



# HVG-DGG

Service und Forschung für die Glasherstellung



## HVG-Tätigkeitsbericht 2020

für das 100. Geschäftsjahr

---

Titelbild: 360° Mobiles Labor für Emissionsmessungen der HVG  
2020 © Hüttentechnische Vereinigung der Deutschen Glasindustrie e.V.

---

Tätigkeitsbericht der  
Hüttentechnischen Vereinigung der Deutschen Glasindustrie e.V.  
für das 100. Geschäftsjahr 2020

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](mailto:info@hvg-dgg.de)  
Website: [www.hvg-dgg.de](http://www.hvg-dgg.de)

---

## Inhaltsverzeichnis

	Vorwort	4
	Forschungsinstitut	6
	Vorstand	6
	Beirat	6
	Verzeichnis der Mitgliedshütten der HVG	7
<b>1.</b>	<b>Interna</b>	<b>8</b>
<b>2.</b>	<b>Sitzungen der Gremien der HVG</b>	<b>9</b>
2.1	Mitgliederversammlung	9
2.2	Sitzungen des Vorstandes der HVG	9
2.3	Sitzungen des Beirates der HVG	9
<b>3.</b>	<b>Veranstaltungen der HVG</b>	<b>10</b>
3.1	HVG-Fortbildungskurs	10
3.2	HVG-Fortbildungsseminare	11
3.2.1	HVG-Seminar: „Grundlagen der industriellen Glasherstellung“ Teil 1 - Schmelze	11
3.2.2	HVG-Seminar: „Grundlagen der industriellen Glasherstellung“ Teil 2 - Formgebung	11
3.2.3	HVG-Seminar „Thermodynamik und Glas“	12
<b>4.</b>	<b>Veröffentlichungen und Vorträge</b>	<b>13</b>
4.1	HVG-Mitteilungen	13
4.2	HVG-Newsletter	13
4.3	Publikationen der HVG	13
4.3.1	Bezugsquellen	13
4.4	Veröffentlichungen von HVG-Mitarbeitern	13
4.5	Vorträge von HVG-Mitarbeitern	13
<b>5.</b>	<b>Emissionsmesstechnik</b>	<b>14</b>
5.1	Untersuchungen im Auftrag	14
5.1.1	Akkreditierung/Notifizierung der Messstelle	14
5.1.2	Arbeitsbereiche der Messstelle	15
5.1.3	Messaktivitäten im Jahr 2020	15
5.1.3.1	Emissionsmessungen nach § 28 BImSchG	15
5.1.3.2	Messungen auf Wunsch des Betreibers	16
5.1.3.3	Funktionsprüfungen inkl. Vergleichsmessungen (AST)	16
5.1.3.4	Kalibriermessungen (QAL2)	16
5.1.3.5	Gutachtliche Stellungnahmen	17
5.1.4	Qualitätssichernde Maßnahmen	18
5.1.5	Ausrichtung der Messstelle	19
5.2	Mit öffentlichen Mitteln geförderte Forschungsvorhaben - Emissionsfaktoren	19
5.2.1	AP 1: Datensammlung	19
5.2.2	AP 2: Ermittlung von Emissionsfaktoren	20
5.2.3	AP 3: Unsicherheitsabschätzung	20
5.2.4	AP 4: Glas: Vor- und nachher-Abgleich	20
5.2.5	Bericht	20
5.3	Bewertung der Ergebnisse aus Emissionsmessungen	21
5.4	Emissionsminderung	21
5.4.1	Überblick	21
5.4.2	Saure Abgasbestandteile	22
5.4.3	NO <sub>x</sub>	22

---

<b>6.</b>	<b>Glastechnologie – Eigene Forschungsvorhaben</b>	<b>24</b>
6.1	Eigene Forschungsvorhaben	24
6.1.1	Mit öffentlichen Mitteln geförderte Forschungsvorhaben	24
6.1.2	Forschungsplanung	25
6.1.3	Auftragsforschung	26
<b>7.</b>	<b>Beratungstätigkeit und Mitarbeit in Ausschüssen</b>	<b>27</b>
7.1	Arbeit in übergeordneten Organisationen	27
7.2	Beratungstätigkeit der Abteilung „Umweltschutz“	27
7.2.1	Novellierung der TA-Luft	27
7.2.1.1	Gesamtstaub	28
7.2.1.2	Staubförmige anorganische Stoffe	28
7.2.1.3	Schwefeloxide	28
7.2.1.4	Anorganische Chlor- und Fluorverbindungen	29
7.2.1.5	Stickstoffoxide	29
7.2.1.6	Kohlenmonoxid	29
7.2.1.7	Reproduktionstoxische Stoffe	29
7.2.1.8	Formaldehyd	30
7.2.1.9	Quecksilber	30
7.2.2	Mitarbeit in Gremien	30
7.3	Beratungstätigkeit der Abteilung „Glastechnologie“	31
7.3.1	Anfragen	31
7.3.2	Mitarbeit in Gremien	32
<b>8.</b>	<b>Verwaltung externer Forschungsvorhaben</b>	<b>34</b>

## VORWORT

Das Jahr 2020 war aufgrund der Corona-Pandemie auch für die HVG ein sehr außergewöhnliches Jahr.

Zu Jahresbeginn, als noch keine Auswirkungen der SARS-CoV2-Epidemie erkennbar waren, wurde ein IT-Dienstleister gesucht. Dies war aufgrund des plötzlichen Todes von Herrn Bauer Ende 2019 notwendig geworden. Mit der „Partner für Bürokommunikation GmbH“ in Frankfurt wurde ein Dienstleistungsvertrag geschlossen und die Neuorganisation der IT-Architektur inklusive Hard- und Software gestartet. Der Umstieg von Windows 7 auf Windows 10, die Inbetriebnahme neuer Hardware für das interne Rechenzentrum, der Ersatz zahlreicher alter PCs durch Laptops, und die Vorbereitungen zur Einführung von Microsoft Office 365 sowie eines neuen Softwarepakets für die Mitgliederverwaltung und Durchführung von Veranstaltungen waren die wesentlichen Arbeitspakete.

Aufgrund der sich im Frühjahr rasch entwickelnden Pandemie wurden sämtliche Veranstaltungen, insbesondere die Mitgliederversammlung, die Vorstandssitzungen, die Beiratssitzungen, die HVG-Seminare und der HVG-Fortbildungskurs als Online-Veranstaltungen durchgeführt. Sitzungen im Rahmen von Forschungsvorhaben oder Vorbereitungen neuer Vorhaben fanden ebenfalls online statt.

Die für Mai 2020 geplante Feier zum 100-jährigen Bestehen der HVG musste pandemiebedingt leider abgesagt werden, und im weiteren Jahresverlauf war kein alternativer Termin möglich.

### **Wirtschaftliche Lage der Glasindustrie**

In 2020 hat sich die wirtschaftliche Lage für die verschiedenen Segmente der Glasindustrie unterschiedlich entwickelt. Während die Lage für Behälter- und Spezialglas als stabil bis gut bezeichnet werden kann, hat sich die wirtschaftliche Lage für Flachglas, nicht zuletzt durch einen schwächeren Automobilmarkt, negativ entwickelt.

### **Entwicklungen bei der HVG**

Das HVG-Beitragsaufkommen ist im Vergleich zum Vorjahr aufgrund der positiven Entwicklung der Glasindustrie in 2019 und eines neuen Mitglieds um ca. 6% gestiegen. Allerdings werden zum 01.01.2021 Kündigungen von 3 Mitgliedsunternehmen wirksam, wodurch für 2021 ca. 15% sinkende Beitragseinnahmen im Vergleich zu 2020 erwartet werden.

Die Einnahmen aus Forschungsvorhaben in der **Abteilung „Glastechnologie“** haben sich im Vergleich zum Vorjahr positiv entwickelt:

- Zum 01.04.2020 startete das AiF-IGF-Vorhaben „AZS-Mineralogie“. Dieses Projekt wird gemeinsam mit dem Fraunhofer-Institut für Mikrostruktur von Werkstoffen und Systemen IMWS durchgeführt.
- Zum 01.05.2020 konnte das AiF-IGF-Vorhaben „Anreicherung 2“ als Nachfolgeprojekt des IGF-Vorhabens „Anreicherung 1“ beginnen.
- Kurz vor Jahresende wurde das Vernetzungs- und Transferprojekt „Reinvent“ unter der Leitung der DECHEMA e.V. bewilligt, das im Rahmen des BMBF-Programms „KlimPro Industrie“ (Reduzierung klimarelevanter Prozessmissionen in der Industrie) eine branchenspezifische und branchenübergreifende Potentialanalyse durchführen wird. Die HVG ist als Projektpartner der Branchenvertreter für die Glasindustrie.

Weitere AiF- und BMBF-Projekte befanden sich Ende 2020 in der Projektantrags- oder Projektvorbereitungsphase, so dass für 2021 mit weiteren Projektbewilligungen gerechnet wird. Erfreulich ist der größer werdende Kreis von Mitgliedsunternehmen und weiteren Unternehmen der Glasindustrie, die unsere Projekte aktiv unterstützen.

Die Auftragslage für die **Akkreditierte Messstelle (Abteilung „Emissionsmesstechnik“)** lag auf einem stabilen Niveau. Pandemiebedingt mussten lediglich 2 Messkampagnen in das Jahr 2021 verschoben werden.

Wichtigstes Ziel 2020 war die Vorbereitung für das Audit zur Re-Akkreditierung gemäß DIN EN ISO/IEC 17025:2018 mit einer Erweiterung auf organische Substanzen. Dazu war die Entwicklung der notwendigen Analysemethoden und die Teilnahme an Ringversuchen erforderlich. Das Audit im Dezember 2020 ergab, dass nach einer Fertigstellung aller Unterlagen bis Februar 2021 einer Re-Akkreditierung nichts im Wege steht. Anschließend werden die Unterlagen dann beim HLNUG eingereicht werden mit dem Ziel, im Mai 2021 die Notifizierung (Bekanntgabe) für weitere 5 Jahre zu erhalten. Die Erweiterung auf organische Substanzen sowie der Wegfall auf die Beschränkung von Messungen in der Glasindustrie soll für

---

einen Ausbau der Messtätigkeiten genutzt werden.

Am 16.12.2020 hat das Bundeskabinett die seit vielen Jahren diskutierte Novelle der TA Luft verabschiedet. Für das Inkrafttreten ist die Zustimmung des Bundesrates erforderlich. Das Bundesratsverfahren, für das Ende 2020 noch kein Zeitplan feststand, folgt ab Januar 2021.

In der Novelle der TA Luft konnte eine Verschärfung der Emissionsgrenzwerte kritischer Komponenten in Zusammenarbeit mit dem BV Glas verhindert werden:

- Zusätzlich zu der bereits ausgenommenen Produktion von Borosilikatglas und Glaswolle, ist zukünftig keine Verschärfung der Emissionsgrenzwerte für Bor und seine Verbindungen bei der Herstellung von Behälterglas, Flachglas und Wirtschaftsglas vorgesehen.
- Die Branchen Behälterglas und Glas bzw. Mineralwolle wurden von der Grenzwertverschärfung für Quecksilber von 50 auf 10 µg/m<sup>3</sup> ausgenommen.

Werden die Emissionskomponenten Staub, NO<sub>x</sub>, und SO<sub>2</sub> 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. Dies wird nach entsprechender Umsetzung in Genehmigungsbescheiden zu einem erhöhten Bedarf an Messungen in der Industrie führen.

Die HVG dankt allen Mitgliedern und Projektpartnern für die sehr vertrauensvolle und gute Zusammenarbeit im vergangenen Jahr und freut sich auf neue Forschungsvorhaben und erweiterte Serviceleistungen für die Glasindustrie.

