

HVG-Mitteilung Nr. 2151

Wie passt der statistische Energieverbrauch der Glasindustrie und der reale Energieverbrauch zum Schmelzen von Glas zusammen?

B. Fleischmann, Hüttentechnische Vereinigung der Deutschen Glasindustrie e.V. ,
Offenbach am Main.

1. Einführung

Im Rahmen der gesetzlichen Vorgaben sowie des CO₂-Handels wurden in den letzten Jahren immer wieder der Energieverbrauch der verschiedenen Industriezweige in Deutschland untersucht und entsprechende Werte veröffentlicht. Obwohl alle auf das selbe Zahlenmaterial zurückgreifen (statistische Bundesamt und BV-Glas) stimmen die Ergebnisse nicht immer überein. Betrachtet man die geschichtliche Entwicklung, so fällt auf, dass das Zahlenmaterial ab 1990 neben der schon immer erkennbaren Streuung auch einen systematische Differenz von 25 – 30 PJ ausweist (siehe Bild 1).

Energiebedarf der Glasindustrie in D

in PJ/a

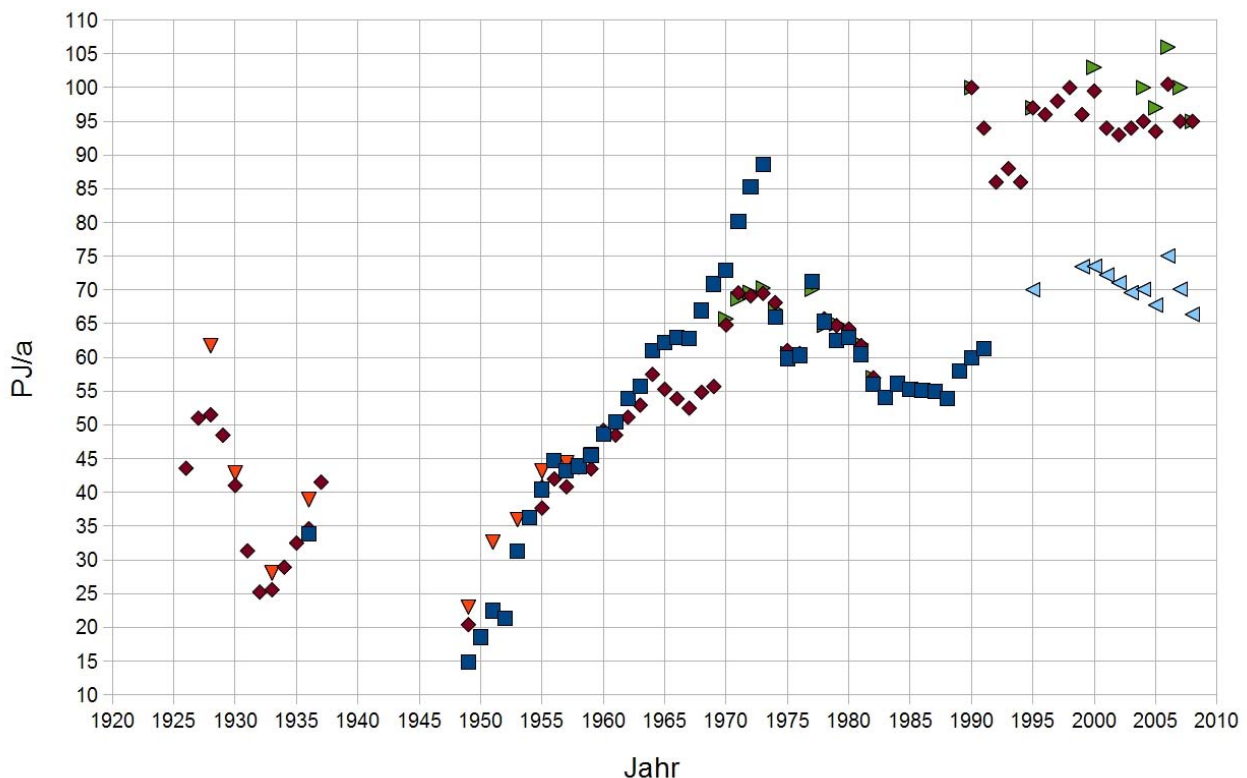


Bild 1: Jährlicher Energieverbrauch der Glasindustrie in Deutschland, zusammengetragen aus unterschiedlichsten Quellen [1].

