

Emissionen aus Anlagen der österreichischen Zementindustrie Berichtsjahr 2011

Gerd Mauschitz

Institut für Verfahrenstechnik, Umwelttechnik und Technische Biowissenschaften
Technische Universität Wien

Wien, im April 2012

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 Sekundärrohstoff- und Sekundärzumahlstoffstatistik.....	12
3.5 Emissionsstatistik	14
4 Kurzkomentar zu den Ergebnissen.....	22
4.1 Anlage- und Produktionsdaten.....	22
4.2 Emissionen	23
5 Tabellenverzeichnis	25
6 Abbildungsverzeichnis	25

Einleitung

Mit Hilfe von Emissionsbilanzen läßt sich das Maß der Luftbelastung dokumentieren, um infolge Maßnahmen zur Verminderungen von Luftschadstoffen zu setzen. Dabei haben umfassende Emissionsbilanzen sowohl Informationen über pyrogene als auch prozeßspezifische Schadstofffreisetzungen zu beinhalten. Die österreichische Zementindustrie läßt von unabhängiger dritter Seite solche Jahresbilanzen erstellen und kommentieren, wobei mit dem nun vorliegenden dreizehnten Bericht über das Bilanzjahr 2011 eine Zeitreihe von Emissionsbilanzen fortgesetzt wird, 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 2011 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.

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

Zu Vergleichszwecken soll die Emissionsinventur 2011 um die Bilanzjahre 2006 bis 2010 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*	klimarelevante 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 2011 erstellt. Um den Verlauf der Emissionsentwicklung zu veranschaulichen, wurde ein Beobachtungszeitraum von 2006 bis einschließlich 2011 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 2011 (2010) 2 (2) Lepolöfen mit 418.000 (418.000), 3 (3) WT-DO mit 1.268.000 (1.207.000) sowie 6 (6) WT-DO + Kalzinator mit 3.400.900 (3.146.500) t/a betriebsbereit.
Klinkerkapazität / [t/a]		Mit der 2011 (2010) installierten Gesamtanlagenkapazität von ca. 5.086.900 t/a (ca. 4.771.500 t/a) wurden die unter II angeführten Jahresmengen produziert.

II Produktionsdaten		2006		2007		2008		2009		2010		2011	
Rohmehleinsatz	[t/a]	5.804.052		6.297.527		6.326.187		5.376.515		4.854.280		4.947.150	
Klinkerproduktion	[t/a]	3.653.477		3.992.376		3.996.243		3.428.140		3.097.043		3.175.642	
Zementproduktion	[t/a]	4.885.515		5.202.513		5.309.156		4.646.019		4.254.004		4.426.944	
Ofenbetriebsstunden ⁹⁾	[h _{Of} /a]	70.361,3		73.494,1		73.729,5		62.475,3		54.787,0		53.139,5	
Rohmehlfaktor	[t _{Rm} /t _{Kl}]	1,589		1,577		1,583		1,568		1,567		1,558	
(korrigierter*) Klinkerfaktor	[t _{Kf} /t _{Za}]	0,720*	0,748	0,729*	0,767	0,715*	0,753	0,708*	0,738	0,710*	0,728	0,695*	0,717

III Konventionelle Energieträger (KET)		2006			2007			2008			2009			2010			2011		
		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		28,45	137.675	3.917.429	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
B) Braunkohlenstaub		22,09	77.931	1.721.190	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
C) Heizöl L (0,2 m% S)		41,70	1.065	44.391	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
D) Heizöl M (0,6 m% S)			0	0		0	0		0	0		0		0	0			0	0
E) Heizöl S (1,0-3,5 m% S)		40,30	11.265	453.950	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
F) Erdgas ¹⁰⁾ / [1000m ³ (Vn)/a]; Hu / [MJm ⁻³ (Vn)]		36,00	3.667.845	132.042	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
J) Petrolkoks		31,03	22.474	697.312	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
G) sonstige (Heizöl EL, Anthrazit)		42,70	89	3.787	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
Summe KET			253.106	6.970.102		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

IV Ersatzbrennstoffe (EBS)		2006			2007			2008			2009			2010			2011		
		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		26,45	35.690	944.098	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
I) Kunststoffabfälle		23,95	137.833	3.301.534	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
K) Altöl		36,86	21.596	795.949	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
L) Lösungsmittel		26,30	13.854	364.432	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
M) landwirtschaftliche Rückstände		15,52	1.568	24.335	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
N) Papierfaserreststoff ¹²⁾		4,80	35.295	169.516	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
O) sonstige		16,84	55.550	935.605	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
Summe EBS			301.386	6.535.471		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

V Thermischer Energieeinsatz***		2006		2007		2008		2009		2010		2011	
a) Σ Energieeinsatz KET	[GJ/h _{OB}]	99,1		105,9		99,6		90,3		80,1		75,7	
b) Σ Energieeinsatz EBS	[GJ/h _{OB}]	92,9		90,7		103,3		119,8		135,1		142,6	
Summe a) u. b)	[GJ/h _{OB}]	191,9		196,5		202,9		210,0		215,1		218,3	
EBS-Anteil an (III+IV)	[%]	48,39		46,13		50,92		57,02		62,78		65,32	
spez. therm. Energieeinsatz	[GJ/t _{Klinker}]	3,697		3,618		3,744		3,828		3,806		3,653	

VI Sekundärrohstoffe (SRS)		2006		2007		2008		2009		2010		2011	
diverse Schlacken **	[t/a]	42.936		39.290		45.676		49.603		41.984		33.222	
Gießereialsand	[t/a]	28.937		27.782		20.730		11.262		16.581		17.407	
Summe SRS / sonstige SRS	[t/a]	374.907	303.034	473.681	406.609	424.801	358.396	393.671	332.806	462.670	404.105	453.374	402.745

3.1 Produktionsstatistik

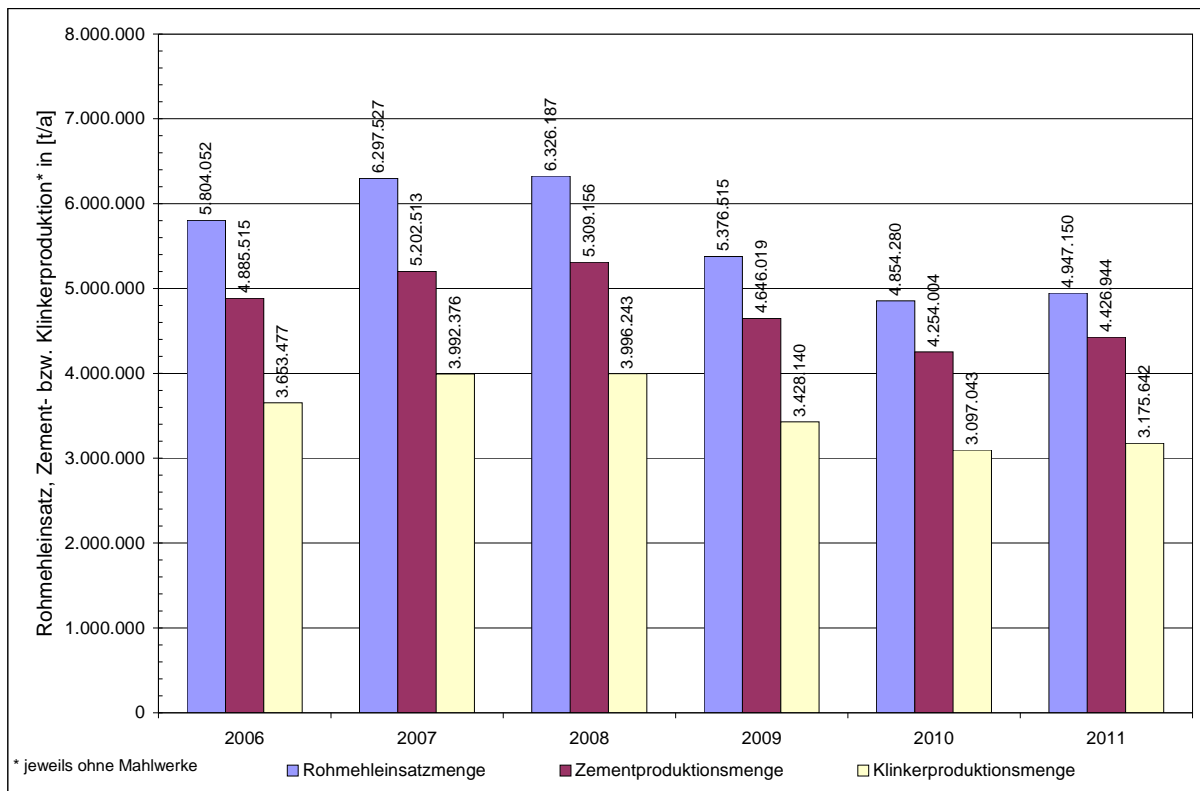


Abbildung 3-1: Rohmehleinsatzmenge, Klinkerproduktionsmenge und Zementproduktionsmenge der österreichischen Zementindustrie im Beobachtungszeitraum 2006 bis 2011 (ohne Mahlwerke)

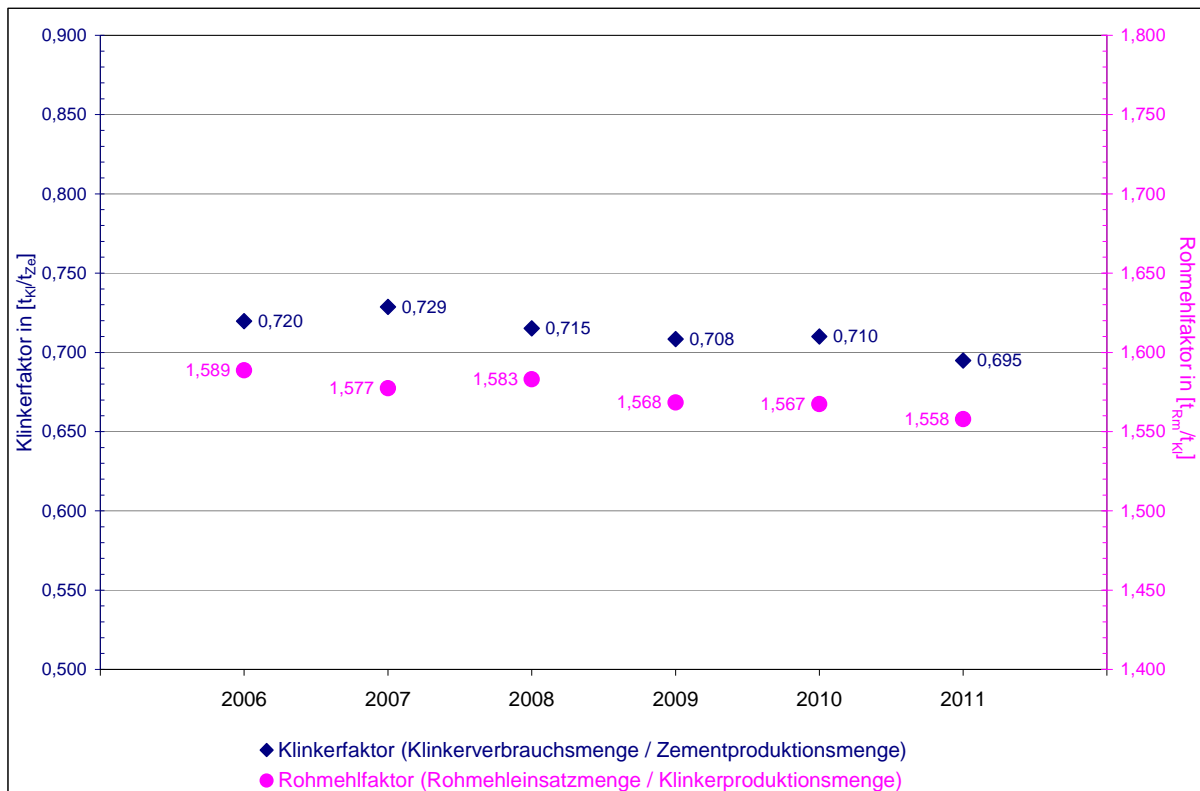


Abbildung 3-2: Klinkerfaktor und Rohmehlfaktor im Beobachtungszeitraum 2006 bis 2011

