

Emissionen aus Anlagen der österreichischen Zementindustrie Berichtsjahr 2012

Gerd Mausnitz

Institut für Verfahrenstechnik, Umwelttechnik und Technische Biowissenschaften

Technische Universität Wien

Wien, im April 2013

Inhaltsverzeichnis

	Seite
1 Problemstellung.....	2
2 Datenerfassung	3
2.1 Erfaßte Schadstoffe.....	3
2.2 Erfassungszeitraum.....	3
2.3 Erfaßte Anlagen.....	3
3 Ergebnisse, numerische und graphische Darstellungen.....	3
3.1 Produktionsstatistik.....	5
3.2 Brennstoffstatistik	6
3.3 Energiestatistik	7
3.4 Rohstoff- und Zuschlagstoffstatistik	12
3.5 Emissionsstatistik	15
4 Kurzkomentar zu den Ergebnissen.....	23
4.1 Anlage- und Produktionsdaten	23
4.2 Emissionen	24
5 Tabellenverzeichnis.....	26
6 Abbildungsverzeichnis.....	26

Einleitung

Die Erstellung von Emissionsbilanzen für luftverunreinigende Stoffe dient einerseits dazu, das Maß der Luftbelastung zu ermitteln, andererseits dafür, um Strategien und Maßnahmen zur Verminderung dieser Belastungen zu konzipieren und umzusetzen. Die österreichische Zementindustrie hat beispielgebend für andere Branchen des industriellen Sektors in Österreich, aber auch für die Zementindustrie in anderen Ländern der Europäischen Union es unternommen über ihre Emissionen in die Luft und den damit im ursächlichen Zusammenhang stehenden Produktions- und Betriebsdaten von unabhängiger dritter Seite Jahresbilanzen erstellen zu lassen, die sowohl Informationen über pyrogene als auch prozeßspezifische Schadstofffreisetzungen beinhalten. Mit dem hiermit vorliegenden vierzehnten Bericht über das Bilanzjahr 2012 liegt nunmehr eine Zeitreihe von Emissionsbilanzen vor, die bis in das Jahr 1988 zurückreicht.

1 Problemstellung

Die Emissionsbilanz wird mit dem Ziel in Angriff genommen alle relevanten Schadstoffe, die durch Anlagen der österreichischen Zementindustrie mit Ofenbetrieb im Jahr 2012 freigesetzt wurden, zu erfassen.

Die Emissionsinventur soll ferner über

- Produktionsdaten
- Einsatzmengen an konventionellen Energieträgern
- Einsatzmengen an Ersatzbrennstoffen
- thermischen und elektrischen Energieverbrauch
- Einsatzmengen an Sekundärrohstoffen
- Einsatzmengen an Sekundärzumahlstoffen

informieren.

In diesem Bericht sollen erstmals Informationen über die Mengen von Primärrohstoffen und Primärzumahlstoffen gegeben werden, die in den österreichischen Zementwerken mit Ofenbetrieb eingesetzt wurden.

Die Einzelwerksergebnisse sollen, unter Wahrung der Vertraulichkeit werksspezifischer Einzelheiten, zu einer Gesamtbilanz der Branche zusammengeführt werden.

Zu Vergleichszwecken soll die Emissionsinventur 2012 um die Bilanzjahre 2007 bis 2011 ergänzt werden. Somit können sektorale Trendanalysen und Mittelwertbildungen auf einer breiteren Datenbasis abgestützt und Aussagequalitäten von weniger systematischen Einflußgrößen unabhängiger gemacht werden.

2 Datenerfassung

2.1 Erfasste Schadstoffe

In der Emissionsinventur finden sich Angaben zu 26 Schadstoffen bzw. Schadstoffgruppen (Tabelle 2-1). Somit umfasst die Emissionsinventur alle maßgeblichen Schadstoffe des Sektors.

klassische Luftschadstoffe	metallische Spurenelemente*	klimatelevante Schadgase
Staubförmige Emissionen	Cadmium (Cd)	geogenes CO ₂
Stickstoffoxide (als NO ₂)	Thallium (Tl)	pyrogenes CO ₂
Schwefeldioxid (SO ₂)	Beryllium (Be)	
Chlorverbindungen (als HCl)	Arsen (As)	
Fluorverbindungen (als HF)	Cobalt (Co)	
organischer Gesamtkohlenstoff (TOC)	Nickel (Ni)	
Kohlenmonoxid (CO)	Blei (Pb)	
Ammoniak (NH ₃)***	Quecksilber (Hg)	
	Chrom (Cr)	
	Selen (Se)	
	Mangan (Mn)	
	Vanadium (V)	
	Zink (Zn)	
	Antimon (Sb)**	
	Kupfer (Cu)**	
	Zinn (Sn)**	
* gasförmig und/oder partikelgebunden	*** NH ₃ wird seit 2006 erhoben	** Sb, Cu und Sn werden seit 2000 erhoben

Tabelle 2-1: erfasste Schadstoffe

2.2 Erfassungszeitraum

Die Emissionsinventur wurde für das Bilanzjahr 2012 erstellt. Um den Verlauf der Emissionsentwicklung zu veranschaulichen, wurde ein Beobachtungszeitraum von 2007 bis einschließlich 2012 gewählt.

2.3 Erfasste Anlagen

Es wurden folgende neun Anlagen der österreichischen Zementindustrie mit Ofenbetrieb erfaßt:

- Zementwerk Leube GmbH (Gartenau / Salzburg)
- Zementwerk Hatschek GmbH (Gmunden)
- Kirchdorfer Zementwerk Hofmann Ges.m.b.H. (Kirchdorf / Krems)
- Lafarge Zementwerke GmbH (Betriebsstandort: Mannersdorf)
- Lafarge Zementwerke GmbH (Betriebsstandort: Retznei)
- Schretter & Cie GmbH & Co KG (Vils)
- Wietersdorfer & Peggauer Zementwerke GmbH (Peggau)
- Wietersdorfer & Peggauer Zementwerke GmbH (Wietersdorf)
- Wopfinger Baustoffindustrie GmbH (Waldegg)

3 Ergebnisse, numerische und graphische Darstellungen

Die in dieser Studie ausgewiesenen Daten sind kollektivierte Werte, welche für die Gesamtheit der österreichischen Zementindustrie gelten. Die kollektivierten Werte sind nicht geeignet auf einzelne österreichische Zementwerke und deren spezifische Daten umgelegt zu werden.

GESAMTÜBERSICHT

I Anlagendaten																			
Anlagenzahl		Österreichweit waren 2012 (2011) 2 (2) Lepolöfen mit 418.000 (418.000), 3 (3) WT-DO mit 1.268.000 (1.268.000) sowie 6 (6) WT-DO + Kalzinator mit 3.400.900 (3.400.900) t/a betriebsbereit.																	
Klinkerkapazität / [t/a]		Mit der 2012 (2011) installierten Gesamtanlagenkapazität von ca. 5.086.900 t/a (ca. 5.086.900 t/a) wurden die unter II angeführten Jahresmengen produziert.																	
II Produktionsdaten		2007			2008			2009			2010			2011			2012		
Rohmehleinsatz	[t/a]	6.297.527			6.326.187			5.376.515			4.854.280			4.947.150			4.942.334		
Klinkerproduktion	[t/a]	3.992.376			3.996.243			3.428.140			3.097.043			3.175.642			3.206.055		
Zementproduktion	[t/a]	5.202.513			5.309.156			4.646.019			4.254.004			4.426.944			4.455.162		
Ofenbetriebsstunden ⁹⁾	[h _{Op} /a]	73.494,1			73.729,5			62.475,3			54.787,0			53.139,5			54.270,5		
Rohmehlfaktor	[t _{Rm} /t _{Kl}]	1,577			1,583			1,568			1,567			1,558			1,542		
(korrigierter*) Klinkerfaktor	[t _{Kl} /t _{Zs}]	0,729*	0,767		0,715*	0,753		0,708*	0,738		0,710*	0,728		0,695*	0,717		0,703*	0,720	
III Konventionelle Energieträger (KET)		2007			2008			2009			2010			2011			2012		
		Hu / [MJ/kg]	[t/a]	[GJ/a]	Hu / [MJ/kg]	[t/a]	[GJ/a]	Hu / [MJ/kg]	[t/a]	[GJ/a]	Hu / [MJ/kg]	[t/a]	[GJ/a]	Hu / [MJ/kg]	[t/a]	[GJ/a]	Hu / [MJ/kg]	[t/a]	[GJ/a]
A) Steinkohle		29,31	148.820	4.361.608	30,20	140.401	4.240.240	30,08	95.913	2.885.234	30,50	55.710	1.699.209	30,28	39.292	1.189.811	30,00	42.210	1.266.287
B) Braunkohle		22,17	81.807	1.813.587	21,97	79.922	1.755.769	21,97	73.590	1.617.040	21,85	68.463	1.496.081	21,37	61.729	1.319.063	21,75	56.770	1.234.974
C) Heizöl L (0,2 m% S)		41,70	568	23.704	41,70	398	16.617	41,69	388	16.177	41,70	292	12.173	41,70	267	11.146	41,70	311	12.967
D) Heizöl M (0,6 m% S)			0	0		0	0		0	0		0	0		0	0		0	0
E) Heizöl S (1,0-3,5 m% S)		40,30	15.260	614.927	40,30	14.392	580.011	40,30	14.523	585.294	40,30	8.178	329.556	40,05	2.640	105.740	40,80	811	33.095
F) Erdgas ¹⁰⁾ / [1000m ³ (Vn)/a]; Hu / [MJm ⁻³ (Vn)]		36,00	4.040,624	145.462	36,00	5.281,973	190.151	36,00	2.578,164	92.814	36,00	4.178,825	150.438	36,00	4.473,472	161.045	36,00	4.543,215	163.556
J) Petrolkoks		32,05	17.679	566.579	32,21	17.019	548.175	32,20	13.184	424.573	32,90	20.969	689.780	34,16	35.845	1.224.554	33,79	30.325	1.024.828
G) sonstige (Heizöl EL, Anthrazit)		26,75	9.573	256.089	42,70	296	12.648	42,70	437	18.679	42,70	240	10.234	42,70	281	12.005	42,70	230	9.832
Summe KET		276.581	7.781.957		256.186	7.343.611		199.869	5.639.811		156.822	4.387.470		143.235	4.023.364		133.888	3.745.538	
IV Ersatzbrennstoffe (EBS)		2007			2008			2009			2010			2011			2012		
		Hu / [MJ/kg]	[t/a]	[GJ/a]	Hu / [MJ/kg]	[t/a]	[GJ/a]	Hu / [MJ/kg]	[t/a]	[GJ/a]	Hu / [MJ/kg]	[t/a]	[GJ/a]	Hu / [MJ/kg]	[t/a]	[GJ/a]	Hu / [MJ/kg]	[t/a]	[GJ/a]
H) Altreifen		26,48	31.581	836.294	26,58	30.645	814.651	26,65	26.851	715.639	26,49	27.088	717.609	27,13	33.967	921.605	27,15	37.305	1.012.954
I) Kunststoffabfälle		21,32	163.605	3.488.228	21,77	200.461	4.363.631	23,47	191.829	4.503.159	22,52	203.211	4.576.023	20,51	233.317	4.784.866	19,53	273.733	5.346.966
K) Altöl		36,30	23.809	864.326	35,00	22.200	776.996	34,39	14.918	512.997	33,95	11.446	388.654	35,16	9.625	338.405	32,36	6.670	215.851
L) Lösungsmittel		25,01	15.176	379.615	23,61	13.698	323.406	25,06	12.898	323.247	24,61	11.351	279.344	24,13	14.959	360.964	24,09	16.420	395.618
M) landwirtschaftliche Rückstände		16,31	2.755	44.934	15,91	6.422	102.161	15,47	7.900	122.191	16,54	4.598	76.041	16,91	4.466	75.520	16,90	5.654	95.540
N) Papierfaserreststoff ⁽²⁾		4,80	36.023	172.910	4,92	39.312	193.403	4,61	45.930	211.648	4,58	37.872	173.430	4,90	34.604	169.440	4,56	36.800	167.745
O) sonstige		14,26	61.469	876.379	14,00	74.501	1.043.348	13,34	81.906	1.092.756	14,58	81.514	1.188.245	13,94	66.532	927.127	10,98	79.676	874.722
Summe EBS		334.418	6.662.687		387.238	7.617.596		382.231	7.481.638		377.081	7.399.346		397.470	7.577.927		456.259	8.109.396	
V Thermischer Energieeinsatz ¹¹⁾		2007			2008			2009			2010			2011			2012		
a) Σ Energieeinsatz KET	[GJ/h _{Op}]	105,9			99,6			90,3			80,1			75,7			69,0		
b) Σ Energieeinsatz EBS	[GJ/h _{Op}]	90,7			103,3			119,8			135,1			142,6			149,4		
Summe a) u. b)	[GJ/h _{Op}]	196,5			202,9			210,0			215,1			218,3			218,4		
EBS-Anteil an (III+IV)	[%]	46,13			50,92			57,02			62,78			65,32			68,41		
spez. therm. Energieeinsatz	[GJ/t _{Klinker}]	3,618			3,744			3,828			3,806			3,653			3,698		
VI Sekundärrohstoffe (SRS)		2007			2008			2009			2010			2011			2012		
diverse Schlacken **	[t/a]	39.290			45.676			49.603			41.984			33.222			43.993		
Gießereialsand	[t/a]	27.782			20.730			11.262			16.581			17.407			24.776		
Summe SRS / sonstige SRS	[t/a]	473.681	406.609		424.801	358.396		393.671	332.806		462.670	404.105		453.374	402.745		620.606	551.836	

3.1 Produktionsstatistik

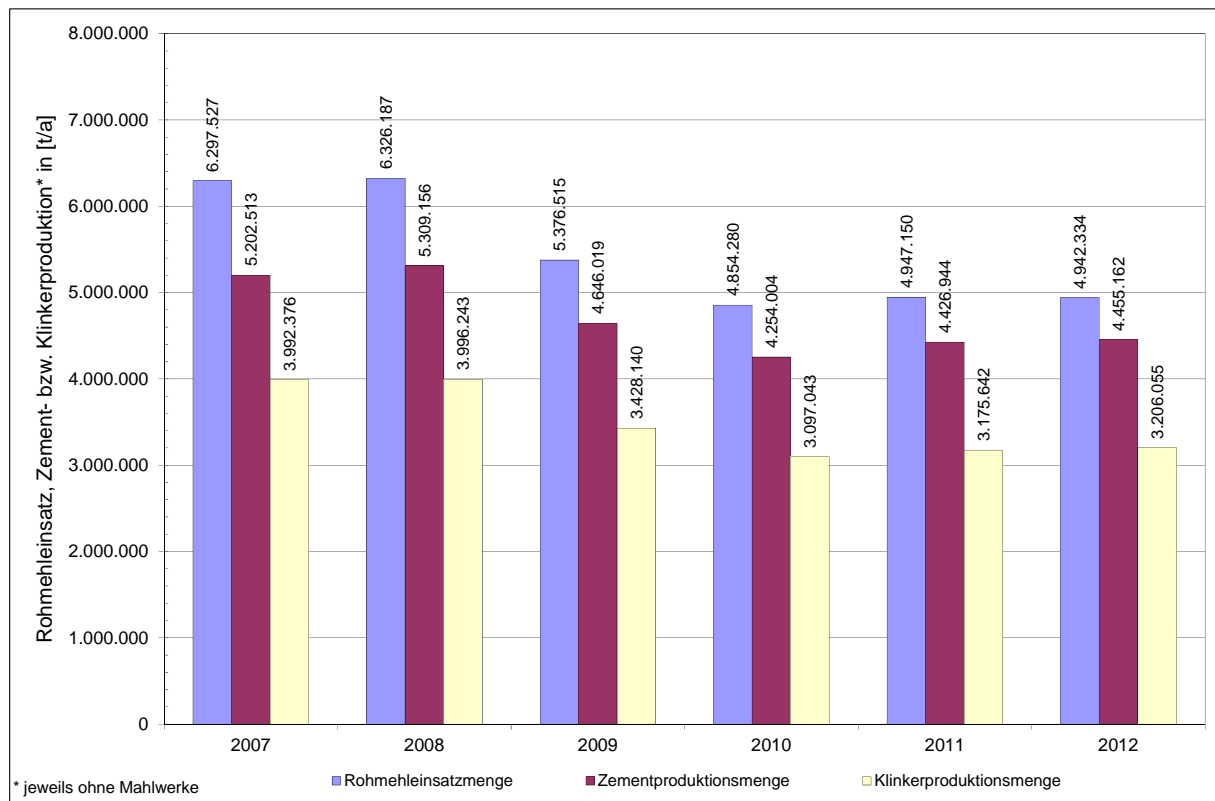


Abbildung 3-1: Rohmehleinsatzmenge, Klinkerproduktionsmenge und Zementproduktionsmenge der österreichischen Zementindustrie im Beobachtungszeitraum 2007 bis 2012 (ohne Mahlwerke)

