

ABSCHLUSSBERICHT ZUM BMU- UMWELTINNOVATIONSVORHABEN

Eine neue Form der Abwärmenutzung in der Glasindustrie – „Frozen Cullet“



Standort zur Behälterglasherstellung in Nienburg a.d. Weser

Sperrvermerk:

Diese Arbeit bzw. dieser Bericht darf - auch in Auszügen - nur mit ausdrücklicher Genehmigung der Ardagh Glass GmbH an Dritte weitergegeben oder veröffentlicht werden.

Inhaltsverzeichnis zum Abschlussbericht

1. Einleitung	2
1.1 Kurzbeschreibung des Unternehmens	2
1.2 Ausgangssituation.....	4
2. Vorhabensumsetzung	6
2.1. Ziel des Vorhabens	7
2.2 . Darstellung der technischen Lösung.....	7
2.3. Darstellung der Umsetzung des Vorhabens	9
2.4. Behördliche Anforderungen	15
2.5. Erfassung und Aufbereitung der Betriebsdaten	16
3. Ergebnisse	18
3.1. Bewertung der Vorhabensdurchführung	21
3.2. Stoff- und Energiebilanz	22
3.3 Umweltbilanz (bei Klimaschutzvorhaben: stets Angabe der CO ₂ - Reduzierung (t/a, t/je t Produkt)	25
3.4. Konzeption, Durchführung und Ergebnisse des Messprogramms	26
3.5. Wirtschaftlichkeitsanalyse	26
3.6. Technischer Vergleich zu konventionellem Verfahren.....	27
4. Empfehlungen	28
4.1 Erfahrungen aus der Praxiseinführung	28
4.2 Modellcharakter (Verbreitung und weitere Anwendung des Verfahrens/ Anlage/ Produkt).....	28
4.3 Zusammenfassung.....	30
5. Literatur / Quellenverzeichnis	31
6. Anhang	32

1. Einleitung

1.1 Kurzbeschreibung des Unternehmens

Gegründet wurde die Ardagh Group 1932 in Irland unter dem Namen „Irish Glass Bottle Company“. Das Unternehmen breitete sich über den Norden bis in die Mitte des europäischen Kontinents aus. Zunächst befasste es sich ausschließlich mit der Produktion von Behälterglas. Mit der Übernahme der Firma Impress im Jahr 2010 wurde die Produktpalette ausgeweitet. Neben Glas- werden jetzt auch Metallverpackungen auf dem Markt angeboten. Dies hatte zur Folge, dass das in Europa etablierte Unternehmen seine Produktpalette über Asien, Australien und Amerika ausdehnen konnte und damit ein weltweites Produktions- und Vertriebsnetz erwarb.

Mit 66 Produktionsstätten in 17 europäischen Ländern, bzw. 100 Produktionsstätten in 25 Ländern vereint die Ardagh Group nun weltweit die Herstellung formstabiler Verpackungen aus Glas (Ardagh Glass) und Metall (Ardagh Metal) für die Lebensmittel- und Getränkeindustrie und besitzt eine führende Position in den relevanten Märkten. Im Glasbereich gilt Ardagh in Mittel- und Nordeuropa als Marktführer, in den Beneluxländern und Polen als Vizemarktführer. Das Gebiet Australasien und Europa wird im Bereich Spraydosen, in Teilen des Konservenbereichs sogar weltweit, von der Ardagh Group angeführt.

Europaweit besitzt die Ardagh Group 20 Glaswerke, wovon 8 in der Bundesrepublik Deutschland in 5 Bundesländern vertreten sind. An den insgesamt 38 deutschen Produktionslinien arbeiten rund 2.000 Mitarbeiter und produzieren ca. 1,2 Mio. Tonnen Glas pro Jahr, was einen Umsatz von jährlich 450 Mio. Euro und einen Marktanteil von ungefähr 30% allein in Deutschland ausmacht. Als die absatzstärksten Sparten für die Behälterglasindustrie gilt hierbei die Bier- und Lebensmittelindustrie. Die breite Produktpalette umfasst alle gebräuchlichen wie auch individuellen Mehrweg- und Einwegglasverpackungen.

Eine innovative, nachhaltige und kundenorientierte Denkweise des Unternehmens führt zu immer neuen, effizienten Verbesserungen gegenüber Auftraggebern und der Umwelt. Darüber hinaus verfügt die Ardagh Group über TÜV geprüfte Zertifikate, unter anderem das ISO 22.000 für Lebensmittelsicherheit, 9.001 für Qualitätsmanagement, ISO 50.001 für Energiemanagement sowie für die Arbeitssicherheit OHSAS 18.001 und ISO 14.001 für Umweltschutzmanagement.

Zur Branche allgemein:

Mit Glas bietet die Glasindustrie ein nachweislich umweltfreundliches Verpackungsmaterial an, das sich zu 100 Prozent und unbegrenzt oft recyceln lässt und so die Umwelt schont /1/.

Von Seiten der Politik wird immer wieder die Forderung nach nachhaltigem und ressourcenschonendem Verhalten der Industrie laut. Die Glasindustrie setzt diese Forderungen bereits seit Jahrzehnten um und ist Wegbereiter für effiziente Techniken und innovative Produkte. So spielen Altglasscherben als Rohstoff bei der Glasschmelze eine immer größere Rolle. Durch ihren Einsatz kommt es zur Abfallvermeidung, Rohstoffressourcen werden geschont, der spezifische Energieverbrauch und Emissionen reduziert. Ganz oben auf der Prioritätenliste der Glas herstellenden Unternehmen steht die Vermeidung von Emissionen aus Staub, NO_x, SO₂ und CO₂. Hier setzen die Unternehmen auf die Optimierung des Herstellungsprozesses. Das Ziel ist dabei, den Herstellungsprozess so zu steuern, dass möglichst wenige Emissionen entstehen können. SO₂-Emissionen werden z. B. vermindert, indem schwefelarme Brennstoffe (wie z. B. Erdgas) eingesetzt werden. Diese und ähnliche Maßnahmen werden in der Fachsprache Primär-Maßnahmen genannt und stellen sowohl aus ökologischer als auch aus ökonomischer Sicht die besten Verfahren zur Verminderung von Emissionen dar. In der Glasindustrie werden die Primär-Maßnahmen möglichst weit ausgeschöpft. Aufgrund von möglichen gegenläufigen Effekten ist hier eine geeignete Abwägung einzelner Maßnahmen vorzunehmen. Neben den Primär-Maßnahmen setzen die Glas herstellenden Unternehmen häufig auf hoch effiziente Sekundär-Maßnahmen – darunter fallen z. B. Filteranlagen, die im modernen Umweltschutz in der Glasindustrie selbstverständlich zum Stand der Technik zählen. /2/

In Bezug auf Energieeffizienzmaßnahmen seien hier insbesondere die regenerativen Wannenöfen zu nennen, welche die Abwärme aus den beim Glasschmelzprozess entstehenden Abgasen zur Vorwärmung der Verbrennungsluft nutzen als auch die des sogenannten Gemengevorwärmers nach dem Prinzip „Nienburger Glas“ /2/, die jeweils eine Energieeinsparung von 15% bewirken. Alle diese Vorteile sind heute bereits am Standort der Ardagh Glass in Nienburg a.d. Weser etabliert und bestimmen den besten verfügbaren Stand der Technik weltweit. Nienburg ist zudem der größte deutsche Standort der Ardagh Glass. Allein hier werden täglich 3,4 Mio Glasbehälter an insgesamt 4 Glasschmelzöfen produziert.

Die Technologie der Gemengevorwärmer oder auch die UV-lichtbeständige Becks-Bierflasche hatten ihre Wiege in Nienburg, und so wurde nun auf dieser Basis und den langjährigen Erfahrungen eine neue innovative Technologie entwickelt, die einen bedeutenden Energieeffizienz- und Umweltcharakter trägt.

Zusammengearbeitet wurde dabei mit der Firma INTERPROJEKT. Dabei handelt es sich um eine aus der früheren GEA Umwelttechnik entstandenen und 1990 neu gegründeten Ingenieurgesellschaft und renommierten Fachfirma mit Stammsitz in Essen. Sie liefert komplette Anlagen zur Behandlung von Abgasen aus Glasschmelzwannen und besitzt daher auf diesem Gebiet langjährige Erfahrungen. Der INTERPORJEKT Gemengevorwärmer wurde Ende 80-er Jahre zusammen mit Nienburger Glas entwickelt.

Gemeinsam hat man nun in 2012 eine neue Variante des verlustarmen Transportes von überschüssiger bzw. ungenutzter Wärme entwickelt. Das dazugehörige Projekt trägt den Namen: *Eine neue Form der Abwärmenutzung in der Glasindustrie - „frozen cullet“* (= engl. für: gefrorene Scherben).

1.2 Ausgangssituation

Zur Herstellung von Behälterglas werden insbesondere zum Zweck der Energieeinsparung und der Ressourcenschonung große Mengen an recyceltem (aufbereitetem) Altglas eingesetzt. Pro 10% an Altglasanteil im Gemenge erreicht man 3% an Einsparung von Energie. Der Anteil an Recyclingscherben bei der Hohlglasherstellung beträgt in Deutschland, je nach herzustellender Glasfarbe, zwischen 65% und 90%.