Offenbach am Main, im März 2021

Thomas Jüngling

---

## **Forschungsinstitut**

63071 Offenbach/M.  
Siemensstraße 45  
Telefon: 0 69 / 97 58 61 - 0  
Telefax: 0 69 / 97 58 61 - 99  
E-Mail: hvg@hvg-dgg.de  
Internet: <http://www.hvg-dgg.de>

### Geschäftsführer:

Dr. T. JÜNGLING

### Technische Mitarbeiter:

Dipl.-Ing. P. BOEHM  
Dipl.-Ing. B. FLEISCHMANN  
Dipl.-Ing. (FH) K.-H. GITZHOFER  
M. Eng. R. GOPPE  
Dr. phil. nat. H. GUSTMANN  
Dipl.-Ing. (FH) T. KRÖBER  
Dipl.-Math. N.-H. LÖBER  
T. LONCAREVIC  
Dipl.-Ing. (FH) U. PETERMANN  
Chemielaborantin M. QAZI  
Dipl.-Ing. (FH) F. RÜHL  
Dipl.-Ing. D. WALTER

## **Vorstand**

### Vorsitzender:

Dr. H. KAISER, Schott AG, Mainz  
(ab 08.07.2020)  
Dr. F. HEINRICH, Schott AG, Mainz  
(bis 07.07.2020)

### Schatzmeister:

Dipl.-Ing. G. BUCHMAYER,  
Verallia Deutschland AG, Essen  
(ab 08.07.2020)  
Dr. H. KAISER, Schott AG, Mainz  
(bis 07.07.2020)

### Mitglieder:

Dipl.-Ing. C. CLAESGES,  
Pilkington Deutschland AG, Werk Gladbeck  
(ab 07.05.2020)  
Dipl.-Ing. A. KOHL,  
Gerresheimer Lohr GmbH, Lohr  
Dr. N. WRUK,  
Pilkington Deutschland AG, Gelsenkirchen  
(bis 07.05.2020)

## **Beirat**

Dipl.-Ing. J. BAZIN, Aubervilliers  
Dipl.-Ing. C. FRÖBA, Cham  
Dr.-Ing. R. JESCHKE, Nienburg  
Dr. A. KATZSCHMANN, Speyer  
Dipl.-Ing. F. KLÖSEL, Gladbeck  
Dr. J. KÜSTER, Mainz  
Dr. M. LINDIG, Lohr  
Dipl.-Ing. F. LÜBBERING, Bad Münden  
Dr. H. RÖMER, Mainz  
Dipl.-Phys. S. ROSNER, Mitterteich  
Dipl.-Ing. S. SCHMITT, Mainz  
Dipl.-Ing. (FH) M. ZIPFEL, Bülach



---

## VERZEICHNIS DER MITGLIEDSHÜTTEN DER HVG (Stand 31. März 2021)

### a) Stammwerke

- Ardagh Glass GmbH, Nienburg
- BASF Personal Care and Nutrition GmbH, Düsseldorf
- Bucher Emhart Glass SA, Steinhausen\*
- Dennert Poraver GmbH, Schlüsselfeld\*
- 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\*
- Linde AG, Geschäftsbereich Linde Gas, Pullach\*
- LÜHR FILTER GmbH, Stadthagen\*
- Nikolaus Sorg GmbH & Co. KG, Lohr\*
- Noelle + von Campe GmbH & Co. KG, Boffzen
- P-D Refractories GmbH, Niederlassung Dr. C. Otto, Bochum\*
- Pilkington Deutschland AG, Gelsenkirchen
- 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
- Verallia Deutschland AG, Werk Bad Wurzach, Bad Wurzach
- Vetropack Holding AG, Bülach
- Weck Glaswerk GmbH, Bonn
- Wöllner GmbH, Ludwigshafen

\* assoziierte Mitglieder

### b) Zweigwerke und Tochterunternehmen

- Ardagh Glass GmbH, Obernkirchen
- Ardagh Glass GmbH, Werk Bad Münden, Bad Münden
- 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
- Vetropack Austria GmbH, Werk Pöchlarn, Pöchlarn

---

## 1. INTERN

### Mitglieder

Am 31. März 2021 gehörten der HVG 20 Glasherstellende Mitgliedsfirmen mit 24 angeschlossenen Zweigwerken und Tochterunternehmen, sowie 11 assoziierte Mitgliedsfirmen mit 3 angeschlossenen Zweigwerken an.

### Vorstand

Im Rahmen der 90. Ordentlichen Mitgliederversammlung, die am 08.05.2020 als Online-Veranstaltung stattfand, legte Herr Dr. Norbert Wruk, Pilkington Deutschland AG, aufgrund seines bevorstehenden Eintritts in den Ruhestand, nach 16-jähriger Amtszeit sein Amt als HVG-Vorstand nieder. Herr Christoph Claesges, Pilkington Deutschland AG, wurde zum HVG-Vorstand gewählt.

In einer Online-Vorstandssitzung am 07.07.2020 legte Herr Dr. Heinrich, SCHOTT AG, sein Amt als Vorstand und Vorsitzender des Vorstandes der HVG mit Ablauf des 07.07.2020 nieder. Herr Dr. Heinz Kaiser, SCHOTT AG, bisheriger Schatzmeister der HVG, wurde mit Wirkung zum 08.07.2020 zum Vorsitzenden des HVG-Vorstandes gewählt. Herr Gerd Buchmayer, Verallia Deutschland AG, wurde mit Wirkung zum 08.07.2020 zum Schatzmeister der HVG gewählt.

### Beirat

Die Zusammensetzung des HVG-Beirats ist unverändert.

Im Rahmen der 90. Ordentlichen Mitgliederversammlung am 08.05.2020 wurden Herr Dr. Ralf Jeschke und Frau Dr. Hildegard Römer als Mitglieder des HVG-Beirates bestätigt.

### Personelle Veränderungen

Im Jahr 2020 gab es keine personellen Veränderungen.

---

## **2. SITZUNGEN DER GREMIEN DER HVG**

### **2.1 Mitgliederversammlung**

Die 90. ordentliche Mitgliederversammlung der Hüttentechnischen Vereinigung der Deutschen Glasindustrie fand am 8. Mai 2020 online als Microsoft Teams Meeting statt und wurde von Herrn Dr. F. Heinrich, HVG-Vorstandsvorsitzender, geleitet.

Im ersten Tagesordnungspunkt schlug Dr. Heinrich vor, die anstehenden Wahlen zum HVG-Vorstand und HVG-Beirat in offener (nicht geheimer) Wahl durchzuführen. Die Mitgliederversammlung stimmte zu. Anschließend informierte der Geschäftsführer der HVG, Dr. T. Jüngling, über den Tätigkeitsbericht 2019, der seit April 2020 über die HVG/DGG-Webseite abgerufen werden kann.

Nachdem der Jahresabschluss 2019 besprochen war, beantragte Frau Dr. Römer die Entlastung des Vorstands und der Geschäftsführung. Diese wurde einstimmig bei Enthaltung der 4 anwesenden Vorstände erteilt. Im Anschluss erläuterte Herr Dr. Jüngling die aktuelle Hochrechnung für das Geschäftsjahr 2020. Danach wurde die Planung für das Jahr 2021 vorgestellt und von der Mitgliederversammlung einstimmig angenommen.

Im nächsten Tagesordnungspunkt schlug der Vorstand vor, die Berechnung des Mitgliedsbeitrages 2021 für Ordentliche Mitglieder konstant zu halten. Die Mitgliederversammlung beschloss dies einstimmig. Ebenso wurde einstimmig beschlossen, den Mitgliedsbeitrag für Assoziierte Mitglieder in 2021 konstant zu halten.

Nächster Tagesordnungspunkt waren die Wahlen zum HVG-Vorstand. Der langjährige Vorstand der HVG, Herr Dr. Norbert Wruk, legte sein Amt aufgrund des im Laufe des Jahres bevorstehenden Eintritts in den Ruhestand mit sofortiger Wirkung nieder. Herr Dr. Heinrich dankte Herrn Dr. Wruk für seine langjährige konstruktive und kompetente Mitarbeit im Vorstand und bei F&E-Themen.

Herr Christoph Claesges, Pilkington Deutschland AG, stellte sich als Kandidat für den frei gewordenen Vorstandssitz der Mitgliederversammlung vor und wurde anschließend einstimmig gewählt.

Herr Dr. Heinrich informierte darüber, dass er aufgrund zunehmender Zeitprobleme, auch durch die Berufung in den Wissenschaftsrat der Bundesregierung, beabsichtigt sein Amt als Vorstand und Vorsitzender der HVG zeitnah niederzulegen.

Es folgten die Wahlen zum HVG-Beirat. Die HVG-Beiratsmitglieder Dr. Ralf Jeschke und Dr. Hildgard Römer standen zur Wahl, da ihre Amtsperioden abgelaufen waren. Beide wurden einstimmig in den HVG-Beirat gewählt und nahmen die Wahl an.

Zum Ende der Mitgliederversammlung wies Dr. Jüngling auf die nächste ordentliche HVG-Mitgliederversammlung hin, die am 10. Mai 2021 stattfinden wird.

### **2.2 Sitzungen des Vorstandes der HVG**

Die Vorstände von HVG und DGG traten am 7. Mai und am 3. Dezember 2020 online im Rahmen von Microsoft Teams Meetings zusammen. Am 7. Juli fand eine HVG-Vorstandssitzung statt, in der Dr. Heinrich sein Amt als Vorstand und Vorsitzender der HVG niederlegte. Herr Dr. Heinz Kaiser wurde einstimmig zum Vorsitzenden gewählt, wodurch die Wahl eines neuen Schatzmeisters notwendig wurde. Herr Gerd Buchmayer wurde einstimmig zum neuen Schatzmeister der HVG gewählt.

### **2.3 Sitzungen des Beirates der HVG**

Am 17. Juni 2020 und 4. November 2020 fanden gemeinsame Sitzungen des HVG-Beirates und des DGG-Vorstandsrates online als Microsoft Teams Meeting statt.

Im Rahmen der Sitzungen wurde der Status zu allen laufenden und geplanten Forschungsvorhaben vorgestellt und diskutiert.

Während im Verlauf der Juni-Sitzung noch über die 94. Glastechnische Tagung als Präsenzveranstaltung im Mai 2021 in Aachen gesprochen wurde, zeichnete sich in der November-Sitzung ab, dass die nächste Glastechnische Tagung als Online-Tagung geplant werden muss.

### 3. VERANSTALTUNGEN DER HVG

#### 3.1 HVG-Fortbildungskurs

Der HVG-Fortbildungskurs 2020 fand am 23. und 24. November als Online-Veranstaltung statt. Thema des Kurses war der „Energieeinsatz in der Glasindustrie“. Am zweitägigen Kurs nahmen 17 Mitarbeiter aus HVG-Mitgliedsfirmen, 2 Personen aus der Industrie ohne direkte Anbindung an die HVG und 3 Personen aus Lehre und Forschung teil.

Der spezifische Endenergieverbrauch pro Tonne verkaufsfähigem Glas liegt seit Jahren stabil bei rund 2,5 MWh. Bei einer Jahresproduktion von ca. 7,5 Mio. t Glas in Deutschland werden ca. 4,2 Mio. t CO<sub>2</sub> emittiert. Das Ziel der weitgehenden Dekarbonisierung des Herstellprozesses lässt sich erreichen durch

- die Erhöhung des Recycling-Anteils in der Rohstoffmischung und
- den Einsatz von Strom aus erneuerbaren Energien für den Glasschmelzprozess, wobei der Prozess einen stabilen, möglichst wenig schwankenden Energieeintrag erfordert, oder
- den Einsatz von synthetischen speicherbaren Brenngasen aus Abgas-CO<sub>2</sub> und mittels Elektrolyse gewonnenem Wasserstoff. Hiermit können Lösungswege für den Aufbau eines CO<sub>2</sub>-Kreislaufs bei stabiler Energieversorgung aufgezeigt werden.

