.hvg-dgg.de

Inhaltsverzeichnis

Vorwort	7
Forschungsinstitut	9
Vorstand	9
Beirat	9
Verzeichnis der Mitgliedsfirmen und Mitgliedshütten der HVG	10
1. Interna.....	12
2. Sitzungen der Gremien der HVG.....	13
2.1 Mitgliederversammlung	13
2.2 Sitzungen des Vorstandes der HVG	14
2.3 Sitzung des Beirats der HVG.....	14
3. Veranstaltungen der HVG.....	15
3.1 HVG-Fortbildungskurs	15
3.2 HVG-Fortbildungsseminare.....	16
3.2.1 HVG-Seminar "Grundlagen der industriellen Glasherstellung" Teil 1: Schmelzen von Glas, 21./22. März 2023	16
3.2.2 HVG-Seminar „Grundlagen der industriellen Glasherstellung“ Teil 2: Formgebung von Glas, 15-17. Mai 2023	17
3.2.3 HVG-Seminar „Grundlagen der industriellen Glasherstellung“ Teil 3: Emissionsminderung, 4. Mai 2023	18
3.2.4 HVG-Seminar „Refraktärwerkstoffe für die Glasherstellung“, 7.-9. November 2023	18
4. Veröffentlichungen und Vorträge	20
4.1 HVG-Mitteilungen.....	20
4.2 HVG-Newsletter.....	20
4.3 Publikationen der HVG	20
4.3.1 Bezugsquellen.....	20
4.3.2 Veröffentlichungen von HVG-Mitarbeiter:innen	20
4.4 Vorträge von HVG-Mitarbeiter:innen	20
4.5 Posterpräsentationen von HVG-Mitarbeitern.....	22
5. Glastechnologie.....	23
5.1 Forschung.....	23
5.1.1 Mit öffentlichen Mitteln geförderte Forschungsvorhaben.....	23
5.1.1.1 Forschungsvorhaben „AZS-Mineralogie“ (IGF) abgeschlossen.....	23

5.1.1.2	Forschungsvorhaben „Anreicherung 2“ (IGF) abgeschlossen.....	25
5.1.1.3	Forschungsvorhaben „H ₂ -Glas“ (IGF) abgeschlossen	26
5.1.1.4	MaxScherben (IGF)	27
5.1.1.5	Relinvent (KlimPro Industrie, BMBF)	28
5.1.1.6	Glas-CO ₂ (KlimPro Industrie, BMBF).....	29
5.1.1.7	TranHyDe-Sys (Wasserstoffrepublik Deutschland, BMWK)	30
5.1.2	Forschungsplanung.....	31
5.1.2.1	HybriDrop (IGF)	31
5.1.2.2	NachbruchVSG (IGF).....	32
5.1.2.3	Verbrennungstechnologien der Zukunft	33
5.1.2.4	DATIpilot – Konzeptskizze „Innovationscommunities“	33
5.1.3	Auftragsforschung.....	34
5.2	Mitarbeit in Gremien	34
5.3	Dienstleistungen	37
5.4	Gemeinnützige Tätigkeiten	37
6.	Emissionsmesstechnik	38
6.1	Untersuchungen im Auftrag.....	38
6.1.1	Akkreditierung / Notifizierung der Messstelle.....	38
6.1.2	Arbeitsbereiche der Messstelle	39
6.1.3	Messaktivitäten im Jahr 2023	39
6.1.3.1	Emissionsmessungen nach § 28 BImSchG	39
6.1.3.2	Messungen auf Wunsch des Betreibers	40
6.1.3.3	Funktionsprüfungen inklusive Vergleichsmessungen (AST) und Kalibriermessungen (QAL2)	40
6.1.3.4	Anmerkungen zu Durchführung von Messungen	41
6.1.3.5	Gutachtliche Stellungnahmen	42
6.1.4	Qualitätssichernde Maßnahmen	42
6.1.5	Ausrichtung der Messstelle	43
6.2	Bewertung der Ergebnisse aus Emissionsmessungen	44
6.3	Emissionsminderung	44
6.3.1	Überblick	44
6.3.2	Saure Abgasbestandteile.....	45
6.3.3	NO _x	45
6.4	Beratungstätigkeit der Abteilung „Umweltschutz“	47

6.4.1	Novellierung der TA-Luft	47
6.4.2	Mitarbeit in Gremien	51
7.	Verwaltung externer Forschungsvorhaben	53
7.1	Externe Forschungsvorhaben	53
7.1.1	Braunglas-VES (IGF)	53
7.2	Externe Forschungsanträge	53
7.2.1	BoKoLa (IGF)	53
7.2.2	Reaktive Glaslote (IGF)	54

Vorwort

Das Jahr 2023 war durch zahlreiche internationale Krisen und den damit verbundenen nationalen Auswirkungen geprägt. Bei einigen Unternehmen gab es Reisebeschränkungen, was zu einer verminderten Teilnahme an einigen Präsenzveranstaltungen der HVG und DGG führte. Durch Hybrid- und Online-Formate war die Beteiligung in Summe jedoch auf einem erfreulich hohen Niveau.

Da die DGG-Jahrestagung im Jahr 2023 als Joint Meeting mit der USTV (Frankreich) in Orléans stattfand, wurde die Mitgliederversammlung 2023 nicht wie üblich im Rahmen der Tagung, sondern im Herbst im Rahmen der DGG-Fachausschuss-Sitzungen im Oktober 2023 in Würzburg durchgeführt.

Die Vorstandssitzungen fanden in einem hybriden Format statt. Die Beiratssitzung wurde im Rahmen der DGG-Fachausschuss-Sitzungen im Frühjahr in Würzburg durchgeführt. Die HVG-Grundlagenseminare sowie das HVG-Seminar „Refraktärwerkstoffe für die Glasindustrie“ fanden online statt. Der HVG-Fortbildungskurs mit dem KI-Thema „Modellierung bei der Glasentwicklung“ wurde ausschließlich in Präsenz in Offenbach durchgeführt, was einen intensiven Austausch und Diskussionen zwischen den Referenten und den Teilnehmenden ermöglicht hat und sehr begrüßt wurde.

Wirtschaftliche Lage der Glasindustrie

Im Jahr 2023 ist die Nachfrage sowohl nach Behälterglas als auch nach Flachglas deutlich gesunken, was bei einigen Herstellern zur teil- oder zeitweisen Stilllegung von

Produktionskapazitäten führte. Gegen Jahresende gab es Anzeichen dafür, dass die wirtschaftliche Talsohle durchschritten sein könnte. Insbesondere im Hohlglasbereich, aber auch für Spezialglas und Flachglas haben sich die Geschäftserwartungen verbessert.

Entwicklungen bei der HVG

Aufgrund der positiven wirtschaftlichen Entwicklung im Jahr 2022 ist das HVG-Beitragsaufkommen im Jahr 2023 im Vergleich zum Vorjahr um ca. 10% gestiegen.

Die Noelle + von Campe GmbH & Co. KG ist zum 31.12.2023 als Mitglied ausgeschieden.

Die Wiegand-Glashüttenwerke GmbH konnten zum 01.01.2024 als neues Ordentliches Mitglied gewonnen werden.

Im Jahr 2024 wird die Neu-Mitgliedergewinnung und möglichst auch die Rückgewinnung ehemaliger Mitglieder ein wichtiges Ziel sein.

Die Erträge aus öffentlich geförderten Forschungsvorhaben in der Abteilung „**Glas-technologie**“ waren auf einem stabilen Niveau. Es wurden 7 Projekte bearbeitet, von denen 3 zum Projektabschluss kamen. Anträge und Skizzen für insgesamt 4 neue Projekte befinden sich in Vorbereitung oder sind bereits in der Begutachtungsphase.

Die Auftragslage für die **Akkreditierte Messstelle** war auf einem guten Niveau. Zum Vorjahr wurde eine Steigerung der Erträge um über 30% erreicht. Ein neuer Kunde konnte außerhalb der Glasindustrie (Messinghersteller) gewonnen werden, und

mehrere andere Branchen, wie Keramik, Blockheizkraftwerk (BHKW) und Galvanik haben Angebote für Emissionsmessungen angefragt.

2024 wird die DGG-Jahrestagung Ende Mai in Aachen stattfinden und viele persönliche Begegnungen ermöglichen. Im Oktober findet dann die glasstec 2024 in Düsseldorf statt, auf der die HVG im Rahmen eines Gemeinschaftsstandes der Forschungseinrichtungen, der von der DGG organisiert wird, vertreten sein wird.

Die HVG dankt allen Mitgliedsfirmen und Projektpartnern für die anhaltend gute und vertrauensvolle Zusammenarbeit im Berichtszeitraum 2023. Wir freuen uns auf die Fortsetzung der laufenden und den Start von neuen Forschungsvorhaben. Der Umweltschutz wird aufgrund des für 2025 erwarteten Starts des Prozesses zur 2. Revision des GlassBREF noch weiter in den Fokus rücken. Die HVG wird das Ziel verfolgen, im Rahmen der beteiligten nationalen erweiterten Expertengruppe ihre umwelttechnische Expertise einzubringen.

Offenbach am Main, im April 2024

Thomas Jüngling

Forschungsinstitut

63071 Offenbach am Main
Siemensstraße 45
Telefon: +49 (69) 97 58 61 – 0
Telefax: +49 (69) 97 58 61 – 99
E-Mail: hvg@hvg-dgg.de
Internet: www.hvg-dgg.de

Geschäftsführer:

Dr.-Ing. Thomas JÜNGLING

Technische Mitarbeiter:innen:

Dipl.-Ing. Petra BOEHM
Dr. rer. nat. Ferdinand DRÜNERT
Dipl.-Ing. Bernhard FLEISCHMANN
Dipl.-Ing. (FH) Karlheinz GITZHOFER
Dr. phil. nat. Henrik GUSTMANN
Dipl.-Ing. (FH) Thomas KRÖBER
Dipl.-Math. Nils-Holger LÖBER
Tomislav LONCAREVIC
Dr. rer. nat. Diana LUDGEN
Dipl.-Ing. (FH) Uwe PETERMANN
Chemielaborantin Martin QAZI
Dipl.-Ing. (FH) Frank RÜHL
B.Eng. Ahmad SABSABI (seit 01.07.2023)
Chemielaborantin Dilek SAHIN-SARIBAS
(seit 01.06.2023)
Dipl.-Ing. Dominic WALTER

Vorstand

Vorsitzender:

Dr.-Ing. Heinz KAISER
Schott AG, Mainz

Schatzmeister:

Dipl.-Ing. Gerd BUCHMAYER
Vetropack Austria GmbH, Pöchlarn

Vorstandsmitglieder:

Dipl.-Ing. Markus BEUTINGER
Verallia Deutschland AG, Bad Wurzach
Dipl.-Ing. Christoph CLAESGES
Pilkington Deutschland AG, Gladbeck
Dipl.-Ing. Andreas KOHL
Gerresheimer Moulded Glass GmbH, Lohr

Beirat

Dr.-Ing. Thomas BEWER, Steinhausen, CH
Dipl.-Ing. Michael HAHN, Mainz
Dr.-Ing. Ralph JESCHKE, Nienburg
Dr. Joachim KÜSTER, Mainz
Dipl.-Ing. Frank LÜBBERING, Bad Münden
Dr. Christian PÜTTMANN, Gladbeck
Dipl.-Phys. Stefan ROSNER, Mitterteich
Dipl.-Ing. Stefan SCHMITT, Mainz
Dipl.-Ing. Dirk SCHNURPFEIL, Lohr
Dr. Guido STEBNER, Bülach, CH

Verzeichnis der Mitgliedsfirmen und Mitgliedshütten der HVG

(Stand: 31. März 2024)

a) Stammwerke

- Ardagh Glass GmbH, Nienburg
- BASF Personal Care and Nutrition GmbH, Düsseldorf
- Borax Europe Limited, London*
- Bucher Emhart Glass SA, Steinhausen*
- Docter Optics Components GmbH, Neustadt
- DURAN Produktions GmbH & Co. KG, Mainz
- Füller Glastechnologie Vertriebs-GmbH, Spiegelau
- GEA Bischoff GmbH, Essen*
- Gerresheimer AG, Düsseldorf
- Glasfabrik Lamberts GmbH & Co. KG, Wunsiedel
- Glashütte Freital GmbH, Freital
- Glashütte Limburg Gantenbrink GmbH & Co. KG, Limburg
- GMB Glasmanufaktur Brandenburg GmbH, Tschernitz
- Horn Glass Industries AG, Plößberg*
- LÜHR FILTER GmbH, Stadthagen*
- Nikolaus Sorg GmbH & Co. KG, Lohr*
- Noelle + von Campe GmbH & Co. KG, Boffzen (bis. 31.12.2023)
- P-D Refractories GmbH, Niederlassung Dr. C. Otto, Bochum*
- Pilkington Deutschland AG, Gelsenkirchen
- Poraver GmbH, Schlüsselfeld*
- Retorte GmbH Selenium Chemicals & Metals, Röthenbach*
- Ritzenhoff AG, Marsberg
- SCHOTT AG, Mainz
- Sibelco Deutschland GmbH, Brake*
- Solvay Chemicals GmbH, Rheinberg*

- Spezialglashütte Kugler Colors GmbH, Kaufbeuren
- Stölzle-Oberglas GmbH, Köflach
- Technologie-Anwender-Zentrum Spiegelau, Spiegelau
- Verallia Deutschland AG, Werk Bad Wurzach, Bad Wurzach
- Vetropack Holding AG, Bülach
- Weck glass and packaging GmbH, Bonn
- Wiegand Glashüttenwerke GmbH, Steinbach am Wald (seit 01.01.2024)
- Wöllner GmbH, Ludwigshafen
- Zippe Industrieanlagen GmbH, Wertheim*

* assoziierte Mitglieder

b) Zweigwerke und Tochterunternehmen

- Ardagh Glass GmbH, Obernkirchen
- Ardagh Glass GmbH, Werk Bad Münder, Bad Münder
- Ardagh Glass GmbH, Werk Drebkau, Drebkau
- Ardagh Glass GmbH, Werk Germersheim, Germersheim
- Ardagh Glass GmbH, Werk Lünen, Lünen
- Ardagh Glass GmbH, Werk Neuenhagen, Neuenhagen
- Ardagh Glass GmbH, Werk Wahlstedt, Wahlstedt
- Bauglasindustrie GmbH, Schmelz
- EME GmbH, Erkelenz*

-
- Gerresheimer Essen GmbH, Essen
 - Gerresheimer Lohr GmbH, Lohr
 - Gerresheimer Tettau GmbH, Tettau
 - Heye International GmbH, Obernkirchen
 - Horn Bau und Service GmbH, Plößberg*
 - P-D Industriegesellschaft mbH – Feuerfestwerke Wetro, Puschwitz*
 - Pilkington Automotive Deutschland GmbH, Witten
 - Pilkington Deutschland AG, Werk Gladbeck, Gladbeck
 - Pilkington Deutschland AG, Werk Weiherhammer, Weiherhammer
 - SCHOTT AG, Standort Grünenplan, Grünenplan
 - SCHOTT AG, Standort Mitterteich, Mitterteich
 - SCHOTT Technical Glass Solutions GmbH, Jena
 - UniMould GmbH, Obernkirchen
 - Verallia Deutschland AG, Werk Essen, Essen
 - Verallia Deutschland AG, Werk Neuburg, Neuburg
 - Verallia Deutschland AG, Werk Wirges, Wirges
 - Vetropack Austria GmbH, Werk Kremsmünster, Kremsmünster, A
 - Vetropack Austria GmbH, Werk Pöchlarn, Pöchlarn, A
 - Wiegand Glashüttenwerke GmbH, Standort Großbreitenbach
 - Wiegand Glashüttenwerke GmbH, Standort Lauscha
 - Wiegand Glashüttenwerke GmbH, Standort Schleusingen

1. Interna

Mitglieder

Am 31. März 2024 gehören der HVG 21 Glas-herstellende Mitgliedsfirmen mit 27 angeschlossenen Zweigwerken und Tochterunternehmen sowie 12 assoziierte Mitgliedsfirmen mit 3 angeschlossenen Zweigwerken an.

Die Mitgliedschaft der Noelle + von Campe GmbH & Co. KG endete am 31.12.2023.

Die Wiegand Glashüttenwerke GmbH ist seit dem 01.01.2024 Ordentliches HVG-Mitglied.

Vorstand

Im Rahmen der 93. Mitgliederversammlung, die am 26.06.2023 in einem hybriden Format in der HVG-DGG Geschäftsstelle und online stattfand, wurde Herr Christoph Claesges für eine weitere Amtszeit als HVG-Vorstand gewählt.

Beirat

Im Rahmen der 93. Mitgliederversammlung, die am 26.06.2023 in einem hybriden Format in der HVG-DGG Geschäftsstelle und online stattfand, wurde Herr Dr. Ralph Jeschke für eine weitere Amtszeit zum HVG-Beirat gewählt.

Personelle Veränderungen

Frau Dilek Sahin-Saribas hat zum 1. Juni 2023 die Abteilung Emissionsmesstechnik als Laborantin personell verstärkt.

Herr Ahmad Sabsabi ist seit 1. Juli 2023 in der Abteilung Emissionsmesstechnik als Messingenieur tätig.

Die personelle Aufstockung der Akkreditierten Messstelle ist überwiegend aufgrund des in wenigen Jahren anstehenden Generationswechsels notwendig.

2. Sitzungen der Gremien der HVG

2.1 Mitgliederversammlung

Die 93. ordentliche Mitgliederversammlung der Hüttentechnischen Vereinigung der Deutschen Glasindustrie fand am 26. Juni 2023 in einem hybriden Format in der Geschäftsstelle in Offenbach und online statt und wurde von Herrn Dr. Heinz Kaiser, HVG-Vorstandsvorsitzender, geleitet.

Im ersten Tagesordnungspunkt begrüßte Herr Dr. Kaiser die Anwesenden, stellte die ordnungsgemäße Einberufung und Beschlussfähigkeit fest, und wies auf den kartellrechtlichen Leitfadens der HVG-DGG hin. Die Tagesordnung wurde von der Mitgliederversammlung bestätigt. Anschließend informierte der Geschäftsführer der HVG, Dr. Jüngling, über den Tätigkeitsbericht 2022, der seit April 2023 über die HVG/DGG-Webseite eingesehen werden kann. Der Link lautet: <https://www.hvg-dgg.de/de/hvg-dgg/taetigkeitsberichte>.

Nachdem der Jahresabschluss 2022 besprochen war, beantragte Herr Dr. Küster die Entlastung des Vorstands und der Geschäftsführung. Diese wurde mit großer Mehrheit bei Enthaltung von 2 Vorständen erteilt. Im Anschluss erläuterte Herr Dr. Jüngling die aktuelle Hochrechnung für das Geschäftsjahr 2023. Danach wurde die Planung für das Jahr 2024 vorgestellt.

Herr Bewer fragte nach, ob Potential besteht, den seit Jahren bestehende Fehlbetrag durch zusätzliche Mitgliedsbeiträge auszugleichen. Herr Dr. Jüngling erläuterte, dass insbesondere im Bereich Flachglas, aber auch für Behälterglas ein hohes Potential in Form zusätzlicher Mitgliedsunternehmen vorhanden ist. Ein Fokus wird in

der Zukunft weiterhin auf der Gewinnung zusätzlicher Mitglieder liegen.

Die Mitgliederversammlung hatte darüber hinaus keine ergänzenden Fragen oder Anmerkungen.