Diese Recyclingscherben werden in den Glashütten auf Freiflächen gelagert. Im Winter sammelt sich darin Schnee und Regenwasser gefriert zu Eis (Bild1).



Bild1: Recyclingglasscherben im Winter

Problem: Eis und Schnee machen alljährlich in der Gemengeanlage, auf dem gesamten Scherben- und Gemenge-Transportweg vor allem aber im Gemengevorwärmer erhebliche Probleme.



Bild 2: Verstopfungen im Gemengevorwärmer, Blick von oben

Es kommt einerseits zu Verstopfungen in der Anlage (Störungen an Transportbändern und Übergaben), die mit hohem Personal- und Zeitaufwand beseitigt werden müssen. Zum anderen kann ein verstopfter Gemengevorwärmer nicht mehr beschickt werden (Bild 2). Das wiederum bedeutet, dass dieser umfahren und gereinigt werden muss, d.h. eine Vorwärmung des Gemenges in dieser Zeit nicht möglich ist. Das wiederum bedeutet unausweichlich einen Mehrbedarf an Energie, einhergehend vor allem mit vermehrter Emission an CO₂.

Parallel dazu entstehen Tag für Tag an jedem Glasschmelzofen nicht unerhebliche Mengen an Abwärme, insbesondere über dem Ofen. Die Temperaturen in der Produktionshalle einer Glashütte betragen direkt über dem Schmelzofen bis zu 80°C. Sie verlassen das Gebäude bis heute nach dem allgemeinen Stand der Technik noch ungenutzt über das Dach. Zudem erlaubt die Technologie der industriellen Glasherstellung, Glasschmelzöfen über eine sehr lange Zeit hinweg (>10 Jahre) kontinuierlich zu betreiben, so dass sich dieser Zustand ungenutzter Abwärme 24 Stunden pro Tag an 365 Tagen in jedem Jahr an jedem Ofen ergibt.

Die Idee bzw. das Vorhaben bestand darin, diese Abwärme geeignet zu erfassen, abzuführen, in die Scherben zu transportieren und damit den Eintrag von Schnee und Eis zu minimieren, d.h. dieses aufzutauen. Wie stark die tatsächlich ankommende Wärme das Eis schmelzen würde und welcher Einfluss sich konkret ergeben würde, konnte im Vorfeld nur grob abgeschätzt werden.

2. Vorhabensumsetzung

Einleitung

Die Herstellung von Behältergläsern findet nach folgendem allgemeingültigen Verfahrensprinzip statt (Bild 3).

Prozessbild Behälterglasherstellung

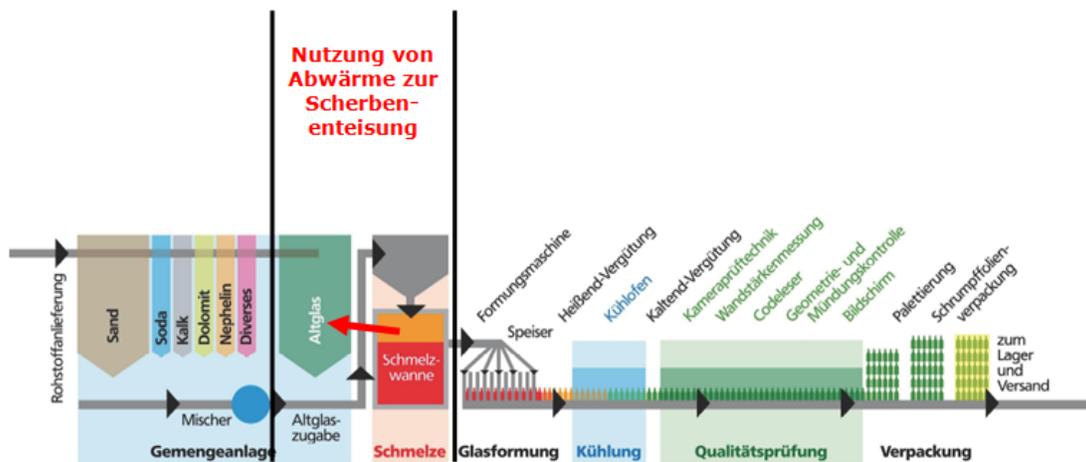


Bild 3: Prozessbild Behälterglasherstellung mit Projektbereich

Herkömmliche Glasschmelzwannen sind i.d.R. regenerativ betriebene Öfen deren heiße Abluft wechselseitig durch Regeneratoren geführt wird. Da Wanne und Regeneratoren im engen räumlichen Zusammenhang stehen, heizt sich das feuerfeste Steinmaterial der Regeneratoren entsprechend mit auf.

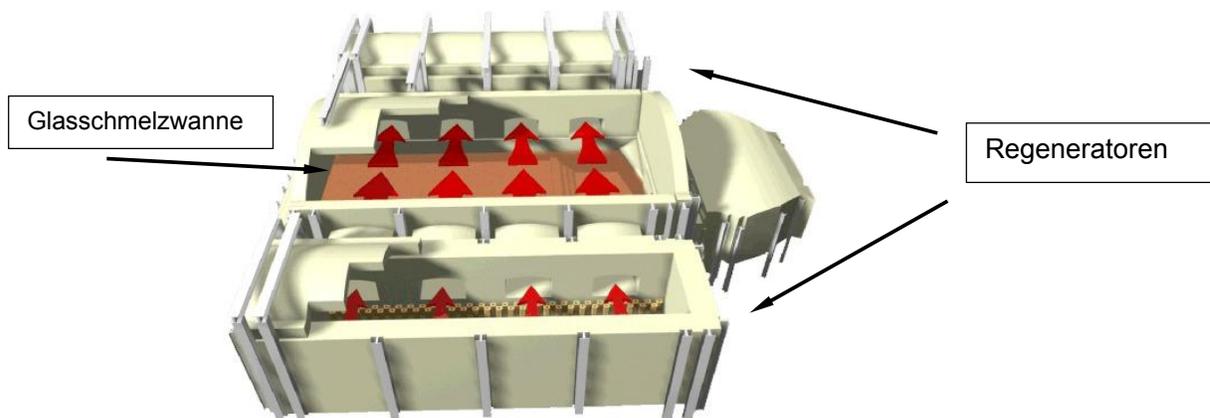


Bild 4: Glasschmelzwanne mit Regeneratoren, Beispielbild Querbrennerwanne /3/

2.1. Ziel des Vorhabens

Heiße Umgebungsluft, welche an einer Glasschmelzwanne prozessbedingt ständig vorhanden ist, wird über dieser abgezogen und in das benachbarte Gemengehaus transportiert. Dort soll sie das gefrorene Wasser im Scherbenvorratssilo, was in Form von Eis und Schnee im Winter an den Scherben haftet, zum Schmelzen bringen.

Die in der Anlage jedes Jahr im Winter entstehenden Probleme sollen dadurch verhindert, Abwärme genutzt und gleichzeitig Energie eingespart werden.

2.2 . Darstellung der technischen Lösung

Über dem Regenerator einer Glasschmelzwanne wird mittels einer zu montierenden Haube warme Hallenluft (ca. 80°C) abgesaugt (Bild 5).

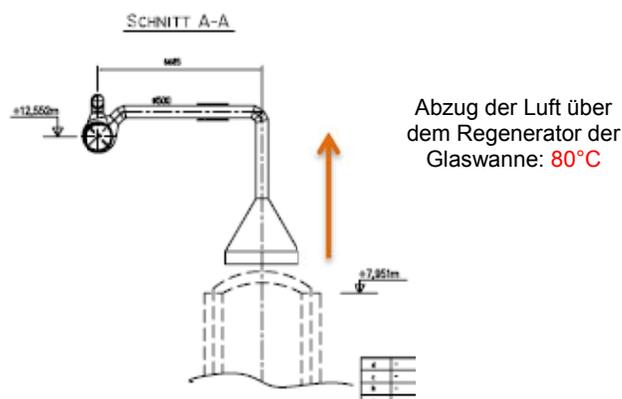


Bild 5: Prinzipskizze der Abluftbündelung über einem Regenerator (Seitenansicht)

Über einen (ein- oder mehrstufigen) Wärmetauscher, der um die vorhandene heiße Rauchgasleitung herum zu montieren ist, wird dann die abgesaugte Luft im Gegenstromprinzip weiter auf >120 °C erwärmt (indirekter Wärmeaustausch). Danach folgt ein Hochdruckradialventilator, der die heiße Luft in das Scherbenvorratssilo im Gemengehaus drückt.