Die Frage ist nun, worauf die generelle Streuung der Daten und die systematische Abweichung ab 1990 zurückgehen?

2. Erfassung der statistischen Daten im geschichtlichen Zusammenhang

Betrachtet man den in Bild 1 dargestellten Zeitraum, so wird sehr schnell klar, dass eine gewisse Abweichung und Streuung der Daten verständlich ist. Der dargestellte Zeitraum umfasst vier unterschiedliche Staatsgebilde. Bedenkt man die verschiedenen geographischen Ausdehnungen der deutschen Staatsgebilde, so ist klar, dass die Grundlage für Statistiken an den entsprechenden zeitlichen Wendepunkten (1918, 1933, 1949, 1990) zu entsprechenden Einschnitten führen muss. Bei den hier gezeigten Daten wurde im Zeitraum 1949 bis 1990 aus Mangel an verfügbaren Zahlen nur die Bundesrepublik Deutschland berücksichtigt. Auch die Erfassung und Bekanntgabe der Daten wurde in diesem großen Zeitraum von unterschiedlichsten Stellen vorge- bzw. übernommen. Damit ist im nach hinein nicht mehr in vollem Umfang nachvollziehbar, unter welchen Randbedingungen die jeweiligen Statistiken gewonnen wurden. Eine gewisse Streuung der Daten ist also erklärbar.

Der Sprung des Energieverbrauchs im Jahr 1990 könnte auf den ersten Blick ebenfalls auf einen oder mehrere der bisher genannten Gründe zurückzuführen sein. Da die Differenz der beiden Datensätze jedoch bis in die heutige Zeit erhalten bleibt, ist die Ursache wo anders zu vermuten.

3. Energieverbrauch?

Intensive Diskussionen mit den Erstellern von Statistiken, die laut Angaben auf die selben Quellen zurück greifen, jedoch zu unterschiedlichen Ergebnissen kommen, ermöglichten dann die Klärung der Abweichung.

In vielen Veröffentlichungen der letzten Jahre lag das Interesse bzw. der Schwerpunkt des Interesse auf der Betrachtung des primärseitigen Energieverbrauchs. Dabei wird bei der Berücksichtigung des Stromanteils ein Kraftwerksfaktor von 2,89 mit eingearbeitet. Dieser Faktor ergibt sich aus dem Brennstoffmix im Jahr 1990 zur Stromerzeugung. Obwohl der aktuelle Faktor auf Grund des gestiegenen Anteils an erneuerbaren Energien bei ca. 2,6 angekommen ist, wird zum Erhalt der Vergleichbarkeit der Daten der Faktor von 1990 auch bei der Berechnung der aktuellen Daten des primärseitigen Energieverbrauchs eingesetzt.