Der Fortbildungskurs richtete sich insbesondere an diejenigen Mitarbeiter\*innen in Glashütten, die sich mit Energiethemen befassen. Darüber hinaus sind alle Interessierten der Glashütten, der Zulieferindustrie, von Behörden und Verbänden sowie Studierende von Hochschulen und Universitäten herzlich willkommen.

Folgende Vorträge wurden gehalten:

- **Bernhard Fleischmann**  
HVG, Offenbach

#### **Energiekennzahlen der Glasindustrie**

- Kennzahlenermittlung
- Vergleich der Kennzahlen

- **Johann Overath**  
BV Glas, Düsseldorf

#### **Glasindustrie 2020 – umweltpolitische Herausforderungen und Chancen**

- Energiewende, Green Deal
- Dekarbonisierung, Circular Economy

- **Lutz Fleckenstein**  
Nikolaus Sorg GmbH & Co. KG,  
Lohr am Main

#### **Brennstoffe für Glasschmelzwannen**

- Wirkungsgrad und
- CO<sub>2</sub>-Bilanz verschiedener Brennstoffe

- **Jörg Höhne**  
H.C. Starck Hermsdorf GmbH, Hermsdorf

#### **Molybdänelektroden für Glasschmelzwannen**

- Molybdän als Elektrodenwerkstoff
- Herstellung von Mo-Glasschmelzelektroden

- **Anne Giese**  
GWI, Essen

#### **Möglichkeiten des Einsatzes erneuerbarer Brennstoffe bei der Glasherstellung**

- Biogas, H<sub>2</sub>, regenerierbare Gase

- **Kevin Bär**  
E.ON Business Solutions GmbH, Essen

#### **Wirtschaftliche Optionen zur Abwärmennutzung in der Glasindustrie**

- Möglichkeiten und Referenzbeispiele

- **Stefan Schmitt**  
SCHOTT AG, Mainz

#### **Oxy-Fuel Beheizung von Glasschmelzanlagen**

- Betriebserfahrungen aus der Spezialglasindustrie
- Energetische und ökonomische Bewertung

Das Kompendium zum Fortbildungskurs kann bei der Geschäftsstelle der HVG-DGG bestellt oder über die Webseite der HVG/DGG angefordert werden.

## 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 Detailbereiche eingehen, so dass die Glasindustrie auf ein entsprechendes Angebot von Weiterbildungsmaßnahmen angewiesen ist. Die HVG erweitert zur Zeit ihr Angebot entsprechender Fortbildungsseminare, die in 2020 pandemiebedingt ausschließlich als Online-Seminare angeboten wurden. Dabei erfolgte die Aufteilung des Seminars in 2 Teile.

### 3.2.1 HVG-Seminar: „Grundlagen der industriellen Glasherstellung“ Teil 1 - Schmelze

Das Seminar gab einen grundlegenden Überblick über die industrielle Glasproduktion beginnend mit einem kurzen Einblick zu den Werkstoffen der Glasherstellung sowie den Schmelzanlagen und deren Energieverbrauch. Es folgten Beiträge zu den eingesetzten Rohstoffen und der Gemengebehandlung sowie über die Vorgänge beim Schmelzen und Läutern.

Das Seminar war eine Einführung in die Verfahren und Technologien der modernen Glasproduktion und richtete sich an alle Mitarbeiter und Mitarbeiterinnen der Glasindustrie, Zulieferfirmen und weiterverarbeitenden Betriebe, insbesondere auch an solche ohne fachspezifische Ausbildung sowie an Behördenvertreter und -vertreterinnen, aber auch an Studierende von Fachhochschulen und Universitäten, die eine konzentrierte Einführung in den Glasherstellungsprozess erwarten.

Als Referent\*innen standen Dipl.-Ing. Dominic Walter, Dipl.-Ing. Bernhard Fleischmann, und Dipl.-Ing. Petra Boehm zur Verfügung.

Folgende Themen wurden behandelt:

#### Einführung

- Grundlegende chemische und physikalische Eigenschaften und Anwendungen von Glas, typische Zusammensetzungen

#### Werkstoffe für die Glasherstellung

- Feuerfeste Materialien
  - Oxidwerkstoffe
  - metallische Werkstoffe
- Korrosions- und Verschleißmechanismen
- Testmethoden und ihre Aussagekraft

## Glasschmelzaggregate, Glasherstellung und Energiekennzahlen

### Vorgänge beim Schmelzen von Glas

- Gemengereaktion, Schmelzvorgang
- Läuterung
- Grundlagen der Redox Kennzahlen

### 3.2.2 HVG-Seminar: „Grundlagen der industriellen Glasherstellung“ Teil 2 - Formgebung

Das Seminar gab einen grundlegenden Überblick über die wichtigsten Formgebungsverfahren. Dabei wurde auch ein Einblick in die Themenbereiche Homogenisierung der Schmelze und Veredelung der Glasprodukte gegeben.

Das Seminar richtete sich an dieselben Interessengruppen 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:

#### Konditionierung

- Thermische Homogenisierung

#### Formgebung von Glas

Formgebungsverfahren für

- Flachglas
- Behälterglas
  - Press-Blas-Verfahren
  - Blas-Blas-Verfahren
- Wirtschaftsglas, Rohrglas und Faserglas

#### Veredelung und Weiterverarbeitung

- Funktion
- Verfahren

Die Vorträge der einzelnen Themenbereiche beinhalteten außerdem Hinweise zu Maßnahmen der Qualitätsprüfung, -kontrolle und -sicherung.

Die Seminare waren mit 28 Teilnehmern gut besucht. In 2021 soll zusätzlich zu Teil 1 und Teil 2 in einem Teil 3 das Thema „Emissionen von Glasschmelzöfen“ inklusive der gesetzlichen Bestimmungen angeboten werden.

### 3.2.3 HVG-Seminar: „Thermodynamik und Glas“

Das HVG-Seminar „Thermodynamik und Glas“ fand am 10. und 11. November 2020 als Online-Seminar statt.

Referent war Prof. Dr. Reinhard Conradt, der zum Zeitpunkt des Seminars Vorsitzender des Vorstandes der DGG war und ein ausgewiesener Fachmann auf dem Gebiet der Thermodynamik von Stoffsystemen der Glastechnologie ist.

Das Seminar bot eine Einführung in die klassisch-phänomenologische Thermodynamik von Stoffsystemen, die im Bereich der Glastechnologie wichtig sind. Nach einer sorgfältigen Einführung in Begriffe und Methoden am ersten Seminartag, standen am zweiten Tag die quantitative Behandlung von glastypischen Anwendungsfällen im Vordergrund.

Zu diesem Seminar ist im Verlag der DGG ein Handbuch der Glastechnik mit dem Titel „Thermodynamik und Glas“ von Reinhard Conradt erschienen, das über die Geschäftsstelle der HVG-DGG oder die Website der HVG-DGG bezogen werden kann.

Folgende Schwerpunkte wurden gesetzt:

#### **Grundbegriffe**

Energie, Entropie; Energieverteilung und atomare Struktur; Wärmekapazität

#### **Thermodynamische Daten**

Datenstruktur, Bezugszustände, Berechnung; Zustände kondensierter Phasen; Kristalle, Schmelzen, Gläser, amorphe Festkörper

#### **Phasendiagramme**

Beschreibung der chemischen Zusammensetzung; Komponenten vs. Spezies; Lesen von Phasendiagrammen

#### **Systeme mit vielen Komponenten**

Bestimmung des kristallinen Referenzzustandes; Berechnung von Enthalpie, Entropie, Gibbs-Energie, Oxid-Aktivitäten

#### **Anwendung: Gemengesmelze**

Beschreibung der Rohstoffbasis; chemischer Energiebedarf; gesamter intrinsischer Energiebedarf; Beziehung zum wärmetechnischen Verhalten der Wanne

#### **Anwendung: Reaktionen in der Schmelze**

Redoxreaktionen, Löslichkeit von Gasen, Verdampfungsreaktionen

#### **Anwendung: Chemische Beständigkeit**

Der Zustand aq = „gelöst in Wasser“; Verhalten einzelner Oxide; hydrolytische Stabilität vielkomponentiger Gläser; Beziehung zur Kinetik der Grenzflächenreaktionen Glas / wässrige Lösung

#### **Ausblick und Zusammenfassung**

Kurze Skizze weiterer Anwendungsfelder; Verbrennungsrechnung, adiabatische Flammentemperatur; Kristallisationspfade und Glasdefekte; Reaktionen zwischen Schmelze und FF-Material

---

## 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 2020 erschienen keine HVG-Mitteilungen.

### 4.2 HVG-Newsletter

Der HVG-Newsletter ist 2020 sechs 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 mittlerweile nur noch nach einer einmaligen Anmeldung erhalten werden und wird nicht mehr automatisch zugesandt. Nähere Informationen sind auf unserer Homepage zu finden oder über [loeber@hvg-dgg.de](mailto: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](mailto:info@hvg-dgg.de)) oder online unter <http://www.hvg-dgg.de/publikationen/fachbuecher.html> bestellt werden. Eine Liste aller Publikationen der HVG ist unter <http://www.hvg-dgg.de/publikationen.html> zusammengestellt.

#### 4.4 Veröffentlichungen von HVG-Mitarbeitern

Fleischmann, B.: CO<sub>2</sub> neutral glass production – a route to reduce CO<sub>2</sub> emissions. Glass Worldwide July/August 2020, 98-100.

#### 4.5 Vorträge von HVG-Mitarbeitern

Fleischmann, B.: Glasherstellung und Klimaneutralität. DENA Workshop „CO<sub>2</sub> Einsparung in der Industrie“ am 22. April 2020

Walter, D.: Glas – grundlegende Eigenschaften und Anwendungen. HVG-Seminar: Grundlagen der industriellen Glasherstellung. Teil 1: Rohstoffe und Schmelze. 15. September 2020

Fleischmann, B.: (Refraktär-)Werkstoffe - Glasmelzwannen - Energieverbrauch. HVG-Seminar: Grundlagen der industriellen Glasherstellung. Teil 1: Rohstoffe und Schmelze. 15. September 2020

Boehm, P.: Rohstoffe. HVG-Seminar: Grundlagen der industriellen Glasherstellung. Teil 1: Rohstoffe und Schmelze. 16. September 2020

Walter, D.: Schmelzen von Glas. HVG-Seminar: Grundlagen der industriellen Glasherstellung. Teil 1: Rohstoffe und Schmelze. 16. September 2020

Fleischmann, B.: Läutern – Grundlegendes zum Redox. HVG-Seminar: Grundlagen der industriellen Glasherstellung. Teil 1: Rohstoffe und Schmelze. 16. September 2020

Fleischmann, B.: Grundlegende Eigenschaften von Glasschmelzen und Konditionierung. HVG-Seminar: Grundlagen der industriellen Glasherstellung. Teil 2: Formgebung. 29. September 2020

Boehm, P.: Formgebungsverfahren für Flachglas. HVG-Seminar: Grundlagen der industriellen Glasherstellung. Teil 2: Formgebung. 29. September 2020

Fleischmann, B.: Kühlung von Glas. HVG-Seminar: Grundlagen der industriellen Glasherstellung. Teil 2: Formgebung. 29. September 2020

Fleischmann, B.: Heat storage at high temperatures when producing glass: industrial practice and new ideas in the context of energy transition. 2nd International Workshop on Carnot Batteries 2020. 16. September 2020.