Im nächsten Tagesordnungspunkt schlug der Vorstand vor, die Berechnung des Mitgliedsbeitrages 2024 für Ordentliche Mitglieder konstant zu halten. Die Mitgliederversammlung beschloss dies einstimmig. Ebenso wurde einstimmig beschlossen, den Mitgliedsbeitrag für Assoziierte Mitglieder im Jahr 2024 konstant zu halten.

Nächster Tagesordnungspunkt waren die Wahlen zum HVG-Vorstand. Die Amtszeit von Herrn Christoph Claesges war abgelaufen und er stellte sich zur Wiederwahl. Herr Claesges wurde von der Mitgliederversammlung einstimmig für eine weitere Amtszeit als HVG-Vorstand bestätigt. Er nahm die Wahl an.

Es folgten die Wahlen zum HVG-Beirat. Die Amtszeit von Herrn Dr. Ralph Jeschke war abgelaufen und er stellte sich zur Wiederwahl. Die Mitgliederversammlung wählte Herrn Dr. Jeschke einstimmig für eine weitere Amtszeit als HVG-Beirat, und Herr Dr. Jeschke nahm die Wahl an.

Zum Ende der Mitgliederversammlung wies Dr. Jüngling auf die nächste ordentliche HVG-Mitgliederversammlung hin, die im Rahmen der 97. Glastechnischen Tagung am 27. Mai 2024 in Aachen stattfinden wird.

2.2 Sitzungen des Vorstandes der HVG

Die Vorstände von HVG und DGG traten am 16. Mai und am 8. Dezember 2023 zusammen. Die Sitzungen wurden im hybriden Format online und in Offenbach durchgeführt.

Eine weitere HVG-Vorstandssitzung fand am 21. Juli 2023 online statt.

2.3 Sitzung des Beirats der HVG

Am 18. April 2023 fand eine gemeinsame Sitzung des HVG-Beirates und des DGG-Vorstandsrates in Würzburg statt. Der Status aller laufenden und geplanten Forschungsvorhaben wurde vorgestellt und diskutiert.

Die zukünftige Gestaltung der HVG-Fortbildungskurse wurde diskutiert. Die Diskussion ergab, dass die HVG mit dem Fortbildungskurs nicht diejenigen Themen aufgreifen sollte, die von zahlreichen anderen Organisationen bespielt werden. Der HVG-Fortbildungskurs sollte sich durch eine hohe Qualität der Referate auszeichnen und die Grundlagen des gewählten Themas eingehend beleuchten.

Mit dem HVG-Fortbildungskurs „Glaseigenschaften als Grundlage der Modellierung“ wurde dies im November 2023 umgesetzt und kam bei den Referenten und Teilnehmer:innen sehr gut an.

Zukünftig werden die Abgasreinigung und Emissionsmessung an Bedeutung gewinnen. Diese Themen werden Inhalt des HVG-Fortbildungskurses 2024 werden.

3. Veranstaltungen der HVG

3.1 HVG-Fortbildungskurs

27./28. November 2023, Offenbach:
Modellierung bei der Glasentwicklung

Hochleistungsgläser werden für viele innovative Anwendungen benötigt und sind aus unserem Alltag nicht mehr wegzudenken: Smartphone-Displays, Glasfaserkabel, Bildschirme, Windräder und Solarpanels sowie Verpackungen für medizinische Produkte, wie Impfstoffe, sind einige Beispiele. Neue Produkte erfordern neuartige Gläser mit anwendungsoptimierten Eigenschaften, deren Entwicklung mit Hilfe selbst lernender Maschinen erheblich beschleunigt werden kann.

Die Modellierung des Glasschmelzprozesses ermöglicht die Prozessoptimierung mit Hilfe eines sogenannten digitalen Zwillings, der ein digitales Abbild des Prozesses darstellt.

Für die effiziente Entwicklung und Produktion neuartiger Gläser wird die Modellierung zunehmend bedeutender werden. Daher dieses Thema in unserem HVG-Fortbildungskurs 2023 aufgegriffen.

Folgende Vorträge wurden gehalten:

Ralf Müller, Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung (BAM), Berlin

GlassDIGITAL: Digital Infrastructure for Data-Driven High-Throughput Glass Development

- High-throughput glass synthesis: Robotic melting
- Process control: Inline sensors, image analysis, high-throughput glass analysis, process modelling
- Glass*Digital* data space: Ontology, ML-data mining, ML-property modelling, glass design tools

Martin Kilo, Fraunhofer ISC, Außenstelle Bronnbach, Wertheim

High-Throughput-Screening von Glas mit der Roboter-gesteuerten Schmelzanlage und die Inline-Charakterisierung durch die Thermo-Optischen Messverfahren des Fraunhofer ISC

Hansjörg Bornhöft, TU Clausthal, Institut für Nichtmetallische Werkstoffe, Clausthal-Zellerfeld

Inline Sensor Technologien zur Überwachung des Glasschmelzvorgangs beim autonomen Roboter-gestützten Schmelzen

- Funktion und Implementation
- Konditionen
- Bildanalyse
- Entwicklung und Einsatz von ML Technologien
- Wandel der Glasforschung von Empirie in Ontologie

Marek Sierka, FSU Jena, Otto-Schott-Institut für Materialforschung, Jena

Glass Ontology and Machine Learning for Data-Driven High-Throughput Glass Development

- Introduction to the ontology-based glass knowledge base and its graphical user interface
- Machine learning models and tools for glass property predictions

AnneJans Faber, Physica Fit Faber, Heteren; NL

Redox of glass (melts) – Part I

- Definition of redox state
- Characterization methods of redox in glass melting (batch redox number, partial oxygen pressure of glass melts, iron redox ratio of product)

AnneJans Faber, Physica Fit Faber,
Heteren; NL

Redox of glass (melts) – Part II

- Sulphur solubility and polyvalent ions in glass melts
- Redox and colour of glasses
- Importance of redox control in industrial glass melting

AnneJans Faber, Physica Fit Faber,
Heteren; NL

Heat transfer and thermal radiation conductivity of glass melts – Part I

- Heat transfer mechanisms in glass melts (phonon conduction, photon conduction, convection: relative importance of these 3 mechanisms in HT glass melts)
- Radiative heat transfer and Rosseland radiation -or photon- conductivity
- New semi-empirical physical model of photon conductivity of glass melts
 - Effect glass matrix
 - Effect colouring ions/redox
 - Effect temperature

AnneJans Faber, Physica Fit Faber,
Heteren; NL

Heat transfer and thermal radiation conductivity of glass melts – Part II

- Validation of new model with high temperature spectral measurements on various glass types / colours
- Industrial examples of use of new input data for mathematical (CFD) simulation of glass melting tanks
 - Float furnace with standard float glass
 - Full electric (cold top) furnace

Luuk Thielen, CelSian, Eindhoven; NL

Glass furnace simulation, examples of an integrated laboratory and software approach

- Practical examples
- Modeling in relation to product quality

3.2 HVG-Fortbildungsseminare

Die Ingenieur:innen der HVG beschäftigen sich seit vielen Jahren mit ihren jeweiligen Fachgebieten. Das dabei erworbene Wissen kann für viele Anwender in der Glasindustrie nützlich sein. Insbesondere kann die Ausbildung der Ingenieur:innen in der Glasindustrie nicht auf alle Detail-Bereiche eingehen, so dass die Glasindustrie auf ein entsprechendes Angebot von Weiterbildungsmaßnahmen angewiesen ist. Die HVG bietet das Grundlagenseminar in 3 Teilen thematisch gegliedert an. Alle Seminare fanden 2023 als Online-Seminare statt.

3.2.1 HVG-Seminar "Grundlagen der industriellen Glasherstellung" Teil 1: Schmelzen von Glas, 21./22. März 2023

Produkte aus Glas findet man in weiten Bereichen des täglichen Lebens, sei es im Automobilbau, in der Architektur, in der Elektroindustrie oder bei der Lebensmittelverpackung. Entsprechend der Vielfalt der Einsatzaufgaben und Glaskompositionen variieren auch die Schmelz- und Formgebungsverfahren.

Dieser Seminarteil gibt einen grundlegenden Einblick in den Schmelzvorgang (Rohstoffe, Schmelze und Läuterung) sowie die Schmelzanlagen und ihrem Energieverbrauch.

Das Grundlagen-Seminar der HVG bietet einen Überblick der Verfahren und Technologien, die in der modernen Glasproduktion eingesetzt werden.

Es richtet sich an alle Mitarbeiter:innen der Glasindustrie, Zulieferfirmen und weiterverarbeitenden Betriebe, insbesondere auch

an solche ohne fachspezifische Ausbildung, an Behördenvertreter:innen, aber auch an Studierende von Fachhochschulen und Universitäten, die eine konzentrierte Einführung in den Glasherstellungsprozess erwarten.

Folgende Themen wurden behandelt:

Einführung

- Grundlegende chemische und physikalische Eigenschaften und Anwendungen von Gläsern und Glasschmelzen, typische Zusammensetzungen

Glasschmelzaggregate, und Energiekennzahlen

- Vorstellung unterschiedlicher Glasschmelzaggregate
- Energieverbrauch, Energiekennzahlen

Vorgänge beim Schmelzen von Glas

- Gemengereaktion
- Schmelzvorgang
- Läuterung
 - Grundlagen der Redox Kennzahlen

Als Referent:innen standen Dipl.-Ing. Dominic Walter, Dipl.-Ing. Bernhard Fleischmann, Dipl.-Ing. Petra Boehm und Dr. rer. nat. Ferdinand Drünert zur Verfügung, die sich bei der HVG seit vielen Jahren im Rahmen von Forschungsvorhaben und Dienstleistungen mit Fragestellungen der industriellen Glasherstellung befassen.

Am Seminar nahmen 27 Teilnehmer:innen aus der Industrie sowie Zuhörer aus der HVG teil.

3.2.2 HVG-Seminar „Grundlagen der industriellen Glasherstellung“ Teil 2: Formgebung von Glas, 15-17. Mai 2023

Dieser Seminarteil gibt einen grundlegenden Überblick über die wichtigsten Formgebungsverfahren. Dabei soll auch ein Einblick in die Themenbereiche Homogenisierung der Schmelze und Tempern der Glasprodukte gegeben werden.

Das Grundlagen-Seminar ist eine Zusammenstellung der Verfahren und Technologien, die in der modernen Glasproduktion eingesetzt werden.

Das Seminar richtet sich an dieselben Interessensgruppen wie der Teil 1.

Als Referent:innen standen Dipl.-Ing. Gesine Bergmann vom VDMA und von der HVG Dipl.-Ing. Bernhard Fleischmann und Dipl.-Ing. Petra Boehm zur Verfügung.

Folgende Themen wurden behandelt:

Einführung

- Viskosität und effektive Wärmeleitfähigkeit

Konditionierung

- Thermische Homogenisierung
- Tempern von Glas

Formgebung von Glas

Formgebungsverfahren für

- Behälterglas
- Wirtschaftsglas
- Rohrglas
- Faserglas
- Flachglas

Die Vorträge der einzelnen Themenbereiche beinhalteten auch Hinweise zu Maßnahmen der Qualitätsprüfung, -kontrolle und -sicherung. Glasfehler bei der Formgebung von Glas wurden an gegebener Stelle behandelt.

Als Referent:innen standen Dipl.-Ing. Bernhard Fleischmann und Dipl.-Ing. Petra Boehm zur Verfügung, die sich bei der HVG seit vielen Jahren im Rahmen von Forschungsvorhaben und Dienstleistungen mit Fragestellungen der industriellen Glasherstellung befassen. Zusätzlich konnte Dipl.-Ing. Gesine Bergmann vom VDMA als Referentin gewonnen werden.

Am Seminar nahmen 11 Teilnehmer:innen aus der Industrie sowie Zuhörer aus der HVG teil.

3.2.3 HVG-Seminar „Grundlagen der industriellen Glasherstellung“ Teil 3: Emissionsminderung, 4. Mai 2023

Dieser Seminarteil gibt einen grundlegenden Überblick über luftverunreinigende Emissionen bei der Glasherstellung, zeigt Minderungstechnologien auf, erläutert die Emissionsmesstechnik, skizziert die erforderlichen Laboranalysen und widmet sich der kontinuierlichen und diskontinuierlichen Überwachung der Emissionen.

Das Seminar richtet sich an dieselben Interessensgruppen wie die Teile 1 und 2.

Als Referenten standen z.T. langjährige Mitarbeiter der Messstelle der HVG zur Verfügung. Es handelt sich um die Herren Dipl.-Ing. Karlheinz Gitzhofer, Dr. Henrik Gustmann, Dipl.-Ing. Uwe Petermann und Dipl.-Ing. Frank Rühl.

Folgende Themen wurden behandelt:

Emissionen von Glasschmelzöfen

Primäre und sekundäre Minderungsmöglichkeiten

Emissionsüberwachung

- Regelwerke (z.B. TA Luft / 44. BImSchV)
- Wiederkehrende Emissionsmessungen (z.B. Messungen nach §28 BImSchG)
- Kontinuierliche Emissionsüberwachung (Qualitätssicherungsstufen nach VDI 3950:2018 bzw. DIN EN 14181:2015 – Zertifizierung (QAL1) / Funktionsprüfungen (AST) / Kalibriermessungen (QAL2) / Betreiberpflichten (QAL3))

Am Seminar nahmen 13 Teilnehmer:innen aus der Industrie sowie Zuhörer aus der HVG teil.

3.2.4 HVG-Seminar „Refraktärwerkstoffe für die Glasherstellung“, 7.-9. November 2023

Ein wesentlicher Punkt beim Glasschmelzofenbau und der Ausmauerung der schmelzführenden Bauteile ist die Auswahl der Werkstoffe hinsichtlich ihrer Korrosionsbeständigkeit, Lebensdauer, mechanischer Stabilität u.v.m.

Das Vertiefungsseminar über Refraktärwerkstoffe in der Glasindustrie soll detailliertes Wissen rund um diese für den Glasherstellungsprozess wichtigen Werkstoffe geben und helfen, Fehlerquellen bei der Wahl der Materialien zu vermeiden. Themenschwerpunkte des Seminars sind u.a. das Verhalten und die Veränderungen der Refraktärwerkstoffe während der Wannenreise, die Aussagekraft von Test- und Prüfverfahren über das Verhalten der

Materialien im Einsatz, die Eignungskriterien der unterschiedlichen Werkstoffe sowie das Thema Glasfehler und Refraktärwerkstoffe.

Es richtet sich an Mitarbeiter:innen der Glasindustrie, Zulieferfirmen und weiterverarbeitenden Betriebe, insbesondere auch an solche ohne fachspezifische Ausbildung, aber auch an Studierende von Fachhochschulen und Universitäten.

Referent war Dipl.-Ing. Bernhard Fleischmann, der sich bei der HVG seit vielen Jahren mit dem Einsatz von Refraktärwerkstoffen und deren Veränderung im industriellen Einsatz sowie mit der Aussagekraft von Testmethoden für die industrielle Praxis beschäftigt.

Folgende Themen wurden behandelt:

- Einführung Refraktärwerkstoffe
- Grundsätzliches zu Phasendiagrammen
- SiO₂-Werkstoffe

- Thermomechanische Eigenschaften
- Materialien basierend auf SiO₂ – Al₂O₃
- Phasendiagramme Teil 2: Mehrstoffsysteme
- ZrO₂ haltige feuerfeste Materialien
- Korrosionsmechanismen im Glaskontakt
- Metallische Werkstoffe
- Herstellungstechnologie und Einsatzverhalten
- Materialien für Regenerativkammern und Feeder
- Wannenreise
- Unterschiedliche Brennstoffe und FF-Materialien
- Zusammenfassung

Am Seminar nahmen 12 Teilnehmer:innen aus der Industrie sowie Zuhörer aus der HVG teil.

4. Veröffentlichungen und Vorträge

4.1 HVG-Mitteilungen

Seit 2013 werden die HVG-Mitteilungen innerhalb des HVG-Newsletters veröffentlicht. Sie können auch als Download über die Webseite der HVG abgerufen werden.

Im Berichtsjahr 2023 erschien keine HVG-Mitteilung.

4.2 HVG-Newsletter

Der HVG-Newsletter ist 2023 fünf Mal erschienen. Er berichtet über Aktivitäten der HVG und DGG und stellt so ein Bindeglied zwischen den Glastechnologen vor Ort und den auf dem Server der HVG zum Download bereitstehenden Informationen dar. Der kostenlose Newsletter kann nach einer einmaligen Anmeldung erhalten werden und wird nicht automatisch zugesandt. Nähere Informationen sind auf der Einstiegsseite unserer Homepage www.hvg-dgg.de zu finden oder über Herrn Löber loeber@hvg-dgg.de zu erhalten.

4.3 Publikationen der HVG

4.3.1 Bezugsquellen

HVG-Publikationen können zum Teil über den Buchhandel, immer bei der Geschäftsstelle der HVG-DGG (E-Mail: info@hvg-dgg.de) oder online unter <https://www.hvg-dgg.de/de/wissensressourcen/publikationen/fachbuecher#c1144> bestellt werden. Eine Liste aller Publikationen der HVG ist unter <https://www.hvg-dgg.de/de/wissensressourcen/publikationen> zusammengestellt.

4.3.2 Veröffentlichungen von HVG-Mitarbeiter:innen

Fleischmann, Bernhard: Wasserstoff: Chance und Herausforderung. VBG Spezial Glas und Keramik. 01/2023. Seite 7.

Thieme, Christian; Fleischmann, Bernhard; et al.: Formation of mullite in fused cast AZS refractories. *Ceramics International*, <https://doi.org/10.1016/j.ceramint.2023.06.174>.

Fleischmann, Bernhard; Thieme, Christian: Fused cast AZS blocks and their mineral phases after production, after annealing the furnace and in use. *Unified international technical Conference on Refractories*. 26.-29.09.2023, Frankfurt am Main, Germany. *Proceedings*. S. 574-576

4.4 Vorträge von HVG-Mitarbeiter:innen

Fleischmann, Bernhard: AZS-Minerealogie – Ergebnisse. Projektbegleitender Ausschuss des IGF-Forschungsvorhaben Nr. 21072BG am 14.03.2023. Online.

Walter, Dominic: Einführung in die industriell Glasherstellung. 21. März 2023. HVG-Seminar: Grundlagen der industriellen Glasherstellung. Teil 1: Schmelze., (Online)

Fleischmann, Bernhard: Werkstoffe für die Glasherstellung. 21. März 2023. HVG-Seminar: Grundlagen der industriellen Glasherstellung. Teil 1: Schmelze (Online)

Fleischmann, Bernhard: Glasschmelzaggregate, Energieverbrauch und -kennzahlen. 21. März 2023. HVG-Seminar: Grundlagen der industriellen Glasherstellung. Teil 1: Schmelze, (Online)

Boehm, Petra: Rohstoffe zur Glasherstellung. 22. März 2023. HVG-Seminar: Grundlagen der industriellen Glasherstellung. Teil 1: Schmelze, (Online),

Walter, Dominic: Schmelze von Glas. 22. März 2023. HVG-Seminar: Grundlagen der industriellen Glasherstellung. Teil 1: Schmelze: (Online)

Fleischmann, Bernhard: Läuterung und Farbe. 22. März 2023. HVG-Seminar: Grundlagen der industriellen Glasherstellung. Teil 1: Schmelze, (Online)

Walter, Dominic GlasCO₂ - Kreislaufführung des Kohlendioxids bei der Glasherstellung durch die Erzeugung synthetischer Brennstoffe. Branchenworkshop der Feuerfest-, Glas-, Keramik-, Zement- und Ziegelindustrie Relnvent – KlimPro-Industrie. 29. März 2023, Offenbach am Main.