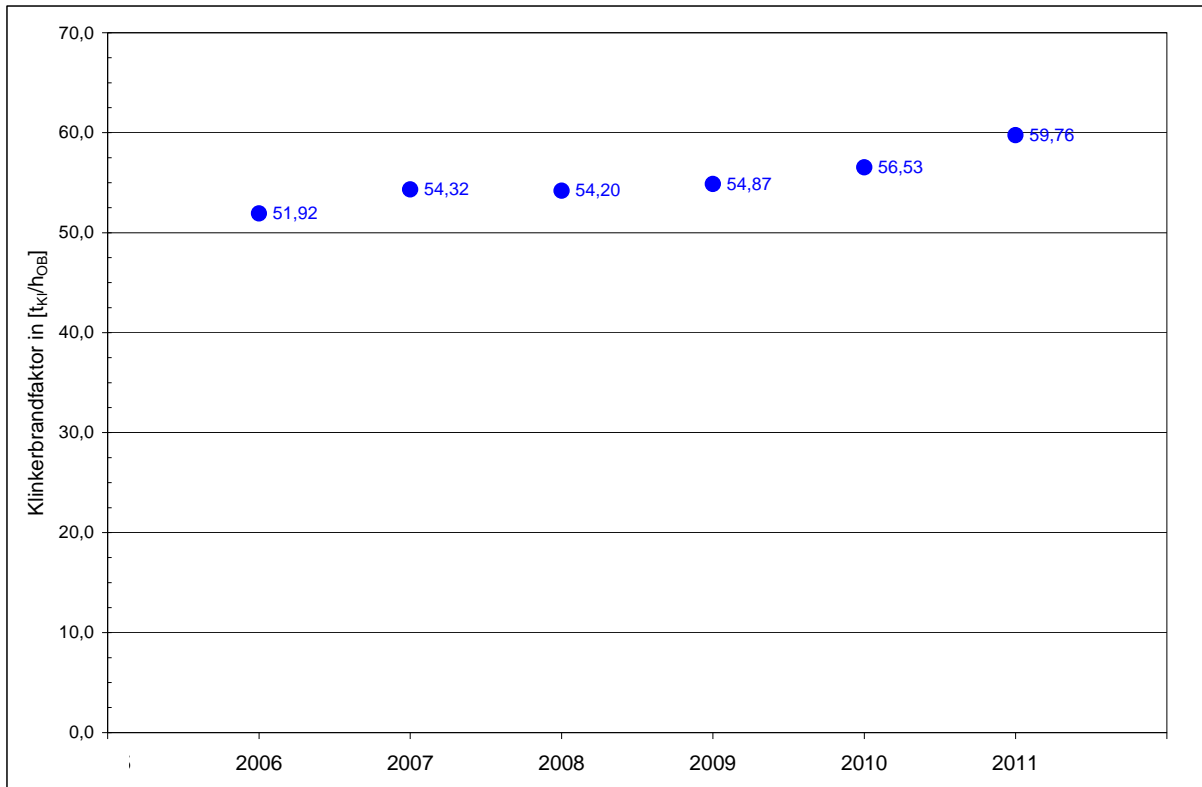


Abbildung 3-3: Entwicklung des Klinkerbrandfaktors / [t_{kl}/h_{OB}] in den Anlagen der österreichischen Zementindustrie im Beobachtungszeitraum 2006 bis 2011

3.2 Brennstoffstatistik

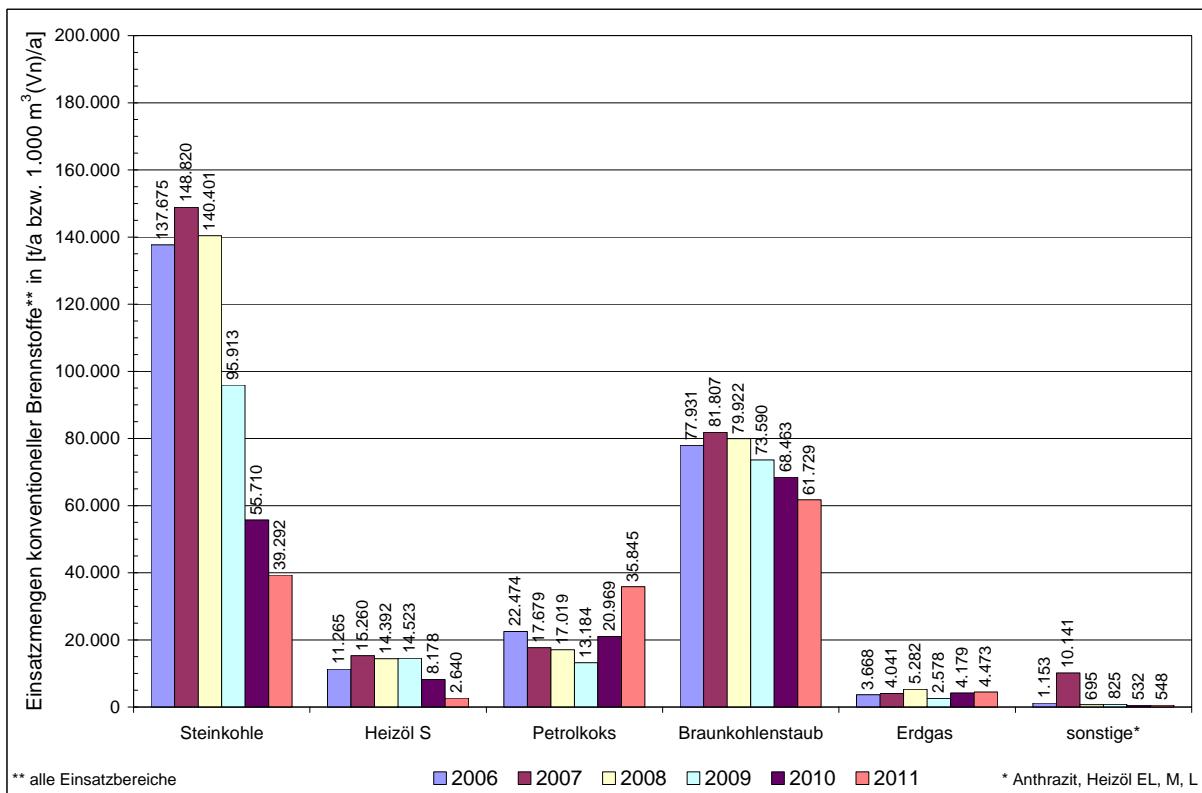


Abbildung 3-4: Einsatzmengen konventioneller Brennstoffe in der österreichischen Zementindustrie im Beobachtungszeitraum 2006 bis 2011

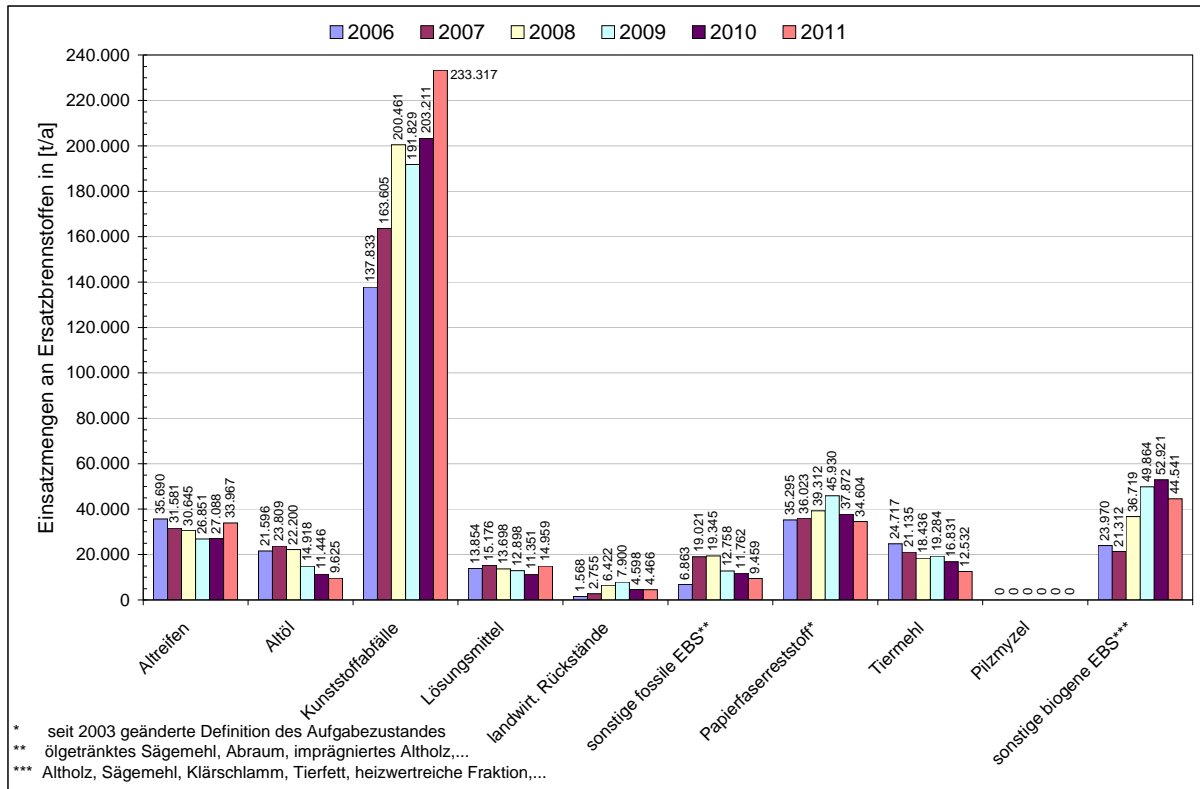


Abbildung 3-5: Einsatzmengen von Ersatzbrennstoffen (EBS) in Anlagen der österreichischen Zementindustrie im Beobachtungszeitraum 2006 bis 2011

3.3 Energiestatistik

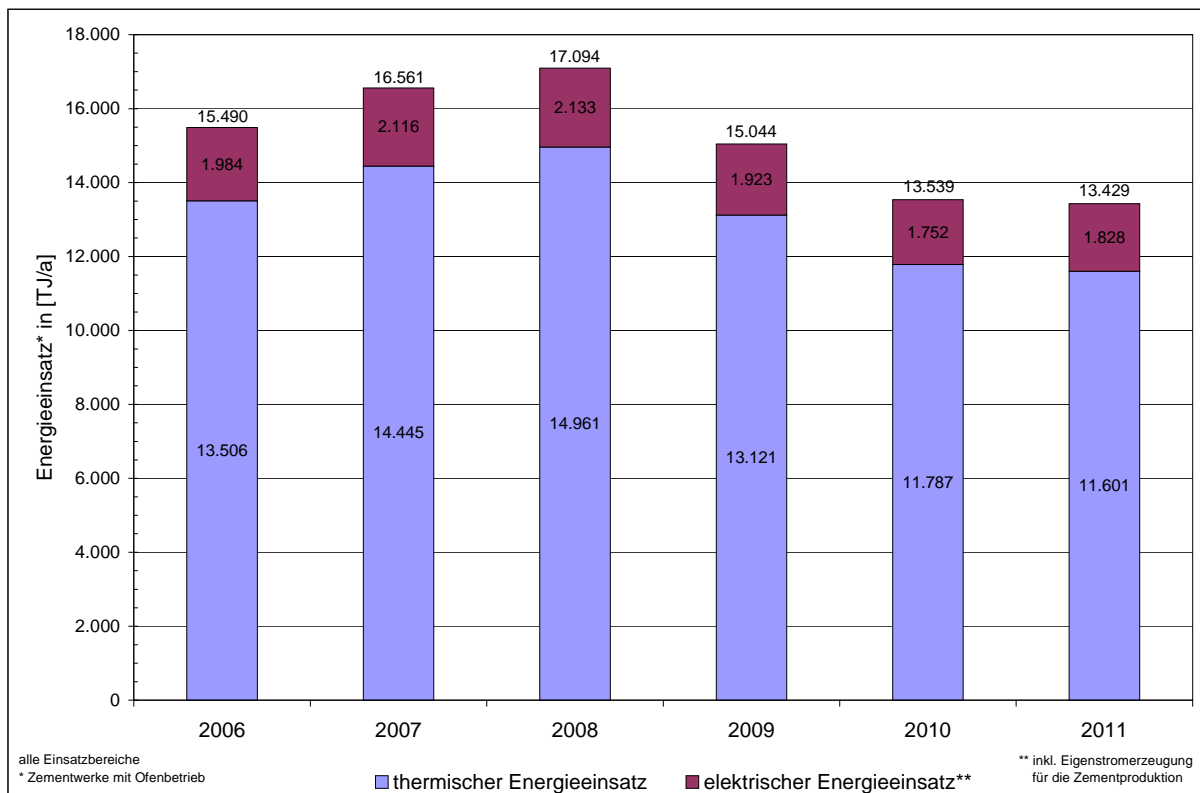


Abbildung 3-6: Entwicklung des thermischen und elektrischen Energieeinsatzes in österreichischen Zementwerken mit eigener Klinkererzeugung im Beobachtungszeitraum 2006 bis 2011