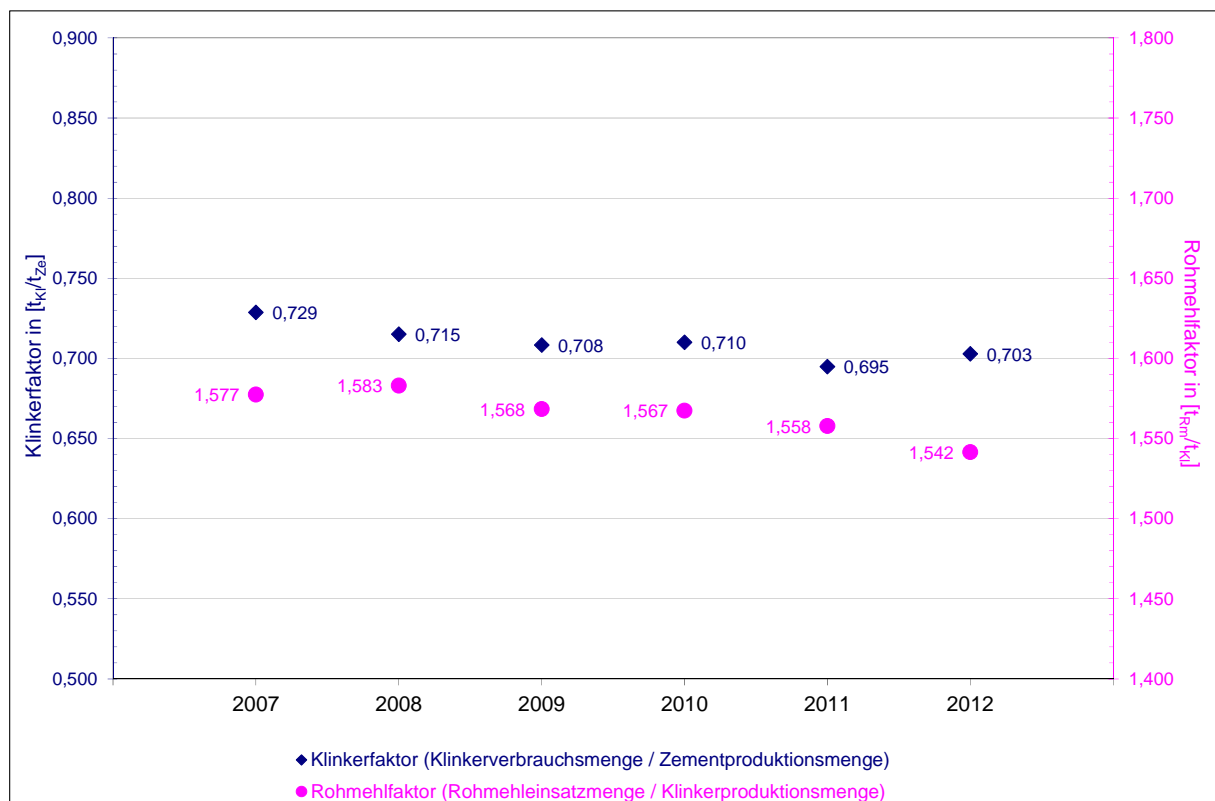


Abbildung 3-2: Klinkerfaktor und Rohmehlfaktor im Beobachtungszeitraum 2007 bis 2012

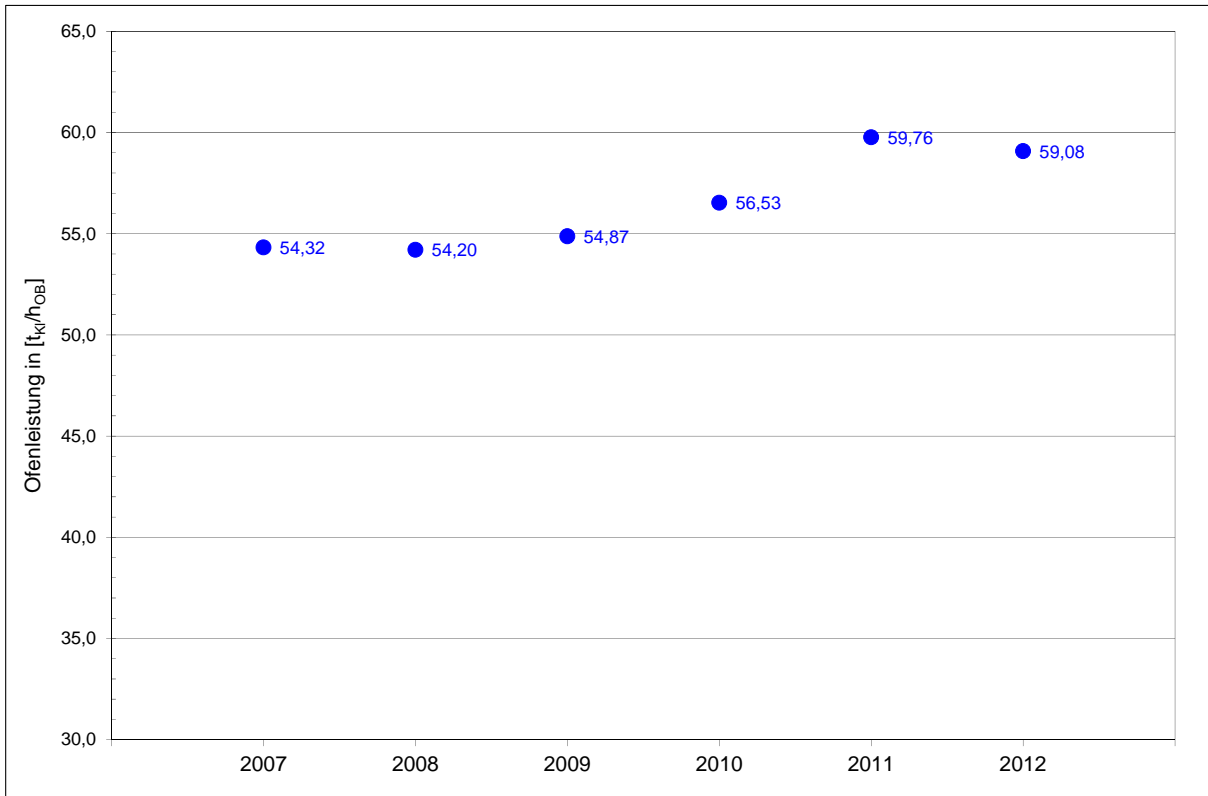


Abbildung 3-3: Entwicklung des Klinkerbrandfaktors / $[t_k/h_{ob}]$ in den Anlagen der österreichischen Zementindustrie im Beobachtungszeitraum 2007 bis 2012

3.2 Brennstoffstatistik

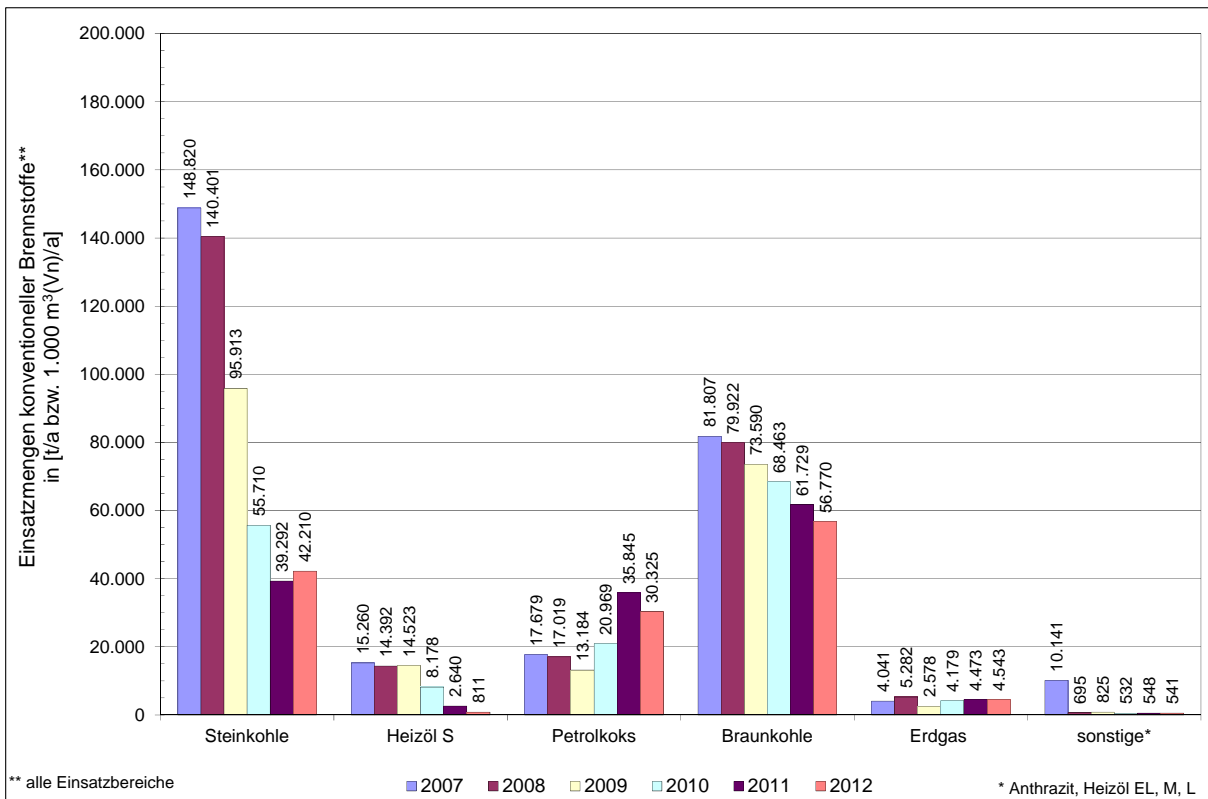


Abbildung 3-4: Einsatzmengen konventioneller Brennstoffe in der österreichischen Zementindustrie im Beobachtungszeitraum 2007 bis 2012

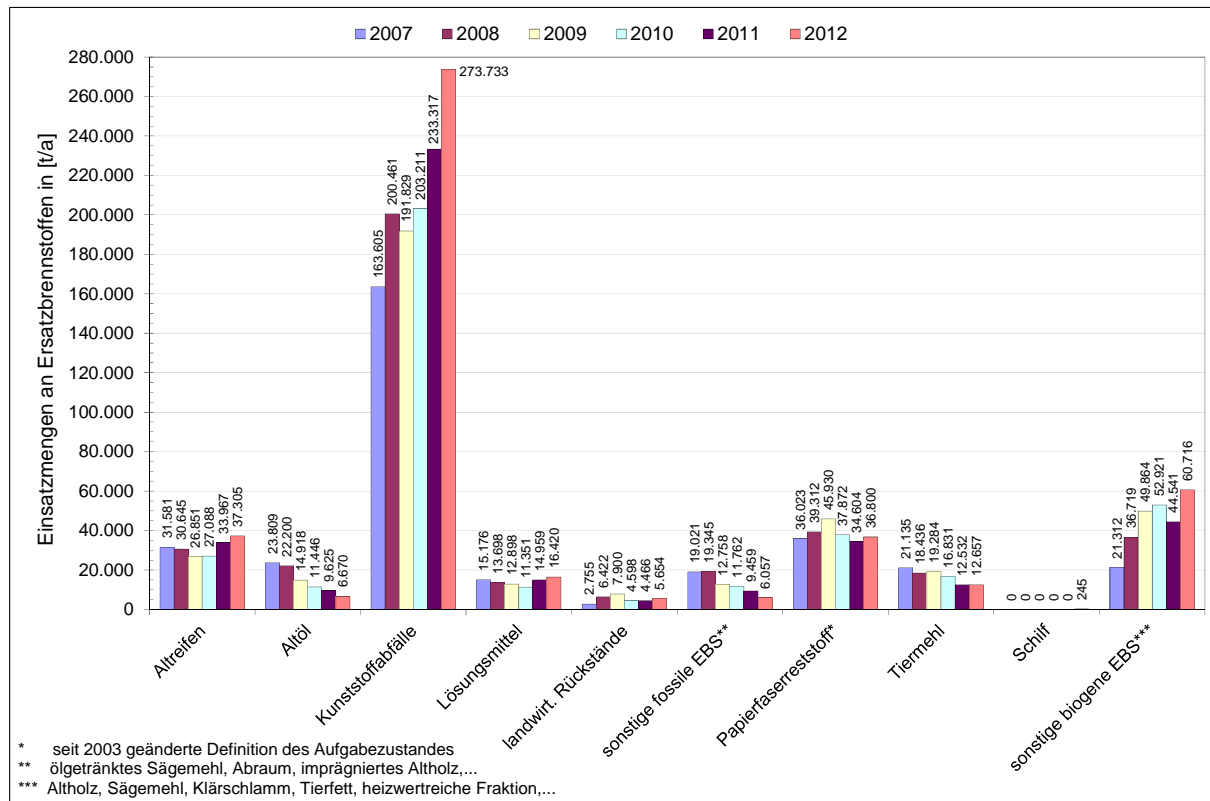


Abbildung 3-5: Einsatzmengen von Ersatzbrennstoffen (EBS) in Anlagen der österreichischen Zementindustrie im Beobachtungszeitraum 2007 bis 2012

3.3 Energiestatistik

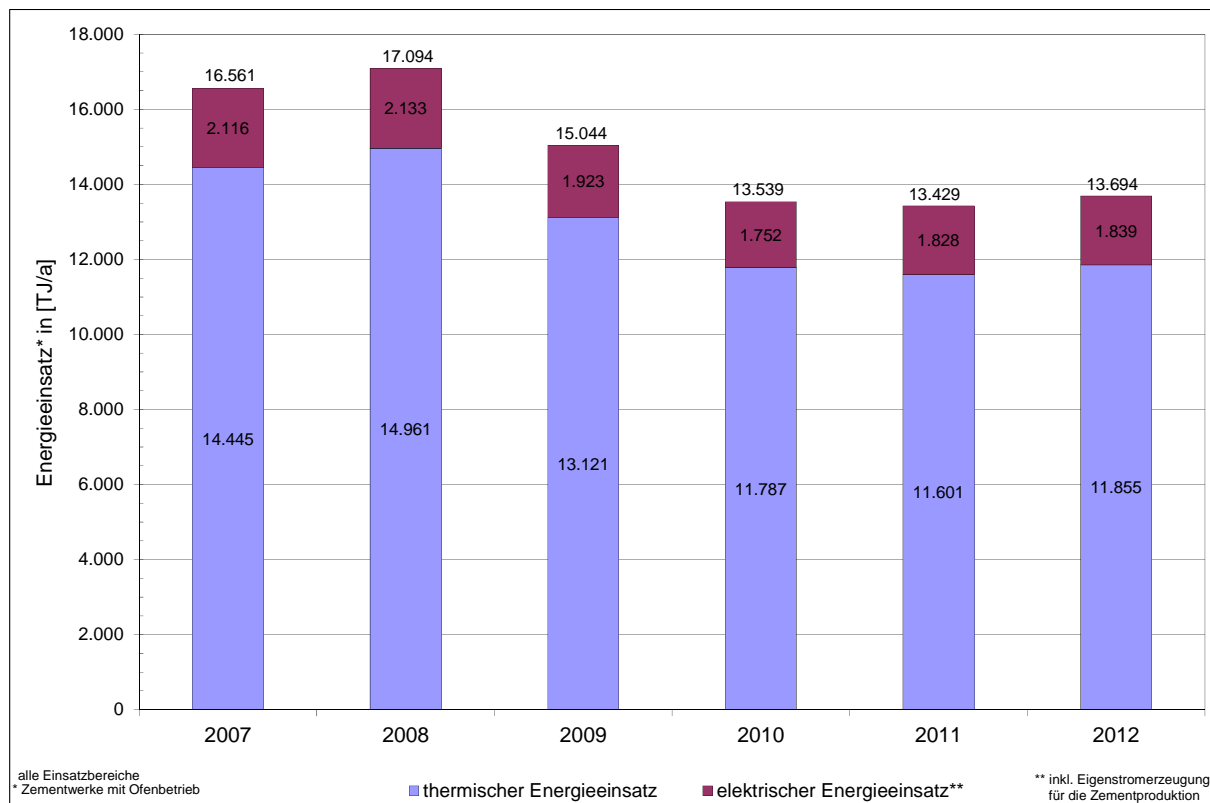


Abbildung 3-6: Entwicklung des thermischen und elektrischen Energieeinsatzes in österreichischen Zementwerken mit eigener Klinkererzeugung im Beobachtungszeitraum 2007 bis 2012