Fleischmann, B.: CO<sub>2</sub> emissions and glass production: roads to CO<sub>2</sub> neutrality. Glasstec virtual, 21. Oktober 2020.

Fleischmann, B.: Energiekennzahlen der Glasindustrie. HVG Fortbildungskurs 2020 „Energieeinsatz in der Glasindustrie“. 23. November 2020.

## 5. EMISSIONSMESSTECHNIK

Die Messstelle der HVG, Abteilung EMT-EmissionsMessTechnik, auch Umwelt-Abteilung genannt, beschäftigt sich seit mehr als 40 Jahren mit dem Thema Luftreinhaltung im Bereich der Glasindustrie. Die Tätigkeiten der Messstelle dienen insbesondere der Förderung des Umweltschutzes, verwirklicht durch die Durchführung zweckdienlicher und gesetzlich erforderlicher Messkampagnen. Die Aktivitäten der Messstelle erfolgen im Rahmen eines wirtschaftlichen Geschäftsbetriebes mit eigener Geschäftsordnung.

### 5.1 Untersuchungen im Auftrag

#### 5.1.1 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) läuft bis zum 23. Mai 2021, der Akkreditierungsrhythmus beträgt 5 Jahre.

Die Messstelle wird durch einen fachlich Verantwortlichen sowie seinen Stellvertreter unabhängig und ohne Weisungsbindung an die Geschäftsführung der HVG geleitet.

Die Aktivitäten der Messstelle sind an das bestehende und stets auf dem aktuellen Stand gehaltene Qualitätsmanagementsystem gebunden und befassen sich nicht mit Tätigkeiten, die das Vertrauen an die Unabhängigkeit der Messstelle und seiner Prüftätigkeiten gefährden könnte.

Im Zuge von Aufgaben zur Emissionsüberwachung im gesetzlich geregelten Bereich (die Bekanntgabe der Messstelle erfolgt aktuell nach §29b BImSchG in Verbindung mit der 41. BImSchV durch die entsprechenden Länderbehörden-Notifizierung) finden Emissionsmessungen nach §28 BImSchG und Kalibriermessungen (QAL2)/Funktionsprüfungen (AST) kontinuierlich betriebener Messgeräte statt. Die Bekanntgabe betrifft ausschließlich anorganische Emissionskomponenten für den Bereich der Glasindustrie.

Bereits im Mai 2013 wurde mit Inkrafttreten der 41. BImSchV die Bekanntgabe von Messstellen neu geregelt. Gasförmige anorganische und gasförmige organische Stoffe werden in dem Regelwerk gemeinsam aufgeführt. Beide Stoffgruppen werden also nicht mehr wie in der Vergangenheit differenziert betrachtet. Alle notifizierten Messstellen müssen die Probenahme und Analytik von beiden Stoffgruppen beherrschen. Für die Messstelle der HVG gab es eine Ausnahme von dieser

Regelung durch die zuständige Landesbehörde. Eine Verlängerung der Ausnahmeregelung über den 21. Mai 2021 hinaus wird es nicht geben.

Zu dem erweiterten Leistungsspektrum an organischen Komponenten gehören zukünftig folgende Komponenten:

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

Bei den anorganischen Komponenten wurde Schwefelwasserstoff ( $H_2S$ ) mitaufgenommen.

Die notwendigen Schritte zur weitergehenden Akkreditierung der HVG für organische Emissionskomponenten über das Jahr 2021 hinaus wurden umgesetzt. Die erforderlichen Verfahrensimplementierungen bei der Probenahme bzw. im Labor sowie die Teilnahme an Ringversuchen wurden erfolgreich abgeschlossen. Im Dezember 2020 fand diesbezüglich ein Überwachungstermin durch zwei Fachgutachter der DAkkS statt, einschließlich einer Vorort-Begutachtung während der Probenahme von anorganischen und organischen Emissionskomponenten (inkl. Dioxine und Furane).

Es wurden keine kritischen Abweichungen festgestellt. Die Dokumente zur Behebung der unkritischen Abweichungen werden spätestens am 04. Februar 2021 bei der DAkkS eingereicht. Einer Re-Akkreditierung wird damit nichts entgegenstehen.

Anschließend werden die Unterlagen dann beim Hessischen Landesamt für Umwelt und Geologie (HLNUG) eingereicht mit dem Ziel, im Mai 2021 die Notifizierung (Bekanntgabe) für weitere 5 Jahre zu erhalten. Die Erweiterung auf organische Substanzen sowie der Wegfall auf die Beschränkung von Messungen in der Glasindustrie soll für einen Ausbau der Messtätigkeiten genutzt werden.





Messwagen der HVG



Chemisches Labor

### 5.1.2 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 Abgaskomponenten 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 folgende Komponenten 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  $NH_3$
- Gesamtstaubemissionen
- Feinstaubemissionen ( $PM_{10}$ ,  $PM_4$ ,  $PM_{2,5}$ )
- Anorganische Staubinhaltsstoffe (partikelförmig und filtergängig).

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.

Schon jetzt kann die HVG bei Messungen auf Wunsch des Betreibers außerhalb des gesetzlich geregelten Bereiches auch alle zuvor genannten organischen Komponenten bestimmen.

### 5.1.3 Messaktivitäten im Jahr 2020

Folgende Messaktivitäten fanden auf dem Gebiet der Luftreinhaltung statt:

#### 5.1.3.1 Emissionsmessungen nach § 28 BImSchG

Im Jahr 2020 wurden 25 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. Als Emissionskomponenten werden überwiegend Gesamtstaub und der partikelförmige und filtergängige Anteil der Staubinhaltsstoffe sowie  $NO_x$ ,  $SO_2$ ,  $CO$ ,  $CO_2$ ,  $HCl$  und  $HF$  gemessen. Bei Anlagen zur Minderung von

Stickstoffoxiden (SCR- bzw. SNCR-Anlagen) wird auch NH<sub>3</sub> bestimmt.

Die Messungen dienen der Überwachung von Emissionsgrenzwerten. Diese wurden von der zuständigen Behörde im Genehmigungsbescheid fixiert und orientieren sich an den Vorgaben der TA Luft. Die TA Luft ist allerdings nur eine Verwaltungsvorschrift und keine Gesetzesvorgabe, so dass in der Praxis auch Grenzwerte zu finden sind, die von den Vorgaben der TA Luft (meist nach unten) abweichen. Im Allgemeinen handelt es sich bei den Emissionsquellen um die Abgase aus den Schmelzwannen. In einigen Fällen sind auch Nebenanlagen zu überwachen, z. B. Filteranlagen im Gemengehaus, Abgasreinigungsanlagen in der Weiterverarbeitung, Wäschersysteme bis hin zu Notstromaggregaten. 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.

#### **5.1.3.2 Messungen auf Wunsch des Betreibers**

Im Berichtsjahr fanden 3 Messungen auf Wunsch des Betreibers statt. Bei diesen Messungen stehen oft Minderungsraten von Filteranlagen im Vordergrund, so dass in vielen Fällen auch die Emissionssituation im Rohgas von Interesse ist. Im Fokus von weiteren Untersuchungen standen Quecksilberbestimmungen im Abgas von Behälterglaswannen und NH<sub>3</sub>-Schupfmessungen. Außerdem wurden Messungen im Zuge der Akkreditierung von organischen Komponenten durchgeführt.

#### **5.1.3.3 Funktionsprüfungen inkl. Vergleichsmessungen (AST)**

Die HVG führte 2020 zehn Funktionsprüfungen inkl. Vergleichsmessungen (AST) durch. 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.

#### **5.1.3.4 Kalibriermessungen (QAL2)**

2019 wurden 4 Kalibriermessungen (QAL2) an kontinuierlich betriebenen Messgeräten durchge-

führt. 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.

#### **Anmerkungen:**

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 aus-

reichende 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 Proben transport 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/m<sup>3</sup>" ausgewiesen wird.

### 5.1.3.5 Gutachtliche Stellungnahmen

Im Berichtsjahr wurde 1 gutachtliche Stellungnahmen ausgearbeitet. Schwerpunktthemen gutachterlicher Stellungnahmen sind in vielen Fällen die Emissionen an Stickstoffoxiden. Bei der Ableitung von Emissionsbegrenzungen für Oxy-Fuel-Wannen beispielsweise kann der Fundus der HVG genutzt werden, um anhand einer sehr guten konventionell befeuerten Vergleichswanne Emissionsgrenzwerte als spezifische Emissionswerte, z. B. in Form von  $\text{kg}_{\text{Schadstoff}}/\text{t}_{\text{Glas}}$ , abzuleiten.

Weitere Themen gutachtlicher Stellungnahmen sind z. B. Emissionsprognosen, Schornsteinhöhenberechnungen, Bilanzbetrachtungen oder Bestimmung von Schwermetallemissionen. Ein Gutachten wurde im Rahmen des Neubaus einer Schmelzwanne und einer Abgasreinigungsanlage im Mineralfaserbereich erstellt.

### 5.1.4 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/m<sup>3</sup> 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 SO<sub>2</sub> 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 <sup>3</sup> ]
1	SO <sub>2</sub>	diskontinuierlich	DIN EN 14791	20 bis 150
2	SO <sub>2</sub> <sup>†</sup>	kontinuierlich	Mit einem eignungsgeprüften Messgerät	20 bis 150
3	NO <sub>x</sub> als NO <sub>2</sub>	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-Xylo <sup>§</sup>	diskontinuierlich	DIN EN 13649	
7	Formaldehyd	diskontinuierlich	VDI 3862 Blatt 2,3 oder 4	
8	Gesamt-C <sup>**</sup>	kontinuierlich	DIN EN 12619	4 bis 100
9	Gesamt-C <sup>††</sup>	kontinuierlich	DIN EN 12619	5 bis 100

Schon in den zurückliegenden Jahren wurden zwei der fünf organischen Komponenten (C<sub>gesamt</sub> und Formaldehyd) von der Messstelle der HVG orientierend mitgemessen und erfolgreich analysiert. Der Ringversuch im Jahr 2020 wurde für alle Komponenten erfolgreich absolviert.

Neben den erwähnten Ringversuchen inkl. Probenahme in Kassel müssen akkreditierte Messstellen über einen Ringsversuchsplan verfügen, bei dem auch Komponenten wie HCl, HF oder NH<sub>3</sub> eingeschlossen sind. Die HVG beteiligt sich im Zweijahresrhythmus an angebotenen Analyse-Ringversuchen, z. B. beim LANUV in Nordrhein-Westfalen.

### 5.1.5 Ausrichtung der Messstelle

Nach dem Jahr 2021 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 Researchsystem Messstellen (ReSyMeSa) werden zukünftig auch aus anderen Industriezweigen Anfragen zur Durchführung von Emissions- oder Kalibriermessungen/Funktionsprüfungen automatischer Messsysteme eintreffen. Die Messstelle der HVG wird sich dieser Herausforderung stellen. Im Fokus bleiben sollten aber die Mess- und Forschungsuntersuchungen innerhalb der Glasindustrie. Nach der neuen TA Luft müssen Glashütten ohne kontinuierliche Emissionsüberwachung alle 6 Monate (bisher alle 3 Jahre) die Emissionen an NO<sub>x</sub>, Staub und SO<sub>2</sub> 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 aufgestockt und bereits im Ringversuch der HLNUG eingesetzt.