Jüngling, Thomas; Fleischmann, Bernhard: Erfassung der CO₂-Emissionen und Systemgrenzen. Impulsvortrag im Branchenworkshop der Feuerfest-, Glas-, Keramik-, Zement- und Ziegelindustrie Relnvent – KlimPro-Industrie. 29. März 2023, Offenbach am Main.

Walter, Dominic: Flammenspektren von H₂-haltigen Flammen. 18. April 2023. Fachausschuss 2+6. Würzburg.

Walter, Dominic: Verbrennung von Wasserstoff und Einfluss auf die Glaseigenschaften. 18. April 2023. Fachausschuss 2+6. Würzburg.

Drünert, Ferdinand: Projekt Glas-CO₂ – Aktuelle Ergebnisse. 18. April 2023. Fachausschuss 2+6. Würzburg.

Gitzhofer, Karlheinz: Rohgasseitige Emissionen von Glasschmelzöfen. 04. Mai 2023. HVG-Seminar: Grundlagen der industriellen Glasherstellung. Teil 3: Emissionsminderung, (Online)

Gustmann, Henrik: Primäre und sekundäre Minderungsmöglichkeiten. 04. Mai 2023. HVG-Seminar: Grundlagen der industriellen

Glasherstellung. Teil 3: Emissionsminderung, (Online)

Rühl, Frank: Emissionsmessungen und Laboranalysen. 04. Mai 2023. HVG-Seminar: Grundlagen der industriellen Glasherstellung. Teil 3: Emissionsminderung, (Online)

Petermann, Uwe: Diskontinuierliche und kontinuierliche Emissionsüberwachung. 04. Mai 2023. HVG-Seminar: Grundlagen der industriellen Glasherstellung. Teil 3: Emissionsminderung, (Online)

Fleischmann, Bernhard: Wichtige physikalische Eigenschaften bei der Glasherstellung. 15. Mai 2023. HVG-Seminar: Grundlagen der industriellen Glasherstellung. Teil 2: Formgebung, (Online)

Boehm, Petra: Flachglasherstellung. 16. Mai 2022. HVG-Seminar: Grundlagen der industriellen Glasherstellung. Teil 2: Formgebung (Online),

Walter, Dominic: Recycling-based contaminants in glass production and how to avoid them. 23.05.2023. The French Union for Science and Glass Technology (USTV) Annual Meeting in conjunction with the 96th Annual Meeting of the German Society of Glass Technology (DGG). Orleans

Fleischmann, Bernhard: Flame spectra of hydrogen combusting flames and energy input into glass melt. 24.05.2023. The French Union for Science and Glass Technology (USTV) Annual Meeting in conjunction with the 96th Annual Meeting of the German Society of Glass Technology (DGG). Orleans

Walter, Dominic: The influence of hydrogen co-firing on the physical and chemical properties of different glasses. 24.05.2023. The French Union for Science and Glass Technology (USTV) Annual Meeting in conjunction with the 96th Annual Meeting of the German Society of Glass Technology (DGG). Orleans

Drünert, Ferdinand: Techno-economic assessment of carbon capture and utilization

concepts for a CO₂ emission-free glass production. 24.05.2023. The French Union for Science and Glass Technology (USTV) Annual Meeting in conjunction with the 96th Annual Meeting of the German Society of Glass Technology (DGG). Orleans

the German Society of Glass Technology (DGG). Orleans.

Fleischmann, Bernhard: Räumliche Verteilung und Mengenabschätzung der CO₂ Emissionen. 31. August 2023. Workshop BV Glas mit der HVG: Prozessemissionen in der Glasindustrie. Online.

Walter, Dominic: Vermeidung und Abscheidung von CO₂. 31. August 2023. Workshop BV Glas mit der HVG: Prozessemissionen in der Glasindustrie. Online.

Drünert, Ferdinand: CO₂ Nutzung und Anforderungen an die Reinheit. 31. August 2023. Workshop BV Glas mit der HVG: Prozessemissionen in der Glasindustrie. Online.

Fleischmann, Bernhard: Fused cast AZS blocks and their mineral phases after production, after annealing the furnace and in use. Unified international technical Conference on Refractories. 28.09.2023, Frankfurt am Main, Germany.

4.5 Posterpräsentationen von HVG-Mitarbeitern

Petra Boehm, Bernhard Fleischmann, Dominic Walter: Investigations on different fractions of cullet for glass recycling. Research project AiF-IGF 22607 N. 22. – 25.05.2023. The French Union for Science and Glass Technology (USTV) Annual Meeting in conjunction with the 96th Annual Meeting of the German Society of Glass Technology (DGG). Orleans.

Henrik Gustmann, Karlheinz Gitzhofer: Current challenges for glass manufactures and measuring institutes. 22. – 25.05.2023. The French Union for Science and Glass Technology (USTV) Annual Meeting in conjunction with the 96th Annual Meeting of

5. Glastechnologie

5.1 Forschung

Die Abteilung Glastechnologie beschäftigt sich mit Fragen zu den Fachgebieten

- Werkstoffe zur Glasherstellung
- Ofentechnologie und -betrieb, Sensoren, Messtechnik
- Verbrennung und Verhalten von Brennstoffen
- Schmelzprozess und Läuterung, Redox
- Formgebung
- Kühlung des Glases sowie
- Energieverbrauch und Energiekennzahlen, Verminderung der CO₂-Emissionen und
- am Rande auch mit Fragen zu Methoden der Qualitätsprüfung.

Der überwiegende Teil der im Berichtsjahr durchgeführten Arbeiten wurde im Rahmen von Forschungsprojekten geleistet oder für die Planung und Beantragung von neuen Forschungsvorhaben aufgewandt. Die Tätigkeiten werden in den entsprechenden Kapiteln des Jahresberichts ausführlich beschrieben.

Die HVG ist Mitglied der Arbeitsgemeinschaft industrieller Forschungsvereinigungen "Otto von Guericke" e. V. (AiF). Die AiF förderte mit Mitteln des Bundesministeriums für Wirtschaft und Klimaschutz (BMWK) die vorwettbewerbliche industrielle Gemeinschaftsforschung (IGF). Ab 2024 übernimmt das DLR (Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt) als Projektträger diese Aufgabe.

Die der HVG hierdurch zur Verfügung stehenden Mittel werden zum einen für Forschungsvorhaben verwendet, die direkt bei der HVG durchgeführt werden. Zum anderen tritt die HVG auch als Förderstelle für Projekte externer Forschungsinstitute auf. Hier übernimmt sie die Verwaltung der Forschungsvorhaben gegenüber der AiF.

Die HVG nimmt auch an Ausschreibungen und Aufrufen weiterer Förderprogrammen anderer Ministerien teil und nutzt deren Fördertöpfe.

Neben den öffentlich geförderten Forschungsvorhaben führt die HVG auch Forschungsprojekte mit Eigenmitteln oder im Rahmen einer Dienstleistung durch.

5.1.1 Mit öffentlichen Mitteln geförderte Forschungsvorhaben

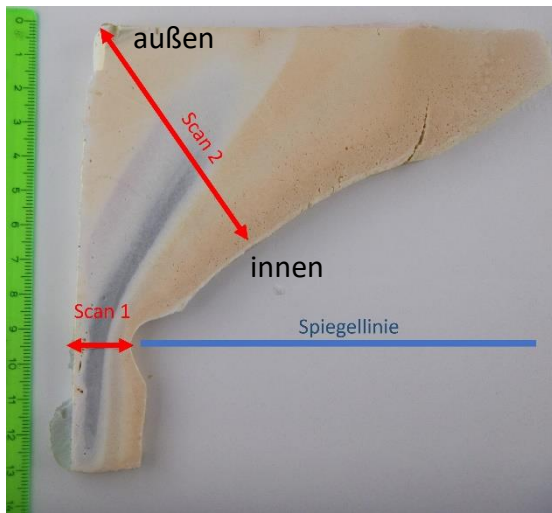
5.1.1.1 Forschungsvorhaben „AZS-Mineralogie“ (IGF) abgeschlossen

Im IGF-AiF Forschungsprojekt mit der Fördernummer 21072BG „AZS-Mineralogie“ werden feuerfeste Steine im Neuzustand und nach dem Einsatz in Glasschmelzaggrenaten mit mikroskopischen Methoden untersucht und ihre mineralogische Zusammensetzung ermittelt, um ihr Einsatzverhalten zu beschreiben.

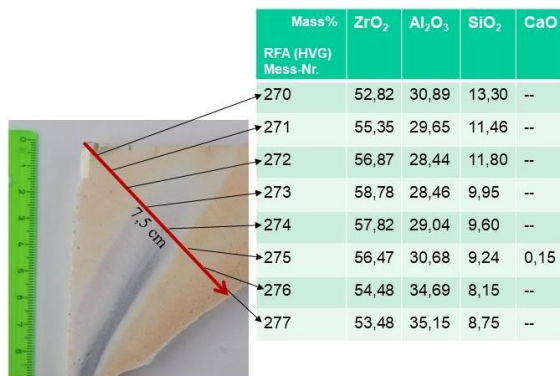
Von April 2020 bis März 2023 wurde am Institut der Hüttentechnischen Vereinigung der Deutschen Glasindustrie (HVG), Offenbach am Main, und am Fraunhofer-Institut für Mikrostruktur von Werkstoffen und Systemen (IMWS), Jena, das IGF-Forschungsvorhaben mit dem Thema "Maßnahmen zur Vermeidung von Anreicherungen kritischer Verunreinigungen durch Recycling in der Glasproduktion" (IGF/AiF-FV Nr. 21072 BG N) bearbeitet.

Neu hergestellte feuerfeste Materialien und Proben von Steinen nach dem Ende der Wannenreise wurden mit hochauflösenden mikroskopischen Verfahren hinsichtlich ihres kristallinen Phasenbestandes untersucht. Die elektronenmikroskopischen

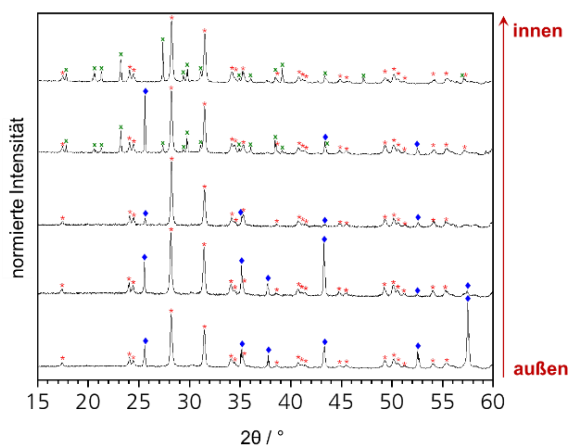
Untersuchungen sowie röntgendiffraktometrische Methoden erlauben Aussagen



Palisadenrest



Line-Scan mit RFA



Röntgendiffraktogramme (x Nephelin; * m-ZrO₂; ♦ Al₂O₃)

zur Feinstruktur der feuerfesten Materialien und verbessern so das Verständnis zur Bildung bzw. Umwandlung von mineralischen Phasen in den feuerfesten Materialien bei der Herstellung und während der Einsatzzeit sowie bei Korrosionsvorgängen.

Die Feinstrukturuntersuchung erlaubt nicht nur einen Blick auf die Hauptbestandteile, sondern auch auf die Nebenbestandteile und Mineralphasen mit geringen Anteilen und Kristallphasen mit geringer (Teilchen-)Größe. Bisher vermutete und nicht verifizierte Phasenumwandlungen im Einsatz bei hohen Temperaturen konnten nachgewiesen werden. Sich (neu) bildende Phasen sind schon im Anfangsstadium erkennbar. Um den Einfluss von Temperatur und Kinetik zu trennen, wurden entsprechende Versuche unternommen. Das verbesserte Verständnis der Korrosionsmechanismen erlaubt eine optimale Nutzung der Materialien. Neue Erkenntnisse erlauben auch Rückschlüsse auf Reaktionen und Vorgänge bei der Nutzung erneuerbarer, alternativer Brennstoffe wie Wasserstoff vor allem bei oxy-fuel-befeuerten Glasschmelzwannen. Die post mortem Untersuchung von Steinen aus oxy-fuel (mit Erdgas befeuerten) Wannen ermöglicht, das Verhalten der Materialien bei der Verbrennung von Wasserstoff abzuschätzen und ihr Korrosionsverhalten vorauszusagen. Die erhöhte Verdampfung bzw. Sublimation von Bestandteilen aus der Glasschmelze bzw. von feuerfesten Steinen mit zunehmender Abgasfeuchte spielt hier eine wesentliche Rolle. Vor allem die Verbrennung von (grünem) Wasserstoff mit reinem Sauerstoff führt hier zu bereits erkennbaren Effekten, die dann auch bei Materialien und Schmelzen, die bisher keine Korrosionsprobleme

zeigten, zu "unerwarteten" Problemen führen können.

Das Ziel des Forschungsvorhabens wurde teilweise erreicht.

Das IGF-Vorhaben 21072 BG der Hütten-technischen Vereinigung der Deutschen Glasindustrie (HVG), Offenbach am Main, wurde über die AiF im Rahmen des Programms zur Förderung der industriellen Gemeinschaftsforschung und -entwicklung (IGF) vom Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages gefördert.

Laufzeit: 01.04.2020-31.03.2023

5.1.1.2 Forschungsvorhaben „Anreicherung 2“ (IGF) abgeschlossen

Von Mai 2020 bis April 2023 wurde am Institut der Hütten-technischen Vereinigung der Deutschen Glasindustrie (HVG), Offenbach am Main, das IGF-Forschungsvorhaben mit dem Thema "Quellen kritischer Spurenelemente in der Glasproduktion und Vermeidung von unerwünschten Anreicherungen" (IGF/AiF-FV Nr. 21222N) bearbeitet.

Das Vorhaben "Anreicherung 2" hat das Ziel, die Quellen unerwünschter Verunreinigungen und Spurenelemente in der Glasindustrie zu identifizieren und die Auswirkungen auf den Glasschmelzprozess zu erfassen. In der Behälterglasindustrie sind hohe Recyclingquoten üblich. Diese, von Politik und Gesellschaft gewünschten und geforderten, hohen Recyclingquoten

bedingen, dass einmal in den Glaspool eingebrachte Verunreinigungen in diesem verbleiben und sich teilweise anreichern. Um die Belastungen gerade durch die eingesetzten Sekundärrohstoffe einordnen und bewerten zu können, wurde eine möglichst große Zahl an Proben von verschiedenen Glasherstellern eingesammelt und mittels handgehaltener RFA analysiert. Es wurden auch im Rahmen einer mehrtägigen Dauer-messung täglich Proben gezogen und analysiert. Diese Messung wurde zur Bestimmung der zeitabhängigen Quecksilberemissionen genutzt. Die Ergebnisse der Dauer-messung enthüllen, dass die Quecksilberemissionen auf einer Zeitskala von wenigen Minuten schwanken können. Diese Schwankung konnte auf Schwankungen in der Rohstoffzusammensetzung zurückgeführt werden.

Starke Variationen in der Zusammensetzung der (Sekundär-)Rohstoffe, wie sie im Verlauf der Untersuchungen dokumentiert wurden, sind für die Glasindustrie ein nicht zu unterschätzendes Problem. Die umfangreichen Analysen zeigen, dass die Gehalte der meisten Verunreinigungen in Konzentrationen vorliegen, die bezüglich einer Überschreitung von Grenzwerten unkritisch sind. Zur Verringerung der Belastung des Glaspools mit dem Schwermetall Blei wird ein Abtrennen der feinen Stäube vorgeschlagen, die den Scherben anhaften, da gezeigt werden konnte, dass sich ein Gutteil der Bleibelastung in diesen Stäuben findet. Ein Verständnis der Vorgänge mittels statistischer Berechnungen zur Prognose der Konzentration einzelner Elemente im

Glas wurde in Angriff genommen, konnte aber nicht sinnvoll umgesetzt werden, da die sehr zahlreichen Einflussparameter nicht alle erfassbar sind.

Das Ziel des Forschungsvorhabens wurde teilweise erreicht.

Das IGF-Vorhaben 21222N der Hüttentechnischen Vereinigung der Deutschen Glasindustrie (HVG), Offenbach am Main, wurde über die AiF im Rahmen des Programms zur Förderung der industriellen Gemeinschaftsforschung und -entwicklung (IGF) vom Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages gefördert.

Laufzeit: 01.05.2020-31.04.2023

5.1.1.3 Forschungsvorhaben „H₂-Glas“ (IGF) abgeschlossen

Zur Erreichung der Klimaziele der Europäischen Union ist es notwendig, den Einsatz fossiler Brennstoffe deutlich zu reduzieren. Glasproduktionsanlagen in Deutschland decken ca. 74 % ihres Energiebedarfs von 68 PJ durch die Verbrennung von Erdgas. Die dabei verursachten CO₂-Emissionen sind genauestens bekannt, da alle Glasproduktionsanlagen im Emissionshandel registriert sind. Im Jahr 2018 hat die Glasindustrie etwa 4,2 Millionen Tonnen CO₂ in Deutschland emittiert - davon ungefähr 3,2 Millionen Tonnen energie- und 1,0 Million Tonnen rohstoffbedingte CO₂-Emissionen (Scope 1).

Glas besteht aus natürlichen und naturidentischen Rohstoffen wie Sand, Soda, Kalk, Dolomit und Feldspat, die nahezu alle in Deutschland gewonnen bzw. hergestellt werden. Glas wird in einem kontinuierlichen Hochtemperaturprozess bis zu 1.650 °C in sog. Glasschmelzwannen, die aus Stahl und Feuerfestmaterial aufgebaut sind, geschmolzen. Glasschmelzwannen werden rund um die Uhr über eine Laufzeit von 10 - 15 (20) Jahren quasi ohne Unterbrechung kontinuierlich betrieben. Die Versorgungssicherheit mit Brennstoffen und Strom zur Bereitstellung der Prozesswärme ist deshalb ein existenzielles Thema für die Glasindustrie, da eine Unterbrechung der Energieversorgung nicht nur zu Produktionsausfällen, sondern zu schwerwiegenden physischen Schäden an der Anlage führen können. Eine vielversprechende Strategie zur Reduktion der CO₂-Emissionen besteht in der Verbrennung von Erdgas-Wasserstoff-Gemischen oder reinem Wasserstoff (H₂) entlang der gesamten Glasherstellungskette. Dies betrifft insbesondere die Glasschmelzwanne und die Feeder, da sie für den weitaus größten Anteil an CO₂-Emissionen verantwortlich sind.

Ein Wechsel des Brennstoffs gestaltet sich jedoch komplex, da Erdgas-H₂-Gemische bzw. Wasserstoff unterschiedliche thermochemische Eigenschaften aufweisen, deren Auswirkungen auf die Verbrennung sowie auf die Glasqualität nicht vollständig erforscht sind. Im vorliegenden Forschungsprojekt liegt der Fokus auf der Analyse der Auswirkungen von Erdgas-H₂-Gemischen in Oxy-Fuel-Anwendungen, d. h. bei der

Verbrennung mit annähernd reinem Sauerstoff als Oxidator. Neben den Effekten auf die Glasqualität werden auch die Auswirkungen auf die Verbrennung in Oxy-Fuel-Glasschmelzwannen analysiert. Darüber hinaus wird im Rahmen des Projekts der Einfluss von Wasserstoff auf die Verbrennung im Feeder, wo typischerweise Vormischbrenner zum Einsatz kommen, untersucht. Ein weiterer Aspekt, der analysiert wird, betrifft die Luftvorwärmung in regenerativen Glasschmelzwannen. Hintergrund ist, dass bei Einsatz von Wasserstoff Veränderungen in der Abgaszusammensetzung und -menge auftreten, was die Wärmeübertragung im Regenerator beeinflusst. Die Ergebnisse zeigen, welche Auswirkungen bei der Verwendung von H₂-reichen Erdgasen bzw. Wasserstoff auf Verbrennung und Produktqualität in Oxy-Fuel-Glasschmelzwannen, bei der Verbrennung im Feeder sowie bei der Wärmeübertragung im Regenerator zu erwarten sind.