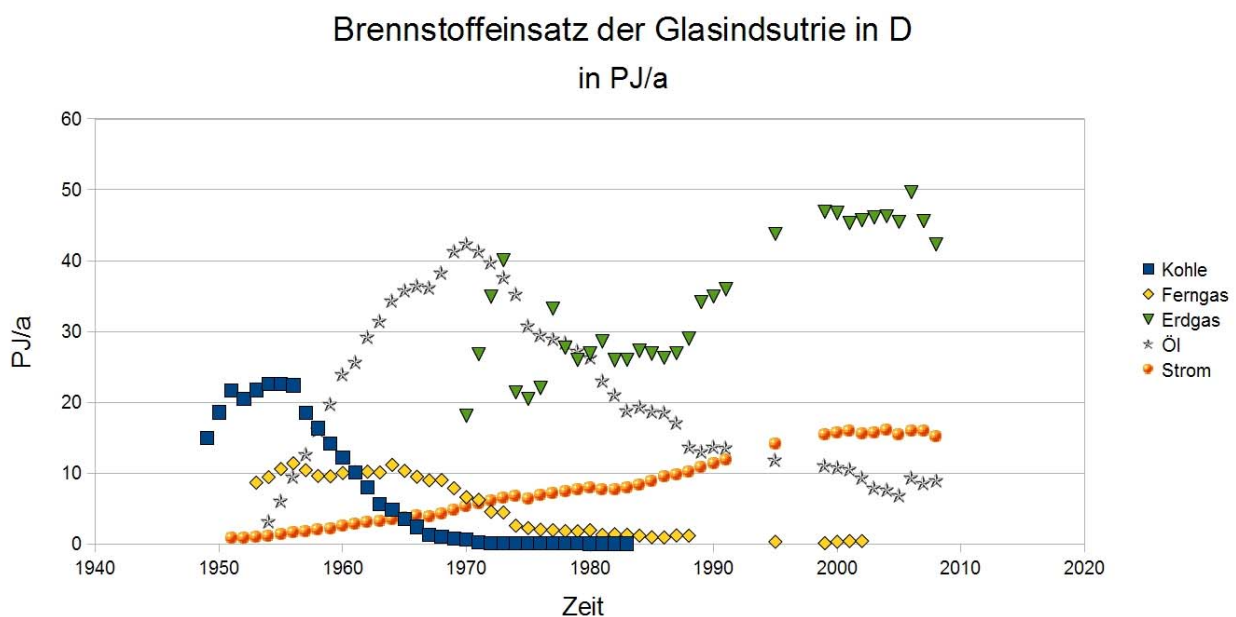


Bild 2: Energieinhalt der eingesetzten Energieträger zur Herstellung von Glas.

Bild 2 zeigt den Energieinhalt der eingesetzten Brennstoffe ab 1950. Summiert man die entsprechenden Zahlen für die einzelnen Jahre, so lassen sich die beiden Niveaus des Energiebedarfs ab 1990 nachvollziehen. Das untere Niveau entspricht der Summe des in Bild 2 dargestellten Energieinhalts der Energieträger und das höhere Niveau beruht auf der primärseitigen Betrachtung des Energiebedarfs. Um den Energiebedarf einzelner Prozessschritte beurteilen zu können wird im folgenden der technologische Energiebedarf (unteres Niveau) zur Herstellung von Glas herangezogen werden.