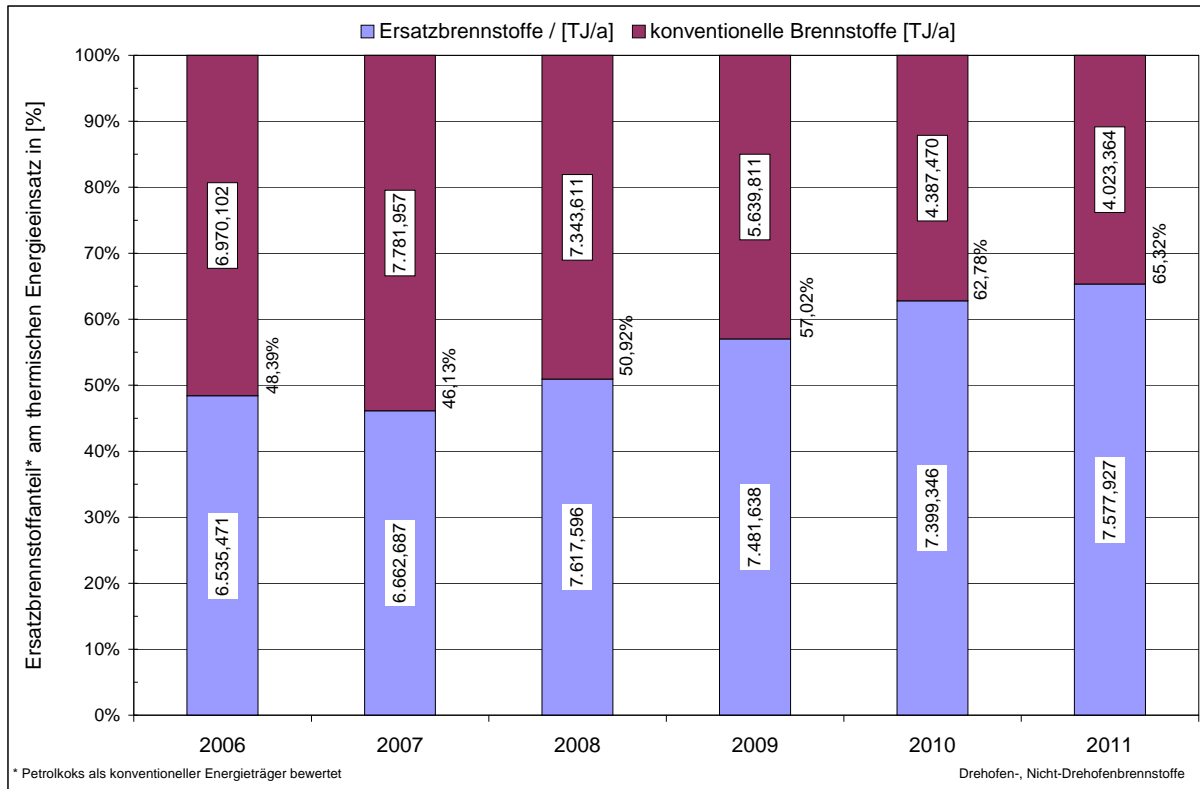


Abbildung 3-7: Ersatzbrennstoffenergieanteil am thermischen Energieeinsatz (Substitutionsgrad) in Anlagen der österreichischen Zementindustrie für den Beobachtungszeitraum 2006 bis 2011

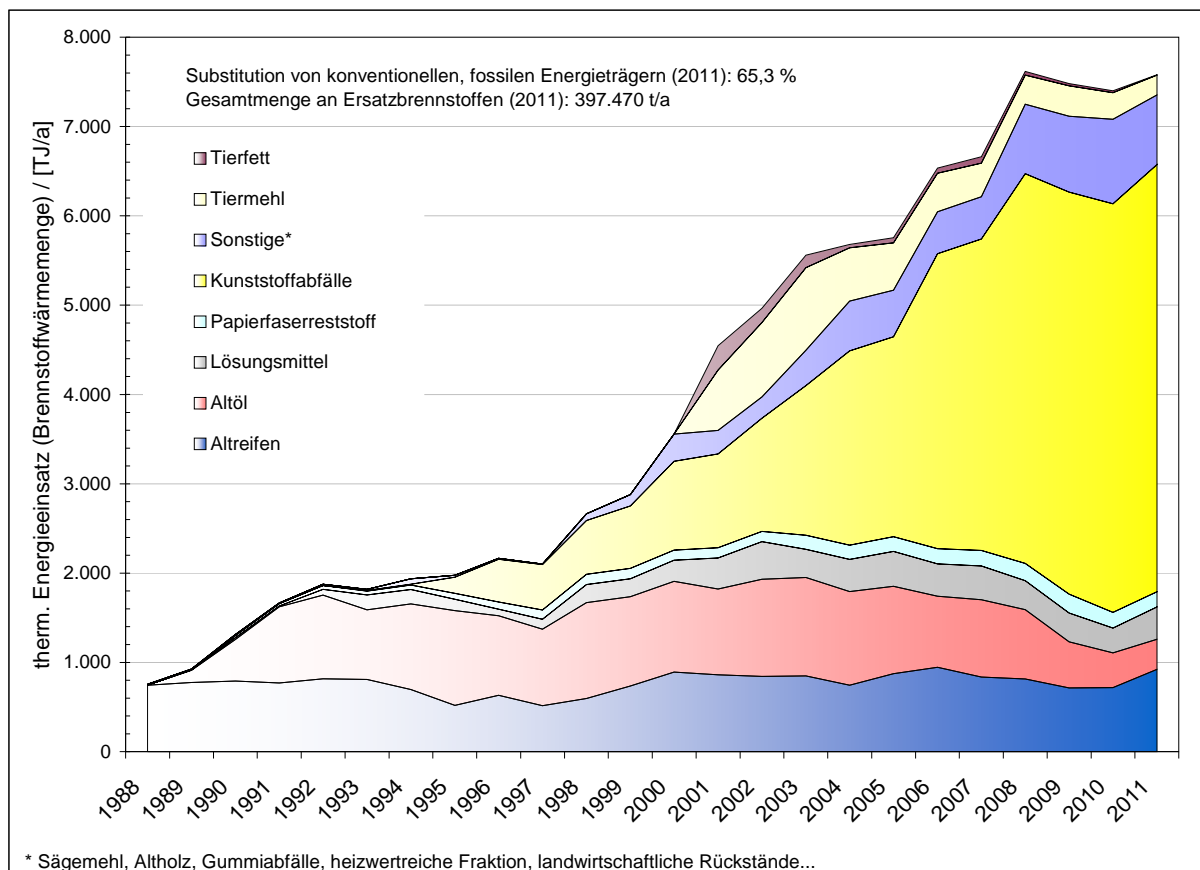


Abbildung 3-8: Brennstoffwärmemengen aus der Verfeuerung von Ersatzbrennstoffen in Anlagen der österreichischen Zementindustrie (ohne Mahlwerke) im Beobachtungszeitraum 1988 bis 2011

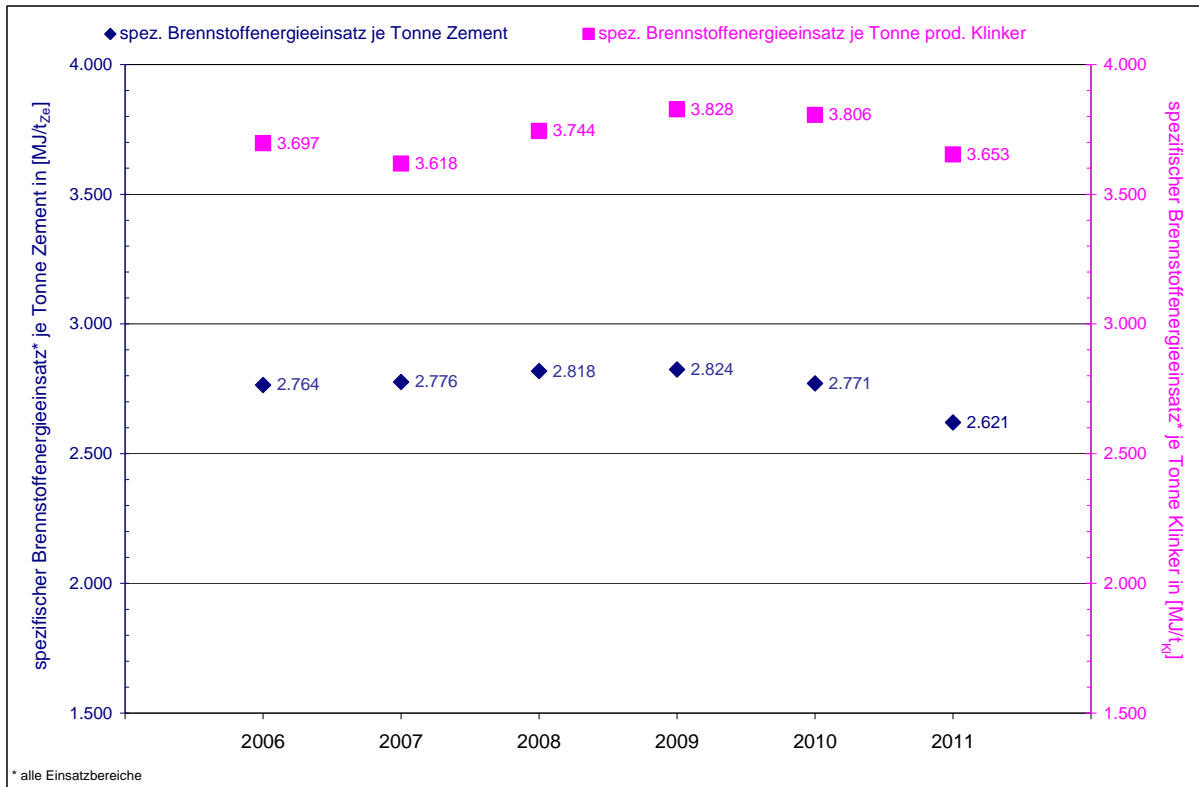


Abbildung 3-9: auf die Tonne Zement bzw. auf die Tonne Klinker bezogener spezifischer Brennstoffenergieeinsatz in Anlagen der österreichischen Zementindustrie für den Beobachtungszeitraum 2006 bis 2011

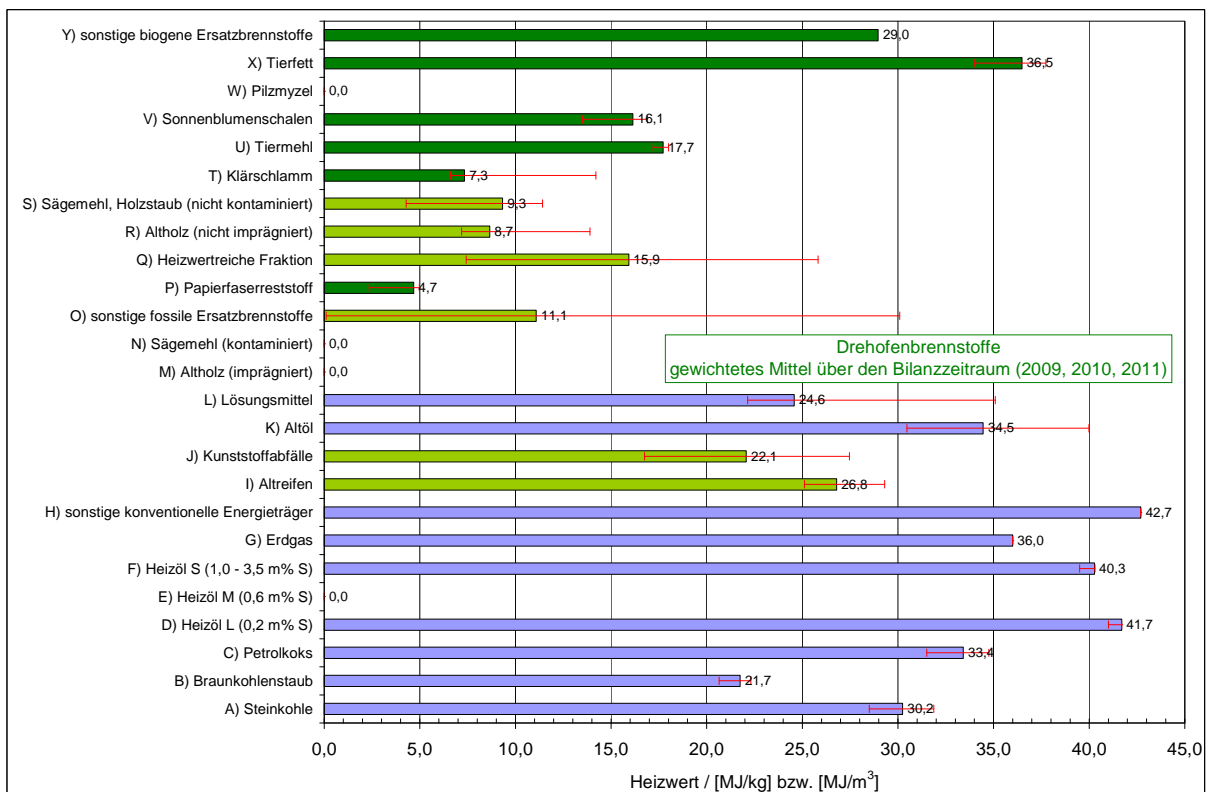


Abbildung 3-10: über den Bilanzzeitraum 2009, 2010 und 2011 mengengewichtete Mittelwerte von Heizwerten unterschiedlicher Drehofenbrennstoffe (im Einsatzzustand) mit werksspezifischen Minimal- und Maximalwerten