Die Ziele des Forschungsvorhabens wurden erreicht.

Das IGF-Vorhaben 21745N des Gas- und Wärme-Institut Essen e.V. (GWI) und der Hüttentechnischen Vereinigung der Deutschen Glasindustrie (HVG), Offenbach am Main, wurde über die AiF im Rahmen des Programms zur Förderung der industriellen Gemeinschaftsforschung und -entwicklung (IGF) vom Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages gefördert.

Laufzeit: 01.04.2021 bis 30.06.2023

5.1.1.4 MaxScherben (IGF)

Das IGF-Forschungsvorhaben Nr. 22607 N „MaxScherben“, gefördert durch das Bundesministerium für Wirtschaft und Klima (BMWK) wurde im Jahr 2023 durchgängig bearbeitet. Drei Forschungseinrichtungen führen dieses Vorhaben gemeinsam durch: die Hüttentechnische Vereinigung der Deutschen Glasindustrie (HVG) e.V., die Technische Hochschule Deggendorf mit ihrem Technologie Anwender Zentrum Spiegelau und die Universität Bayreuth mit dem Keylab Glastechnologie - Lehrstuhl Keramische Werkstoffe.

Die Schließung der Stoffkreisläufe spielt in der heutigen Zeit eine immer wichtigere Rolle. Bei der Behälterglasherstellung stellen die Recyclingscherben mit durchschnittlich 65 % heute schon den mengenmäßig größten Anteil im Gemenge dar, weshalb die Qualität dieses wertvollen Sekundärrohstoffes sichergestellt werden muss. Technisch möglich sind zurzeit schon weitaus größere Mengen. Diese stehen aber oft im Markt nicht zur Verfügung. Mit dem Bestreben, immer weniger CO₂-Emissionen bei der Glasherstellung zu generieren, sind die Bestrebungen der Industrie groß, den Scherbenanteil kontinuierlich zu steigern. Hier setzt das Forschungsprojekt MaxScherben an.

Ziel des Projektes ist es, eine Erhöhung der Recyclingquote aus der Aufbereitung, um ca. 10 % zu erreichen. Dadurch sinkt der Energieverbrauch beim Schmelzen um ca. 3 % sowie damit auch die prozessbedingten CO₂-Emissionen um 5 - 7 %, was in

Deutschland einer Ersparnis von ca. 120.000 t CO₂/Jahr entspricht.

Die Recyclingscherben sollen mittels LIBS (laserbasierte Analyseverfahren) und Plasma-induzierter Gasanalyse charakterisiert werden. Mit den Ergebnissen der beiden Messmethoden wird ein Kohlenstoffäquivalent über lineare Regression für die gesamte Scherbencharge bestimmt. In Versuchsreihen soll durch gezielte Verunreinigung von Scherben die Wirkung der Kohlenstoffverunreinigungen auf den Schmelzprozess detailliert untersucht werden. Erste Schmelzversuche zeigten bereits, dass sich Verbindungen wie Ketchup oder Öle bei gleichem Kohlenstoffäquivalent unterschiedlich auf die Färbung, also den Redoxzustand des Glases auswirken.

Auch zeigte sich, dass die Korngröße der verwendeten Scherben einen erheblichen Einfluss auf die Farbe des Produktes hat. Dieses interessante Phänomen zeigt ebenfalls die Relevanz des Forschungsvorhabens auf.

5.1.1.5 RelInvent (KlimPro Industrie, BMBF)

RelInvent ist das Begleitvorhaben zu den Forschungsprojekten im Aufruf „KlimPro-Industrie“ des BMBF. Die technischen Branchenverbände bzw. die Forschungsinstitute einzelner energieintensiver Grundstoffindustrien begleiten die Forschungsprojekte, stellen den branchenübergreifenden Kenntnistransfer sicher und ermitteln das CO₂-Einsparpotential aller Projekte mit Hilfe einer zu entwickelnden, allgemein anwendbaren Vorgehensweise. Außerdem

sorgt RelInvent für den Ergebnistransfer an die Öffentlichkeit und den Austausch mit allen Shareholdern aus der Gesellschaft.

Ein Hauptaugenmerk der HVG liegt auch im dritten Projektjahr auf der Weiterentwicklung der Vorgehensweise zur Ermittlung der Minderungspotentiale zur CO₂-Minderung und der Aktualisierung von allgemeingültigen Faktoren und Kennzahlen, die für die Ermittlung von CO₂-Minderungsraten von Nöten sind.

Am 29. März 2023 fand ein branchenübergreifender „Branchenworkshop der Feuerfest-, Glas-, Keramik-, Zement- und Ziegelindustrie“ in Offenbach am Main statt, der im Wesentlichen von der HVG organisiert wurde. Es stellten sich die im Programm KlimPro geförderten Projekte aus den Branchen vor. Anschließend läuteten drei Impulsvorträge die Diskussionsrunden im World-Cafe ein.

Im Berichtsjahr fanden außerdem zwei Lenkungskeirstreffen am 09.02.2022 in Düsseldorf beim Verein deutscher Zementwerke (VdZ) und am 07. September 2023 in Essen beim Institut für Ziegelforschung (IZF) statt, um die anfallenden Aufgaben und zukünftige Arbeiten in RelInvent zu besprechen, organisieren und planen.

Vom 25. bis 27. April 2023 fand die 1. Statuskonferenz in Berlin statt. Diese wurde mit einem „Fokusblock Glas“ eröffnet, der mit zwei Keynote-Beiträgen zur Vorgehensweise zum Erreichen der Klimaneutralität der Glasindustrie begann. Anschließend stellten sich die beiden Projekte der Glasbranche in KlimPro vor. Im Laufe der nachfolgenden Vorträge wurde über die laufenden Projekte berichtet und abschließend

über gemeinsame Fragestellungen und Problemstellungen diskutiert.

Am 15. August 2023 wurden auch von Seiten der HVG der Beitrag zum Video über KlimPro und Relnvent aufgenommen.

Am 12. September 2023 organisierte die Dechema in Frankfurt am Main einen gemeinsamen Branchen-Workshop Stahl/Chemie, der auch von einem Mitarbeiter der HVG besucht wurde.

Um den konstanten Austausch zwischen den Partnern in Relnvent sicher zu stellen und um kleinere Arbeitsaufträge und Aufgaben abzuarbeiten bzw. zu organisieren, finden (alle 2 Wochen) regelmäßige Videokonferenzen mit Teams statt.

5.1.1.6 Glas-CO₂ (KlimPro Industrie, BMBF)

Nachdem alle Vorarbeiten in den beiden vorausgehenden Jahren abgeschlossen wurden, konnten im Berichtsjahr 2023 vor allem folgende Arbeitspakete bearbeitet werden.

Bei der Prozesssimulation und Validierung konnte die Methanolsynthese in den Kreislaufprozess integriert werden. Dabei wurde eine Stickstoff-Abreicherung in die Methanolsynthese berücksichtigt, um Anreicherungsseffekten entgegenzuwirken. Durch das Abtrennen von Nebenbestandteilen aus der Methanolsynthese kann CO₂ nicht zu 100% in einen synthetischen Brennstoff umgewandelt werden. Durch das Einleiten dieser Restbestandteile in die Brennkammer können wir allerdings das CO₂ im Kreislauf halten und Emissionen verhindern.

Bei der ökonomischen Bewertung wurden die vorhergehenden Ergebnisse überprüft

und alle verwendeten Preise auf das Jahr 2022 aktualisiert.

Weitere Kreislaufprozesse wurden zum Vergleich untersucht (s.u.). Die spezifischen Energiekosten wurden zum besseren Vergleich mit heutigen OxyFuel-Wannen auf einen spezifischen Energieverbrauch von 3.5 MJ /kg(Glas) bezogen.

4 weitere Varianten des Kohlenstoffkreislaufs wurden berechnet und miteinander verglichen:

1.) Methan-Kreislauf Me1: Abgasreinigung mit Nasswäscher, Hydrierung, Stickstoffabreicherung durch Membrantechnologie und Al₂O₃ und ZnO Schutzbetten; PEM-Elektrolyse;

2.) Methan-Kreislauf 2: Wie Me1, aber mit alkalischer Elektrolyse (AEL) an Stelle von PEM;

3.) Methanol-Kreislauf MeOH: Wie Me2, aber mit Methanolsynthese an Stelle von Methansynthese;

4.) Wasserstoff als Brennstoff W1: Abgasreinigung mit Nasswäscher; AEL; Befeuerung mit Wasserstoff. CO₂ aus den Rohstoffen fällt als Emission an;

5.) Wasserstoff als Brennstoff W2: Wie W1, aber zusätzlich Verarbeitung von Rohstoffbedingtem CO₂ zu Methanol wie bei MeOH.

Die ökonomischen Parameter zu jedem Kreislauf wurden beim Projektpartner (DLR) ermittelt.

Bei der ökologische Bewertung erfolgte die Erfassung von Wirkungsgraden, Rohstoffeinsatz und Abfallprodukte für alle Prozessschritte und Varianten sowie die Ermittlung des Verbrauchs an elektrischer Energie und des Gesamtwirkungsgrads.

Alle verwendeten Technologien wurden bezüglich ihrer technischen Reife bewertet:

- Nasswäscher, AEL, Methanisierung und Methanolsynthese sind bereits kommerziell erhältlich (TLR 9)
- PEM ist eine etablierte Technologie mit einem TLR von 8.
- Membrantechnologien zum Abreichern von Stickstoff werden bereits in der Aufbereitung von L-Erdgas verwendet, aber bisher noch nicht in der
- Abgasreinigung (TLR 8)
- Befeuerung mit Wasserstoff in der Glasproduktion ist in ersten Pilotprojekten im Industriemaßstab erfolgreich durchgeführt worden (TLR 8)
- Schutzbetten sind im industriellen Maßstab bisher nicht etabliert, weisen aber eine geringe technische Komplexität auf (TLR 8).
- Die Hochtemperaturelektrolyse (vgl. Zwischenbericht 2022) wurde aufgrund der fehlenden technologischen Reife (<8) nicht weiter betrachtet.

Bei der Bewertung der Marktreife kam man zu folgendem Resümee: Während alle Technologien einzeln betrachtet eine hohe technische Reife besitzen, ist die Prozesskette bisher noch nicht untersucht (TLR 5).

Wir haben mehrere Treffen mit industriellen Vertretern aus der Glasindustrie sowie der Brennstoffsynthese durchgeführt, um Partner für ein Folgeprojekt zu gewinnen. Bisher konnten jedoch wegen des hohen erforderlichen Investitionsbedarfs keine Partner gewonnen werden. Kontaktiert wurden ein Hersteller von Flachglas, ein Spezialglashersteller, ein Ofenbauer aus Italien), ein Hersteller für Methanol-Synthesemodule) sowie ein Hersteller für Schmuckglas in Österreich. Auf verschie-

denen wissenschaftlichen Veranstaltungen wurden Ergebnisse aus dem Projekt GlasCO2 vorgestellt und diskutiert.

Legislative Hemmnisse wurden ermittelt und mit Industrievertretern diskutiert. Bisher fällt CO2 in der Glasproduktion als Abfall an, eine Nutzung erfolgt nicht. Dementsprechend müssen Genehmigungsverfahren für die Nutzung von CO2 aus dem Schmelzprozess etabliert werden. Auch ist Methanol derzeit nicht als Brennstoff für den Schmelzprozess zugelassen. Außerdem werden die Komponenten des Kreislaufprozesses (Synthese, Abgasreinigung) derzeit nicht in der Glasindustrie verwendet. Entsprechende Genehmigungsverfahren müssen angepasst werden.

5.1.1.7 TranHyDe-Sys (Wasserstoffrepublik Deutschland, BMWK)

Zu Beginn des Berichtsjahres wurden die Beiträge bzw. Berichte für den Zwischenbericht zum Projekt für das Vorjahr 2022 sowie für den Tätigkeitsbericht der Hütten-technischen Vereinigung der Deutschen Glasindustrie (HVG) für das Jahr 2022 erstellt.

Außerdem wurde die Weitergabe einer Umfrage des IZES mit Hilfe einer Sonderausgabe des HVG-Newsletters im Juni 2023 vorbereitet und im Frühjahr organisiert.

Auf den Fachausschüssen der Deutschen Glastechnischen Gesellschaft e.V. und auf der Sitzung des HVG-Beirats, die im April 2023 nach langer Pause wieder als Präsenzveranstaltung stattfanden, erfolgten Kurzberichte über aktuelle Ergebnisse und ergaben sich Gespräche sowie Diskussionen mit Industrievertretern über das Leitprojekt TransHyDE und damit zusammenhängende Themen sowie Fragestellungen.

Mitarbeiter der HVG haben durch die Teilnahme an weiteren Veranstaltungen rund um das Thema „Wasserstoff“ die Chancen genutzt, sich über aktuelle Entwicklungen zu informieren und mit Kollegen aus der Glasindustrie zu reden sowie deren aktuelle Meinung zu erkunden, um diese auch im Rahmen von TransHyDE berücksichtigen und widerspiegeln zu können.

Neu verfügbare, aktualisierte Kennzahlen und das dazugehörige Berechnungsprogramm wurden regelmäßig überarbeitet und auf den aktuellen Stand gebracht: Die Zahlen zum Jahr 2022 wurden in die Berechnungen und Darstellungen mit aufgenommen und eingearbeitet, Grafiken aktualisiert und neue, aussagekräftigere Darstellungen der Ergebnisse hinzugefügt. Es wurden Vorbereitungen getroffen, um den nächsten Schritt durchzuführen: die beiden Fallbeispiele Case 2030 und Case 2045/50 wurden im nächsten Schritt mit Hilfe der Roadmap des BV-Glas, basierend auf Gesprächen mit Vertretern der Glasindustrie und eigenen Überlegungen sowie Fachwissen ergänzt, vorbereitet und quantifiziert.

Die Berechnungen bzw. Modellierung des Energieträgerbedarfs und die Prognose der Energieträgerverbräuche für die Jahre 2045/2050 für die Glasindustrie wurden weiter verbessert und detailliert ermittelt. Endlich verfügbare Energiekennzahlen für 2022 wurden in den Basisdaten ergänzt. Nach der Präsentation des FfE zu der Entwicklung des Energieträgerbedarfs der Industrie am 13. November 2023 wurden vergleichbare Kennzahlen erarbeitet, um abweichende Erkenntnisse, Annahmen und Ergebnisse besser erkennen und verstehen zu können sowie eine Anpassung und Abgleich der gewonnenen Kennzahlen vorzunehmen.

Die Mitarbeiter der HVG haben an mehreren Veranstaltungen im Rahmen von TransHyDE, in Präsenz oder per Videokonferenz, mit jeweils mindestens 1 Mitarbeiter teilgenommen, um Kontakte zu pflegen und zu knüpfen, um Ergebnisse auszutauschen, um sich über den Stand der Arbeiten zu informieren und um neue Impulse für die eigenen Arbeiten zu erhalten.

Im Dezember 2023 fand ein Gespräch mit FfE München statt, um über die Vorgehensweise, Versuchsparameter und Ergebnisse der ermittelten Branchendaten zur Glasindustrie zu diskutieren und die Ergebnisse von HVG und FfE anzugleichen. Die weitere Vorgehensweise wurde abgesprochen und Kenndaten auf beiden Seiten angepasst.

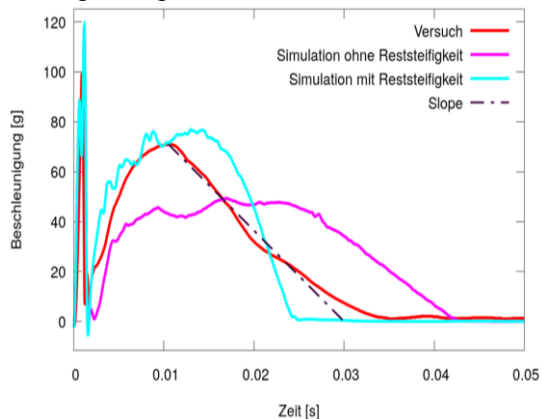
5.1.2 Forschungsplanung

Parallel zu den laufenden Vorhaben wurde an folgenden Anträgen zu weiteren Forschungsideen gearbeitet.

5.1.2.1 HybriDrop (IGF)

Der Forschungsantrag mit dem Titel „Hybride Modellierung zur Optimierung des Tropfenbildungs- und Primärformgebungsprozesses in der Glasformgebung“ zielt darauf ab, die Effizienz bei der Behälterglas- oder Presslingsherstellung zu steigern und Mitarbeiter:innen mit verfügbarem Wissen zu unterstützen. Diese Bestrebungen der Industrie werden durch hybride Modellierung und der damit verbundenen Verknüpfung bestehender Daten und vorhandenem Wissen erreicht, indem anschließend durch Parameteroptimierungen die Herstellungsprozesse der Primärformgebung effizienter wird. Es gilt, die vielfältigen Einflussparameter zu identifizieren, mittels hybridem Machine Learning (ML) zu modellieren und unterstützt durch Optimierungstechniken den Prozess der Glasherstellung effizienter

zu gestalten. So kann die Qualität der Produkte gesteigert werden und der Glasher-



Vergleich des Beschleunigungs-Zeit-Verlaufes aus Versuch (rot) und Simulation ohne Reststeifigkeit der gebrochenen Glaselemente (magenta) und mit einer konstanten, frei gewählten Reststeifigkeit (blau).

stellungsprozess effizienter in Hinblick auf Arbeitsplatzbedingungen, einzusetzende Energie und Ressourcen, sowie volkswirtschaftlich und betriebswirtschaftlich gestärkt werden.

Der Antrag wurde von der HVG in Zusammenarbeit mit dem Fraunhofer Institut für Produktionstechnologie IPT in Aachen erarbeitet und bei der AiF eingereicht.

Die Gutachter empfehlen eine Überarbeitung und Ergänzung des Forschungsprojektes und es kommt zur Wiedereinreichung im April 2024.

5.1.2.2 Nachbruch VSG (IGF)

Die passive Sicherheit bei Kraftfahrzeugen gewinnt zunehmend an Bedeutung. So stellt ab 2024 unter anderem der Kopfaufprall auf die Windschutzscheibe einen zulassungsrelevanten Lastfall dar. Zur objektiven Bewertung der zu erwartenden Schwere von Verletzungen wird das Kopfverletzungskriterium (HIC) bestimmt. Dieser Wert darf bestimmte Grenzwerte nicht überschreiten und muss somit im Vorfeld

der Entwicklung von Kraftfahrzeugen berücksichtigt werden.

Im Zuge der Fahrzeugentwicklung sollen die Gefahren der Kopfverletzungen bewertet werden. Numerische Verfahren sind für die Prognose unabdingbar. Während der Bruchvorgang und das Bruchverhalten der Windschutzscheibe aus Verbund-Sicherheitsglas (VSG, Glas und Verbundfolie) durch die vorangegangenen Forschungsprojekte bereits gut abgebildet werden, kann das Nachbruchverhalten bei vollkommen gebrochenem VSG nur qualitativ dargestellt werden. Eine Methode, wie die mechanischen Eigenschaften des VSG für die Erfassung des Nachbruchverhaltens für den Kopfaufprall zielführend aus Kleinproben ermittelt und in die Simulation integriert werden können, ist aktuell nicht verfügbar.