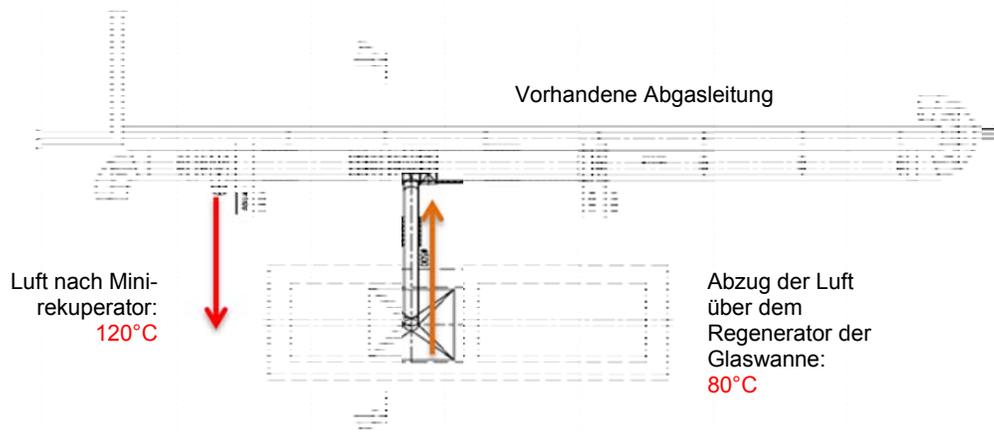


Bild 6: Prinzipskizze Wärmetransport über den Wärmetauscher (Draufsicht)

Alle Teile der Anlage (Rohrleitungen, Wärmetauscher, Gebläse) sind mit einer Wärmedämmung und Blechummantelung versehen, um den Wärmeinhalt der Luft möglichst ohne Verluste vom Ofen weg über das Gemengehaus in das Scherbensilo zu fördern.

Die Luftverteilung im Scherbensilo erfolgt mit nach unten offenen Kanälen, dachförmig ausgebildet. Es werden mehrere solcher Kanäle parallel angeordnet. In etwa 2 m Höhe oberhalb der unteren Luftverteilung befindet sich dann ein ähnliches Kanalsystem, in dem die aufsteigende, nun abgekühlte Luft gesammelt und über eine Leitung an die Atmosphäre abgegeben wird (Bild 7).

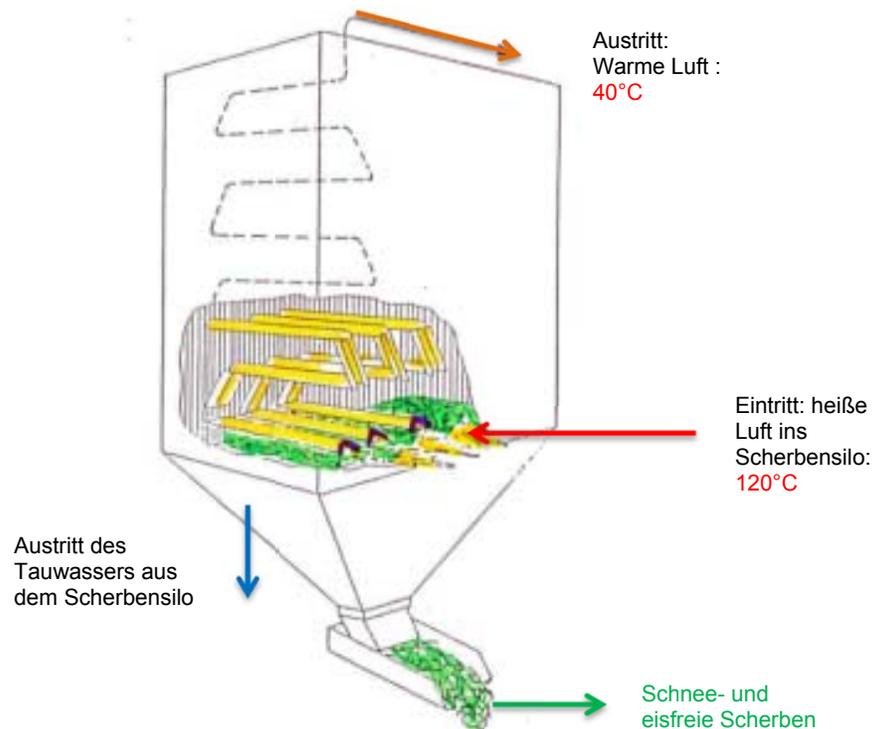


Bild 7: Abluftführung durch das Scherbensilo

Das sich im Scherbensilo im Zuge des Tauprozesses bildende flüssige Wasser läuft nach unten ab und wird im Silokonus von den Scherben separiert. Die Scherben laufen zentral durch ein Abzugsrohr direkt weiter auf eine Vibrationsrinne, während das Wasser in einem Ringbehälter um den Auslauf herum gesammelt wird. Etwa auf Höhe des Silozylinders ist zentral im Silo ein dachförmiger Abweiser installiert, über den das Wasser nach außen auf die Konuswand geleitet wird. Während die Scherben nach innen zum Abzugsrohr rutschen, läuft so das Wasser am Konus nach unten in den Ringraum. Von hier wird das gesammelte Wasser in das vorhandene Scherbenwassersystem des Werkes geleitet.

2.3. Darstellung der Umsetzung des Vorhabens

Zur Realisierung des Vorhabens wurde, wie bei jedem Großprojekt der Ardagh Glass GmbH, vorgegangen. Klare Anweisungen gemäß Managementsystem (Projektmanagement) beschreiben, wie dabei vorzugehen ist (Bild 8).

5046 VA 0 EHS Datum: 06.11.2013 Seite: 1 von 2		Verfahrensanweisung Projektmanagement			ArdaghGroup 
Nr.	Schritt / Regelung	Durchführungsverantwortung	Mitwirkungsverpflichtung	Notwendige Informationen	Erzeugte Informationen
1	Projektspezifikation Aufgabenstellung und Projektziel	Auftraggeber			Projektauftrag

Bild 8: Auszug aus dem integrierten Managementsystem – Verfahrensanweisung Projektmanagement

Die Leitung des Projektes übernahm der Betreiber der Glasschmelzöfen und Abteilungsleiter des Bereiches Glastechnologie, Herr Wolfgang Cieleback. Als allererstes wurde gemeinsam mit Fa. INTERPROJEKT ein Ideenkonzept zum Vorhaben erstellt, d.h. das Ziel und die Aufgabenstellung wurde analysiert, abgrenzt und klar festgelegt. Parallel dazu und werksintern wurden alternative Lösungen sowie die internen Ersatzteilbestände geprüft, um daraus resultierend einen Auftrag zu formulieren. Außerdem wurden zur Prüfung der Umwelt-, Energie- und Arbeitssicherheitsrelevanz die entsprechenden Stabsstellen informiert und in den weiteren Ablauf mit eingebunden.

Die Gefahr einer nachteiligen Beeinflussung des laufenden Glasproduktionsprozesses und der regulären sowie rechtskonformen Betriebsweise bei der Umsetzung des Vorhabens wurde frühzeitig unter Einbindung der zentralen Fachabteilung Umwelt und Arbeitssicherheit (EHS =Environment, Health & Safety) als auch des internen Riskmanagers, geprüft und konnte von Anfang an ausgeschlossen werden. Dies nicht zuletzt auch aufgrund der vom Produktionsbetrieb unabhängigen Installation der *frozen-cullet*-Anlage.

Die einzigen Risiken dieser neuen Anlage lagen lediglich in den der Auslegung zu Grunde liegenden Annahmen, die getroffen werden mussten. Diese waren insbesondere die Wärmeübergangskoeffizienten im Wärmetauscher, der Eis/Wassergehalt der Scherben und der Strömungswiderstand im Scherbensilo sowie die Wärmenutzung im Silo. Wenn die heiße Luft nur die Temperatur der Scherben erhöht, diese aber noch immer unter Null Grad geblieben wäre, so wäre das Wärmeangebot nicht mehr zum Schmelzen des Eises ausreichend gewesen. Zudem war auch die doch recht geringe Temperatur der heißen Luft ein Risiko. Aus Emissionssicht bestanden keine Risiken, da es sich hierbei lediglich um eine Form der Energieübertragung und der Umwandlung von Schnee, bzw. Eis zu Wasser handelte.

Überschlägige konservative Berechnungen zeigten aber das grundsätzlich vorhandene Potenzial der geplanten Anlage. Deshalb sollte auf jeden Fall eine derartige Anlage gebaut und erprobt werden. Es gab zudem noch einige Möglichkeiten an dem Ofen, den Wärmeinhalt der heißen Luft weiter zu erhöhen. Zum Beispiel war an der Rauchgasleitung

noch genügend Platz für weitere Wärmetauscher. Das Risiko war daher als gering einzuschätzen.

Die allgemeine Projektfreigabe erfolgte durch die Geschäftsleitung. Die Ardagh Glass GmbH versorgt sich aufgrund der Ardagh Group Konzernstrukturen weder mit Geld von nationalen Geschäftsbanken noch finanziert sie Investitionsvorhaben über Kredite, sondern ausschließlich über das sog. CAPEX-Verfahren.