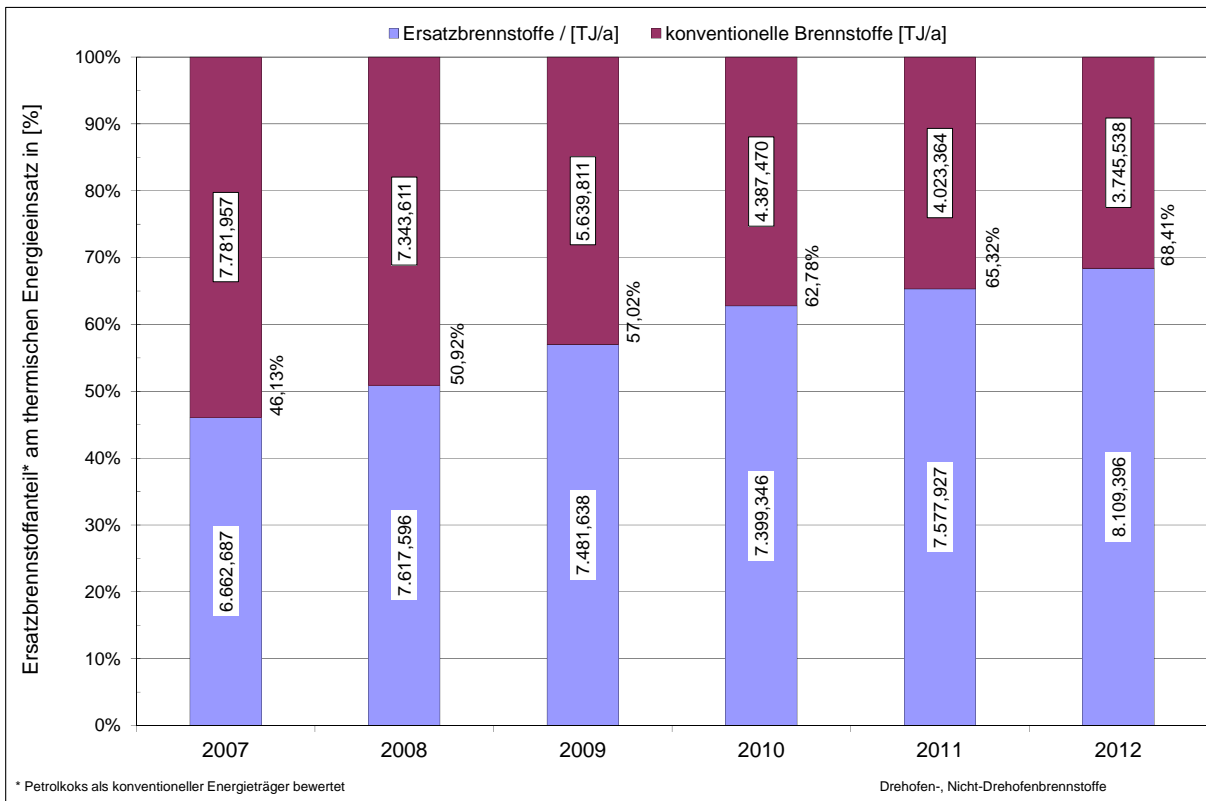


Abbildung 3-7: Ersatzbrennstoffenergieanteil am thermischen Energieeinsatz (Substitutionsgrad) in Anlagen der österreichischen Zementindustrie für den Beobachtungszeitraum 2007 bis 2012

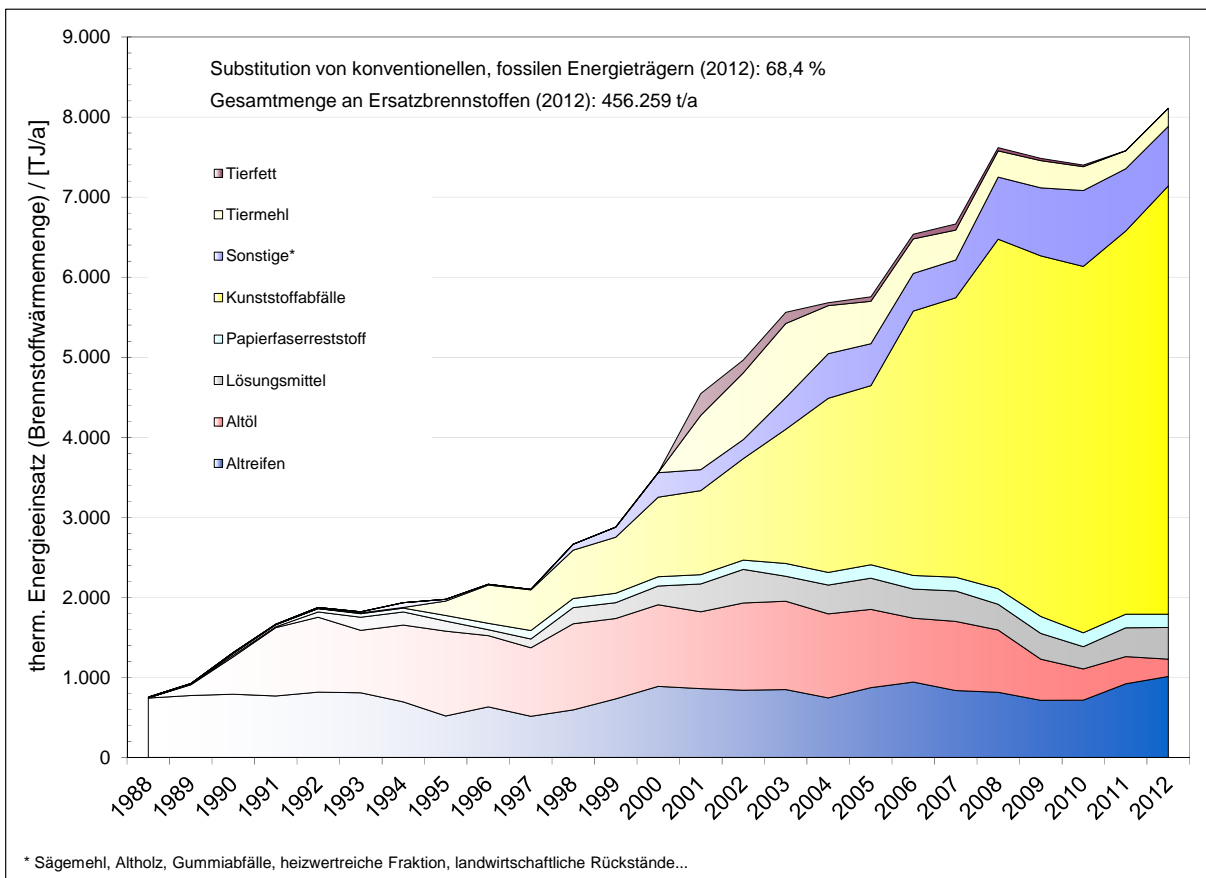


Abbildung 3-8: Brennstoffwärmemengen aus der Verfeuerung von Ersatzbrennstoffen in Anlagen der österreichischen Zementindustrie (ohne Mahlwerke) im Beobachtungszeitraum 1988 bis 2012

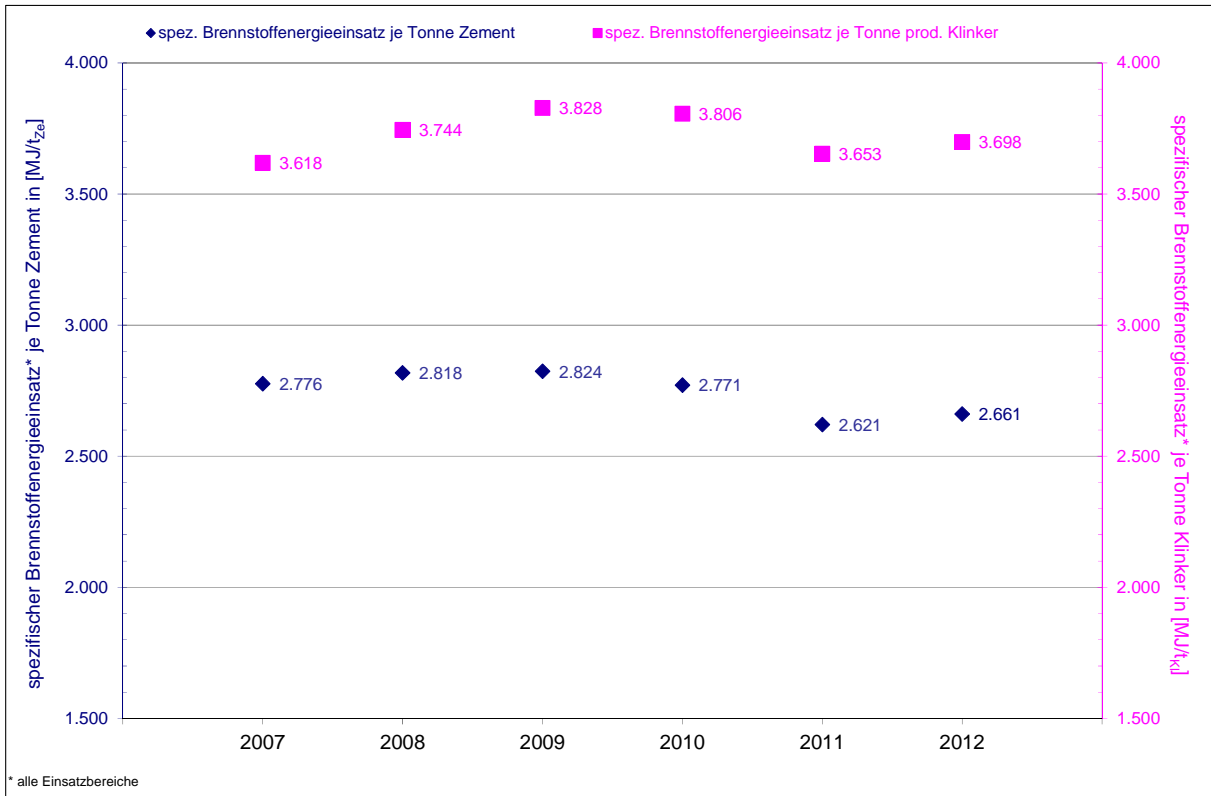


Abbildung 3-9: auf die Tonne Zement bzw. auf die Tonne Klinker bezogener spezifischer Brennstoffenergieeinsatz in Anlagen der österreichischen Zementindustrie für den Beobachtungszeitraum 2007 bis 2012

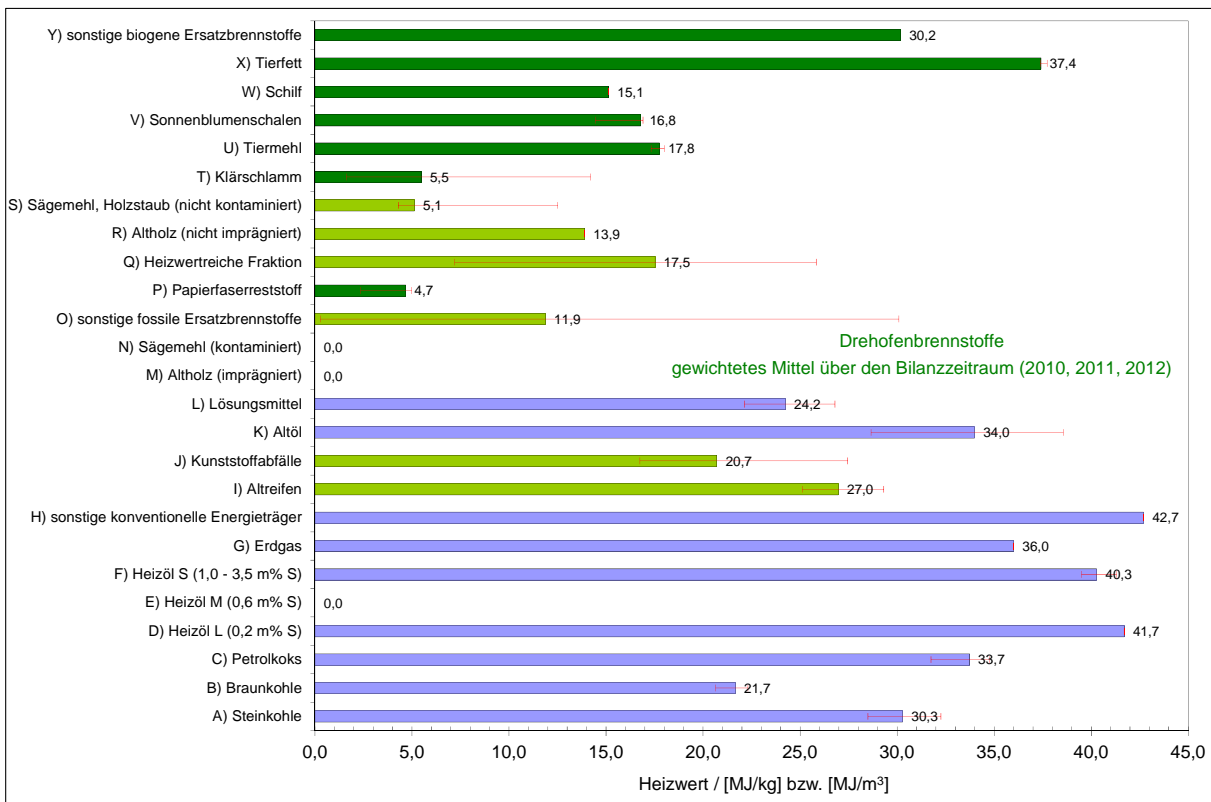


Abbildung 3-10: über den Bilanzzeitraum 2010, 2011 und 2012 mengengewichtete Mittelwerte von Heizwerten unterschiedlicher Drehofenbrennstoffe (im Einsatzzustand) mit werksspezifischen Minimal- und Maximalwerten

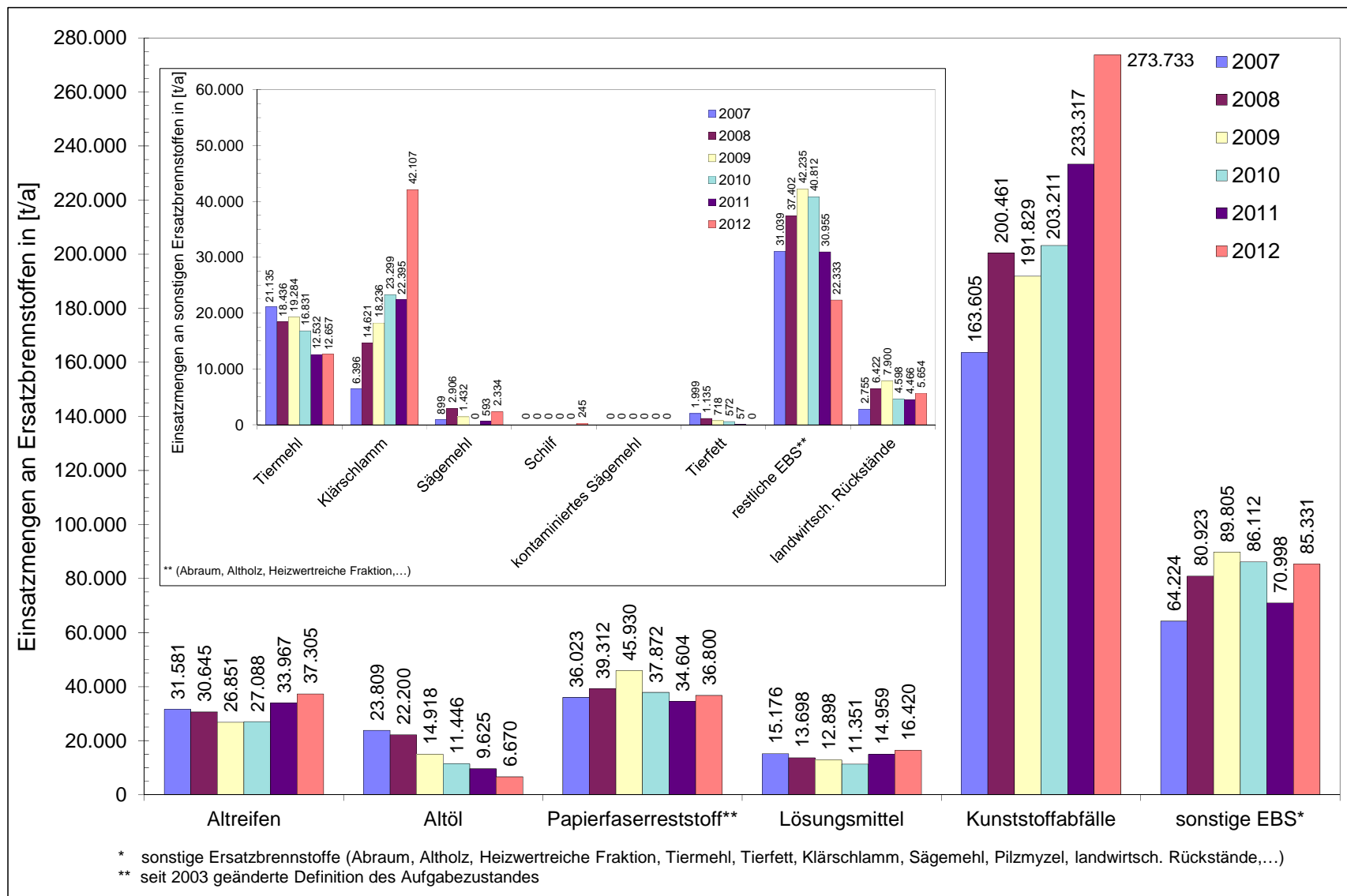


Abbildung 3-11: Einsatzmengen von Ersatzbrennstoffen (EBS) in Anlagen der österreichischen Zementindustrie von 2007 bis 2012