Ziel des Projektes ist es, eine validierte Berechnungsmethodik unter Berücksichtigung des Nachbruchverhaltens von VSG zu entwickeln. Anwendungen im Automotive sowie im Bauwesen sollen realitätsnah prognostiziert werden können. Um dieses Ziel zu erreichen, wird das Steifigkeitsverhalten von gebrochenem VSG in Abhängigkeit von unterschiedlichen Dehnraten und Fragmentierungsgraden an Kleinproben ermittelt und eine Methodik zur Prognose des Fragmentierungsgrades unter Impaktbelastung entwickelt. Die Erkenntnisse werden sodann in numerische Modelle überführt und die Simulationsergebnisse durch Validierungsversuche an VSG-Scheiben verglichen.

Softwareentwickler und Ingenieurdienstleister, die hauptsächlich zu KMUs zählen, können die Methodik sofort für Leistungen

im Bereich Automotive als auch für Berechnungen im Bauwesen nutzen.

In AP1 erfolgt die Eigenspannungsanalyse der Probekörper vor den Durchführungen der Impaktversuche. Zur numerischen Abbildung der Windschutzscheibe wird in AP2 die PVB-Schicht hinsichtlich der mechanischen Eigenschaften charakterisiert. In AP3 wird die Glas-Zwischenschicht-Haftung charakterisiert. Ziel des AP4 ist zum einen die Ermittlung von Fragmentierungsgraden von Glas unter verschiedenen Versuchsrandbedingungen zur Entwicklung eines numerischen Prognoseverfahrens und zum anderen werden Kraft-Weg- sowie Beschleunigungs-Zeit-Verläufe ermittelt, die zur Validierung des Abbildungsverfahrens der Reststeifigkeit dienen. Um die effektive Steifigkeit der fragmentierten Proben beschreiben zu können, wird eine Methode entwickelt, die Bruchbilder zu konservieren und zu charakterisieren (AP5).

Ziel des AP6 Methodenentwicklung zur Herstellung von Kleinproben mit bestimmten Fragmentierungsgraden ist es, eine Methode zu entwickeln, um unterschiedliche, definierte und quantifizierbare Fragmentierungsgrade in VSG-Kleinproben zu erzeugen.

In AP7 werden die Bruchbilder der Komponentenversuche und den fragmentierten VSG-Kleinproben konserviert und die Fragmentierungsgrade ermittelt.

In AP8 werden VSG-Kleinproben mit zuvor definierten Fragmentierungsgraden erzeugt und in AP9 mittels jeweils fünf Zug- und Biegeversuche bei unterschiedlichen Geschwindigkeiten untersucht.

Im AP10 wird erarbeitet, über welche Methode der zu erwartende bzw. der im Versuch gemessene Fragmentierungsgrad ziel führend prognostiziert werden kann.

Auf Basis der durchgeführten Kleinteilver-suche werden die Potentiale vorhandener Materialmodelle erarbeitet und eine geeignete Methodik zur Abbildung des Materialverhaltens der fragmentierten Kleinproben identifiziert (AP11).

Die entwickelte Methode zur numerischen Abbildung des Nachbruchverhaltens wird durch einen Abgleich der Beschleunigungskurven und HIC-Werten aus Versuchen validiert (AP12). In AP13 erfolgt die Dokumentation der Ergebnisse.

Der Antrag wurde 2022 erarbeitet und 2023 bei der AiF eingereicht. Die Förderung durch das BMWK beginnt zum 01.06.2024.

5.1.2.3 Verbrennungstechnologien der Zukunft

Zu Beginn des zweiten Halbjahrs 2023 begann die ersthafte Vorbereitung und Antragstellung zu einem Vorhaben zum Themenbereich „direkte Nutzung von Wasserstoffderivaten als Brennstoffe“ mit Partnern aus der Verbrennungsforschung und einem Partner aus der Glasindustrie. Das Vorhaben wurde im 4. Quartal bei einem möglichen Projektträger vorgestellt und positiv beurteilt. Aktuell (Frühjahr 2024) arbeiten die Partner an den Details zur Antragstellung und arbeiten an einer Erweiterung des Konsortiums.

5.1.2.4 DATIpilot – Konzeptskizze „Innovationscommunities“

Mit dem Akronym SIGI – Sustainable Innovations for Glass Industry wurde in Zusammenarbeit mit Hochschulen und Unternehmen im Oktober 2023 eine Konzeptskizze beim BMBF eingereicht.

Ziel der Innovationscommunity ist es, durch gemeinsam auszuwählende und in Community-Projekten zu entwickelnde Schlüsseltechnologien den Weg zu einer CO₂-freien Kreislaufwirtschaft zu ermöglichen und die Glasindustrie zu befähigen, den Weg des Technologiewandels mit kalkulierbarem Risiko zu beschreiten.

Für die Einreichung war ein Managementprojekt zu formulieren. Dieses würde die Innovationscommunity als lenkendes Gremium betreuen und Methoden zum Management von Innovationen entwickeln und anwenden. Außerdem wurden Skizzen für 2 konkrete Community-Projekte eingereicht. Weitere Projekte können ggf. während der Laufzeit von 4 Jahren durch das Managementteam zur Förderung vorgeschlagen werden. Im Fall einer Bewilligung stehen einer Innovationscommunity bis zu 5 Mio. Euro zur Verfügung.

5.1.3 Auftragsforschung

Es wurde im Berichtsjahr keine Auftragsforschung durchgeführt.

5.2 Mitarbeit in Gremien

Mitarbeiter:innen der HVG sind in den folgenden Gremien tätig:

BOEHM:

- Mitglied im Fachausschuss II „Glas-schmelztechnologie“ der DGG
- Mitglied im Fachausschuss III „GlasRe-cycling“ der DGG
- Mitglied im Fachausschuss IV „Glas-formgebungstechnologie und Quali-tätssicherung der DGG
- Mitglied im Unterausschuss „Heißend-Kaltend-Vergütung (HE/KE)“ im FA IV der DGG

- Mitglied im Arbeitskreis „Klima und Nachhaltigkeit“ des Bundesverbandes Flachglas e.V.
- Mitglied der projektbegleitenden Arbeitsgruppe zum IGF-AiF Forschungs-vorhaben Nr. 21072 BG: „Schmelzge-gossene Zirkonium-oxidhaltige Feuer-festmaterialien in der Glasindustrie - Struktur und zeitliche Veränderung, ins-besondere für hybridbeheizte Glas-schmelzwannen“ (AZS-Mineralogie)
- Mitglied der projektbegleitenden Arbeitsgruppe „Quellen kritischer Spurenelemente in der Glasproduktion und Vermeidung von unerwünschten Anreicherungen.“ (Anreicherung 2) mit der IGF-AiF Nr. 21222 N
- Mitglied im projektbegleitenden Ausschuss zum IGF-AiF-Forschungsvorhaben Nr. 22607 N „Minderung der CO₂-Emissionen bei der Glasherstellung durch Erhöhung des Anteils an Recyclingglas mit Hilfe verbesserter Scherbencharakterisierung“ (MaxScherben)
- Mitglied in der Projektgruppe Glas und Simulation des AK 27 Simulation der Forschungsvereinigung Automobiltechnik e.V. (FAT)

DRÜNERT:

- Mitglied im Fachausschuss III „GlasRe-cycling“ der DGG
- Mitglied im Fachausschuss V „Glasge-schichte und Glasgestaltung“ der DGG
- Mitglied im projektbegleitenden Ausschuss zum Forschungsvorhaben Nr. 01LJ2005A des BMBF „Verbundprojekt KlimPro: Kreislaufführung des Kohlen-dioxids aus dem Glasschmelzprozess zur Herstellung synthetischer Brennstoffe – Teilprojekt A: Technische Modellierung und technologische Bewertung“ (Glas-CO₂)

FLEISCHMANN:

- Mitglied im Fachausschuss I „Physik und Chemie des Glases“ der DGG
- Mitglied im Fachausschuss II „Glas-schmelztechnologie“ der DGG
- Mitglied im Fachausschuss III „GlasRe-cycling“ der DGG
- Mitglied im Fachausschuss IV „Glas-formgebungstechnologie und Quali-tätssicherung der DGG
- Mitglied im Fachausschuss V „Glasge-schichte und Glasgestaltung“ der DGG
- Mitglied im Fachausschuss VI „Umwelt-schutz“ der DGG
- Mitglied im Unterausschuss „Heißend-Kaltend-Vergütung (HE/KE)“ im FA IV der DGG
- Mitglied des TC 09 "Energy Efficiency for Glass Production" der ICG
- Mitglied des TC 11 "Materials for Fur-naces" der ICG
- Mitglied der projektbegleitenden Ar-beitsgruppe zum IGF-AiF Forschungs-vor-haben Nr. 21072 BG: „Schmelzge-gossene Zirkonium-oxidhaltige Feuer-festmaterialien in der Glasindustrie - Struktur und zeitliche Veränderung, ins-besondere für hybridbeheizte Glas-schmelzwannen“ (AZS-Mineralogie)
- Mitglied der projektbegleitenden Ar-beitsgruppe „Quellen kritischer Spurenelemente in der Glasproduktion und Vermeidung von unerwünschten Anrei-cherungen.“ (Anreicherung 2) mit der IGF-AiF Nr. 21222 N
- Mitglied im projektbegleitenden Aus-schuss zum IGF-AiF-Forschungsvorha-ben Nr. 22607 N „Minderung der CO₂-Emissionen bei der Glasherstellung durch Erhöhung des Anteils an Recyc-lingglas mit Hilfe verbesserter Scher-bencharakterisierung“ (MaxScherben)
- Mitglied im Arbeitskreis „Energie und Klima“ des Bundesverbandes Glasin-dustrie e.V. (BV Glas)
- Mitglied der projektbegleitenden Ar-beitsgruppe „Wasserstoffzumischung ins Erdgas als Chance zur Minderung der brennstoffbedingten CO₂-Emissio-nen und Auswirkungen auf den Glasher-stellungsprozess“ (H₂-Glas) mit der IGF-AiF Nr. 21745 N
- Mitglied im Arbeitsausschuss „Thermi-sche Energiespeicher“ der Initiative Pro-cessNet der DECHEMA und des VDI-GVC
- Mitglied im projektbegleitenden Aus-schuss zum Forschungsvorhaben Nr. 01LJ2005A des BMBF „Verbundprojekt KlimPro: Kreislaufführung des Kohlen-dioxids aus dem Glasschmelzprozess zur Herstellung synthetischer Brenn-stoffe – Teilprojekt A: Technische Mo-dellierung und technologische Bewer-tung“ (Glas-CO₂)
- Mitglied im Lenkungskreis zum BMBF Vorhaben Nr. 01LJ2009D „Teilprojekt 4: Entwicklung und Durchführung der branchenspezifischen und branchen-übergreifenden Potentialanalyse; Bran-chenverteter Glas“ im „Verbundprojekt KlimPro: Vernetzungs- und Transferpro-jekt“ (ReInvent)

JÜNGLING:

- Mitglied im Fachausschuss I „Physik und Chemie des Glases“ der DGG
- Mitglied im Fachausschuss II „Glas-schmelztechnologie“ der DGG
- Mitglied im Fachausschuss III „GlasRe-cycling“ der DGG
- Mitglied im Fachausschuss IV „Glas-formgebungstechnologie und Quali-tätssicherung der DGG
- Mitglied im Fachausschuss V „Glasge-schichte und Glasgestaltung“ der DGG
- Mitglied im Fachausschuss VI „Umwelt-schutz“ der DGG
- Mitglied der projektbegleitenden Ar-beitsgruppe zum IGF-AiF Forschungs-vorhaben Nr. 21072 BG: „Schmelzge-gossene Zirkonium-oxidhaltige Feuer-festmaterialien in der Glasindustrie - Struktur und zeitliche Veränderung, ins-besondere für hybridbeheizte Glas-schmelzwannen“ (AZS-Mineralogie)
- Mitglied der projektbegleitenden Ar-beitsgruppe „Quellen kritischer Spurenelemente in der Glasproduktion und Vermeidung von unerwünschten Anrei-cherungen.“ (Anreicherung 2) mit der IGF-AiF Nr. 21222 N
- Mitglied im projektbegleitenden Aus-schuss zum IGF-AiF-Forschungsvorha-ben Nr. 22607 N „Minderung der CO₂-Emissionen bei der Glasherstellung durch Erhöhung des Anteils an Recyc-lingglas mit Hilfe verbesserter Scher-bencharakterisierung“ (MaxScherben)
- Mitglied im Council der International Commission on Glass (ICG)
- Mitarbeit in der Bundesvereinigung “Materialwissenschaft und Werkstoff-technik“ (BV MatWerk)
- Mitglied im Lenkungskreis zum BMBF Vorhaben Nr. 01LJ2009D „Teilprojekt 4:

Entwicklung und Durchführung der branchenspezifischen und branchen-übergreifenden Potentialanalyse; Bran-chenvertreter Glas“ im „Verbundprojekt KlimPro: Vernetzungs- und Transferpro-jekt“ (ReInvent)

LÖBER

- Mitglied im Fachausschuss II „Glas-schmelztechnologie“ der DGG
- Mitglied im Fachausschuss III „GlasRe-cycling“ der DGG
- Mitglied im Fachausschuss IV „Glas-formgebungstechnologie und Quali-tätssicherung der DGG
- Mitglied im Fachausschuss VI „Umwelt-schutz“ der DGG
- Schriftführer des Fachausschusses VI „Umweltschutz“ der DGG
- Mitglied im projektbegleitenden Aus-schuss zum IGF-AiF-Forschungsvorha-ben Nr. 22607 N „Minderung der CO₂-Emissionen bei der Glasherstellung durch Erhöhung des Anteils an Recyc-lingglas mit Hilfe verbesserter Scher-bencharakterisierung“ (MaxScherben)
- Mitglied der projektbegleitenden Ar-beitsgruppe „Wasserstoffzumischung ins Erdgas als Chance zur Minderung der brennstoffbedingten CO₂-Emissio-nen und Auswirkungen auf den Glasher-stellungsprozess“ (H₂-Glas) mit der IGF-AiF Nr. 21745 N

WALTER:

- Mitglied im Unterausschuss „Glasana-lyse“ des FA I der DGG
- Mitglied im Fachausschuss II „Glas-schmelztechnologie“ der DGG
- Mitglied im Fachausschuss III „GlasRe-cycling“ der DGG

- Mitglied im Fachausschuss IV „Glasformgebungstechnologie und Qualitätssicherung der DGG
- Mitglied der projektbegleitenden Arbeitsgruppe zum IGF-AiF Forschungsvorhaben Nr. 21072 BG: „Schmelzgegossene Zirkonium-oxidhaltige Feuerfestmaterialien in der Glasindustrie - Struktur und zeitliche Veränderung, insbesondere für hybridbeheizte Glasmelzwannen“ (AZS-Mineralogie)
- Mitglied der projektbegleitenden Arbeitsgruppe „Quellen kritischer Spurenelemente in der Glasproduktion und Vermeidung von unerwünschten Anreicherungen.“ (Anreicherung 2) mit der IGF-AiF Nr. 21222 N
- Mitglied der projektbegleitenden Arbeitsgruppe „Wasserstoffzumischung ins Erdgas als Chance zur Minderung der brennstoffbedingten CO₂-Emissionen und Auswirkungen auf den Glasherstellungsprozess“ (H₂-Glas) mit der IGF-AiF Nr. 21745 N
- Mitglied im Lenkungskreis zum BMBF Vorhaben Nr. 01LJ2009D „Teilprojekt 4: Entwicklung und Durchführung der branchenspezifischen und branchenübergreifenden Potentialanalyse; Branchenvertreter Glas“ im „Verbundprojekt KlimPro: Vernetzungs- und Transferprojekt“ (ReInvent)
- Mitglied im Arbeitskreis „Energie und Klima“ des Bundesverbandes Glasindustrie e.V. (BV Glas)

5.3 Dienstleistungen

Neben den Fortbildungsangeboten (Seminare, Fortbildungskurs) ist hier vor allem

der Verkauf von Standardglas ein konstanter Faktor.

Bilaterale Dienstleistungen wurden im Berichtsjahr von der Glasindustrie bei der Abteilung Glastechnologie nicht angefragt.

5.4 Gemeinnützige Tätigkeiten

Auch im abgelaufenen Geschäftsjahr ist die HVG bei Fragen rund ums Thema Glas wieder beratend und unterstützend für HVG-Mitgliedsfirmen, andere Industrieunternehmen, aber vor allem auch für Verbände und weitere Forschungsstellen sowie häufig für Studierende und Privatpersonen tätig.

Bei diesen Anfragen ging es im Jahr 2023 u.a. um das Thema Recycling beim Flachglas, wie immer um die Suche nach den Ursachen von Glasfehlern und um die Optimierung von Produktionsteilprozessen in verschiedenen Sparten der Glasherstellung. Weitere Anfragen betreffen die Verlässlichkeit von Temperaturmessungen von Glasschmelzen mit Pyrometern, die Absorption von Laserstrahlung durch Glas, die Korrosion von feuerfesten Steinen im Glaskontakt, den Schwefel im Glas, einen kathodischen Schutz von Molybdänelektroden, Tracer-Versuche in der Glaswanne u.a.m. In den letzten Jahren häuften sich die Anfragen zum Thema Energiekennzahlen, klimaneutrale Glasherstellung und CO₂-Emissionen sowie erneuerbare Energieträger.

Bei der Beantwortung der Anfragen und bei von Mitarbeiter:innen der HVG geleisteten Experteninterviews kommen oft die Erkenntnisse und Ergebnisse aus früheren Forschungsvorhaben zur Anwendung.

6. Emissionsmesstechnik

Die Messstelle der HVG, Abteilung EMT-**EmissionsMessTechnik**, auch Umwelt-Abteilung genannt, beschäftigt sich seit mehr als 40 Jahren mit dem Thema Luft-reinhal-tung im Bereich der Glasindustrie. Die Tä-tigkeiten der Messstelle dienen insbeson- dere der Förderung des Umweltschutzes, verwirklicht durch die Durchführung zweck- dienlicher und gesetzlich erforderlicher Messkampagnen. Die Aktivitäten der Mess- stelle erfolgen im Rahmen eines wirtschaft- lichen Geschäftsbetriebes mit eigener Ge- schäftsordnung.

6.1 Untersuchungen im Auftrag

6.1.1 Akkreditierung / Notifizierung der Messstelle

Die Messstelle der HVG ist seit dem Jahr 2006 mit zugehörigem Labor akkreditiert. Im Jahr 2020 erfolgte die Umstellung auf das aktuelle Regelwerk DIN EN ISO/IEC 17025:2018. Die Akkreditierung durch die Deutsche Akkreditierungsstelle (DAkkS) wurde am 4. Mai 2021 erneut erteilt, der Ak- kreditierungsrhythmus beträgt 5 Jahre. Neu ist die Erweiterung auf organische Sub- stanzen sowie der Wegfall auf die Be- schränkung von Messungen in der Glasin- dustrie. Damit steht einer Ausweitung der Messtätigkeiten in anderen Industriezwei- gen nichts mehr im Weg.

Die Notifizierung (Bekanntgabe) durch das Hessische Landesamt für Umwelt und Geo- logie (HLNUG) wurde etwas später am 28. Juni 2021 für weitere 5 Jahre bescheinigt.

Die Messstelle wird durch einen fachlich Verantwortlichen sowie seinen Stellver-

treter unabhängig und ohne Weisungsbin- dung an die Geschäftsführung der HVG ge- leitet.

Die Aktivitäten der Messstelle sind an das bestehende und stets auf dem aktuellen Stand gehaltene Qualitätsmanagementsys- tem gebunden und befassen sich nicht mit Tätigkeiten, die das Vertrauen an die Unab- hängigkeit der Messstelle und seiner Prüf- tätigkeiten gefährden könnte.