Alle Investitionsvorhaben der Ardagh Group werden zentral von der Konzernverwaltung aufgaben- und projektbezogen zugewiesen. Dabei wird in jeder Region und in jedem Bereich mittels der Payback-Methode entschieden, wie die knappen Mittel bestmöglich verteilt werden können. Insofern herrscht unter den Tochtergesellschaften ein gewisser Konkurrenzkampf, und jeder Bereich, jede Region, jedes Werk kalkuliert seine Investitionsvorhaben extrem knapp, um gute Chancen zu haben, bei der Konzernmutter eine positive Rückmeldung über die Bewillung der Gelder zu erhalten.

Zur Unterstützung und letztendlich Realisierung dieser innovativen Idee wurden daher Fördermitteln über das BMU-Umwelt-Innovationsprogramm beantragt, um einen positiven Bescheid der Konzernmutter zu bekommen. Dadurch war es letztendlich erst möglich, die Technologie erstmalig zu installieren und die Idee von der Theorie in die Praxis umzusetzen.

Im Weiteren wurde intern eine Projektgruppe gegründet und die anstehenden Aufgaben und Verantwortlichkeiten festgelegt (u.a. Antrag auf Fördermittel). In gemeinsamen Projektplanungsmeetings fand die Grobplanung für Zeit, Ressourcen und dem Budget statt.

Der Antrag zum Projekt wurde durch die Ardagh Glass zentral agierende EHS-Abteilung erstellt und bei der KfW eingereicht. Parallel dazu erhielt das Umweltbundesamt als technisch prüfende Stelle, eine Projektskizze, die in enger Zusammenarbeit mit der Abteilung Glastechnologie erstellt wurde.



Zeitaufwendig im Zuge der Antragstellung war das Beibringen der erforderlichen Dokumente seitens der werkübergreifenden und ausländischen Unternehmensleitung, insbesondere der jeweiligen Banken. Die Ardagh Group ist ein weltweit agierender Konzern mit operativen Stammsitz in Paris. Die Regularien und Formulare zur Beantragung von Fördermitteln differieren zwischen der EU und den jeweiligen landesspezifischen Vorgaben. Die Kenntnis und der Kontakt zu den entsprechenden Ansprechpartnern und relevanten Stellen im Unternehmen sind von besonderer Wichtigkeit für das Beantragen von Fördermitteln.

Nach Vorlage aller erforderlicher Dokumente und Bestätigung der Vorhabensförderung seitens des Bundesministeriums für Umwelt, Natur und Reaktorschutz (siehe Anhang, Kap. 6) als auch der KfW konnte konkret mit den Arbeiten und Ausführungen zum Projekt begonnen werden.

Dazu gehörten u.a.:

- Vorbereitung des Scherbensilos
- Vorbereitung der Baustelle, Aufstellung der notwendigen Gerüste
- Anlieferung der erforderlichen Materialien, Bauteile und Werkzeuge
- Einweisung und Unterweisung der Fremdfirmenmitarbeiter
- Montage des Warmluftsammlers inkl. der Rohrleitungen und des Ventilators
- Elektrische Anbindung
- Montage des 1. Wärmetauschers (Rekuperator zur Aufheizung der warmen Luft)
- Montage und Isolierung der Heißluftleitung
- Montage des 2. Wärmetauschers im Scherbensilo (Abgabe der Wärme an die Scherben)
- Probelauf und Inbetriebnahme.

Basierend auf der langfristigen und sorgfältigen Planung im Vorfeld sowie den langjährigen Erfahrungen des am Projekt beteiligten Unternehmens, wurde das Vorhaben dem Zeitplan entsprechend und antragsgerecht umgesetzt.

Bild 9 - 12 zeigen in zeitlichen Abständen den Fortschritt des Vorhabens vor Ort.



Bild 9: Startphase – Beginn der Arbeiten: Montage des Warmluftsammlers über dem Regenerator bereits erfolgt, Entfernen der Isolierung am Abgaskanal zur Montage des 1. Wärmetauschers



Bild 10: Installation des Warmluftsammlers (rechts im Bild), des 1. Wärmetauschers und des Gebläses für den Wärmetransport beendet



Bild 11: Installation des Warmluftsammlers ist beendet, Ansicht von der anderen Seite



Bild 12: Zustrom der heißen Luft ins Scherbensilo im Gemengehaus über isolierte Leitung

Mit eintretendem Winterwetter erfolgte im November 2012 ein erster Probelauf der errichteten Energieeffizienz-Anlage „frozen cullet“. Am Prozess der Glasherstellung, d.h. am Einsatz von recycelten Scherben, Gesamtscherbenanteil, Temperaturen der Glasschmelze, geschmolzene Glastonnage etc. wurde in dieser Zeit nichts verändert.

Die Aufzeichnung der relevanten Prozessparameter (Temperaturen vor und nach Silo, Glastonnage, Feuchtigkeit der Scherben etc.) wurden vom Betreiber, d.h. den Kollegen der Abteilung Glastechnologie vorgenommen und in einer Tabelle zusammengeführt, so dass eine Auswertung und Korrelation(en) schnell und einfach möglich war. Bereits nach kurzer Zeit waren erste Hinweise auf Erfolg erkennbar.

Zitat einer der herausragenden Meldungen am Beispiel Feuchtigkeit: *„...Es ist so, dass wir im Schnitt den Eintrag von gut 130 ltr Wasser pro Stunde(!) in unseren Prozess verhindern, genial! Dieser Effekt ist mit Abstand der wichtigste und wertvollste für die Glashütte: Keine verstopften Bunker oder Einlegemaschinen, kein Stress auf Bändern und in Becherwerken. Keine Probleme mit Verklumpungen und Verbackungen, keine Einschlüsse durch klumpiges Rohmaterial. Scherben wie im Sommer!“,* so W. Cieleback, Abteilungsleitung Glastechnologie am 16.01.2013.

Weitere Auswertungen ergaben das Gesamtbild: frozen cullet ist ein Erfolg! Ausführliche Ergebnisse sind im Kapitel 2.5 und 3 dieses Berichtes zu finden.

2.4. Behördliche Anforderungen

Bei dem Vorhaben ging es ausschließlich um die Frage der energetischen Nutzung von Abwärme an einer bestehenden Anlage. Änderungen an der Anlage in Bezug auf ihre Lage, Beschaffenheit oder den Betrieb, z.B. in Form des Einsatzes neuer Stoffe oder bauliche Änderungen sind nicht erforderlich gewesen. Somit ergaben sich mit dem Projekt keinerlei nachteilige Änderungen auf die in §1 Bundesimmissionsschutzgesetz (BImSchG) genannte Schutzgüter. Resultierend daraus ergaben sich keine neuen behördlichen Anforderungen oder Änderungen hinsichtlich Grenz- bzw. Genehmigungswerten. Das für den Standort zuständige Umweltamt, in diesem Fall das Staatliche Gewerbeaufsichtsamt Hannover, wurde über das Vorhaben und dessen Umsetzung unterrichtet und war somit eingebunden. Auf der Seite des BMU erschien im Vorfeld eine offizielle Mitteilung (Bild 13):



Bild 13: Auszug aus der Veröffentlichung des Vorhabens auf der Seite des Umweltministeriums

2.5. Erfassung und Aufbereitung der Betriebsdaten

Die Ardagh Glass GmbH erfasst die Betriebsdaten aller Standorte über ein zentrales Kontroll- und Finanzsystem (Abteilung: Controlling und Finanzbuchhaltung). Hier fließen sowohl technische als auch finanzielle Daten zusammen. Die Auswertung der Betriebsdaten zum Versuch gestalteten sich somit unkompliziert.

In der technischen Abteilung Glastechnologie wurde im Rahmen des Versuches der Parameter Feuchtigkeit als auch die Temperatur des eingesetzten Altglases sowie die Frequenz des Gebläses neu aufgenommen und in regelmäßigen Abständen erfasst. Der finanzielle Aufwand dafür war gering und die Technik recht simpel. Über ein im Scherbenstrom befindliches, für Schüttgüter geeignetes Thermometer, wurde die Temperatur der Scherben bestimmt. Mittels einer einfachen konventionellen Trocknungsvorrichtung (umfunktionierte Bratpfanne) wurde der Gewichtsunterschied vor/nach Trocknung ermittelt und daraus die Feuchtigkeit prozentual errechnet. Die Frequenz wurde am Gebläse händisch über einen Potentiometer-Regler eingestellt.

Um den Versuch ausreichend bewerten zu können wurden täglich folgende Parameter aufgenommen:

- Produziertes Glas (Tonnage) in t/24h
- Temperaturen an diversen Messstellen in °C
- Frequenz des Gebläses in Hz
- Eingesetzte Gasmenge an der Glasschmelzwanne in Nm³/h
- Scherbenfeuchte in % ermittelt mittels Gewichtsverlust durch Trocknung

Dafür wurden Temperaturmessstellen an folgenden Positionen eingerichtet:

- M01 = vor dem Wärmetauscher
- M02 = nach dem Wärmetauscher
- M03 = Eintritt in den Bunker (Silo)
- M04 = Austritt aus dem Bunker (Silo)
- M05 = Scherben auf der Rinne Bunkereinlauf
- M06 = Scherben auf der Rinne Bunkerauslauf

Die Dokumentation und Auswertung aller Daten erfolgte über eine excel-Datei.