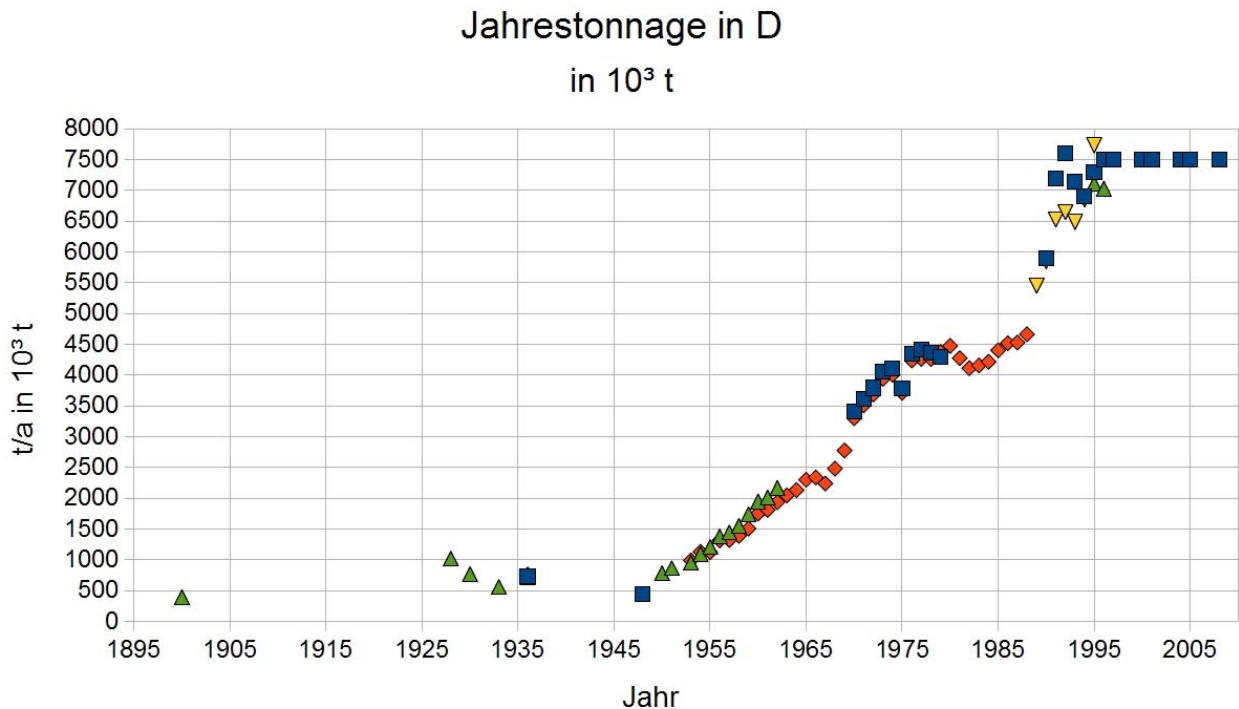


Bild 3: Jahrestonnage an verkaufsfähigen Glases der deutschen Glasindustrie zusammengetragen aus unterschiedlichsten Quellen.

4. Spezifischer technologischer Energiebedarf zur Herstellung von Glas

Da der reine jährliche Energiebedarf nicht sehr aussagekräftig ist, soll unter der Berücksichtigung der jährlichen Tonnage (Bild 3) der spezifische technologische Energiebedarf pro Tonne produziertes Glas (nicht geschmolzenes oder verkauftes, sondern verkaufsfähiges Glas) ermittelt und für weitere Abschätzungen herangezogen werden. Bild 4 zeigt dann das Ergebnis der Berechnung des statistischen spezifischen technologischen Energiebedarfs für die Glasherstellung in Deutschland von 1950 bis heute. Für die Jahre ab 1990 errechnet sich ein spezifischer technologischer Energiebedarf von ca. $2,5 \text{ MWh/t}_{\text{Glas}}$ während sich bei primärenergetischer Betrachtungsweise ein Wert von ca. $3,5 \text{ MWh/t}_{\text{Glas}}$ ergibt.

Über die letzten 30 Jahre wird der statistisch ermittelte Wert für das Verhältnis der benötigten Gesamtenergie zur benötigten Schmelzenergie mit ca. 1,35 angegeben [1, 2, 3]. Das bedeutet, dass technologisch gesehen rein statistisch etwa $1,85 \text{ MWh/t}_{\text{Glas}}$ zum Schmelzen benötigt werden.