Die Abteilung EMT wurde bereits im Jahr 2019 personell aufgestockt. Die beiden Mitarbeiter arbeiten erfolgreich als Projekttechniker, wobei während der Probenahme bis zur dreijährigen Berufserfahrung ein erfahrener Mitarbeiter der HVG anwesend sein wird. Bei beiden Personen handelt es sich um Studienabgänger, einmal mit der Fachrichtung Umwelttechnologie und ein promovierter Chemiker.

Anforderungen und Regelwerke auf dem Gebiet des Umweltschutzes werden in immer kürzeren Zeitabständen überarbeitet bzw. neu gestaltet. 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.).

## 5.2 Mit öffentlichen Mitteln geförderte Forschungsvorhaben - Emissionsfaktoren

Die HVG hatte sich zusammen mit dem VDZ gGmbH um ein vom Umweltbundesamt (UBA) ausgeschriebenes Forschungsvorhaben beworben und den Zuschlag erhalten. Es handelt sich um das Projekt "Überarbeitung der Emissionsfaktoren für Luftschadstoffe in den Branchen Zementklinkerproduktion und Glasherstellung" (in der Systematik der Genfer Luftreinhaltungskonvention: NFR 2.A.1 und 2.A.3 - ReFoPlan-Vorhaben 3719 52 1010 – AZ: 51 121/5). Der bewilligte Zeitraum geht von 25.06.2019 bis 30.11.2021. Die beiden Industriebereiche werden im Rahmen des Projektes nacheinander separat von der HVG (Glasindustrie) und der VDZ gGmbH (Zementklinkerproduktion) bearbeitet. Die Projektlaufzeit für die Glasindustrie endete unter Berücksichtigung einer zweimonatigen Verlängerung im November 2020. Ein vergleichbares Projekt wurde von der HVG im Jahr 2008 abgeschlossen und steht als Abschlussbericht zur Verfügung (Förderkennzeichen: 206 42 300/02). Der aktuelle Abschlussbericht ist eingereicht und unterliegt derzeit der Fachprüfung.

Das Projekt unterteilt sich in die Arbeitspakete Datensammlung, Ermittlung von Emissionsfaktoren, Unsicherheitseinschätzung, Vor- und Nachherabgleich und Berichterstellung.

### 5.2.1 AP 1: Datensammlung

Die Glasindustrie lässt sich in die Sparten Behälterglas, Flachglas, Spezialglas, Wirtschaftsglas, Mineralwolle, Endlosglasfasern und Glasfritten einteilen. Die innerhalb der europäischen Union zur Glasindustrie zählende Produktion von Hochtemperaturwolle wird in dem Projekt nicht berücksichtigt. Sogenanntes Wasserglas wird in fossil befeuerten Glasschmelzwannen erschmolzen und ist Bestandteil der Projektabwicklung. Der Bereich Glasfritten wird aus Gründen der bisherigen Emissionsberichterstattung dem Sektor Spezialglas zugeordnet, der Bereich Endlosglasfasern geht in dem Subsektor Glasfasern / Glaswolle auf. Der Sektor Mineralwolle wurde in die Subsektoren Glasfasern / Glaswolle und Steinwolle aufgeteilt.

Zunächst bemühte sich die HVG um die Datensammlung. Für die Bereitstellung der Emissionsfaktoren stellte die interne Datenbank der HVG die Grundlage dar. Die Datenbank, in Form einer Excel-Datei, beinhaltet die verschiedenen Glasbranchen der Glasindustrie in Deutschland, die gesammelten Messergebnisse aus Emissionsmessungen zahlreicher Emissionskomponenten unterschiedlicher Standorte der letzten 30 Jahre sowie weitere zahlreiche Informationen zu den

---

untersuchten Anlagen, viele davon unterliegen jedoch der Geheimhaltung. Zunächst galt es die Datenbank auf den aktuellen Stand zu bringen und durch Messergebnisse anderer Institute aufzustocken. Da nicht jede Glashütte mit der HVG in Zusammenarbeit steht, wurden zahlreiche Anlagenbetreiber kontaktiert und die meisten unterstützten das Vorhaben und lieferten Messergebnisse an die HVG, die von anderen Messinstituten im Rahmen von behördlich angeordneten Emissionsmessungen durchgeführt wurden. Ergänzend zu den Emissionsmessungen, die alle drei Jahre je Anlage stattfinden, wurden Funktionsprüfungen und Kalibrierberichte mit in den Datensatz aufgenommen. Dadurch konnten weitere Messergebnisse für einige Emissionskomponenten eingegliedert werden.

### **5.2.2 AP 2: Ermittlung von Emissionsfaktoren**

Auf die Datensammlung folgte die Bestimmung der Emissionsfaktoren für jede Emissionskomponente jeder Glasbranche aufgeteilt in verschiedene Zeitperioden. Das Ziel war es für jede Glasbranche ein repräsentatives Emissionsbild zu liefern.

Zur Berechnung der Emissionsfaktoren werden die Konzentrationen der Abgaskomponenten mit dem zum Zeitpunkt herrschenden Abgasvolumenstrom multipliziert. Es ergibt sich der momentane Massenstrom. Die Konzentrationen und Volumenströme sind stets auf Normbedingungen bezogen. Die Normbedingung ist ein Zustand bei einer Temperatur von 273 Kelvin und 1013 Millibar. Der resultierende Massenstrom wird dann durch die Schmelzleistung dividiert.

Da Glasschmelzwannen sehr unterschiedliche Tonnagen aufweisen werden die Emissionsfaktoren dementsprechend nach Tonnage gewichtet und nicht arithmetisch ermittelt. Für die Auswertung wurden alle Mittelwerte der Messergebnisse in eine Datenbank in Form einer Excel Tabelle eingespeist. Mithilfe der integrierten Funktionen können die Emissionsdaten jahresbezogen ermittelt werden. Dem Auftraggeber wurden die Tabellen in anonymisierter Form zur Verfügung gestellt. Die ausgetauschten Daten geben somit keinerlei Rückschluss auf Unternehmen oder Standort des Glasherstellers.

Im Untersuchungszeitraum von 2015 bis 2020 flossen bei der Auswertung insgesamt 229 Messberichte ein.

Bedingt durch den Mangel an durchgeführten Messungen in einigen Branchen konnte bei einigen Komponenten/Branchen kein fachlich nachvollziehbarer Emissionsfaktor abgeleitet werden, viele Angaben sind daher mit relativ großen Unsi-

cherheiten behaftet. Um die mit hoher Unsicherheit versehenen oder nicht nachvollziehbaren Emissionsfaktoren, beispielsweise bedingt durch Ausreißer-Ergebnisse, mit schlüssigeren Werten zu ersetzen, wurde ein Expertenvotum durch die HVG abgegeben. Jeder Wert wurde diskutiert und bei Bedarf mit einer aus Sicht der HVG plausibleren nachvollziehbaren Alternative versehen.

### **5.2.3 AP 3: Unsicherheitsabschätzung**

Für die ausgewerteten Ergebnisse der Emissionsfaktoren wurden Unsicherheitsbereiche geschätzt. Die Einstufung der Unsicherheiten wurde nach dem Einstufungsprinzip des Air Pollutant Emission Inventory Guidebook 2019 durchgeführt. Zusätzlich, da der Guidebook nicht zureichend eine Einstufung der Unsicherheiten erlaubt, wurde zur internen Hilfestellung eine Methode der Unsicherheitseinschätzung erarbeitet. Somit konnten die Unsicherheiten der Emissionsfaktoren aller Glasbranchen auf einheitliche Art und Weise bewertet werden.

### **5.2.4 AP 4: Glas: Vor- und nachher-Abgleich**

Im Schlussbericht über die Bereitstellung aktueller Emissionsdaten für die Glas- und Mineralfaserindustrie (FKZ: 206 425 300/02) aus dem Jahr 2008 wurden branchenbezogenen Emissionsfaktoren für alle relevanten Emissionskomponenten ermittelt und Prognosen bis zum Jahr 2020 abgegeben. Die aktuellen Emissionsfaktoren wurden den Prognosen gegenübergestellt und bewertet.

### **5.2.5 Bericht**

Die Ergebnisse des Projektes wurden in einem barrierefreien Abschlussbericht zusammengefasst. Nachfolgend werden die wichtigsten aktuellen Emissionsfaktoren für den Zeitraum 2015 bis 2020 der einzelnen Sektoren der Glasindustrie tabellarisch zusammengefasst. Es handelt sich dabei um Angaben, die nach der vorliegenden Datenlage und nach Abschluss der Expertenbewertung aus Sicht der HVG als repräsentativ anzusehen sind.

### Zusammenstellung von aktuellen Emissionsfaktoren in Kilogramm pro Tonne Glas

Komponente	Behälterglas	Flachglas	Wirtsch.-glas	Spezialglas	Glasfaser-Glaswolle	Steinwolle	Wasserglas
CO <sub>2</sub>	287	550	432	520	357	628	412
NO <sub>x</sub>	1,08	1,77	2,86	3,56	1,39	1,88	1,15
SO <sub>2</sub>	0,76	1,57	0,06	0,12	0,18	2,23	0,11
CO	0,07	0,02	0,07	0,12	0,06	0,19	0,06
HCl	0,0133	0,0446	0,0049	0,0145	0,0143	0,0470	0,0046
HF	0,0016	0,0045	0,0004	0,0094	0,0034	0,0100	0,0005
Staub	0,0086	0,0168	0,0150	0,0077	0,6110	0,6430	0,0002
NH <sub>3</sub>	0,0026	0,0191	0,0000	0,0295	1,1000	1,1630	0,0160
C-gesamt	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,6000	0,6570	0,0000

### 5.3 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.

### 5.4 Emissionsminderung

#### 5.4.1 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 Staubinhalte.

stoffe des Feinstaubanteils, Stickstoffoxide, Schwefeloxide sowie anorganische gasförmige Fluor- und Chlorverbindungen. Es kommt zur brennstoff- und rohstoffbedingten Kohlendioxid-freisetzung 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 (Gewebefilter 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 in den Prozess zurückgeführt und wieder eingeschmolzen.

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

#### 5.4.2 Saure Abgasbestandteile

Als Absorptionsmedium kommt vorwiegend Calciumhydroxid ( $\text{Ca}(\text{OH})_2$ ) zur Anwendung. Dieses Absorbens besitzt die besten Absorptionsraten gegenüber  $\text{SO}_2$ ,  $\text{HCl}$  und gasförmigem Selen bei Abgastemperaturen zwischen 350 und 400°C. Bei geringeren Abgastemperaturen gehen die Absorptionsraten dagegen merklich zurück. Die Reaktivität gegenüber  $\text{HF}$  und  $\text{SO}_3$  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  $\text{SO}_2$  im Vordergrund steht,  $\text{HF}$  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.

#### 5.4.3 $\text{NO}_x$

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  $\text{NO}_x$ -Emissionen drastisch gesenkt werden. Oxy-Fuel-Wannen findet man auch bei der Faser-glasproduktion, beim Gussglas, im Behälterglasbereich und bei der Frittenschmelze.

Zur sekundären Minderung der  $\text{NO}_x$ -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 Schwefeloxide im Abgas vorhanden sind – und das ist bei allen Kalk-Natron-Silicatglas-schmelzwannen 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 Ammoniakschlupf bei ordnungsgemäßer Dosierung meist geringer. Für 1 kg zu reduzierendes NO<sub>x</sub> 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 Reingastaubgehalt, damit die Katalysatormodule nicht verstopfen. Je nach Agglomerationsneigung der vorliegenden Stäube muss zur Abreinigung ein hoher Aufwand betrieben werden. Der abgelager-

te 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<sub>x</sub>-Minderungsmaßnahmen außer Acht gelassen werden und die geforderten Reingaskonzentrationen durch erhöhte Ammoniakmengen kompensiert werden.