		Temperaturen Scherbenvorwärmung																
		Mittelwerte	265,2	369,1	367,9	261,9	56	118	106	24	3	14	27	20	1637	1,7	1,0	0
		[t/h]	[t/h]	[t/h]	[t/h]	[t]	[°C]	[°C]	[°C]	[°C]	[°C]	[°C]	[°C]	[t/h]	[t/h]	[t/h]	[t/h]	[t/h]
Datum	Uhrzeit	Versorgung [t/h]	Wannen Tonnagen [t]	Wannen Tonnagen [t]	Σ Tonnage	Σ Scherben beheiztes Silo	Temp. M01	Temp. M02	Temp. M03	Temp. M04	Außentem- peratur	Temperatur Scherben Siloeingang	Temperatur Scherben Siloausgang	Frequenz Gebläse	Gasmenge [t/h]	Scherbenfeuchte Silo Eingang	Scherbenfeuchte Silo Ausgang	Δ So- Heiz
11.01.13	11:30	3+4	251,4	369,4	620,8	440,8	55,0	109,7	100,1	22,4	-1,2	14,8	25,9	20	1430	2,4	1,4	
14.01.13	12:30	3+4	269,0	369,7	638,7	453,5	55,3	105,5	95,5	21,0	-5,0	14,0	31,4	20	1540	1,6	0,9	
16.01.13	09:00	3+4	269,0	370,3	639,3	453,9	53,5	119,5	105,6	20,8	-4,1	19,6	34,1	20	1630	1,9	1	
17.01.13	09:00	3+4	269,0	371,4	640,4	454,7	54,2	113,8	103,1	21,0	-2,0	17,5	20,6	20	1610	1,8	1,5	
18.01.13	09:00	3+4	268,9	372	640,9	467,9	56	118,1	106,7	23,6	-3,01	17,1	31,8	20	1650	2,2	1,6	

Bild 14: excel-basierte Datenerfassung

3. Ergebnisse

Während der Versuchsdurchführung stellten sich neben mehreren Nebeneffekten vor allem 3 Haupteffekte ein:

Effekt 1 (Eis schmelzen):

Durch den Einsatz von „Frozen cullet“ wird an den Scherben anhaftender Schnee, Eis und kaltes Wasser deutlich erwärmt. Dadurch wird vermieden, dass dieses in die Anlagenbereiche der Glashütte, wie Mengenanlage und Transportwege zu den Schmelzwannen gelangt und Störungen hervorruft (Bild 15).

=> schnee- und eisfreie Scherben



Bild 15: kein Schnee und Eis mehr in den Anlagen

Effekt 2 (Scherbenerwärmung)

Zusätzlich zu Effekt 1 werden die Scherben mittels der neuen Abwärmenutzung vor Zugabe in die Schmelzwanne um rd. 24K im Vergleich zur Außentemperatur erwärmt. Das hat zur Folge, dass diese Wärmemenge beim Einschmelzen der Scherben im Ofen bereits vorhanden ist und nicht zusätzlich aufgebracht werden muss. Dies geht somit als ein direkter Energieeinspareffekt positiv in die Energiebilanz der Wanne ein. Im Gegensatz zum IST Betrieb wird nun während der Wintermonate die Schmelzwärme für das in den Fremdscherben enthaltenen Eis nicht mehr über die Erdgasfeuerung der Schmelzwanne, sondern über die neue Abwärmenutzung eingebracht.

Die gemessenen Werte an den Temperaturmessstellen des Siloauslaufs wurden mit der Außentemperatur gegenübergestellt (Bild 16). Hieraus geht klar hervor, dass von Anbeginn des Projektes, eine erhebliche Erwärmung der Scherben durch den Einsatz frozen cullet realisiert werden konnte.

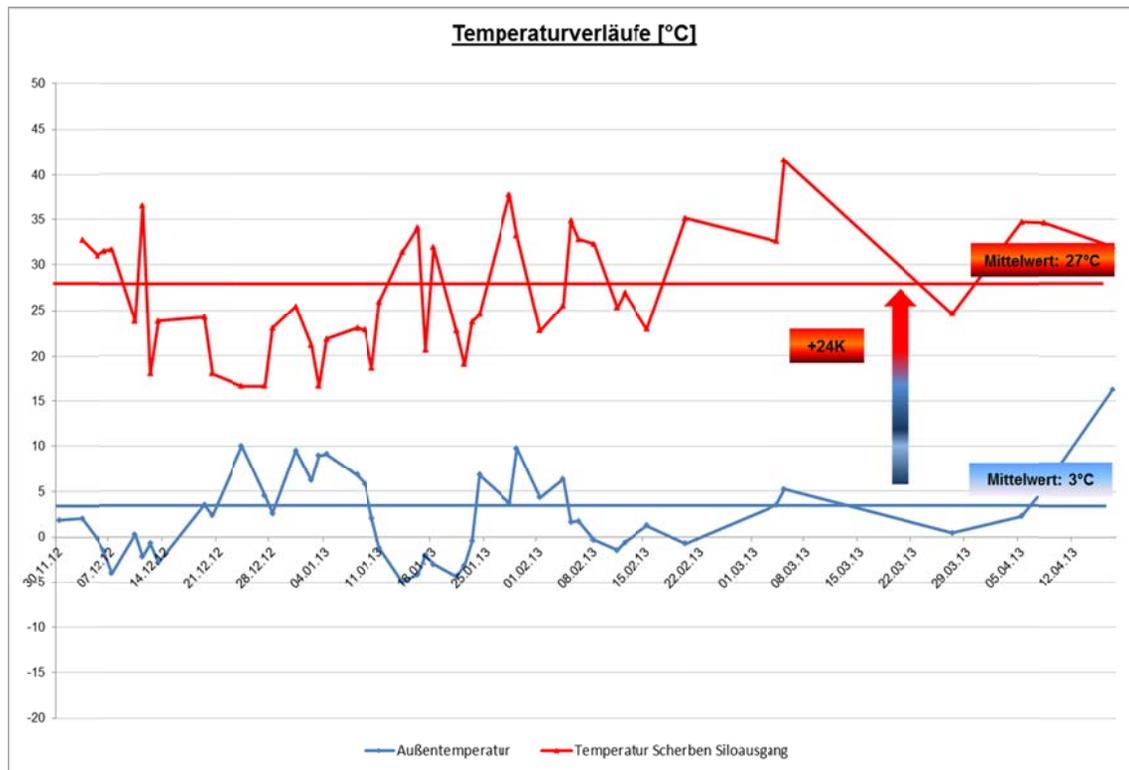


Bild 16: Außentemperaturen und Scherbensiloausgang

Effekt 3 (Reduzierung Wartungsaufwand)

Die bereits beschriebenen Verstopfungen und Verklumpungen im Gemengevorwärmer und den anderen Anlagenbereichen im Winter durch Eis und Schnee mussten bislang laufend manuell beseitigt werden. Dieser Mehraufwand ist mit Umsetzung des Projektes nicht mehr notwendig. Die Gemengevorwärmung konnte in den Wintermonaten 2012/2013 ohne eine einzige Unterbrechung durchgeführt werden.



Bild 17: keine verstopften Vorwärmer und Anlagen mehr

Hierdurch reduziert sich vor allem der Wartungs- und Störungsbeseitigungsaufwand erheblich. Der Anlagenverschleiß wird dabei ebenfalls langfristig gemindert.

Nach dieser ersten Heizperiode ergab sich kein nennenswerter Materialverschleiß an den Einbauteilen der frozen cullet. Die Gassen des Wärmetauschers und die anderen Teile benötigten nach einer Saison noch keine Instandhaltungsarbeiten.

Nebeneffekt 1 (Reduzierung der Schwankungsbreite Scherbenfeuchtigkeit)

Ein interessanter und weiterer sehr wichtiger Effekt ist die Möglichkeit der Minimierung des Wassergehaltes in den Scherben auf ein bestimmtes Maß. Bislang war der Feuchtigkeitseintrag durch an den Scherben anhaftendes Wasser abhängig von der aktuellen Witterungslage und somit nicht regulierbar. Heute besteht durch geschickte Anpassung der frozen cullet, die Möglichkeit, nicht nur eine geringere sondern auch eine relativ konstantere Feuchtigkeit einzustellen. Damit reduziert sich die Schwankungsbreite und es ergibt sich somit ein gezielt einstellbarer, relativ gleichmäßiger Feuchtigkeitshaushalt in den Scherben. Diese Vergleichmäßigung reduziert den Einfluss des Parameters Wasser im Ofenraum und bewirkt damit eine Stabilisierung des Glasschmelzprozesses. Bild 18 zeigt den Vergleich der Feuchtigkeit Scherbenbunkerein- und -auslauf.