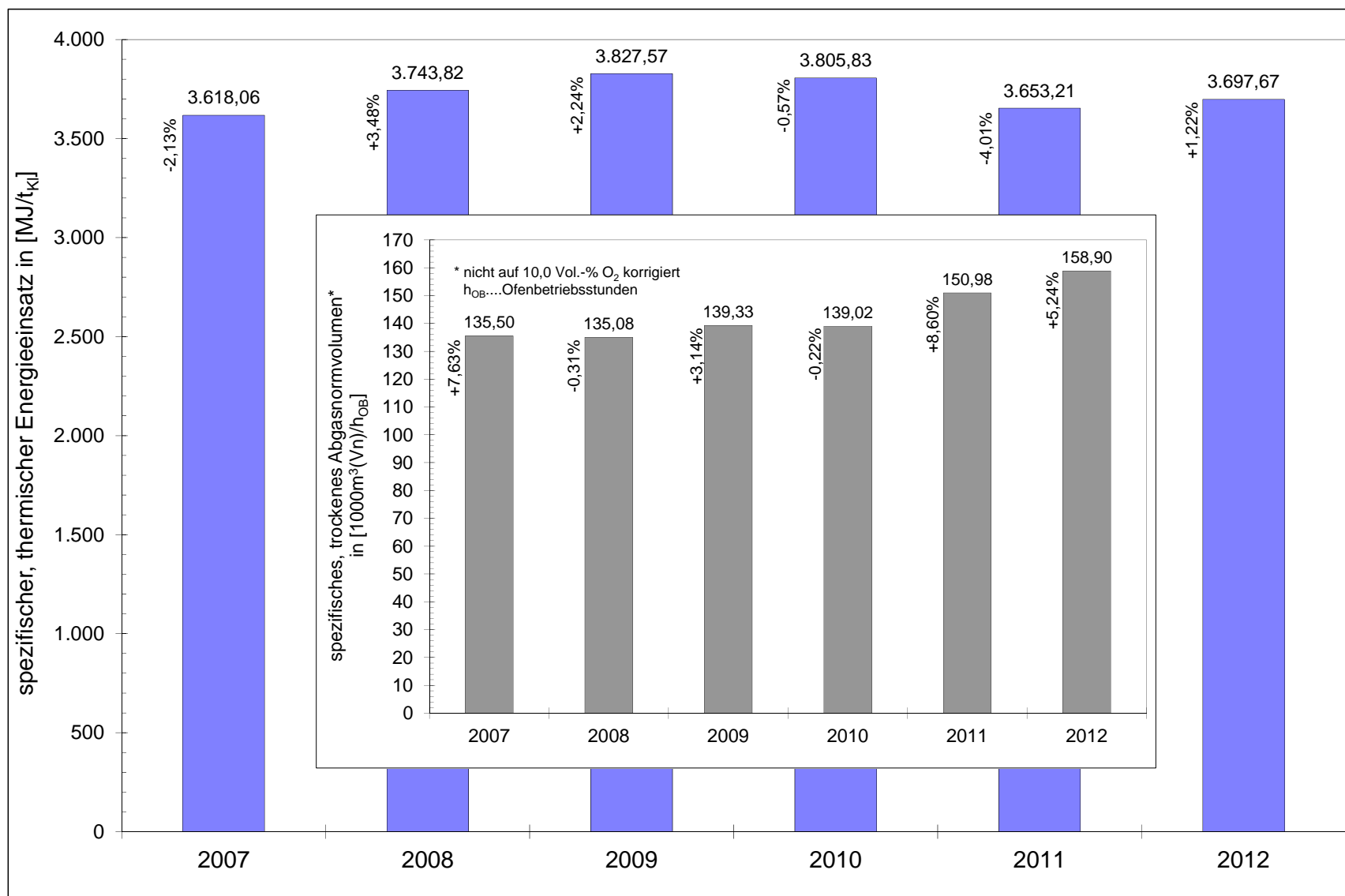


Abbildung 3-12: Entwicklung des spezifischen Energieeinsatzes (exklusive elektrischer Energieeinsatz) und Darstellung des spezifischen, trockenen Gesamtgasnormvolumens (nicht auf 10,0 Vol.-% O₂ bezogen) in österreichischen Zementwerken mit eigener Klinkererzeugung jeweils für den Zeitraum 2007 bis 2012

3.4 Rohstoff- und Zumahlstoffstatistik

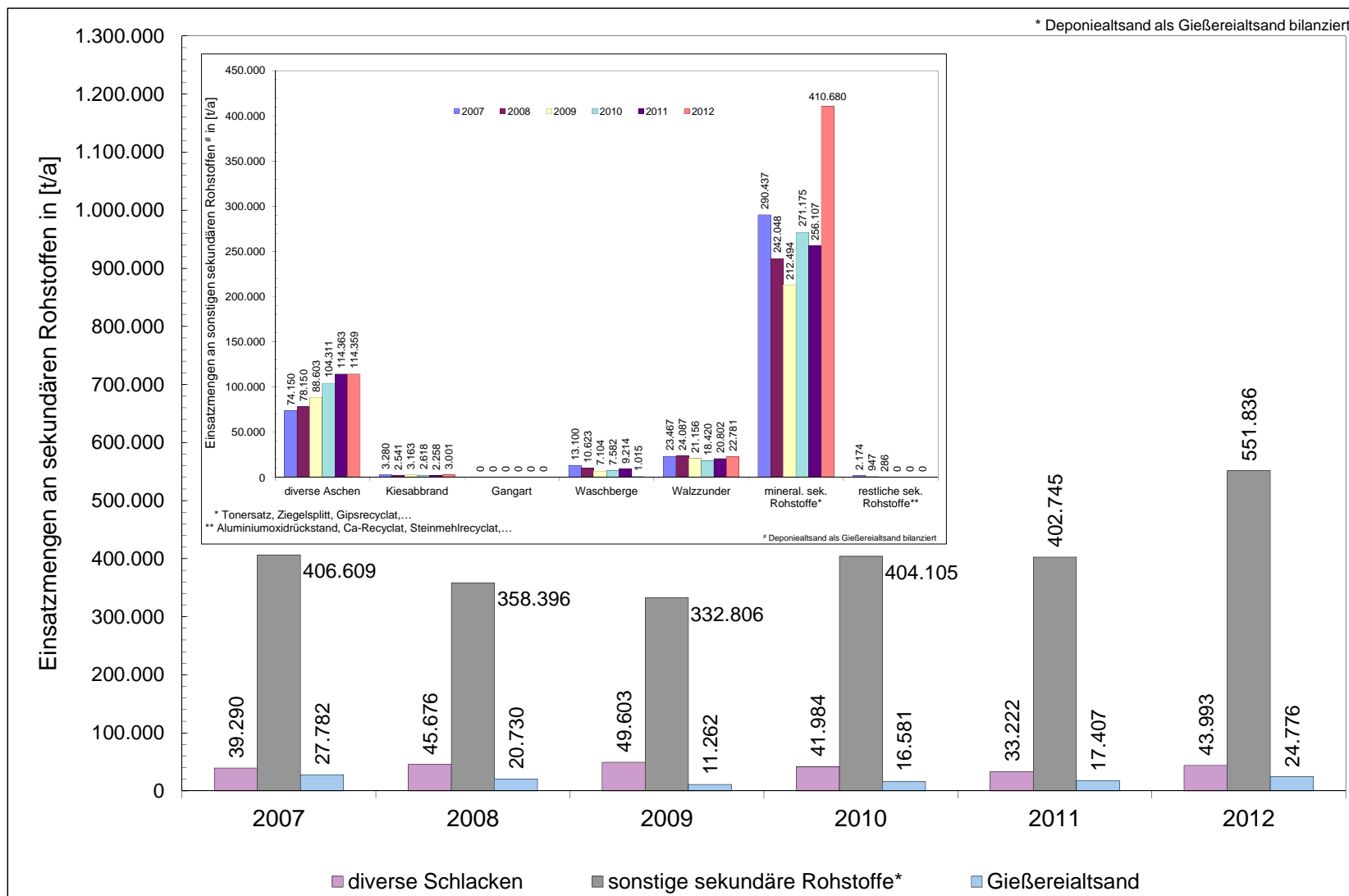


Abbildung 3-13: Einsatzmengen sekundärer Rohstoffe in Anlagen der österreichischen Zementindustrie (ohne Mahlwerke) im Zeitraum von 2007 bis 2012

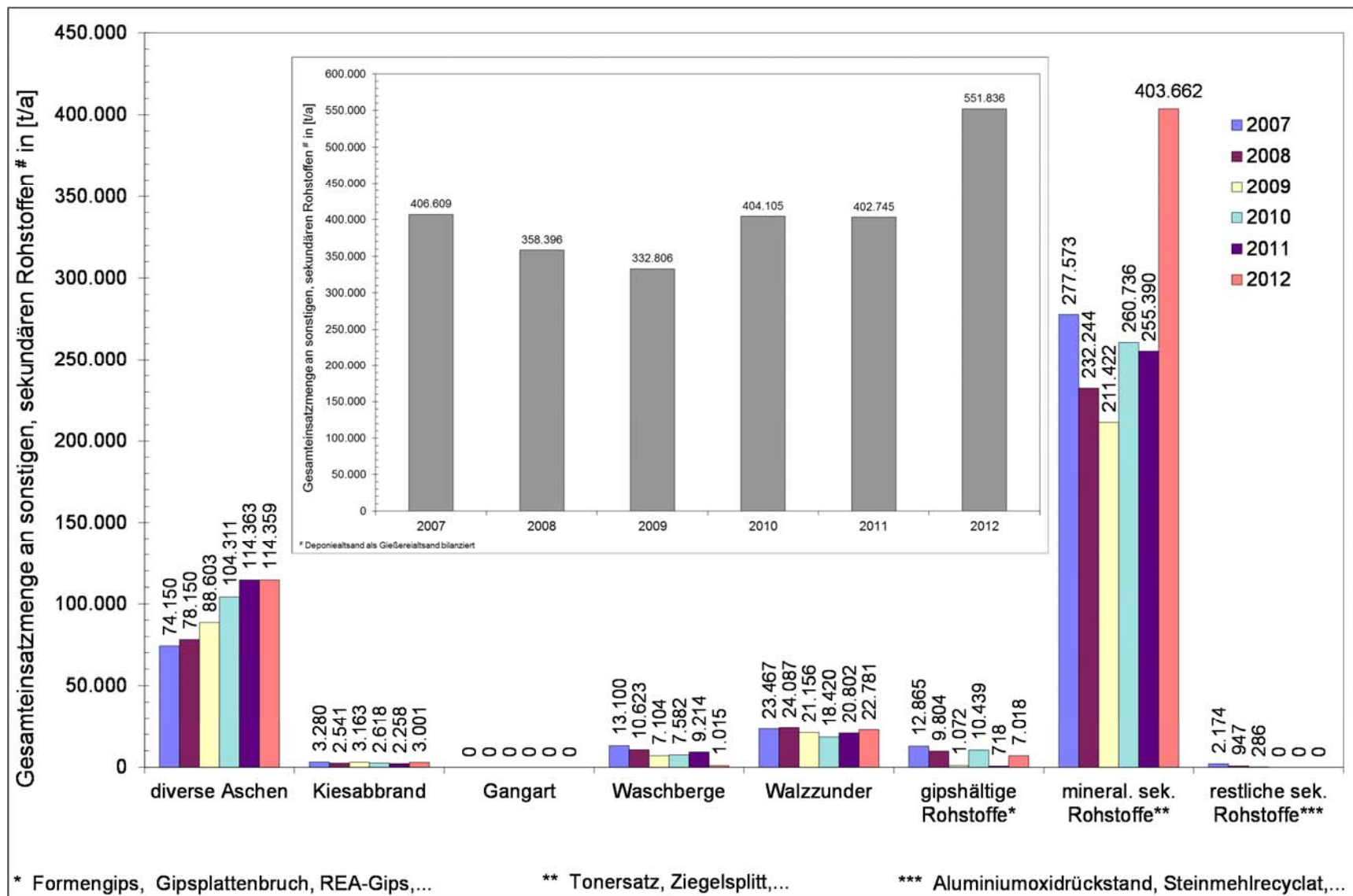


Abbildung 3-14: Spezifizierung der im Zeitraum von 2007 bis 2012 in Anlagen der österreichischen Zementindustrie (ohne Mahlwerke) verwendeten sonstigen sekundären Rohstoffmassenströme

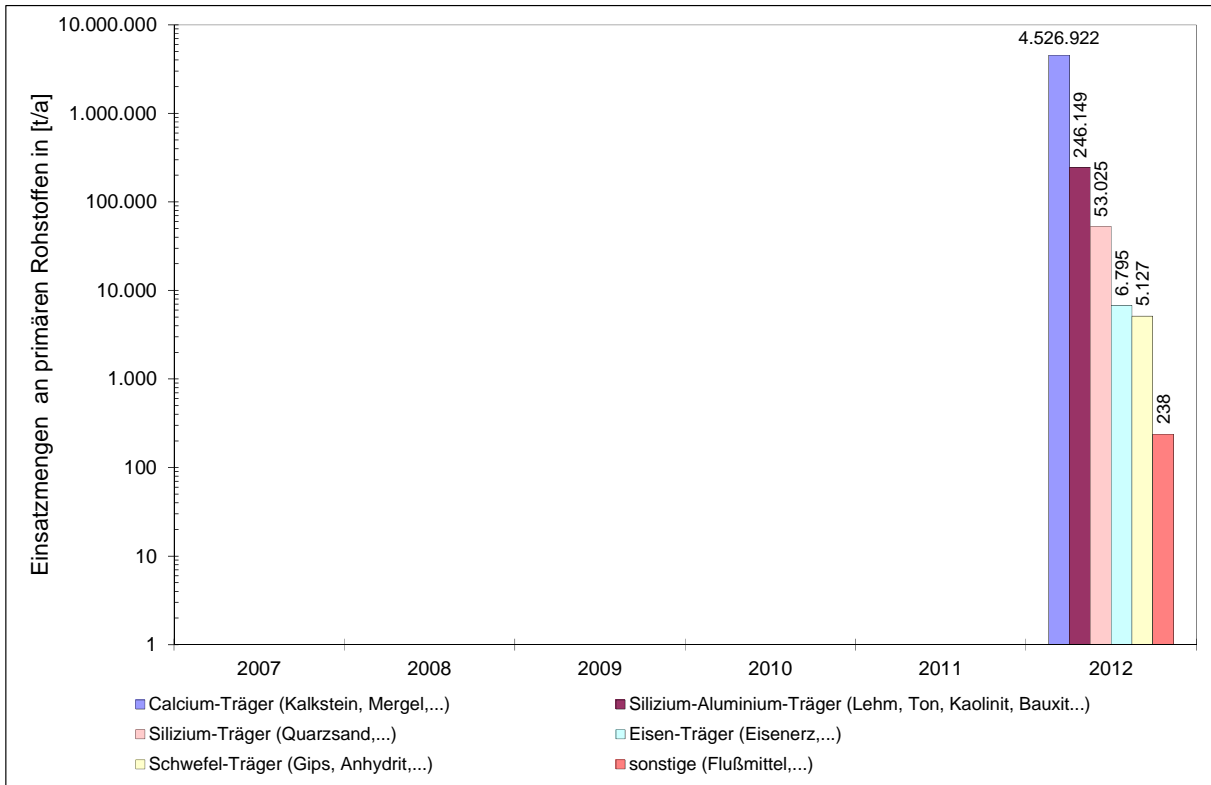


Abbildung 3-15: Einsatzmengen primärer Rohstoffe in Anlagen der österreichischen Zementindustrie im Bilanzjahr 2012 (ohne Mahlwerke, erstmals für 2012 erhoben)