Der erzielbare NO<sub>x</sub>-Abscheidegrad bzw. der NO<sub>x</sub>-Reingasgehalt hängt ausschließlich von der Auslegung bzw. dem Katalysatorvolumen ab. Eine untere Grenze für die erreichbaren Reingaskonzentrationen gibt es nicht. Die Minderung der NO<sub>x</sub>-Emissionen durch sekundärseitige Maßnahmen stellt kein technisches Problem darstellt, sofern entsprechende Randbedingungen beachtet werden, sondern ein wirtschaftliches.

In Deutschland sind nach dem Wissensstand der HVG im Floatglasbereich nahezu alle Schmelzwannen mit SCR-Katalysatoren ausgerüstet, im Bereich der Behälterglasindustrie sind derzeit 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 Ammoniakenddüse auch zur SCR-Entstickungsanlage. Keramische Filterkerzenanlagen mit katalytischer Beschichtung werden zunehmend auch bei anderen Glasbranchen eingesetzt.

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

## 6. Glastechnologie – Eigene Forschungsvorhaben

Die Abteilung Glastechnologie beschäftigt sich mit Fragen zu den Fachgebieten Werkstoffe zur Glasherstellung, Ofentechnologie und -betrieb, Schmelzprozess und Formgebung, Kühlung des Glases sowie Energieverbrauch und -kennzahlen, CO<sub>2</sub>-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.

Generell ist die HVG bei Fragen zum Themenkomplex Glas jedoch auch beratend und unterstützend für HVG-Mitgliedsfirmen, weitere Unternehmen, aber auch für Verbände und andere Forschungsstellen tätig. Bei diesen Anfragen geht es u.a. um die Suche nach den Ursachen von Glasfehlern und um die Optimierung von Produktionsteilprozessen in verschiedenen Sparten der Glasherstellung. Weitere Anfragen betreffen den Einsatz und die Optimierung von Läutermitteln, vor allem bei der Sulfatläuterung. In den letzten Jahren häuften sich die Anfragen zum Thema Energiekennzahlen, Klimaneutralität und CO<sub>2</sub>-Emissionen. Bei solchen Anfragen kommen oft die Erkenntnisse aus früheren Forschungsvorhaben zur Anwendung.

### 6.1 Eigene Forschungsvorhaben

Die HVG ist Mitglied der Arbeitsgemeinschaft industrieller Forschungsvereinigungen "Otto von Guericke" e. V. (AiF). Die AiF fördert mit Mitteln des Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie (BMWi) die vorwettbewerbliche industrielle Gemeinschaftsforschung (IGF).

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.

Neben den öffentlich geförderten Forschungsvorhaben führt die HVG auch Forschungsprojekte mit Eigenmitteln durch.

#### 6.1.1 Mit öffentlichen Mitteln geförderte Forschungsvorhaben

Zum 01.04.2020 begann die Förderphase des Vorhabens „Schmelzgegossene Zirkoniumoxid-haltige Feuerfestmaterialien in der Glasindustrie - Struktur und zeitliche Veränderung, insbesondere für hybridbeheizte Glasschmelzwannen“ (AZS-Mineralogie) mit der IGF-AiF-Nr.: 21072 BG. Das Forschungsprojekt wird von der HVG und dem Fraunhofer-Institut für Mikrostruktur von Werkstoffen und Systemen (IMWS) in Halle an der Saale bearbeitet. Die erste Sitzung der projektbegleitenden Arbeitsgruppe fand am 18. August 2020 als On-Line-Meeting statt.

Die Aufgabe des Projekts ist die Dokumentation der Alterungs-, Korrosions- und Verschleißvorgänge in schmelzgegossenen feuerfesten Steinen mit Hilfe verbesserter und neuer Untersuchungsmethoden. Diese Untersuchungen werden beim Projektpartner am Fraunhofer Institut für Mikrostruktur von Werkstoffen und Systemen (IMWS) in Halle durchgeführt. Bei den betrachteten Korrosionsrandbedingungen sollen auch die zusätzlichen Belastungen der feuerfesten Materialien bei einer sog. hybriden Fahrweise der Wanne (wechselnde Anteile an elektrischer Energie und brennstoffbasierter Energie zum Schmelzen von Glas) untersucht werden. Die flexible, hybride Fahrweise der Wannen soll durch flexible Nutzung der elektrischen Energie aus erneuerbaren Quellen zur Minderung der CO<sub>2</sub>-Emissionen beitragen.

Im Berichtsjahr 2020 wurden ausgebaute feuerfeste Steine bei einer Wannenlöschung und neue Steine direkt nach der Fertigung als Proben zur Verfügung gestellt. Die Untersuchungen in Halle mit den unterschiedlichsten Methoden und die Analysen bei der HVG in Offenbach sowie die Auswertung der Ergebnisse und die Präparation weiterer Proben wurde begonnen und werden in 2021 fortgesetzt.

Das Vorhaben „Quellen kritischer Spurenelemente in der Glasproduktion und Vermeidung von unerwünschten Anreicherungen.“ (Anreicherung 2) mit der IGF-AiF Nr. 21222 N nahm zum 01.05.2020 seine Arbeit auf. Das Kick-Off-Meeting der projektbegleitenden Arbeitsgruppe fand am 20. August 2020 als On-Line-Veranstaltung statt.

Die Rohstoff-, Glas- und Abgasproben an fünf Standorten wurden gesammelt und die Analyse der Proben in Angriff genommen. Die für den Dezember 2020 geplante Langzeitmessung von Quecksilber konnte Corona bedingt nicht durchgeführt werden und wird ins Jahr 2021 verschoben. Die Messungen der vorhandenen Rohstoff- und

Glasproben mit RFA sind fast abgeschlossen und die nasschemischen Analysen sind in Arbeit. Die Analyse der gasförmigen Proben ist so gut wie abgeschlossen. Die Auswertung der Analysen wird ein Schwerpunkt der Arbeiten in 2021.

### 6.1.2 Forschungsplanung

Neben der Bearbeitung laufender Forschungsprojekte wurden im Berichtsjahr neue Ideen durch die Diskussion mit Vertretern der Glasindustrie entwickelt, Vorhaben vorbereitet, Skizzen und (Voll-)Anträge für neue Projekte bei verschiedenen Fördergebern eingereicht.

Im Dezember 2019 wurden von der HVG zwei Projektskizzen zum Aufruf „KlimPro-Industrie“ (Vermeidung von klimarelevanten Prozessemissionen in der Industrie) des BMBF eingereicht. Dabei handelt es sich zum einen um ein Verbundvorhaben, das die HVG zusammen mit anderen Forschungseinrichtungen der Grundstoffindustrien unter Federführung der DECHEMA entworfen hat. Und zum anderen geht es um einen eigenen Projektvorschlag mit dem Titel „CO<sub>2</sub>-neutrale Schmelze“, der mit Partnern aus der Glasindustrie (Ardagh Glass und Schott AG) sowie dem DLR Stuttgart ausgearbeitet wurde. Im Projekt „Glas-CO<sub>2</sub>“ soll die technische Machbarkeit einer CO<sub>2</sub>-Kreislaufführung in einem Glaswerk und die ökonomischen Randbedingungen geklärt werden. Beide Skizzen wurden bis zum Frühsommer 2020 positiv begutachtet und im September 2020 wurden die Vollanträge eingereicht. Mit den Arbeiten zu beiden Vorhaben soll zum 01.04.2021 begonnen werden.

Das zweite Projekt „ReInvent“ ist das Begleitvorhaben zum Aufruf „KlimPro-Industrie“, das unter Federführung der DecHEMA für die Vernetzung der einzelnen Vorhaben zuständig ist, eine Vergleichbarkeit der Ergebnisse und den Transfer von Wissen über Branchengrenzen hinweg ermöglichen und garantieren soll. Neben der HVG sind auch Vertreter bzw. Verbände anderer Grundstoffindustrien am Projekt beteiligt.

Zum zweiten Aufruf „KlimPro-Industrie“ im Dezember 2020 hat die HVG zusammen mit dem Gas- und Wärme-Institut (GWI) und dem Institut für Energie- und Klimaforschung des Forschungszentrums Jülich (IEK-3) eine Skizze eingereicht, die den Einsatz von Power-to-X-Brennstoffen (PtX) wie Wasserstoff, synthetisches Erdgas, Ammoniak, Methanol oder Ethanol in Industrieprozessen untersucht. Im Projekt „PtX-TP“ sollen mit Hilfe von reaktionskinetischen Untersuchungen, CFD-Simulationen von industriellen Feuerungsprozessen und experimentellen Unter-

suchungen an semi-industriellen Prüfständen die relevanten verbrennungstechnischen Eigenschaften der PtX-Brennstoffe charakterisiert und ihre Eignung für den Einsatz in der Thermoprozesstechnik (Flammencharakteristik, Effizienz, Schadstoffe, sicherheitstechnische Aspekte) analysiert werden. Auch die bei der Verbrennung dieser Brennstoffe auftretende Strahlungswärmeübertragung wird betrachtet, da diese bei Hochtemperaturprozessen eine besondere Rolle spielt. Ein wesentliches Untersuchungsergebnis werden Aussagen sein, welche PtX-Brennstoffe für welche Industrieanwendungen am besten geeignet sind. Dabei wird nicht allein der feuerungstechnische Prozess an sich untersucht, sondern auch das Gesamtsystem „PtX und Thermoprozessanlage“, zum Beispiel im Hinblick auf die Gesamtwirkungsgrade. Die Auswirkungen der unterschiedlichen PtX-Brennstoffe auf Infrastrukturen und das gesamte Energieversorgungssystem wird durch eine modellgestützte Energiesystemanalyse untersucht. Die Analysen liefern wichtige Antworten darauf, wie solche Thermoprozessanlagen in der Industrie optimal und effizient mit den benötigten PtX-Brennstoffen versorgt werden können. Hierbei steht u. a. die Untersuchung von gekoppelten Infrastrukturen, die Umnutzung von bestehenden Infrastrukturen und von möglichen Synergien im Energiesystem im Fokus. Während der Projektlaufzeit wird die enge Zusammenarbeit mit Branchenverbänden der Industrie, Anlagenbetreibern, Komponentenherstellern und Ofenbauern sowie die Ausrichtung von Workshops ein Hauptbestandteil zur Einbindung der relevanten Experten sein.

Der Themenkreis Wasserstoff als Beimischung zu Methan (Erdgas H), Verbrennungseigenschaften und -verhalten (schwerpunktmäßig bei der Oxy-Fuel Verbrennung) sowie Untersuchung des Einflusses des klimaneutralen Brennstoffes H<sub>2</sub> auf die Glas- und Produkteigenschaften ist Thema eines weiteren Forschungsprojektes, dessen Förderung bei der AiF beantragt wurde. Der Erstantrag der Idee „H<sub>2</sub>-Glas“ von GWI und HVG wurde im Frühjahr 2020 eingereicht und nach Berücksichtigung der Anmerkungen und Forderungen der Gutachter Ende 2020 wieder bei der AiF vorgelegt. Die Arbeiten sollen im 2. Quartal 2021 beginnen.