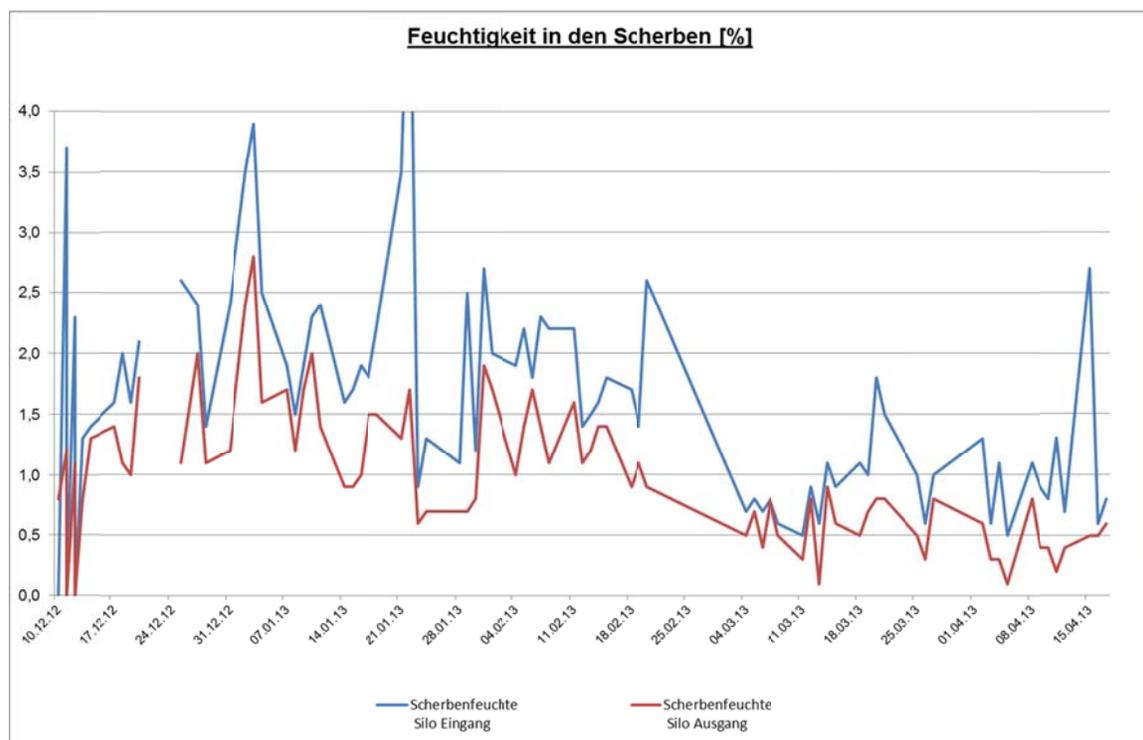


Bild 18: Verlauf Feuchtigkeitsmessung am Scherbensilo ein- und -auslauf

Nebeneffekt 2 (Abfallvermeidung)

Bis dato wurden die anfallenden Verklumpungen und Verstopfungen an Gemengerohstoffen aus den Anlagenbereichen und dem Vorwärmer während des erzwungenen Stillstandes herausgearbeitet und waren im Schmelzprozess aufgrund ihrer Beschaffenheit (harte, inhomogene Brocken) nicht wieder einsetzbar. Sie mussten zwangsläufig entsorgt werden. Diese Mengen fallen nun mit Betrieb der frozen cullet nicht mehr an und gehen somit positiv in die Abfallbilanz mit ein.

3.1. Bewertung der Vorhabensdurchführung

Das Projekt „frozen cullet“ konnte sehr erfolgreich umgesetzt werden und hat sich im 8-monatigen Dauerbetrieb uneingeschränkt bewährt. Es entstanden und entstehen keinerlei nachteilige Umweltauswirkungen.

Die erwartete Energieausbeute, als auch die hierdurch verursachte CO₂ Reduzierung, wurde um das 4-fache übertroffen. Dementsprechend gleich hoch ist die damit verbundene Umweltentlastung.

Das Handling der Anlage läuft problemlos, die Glasherstellung wird an keiner Stelle negativ beeinflusst. Witterungsbedingte Produktionsstörungen gehören der Vergangenheit an, d.h. sind vollständig beseitigt. Zusätzlicher Personalaufwand ist für den Betrieb nicht notwendig.

Sicherlich gestaltete sich die Durchführung des Vorhabens nicht an jeder Stelle ganz einfach und problemlos. Das lag nicht zuletzt daran, dass Projekte nur sehr selten über ein Fördervorhaben umgesetzt werden (können). Mit der Umsetzung durfte zudem erst begonnen werden, sofern die Zustimmung durch die Kfw vorlag, was doch an der einen oder anderen Stelle die internen Abläufe durch Wartezeiten zum vorübergehenden Stillstand zwang.

Alles in allem ist es durch sehr gute Kommunikation, frühzeitige und regelmäßige Absprachen intern als auch mit dem Lieferanten sowie einem verständnisvollen Umgang miteinander gelungen, dass insgesamt keine Verzögerungen im zeitlichen Verlauf als auch keinerlei ernsthafte Komplikationen eingetreten sind. Das Vorhaben konnte wie geplant umgesetzt werden, was u.a. einer der Gründe für die erfolgreiche Durchführung des Projektes gewesen ist.

Darauf hingewiesen werden soll an dieser Stelle, dass die Erstellung des Abschlussberichtes eines nicht unerheblichen Zeitaufwands bedurfte. Es ist nicht vorgesehen, (ohnehin im Unternehmen vorhandene) Präsentationsfolien einzureichen. Der gesamte Bericht hat in der

vorgegebenen Art und Weise, d.h. als formeller Bericht zu erfolgen. Hierfür sollte eine Zeit von ca. 1-2 Wochen mit 1 Person Vollzeit einkalkuliert werden. Bereits im Vorfeld sollte sorgfältig abgeschätzt werden, ob dies in den täglichen betrieblichen Abläufen realisierbar ist.

3.2. Stoff- und Energiebilanz

Die mit der Anlage frozen cullet gewonnene Gesamtleistung beträgt rd. 190 kW. Das entspricht einer CO₂-Einsparung von 334 Jahrestonnen. Auf Basis des bestimmten Feuchtegehalts der Scherben wurden täglich rd. 4.000 Liter den Scherben anhaftendes Wasser entzogen.

Übersicht:

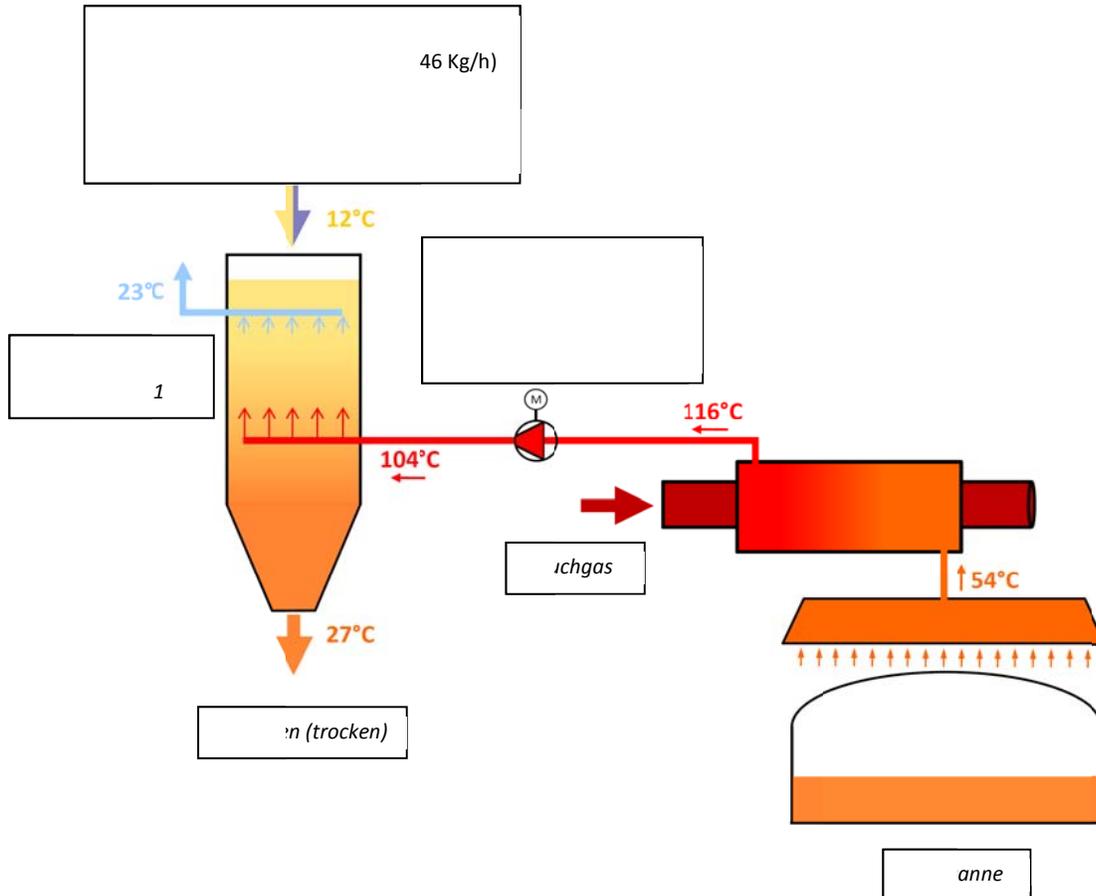
1.	Gewonnene Leistung	P ≈ 190 kW
2.	CO ₂ -Einsparung	334 t/a
3.	Wasser Reduzierung	166,5 ltr/h = 3.996 ltr./d
4.	Vorwärmkapazität	457 t Altglas pro Tag

Der hier betrachtete Glasschmelzofen (Anlage = Best Available Technique = BAT) bietet aufgrund seiner bereits vorhandenen Abwärmenutzungseinrichtungen wie der Regenerativkammern und Gemengevorwärmung, weitaus geringere Energienutzungspotentiale als die allermeisten Schmelzöfen in der Glasindustrie. Die Energieausbeute an einer konventionellen Wanne wird daher deutlich höher, d.h. auf mindestens 400 kW geschätzt.