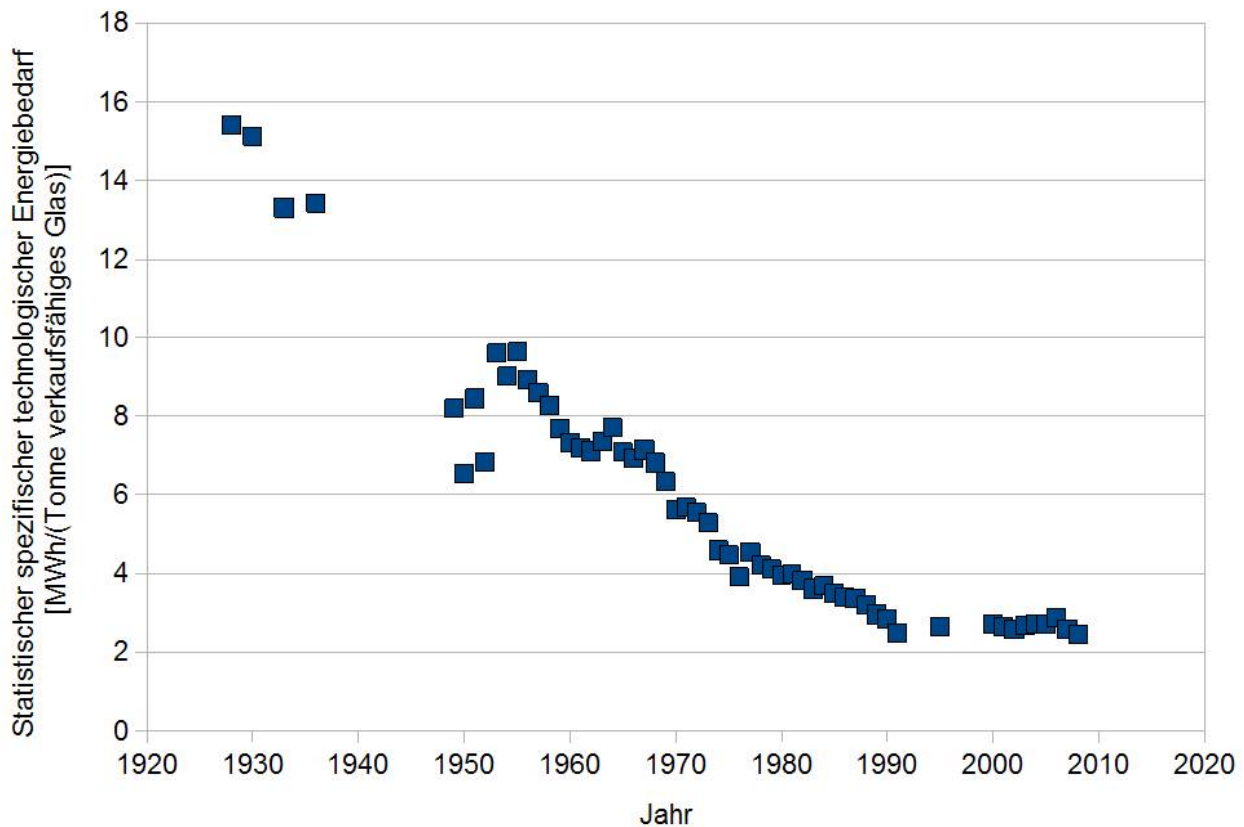


Bild 4: Statistischer spezifischer technologischer Energiebedarf zur Herstellung von Glas.

5. Realer Energieverbrauch zur Schmelze von Glas

Die allermeisten Glashersteller dürften dem oben errechneten Wert heftig widersprechen und auch die in [4] veröffentlichten Daten unterstützen diese Einstellung. Die folgenden Werte wurden von der HVG vorgestellt, basierend auf ihren Emissionsmessungen errechnet als Mittelwerte unter Berücksichtigung eines Zeitraum von ca. 10 Jahren:

- Behälterglas: 1,30 MWh/t_{Glas}
- Flachglas:
 - Floatglas: 1,82 MWh/t_{Glas}
 - Gussglas:
 - Luft-Brennstoff beheizt: 1,55 MWh/t_{Glas}
 - oxy-fuel Beheizung: 1,21 MWh/t_{Glas}
(ohne Erzeugung des Sauerstoffs)
- Wirtschaftsglas:
 - kontinuierlich betriebene, Brennstoff beheizte Wanne: 2,00 MWh/t_{Glas}
 - Vollelektrische Wanne: 1,10 MWh/t_{Glas}
- Spezialglas: 2,58 MWh/t_{Glas}
- Faserglas und Glaswolle: 1,67 MWh/t_{Glas}

Diese Mittelwerte wurden nicht mit Hilfe des Wannenalters normiert oder auf einen bestimmten Scherbengehalt bezogen, sondern aktuelle Energieverbräuche zum Zeitpunkt der Messung liegen der Auswertung zu Grunde.

6. Lassen sich der statistische und der reale Energiebedarf in Einklang bringen?

Nutzt man die branchenbezogenen Produktionszahlen der Jahre 2006 und 2008 und den oben genannten mittleren Energiebedarf zum Schmelzen von Glas, erhält man die in Tabelle 1 im oberen Bereich rechts stehenden Energieverbrauch in PJ/a für die jeweiligen Branchen. Eine von der HVG durchgeführte Umfrage im Jahr 2010 in der Glasindustrie bei Mitgliedshütten und auch Nichtmitgliedern ergab die in der Tabelle unten links stehenden Richtwerte für das Verhältnis des Energiegedarfs für das Werk zum Energiebedarf der Wanne. Multipliziert man beide Werte so ergeben sich die unten rechts in Tabelle 1 errechneten Energieverbräuche für die einzelnen Branchen und in Summe ein Gesamtenergieverbrauch, der mit den in Statistiken veröffentlichten Werten verglichen werden kann.

Eine zweite Herangehensweise ist es, den mittleren Energiebedarf für die Schmelze von Glas mit einem Richtwert für den Faktor (erschmolzene Tonnage/verkaufsfähiges Glas) zu multiplizieren und den Energiebedarf an elektrischer Energie (siehe Bild 2) für das entsprechende Jahr zu addieren. Dabei wird angenommen, dass die elektrische Energie für die Formgebung, Qualitätssicherung und –prüfung, Logistik u.a. Teile der Prozesskette benötigt wird. In der letzten Zeile der Tabelle 1 ist das Ergebnis dieser Schätzmethode dargestellt. Dabei wird zwar u.a. nicht berücksichtigt, dass ein Teil der elektrischen Energie auch zum Schmelzen (elektrische Zusatzheizung und vollelektrische Schmelzwannen) genutzt wird, aber zur Kontrolle der Größenordnung ist diese Vernachlässigung durchaus vertretbar.