Im Zuge von Aufgaben zur Emissionsüber- wachung im gesetzlich geregelten Bereich (die Bekanntgabe der Messstelle erfolgt ak- tuell nach §29b BImSchG in Verbindung mit der 41. BImSchV durch die entsprechenden Länderbehörden-Notifizierung) finden Emissionsmessungen nach §28 BImSchG und Kalibriermessungen (QAL2)/Funktion- sprüfungen (AST) kontinuierlich betriebe- ner Messgeräte statt.

Zu dem erweiterten Leistungsspektrum an organischen Komponenten gehören folgen- de Komponenten:

- Formaldehyd
- Phenol
- Toluol
- Ethylbenzol
- o-, m-, p-Xylole
- Dioxine und Furane (PCDD/PCDF)
- Gesamtkohlenstoff (C_{gesamt}).

Bei den anorganischen Komponenten wurde Schwefelwasserstoff (H₂S) mitauf- genommen.

6.1.2 Arbeitsbereiche der Messstelle

Die Messstelle der HVG nutzt seit vielen Jahren bei der Probenahme vor Ort unter anderem einen Messwagen. Der klimageregelte Innenraum gewährleistet stabile Messbedingungen der kontinuierlichen Analysatoren und bietet saubere Arbeitsbedingungen bei der Vor- und Nachbehandlung der Proben. Für alle relevanten Abgasbestandteile sind Analysatoren in doppelter Ausführung vorhanden. Frisch- und Abwassertanks, Laborwaage, Erfassungs-, Auswerte- und Visualisierungssysteme, Prüfgase und Laborequipment vervollständigen die Einrichtung. Sämtliche Analysen werden im Labor der HVG ausgewertet.

Zum Leistungsspektrum der Messstelle im gesetzlich geregelten Bereich im Zuge der Emissionsüberwachung gehören Emissionsmessungen und Kalibriermessungen (einschließlich Funktionsprüfungen) kontinuierlich betriebener Messeinrichtungen.

Neben der Erfassung der Abgasrandbedingungen (O_2 , CO_2 , Druck, Temperatur, Wasserdampfgehalt und Strömungsgeschwindigkeit) werden neben den bereits genannten organischen Komponenten folgende Abgasschadstoffbestandteile gemessen:

- Stickstoffoxide NO_x
- Schwefeldioxid SO_2
(kontinuierlich – diskontinuierlich)
- Schwefeltrioxid SO_3
(diskontinuierlich)
- Kohlenmonoxid CO
(kontinuierlich)
- Anorganische gasförmige Chlorverbindungen, angegeben als HCl

- Anorganische gasförmige Fluorverbindungen, angegeben als HF
- Ammoniak NH_3
- Gesamtstaub
- Feinstaub
(PM_{10} , PM_4 , $PM_{2,5}$)
- Anorganische Staubinhaltsstoffe
(partikelförmig und filtergängig).
- Quecksilber Hg .

Die einzelnen Prüfverfahren der Prüfarten sind in der Anlage zur Akkreditierungsurkunde aufgeführt.

Bei betriebsinternen Messungen ist die HVG in der Lage, mehrere Messorte zeitparallel zu beproben und nahezu alle Emissionskomponenten schnell vor Ort auszuwerten. Die Messergebnisse lassen sich unmittelbar zur Prozessoptimierung, beispielsweise bei der Feuerführung oder dem Filteranlagenbetrieb, nutzen.

6.1.3 Messaktivitäten im Jahr 2023

6.1.3.1 Emissionsmessungen nach § 28 BImSchG

Im Jahr 2023 wurden 27 Emissionsmessungen nach §28 BImSchG durchgeführt. Hierbei handelt es sich um Messungen, die nach den Bestimmungen der Technischen Anleitung zur Reinhaltung der Luft (TA Luft) alle drei Jahre an Emissionsquellen genehmigungsbedürftiger Anlagen zu wiederholen sind. Der Messrhythmus von 3 Jahren kann von Behördenseite unterbrochen werden, wenn z. B. im Zuge einer Wannenhauptreparatur, bei Brennstoffwechsel oder bei beantragter Lasterhöhung bzw. beim Neubau einer Wanne eine Änderung der Emissionssituation zu erwarten ist. Außerdem können die Behörden nach den Vorgaben der aktuellen TA Luft halbjährlich durchzuführende Messungen fordern, falls

die Komponenten Staub, Schwefeldioxid und Stickstoffoxide nicht kontinuierlich vom Betreiber überwacht werden.

Als Emissionskomponenten werden überwiegend Gesamtstaub und der partikelförmige und filtergängige Anteil der Staubinhaltsstoffe sowie NO_x, SO₂, CO, CO₂, HCl und HF gemessen. Bei Anlagen zur Minderung von Stickstoffoxiden (SCR- bzw. SNCR-Anlagen) wird auch NH₃ bestimmt.

Außerhalb der Glasindustrie wurden Messungen in einem Messingwerk durchgeführt. Es handelte sich um eine Späneaufbereitungsanlage mit thermischer Nachverbrennung. Neben den Standardkomponenten wurde auch organische und hochtoxische Verbindungen gemessen.

Die Messungen dienen der Überwachung von Emissionsgrenzwerten. Diese wurden von der zuständigen Behörde im Genehmigungsbescheid fixiert und orientieren sich im Bereich der Glasindustrie an den Vorgaben der TA Luft. Bei den Messungen nach §28 BImSchG handelte es sich überwiegend um Emissionsquellen im Abgas von Glasschmelzwannen. Weitere Quellen sind Filteranlagen im Gemengehaus, Notstromaggregate oder Abbrennöfen. In den Abbrennöfen werden die an den Produktionsmaschinen installierten metallischen Formteile oder beispielsweise Umlenkriegen in regelmäßigen Abständen von den anhaftenden Verkrustungen gereinigt. Dies geschieht durch thermische Behandlung in einem sog. Abbrennofen, auch Herdwagen genannt. Abbrennöfen gibt es auch mit thermischen Nachverbrennungsanlage.

6.1.3.2 Messungen auf Wunsch des Betreibers

Im Berichtsjahr fanden 6 Messungen auf Wunsch des Betreibers statt. Bei diesen Messungen stehen oft Minderungsraten von neu installierten Filteranlagen im Vordergrund, so dass in vielen Fällen auch die Emissionssituation im Rohgas von Interesse ist. Außerdem fanden im

angrenzenden Ausland im Bereich der Behälterglasindustrie an 2 Filteranlagen roh- und reingasseitige Messungen sowie eine Überprüfung der automatischen Messeinrichtung des Betreibers statt.

6.1.3.3 Funktionsprüfungen inklusive Vergleichsmessungen (AST) und Kalibriermessungen (QAL2)

Die HVG führte im Jahr 2023 an 7 Messeinrichtungen Kalibriermessungen (QAL2) durch, es wurde ein Messbericht über den ordnungsgemäßen Einbau der Messeinrichtung verfasst und an 17 automatisch betriebenen Messeinrichtungen (AMS) wurden Funktionsprüfungen inkl. Vergleichsmessungen (AST) durchgeführt. Bei den jährlichen Funktionsprüfungen ist die Kalibrierfunktion des Analysators durch mindestens 5 Vergleichsmessungen mit Standardreferenzverfahren (SRM) zu überprüfen. Dies geschieht anhand einer Variabilitätsprüfung und einer zusätzlichen Überprüfung der Einhaltung maximal zulässiger Messunsicherheiten. Falls die Qualitätsanforderungen nicht erfüllt werden, müssen die Ursachen umgehend behoben oder innerhalb eines halben Jahres eine neue Kalibrierung durchgeführt werden.

Kalibriermessungen müssen nach den Vorgaben der aktuellen VDI-Richtlinie 3950 Blatt 1:2018 in Verbindung mit der DIN EN 14181:2015 bzw. der TA-Luft alle 3 Jahre vorgenommen werden. Im Regelfall müssen bei Kalibriermessungen mindestens 15 Halbstundenmittelwerte im Regelbetrieb der Anlage, verteilt über 3 Messtage, ermittelt werden. Bei zurückliegenden Kalibriermessungen wurden Anlagenparameter bewusst verändert, um so eine große Spreizung der Messwerte zu erhalten und damit einen großen Kalibrierbereich abzudecken. Dabei sind Beeinflussungen der Feuerführung der Schmelzwannen und/oder der Filteranlage notwendig. Diese bewährte Vorgehensweise muss nach den Anforderungen der neuen Regelwerke mit der zuständigen Genehmigungsbehörde im Vorfeld

der Kalibriermessungen abgestimmt werden. Bislang wurde diese Vorgehensweise von den Behördenvertretern unterstützt.

6.1.3.4 Anmerkungen zu Durchführung von Messungen

Bei allen Emissionsmessungen müssen vom Messinstitut und dem Anlagenbetreiber die Vorgaben der DIN EN 15259:2008 "Luftbeschaffenheit – Messung von Emissionen aus stationären Quellen – Anforderungen an Messstrecken und Messplätze und an die Messaufgabe, den Messplan und den Messbericht" beachtet werden. Die konsequente Umsetzung der Anforderungen beansprucht einen Mehraufwand bei der Vorbereitung der Messungen sowie bei der Probenahme vor Ort. Insbesondere der Nachweis der Homogenität des Abgases an der Messstelle ist zeitaufwendig.

In dem Regelwerk werden konkrete Anforderungen an Messstrecken, Messöffnungen und Messplätze gestellt. Am Probenahmeort muss für die Durchführung einer repräsentativen Probenahme ein geordnetes (turbulentes) Strömungsprofil ohne Drall und Rückströmung vorliegen. Lokale negative Strömungen dürfen nicht auftreten. Erfahrungsgemäß sind die Anforderungen im Allgemeinen in geraden Kanalabschnitten mit einer Einlaufstrecke von fünf hydraulischen Durchmessern vor der Probenahmestelle und zwei hydraulischen Durchmessern hinter der Probenahmestelle erfüllt. Es sind in der Regel mindestens zwei Messöffnungen (3" Größe) auf zwei zueinander senkrecht stehenden Achsen einzurichten zur Durchführung von Netzmessungen. Zusätzlich sind eventuell weitere Messöffnungen (z. B. 2" Größe) für die Messung weiterer Messgrößen (z. B. Strömungsgeschwindigkeit, Temperatur, Feuchte) in der gleichen Probenahmeebene einzurichten. Alle Probenahmeöffnungen müssen ohne Behinderungen zugänglich sein und das Einbringen von längeren Probenamesonden ermöglichen. Messbühnen müssen über eine ausreichende Arbeitsfläche verfügen.

Für die Durchführung von Probenahmen sind ausreichend bemessene und abgesicherte Elektroanschlüsse zu installieren. Bei der Durchführung und Auswertung von Emissions- oder Kalibriermessungen wird dem Thema Messunsicherheit eine hohe Wertstellung zugewiesen.

Emissionsmessstellen müssen über ein Qualitätsmanagementsystem verfügen und eine Akkreditierung nach DIN EN ISO/IEC 17025:2018 mit dem Modul Immissionsschutz nachweisen. Im Zuge dieser Akkreditierung müssen die Messstellen über ein System der Ermittlung von Messunsicherheiten verfügen und dieses auch dokumentieren und anwenden. Neben einer Reihe von nationalen und internationalen Normen spielt die VDI-Richtlinie 4219:2009 dabei eine herausragende Rolle. Dort sind zwei Verfahren beschrieben, nach denen Messunsicherheiten bestimmt werden können.

Der indirekte Ansatz beschreibt eine Methode, die überwiegend auf Berechnungen basiert. Es werden Unsicherheitsbeiträge der relevanten Eingangsgrößen abgeschätzt, Empfindlichkeitskoeffizienten durch partielle Differentiation berechnet und die Varianzen über Fehlerfortpflanzung bestimmt.

Beim direkten Ansatz (HVG-Methode) werden die Messunsicherheiten im Wesentlichen über Doppelbestimmungen ermittelt, d. h. Parallelmessungen mit zwei unabhängigen, baugleichen Messeinrichtungen durchgeführt. Man benötigt 20 Doppelbestimmungen pro Komponente. Unterteilt man die Konzentrationshöhe in verschiedene Messbereiche, müssen u. U. 60 oder mehr Doppelbestimmungen als Halbstundenmittelwerte je Emissionskomponente durchgeführt werden. Über eine statistische Auswertung erhält man die Messunsicherheiten. Diese Methode ist gegenüber dem indirekten Ansatz unverhältnismäßig aufwendiger, berücksichtigt aber nicht kalkulierbare Einflüsse bei der Probenahme,

dem Probentransport oder bei Umfüllvorgängen.

Tangieren Messergebnisse von Emissionsmessungen +/- Messunsicherheit die Emissionsbegrenzung, dann können (müssen) die Behörden Prüfschritte einleiten. Dabei werden sowohl das Messverfahren, das Messinstitut, die Art der Messdurchführung und die ermittelten Messunsicherheiten durchleuchtet, als auch die Produktionsanlage, die Betriebsdaten und die Funktionstüchtigkeit der Abgasreinigungsanlage in Augenschein genommen. Bei Mängelfeststellung werden Nachbesserungen oder Nachmessungen gefordert. Wichtig: Die Messunsicherheiten werden zu Gunsten des Betreibers abgezogen, wenn keine Mängel festgestellt werden. Die Forderung weiterer Maßnahmen wäre in diesem Fall unverhältnismäßig. Liegen die Messwerte abzüglich der Messunsicherheit über dem Grenzwert, sind zusätzliche Maßnahmen notwendig (z. B. Ertüchtigung der Produktions- oder Abgasreinigungsanlage – Sekundärmaßnahmen – Nachmessungen).

Aktuelle Mustermessberichte über Emissionsmessungen nach §28 BImSchG fordern auf der ersten Seite nach dem Deckblatt die Angabe des höchsten Messwertes jeder Emissionskomponente +/- Messunsicherheit. Damit wird schon beim Aufschlagen des Messberichtes erkennbar, ob von Seiten der Behörde Prüfschritte notwendig sind.

Auch bei Kalibriermessungen automatischer Messsysteme spielen Messunsicherheiten eine Rolle. Mit den normierten Konzentrationen des Standardreferenzmessverfahrens des Messinstitutes und den normierten Werten der sich ergebenden Kalibrierkurve des Betreibers wird eine Variabilitätsprüfung durchgeführt. Man erhält eine Messunsicherheit als Standardabweichung. Dieser Wert muss unterhalb einer gesetzlich geforderten Messunsicherheit liegen. Im Messwertrechner wird die Messunsicherheit vom normierten Messwert, der sich aus der Kalibrierkurve ergibt,

abgezogen. Dieser sog. validierte Halbstundenmittelwert wird klassiert. Vertrauens- und Toleranzbereiche gibt es nicht mehr. Diese Vorgehensweise bringt bei Messwerten im Grenzwertbereich Vorteile für den Betreiber, bei geringen Staubkonzentrationen besteht allerdings die Gefahr, dass der validierte Messwert mit "0,0 mg/m³" ausgewiesen wird.

6.1.3.5 Gutachtliche Stellungnahmen

Im Berichtsjahr wurden 7 gutachtliche Stellungnahmen ausgearbeitet. Schwerpunktthemen gutachterlicher Stellungnahmen sind Themen im Bereich der Luftreinhaltung. Dazu zählen beispielsweise Emissionsprognosen von Oxy-Fuel-Wannen, Ableitung von Emissionsgrenzwerten, Bilanzbetrachtungen, Einfluss der Brennstoffumstellung von Erdgas auf Heizöl oder kontinuierliche Bestimmung von Schwermetallemissionen.

6.1.4 Qualitätssichernde Maßnahmen

Sämtliche Aktivitäten der Messstelle unterliegen den Anforderungen eines strengen Qualitätssicherungssystems mit lückenloser Dokumentation, regelmäßigen Audits und Managementreviews. Die HVG arbeitet mit großem Hintergrundwissen und ausschließlich bestens geschultem Personal.

Die Bekanntgabe als Messstelle nach §29b BImSchG stellt hohe Anforderungen an das Personal sowie das Qualitätsmanagementsystem (QS-System). Sämtliche Tätigkeiten müssen in detaillierten Arbeitsanweisungen bzw. dem Qualitätsmanagementhandbuch verankert sein. Die messtechnische Ausstattung muss dem aktuellen Stand der Technik entsprechen. Alle Messgeräte werden turnusmäßig entsprechend einer Prüfmittelüberwachungsdatei auf ihre Funktionstüchtigkeit hin untersucht.

Die Pflege, Einhaltung und Überwachung der Vorgaben des QS-Systems erfolgt in der täglichen Arbeit, beispielsweise bei Justier- und Kalibriervorgängen im Labor und

während der Probenahme vor Ort aber auch durch interne Audits bzw. durch Managementreviews. Innerhalb der 5-Jahresfrist einer Akkreditierungsperiode führt die Akkreditierungsstelle außerdem sog. Überwachungsaudits durch. Ein Audit widmet sich dem System, ein weiteres Audit befasst sich mit dem Prozess. Beim Systemaudit werden die im Handbuch dokumentierten Themen wie z. B. Dienstleistungen für den Kunden, Lenkung fehlerhafter Prüf- und Kalibrierarbeiten, Lenkung der Dokumente, Beschwerden, Verbesserungen und Korrekturmaßnahmen durchleuchtet. Beim Prozessaudit steht beispielsweise die Sicherung der Qualität von Mess- und Prüfergebnissen, die Probenahme oder die messtechnische Rückführung auf dem Prüfstand.

Abweichungen von den Vorgaben der Regelwerke werden vom Gutachter als Korrekturmaßnahmen in gewichteter Form formuliert und müssen innerhalb einer vorgegebenen Frist behoben werden. Gravierende Fehler oder Missachtungen der Vorgaben von Regelwerken können die Aberkennung der Akkreditierung nach sich ziehen. Ein Arbeiten als amtlich benannte Messstelle ist dann nicht mehr möglich.

Die Kompetenz der Messstelle der HVG hinsichtlich der Probenahme und Analytik anorganischer partikelförmiger und gasförmiger Luftschadstoffe sowie organischer Emissionskomponenten wird unter anderem durch regelmäßige Teilnahme an Ringversuchen bestätigt. Akkreditierte Messstellen müssen regelmäßig an Ringversuchen teilnehmen. Die Teilnahme an Ringversuchen ist kostenpflichtig. In einem Akkreditierungszeitraum von 5 Jahren müssen 2 erfolgreiche Ringversuche absolviert werden. In Deutschland finden Ringversuche inkl. Probenahme an der Emissionssimulationsanlage der HLNUG in Kassel statt. Die Ringversuche beanspruchen einen zusammenhängenden Zeitraum von 6 Tagen und beinhalten die Bestimmung von Staub- und Staubinhaltsstoffen sowie

gasförmigen anorganischen und organischen Komponenten.

Die Staubgehalte im Abgas werden in drei Konzentrationsbereichen zwischen 1 und 12 mg/m³ angeboten. Die Konzentrationen an Staubinhaltsstoffen (Cd, Co, Cr, Cu, Ni, Pb, Mn, V) sind zum Teil sehr gering und gehen bis in die Nähe der Bestimmungsgrenze hinein.

Auch bei den gasförmigen Komponenten werden Konzentrationen angeboten, die nicht typisch für den Bereich glasspezifischer Emissionen sind. Das untere Konzentrationsniveau für SO₂ kann 7 ppm betragen. Bei einer Abweichung von mehr als 1 ppm gilt der Ringversuch als nicht bestanden.