Ziel des Forschungsprojektes „H<sub>2</sub>-Glas“ ist es, den Einfluss des zu Erdgas beigemischten Wasserstoffs auf die verschiedenen Prozessschritte und Verbrennungstechnologien des Glasherstellungsprozesses (Air-Fuel- und Oxy-Fuel-Glasschmelzwannen, Diffusions- und Vormischflammen) zu ermitteln, um Maßnahmen zu entwickeln, so dass bei der Anwendung solcher Gemische zur Minderung der CO<sub>2</sub>-Emissionen die Glasqualität die Effizienz der Anlagen, die Schadstoffbildung (NO<sub>x</sub> und SO<sub>x</sub>) und die Lebensdauer der Anlagen durch den beigemischten Wasser-

---

stoff nicht merklich beeinträchtigt wird. Dazu werden unterschiedliche Verbrennungsprozesse (in der Schmelzwanne, in den Feedern und im Kühl-ofen), verschiedene Oxidatoren (Luft und Sauerstoff) und Verbrennungstechnologien (Diffusions- und Vormischflammen), die in der Glasherstellung zum Einsatz kommen, näher betrachtet. Auch sicherheitstechnische Aspekte der veränderten Gaszusammensetzung sollen ausgelotet werden.

Gläser aus industriellen Gemengen, die mit den Brenngasmischungen in einem Versuchsofen erschmolzen werden, werden hinsichtlich des direkten Einflusses von Wasserstoff sowie des indirekten Einflusses durch die veränderte Temperaturen und das auf Grund abweichender Abgaszusammensetzung veränderte Verdampfungsverhalten der Schmelze untersucht. Am Ende des Vorhabens sollen Erkenntnisse vorliegen, ob und wie sich der steigende Wasserstoffanteil im Brenngas auf den Glasherstellungsprozess auswirkt und welche Maßnahmen denkbar sind sowie ob sicherheitstechnische Aspekte beachtet werden müssen, wenn die CO<sub>2</sub>-Emissionen bei der Glasherstellung vermindert werden.

Unter Führung von mehreren Fraunhofer-Instituten wurde die Idee zur Technologieplattform „TransHyDE“ erarbeitet und im Rahmen des Ideenwettbewerbs „Wasserstoffrepublik Deutschland“ des BMBF im Herbst 2020 eingereicht. Ein Teilprojekt ist die „Systemanalyse zu Transportlösungen für grünen Wasserstoff“, die unter Federführung der Dechema, der Fraunhofer Einrichtung für Energieinfrastrukturen und Geothermie (IEG) sowie der Forschungsstelle für Energiewirtschaft (FfE) bearbeitet werden soll. In die Systemanalyse „TransHyDE-Sys“ sind die Verbände der Grundstoffindustrien mit eingebunden, von denen die HVG die Interessen der Glasindustrie vertreten wird. Die Skizze ist inzwischen positiv begutachtet und der Vollertrag wurde zum 24. Februar 2021 auch von Seiten der HVG eingereicht. Als Starttermin ist der 01. April 2021 geplant.

Anfang 2020 wurde von Seiten der HVG begonnen eine Projektidee zum Thema Verwertung der bei der Aufbereitung bisher ungenutzten Scherbenfraktionen zu entwickeln. Im Laufe des Berichtsjahres 2020 wurde die Idee zusammen mit dem Technischen Anwender Zentrum Spiegelau (TAZ) und dem Keylab Glastechnologie des Lehrstuhls Keramische Werkstoffe der Universität Bayreuth weiter entwickelt, Partner aus der Glasindustrie und bei den Aufbereitern von Recyclingscherben gesucht. So entstand ein Konzept für das Projekt „MaxScherben“, das zum Ende des 1. Quartals 2021 bei der AiF eingereicht werden soll. Ziel des Vorhabens ist es, die bisher kaum genutzten Fraktionen (Fein- bzw. Feinstanteil) der aufbereiteten Recyclingscherben mit Hilfe geeigneter Untersuchungsmethoden zu charakterisieren und dem Glasherstellungsprozess zuzuführen. Ein Schwerpunkt ist dabei die Messung des Gehalts an organischen Verunreinigungen und die Ermittlung von Gegenmaßnahmen, um eine problemlose Nutzung der Scherbenfraktionen beim Glasschmelzprozess zu ermöglichen.

### **6.1.3 Auftragsforschung**

Das Fraunhofer Institut für Produktionstechnologie (IPT) und die HVG haben für einen Glashersteller in der zweiten Jahreshälfte 2020 ein Angebot erarbeitet, um einen ersten Schritt zur Nutzung Künstlicher Intelligenz und der Digitalisierung beim Herstellungsprozess von Glas (Schlagwort: Industrie 4.0) zu machen. Die Prozessaufnahme und der dazugehörige interne Workshop sind, im Wesentlichen bedingt durch die Pandemie und die damit verbundenen Reisebeschränkungen, nicht zu Stande gekommen.

Im Dezember 2020 fand von Seiten des GWI eine offizielle Ausschreibung für Arbeiten im Rahmen des vom Land Nordrhein-Westfalen geförderten Projekts „HyGlass“ statt. Es geht um die Untersuchung des Einflusses von Wasserstoff-Erdgas-Gemischen, die bei der Verbrennung zur Erzeugung von Prozesswärme genutzt werden, auf die Glasprodukte. Im Januar 2021 hat die HVG an der Ausschreibung teilgenommen und im Februar 2021 die Zusage erhalten. Der Beginn der Arbeiten ist zum 15. Februar 2021.

## 7. BERATUNGSTÄTIGKEIT UND MITARBEIT IN AUSSCHÜSSEN

Aufgrund ihres Fachwissens und ihrer großen Erfahrung sind die Mitarbeiter der HVG auch beratend in Gremien wissenschaftlicher und öffentlicher Einrichtungen tätig.

Eine besonders enge Bindung hat die HVG satzungsgemäß mit der Deutschen Glastechnischen Gesellschaft (DGG). So betreuen die Mitarbeiter der HVG einen Teil der Fachausschüsse der DGG durch die Vorbereitung der Tagesordnung. Ebenso wird die Arbeit der Redaktion der Zeitschriften „European Journal of Glass Science and Technology“ und „dgg journal“ fachlich begleitet. Neben der Mitarbeit in den projektbegleitenden Arbeitsgruppen wird die Abhaltung von Arbeitsgruppensitzungen auch organisatorisch unterstützt.

HVG und DGG widmen sich traditionell in besonderem Maße der internationalen Zusammenarbeit. So gehört die DGG sowohl zu den Gründungsmitgliedern der International Commission on Glass (ICG) als auch der European Society of Glass Science and Technology (ESG). In beiden Organisationen sind Mitarbeiter der HVG in die Organisation und Arbeit der technischen Arbeitsgruppen eingebunden.

### 7.1 Arbeit in übergeordneten Organisationen

Durch die Mitgliedschaft der HVG bzw. DGG in übergeordneten Organisationen wie AiF, ICG oder ESG ist die Geschäftsführung auch in deren Gremien tätig.

Dr. T. JÜNGLING ist Mitglied in den folgenden Gremien:

- Mitglied des Councils der ICG
- Mitglied des Councils und des Steering Committees der ESG
- Wahlberechtigter für den Wissenschaftlichen Rat der AiF.

### 7.2 Beratungstätigkeit der Abteilung „Umweltschutz“

#### 7.2.1 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 aktuell gültige Fassung stammt aus dem Jahr 2002 und befindet sich seit einigen Jahren im Stadium der Novellierung. Mit dem am 16. Dezember 2020 vom Bundeskabinett beschlossenen Entwurf wird die TA Luft erstmals seit 2002 an den aktuellen Stand der Technik angepasst. Damit die neue TA Luft in Kraft treten kann, ist noch die Zustimmung des Bundesrats erforderlich.

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. Im aktuellen Entwurf zur neuen 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 im Referentenentwurf zur 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

Hafenöfen 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 O<sub>2</sub>-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<sub>x</sub>/t Glas oder eine Massenstrombegrenzung.

Bei vollelektrisch beheizten Glasschmelzwannen ist die Umrechnung gemessener Konzentrationen auf einen Bezugssauerstoffgehalt nicht möglich, da der O<sub>2</sub>-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<sub>x</sub> und SO<sub>2</sub> 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.

### 7.2.1.1 Gesamtstaub

Neue Abgasreinigungsanlagen dürfen die Massenkonzentration an Gesamtstaub von 10 mg/m<sup>3</sup> nicht überschreiten, Altanlagen dürfen in der Regel 20 mg/m<sup>3</sup> 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/tGlas beim Behälterglas), um ggf. diesen erhöhten Staubemissionen Rechnung tragen zu können.

### 7.2.1.2 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/m<sup>3</sup> genannt. Kommen die Elemente (Sb, Pb, Cr<sup>III</sup>, Cu, Mn, V, Sn) hinzu, liegt die Begrenzung in der Summe bei 5 mg/m<sup>3</sup>. In der TA-Luft gibt es zum Teil deutlich schärfere Begrenzungen und differenzierte Klasseneinteilungen. Den Besonderheiten beispielsweise im Behälterglasbereich mit hohem Fremdscherben-einsatz oder dem produktqualitätsbedingten Einsatz von Blei, Selen, Arsen und Cadmium im Spezialglasbereich wird in der TA-Luft weiterhin Rechnung getragen.

### 7.2.1.3 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<sub>x</sub> 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-Vollzugsempfehlungen 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/m<sup>3</sup> SO<sub>x</sub>.

#### 7.2.1.4 Anorganische Chlor- und Fluorverbindungen

Die Emissionsbegrenzung für HF beträgt bei den meisten Branchen 5 mg/m<sup>3</sup>, Flachglaswannen dürfen 4 mg/m<sup>3</sup> emittieren. Die Emissionsbegrenzungen für HCl liegen je nach Glasbranche bei 10 oder 20 mg/m<sup>3</sup>. 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/m<sup>3</sup>. Die restlichen Bereiche unterliegen einem Wert von 10 mg/m<sup>3</sup>.

#### 7.2.1.5 Stickstoffoxide

Die Volumenstrombegrenzung der TA-Luft aus dem Jahr 2002 von 50000 m<sup>3</sup>/h wurde aufgehoben. D. h. alle Neuanlagen mit konventioneller Befeuerung müssen unabhängig von der Anlagengröße den neuen Emissionswert von 0,50 g/m<sup>3</sup> einhalten, konventionell befeuerte Altanlagen dürfen 0,70 mg/m<sup>3</sup> 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 Glasfritten 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 Wannenseite 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 erstmals 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.

#### 7.2.1.6 Kohlenmonoxid

Kohlenmonoxid wurde bei zurückliegenden Regelwerken nicht berücksichtigt. Zukünftig muss eine Konzentration von 0,10 g/m<sup>3</sup> eingehalten werden.

Auszug aus der neuen TA Luft:

**KOHLENMONOXID**  
Werden Primärtechniken oder die chemische Reduktion durch Brennstoff zur Stickstoffoxid-Minderung eingesetzt, so dürfen die Emissionen an Kohlenmonoxid im Abgas 0,10 g/m<sup>3</sup> bezogen auf Emissionen von 0,80 g/m<sup>3</sup> an Stickstoffmonoxid und Stickstoffdioxid im Abgas nicht überschritten werden. Abweichend davon kann bei geringeren Stickstoffoxid-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<sub>x</sub>-Werten steigt, kommt es hier zu einem Konflikt mit der Bestrebung nach möglichst geringen NO<sub>x</sub>-Werten. Um dieses Problem abzuschwächen, wurde der CO-Wert von 0,10 g/m<sup>3</sup> auf den für Altanlagen geltenden NO<sub>x</sub>-Wert von 0,80 g/m<sup>3</sup> sowie bei regenerativ beheizten Wannen nur auf die Zeiten der Feuerung bezogen. Bei niedrigeren NO<sub>x</sub>-Werten können also auch höhere CO-Werte festgelegt werden. Da es jedoch kein allgemeingültiges Verhältnis zwischen CO und NO<sub>x</sub> gibt, müssen diese Werte anlagenspezifisch nach entsprechenden Messungen festgelegt werden. Der höchstmöglichen NO<sub>x</sub>-Minderung wird damit auch weiterhin Priorität gegeben.