Beim Vergleich der statistischen mit den abgeschätzten Daten fällt auf, dass die Ergebnisse beider Schätzmethoden in der richtigen Größenordnung im Vergleich zu den statistischen Werten liegen, aber dass jeweils nur in einem Jahr eine hinreichend genaue Übereinstimmung der Daten erreicht wird.

7. Zusammenfassung

Obwohl der statisch ausgewiesene jährliche Energieverbrauch und der daraus gewonnene Wert des statistischen spezifischen technologischen Energiebedarfs zur Produktion von Glas von etwa $2,5 \text{ MWh/t}_{\text{Glas}}$ keine Aussage über reale Prozessgrößen darstellt, kann er mit Hilfe realer Energieverbräuche sowie Richtwerten für das Verhältnis Energiebedarf im Werk zu Energiebedarf für die Wanne und Verhältnis verkaufsfähiges Glas zu erschmolzenen Glas nachvollzogen werden.

Der zur Zeit häufig zu findende spezifische Energiebedarf von ca. $3,5 \text{ MWh/t}_{\text{Glas}}$ zur Herstellung von Glasprodukten für die Jahre ab 1990 ergibt sich aus der primärenergetischen Betrachtungsweise für den Energieverbrauch. Dies ist für Betrachtungen im Rahmen des CO₂-Handels und bei ökologischen Bewertungen sicher wichtig und richtig, erlaubt jedoch keine direkten Rückschlüsse auf den Glasschmelzprozess oder einzelne Prozessschritte und deren Energiebedarf.

Energieverbrauch der Glasindustrie und realer Energieverbrauch zum Schmelzen von Glas

Glasprodukt	Jahr		Spezifischer Energiebedarf für die Schmelze		Energiebedarf zur Schmelze im Jahr	
	2006	2008	Mittelwert		2006	2008
	Tonnage in t/a		MWh/t	GJ/t	PJ/a	
Behälterglas	3880000	4142000	1,3	4,5	17,5	18,6
Flachglas	1690000	1800000	1,8	6,5	11,0	11,7
Faserglas	870000	864000	1,67	6,0	5,2	5,2
Spezialglas	360000	398000	2,58	9,3	3,3	3,7
Wirtschaftsglas	340000	309000	1,78	6,4	2,2	2,0

	Faktor Werk/Wanne		Energiebedarf der Glasindustrie in D im Jahr in PJ/a	
Behälterglas	1,3		22,8	24,2
Flachglas	1,5		16,5	17,6
Faserglas	2		10,4	10,4
Spezialglas	4		13,2	14,8
Wirtschaftsglas	5		11,0	10,0
		Σ	73,9	76,9
		Energiestatistiken	75,1	66,4
		Schmelze ·(erschmolzen/verkaufsfähiges) +elektr. Energie	66,0	67,8

Tabelle 1: Abschätzung des Energiebedarfs der Glasindustrie in D und Vergleich mit veröffentlichten statistischen Daten.

8. Literatur

- [1] Fleischmann, B.: Energieverbrauch der deutschen Glasindustrie. HVG-Fortbildungskurs 2010: Energieverbrauch und Energierückgewinnung in der Glasindustrie. 22./23. November 2010. Verlag der DGG, Offenbach am Main. 2010.
- [2] Kerwer, H.: Entwicklung der Energiewirtschaft in der Glasindustrie. Glastechn. Ber. 55(1982)12, 253 – 260.
- [3] Meister, R.: Studie zur Energieverbrauchssituation innerhalb der britischen Glasindustrie - Schlussfolgerungen. HVG-Mitteilung Nr. 1440. April 1980.
- [4] Gitzhofer, K.: Bereitstellung aktueller Emissionsdaten für die Glas- und Mineralfaserindustrie. Forschungsprojekt des Bundesumweltamtes zur effizienten Bereitstellung aktueller Emissionsdaten für die Luftreinhaltung. Förderkennzeichen 206 42 300/02. 2008.