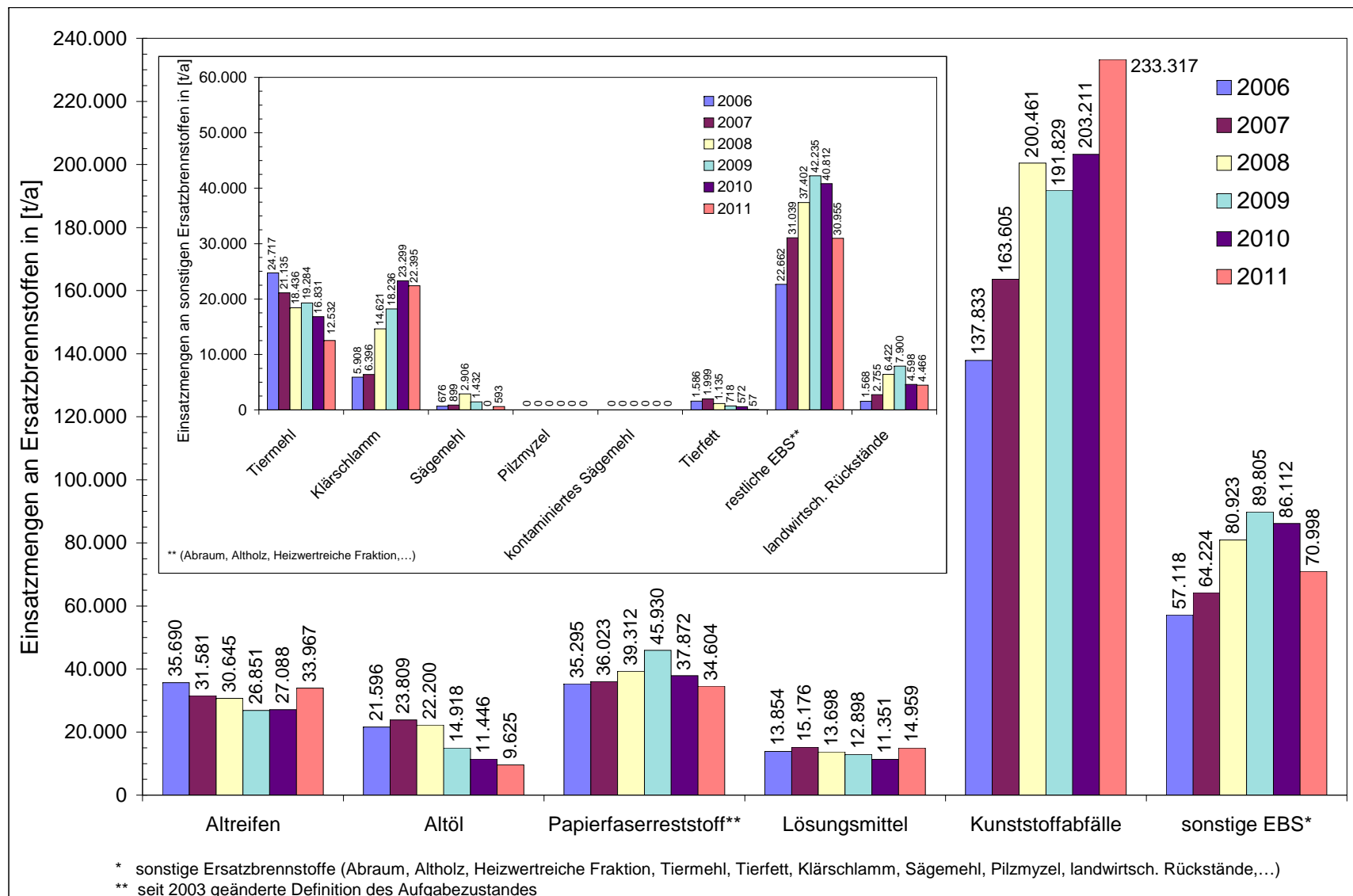


Abbildung 3-11: Einsatzmengen von Ersatzbrennstoffen (EBS) in Anlagen der österreichischen Zementindustrie von 2006 bis 2011

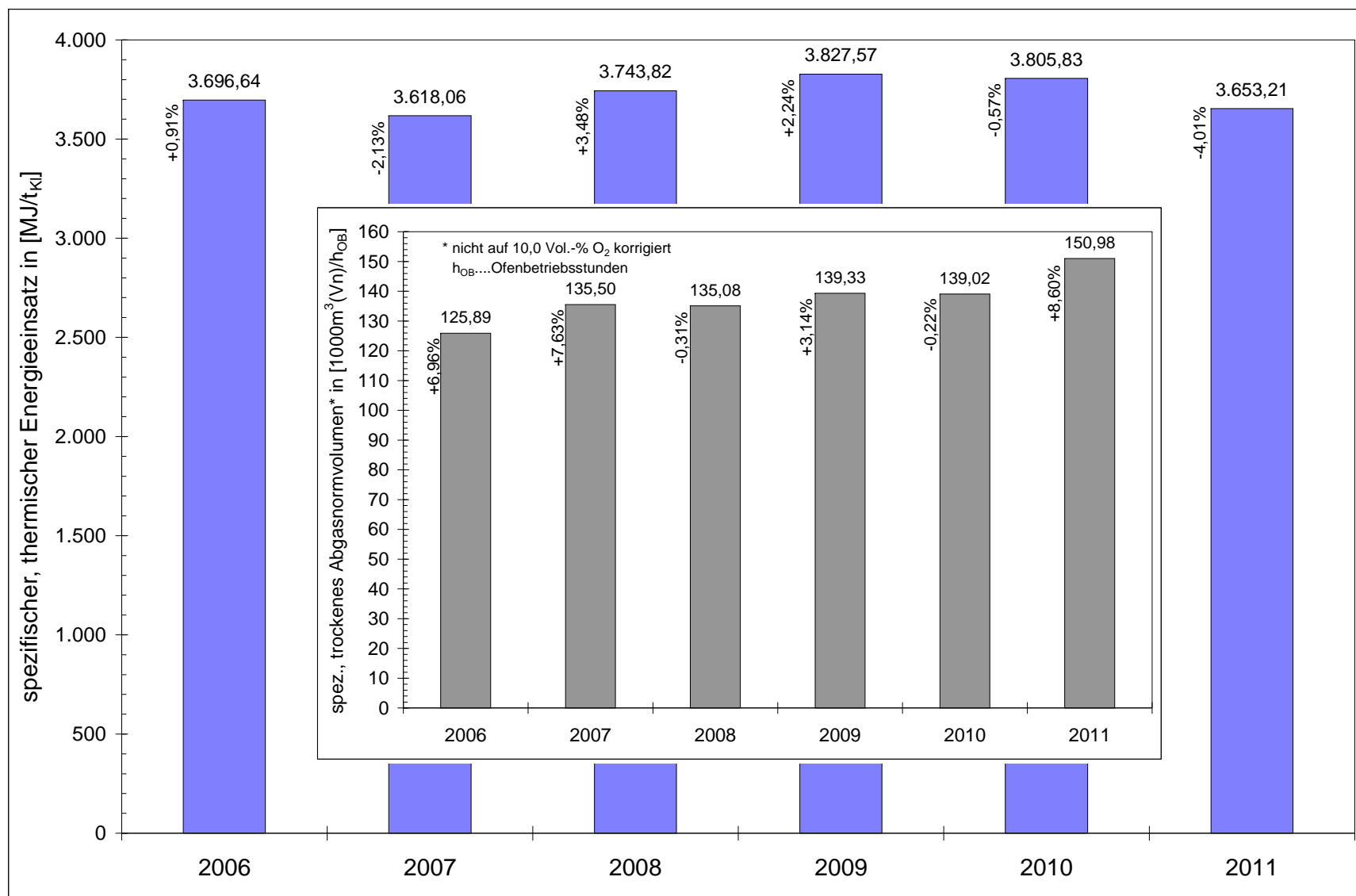


Abbildung 3-12: Entwicklung des spezifischen Energieeinsatzes (exklusive elektrischer Energieeinsatz) und Darstellung des spezifischen, trockenen Gesamtabgasnormvolumens (nicht auf 10,0 Vol.-% O₂ bezogen) in österreichischen Zementwerken mit eigener Klinkererzeugung jeweils für den Zeitraum 2006 bis 2011

3.4 Sekundärrohstoff- und Sekundärzumahlstoffstatistik

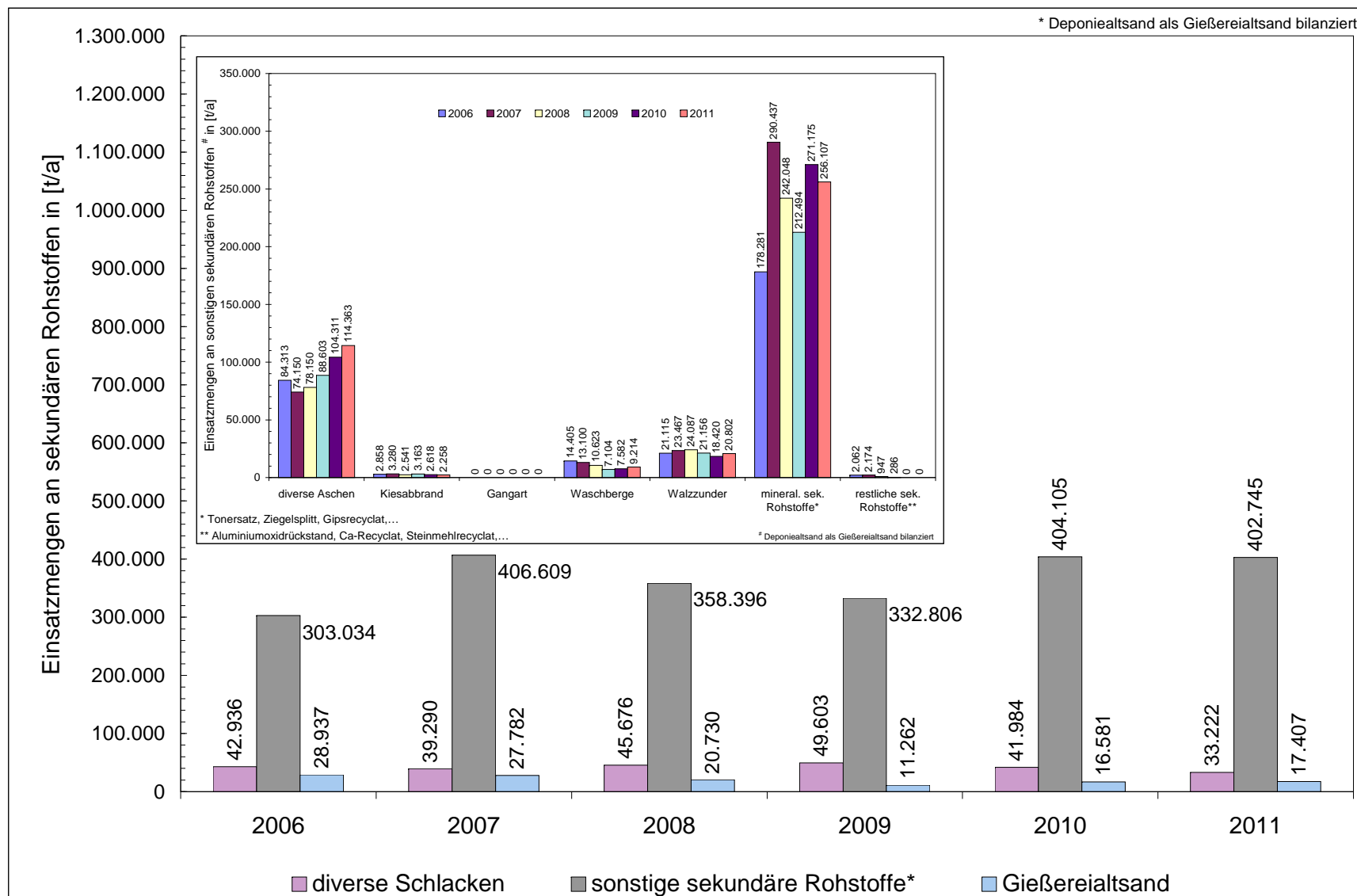


Abbildung 3-13: Einsatzmengen sekundärer Rohstoffe in Anlagen der österreichischen Zementindustrie (ohne Mahlwerke) im Zeitraum von 2006 bis 2011

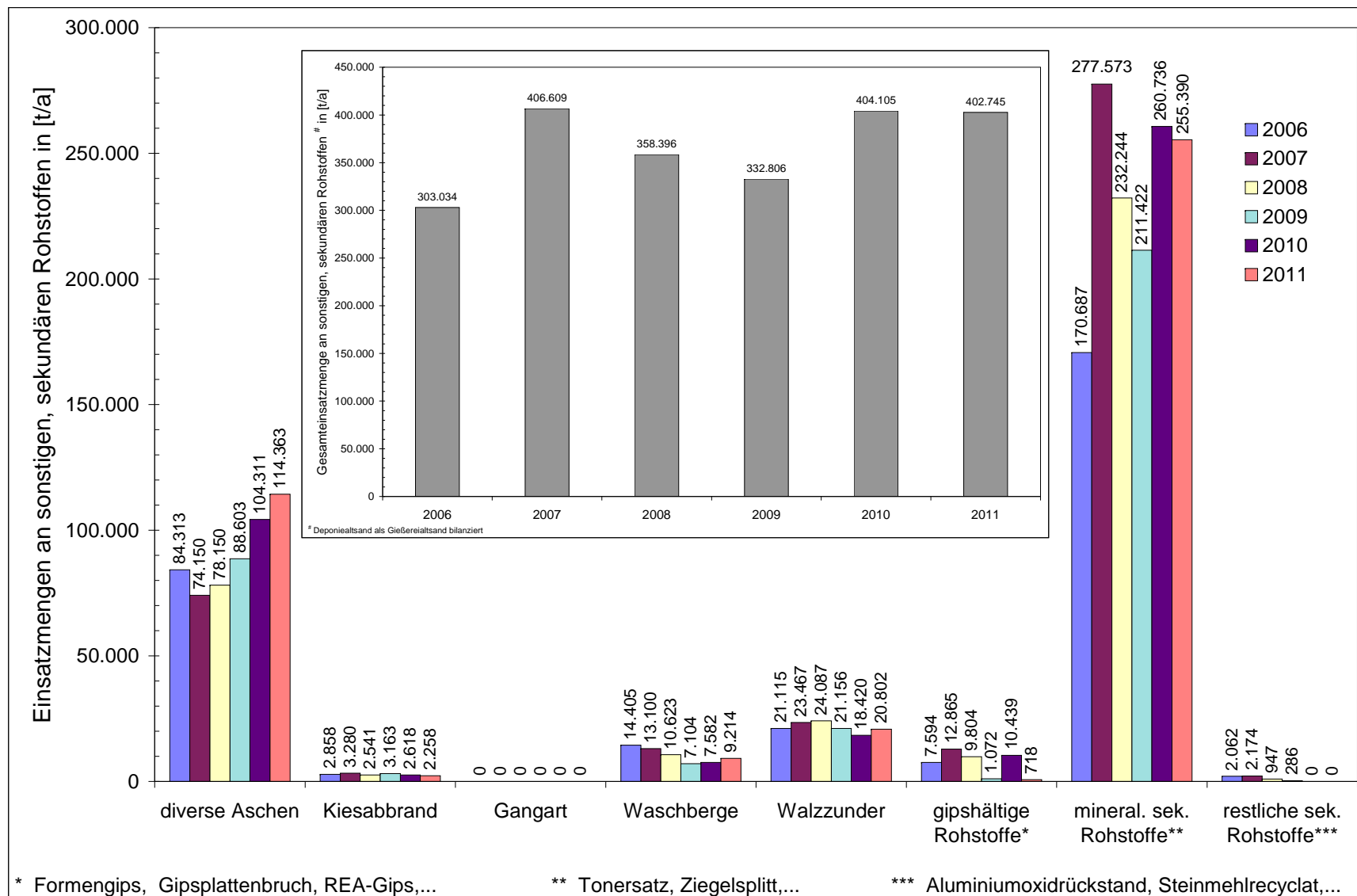


Abbildung 3-14: Spezifizierung der im Zeitraum von 2006 bis 2011 in Anlagen der österreichischen Zementindustrie (ohne Mahlwerke) verwendeten sonstigen sekundären Rohstoffmassenströme