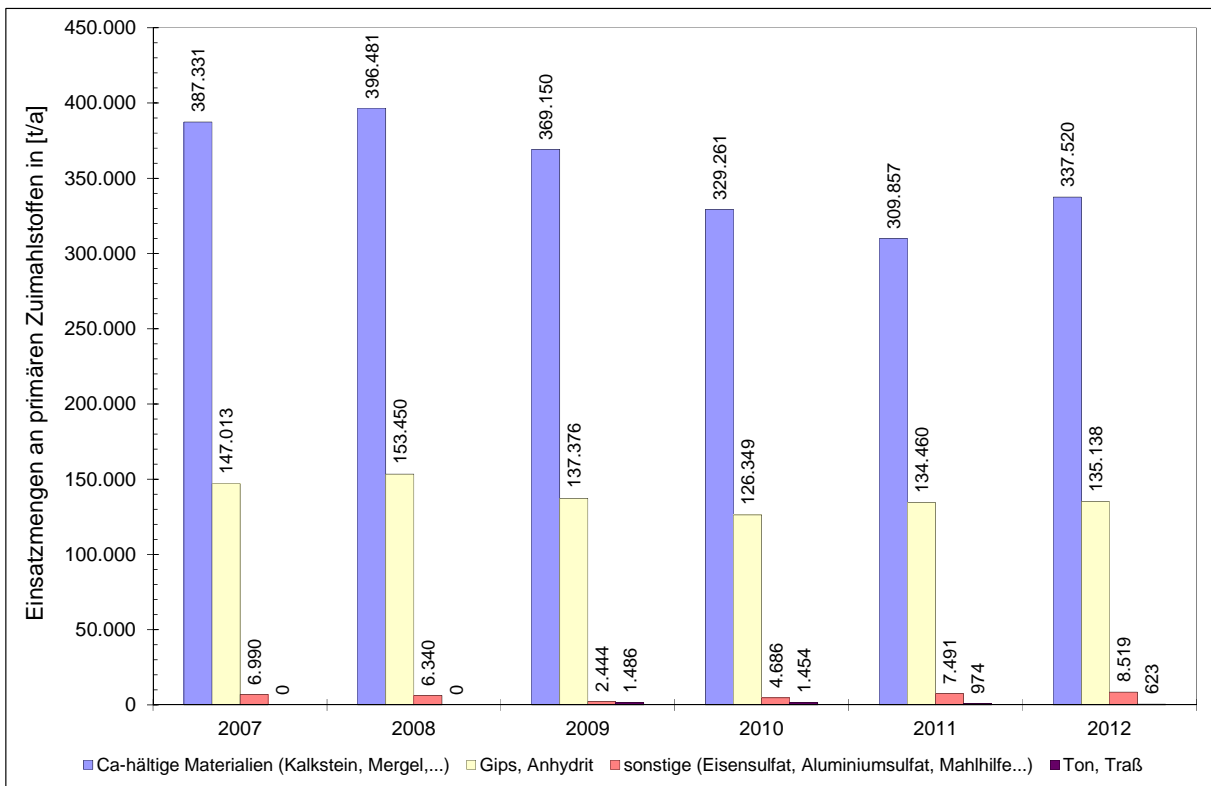


Abbildung 3-16: Einsatzmengen primärer Zusatzstoffe in Anlagen der österreichischen Zementindustrie von 2007 bis 2012 (ohne Mahlwerke)

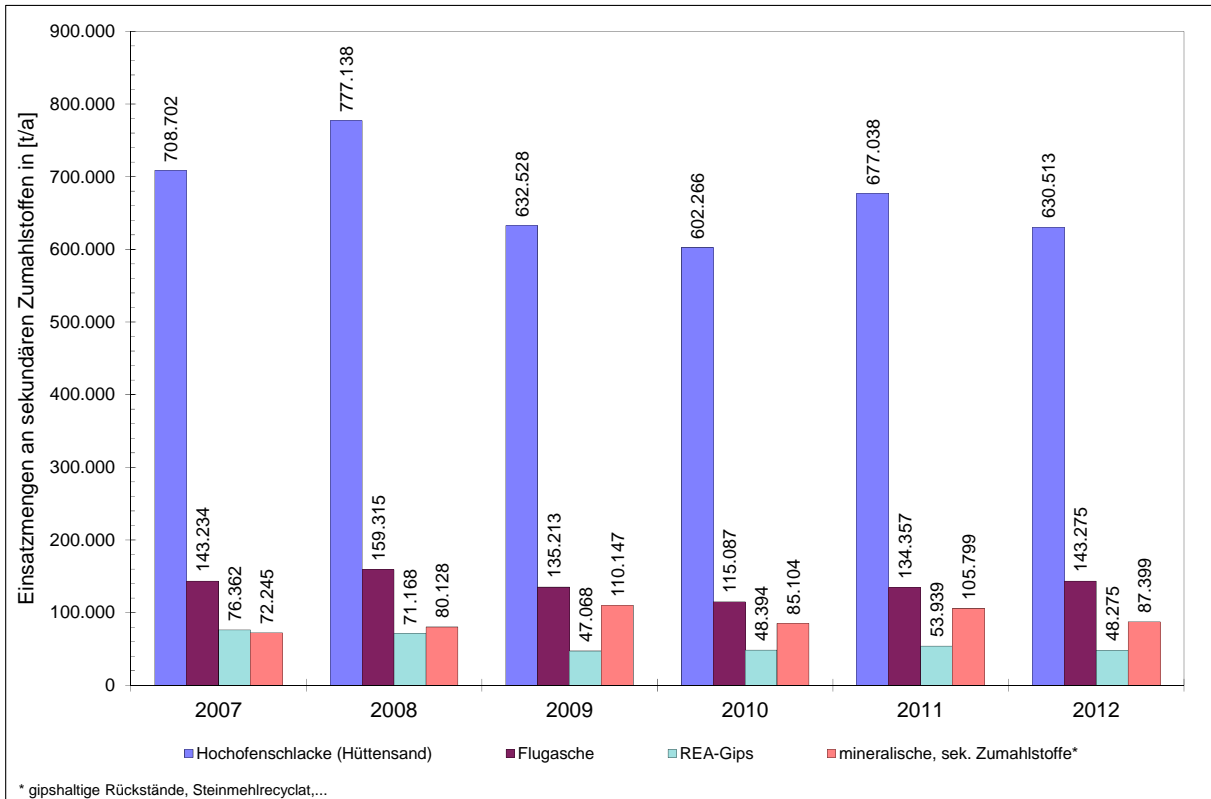


Abbildung 3-17: Einsatzmengen sek. Zumahlstoffe in der österreichischen Zementindustrie (2007 - 2012, ohne Mahlwerke)

3.5 Emissionsstatistik

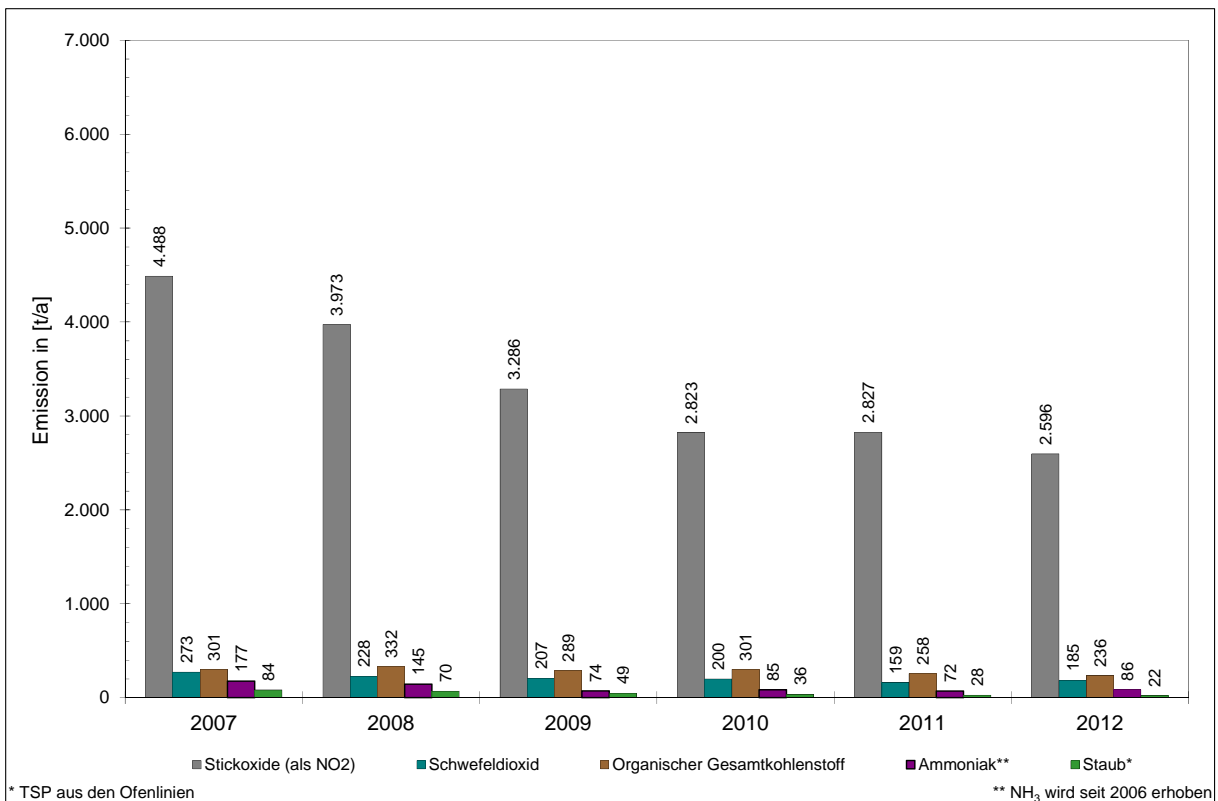


Abbildung 3-18: jährliche Emissionen an Stickstoffoxiden (als NO₂), an Schwefeldioxid, an organischem Gesamtkohlenstoff, an Ammoniak und an Staub (TSP aus Ofenlinien) aus Anlagen der österreichischen Zementindustrie (ohne Mahlwerke) im Zeitraum von 2007 bis 2012

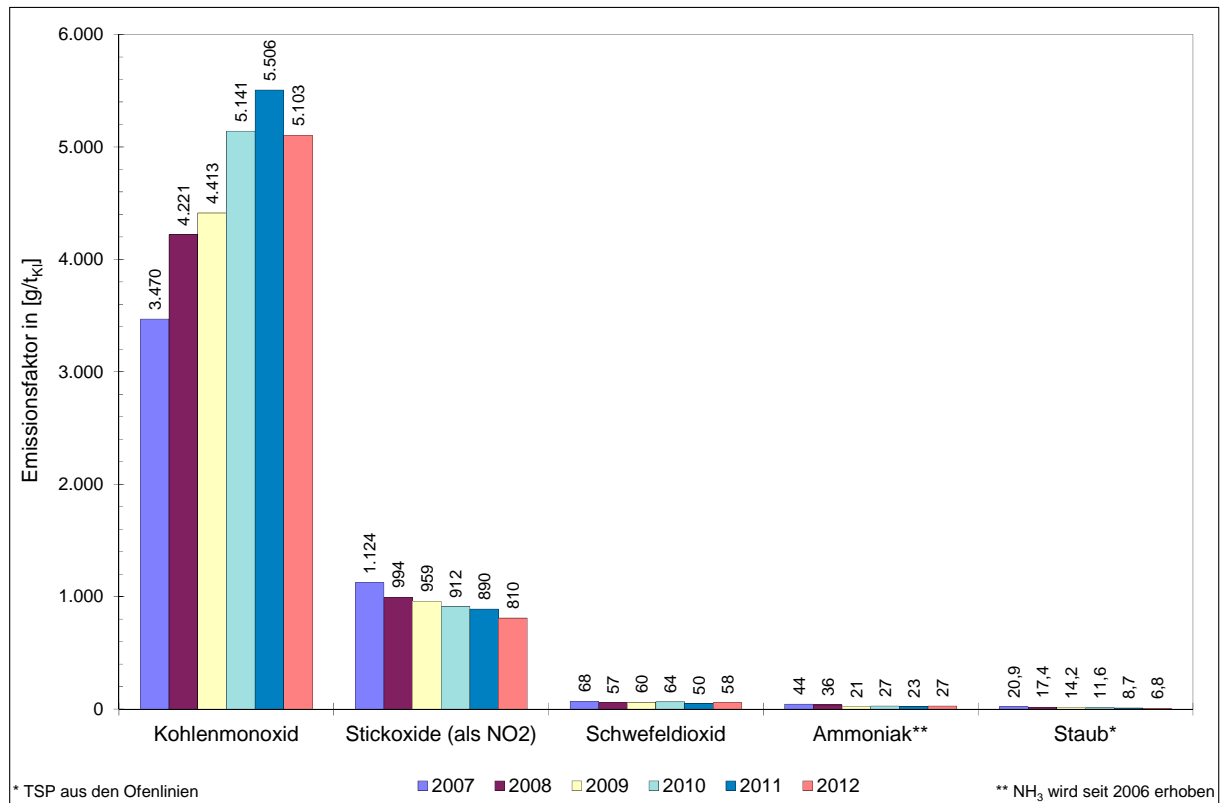


Abbildung 3-19: zeitlicher Verlauf der jährlichen, spezifischen Emissionsmassenströme (Emissionsfaktoren) für Kohlenmonoxid, für Stickstoffoxide (als NO₂), für Schwefeldioxid, für Ammoniak und für Staub (TSP aus Ofenlinien), jeweils bezogen auf 1 t Klinker (2007 - 2012, ohne Mahlwerke)

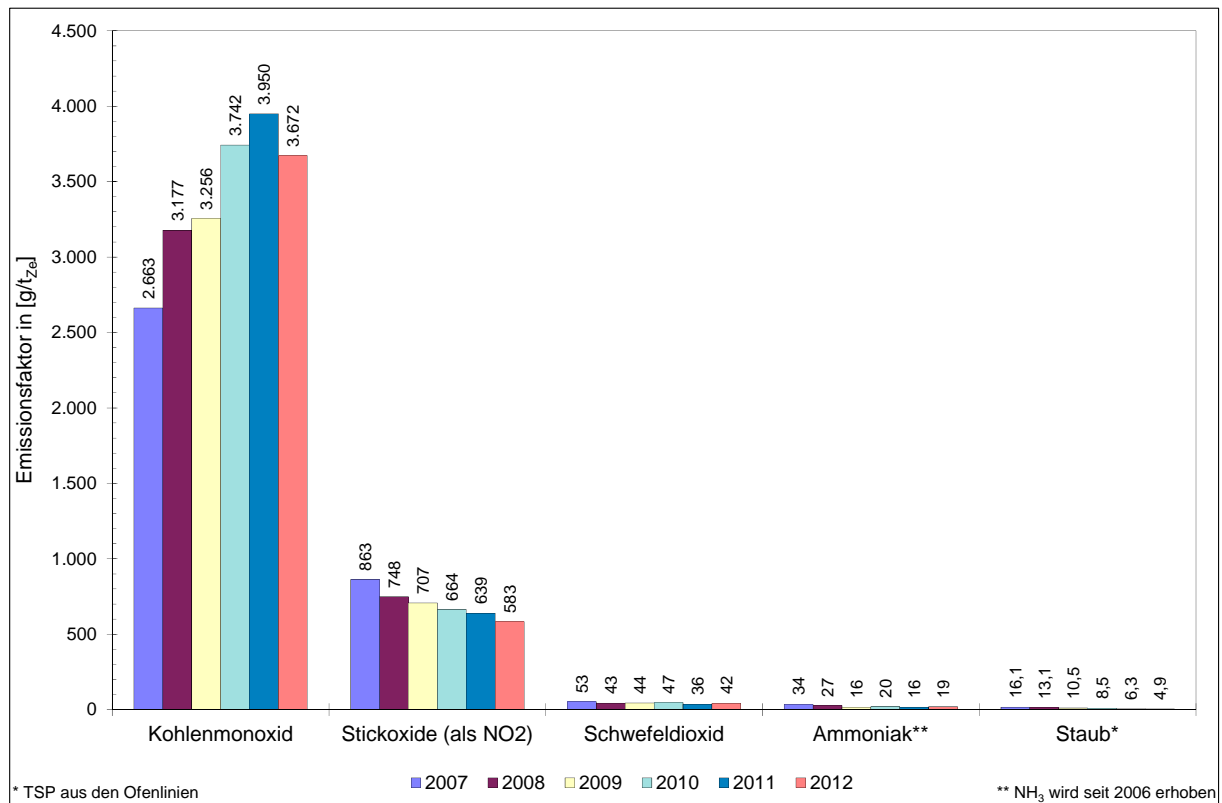


Abbildung 3-20: zeitlicher Verlauf der jährlichen, spezifischen Emissionsmassenströme (Emissionsfaktoren) für Kohlenmonoxid, für Stickstoffoxide (als NO₂), für Schwefeldioxid, für Ammoniak und für Staub (TSP aus Ofenlinien), jeweils bezogen auf 1 t Zement (2007 - 2012, ohne Mahlwerke)