Auf den folgenden beiden Seiten wurde von Fa. Interprojekt eine ausführliche Bilanzierung zum Versuch durchgeführt.

Energiebilanz Scherbenvorwärmer

Ardagh Glass, Werk Nienburg



1. Betriebswerte:

Die Betriebswerte des Wärmetauschers und des Scherbenvorwärmers ergeben sich aus der Mittelung aller gemessenen Werte im Zeitraum vom 03.01.2013 bis zum 20.02.2013.

Betriebspunkt Gebläse:

Frequenz:	25 Hz
Drehzahl:	1494 min ⁻¹
Leistung:	12,7 kW
Δp:	23,5 mbar

Betriebsdaten Wärmetauscher(Sekundärkreislauf):

Temp. Eintritt:	54 °C
Temp. Austritt:	116 °C

Betriebsdaten Scherbenvorwärmer:

Heißluft Temp. Eintritt:	104 °C
Heißluft Temp. Austritt:	23 °C
Scherben Temp. Eintritt:	12 °C
Scherben Temp. Austritt:	27 °C
Wasser in Scherben:	3,996 t/d

2. Ermittlung \dot{V}_N / \dot{m} Heißluft:

Anhand des Gebläsedigramms ($\Delta p/Q_v/P$) wurde ein Betriebsvolumenstrom von $3,6\text{m}^3/\text{s}$ abgelesen. Genormt ergibt sich ein Volumenstrom von:

$$\dot{V}_N(273\text{K})= 9.095 \text{ m}_N^3/\text{h}$$
$$\dot{m}= 11.714 \text{ kg/h}$$

3. Berechnung \dot{Q} / P Wärmetauscher:

Unter Einbeziehung des Volumenstromes der Angesaugten warmen Luft, sowie der Eintritts- und Austrittstemperatur am Wärmetauscher errechnet sich folgender Wärmestrom vom Rauchgas in den Heißluftstrom zum Scherbenvorwärmer:

$$\dot{Q}= 175.863 \text{ kcal/h}$$
$$P\approx 204 \text{ kW}$$

4. Berechnung \dot{Q} / P Scherbenvorwärmer, anhand des Energieverlustes der Heißluft:

Unter Einbeziehung des Volumenstromes der angesaugten warmen Luft, welche im Wärmetauscher weiter erhitzt wurde, sowie der Ein- und Ausgangstemperaturen am Scherbenvorwärmer ergibt sich folgender Wärmestrom von der Heißluft in die Scherben sowie dem Wasser(Schnee/Eis):

$$\dot{Q}= -228.554 \text{ kcal/h}$$
$$P\approx -265 \text{ kW}$$

5. Berechnung \dot{Q} / P Scherbenvorwärmer, anhand der Energieaufnahme der Scherben sowie der Energiebedarf zum Erwärmen und Verdunsten des Wassers:**5.1 Berechnung \dot{Q} Scherben:**

Anhand der Temperaturdifferenz der Scherben am Ein- bzw. Austritt des Scherbenvorwärmers, lässt sich folgender Wärmeübergang in die Scherben errechnen:

$$\dot{Q}= 57.138 \text{ kcal/h}$$

5.2 Berechnung \dot{Q} Wasser:

Wasser welches über die Scherben mit ins Silo getragen wird, geht in den Mengenstrom der Heißluft über und wird mit dieser raus getragen. Somit findet eine Befeuchtung der Luft, sowie eine Erwärmung des Wassers statt, mit Hilfe des Mollier- Diagramms lässt sich die dafür benötigte Wärmeenergie berechnen:

$$\dot{Q}= 116.550 \text{ kcal/h}$$

5.3 Berechnung \dot{Q} / P Scherbenvorwärmer

Addition ergibt die benötigte Wärmeenergie und Leistung des Scherbenvorwärmers:

$$\dot{Q}= 173.688 \text{ kcal/h}$$
$$P\approx 201 \text{ kW}$$

3.3 Umweltbilanz (bei Klimaschutzvorhaben: stets Angabe der CO₂-Reduzierung (t/a, t/je t Produkt))



Die zur Verfügung gestellte Heizleistung wird ohne jegliche Aufwendung von Primärenergieträgern erschlossen. Es wird ausschließlich die ansonsten ungenutzte Abwärme (über dem Glasschmelzofen) verwendet. Das bedeutet, dass das Verfahren keinerlei zusätzlicher umweltrelevanter Ressourcen bedarf. Es wird vorhandene freie Energie abgeführt, um sie an anderer Stelle zu nutzen und damit Prozessenergie einzusparen. Das ist einhergehend mit einem 100% Umweltvorteil.

Die neu entwickelte Technologie kann grundsätzlich in jedem Glasschmelzbetrieb und darüber hinausgehend in jeder energie- und abwärmeintensiven Industrie angewandt werden.

Die wesentlichen Vorteile liegen in der Energieeinsparung und der damit verbundenen CO₂-Minderung. Entgegen der anfangs noch prognostizierten Einsparung von 80 t/a konnte eine mehr als viermal so hohe CO₂ Reduzierung von 334 Tonnen p.a. erzielt werden.

Diese ergibt sich aus:

Leistung „frozen cullet“: 202 kW

./. Verbrauch für die Wärmetauscher: 13 kW

= Leistungsgewinn: 189 kW => 5.960 GJ \triangleq 334 t CO₂ Reduzierung pro Jahr.

Diese ist vergleichbar mit der Abgasmenge von 208 PKWs jährlich:

208 x



3.4. Konzeption, Durchführung und Ergebnisse des Messprogramms

Ein gesondertes Messprogramm war nicht erforderlich und wurde daher nicht aufgestellt. Zusätzlich aufgenommen wurden lediglich die Temperatur und Feuchtigkeit der Scherben. Alle anderen Parameter waren und sind Bestandteil der täglichen Prozesskontrolle.

Die Aufnahme der Daten begann nach Inbetriebnahme der Anlage. Die Variation in Bezug auf die Ventilatorleistung, also die Menge an warmer Luft, die über der Wanne aus in die Scherben geführt wird, wurde empirisch vorgenommen. Eine Mindestfeuchtigkeit der Scherben und Rohstoffe ist prozessbedingt erforderlich.

3.5. Wirtschaftlichkeitsanalyse

Der Ausfall eines einzigen Gemengevorwärmers bei Ardagh Glass in Nienburg bedeutet 65.000€ allein durch den entstehenden Energieverlust.



Die einmalig aufgewendete Investition für das Vorhaben betrug 150.000€. Die dabei eingesparte Energie (7ct/kWh) belief sich auf insgesamt 116.000€ pro Jahr. Unter Berücksichtigung der vermiedenen Glasfehler von insgesamt 30.000€ pro Jahr sowie vermiedener Reinigungsarbeiten von ca. 25.000€ pro Jahr ergab sich ein positives Ergebnis von 21.000€ im 1. Jahr und von zukünftig 171.000€ in jedem Folgejahr. Die Amortisationszeit betrug damit 10 Monate.

Übersicht zur Kostenbetrachtung:

1. Aufgewendete Investition	€ 150.000 (einmalig)
2. Eingesparte Energie, 7ct/kWh	€ 116.000 (pro Jahr)
3. Vermiedenen Glasfehler ca.	€ 30.000 (pro Jahr)
4. Vermiedene Reinigungsarbeiten ca.	€ 25.000 (pro Jahr)
Ergebnis im 1. Jahr	+ € 21.000
Ergebnis in jedem Folgejahr	+ € 171.000

Amortisationszeit: 10 Monate

3.6. Technischer Vergleich zu konventionellem Verfahren

Moderne Glasschmelzwannen sind üblicherweise mit einer regenerativen Wärmerückgewinnung (Vorwärmung der Verbrennungsluft) und potentiell mit einem Gemengevorwärmer ausgestattet. Hierdurch werden dem heißen Wannenabgas bereits große Teile der enthaltenen Wärmeenergie entnommen. Dies entspricht dem Stand der Technik in Europa /4/.