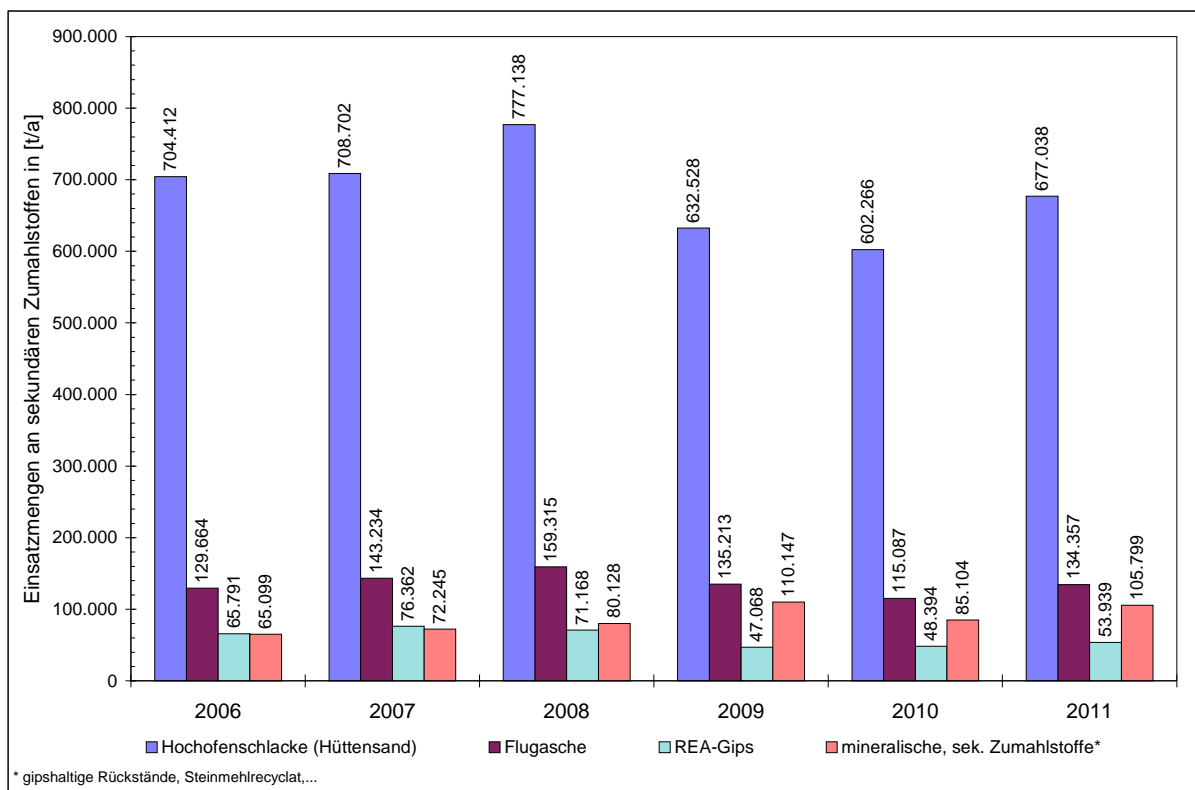


Abbildung 3-15: Einsatzmengen sekundärer Zusatzstoffe in Anlagen der österreichischen Zementindustrie von 2006 bis 2011 (ohne Mahlwerke)

3.5 Emissionsstatistik

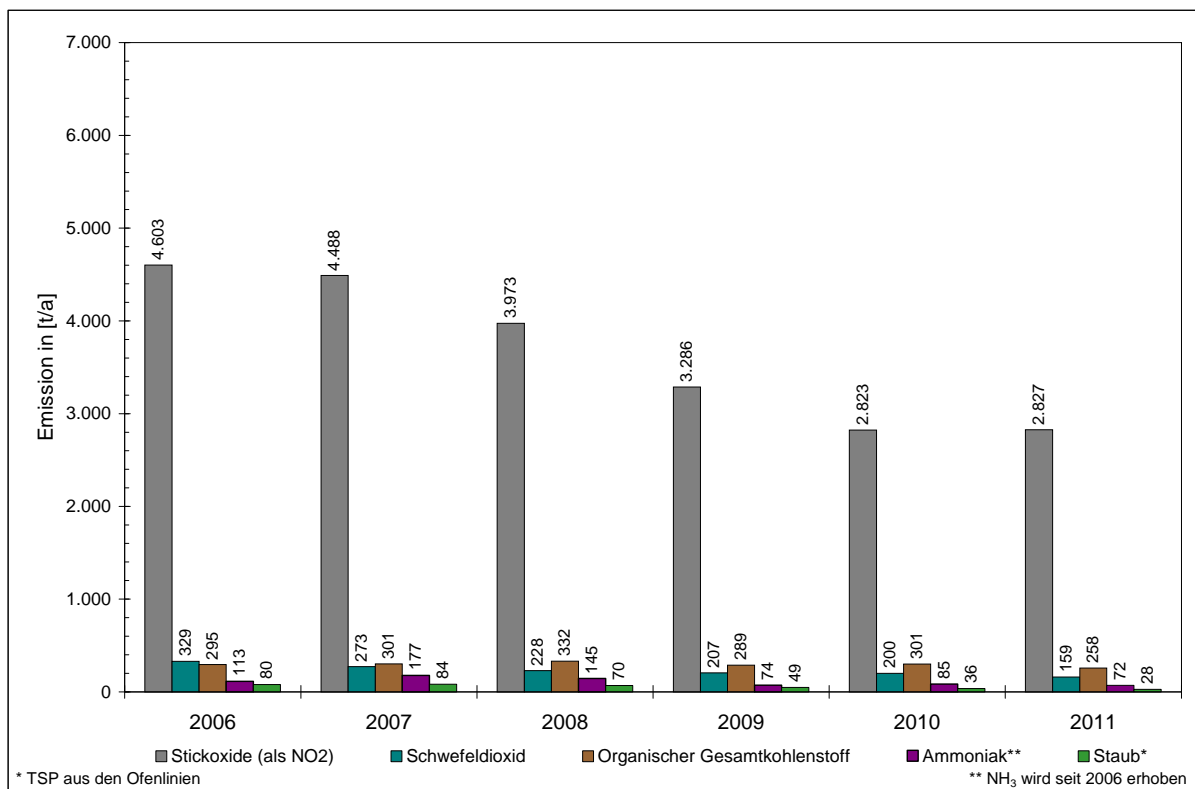


Abbildung 3-16: jährliche Emissionen an Stickstoffoxiden (als NO₂), an Schwefeldioxid, an organischem Gesamtkohlenstoff, an Ammoniak und an Staub (TSP aus Ofenlinien) aus Anlagen der österreichischen Zementindustrie (ohne Mahlwerke) im Zeitraum von 2006 bis 2011

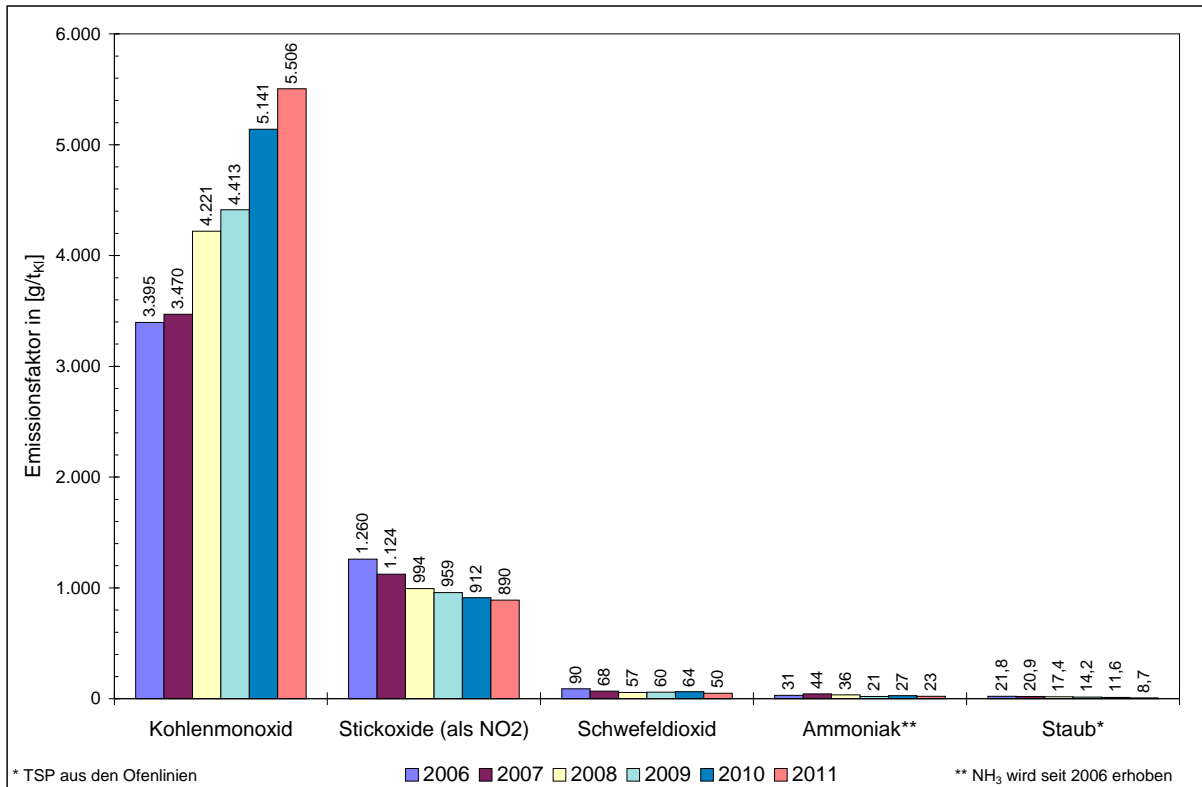


Abbildung 3-17: zeitlicher Verlauf der jährlichen, spezifischen Emissionsmassenströme (Emissionsfaktoren) für Kohlenmonoxid, für Stickstoffoxide (als NO₂), für Schwefeldioxid, für Ammoniak und für Staub (TSP aus Ofenlinien), jeweils bezogen auf 1 t Klinker (2006 - 2011, ohne Mahlwerke)