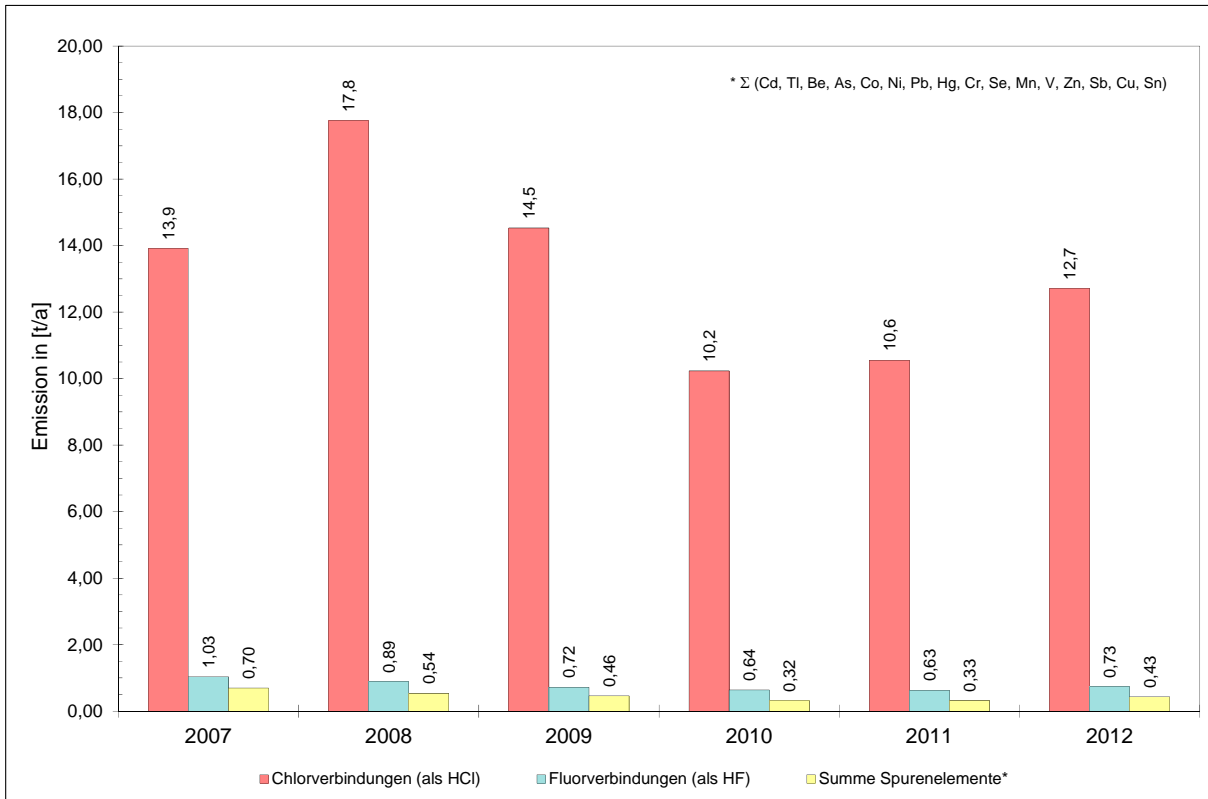


Abbildung 3-21: zeitliche Entwicklung der jährlichen Emissionen an chlor- und fluorhaltigen Verbindungen (ausgewiesen als HCl bzw. HF) sowie der jährlichen Gesamtemissionen an Spurenelementen jeweils für den Zeitraum 2007 bis 2012 (ohne Mahlwerke)

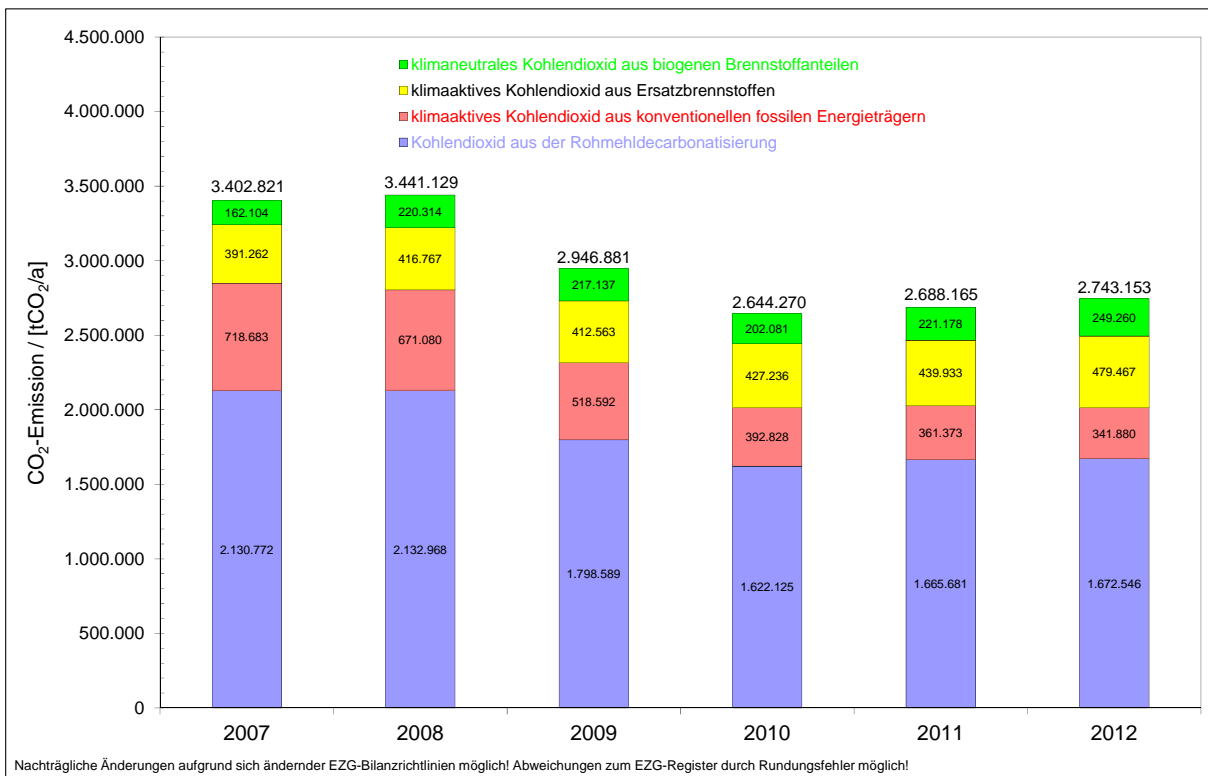


Abbildung 3-22: zeitliche Entwicklung der jährlichen Emissionen an Kohlendioxid aus Anlagen der österreichischen Zementindustrie (exklusive Mahlwerke) im Beobachtungszeitraum 2007 bis 2012 (nach EZG)

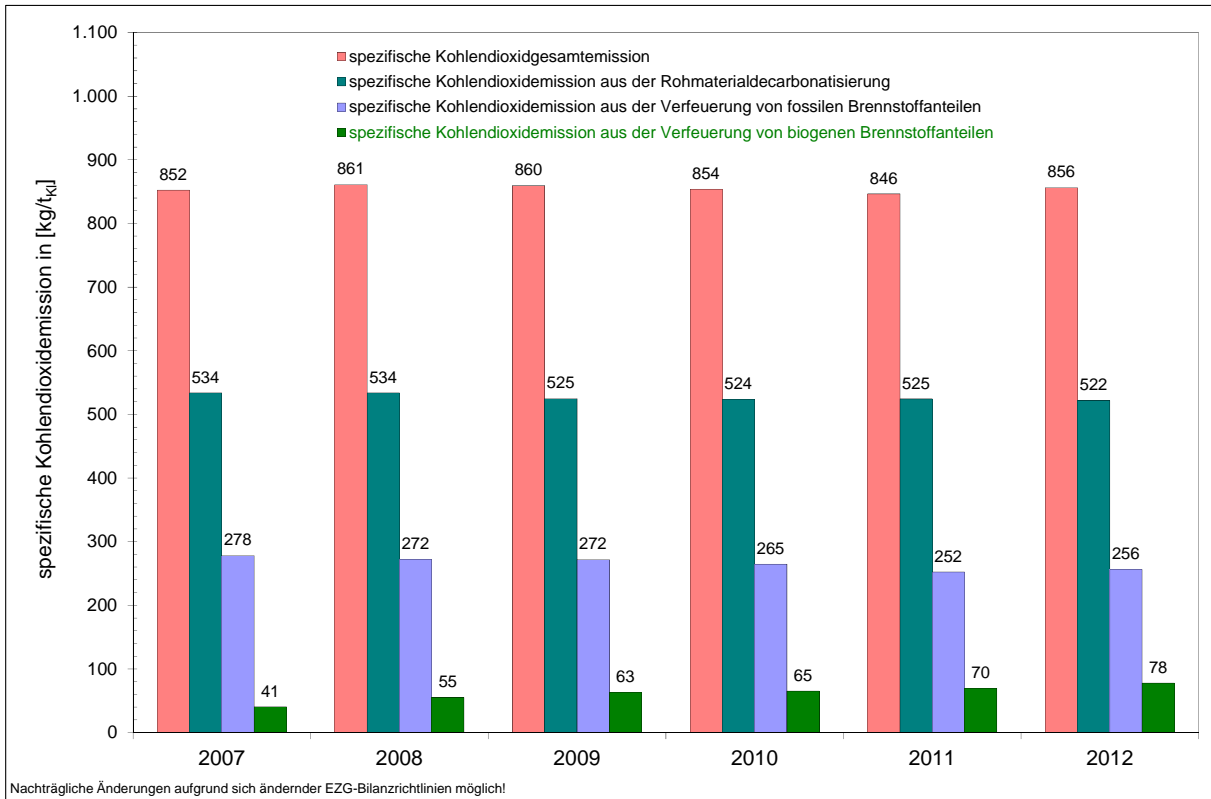


Abbildung 3-23: auf die Tonne Klinker bezogene, spezifische CO₂-Emissionen (mit biogenen CO₂-Emissionen) aus Anlagen der österreichischen Zementindustrie im Beobachtungszeitraum 2007 bis 2012 (nach EZG)

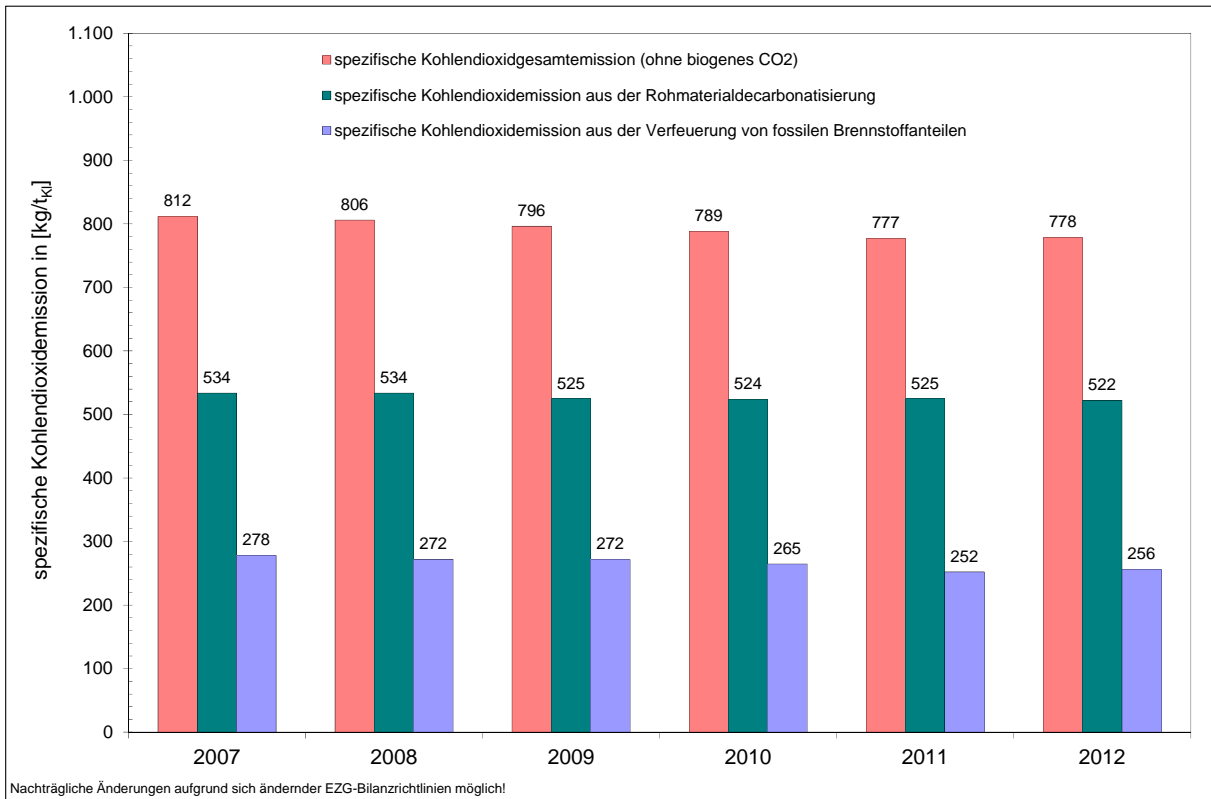


Abbildung 3-24: auf die Tonne Klinker bezogene, spezifische CO₂-Emissionen (ohne biogene CO₂-Emissionen) aus Anlagen der österreichischen Zementindustrie im Beobachtungszeitraum 2007 bis 2012 (nach EZG)

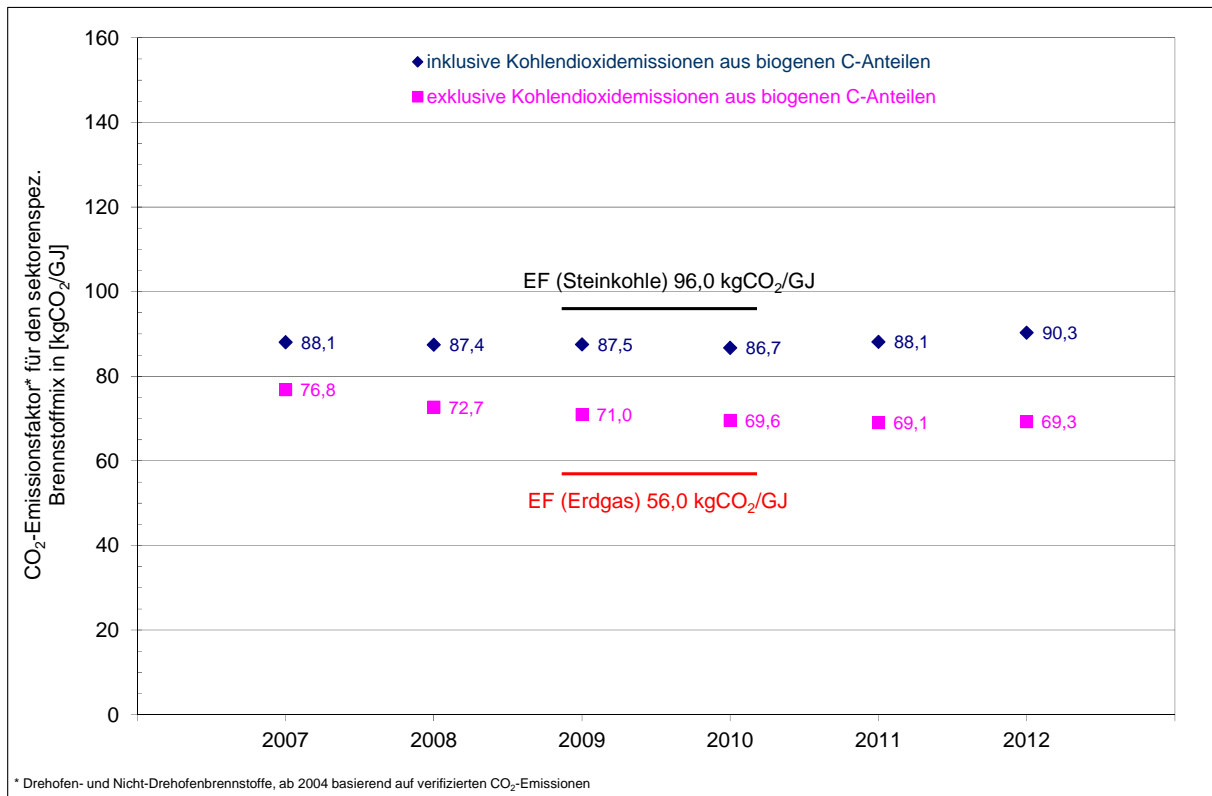


Abbildung 3-25: auf GJ Brennstoffwärmemenge bezogene, relative CO₂-Emissionen (Emissionsfaktor EF) aus Anlagen der österreichischen Zementindustrie im Beobachtungszeitraum 2007 bis 2012 (nach EZG)