Folgende Komponenten und Messverfahren werden beim "Ringversuch Gase" beim Veranstalter (HLNUG) angeboten:

Nr. (k)	Komponente	Art der Ermittlung	Einzusetzendes Messverfahren	Konzentrationsbereich [mg/m ³]
1	SO ₂	diskontinuierlich	DIN EN 14791	20 bis 150
2	SO ₂ [†]	kontinuierlich	Mit einem eignungsgeprüften Messgerät	20 bis 150
3	NO _x als NO ₂	kontinuierlich	DIN EN 14792	60 bis 450
4	Toluol	diskontinuierlich	DIN EN 13649	4 bis 100 (Summe der Komponenten 4-6)
5	Ethylbenzol	diskontinuierlich	DIN EN 13649	
6	o-, m-, p-Xylol [‡]	diskontinuierlich	DIN EN 13649	
7	Formaldehyd	diskontinuierlich	VDI 3862 Blatt 2,3 oder 4	4 bis 40
8	Gesamt-C ^{††}	kontinuierlich	DIN EN 12619	4 bis 100
9	Gesamt-C ^{†††}	kontinuierlich	DIN EN 12619	5 bis 100

Neben den erwähnten Ringversuchen inkl. Probenahme in Kassel müssen akkreditierte Messstellen über einen Ringversuchsplan verfügen, bei dem auch Komponenten wie HCl, HF oder NH₃ eingeschlossen sind. Die HVG beteiligt sich im Zweijahresrhythmus an angebotenen Analyse-Ringversuchen, z. B. beim LANUV in Nordrhein-Westfalen.

Alle Ringversuche wurden erfolgreich absolviert.

6.1.5 Ausrichtung der Messstelle

Zur Verstärkung der Messstelle wurde im Jahr 2023 ein neuer Messingenieur und eine zusätzliche Halbtagskraft für Labortätigkeiten eingestellt.

Zukünftig muss sich die Messstelle der HVG mit neuen Arbeitsfeldern im Bereich der Glasindustrie befassen und

beispielsweise in der Weiterverarbeitung bei der Glaswolleproduktion organische Komponenten messen. Über das Rechensystem Messstellen (ReSyMeSa) sind auch aus anderen Industriezweigen Anfragen zur Durchführung von Emissions- oder Kalibriermessungen/Funktionsprüfungen automatischer Messsysteme zu erwarten. Die Messstelle der HVG wird sich dieser Herausforderung stellen. Im Fokus bleiben sollten aber die Mess- und Forschungsuntersuchungen innerhalb der Glasindustrie. Wie bereits erwähnt müssen nach der neuen TA Luft Glashütten ohne kontinuierliche Emissionsüberwachung alle 6 Monate (bislang alle 3 Jahre) die Emissionen an NO_x, Staub und SO₂ von einer bekanntgegebenen Messstelle nach §29b BImSchG überwachen lassen. Diese Erhöhung der Messintensität muss im Falle der Umsetzung bei der Personalplanung, der Messplanung und der Budgetierung von Messequipment berücksichtigt werden. Die kontinuierliche Messtechnik zur Bestimmung der oben aufgeführten Komponenten wurde in zweifacher zertifizierter Ausführung aufgestockt.

Anforderungen und Regelwerke auf dem Gebiet des Umweltschutzes werden in immer kürzeren Zeitabständen überarbeitet bzw. neugestaltet. Die Messstelle der HVG will auch in Zukunft die Glasindustrie bei Fragen zur Luftreinhaltung und bei der vorwettbewerblichen Forschung intensiv unterstützen. Zur Mitgestaltung dieser Veränderungen muss die Glasindustrie gerüstet sein.

Die Kenntnisse und Erfahrungen aus den Arbeiten der Messstelle der HVG fließen u.a. in die Bearbeitung von Forschungsvorhaben mit umweltorientierten Themen, werden für Emissionsprognosen und Schornsteinhöhenberechnungen genutzt und unterstützen die Arbeit in nationalen und internationalen Gremien (TA Luft / Glass BREF / BV Glas / Zusammenarbeit mit UBA, usw.).

6.2 Bewertung der Ergebnisse aus Emissionsmessungen

Emissionsmessungen und Kalibriermessungen sind wichtige Bestandteile des Tätigkeitsfeldes der Messstelle der HVG. Die Informationen und Erkenntnisse aus den Messtätigkeiten dienen als unverzichtbare Datenbasis beispielsweise für Gespräche mit den zuständigen Genehmigungsbehörden oder bei der Ableitung von Emissionsbegrenzungen für Elektrowannen oder Oxy-Fuel-Wannen in Form von gutachtlichen Stellungnahmen.

Der Erfahrungsschatz der HVG stellt ebenfalls eine herausragende Grundlage für Diskussionen dar, etwa bei Richtlinienarbeiten auf nationaler und europäischer Ebene, bei den Aktivitäten des Technical Committee TC 13 "Environment" der International Commission on Glass (ICG) sowie der Zusammenarbeit mit dem Umweltbundesamt (UBA), z. B. bei der Richtlinie 2001/81/EG vom 23.10.2001 (NEC-Richtlinie) bzw. der Umsetzung der Glas BREF in deutsches Recht. Sehr wichtig war der Erfahrungsschatz bei der Richtlinienarbeit zur VDI 2578:2017 „Emissionsminderung Glashütten“.

Bei der HVG wird stets versucht, die Ergebnisse von Emissionsmessungen in einen Gesamtzusammenhang zu stellen, um dadurch Abhängigkeiten der verschiedenen Emissionskomponenten von der Vielzahl der Betriebsparameter ableiten zu können.

6.3 Emissionsminderung

6.3.1 Überblick

Die Umweltprobleme der Glasindustrie konzentrieren sich im Wesentlichen auf die Emissionen in die Luft und den Energieverbrauch. In geringerem Umfang spielen die Emissionen ins Wasser sowie die anfallenden festen Abfälle und Reststoffe eine Rolle.

Zu den luftverunreinigenden Stoffen gehören die partikelförmigen Emissionen einschließlich der partikelförmigen und filtergängigen Staubinhalstoffe des Feinstaubanteils, Stickstoffoxide, Schwefeloxide sowie anorganische gasförmige Fluor- und Chlorverbindungen. Es kommt zur brennstoff- und rohstoffbedingten Kohlendioxidfreisetzung und in einigen Fällen auch zu Kohlenmonoxid Emissionen. Bei sekundären Stickstoffoxidminderungsmaßnahmen können auch Ammoniak-Emissionen auftreten. Emissionen organischer Verbindungen und nicht verbrannter Kohlenwasserstoffe beziehungsweise Dioxine und Furane spielen im Abgas der Schmelzwannen keine, beziehungsweise nur eine untergeordnete Rolle.

In Deutschland sind alle Glasschmelzaggregate mit Abgasreinigungsanlagen ausgerüstet, die meist aus Elektrofilteranlagen oder filternden Abscheidern (Gewebe- beziehungsweise keramische Kerzenfilter) mit vorgeschalteter Trockensorptionsstufe bestehen. Bei großen Anlagen sind oft Wärmenutzungssysteme installiert.

Der abgeschiedene Filterstaub wird im Behälterglas- und Flachglasbereich vollständig und bei den restlichen Sparten in vielen Fällen teilweise bzw. vollständig in den Prozess zurückgeführt und wieder eingeschmolzen.

Zur Entlastung der Abgasreinigungsanlagen werden alle zur Verfügung stehenden primären Minderungsmaßnahmen ausgeschöpft.

6.3.2 Saure Abgasbestandteile

Als Absorptionsmedium kommt vorwiegend Calciumhydroxid ($\text{Ca}(\text{OH})_2$) zur Anwendung. Dieses Absorbens besitzt die besten Absorptionsraten gegenüber SO_2 , HCl und gasförmigem Selen bei Abgastemperaturen zwischen 350 und 400°C. Bei geringeren Abgastemperaturen gehen die Absorptionsraten dagegen merklich zurück. Die Reaktivität gegenüber HF und SO_3 ist im

Gegensatz dazu über den gesamten Temperaturbereich von 180 bis 400°C fast unverändert hoch. In einzelnen Fällen werden auch leichte Soda oder Natriumbikarbonat als Sorptionsmittel eingesetzt, insbesondere wenn die Abscheidung von SO_2 im Vordergrund steht, HF als Emissionskomponente nur eine untergeordnete Rolle spielt und geringere Abgastemperaturen (kleiner 300°C) vorliegen. Der möglichen Bildung von Natriumbisulfat ist im Hinblick auf die Einsatztemperatur und auf die Stöchiometrie entsprechende Beachtung zu schenken. Dies gilt auch für den Fall, dass eine Mischung von Calciumhydroxid und leichter Soda eingesetzt wird, um die Vorteile beider Sorptionsmittel miteinander zu verbinden und damit die Filterstaubmengen im Interesse einer vollständigen Filterstaubrückführung auch bei hohem Scherbenanteil zu minimieren. Mit dem Einsatz von Natriumbikarbonat konnten an einigen Anlagen signifikante Minderungsraten bei der Abscheidung von gasförmigen Borverbindungen erzielt werden.

6.3.3 NO_x

Stickstoffoxide stellen nach wie vor die wichtigste Emissionskomponente bei der Glasschmelze dar. Stickstoffoxidemissionen lassen sich durch primäre und sekundäre Minderungsmaßnahmen erzielen. In der VDI-Richtlinie 2578:2017 "Emissionsminderung Glashütten" sind alle bekannten und dem Stand der Technik entsprechende Primärmaßnahmen aufgelistet.

Zu den primären Minderungsmöglichkeiten gehört auch die Oxy-Fuel-Technologie. Mit der Oxy-Fuel-Feuerung lassen sich bekanntermaßen die Stickstoffoxide auf einem niedrigen Niveau halten.

In der Spezialglasindustrie fand schon vor vielen Jahren eine weitgehende Umstellung von konventioneller Feuerungstechnik hin zur Oxy-Fuel-Feuerung statt. Mit der Umstellung von konventioneller Feuerung auf Oxy-Fuel-Feuerung konnten die NO_x -Emissionen drastisch gesenkt werden. Oxy-Fuel-

Wannen findet man auch bei der Faserglasproduktion, beim Gussglas, im Behälterglasbereich und bei der Frittenschmelze.

Zur sekundären Minderung der NO_x-Emissionen von Glasschmelzöfen stehen grundsätzlich zwei Verfahren zur Verfügung:

a) SNCR-Verfahren:

Beim SNCR-Verfahren (Verfahren der selektiven nicht katalytischen Reduktion) werden die Stickstoffoxide ohne Einsatz eines Katalysators im Temperaturbereich zwischen 850 °C und 1050 °C mit Hilfe von Ammoniak, Ammoniaklösung oder Harnstofflösung zu Stickstoff und Wasser reduziert. Zur Erzielung hoher Minderungsraten bei geringem Ammoniakverlust ist die Einhaltung des Temperaturfensters und eine möglichst gute Einmischung des Reduktionsmittels in den Abgasstrom zwingende Voraussetzung. Das Temperaturfenster von 850 °C bis 1050 °C ist besonders günstig bei kontinuierlich betriebenen rekuperativ beheizten Glasschmelzwannen erreichbar. Das SNCR-Verfahren ist für regenerativ beheizte Glasschmelzwannen nicht geeignet, da das erforderliche Temperaturfenster in der Mitte der Regenerativkammern liegt und somit nicht zugänglich ist. Nur durch massive konstruktive Veränderungen beim Neubau, etwa einem zweizügigen Kammersystem mit dazwischen liegender Eindüsung, lässt sich bei regenerativ beheizten Schmelzwannen die SNCR-Technologie implementieren. Das Betreiben einer SNCR-Anlage ist oft mit erhöhten Ammoniakverlust-Emissionen verbunden.

Nach dem Kenntnisstand der HVG sind in Deutschland nur bei der Wasserglasschmelze SNCR-Minderungstechnologien installiert.

b) SCR-Verfahren:

Beim SCR-Verfahren, dem Verfahren der selektiven katalytischen Reduktion, werden die Stickstoffoxide im Temperaturbereich von 200 bis 400 °C katalytisch zu Stickstoff und Wasser reduziert. Sofern Schwefel-

oxide im Abgas vorhanden sind – und das ist bei allen Kalk-Natron-Silicatglasschmelzwannen technologisch bedingt der Fall – verengt sich das Temperaturfenster auf etwa 320 bis 400 °C, da sich bei tieferen Temperaturen Ammonium-Schwefelverbindungen bilden, die den Katalysator verstopfen bzw. verkleben würden. Rohgasseitig angeordnete Wärmetauscher zur Abwärmenutzung oder Glasschmelzwannen mit integrierter Gutvorwärmung senken das Abgastemperaturniveau und gestalten den Betrieb einer SCR-Anlage schwierig. Als Katalysatoren werden heute praktisch ausschließlich Wabenkatalysatoren auf der Basis Titandioxid / Vanadiumpentoxid verwendet.

Als Reduktionsmittel wird in der Regel 25 %-ige Ammoniaklösung oder Harnstofflösung eingesetzt. Für das SCR-Verfahren ist charakteristisch, dass in einem weiten Bereich bis zu einer Reduktionsrate von 95 % ein stöchiometrischer Umsatz stattfindet. Damit ist der spezifische Ammoniakverbrauch deutlich geringer als beim SNCR-Verfahren und der Ammoniakverlust bei ordnungsgemäßer Dosierung meist geringer. Für 1 kg zu reduzierendes NO_x werden etwa 0,38 kg Ammoniak benötigt. Für einen erfolgreichen Betrieb des SCR-Verfahrens ist wie beim SNCR-Verfahren eine möglichst gute Einmischung des Reduktionsmittels in den Abgasvolumenstrom Voraussetzung. Dies erfolgt in der Regel über speziell dimensionierte statische Mischer. Eine weitere Voraussetzung ist ein geringer Reingasstaubgehalt, damit die Katalysatormodule nicht verstopfen. Je nach Agglomerationsneigung der vorliegenden Stäube muss zur Abreinigung ein hoher Aufwand betrieben werden. Der abgelagerte Staub auf den Stirnflächen der Katalysatormodule wird mittels Staubbläser abgelöst, die z.B. mit aufgewärmter Luft betrieben werden.

Die Installation von SCR-Anlagen birgt allerdings die Gefahr, dass primärseitige NO_x-Minderungsmaßnahmen außer Acht gelassen werden und die geforderten Reingas-

konzentrationen durch erhöhte Ammoniakmengen kompensiert werden.

Der erzielbare NO_x-Abscheidegrad bzw. der NO_x-Reingasgehalt hängt ausschließlich von der Auslegung bzw. dem Katalysatorvolumen ab. Eine untere Grenze für die erreichbaren Reingaskonzentrationen gibt es nicht. Die Minderung der NO_x-Emissionen durch sekundärseitige Maßnahmen stellt kein technisches Problem dar, sofern entsprechende Randbedingungen beachtet werden, sondern ein wirtschaftliches.

In Deutschland sind nach dem Wissensstand der HVG im Floatglasbereich alle Schmelzwannen mit SCR-Katalysatoren ausgerüstet, im Bereich der Behälterglasindustrie sind derzeit mindestens drei keramische SCR-Katalysatoren hinter Elektrofilteranlagen in Betrieb. Hinzu addieren sich beim Behälterglas mindestens 4 keramische Filterkerzenanlagen mit katalytischer Beschichtung. Die Staubabscheidung und Abreinigung der abgeschiedenen Stäube bei Filterkerzenanlagen ist mit der Abscheidung von filternden Abgasreinigungsanlagen (Gewebefilter) vergleichbar. Der große Vorteil keramischer Filterkerzen gegenüber Gewebefilteranlagen besteht neben dem Betrieb bei höheren Abgastemperaturen in der Möglichkeit, das Filtermaterial mit katalytisch wirkenden Materialien zu versehen. Damit wird der filternde Abscheider in Verbindung mit beispielsweise einer Ammoniakendüsung auch zur SCR-Entstickungsanlage. Keramische Filterkerzenanlagen mit katalytischer Beschichtung werden zunehmend auch bei anderen Glasbranchen eingesetzt.

Die erste Gewebefilteranlage mit Abgaswärmeverschiebesystem und SCR-Katalysator ging im Jahr 2018 im Spezialglasbereich in Betrieb.

6.4 Beratungstätigkeit der Abteilung „Umweltschutz“

6.4.1 Novellierung der TA-Luft

Bei Glasschmelzwannen handelt es sich in der Regel um genehmigungsbedürftige Anlagen zur Herstellung von Glas nach Ziffer 2.8 des Anhangs 1 der 41. BImSchV.

Die Verwaltungsvorschrift Technische Anleitung zur Reinhaltung der Luft (TA Luft) beinhaltet für Anlagen zur Herstellung von Glas die Vorgaben zur Thematik Emissionsüberwachung. Die letzte Fassung stammte aus dem Jahr 2002 und befand sich einige Jahre im Stadium der Novellierung. Am 18. August 2021 trat die aktuelle TA Luft in Kraft.

Die TA Luft untergliedert die Glasindustrie in die Sparten Behälterglas, Flachglas, Spezialglas, Wirtschaftsglas, Mineralwolle, Endlosglasfasern und Glasfritten. Neu ist die Aufnahme des Sektors Wasserglas. Wasserglas wurde in der Vergangenheit auf europäischer Ebene nicht der Glass-BREF zugeordnet, sondern war Bestandteil der Chemischen Industrie (BREF LVIC-S). In der TA Luft wurden die Anlagen zur Herstellung von Wasserglas nach der anfänglichen Zuordnung zum Sektor Spezialglas mittlerweile mit einem eigenen Sektor belegt. In der aktuellen TA Luft sind Anlagen zur Herstellung von Wasserglas unter Punkt 5.4.2.8.1h/2h aufgeführt. In einem Gutachten der HVG für den Bereich Wasserglas vom Januar 2014 wurde eine Diskussionsgrundlage zur Festlegung von Emissionsbegrenzungen ausgearbeitet. Die im Gutachten vorgeschlagenen Emissionsbegrenzungen orientieren sich an den Werten der Glasindustrie (und nicht an den geplanten deutlich geringeren Werten der chemischen Industrie (BREF LVIC-S)). Die vorgeschlagenen Emissionsbegrenzungen der HVG wurden in der neuen TA Luft übernommen. Ein weiteres Gutachten der HVG auf dem Gebiet der Luftreinhaltung für den Verband der

europäischen Wasserglashersteller wurde im Jahr 2018 bearbeitet.

Die in der TA Luft bzw. den oben genannten rechtlichen Regelungen aufgeführten Emissionswerte (Konzentrationswerte) beziehen sich auf trockenes Abgas im Normzustand (1013 hPa, 273 K) und bei kontinuierlich betriebenen Brennstoff-Luft-beheizten Glasschmelzwannen auf einen Bezugssauerstoffgehalt von 8 Vol.-% bzw. bei Hafnöfen und Tageswannen auf einen Wert von 13 Vol.-%.

Bei Brennstoff-Sauerstoff-beheizten Glasschmelzwannen ist die Umrechnung auf einen Vergleichswert (Bezugssauerstoffgehalt) nicht sinnvoll, da oftmals zwischen dem durch reinen Sauerstoffüberschuss bedingten und dem durch zuströmende Umgebungsluft bedingten O₂-Gehalt als Volumenprozent im Abgas nicht unterschieden werden kann. Aus diesem Grund empfiehlt sich bei diesem Wannentyp z. B. die Festlegung produktbezogener Emissionswerte, z. B. kg NO_x/t Glas oder eine Massenstrombegrenzung. Bei stabil laufenden Anlagen ohne nennenswerte Änderungen können auch Konzentrationswerte zur Emissionsüberwachung herangezogen werden.