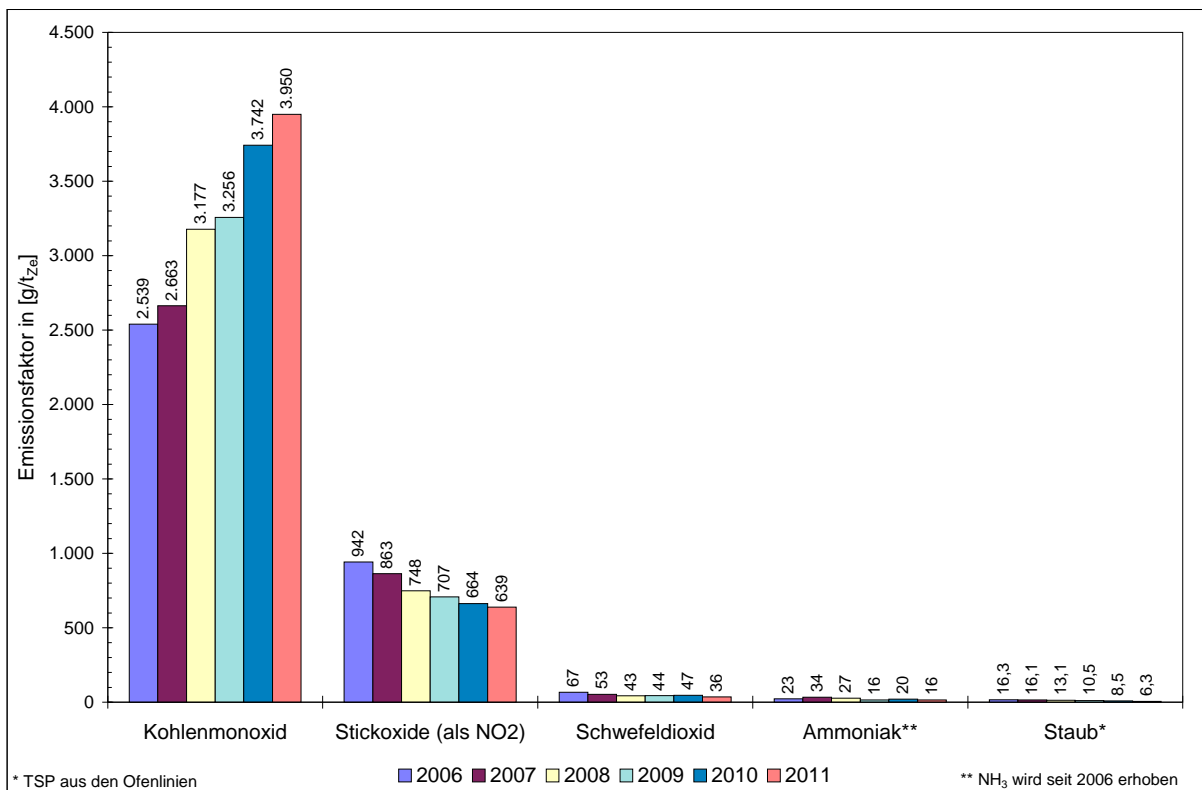


Abbildung 3-18: zeitlicher Verlauf der jährlichen, spezifischen Emissionsmassenströme (Emissionsfaktoren) für Kohlenmonoxid, für Stickstoffoxide (als NO₂), für Schwefeldioxid, für Ammoniak und für Staub (TSP aus Ofenlinien), jeweils bezogen auf 1 t Zement (2006 - 2011, ohne Mahlwerke)

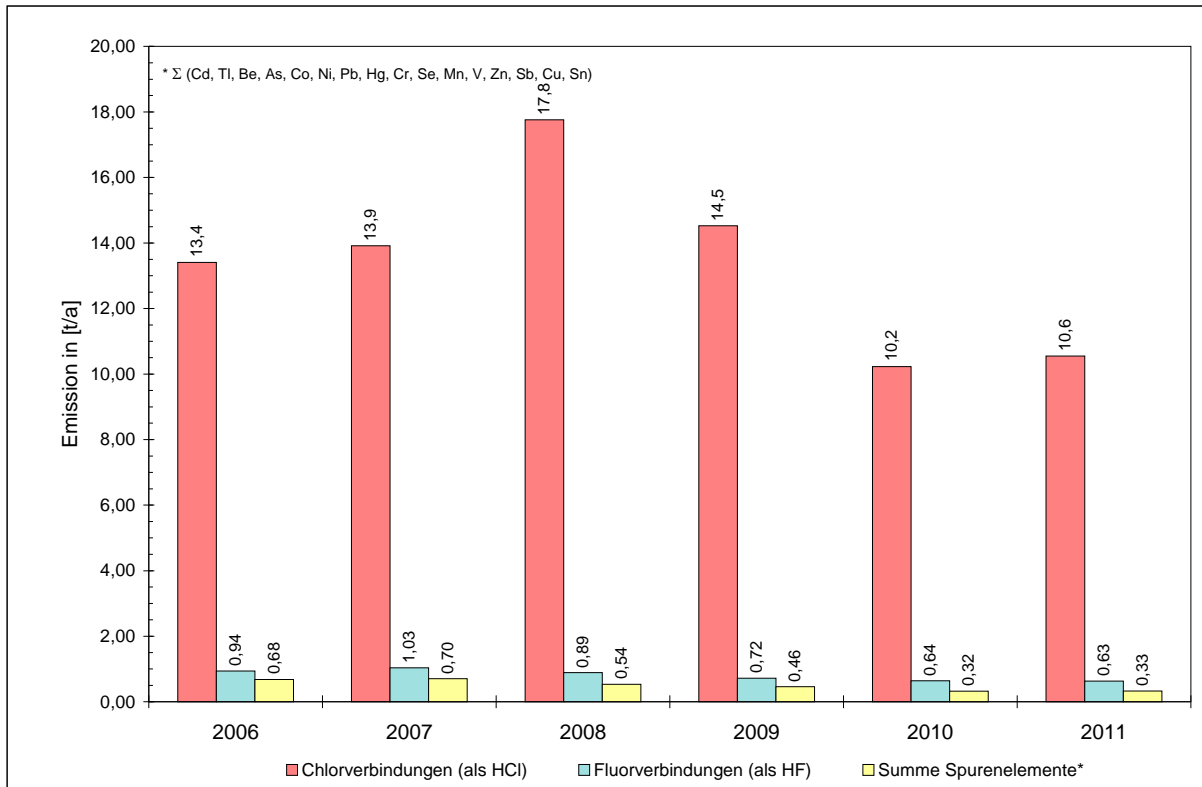


Abbildung 3-19: zeitliche Entwicklung der jährlichen Emissionen an chlor- und fluorhaltigen Verbindungen (ausgewiesen als HCl bzw. HF) sowie der jährlichen Gesamtemissionen an Spurenelementen jeweils für den Zeitraum 2006 bis 2011 (ohne Mahlwerke)

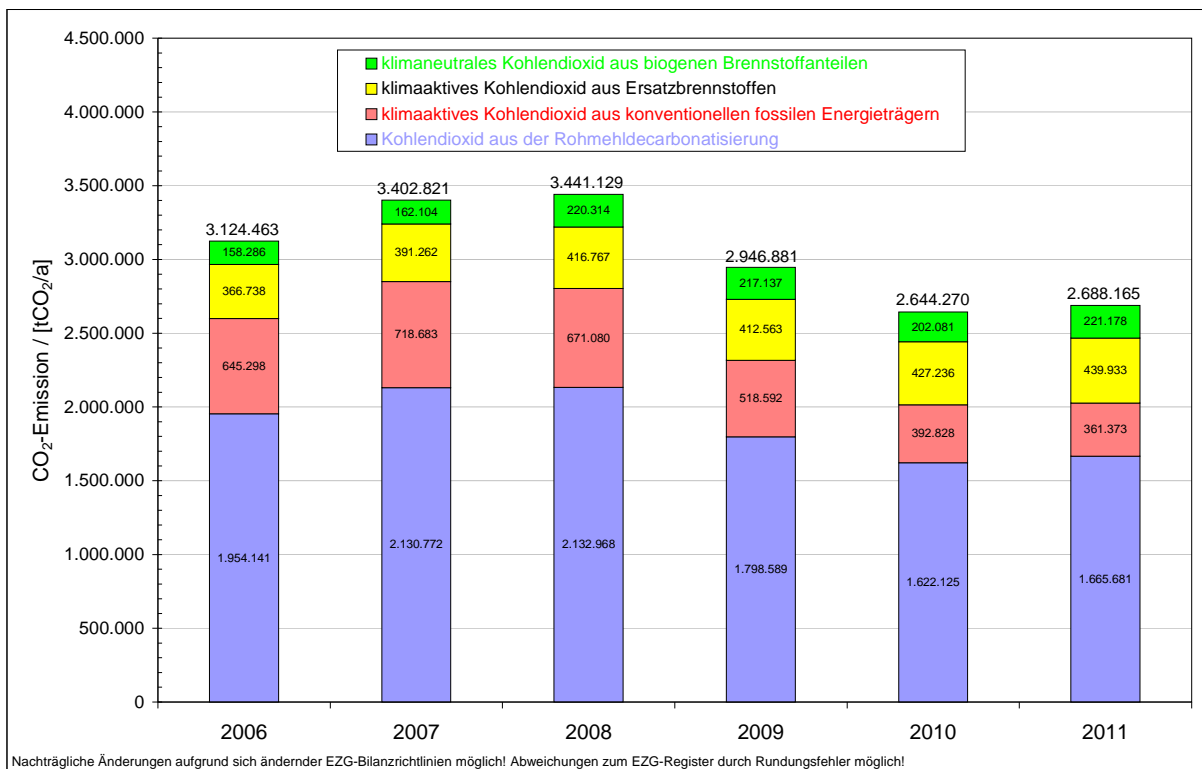


Abbildung 3-20: zeitliche Entwicklung der jährlichen Emissionen an Kohlendioxid aus Anlagen der österreichischen Zementindustrie (exklusive Mahlwerke) im Beobachtungszeitraum 2006 bis 2011 (nach EZG)

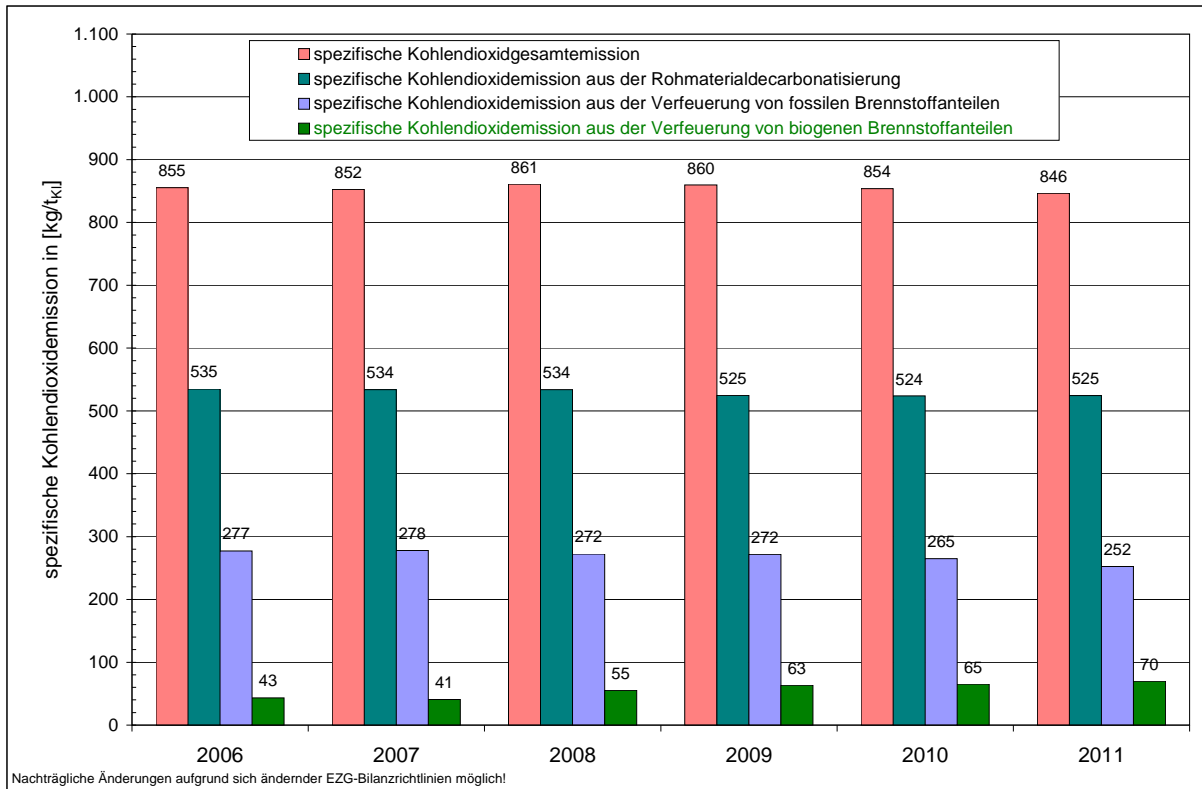


Abbildung 3-21: auf die Tonne Klinker bezogene, spezifische CO₂-Emissionen (mit biogenen CO₂-Emissionen) aus Anlagen der österreichischen Zementindustrie im Beobachtungszeitraum 2006 bis 2011 (nach EZG)