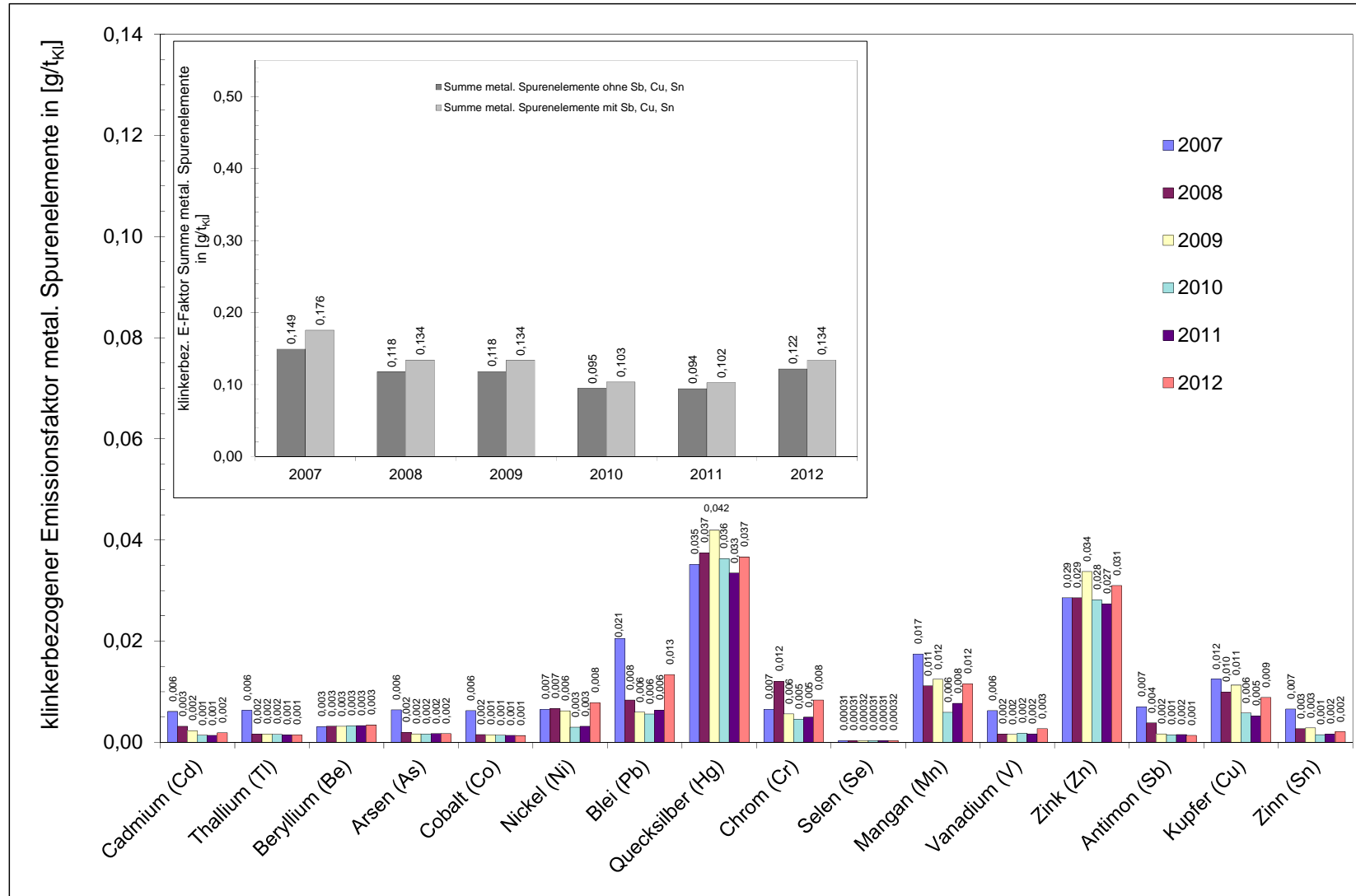


Abbildung 3-26: klinkerbezogene Emissionsfaktoren diverser metallischer Spurenelemente aus Anlagen der österreichischen Zementindustrie (ohne Mahlwerke) für den Zeitraum von 2007 bis 2012

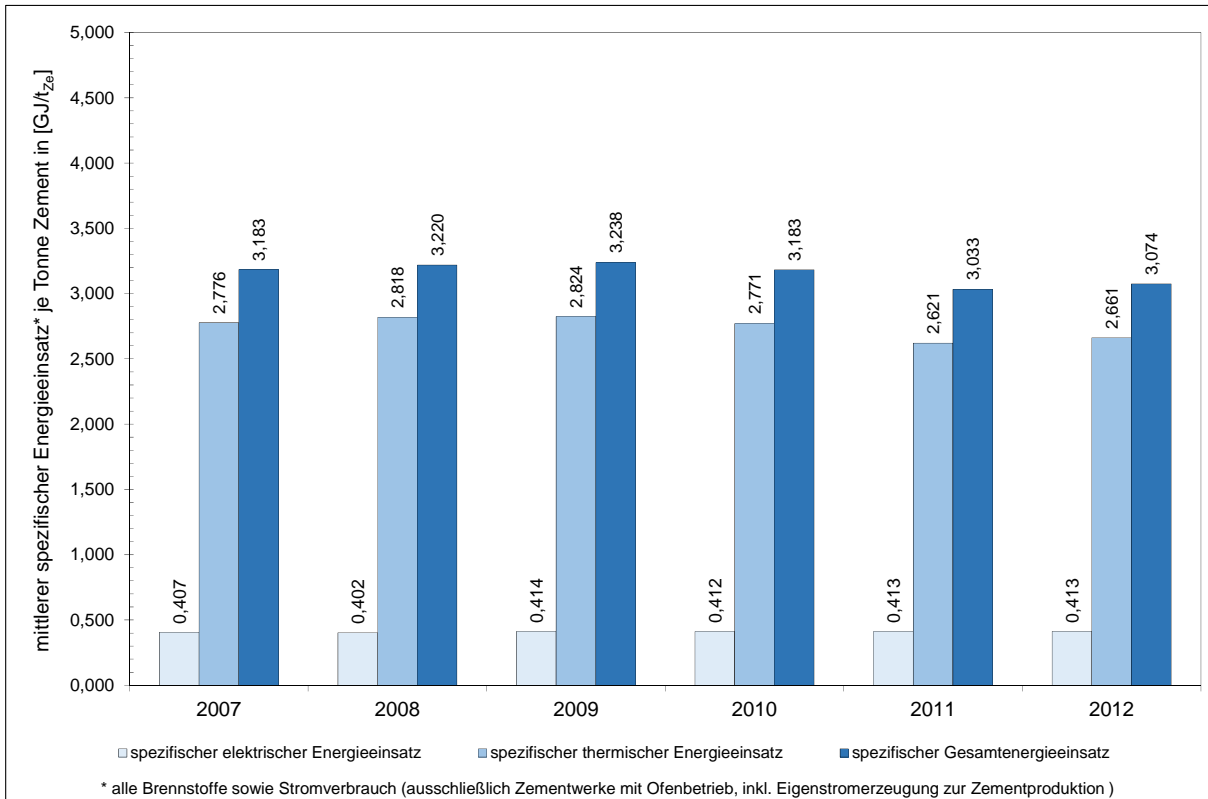


Abbildung 3-27: mittlerer spezifischer Energieeinsatz je Tonne Zement in Anlagen der österreichischen Zementindustrie (ohne Mahlwerke) im Vergleichszeitraum 2007 bis 2012

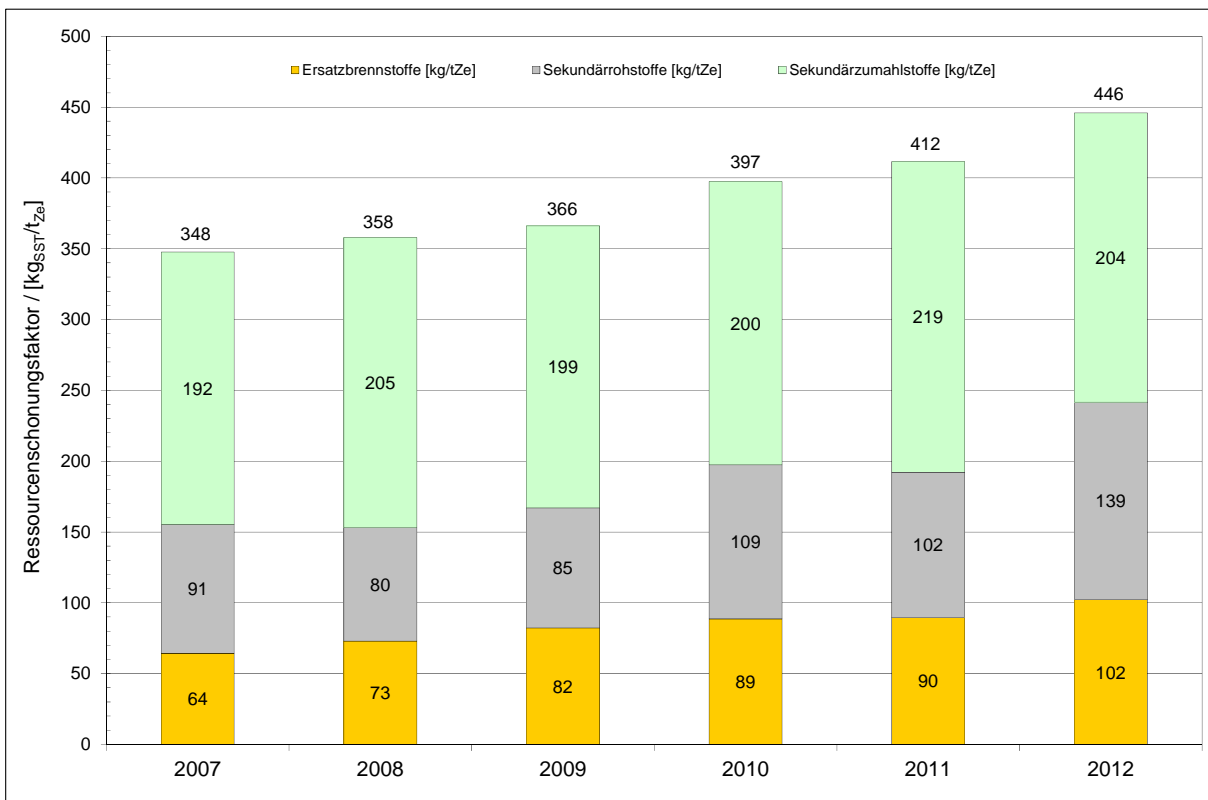


Abbildung 3-28: Ressourcenschonungsfaktor für Anlagen der österreichischen Zementindustrie im Vergleichszeitraum 2007 bis 2012

(Der Ressourcenschonungsfaktor verdeutlicht jene Menge an Ersatzbrennstoffen, Sekundärrohstoffen und Sekundärzumahlstoffen, die bei der Erzeugung einer Tonne Zement verwendet werden.)

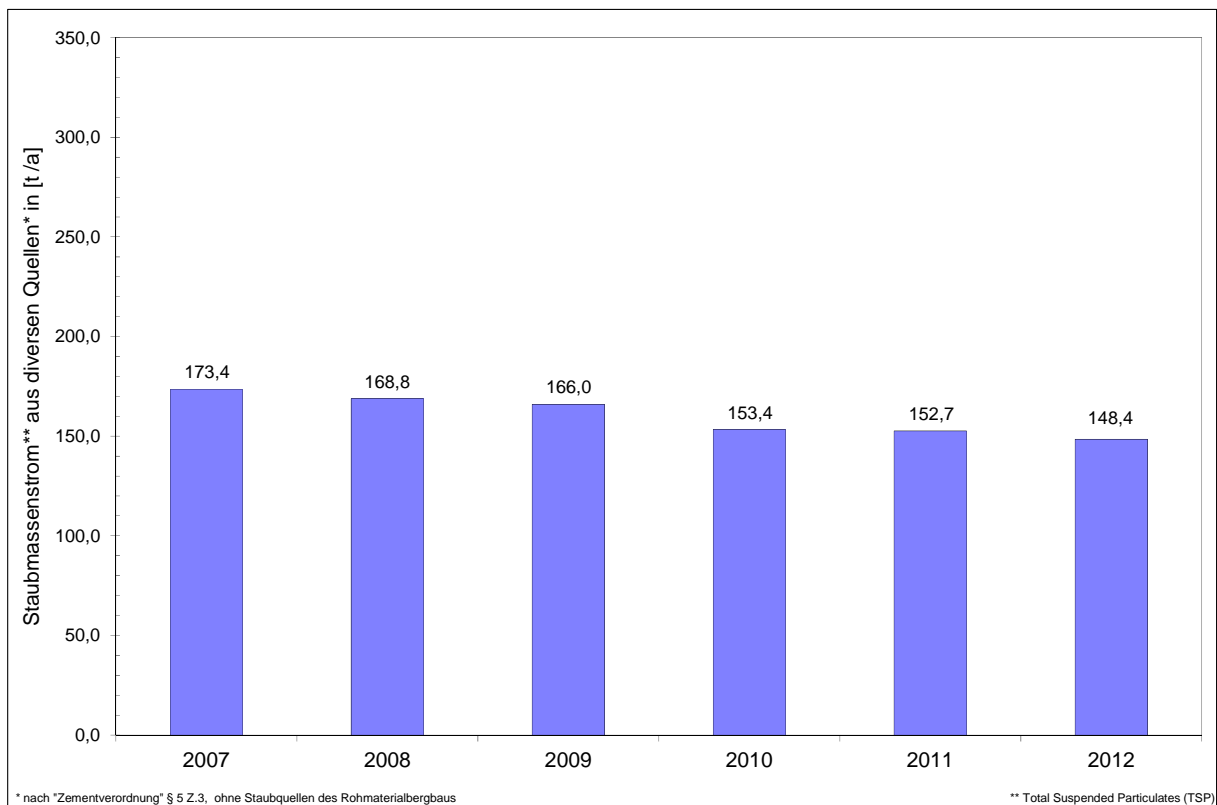


Abbildung 3-29: Staubmassenstrom (TSP) aus "sonstigen definierten Quellen" nach "Zementverordnung" § 5 Z.3 für Anlagen der österreichischen Zementindustrie (exklusive Mahlwerke) im Beobachtungszeitraum 2007 bis 2012

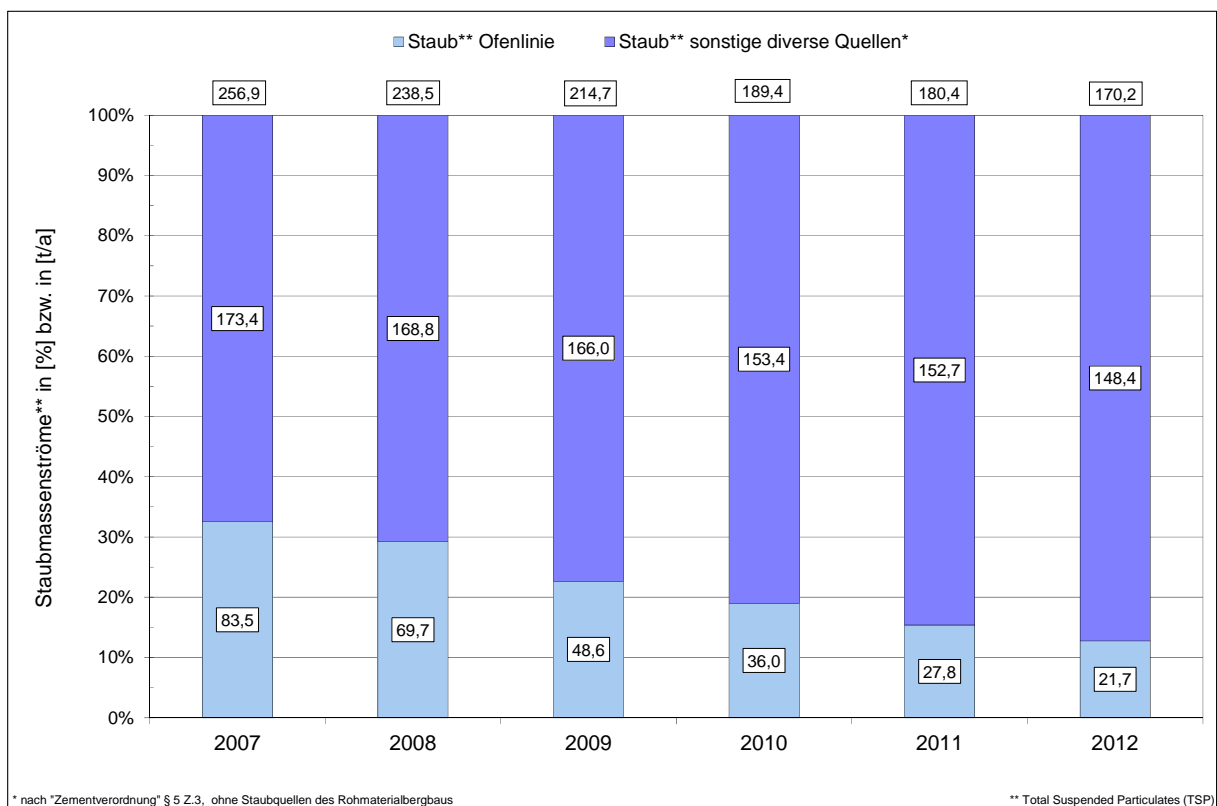


Abbildung 3-30: staubförmige Emissionen unter Berücksichtigung von Staubemissionen aus "sonstigen definierten Quellen" nach "Zementverordnung" § 5 Z.3 für Anlagen der österreichischen Zementindustrie (exklusive Mahlwerke) im Beobachtungszeitraum 2007 bis 2012

4 Kurzkomentar zu den Ergebnissen

4.1 Anlage- und Produktionsdaten

Kennzahl	2011		2012	
		[%]		[%]
Installierte Klinkerkapazität [t/a]	5.086.900		5.086.900	
		100,00		0,00
Rohmehleinsatz [t/a]	4.947.150		4.942.334	
		100,00		-0,10
Klinkerproduktion [t/a]	3.175.642		3.206.055	
		100,00		0,96
Zementproduktion [t/a]	4.426.944		4.455.162	
		100,00		0,64
Ofenbetriebsstunden* [h _{OB} /a]	53.139,5		54.270,5	
* alle Drehrohrfenbetriebszustände		100,00		2,13
Rohmehlfaktor [t _{Rm} /t _{Kl}]	1,558		1,542	
		100,00		-1,05
Klinkerfaktor* [t _{Kl} /t _{Ze}]	0,695		0,703	
*= Klinkerverbrauch/Zementproduktion		100,00		1,14
spez. therm. Energieeinsatz [GJ/t _{Kl}]	3,653		3,698	
		100,00		1,22
Klinkerbrandfaktor [t _{Kl} /h _{OB}]	59,760		59,075	
		100,00		-1,15
Abgasfaktor* [m ³ (Vn)/h _{OB}]	150.981		158.896	
* nicht auf 10 Vol.-% O ₂ bezogen		100,00		5,24
spez. Abgasmenge* [m ³ (Vn)/t _{Kl}]	2.526		2.690	
* nicht auf 10 Vol.-% O ₂ bezogen		100,00		6,46
Anteil Ersatzbrennstoffe am therm. Gesamtenergieeinsatz [%]	65,32		68,41	
		100,00		4,72
Ressourcenschonungsfaktor* [kg/t _{Ze}]	411,6		445,8	
* Ersatzstoffmenge bei der Produktion 1 t Zement		100,00		8,33

Tabelle 4-1: Produktionsdaten für Anlagen der österreichischen Zementindustrie im Jahresvergleich 2012 mit 2011

Die installierte Klinkerkapazität in Anlagen der österreichischen Zementindustrie blieb im Jahresvergleich 2011/2012 mit ca. 5,0869 Millionen Jahrestonnen unverändert (Tabelle 4-1).