Völlig neu und bislang in der Glasindustrie weltweit ungenutzt ist der Ansatz, nicht nur die Abgaswärme zurückzugewinnen, sondern ebenfalls die nicht vermeidbaren Verluste durch die Strahlungswärme der Glasschmelzwanne zu erschließen. Diese Wärmeverluste führen derzeit zu einer nicht gewünschten und nicht notwendigen Aufheizung der Produktionshallen und letztlich zur ungenutzten Wärmeabfuhr über Dach.

Die Abwärmenutzung an einer Glasschmelzwanne ist in dieser Form neu und in Nienburg erstmalig erprobt worden. Sie bietet ein großes Potential an Möglichkeiten, vor allem da die Nutzung der Wärme indirekt, d.h. mit reiner Luft erfolgt, d.h. ohne den Kontakt mit den Inhaltsstoffen des Abgases (Stäube). Im Vergleich zu einer herkömmlichen Kraft-Wärme-Kopplungsanlage (KWK), welche den direkten Kontakt mit dem Abgasstrom nutzt, ergeben sich aus der indirekten Nutzung keinerlei Risiken durch staubförmige Einflüsse. So sind bereits weitere neue Ansätze bei Ardagh Glass in Nienburg in Planung, auch andere Bereiche im Werk mit Abwärme der Schmelzwanne(n) auf diese Art und Weise zu beheizen.

Die hier beschriebene Technologie zur Energierückgewinnung wurde weltweit erstmalig in dieser Form gebaut und erfolgreich umgesetzt. Der Patentschutz seitens des Projektpartners Interproject wird angestrebt, entsprechende Anmeldungen sind bereits erfolgt.

Glasschmelzwannen herkömmlicher Bauart bieten aufgrund der höheren Wärmeverluste für das hier angewandte Verfahren noch deutlich höhere Potentiale und damit ein rund doppelt so hohes Energierückgewinnungspotential.

Die gewonnene (Wärme-)Leistung wird hier zur Vorkonditionierung von Altglas eingesetzt. Es sind aber auch vielfältige alternative Anwendungsformen denkbar, wie z.B. die Beheizung von Hallen oder Gebäuden.

Das Prinzip als auch die Technologie lassen sich nicht nur auf die Glasindustrie, sondern auf alle (ab-)wärmeintensiven Industriezweige übertragen. Der Erfolg des Vorhabens ist somit nahezu unermesslich und in jeder Hinsicht grenzenlos übertragbar.

4. Empfehlungen

4.1 Erfahrungen aus der Praxiseinführung

Neben den positiven Haupteffekten wurden auch Nebeneffekte festgestellt. So wird durch „frozen cullet“ der Eintrag von Wasser in die heißen Glasschmelzwannen im Winter um 3.996 ltr. pro Tag reduziert. Das entspricht vergleichsweise einer Menge von 25 Aquarien, die jeweils mit 160 Liter Wasser gefüllt sind. Diese Menge an Wasser gelangt erst gar nicht mehr in den Prozess und braucht somit auch von nun an nicht mehr mit erwärmt zu werden. Das tauende Wasser wird aus dem Silokonus nach unten in das Abwassersystem des Werkes abgeführt. Diese Menge war allerdings sehr gering, da ein Großteil des Tauwassers bereits im Silo verdunstet ist.



Bild 19: Reduzierung des Wassereintrages

Auch in den Sommermonaten besteht die Möglichkeit, Abwärme von der Glasschmelzwanne abzuziehen und damit die Scherben zu erwärmen. Somit kann der energetische Vorteil ganzjährig genutzt werden.

4.2 Modellcharakter (Verbreitung und weitere Anwendung des Verfahrens/ Anlage/ Produkt)

Die Ausführungen sind speziell auf Behälterglasstandorte mit freilagernden Scherben direkt übertragbar. Für Glaswerke, die zudem mit mehreren Glasschmelzwannen ausgestattet sind, sind die beschriebenen Potentiale entsprechend multiplizierbar.

Die hier beschriebene Technologie zur Energierückgewinnung wurde weltweit erstmalig in dieser Form gebaut und erfolgreich umgesetzt. Der Patentschutz wird angestrebt, entsprechende Anmeldungen sind bereits erfolgt.

Glaswannen normaler bzw. einfacher Bauart bieten für das hier angewandte Verfahren noch

deutlich höhere Potentiale und damit ein rund doppelt so hohes Energierückgewinnungspotential.

Die gewonnene (Wärme-)Leistung wird hier zur Vorkonditionierung von Altglas eingesetzt. Es sind aber auch vielfältige alternative Anwendungsformen denkbar, wie z.B. die Beheizung von Hallen oder Gebäuden.

Das Prinzip als auch die Technologie lassen sich nicht nur auf die Glasindustrie sondern auf alle (ab-)wärmeintensiven Industriezweige übertragen. Der Erfolg des Vorhabens ist somit nahezu unermesslich und in jeder Hinsicht grenzenlos übertragbar.

4.3 Zusammenfassung

Recyclingscherben werden in den Glashütten auf Freiflächen gelagert bevor sie in Silos zum Einsatz kommen und in Glasschmelzöfen eingeschmolzen werden. Im Winter sammeln sich Schnee, Regenwasser und Eis auf den Scherben, stören damit alljährlich die Betriebsabläufe und erhöhen den Energieverbrauch der Glashütten zum Einschmelzen der Scherben.

Durch die Erschließung des vorgenannten Wärmepotentials mit dem neuen Verfahren „frozen cullet“ können die im Glasschmelzprozess zum Einsatz kommenden Recyclingscherben im Winter enteist, vorgeheizt und teilweise getrocknet werden. Entsprechend weniger Energie ist für das Einschmelzen der Scherben im Glasofen erforderlich. Dabei wird zudem weniger Feuchtigkeit in den Prozess eingebracht als bislang. Außerdem ist der Feuchtigkeitseintrag regulierbar was gleichzeitig zu einer Verbesserung der Prozessstabilität führt. Neben dem dem Energieeinsparungseffekt erbringt frozen cullet zusätzlich eine Vermeidung von früher laufend notwendigen Stillstands- und Wartungsarbeiten.

FROZEN CULLET IST EIN ERFOLG!



5. Literatur / Quellenverzeichnis

- /1/ Mehr Informationen unter: www.friendsofglass.co.uk oder www.friendsofglass.com/de
- /2/ Mehr Informationen unter: www.bvglas.de
- /3/ Zum Gemengevorwärmer: <http://www.cleaner-production.de/projekte-publikationen/projekte/steine-erden/emissionsminderung-gas-und-staubfoermiger-schadstoffe-insbesondere-sosub2sub-mit-integ.html>
- /4/ Gemäß Europäischen BAT-Referenzdokument für die Glasindustrie (BREF)

6. Anhang

Förderungsbewilligungsschreiben des Bundesministers Altmeier vom 08.06.2012

+49 3018305 2299



**Bundesministerium
für Umwelt, Naturschutz
und Reaktorsicherheit**

Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit, 11055 Berlin

An die Geschäftsführer der Ardagh Glass GmbH
Herr Reiner Brand
Herr Michael Hüsken
Herr Reinhard Wilhelm
Große Drakenburger Straße 132
31582 Nienburg

Peter Altmaier
Bundesminister
Mitglied des Deutschen Bundestages

TEL +49 3018 305-2000

FAX +49 3018 305-2046

Berlin, 30 Juni 2012

Sehr geehrter Herr Brand,
sehr geehrter Herr Hüsken,
sehr geehrter Herr Wilhelm,

als Ergebnis der Prüfung Ihres Antrags vom 30. März 2012 haben die KfW Bankengruppe und das Umweltbundesamt Ihr Vorhaben „Neue Form der Abwärmenutzung – Frozen Cullet“ zur Förderung aus dem Umweltinnovationsprogramm des Bundesumweltministeriums vorgeschlagen.

Ich freue mich, Ihnen nunmehr mitteilen zu können, dass ich beabsichtige, Ihr Vorhaben zu fördern.

Ich habe die KfW Bankengruppe gebeten, Ihnen für die Durchführung des Vorhabens als Anteilfinanzierung eine nicht rückzahlbare Zuwendung auf Ausgabenbasis in Höhe von 20 Prozent der förderfähigen Ausgaben – höchstens jedoch 30.000,00 Euro – zu bewilligen.

Den Zuwendungsbescheid, der die Bedingungen der Mittelbereitstellung im Einzelnen regelt, erhalten Sie in Kürze von der KfW Bankengruppe.

+49 3018305 2299



Bundesministerium
für Umwelt, Naturschutz
und Reaktorsicherheit

Seite 2

Über die voraussichtliche Inbetriebnahme der Anlage und deren Vorstellung in der Öffentlichkeit bitte ich Sie, die Leiterin des Referates ZG II 4 im Bundesumweltministerium, Dr. Sylvia Sterger (Tel. 03018/305-2240, e-mail: sylvia.sterger@bmu.bund.de), rechtzeitig zu unterrichten.

Ich hoffe, dass wir mit der erfolgreichen Durchführung Ihres Vorhabens im Bereich des Umwelt- und Klimaschutzes einen weiteren Schritt vorankommen und die Vereinbarkeit von Ökologie und Ökonomie erneut beispielhaft aufzeigen können.

Mit freundlichen Grüßen