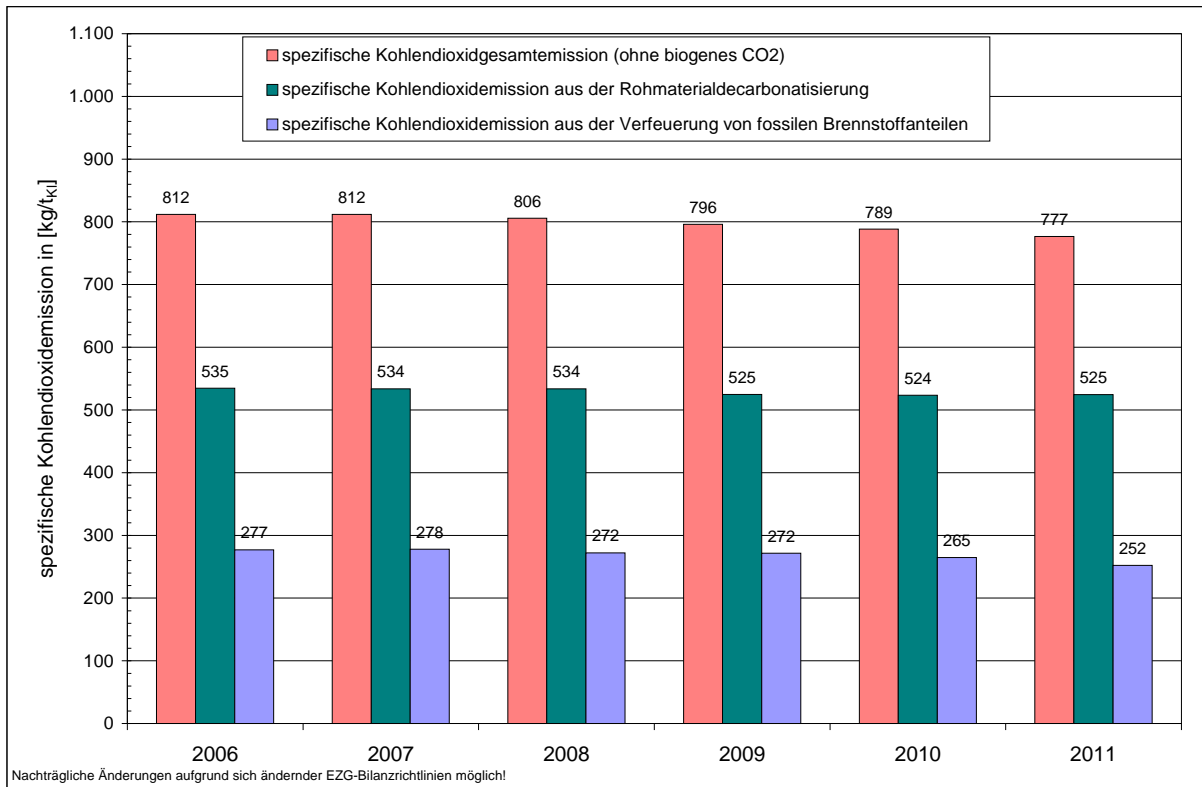


Abbildung 3-22: auf die Tonne Klinker bezogene, spezifische CO₂-Emissionen (ohne biogene CO₂-Emissionen) aus Anlagen der österreichischen Zementindustrie im Beobachtungszeitraum 2006 bis 2011 (nach EZG)

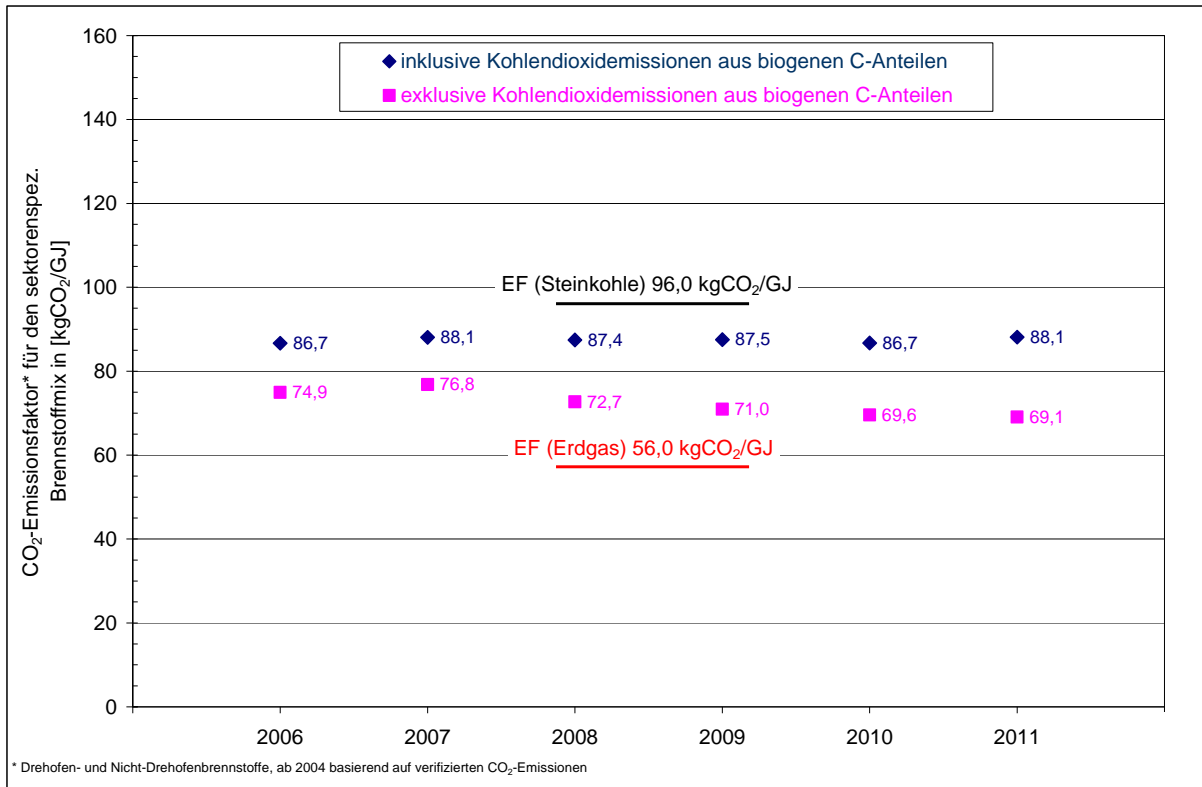


Abbildung 3-23: auf GJ Brennstoffwärmemenge bezogene, relative CO₂-Emissionen (Emissionsfaktor EF) aus Anlagen der österreichischen Zementindustrie im Beobachtungszeitraum 2006 bis 2011 (nach EZG)

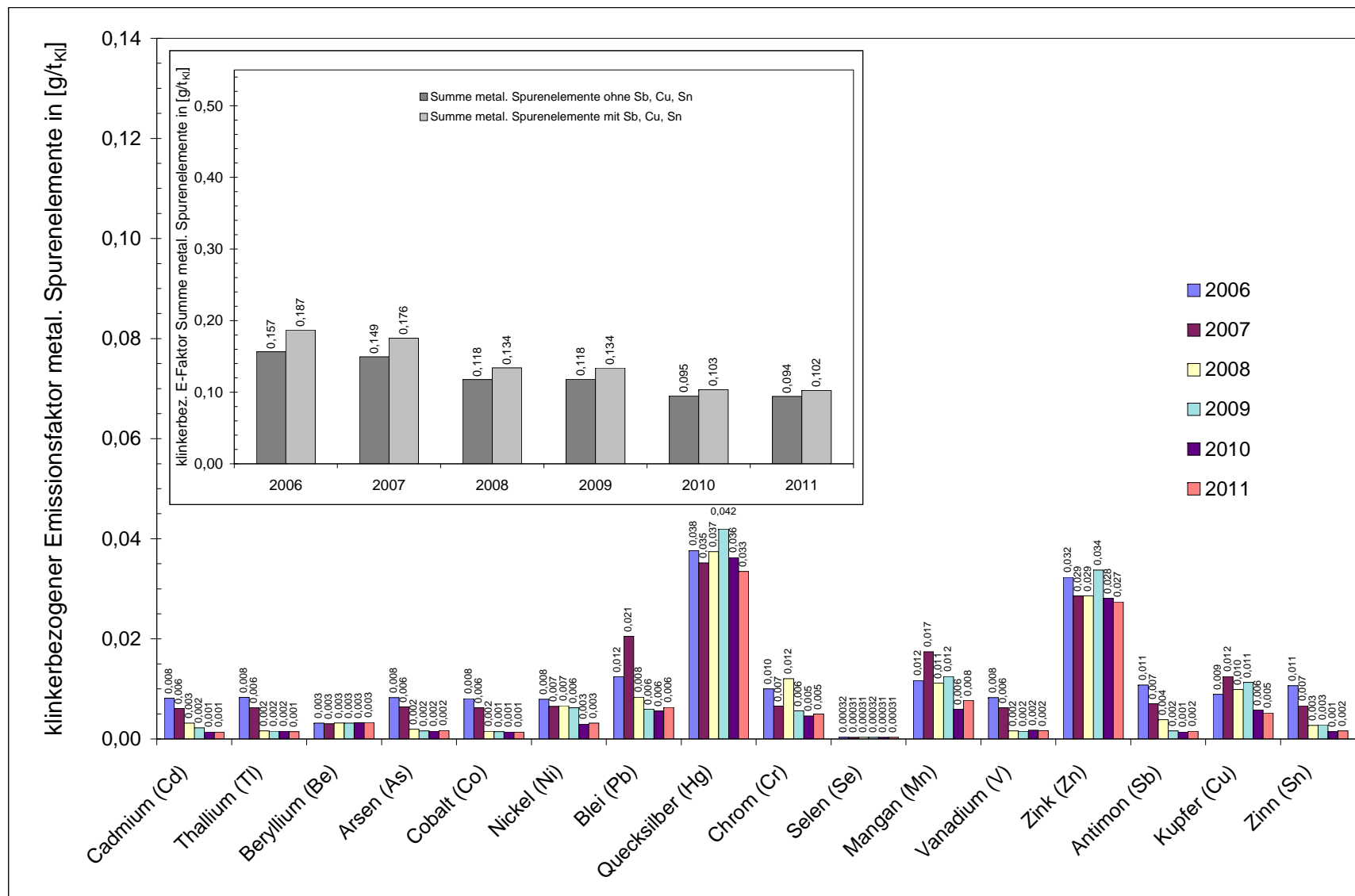


Abbildung 3-24: klinkerbezogene Emissionsfaktoren diverser metallischer Spurenelemente aus Anlagen der österreichischen Zementindustrie (ohne Mahlwerke) für den Zeitraum von 2006 bis 2011

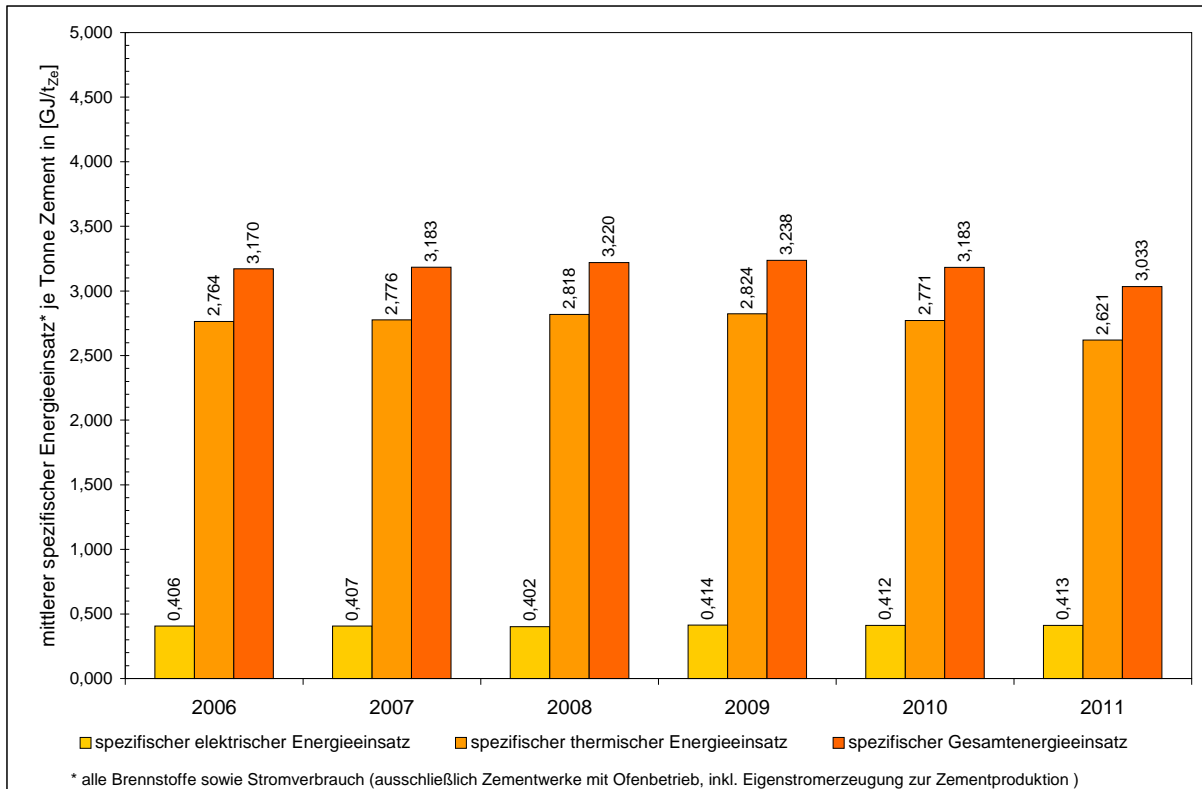


Abbildung 3-25: mittlerer spezifischer Energieeinsatz je Tonne Zement in Anlagen der österreichischen Zementindustrie (ohne Mahlwerke) im Vergleichszeitraum 2006 bis 2011