Bei vollelektrisch beheizten Glasschmelzwannen ist die Umrechnung gemessener Konzentrationen auf einen Bezugssauerstoffgehalt nicht möglich, da der O₂-Gehalt (in Volumenprozent) der Abgase bzw. der Abluft dieser Wannen nahe 21 Vol.-% liegt. Angesaugte Umgebungsluft dient bei diesen Wannen als Trägermedium für die Schadstoffe. Werden die Abgase unterschiedlicher Wannentypen gemeinsam behandelt, empfiehlt sich ebenfalls die Anwendung von produktbezogenen Emissionswerten oder Massenstrombegrenzungen. In einigen Fällen können auch Konzentrationswerte ohne Sauerstoffbezug herangezogen werden. Sofern die rechtlichen Voraussetzungen es zulassen, kann sich diese Herangehensweise auch bei

energetisch optimierten Wannen anbieten, da bei diesen der Abgasvolumenstrom reduziert und damit die Schadstoffkonzentration erhöht ist.

Die für die Begrenzung der Emissionen einschlägigen branchenspezifischen Emissionswerte der einzelnen Emissionskomponenten sind der TA Luft, Kapitel 5, zu entnehmen. Die speziellen Regelungen für die Anlagen zur Herstellung von Glas und Mineralfasern finden sich in den Kapiteln 5.4.2.8 und 5.4.2.11. Die nachfolgenden Angaben zur Novellierung besitzen nur orientierenden Charakter und sind nicht vollständig.

Neu geregelt wurde ein Teilbereich der Emissionsüberwachung. Werden die Emissionskomponenten Staub, NO_x und SO₂ vom Betreiber nicht kontinuierlich gemessen, dann muss nach der neuen TA Luft die Einhaltung von Emissionsbegrenzungen zukünftig anhand von halbjährlich durchzuführenden Emissionsmessungen (anstatt bisher 3-jährliche Messungen) überwacht werden.

Der Neuaufbau einer Wanne (Kaltreparatur) wird weiterhin als Altanlage betrachtet, sofern keine Erhöhung der aktuell genehmigten Schmelzleistung damit verbunden ist.

Gesamtstaub

Neue Abgasreinigungsanlagen dürfen die Massenkonzentration an Gesamtstaub von 10 mg/m³ nicht überschreiten, Altanlagen dürfen in der Regel 20 mg/m³ emittieren. Da Anlagen, in denen ein Vorwärmer für das Gemenge betrieben wird, zu einer höheren Verstaubung neigen, wurde erstmals ein produktbezogener Wert für Staubemissionen aufgenommen (z. B. 0,06 kg/t_{Glas} beim Behälterglas), um ggf. diesen erhöhten Staubemissionen Rechnung tragen zu können.

Staubförmige anorganische Stoffe

Die Einstufungen von Staubinhaltsstoffen der Glass BREF und der TA-Luft sind nicht deckungsgleich. In der Glass BREF werden

6 Elemente (As, Co, Ni, Cd, Se, CrVI) mit einer Begrenzung von max. 1 mg/m³ genannt. Kommen die Elemente (Sb, Pb, CrIII, Cu, Mn, V, Sn) hinzu, liegt die Begrenzung in der Summe bei 5 mg/m³. In der TA-Luft gibt es zum Teil deutlich schärfere Begrenzungen und differenzierte Klasseneinteilungen. Den Besonderheiten beispielsweise im Behälterglasbereich mit hohem Fremdscherbeneneinsatz oder dem produktqualitätsbedingten Einsatz von Blei, Selen, Arsen und Cadmium im Spezialglasbereich wird in der TA-Luft weiterhin Rechnung getragen.

Schwefeloxide

Die Emissionsbegrenzungen für Schwefeloxide wurden an die Vorgaben der Glass BREF branchenbezogen angepasst. Aufgrund der in Deutschland weit verbreiteten vollständigen Filterstaubrückführung und hohen Scherbenanteile kann es zu einer Aufkonzentration von SO_x und somit entsprechend erhöhten Emissionen kommen, die sich so in der TA Luft nicht wiederfinden. Daher kann es unter Umständen, mit Ausnahme der Behälter- und Flachglasherstellung, notwendig sein, von LAI-der TA Luft abweichende Werte festzulegen, sofern alle verfügbaren Maßnahmen ausgeschöpft werden und die fehlende Verhältnismäßigkeit der Werte festgestellt wurde. Als Orientierung sollten die Werte der TA Luft von 2002 dienen. Gegebenenfalls geht eine derartige Abweichung mit Berichtspflichten an die europäische Kommission einher. Die Emissionsbegrenzung für gasbeheizte, sulfatgeläuterte Massengläser im Behälter- oder Flachglasbereich mit vollständiger Filterstaubrückführung beträgt beispielsweise 0,70 g/m³ SO_x.

Anorg. Chlor- und Fluorverbindungen

Die Emissionsbegrenzung für HF beträgt bei den meisten Branchen 5 mg/m³, Flachglaswannen dürfen 4 mg/m³ emittieren. Die Emissionsbegrenzungen für HCl liegen je nach Glasbranche bei 10 oder 20 mg/m³. Aufgrund der in Deutschland weit verbreiteten vollständigen Filterstaubrückführung

und hohen Scherbenanteilen kann es erhöhten HCl-Konzentrationen kommen. Im Bereich der Behälterglasherstellung wird die HCl-haltige Abluft aus der Heißendvergütung der Glasbehälter gemäß dem Stand der Technik gemeinsam mit den Wannengasen gereinigt. Die Emissionsbegrenzung für Behälter-, Flach-, Spezial- und Wirtschaftsglas beträgt 20 mg/m³. Die restlichen Bereiche unterliegen einem Wert von 10 mg/m³.

Stickstoffoxide

Die Volumenstrombegrenzung der TA-Luft aus dem Jahr 2002 von 50000 m³/h wurde aufgehoben. D. h. alle Neuanlagen mit konventioneller Befeuerung müssen unabhängig von der Anlagengröße den neuen Emissionswert von 0,50 g/m³ einhalten, konventionell befeuerte Altanlagen dürfen 0,70 g/m³ emittieren. Abweichungen von den Emissionswerten der TA Luft, sofern alle verfügbaren Maßnahmen ausgeschöpft wurden und die fehlende Verhältnismäßigkeit der Werte festgestellt wurde, gehen u. U. mit Berichtspflichten an die europäische Kommission einher.

Die Höhe der Emissionsbegrenzungen für Stickstoffoxide berücksichtigt den Einsatz von Nitraten. Außerdem können bei kleinen Anlagen von weniger als 100 t/d Sonderregelungen getroffen werden.

Bei den Sektoren Behälterglas, Endlosglasfasern, Wirtschaftsglas, Spezialglas und Glasritten wird bei den Altanlagen unter der Emissionskomponente Stickstoffoxide folgender Passus aufgeführt:

Diese Anforderungen zur Begrenzung der Emissionen an Stickstoffoxiden sind spätestens acht Jahre nach Inkrafttreten dieser Verwaltungsvorschrift einzuhalten; während der genannten Frist sind nach Ablauf jeder Wannendreise die dem Stand der Technik entsprechenden baulichen Veränderungen an der Schmelzwanne zur Senkung der Emissionen an Stickstoffoxiden vorzunehmen.

Für Brennstoff-Sauerstoff-beheizte Glasschmelzwannen und Elektrowannen gelten

erstmal sektorspezifische produktbezogene Emissionswerte.

Der Hinweis auf die VDI-Richtlinie 2578:2018 wurde gestrichen. Dort wird eine Berechnungsmethode aufgezeigt, nach der verhältnismäßige Emissionswerte anhand von konventionell befeuerten Vergleichswannen abgeleitet werden können.

Kohlenmonoxid

Kohlenmonoxid wurde bei zurückliegenden Regelwerken nicht berücksichtigt. Zukünftig muss eine Konzentration von 0,10 g/m³ eingehalten werden.

Auszug aus der neuen TA Luft:

KOHLENMONOXID
Werden Primärtechniken oder die chemische Reduktion durch Brennstoff zur Stickstoffdioxid-Minderung eingesetzt, so dürfen die Emissionen an Kohlenmonoxid im Abgas 0,10 g/m³ bezogen auf Emissionen von 0,80 g/m³ an Stickstoffmonoxid und Stickstoffdioxid im Abgas nicht überschritten werden. Abweichend davon kann bei geringeren Stickstoffdioxid-Emissionen ein entsprechend höherer Kohlenmonoxid-Emissionswert durch die zuständige Behörde festgelegt werden. Der Wert bezieht sich bei regenerativ beheizten Wannen ausschließlich auf die Zeiten der Befeuerung und nicht auf die Zeiten der Feuerungswechsel.

Da der CO-Wert bei sinkenden NO_x-Werten steigt, kommt es hier zu einem Konflikt mit der Bestrebung nach möglichst geringen NO_x-Werten. Um dieses Problem abzuschwächen, wurde der CO-Wert von 0,10 g/m³ auf den für Altanlagen geltenden NO_x-Wert von 0,80 g/m³ sowie bei regenerativ beheizten Wannen nur auf die Zeiten der Feuerung bezogen. Bei niedrigeren NO_x-Werten können also auch höhere CO-Werte festgelegt werden. Da es jedoch kein allgemeingültiges Verhältnis zwischen CO und NO gibt, müssen diese Werte anlagenspezifisch nach entsprechenden Messungen festgelegt werden. Der höchstmöglichen NO_x-Minderung wird damit auch weiterhin Priorität gegeben.

Reproduktionstoxische Stoffe

In der neuen TA Luft ist unter Ziffer 5.2.7.1.3 "Reproduktionstoxische Stoffe" ein Grenzwert von 1 mg/m³ vorgesehen.

Die langjährigen Forschungsaktivitäten zum Thema „Boremissionen und

Minderungsmöglichkeiten" wurden in einer gemeinsamen Präsentation von Herrn Prof. Schaeffer und Herrn Gitzhofer als Beitrag des BV-Glas im April 2016 beim UBA mit Vertretern des BMU sowie der Industrie vorgestellt. Bei dem Treffen ging es um eine neue Emissionsbegrenzung in der TA Luft für reproduktionstoxische Stoffe (u.a. fällt Borsäure darunter) von 0,05 mg/m³.

Als Folge der Präsentation wurden in den Referentenentwürfen zur neuen TA Luft die Glassektoren Spezialglas, Glaswolle, Glasfritten und Endlosglasfasern von dem neuen Grenzwert ausgenommen (siehe Auszug).

REPRODUKTIONSTOXISCHE STOFFE
Nummer 5.2.7.1.3 findet in Bezug auf Bor und seine Verbindungen keine Anwendung. Die Möglichkeiten, die Emissionen an Bor und seinen Verbindungen durch prozesstechnische und andere dem Stand der Technik entsprechende Maßnahmen zu vermindern, sind auszuschöpfen.

In den Jahren 2018/2019 wurden von der HVG viele Rückstellproben aus Emissionsmessungen im Behälterglasbereich auf gasförmige Borverbindungen analysiert. Dabei wurde festgestellt, dass auch im Abgas von Behälterglaswannen beachtliche Boremissionen auftreten können. Zusammen mit dem BV Glas und dem Umweltbundesamt wurde das Thema aufgegriffen und intensiv, auch anhand weiterer Messungen im Glasbereich, bearbeitet. Vermutlich werden die Emissionen durch borhaltige Scherben im Altglasrecycling verursacht und sind damit nur schwer beeinflussbar. Aus diesem Grund hat das Umweltbundesamt und der LAI die Forderung des BV Glas unterstützt, den Glassektor Behälterglas, der hohe Altglasscherbenanteile am Gemengesatz einsetzt, ebenfalls von der Begrenzung für reproduktionstoxische Stoffe zu entkoppeln. Letztendlich wurde der oben aufgeführte Auszug auch bei Sektoren Flachglas und Wirtschaftsglas eingefügt.

Formaldehyd

Im Bereich der Glasindustrie ist ausschließlich die Weiterverarbeitung von Glasfasern davon betroffen (siehe Auszug aus dem Anhang 1 der Vollzugsempfehlungen des LAI vom 09.12.2015).

4. BImSchV Nr.	Anlagenbeschreibung	Emissionswert (mg/m ³)
2.8	Anlagen zur Herstellung von Glas, auch soweit es aus Altglas hergestellt wird, einschließlich Anlagen zur Herstellung von Glasfasern, hier: Glasfasern, deren Abgase aus der Formgebung und Beschichtung getrennt von den Wannabgasen behandelt werden	10

Mit dem "hier" wird darauf hingewiesen, dass es sich ausschließlich nur um die Weiterverarbeitung von Glasfasern handelt (keine Wannabgase und keine anderen Glasbranchen).

Quecksilber

Die Emissionsbegrenzung für Quecksilber wurde von 0,05 auf 0,01 mg/m³ abgesenkt. Aufgrund der drastischen Absenkung war zu prüfen, ob evtl. Sektoren der Glasindustrie davon betroffen sind.

Die HVG hat sich der Aufgabe gestellt und in den Jahren 2019 / 2020 viele Hg-Messungen im Abgas von Behälterglaswannen durchgeführt. Die Messwerte der HVG wurden zusammen mit weiteren Messergebnissen aus anderen Glassektoren vom BV Glas zusammengetragen und mit dem Umweltbundesamt diskutiert. Die bisherige Emissionsbegrenzung von 0,05 mg/m³ für Quecksilber bleibt zukünftig für den Fall des Fremdscherbeneinsatzes bei den Sektoren Behälterglas, Glaswolle und Anlagen zum Schmelzen mineralischer Stoffe (Pkt. 5.4.2.11 TA Luft) bestehen, die neue Konzentration von 0,01 mg/m³ wird zum Zielwert.

6.4.2 Mitarbeit in Gremien

GITZHOFER:

- Mitglied im Fachausschuss II "Glasschmelztechnologie" der DGG
- Mitglied im Fachausschuss IV "Glasformgebungstechnologie und Qualitätssicherung" der DGG
- Mitglied im Fachausschuss VI "Umweltschutz" der DGG
- Mitglied des TC 13 "Environment" der ICG
- Mitglied im Umweltausschuss des Bundesverbandes Glasindustrie e.V. (BV Glas)

GUSTMANN:

- Mitglied im Fachausschuss VI "Umweltschutz" der DGG
- Mitglied im Unterausschuss „Glasanalyse“ des Fachausschusses I „Physik und Chemie des Glases“ der DGG

KRÖBER:

- Mitglied im Fachausschuss VI "Umweltschutz" der DGG

LÖBER:

- Schriftführer des Fachausschusses VI "Umweltschutz" der DGG "

LUDGEN:

- Mitglied im Fachausschuss VI "Umweltschutz" der DGG
- Möglichkeit der Teilnahme im Unterausschuss „Glasanalyse“ des Fachausschusses I „Physik und Chemie des Glases“ der DGG

SABSABI: (seit 03.07.2023)

- Mitglied im Fachausschuss VI "Umweltschutz" der DGG

PETERMANN:

- Mitglied im Fachausschuss VI
"Umweltschutz" der DGG

QAZI:

- Mitglied im Fachausschuss VI
"Umweltschutz" der DGG
- Möglichkeit der Teilnahme im Unterausschuss „Glasanalyse“ des

Fachausschusses I „Physik und Chemie des Glases“ der DGG

RÜHL:

- Mitglied im Fachausschuss VI
"Umweltschutz" der DGG
- Möglichkeit der Teilnahme im Unterausschuss „Glasanalyse“ des Fachausschusses I „Physik und Chemie des Glases“ der DGG

7. Verwaltung externer Forschungsvorhaben

Im Bedarfsfall werden in diesem Kapitel die glaswissenschaftlichen und glastechnischen Arbeiten zusammengestellt, die an externen Forschungsstellen über die HVG mit Mitteln des BMWK im Rahmen der industriellen Gemeinschaftsförderung (IGF) durch den Projektträger AiF gefördert werden.

Die finanziellen Mittel zu diesen Vorhaben werden sowohl in geringem Maße über die Beiträge der HVG-Mitgliedshütten als auch im Wesentlichen durch Zuschüsse der öffentlichen Hand bereitgestellt. Die öffentlichen Mittel wurden bis 31.12.2023 über die Arbeitsgemeinschaft industrieller Forschungsvereinigungen "Otto von Guericke" e.V. (AiF) vom Bundesminister für Wirtschaft und Klimaschutz (BMWK) zur Verfügung gestellt. Ab 01.01.2024 hat der DLR Projektträger die Projektträgerschaft für das IGF-Programm übernommen.

Die Ergebnisse der Arbeiten werden bei Veranstaltungen der Deutschen Glastechnischen Gesellschaft, zukünftig auch im Open Access Journal „Glass Europe“ und in den „DGG Informationen“ vorgestellt. Hinzu kommen die Zwischenberichte in den Fachausschüssen der DGG. Aus technologischer Sicht besonders interessante Ergebnisse werden über die HVG-Mitteilungen bereits vor der endgültigen Veröffentlichung des Abschlussberichtes zugänglich gemacht.

Im Berichtsjahr 2023 gab es ein von der HVG verwaltetes externes gefördertes IGF-Forschungsvorhaben der TU Bergakademie Freiberg.

7.1 Externe Forschungsvorhaben

7.1.1 Braunglas-VES (IGF)

Die TU Bergakademie Freiberg bearbeitete das IGF-Vorhaben „Schmelzen von Braunglas in vollelektrischen Schmelzwannen.

Das Ziel des Projektes ist es, die technologisch notwendigen Bedingungen zur Herstellung von braunen Behälterglas in vollelektrischen Schmelzwannen ohne die Berücksichtigung des Ofenbaues (Einfluss der Anordnung und Verschaltung von TOP-, Horizontal und Bodenelektroden) im Labormaßstab zu untersuchen und Wege zur Realisierung einer vollelektrischen Schmelze von Braunglas zu eröffnen. Dieses Ziel ist verknüpft mit einer langfristig für die Glasindustrie verbundenen Möglichkeit zur Einsparung von Energie (geringer spez. Energieverbrauch), einer geringeren Umweltbelastung (CO₂, SO₂, NO_x, Verstaubung, Materialverbrauch) und einer technologischen Möglichkeit dem Energiewandel in Zukunft zu begegnen.

7.2 Externe Forschungsanträge

7.2.1 BoKoLa (IGF)

Die Forschungsidee „Fertigung von dreidimensionalen Borosilikatglasstrukturen mittels koaxialem Laserauftragschweißen“ wurde vom Laser Zentrum Hannover e.V. mit der HVG 2022 vorbereitet. Die Einreichung wurde Anfang 2023 aus verwaltungstechnischen Gründen nicht wie vorgesehen vorgenommen.

7.2.2 Reaktive Glaslote (IGF)

Die Einreichung einer Forschungs idee des Fraunhofer Instituts für Mikrostruktur von Werkstoffen und Systemen IMWS in Halle zur Entwicklung reaktiver Glaslote zum Fügen von Metall und Keramik wurde 2022 über die HVG bei der AiF vorgenommen.

Ziel des Vorhabens ist es, Gläser zu entwerfen, die bei kurzen Laserprozesszeiten zwischen ZrO_2 und Edelstahl kristallisieren und feste, vakuumdichte sowie hochtemperaturbeständige Fügeverbindungen generieren.

Der IGF-Antrag wurde 2023 zwar als förderwürdig bewertet. Aufgrund der deutlich auf 37 (von maximal 40) gestiegenen notwendigen Punktezahl wird jedoch voraussichtlich keine Aufforderung zur Stellung eines Antrags auf Förderung erfolgen.

Hüttentechnische Vereinigung der Deutschen Glasindustrie e.V.
Siemensstraße 45, 63071 Offenbach

Tel.: +49 (69) 97 58 61 -0, FAX: +49 (69) 97 58 61 -99, Mail: info@hvg-dgg.de
Website: www.hvg-dgg.de