Die Klinkerproduktion erhöhte sich im Jahresvergleich 2012 mit 2011 von ca. 3,18 auf ca. 3,21 Millionen Jahrestonnen; dies entspricht einer Steigerung um ca. 1,0 %.

Im Vergleichszeitraum stieg die Zementproduktion von ca. 4,43 auf ca. 4,46 Millionen Jahrestonnen; dies entspricht einer Zunahme von ca. 0,6 %.

Der Klinkerfaktor erhöhte sich um ca. 1,1 % von 0,695 auf 0,703 t_{Kl}/t_{Ze}.

Die Anzahl an Ofenbetriebsstunden erhöhte sich um ca. 2,1 % auf 54.270,5 Stunden.

Der Klinkerbrandfaktor verschlechterte sich von ca. 59,8 t_{Kl}/h_{OB} um ca. 1,2 % auf ca. 59,1 t_{Kl}/h_{OB}.

Für die Produktion einer Tonne Klinker wurde im Jahr 2012 mit ca. 3,70 GJ um ca. 1,2 % mehr thermische Energie (Brennstoffwärmeverbrauch) eingesetzt als im Jahr zuvor.

Die spezifische Abgasmenge erhöhte sich anlagenbedingt im Jahresvergleich um ca. 6,5 % auf 2.690 m³(Vn) je Tonne produzierten Klinker.

Der Anteil an Brennstoffwärmemenge erzeugt aus Ersatzbrennstoffen am Gesamtwärmebedarf, erhöhte sich von ca. 65,3 % im Jahr 2011 auf ca. 68,4 % im Jahr 2012. Dies entspricht einem Anstieg um 3,1 Prozentpunkte (ca. +4,7 %).

Im Jahr 2012 erhöhte sich die Menge an Ersatzstoffen (i.e. Ersatzbrennstoffe, Sekundärrohstoffe, Sekundärzumahlstoffe), die für die Produktion einer Tonne Zement verwendet wurde (Ressourcenschonungsfaktor), von ca. 412 kg/t_{ze} um ca. 8,3 % auf ca. 446 kg/t_{ze}.

4.2 Emissionen

4.2.1 Schadstoffe

Emissionsfaktor	2011		2012	
	[g/t _{kl}]	[%]	[g/t _{kl}]	[%]
Staub (TSP aus den Ofenlinien)	8,74		6,78	
		100,00		-22,43
Stickstoffoxide (als NO ₂)	890,30		809,69	
		100,00		-9,05
Schwefeldioxid (SO ₂)	50,11		57,83	
		100,00		15,41
Summe Spurenelemente	0,102460		0,133860	
		100,00		30,65
chlorhaltige Verbindungen (als HCl)	3,323		3,955	
		100,00		19,03
fluorhaltige Verbindungen (als HF)	0,198		0,227	
		100,00		14,69
org. Gesamtkohlenstoff (TOC)	81,164		73,597	
		100,00		-9,32
Kohlenmonoxid (CO)	5.505,8		5.103,0	
		100,00		-7,32
Kohlendioxid (CO ₂) (inklusive klimaneutrales CO ₂)	846.495		855.616	
		100,00		1,08

Tabelle 4-2: Emissionsänderungen bei klassischen Schadstoffen aus Anlagen der österreichischen Zementindustrie im Bilanzjahr 2012 bezogen auf 2011

Im Jahresvergleich 2012 mit 2011 verringerten sich die klinkerbezogenen spezifischen Emissionsfaktoren [g/t_{kl}] für ofengängigen Staub, organischen Gesamtkohlenstoff, Stickstoffoxide und Kohlenmonoxid deutlich. Hingegen verzeichneten die klinkerbezogenen spezifischen Emissionsfaktoren [g/t_{kl}] für Summe metallische Spurenelemente, chlorhaltige Verbindungen, Schwefeldioxid und fluorhaltige Verbindungen größere Steigerungen (Tabelle 4-2).

4.2.2 Metallische Spurenelemente

Im Jahresvergleich 2012 mit 2011 konnte bei zwei metallischen Spurenelementen (Sb und Co) Rückgänge bei den klinkerbezogenen Emissionsfaktoren [g/t_{kl}] verzeichnet werden. Bei vierzehn metallischen Spurenelementen (Ni, Pb, Cu, Cr, V, Mn, Cd, Sn, Zn, Hg, Be, Se, As, Tl) zeigten sich zum Teil deutlich höhere Werte (Tabelle 4-3).

Insgesamt erhöhte sich der klinkerbezogene Emissionsfaktor [g/t_{kl}] für Summe metallische Spurenelemente um ca. 30,7 % auf ca. 0,1339 g/t_{kl} (Tabelle 4-3).

Spurenelement	2010	2011	2012	2012/2011	2012/2010
	Emissionsfaktor [g/t _k]	Emissionsfaktor [g/t _k]	Emissionsfaktor [g/t _k]	Änderung [%]	Änderung [%]
Cadmium (Cd)	0,001401	0,001361	0,001881	38,19	34,25
Thallium (Tl)	0,001582	0,001442	0,001449	0,52	-8,39
Beryllium (Be)	0,003235	0,003282	0,003394	3,41	4,91
Arsen (As)	0,001598	0,001718	0,001736	1,08	8,67
Cobalt (Co)	0,001416	0,001370	0,001323	-3,48	-6,60
Nickel (Ni)	0,002957	0,003160	0,007832	147,81	164,87
Blei (Pb)	0,005589	0,006331	0,013390	111,51	139,59
Quecksilber (Hg)	0,036266	0,033460	0,036640	9,50	1,03
Chrom (Cr)	0,004591	0,004971	0,008344	67,85	81,76
Selen (Se)	0,000313	0,000312	0,000317	1,53	1,22
Mangan (Mn)	0,005939	0,007691	0,011562	50,34	94,67
Vanadium (V)	0,001745	0,001657	0,002704	63,18	54,91
Zink (Zn)	0,028141	0,027382	0,031006	13,23	10,18
Antimon (Sb)	0,001434	0,001533	0,001354	-11,67	-5,56
Kupfer (Cu)	0,005801	0,005169	0,008854	71,29	52,63
Zinn (Sn)	0,001469	0,001621	0,002074	28,00	41,24
<i>Summe Spurenelemente</i>	<i>0,103477</i>	<i>0,102460</i>	<i>0,133860</i>	<i>30,65</i>	<i>29,36</i>

Tabelle 4-3: Emissionsfaktoren für metallische Spurenelemente und ihre prozentuelle Änderung in 2012 bezogen auf 2011

5 Tabellenverzeichnis

1.)	Tabelle 2-1: erfaßte Schadstoffe	3
2.)	Tabelle 3-1: Gesamtübersichtstabelle - Emissionen und Produktionsmittel der österreichischen Zementindustrie (ohne Mahlwerke) im Vergleichszeitraum 2007 bis 2012.....	4
3.)	Tabelle 4-1: Produktionsdaten für Anlagen der österreichischen Zementindustrie im Jahresvergleich 2012 mit 2011	23
4.)	Tabelle 4-2: Emissionsänderungen bei klassischen Schadstoffen aus Anlagen der österreichischen Zementindustrie im Bilanzjahr 2012 bezogen auf 2011	24
5.)	Tabelle 4-3: Emissionsfaktoren für metallische Spurenelemente und ihre prozentuelle Änderung in 2012 bezogen auf 2011	25

6 Abbildungsverzeichnis

1.)	Abbildung 3-1: Rohmehleinsatzmenge, Klinkerproduktionsmenge und Zementproduktionsmenge der österreichischen Zementindustrie im Beobachtungszeitraum 2007 bis 2012 (ohne Mahlwerke)	5
2.)	Abbildung 3-2: Klinkerfaktor und Rohmehlfaktor im Beobachtungszeitraum 2007 bis 2012.....	5
3.)	Abbildung 3-3: Entwicklung des Klinkerbrandfaktors / [tKI/hOB] in den Anlagen der österreichischen Zementindustrie im Beobachtungszeitraum 2007 bis 2012	6
4.)	Abbildung 3-4: Einsatzmengen konventioneller Brennstoffe in der österreichischen Zementindustrie im Beobachtungszeitraum 2007 bis 2012	6
5.)	Abbildung 3-5: Einsatzmengen von Ersatzbrennstoffen (EBS) in Anlagen der österreichischen Zementindustrie im Beobachtungszeitraum 2007 bis 2012	7
6.)	Abbildung 3-6: Entwicklung des thermischen und elektrischen Energieeinsatzes in österreichischen Zementwerken mit eigener Klinkererzeugung im Beobachtungszeitraum 2007 bis 2012	7
7.)	Abbildung 3-7: Ersatzbrennstoffenergieanteil am thermischen Energieeinsatz (Substitutionsgrad) in Anlagen der österreichischen Zementindustrie für den Beobachtungszeitraum 2007 bis 2012.....	8
8.)	Abbildung 3-8: Brennstoffwärmemengen aus der Verfeuerung von Ersatzbrennstoffen im Beobachtungszeitraum 1988 bis 2012	8
9.)	Abbildung 3-9: auf die Tonne Zement bzw. auf die Tonne Klinker bezogener spezifischer Brennstoffenergieeinsatz in Anlagen der österreichischen Zementindustrie für den Beobachtungszeitraum 2007 bis 2012.....	9
10.)	Abbildung 3-10: über den Bilanzzeitraum 2010, 2011 und 2012 mengengewichtete Mittelwerte von Heizwerten unterschiedlicher Drehofenbrennstoffe (im Einsatzzustand) mit werksspezifischen Minimal- und Maximalwerten	9
11.)	Abbildung 3-11: Einsatzmengen von Ersatzbrennstoffen (EBS) in Anlagen der österreichischen Zementindustrie von 2007 bis 2012	10
12.)	Abbildung 3-12: Entwicklung des spezifischen Energieeinsatzes (exklusive elektrischer Energieeinsatz) und Darstellung des spezifischen, trockenen Gesamtgasnormvolumens (nicht auf 10,0 Vol.-% O ₂ bezogen) in österreichischen Zementwerken mit eigener Klinkererzeugung jeweils für den Zeitraum 2007 bis 2012.....	11
13.)	Abbildung 3-13: Einsatzmengen sekundärer Rohstoffe in Anlagen der österreichischen Zementindustrie (ohne Mahlwerke) im Zeitraum von 2007 bis 2012	12
14.)	Abbildung 3-14: Spezifizierung der im Zeitraum von 2007 bis 2012 in Anlagen der österreichischen Zementindustrie (ohne Mahlwerke) verwendeten sonstigen sekundären Rohstoffmassenströme.....	13
15.)	Abbildung 3-15: Einsatzmengen primärer Rohstoffe in Anlagen der österreichischen Zementindustrie im Bilanzjahr 2012 (ohne Mahlwerke)	14

16.)	Abbildung 3-16: Einsatzmengen primärer Zumahlstoffe in Anlagen der österreichischen Zementindustrie von 2007 bis 2012 (ohne Mahlwerke)	14
17.)	Abbildung 3-17: Einsatzmengen sekundärer Zumahlstoffe in Anlagen der österreichischen Zementindustrie von 2007 bis 2012 (ohne Mahlwerke)	15
18.)	Abbildung 3-18: jährliche Emissionen an Stickstoffoxiden (als NO ₂), an Schwefeldioxid, an organischem Gesamtkohlenstoff, an Ammoniak und an Staub (TSP aus Ofenlinien) aus Anlagen der österreichischen Zementindustrie (ohne Mahlwerke) im Zeitraum von 2007 bis 2012	15
19.)	Abbildung 3-19: zeitlicher Verlauf der jährlichen, spezifischen Emissionsmassenströme (Emissionsfaktoren) für Kohlenmonoxid, für Stickstoffoxide (als NO ₂), für Schwefeldioxid, für Ammoniak und für Staub (TSP aus Ofenlinien), jeweils bezogen auf 1 t Klinker (2007 - 2012, ohne Mahlwerke).....	16
20.)	Abbildung 3-20: zeitlicher Verlauf der jährlichen, spezifischen Emissionsmassenströme (Emissionsfaktoren) für Kohlenmonoxid, für Stickstoffoxide (als NO ₂), für Schwefeldioxid, für Ammoniak und für Staub (TSP aus Ofenlinien), jeweils bezogen auf 1 t Zement (2007 - 2012, ohne Mahlwerke).....	16
21.)	Abbildung 3-21: zeitliche Entwicklung der jährlichen Emissionen an chlor- und fluorhaltigen Verbindungen (ausgewiesen als HCl bzw. HF) sowie der jährlichen Gesamtemissionen an Spurenelementen jeweils für den Zeitraum 2007 bis 2012 (ohne Mahlwerke).....	17
22.)	Abbildung 3-22: zeitliche Entwicklung der jährlichen Emissionen an Kohlendioxid aus Anlagen der österreichischen Zementindustrie (exklusive Mahlwerke) im Beobachtungszeitraum 2007 bis 2012 (nach EZG)	17
23.)	Abbildung 3-23: auf die Tonne Klinker bezogene, spezifische CO ₂ -Emissionen (mit biogenen CO ₂ -Emissionen) aus Anlagen der österreichischen Zementindustrie im Beobachtungszeitraum 2007 bis 2012 (nach EZG)	18
24.)	Abbildung 3-24: auf die Tonne Klinker bezogene, spezifische CO ₂ -Emissionen (ohne biogene CO ₂ -Emissionen) aus Anlagen der österreichischen Zementindustrie im Beobachtungszeitraum 2007 bis 2012 (nach EZG)	18
25.)	Abbildung 3-25: auf GJ Brennstoffwärmemenge bezogene, relative CO ₂ -Emissionen aus Anlagen der österreichischen Zementindustrie im Beobachtungszeitraum 2007 bis 2012 (nach EZG).....	19
26.)	Abbildung 3-26: klinkerbezogene Emissionsfaktoren diverser metallischer Spurenelemente aus Anlagen der österreichischen Zementindustrie (ohne Mahlwerke) für den Zeitraum von 2007 bis 2012.....	20
27.)	Abbildung 3-27: mittlerer spezifischer Energieeinsatz je Tonne Zement in Anlagen der österreichischen Zementindustrie (ohne Mahlwerke) im Vergleichszeitraum 2007 bis 2012.....	21
28.)	Abbildung 3-28: Ressourcenschonungsfaktor für Anlagen der österreichischen Zementindustrie im Vergleichszeitraum 2007 bis 2012.....	21
29.)	Abbildung 3-29: Staubmassenstrom (TSP) aus "sonstigen definierten Quellen" nach "Zementverordnung" § 5 Z.3 für Anlagen der österreichischen Zementindustrie (exklusive Mahlwerke) im Beobachtungszeitraum 2007 bis 2012.....	22
30.)	Abbildung 3-30: staubförmige Emissionen unter Berücksichtigung von Staubemissionen aus "sonstigen definierten Quellen" nach "Zementverordnung" § 5 Z.3 für Anlagen der österreichischen Zementindustrie (exklusive Mahlwerke) im Beobachtungszeitraum 2007 bis 2012	22