#### 7.2.1.7 Reproduktionstoxische Stoffe

In der neuen TA Luft ist unter Ziffer 5.2.7.1.3 "Reproduktionstoxische Stoffe" ein Grenzwert von 1 mg/m<sup>3</sup> 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/m<sup>3</sup>.

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. Gleiches gilt für den Sektor Flachglas.

**7.2.1.8 Formaldehyd**

Formaldehyd ist bisher als organischer Stoff der Klasse I nach Nr. 5.2.5 (Anhang 4) der TA Luft 2002 eingestuft. Für einzelne Anlagenarten werden in Nr. 5.4 TA Luft 2002 abweichende Emissionsbegrenzungen zugelassen. Diese Einstufung ist durch die Neueinstufung der EU nicht mehr aktuell.

Die aktuellen Vollzugsempfehlungen des LAI sehen an relevanten Quellen einen Grenzwert von 5 mg/m<sup>3</sup> (ab einem Massenstrom von 12,5 g/h oder mehr) vor.

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 <sup>3</sup> ]
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).

**7.2.1.9 Quecksilber**

Die Emissionsbegrenzung für Quecksilber soll von 0,05 auf 0,01 mg/m<sup>3</sup> abgesenkt werden. Aufgrund der drastischen Absenkung war zu prüfen, ob evtl. Sektoren der Glasindustrie davon betroffen sind.

Die HVG hat sich der Aufgabe gestellt und im Jahr 2019 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/m<sup>3</sup> 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/m<sup>3</sup> wird zum Zielwert.

**7.2.2 Mitarbeit in Gremien**

Mitarbeiter der HVG sind im Bereich Umweltschutz in folgenden Gremien tätig:

**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)
- Mitglied der Arbeitsgruppe "Messen von NH<sub>3</sub>" der Kommission Reinhaltung der Luft im VDI und DIN
- Obmann der Arbeitsgruppe „VDI 2578 – Emissionsminderung Glashütten“ der Kommission Reinhaltung der Luft im VDI und DIN

**GOPPE:**

- Mitglied im Fachausschuss VI "Umweltschutz" der DGG



GUSTMANN:

- Mitglied im Fachausschuss VI "Umweltschutz" der DGG

JÜNGLING:

- Mitglied im Fachausschuss VI "Umweltschutz" der DGG

KRÖBER:

- Mitglied im Fachausschuss VI "Umweltschutz" der DGG

LÖBER:

- Schriftführer des Fachausschusses VI "Umweltschutz" der DGG "

PETERMANN:

- Mitglied im Fachausschuss VI "Umweltschutz" der DGG

QAZI:

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

RÜHL:

- Mitglied im Fachausschuss VI "Umweltschutz" der DGG

### 7.3 Beratungstätigkeit der Abteilung „Glastechnologie“

#### 7.3.1 Anfragen

Neben dem Angebot von Serviceleistungen werden von HVG-Mitarbeitern telefonische und schriftliche Anfragen aus den unterschiedlichsten Bereichen der Industrie, von Behörden und von Privatpersonen (u.a. Schüler\*Innen und Studierende) beantwortet. Auch im Berichtsjahr 2020 wurde eine Vielzahl von Anfragen an die Geschäftsstelle der HVG gerichtet. Diese Anfragen werden von Glasherstellern und Zulieferfirmen, Studenten und Doktoranden, Behördenvertretern und Privatpersonen per Mail oder am Telefon an die Mitarbeiter der HVG herangetragen. Dabei

werden Informationen zum Themengebiet Glas mit all seinen Schattierungen gesucht und zum Teil Antworten auf sehr ins Detail gehende Fragen zu allen Schritten der industriellen Glasherstellung gegeben. Die HVG-Mitarbeiter beantworten die Anfragen in Telefonaten oder per Mail.

In 2020 wurden dabei u. a. folgende Themenbereiche angesprochen:

- Korrosion von Molybdänelektroden zur elektrischen Schmelze von Glas;
- Ursache und Herkunft von Glasblasen im Produkt;
- Energiekennzahlen der Glasherstellung: aktuelle Zahlen und historische Entwicklung;
- Wasserstoff als Energieträger zur Glasherstellung;
- Standardgläser der DGG;
- CO<sub>2</sub>-Emissionen der Glasindustrie und deren Minderung;
- Konstruktionsmerkmale von Hafenoefen;
- elektrisches Schmelzen von Glas;
- Redoxverhalten von Glas und Glasschmelzen (Wechselwirkung mit Chrom, Eisen und Schwefel, ...);
- Bilder zum Thema Glas für Flyer, Berichte und Folien;
- Farbortbestimmung von Gläsern;
- Korrosion von feuerfesten Materialien;
- Viskosität von Glasschmelzen mit unterschiedlichen Gehalten an MgO und CaO;
- Vergütung von Behälterglas;
- Kennzeichnung von (historischen) Glasbehältern;
- alternative Schmelzverfahren;
- mechanische Prüfung von Behälterglas;
- Energieeinsparung beim Einsatz von (Recycling-)Scherben.

Ein nicht unerheblicher Aufwand an Zeit wird von HVG-Mitarbeitern damit verbracht, Anfragen bezüglich des Themenkomplexes CO<sub>2</sub>-Emissionen und Maßnahmen zur Minderung bzw. Vermeidung von CO<sub>2</sub>-Emissionen zu bearbeiten. Auch hier ist die HVG als gemeinnütziger Verein gefragt, um den Bundesverband Glas, Behördenvertreter sowie Forschende im Auftrag von Bundeseinrichtungen bei der Klärung technologischer Fragen zur Glasherstellung und bei der Ermittlung entsprechender Kennzahlen zu unterstützen.

Außerdem halfen die Mitarbeiter der HVG bei der Suche nach Literatur für studentische Arbeiten (Bachelorarbeit, Masterthesis und Doktorarbeiten), gaben Sachinformationen an die Fragesteller weiter und halfen bei der Akquirierung von wirtschaftlichen Kennzahlen bzw. stellten den Kontakt zu entsprechenden Fachleuten und Partnern her. Auch bei der Suche von Privatpersonen, Beschäftigten in der Industrie und Mitarbeitern von Hochschulen nach neuen Geschäftspartnern für Glasanwendungen und/oder -produkten sowie Dienstleistungen konnte die HVG weiterhelfen.

Bei der Suche nach Fachleuten zur Beantwortung von speziellen Fragestellungen konnte die HVG die Fragesteller an Sachverständige und Experten aus anderen Verbänden und Institutionen weiterleiten bzw. auf diese verweisen. Wurden im Zusammenhang mit Schadensfällen Gutachter gesucht, so konnten in der Regel geeignete Personen benannt werden.

### 7.3.2 Mitarbeit in Gremien

Mitarbeiter der HVG im Bereich Glastechnologie sind in den folgenden Gremien tätig:

BOEHM:

- Mitglied im Fachausschuss II "Glasschmelztechnologie" der DGG
- Mitglied im Fachausschuss IV "Glasformgebungstechnologie und Qualitätssicherung" der DGG
- Mitglied im Unterausschuss "Heißend-Kaltend-Vergütung (HE/KE)" im FA IV „Glasformgebungstechnologie und Qualitätssicherung" der DGG
- Mitglied der projektbegleitenden Arbeitsgruppe zum IGF-AiF Forschungsvorhaben Nr. 21072 BG: „Schmelzgegossene Zirkoniumoxid-haltige Feuerfestmaterialien in der Glasindustrie - Struktur und zeitliche Veränderung, insbesondere für hybridbeheizte Glasschmelzwannen“ (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

FLEISCHMANN:

- Mitglied im Fachausschuss "Physik und Chemie des Glases" der DGG
- Mitglied im Fachausschuss II "Glasschmelztechnologie" der DGG
- Mitglied im Fachausschuss IV "Glasformgebungstechnologie und Qualitätssicherung" der DGG
- Mitglied im Fachausschuss VI "Umweltschutz" der DGG
- Mitglied im Unterausschuss "Heißend-Kaltend-Vergütung (HE-KE) " im FA IV "Glasformgebungstechnologie und Qualitätssicherung" der DGG
- Mitglied des TC 09 "Energy Efficiency for Glass Production" der ICG
- Mitglied des TC 11 „Materials for Furnaces“ der ICG
- Mitglied der projektbegleitenden Arbeitsgruppe zum IGF-AiF Forschungsvorhaben Nr. 21072 BG: „Schmelzgegossene Zirkoniumoxid-haltige Feuerfestmaterialien in der Glasindustrie - Struktur und zeitliche Veränderung, insbesondere für hybridbeheizte Glasschmelzwannen“ (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 Arbeitskreis „Energie und Klima“ des Bundesverbandes Glasindustrie e.V. (BV Glas)
- Mitglied im Arbeitsausschuss „Thermische Energiespeicher“ der Initiative ProcessNet der DECHEMA und des VDI-GVC

JÜNGLING:

- Mitglied im Fachausschuss II "Glasschmelztechnologie" der DGG
- Mitglied im Fachausschuss IV "Glasformgebungstechnologie und Qualitätssicherung" der DGG

- Mitglied im Unterausschuss "Glasrecycling" des Fachausschusses II der DGG
- Mitarbeit in der Bundesvereinigung "Materialwissenschaft und Werkstofftechnik" (BV Mat Werk)
- Mitglied der projektbegleitenden Arbeitsgruppe zum IGF-AiF Forschungsvorhaben Nr. 21072 BG: „Schmelzgegossene Zirkoniumoxid-haltige Feuer-festmaterialien in der Glasindustrie - Struktur und zeitliche Veränderung, insbesondere 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

#### LÖBER:

- Mitglied des Fachausschusses II "Glasschmelztechnologie" der DGG
- Mitglied im Fachausschuss IV "Glasformgebungstechnologie und Qualitätssicherung" der DGG
- Schriftführer des Fachausschusses VI "Umweltschutz" der DGG

- Mitarbeit in der Arbeitsgruppe zur Gründung „Studentag Materialwissenschaft und Werkstofftechnik“ (SMW)

#### WALTER:

- Mitglied im Fachausschuss II "Glasschmelztechnologie" der DGG
- Mitglied im Unterausschuss "Glasanalyse" des Fachausschusses I "Physik und Chemie des Glases" der DGG
- Mitglied der projektbegleitenden Arbeitsgruppe zum IGF-AiF Forschungsvorhaben Nr. 21072 BG: „Schmelzgegossene Zirkoniumoxid-haltige Feuer-festmaterialien in der Glasindustrie - Struktur und zeitliche Veränderung, insbesondere 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

---

## 8. 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 BMWi 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 werden über die Arbeitsgemeinschaft industrieller Forschungsvereinigungen "Otto von Guericke" e.V. (AiF) vom Bundesminister für Wirtschaft und Energie (BMWi) zur Verfügung gestellt.

Die Ergebnisse der Arbeiten werden bei Veranstaltungen der Deutschen Glastechnischen Gesellschaft, im "European Journal of Glass Science and Technology" und dem "dgg journal" bzw. zukünftig 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 2020 gab es kein von der HVG verwaltetes externes Forschungsvorhaben der AiF.

Hüttentechnische Vereinigung der Deutschen Glasindustrie e.V.

Siemensstraße 45, 63071 Offenbach am Main

Tel. + 49 69 975 861-0, FAX + 49 69 975 861-99

Mail: [info@hvg-dgg.de](mailto:info@hvg-dgg.de), Website: [www.hvg-dgg.de](http://www.hvg-dgg.de)