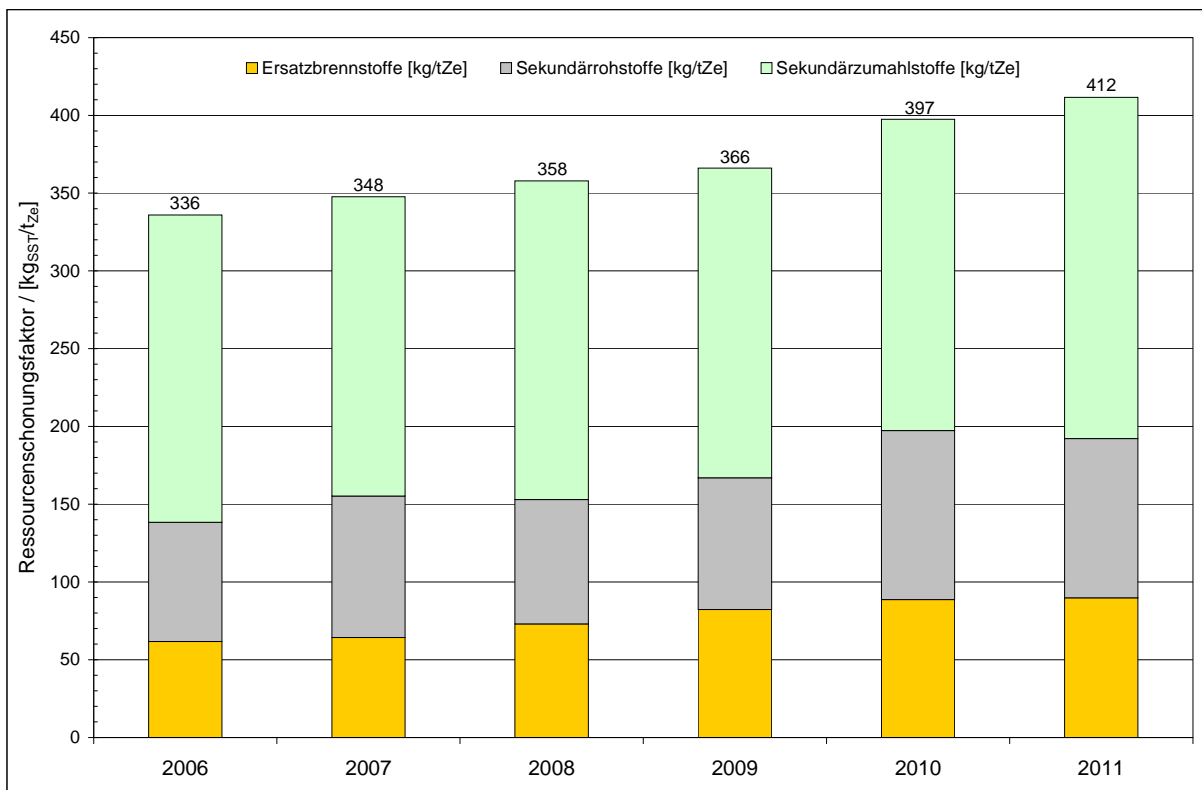


Abbildung 3-26: Ressourcenschonungsfaktor für Anlagen der österreichischen Zementindustrie im Vergleichszeitraum 2006 bis 2011 (Der Ressourcenschonungsfaktor verdeutlicht jene Menge an Ersatzbrennstoffen, Sekundärrohstoffen und Sekundärzumahlstoffen, die bei der Erzeugung einer Tonne Zement verwendet werden.)

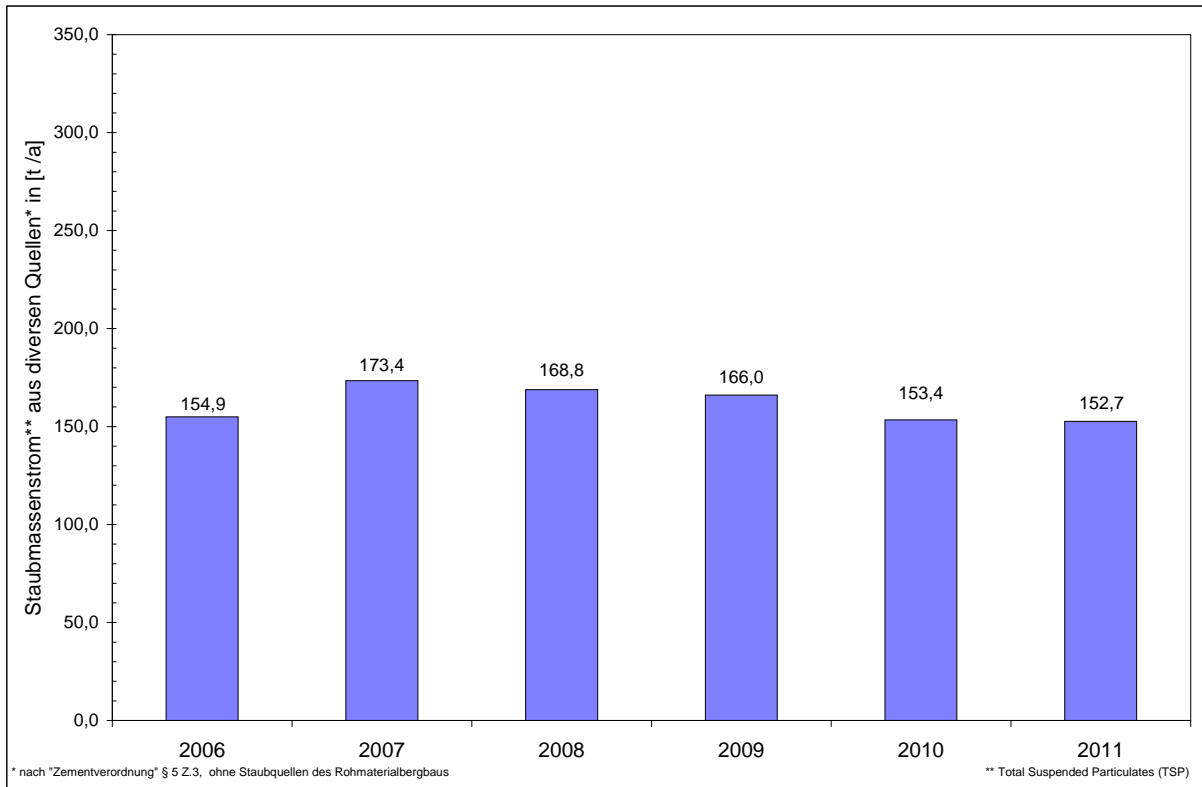


Abbildung 3-27: Staubmassenstrom (TSP) aus "sonstigen definierten Quellen" nach "Zementverordnung" § 5 Z.3 für Anlagen der österreichischen Zementindustrie (exklusive Mahlwerke) im Beobachtungszeitraum 2006 bis 2011

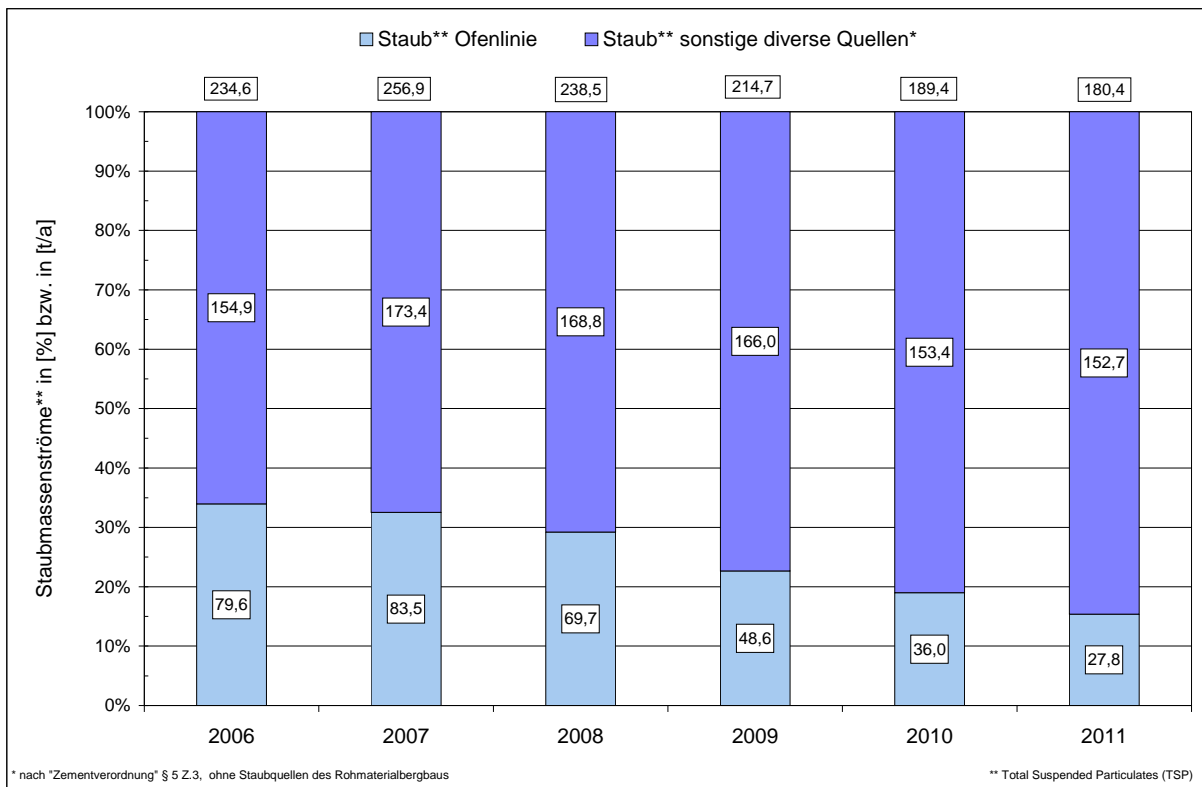


Abbildung 3-28: staubförmige Emissionen unter Berücksichtigung von Staubemissionen aus "sonstigen definierten Quellen" nach "Zementverordnung" § 5 Z.3 für Anlagen der österreichischen Zementindustrie (exklusive Mahlwerke) im Beobachtungszeitraum 2006 bis 2011

4 Kurzkomentar zu den Ergebnissen

4.1 Anlage- und Produktionsdaten

Kennzahl	2010		2011	
		[%]		[%]
Installierte Klinkerkapazität [t/a]	4.771.500		5.086.900	6,61
		100,00		
Rohmehleinsatz [t/a]	4.854.280		4.947.150	1,91
		100,00		
Klinkerproduktion [t/a]	3.097.043		3.175.642	2,54
		100,00		
Zementproduktion [t/a]	4.254.004		4.426.944	4,07
		100,00		
Ofenbetriebsstunden* [h _{OB} /a]	54.787		53.139,5	-3,01
* alle Drehrohrofenbetriebszustände		100,00		
Rohmehlfaktor [t _{Rm} /t _{Kl}]	1,567		1,558	-0,61
		100,00		
Klinkerfaktor* [t _{Kl} /t _{Ze}]	0,710		0,695	-2,13
*= Klinkerverbrauch/Zementproduktion		100,00		
spez. therm. Energieeinsatz [GJ/t _{Kl}]	3,806		3,653	-4,01
		100,00		
Klinkerbrandfaktor [t _{Kl} /h _{OB}]	56,529		59,760	5,72
		100,00		
Abgasfaktor* [m ³ (Vn)/h _{OB}]	139,023		150,981	8,60
* nicht auf 10 Vol.-% O ₂ bezogen		100,00		
spez. Abgasmenge* [m ³ (Vn)/t _{Kl}]	2,459		2,526	2,73
* nicht auf 10 Vol.-% O ₂ bezogen		100,00		
Anteil Ersatzbrennstoffe am therm. Gesamtenergieeinsatz [%]	62,78		65,32	4,05
		100,00		
Ressourcenschonungsfaktor* [kg/t _{Ze}]	397,4		411,6	3,56
* Ersatzstoffmenge bei der Produktion 1 t Zement		100,00		

Tabelle 4-1: Produktionsdaten für Anlagen der österreichischen Zementindustrie im Jahresvergleich 2011 mit 2010

Die installierte Klinkerkapazität in Anlagen der österreichischen Zementindustrie erhöhte sich u.a. infolge Anlagenerweiterungen von 2010 auf 2011 um ca. 6,6 % von 4,7715 auf 5,0869 Millionen Jahrestonnen (Tabelle 4-1).

Die Klinkerproduktion erhöhte sich im Jahresvergleich 2011 mit 2010 von ca. 3,10 auf ca. 3,18 Millionen Jahrestonnen; dies entspricht einer Steigerung um ca. 2,5 %.

Im Vergleichszeitraum stieg die Zementproduktion von ca. 4,25 auf ca. 4,43 Millionen Jahrestonnen; dies entspricht einer Zunahme von ca. 4,1 %.

Der Klinkerfaktor verringerte sich um ca. 2,1 % von 0,710 auf 0,695 t_{Kl}/t_{Ze}.

Die Anzahl an Ofenbetriebsstunden verringerte sich um ca. 3,0 % auf 53.139,5 Stunden.

Der Klinkerbrandfaktor verbesserte sich deutlich von ca. 56,5 t_{Kl}/h_{OB} um ca. 5,7 % auf ca. 59,8 t_{Kl}/h_{OB}.

Für die Produktion einer Tonne Klinker wurde im Jahr 2011 mit ca. 3,65 GJ um ca. 4,0 % deutlich weniger thermische Energie (Brennstoffwärmeverbrauch) eingesetzt als im Jahr zuvor.

Die spezifische Abgasmenge erhöhte sich anlagenbedingt im Jahresvergleich um ca. 2,7 % auf 2.526 m³(Vn) je Tonne produzierten Klinker.

Der Anteil an Brennstoffwärmemenge erzeugt aus Ersatzbrennstoffen am Gesamtwärmebedarf, erhöhte sich von ca. 62,8 % im Jahr 2010 auf ca. 65,3 % im Jahr 2011. Dies entspricht einem Anstieg um ca. 2,5 Prozentpunkte (ca. +4,1 %).

Im Jahr 2011 erhöhte sich die Menge an Ersatzstoffen (i.e. Ersatzbrennstoffe, Sekundärrohstoffe, Sekundärzumahlstoffe), die für die Produktion einer Tonne Zement verwendet wurde (Ressourcenschonungsfaktor), von ca. 397 kg/t_{Ze} um ca. 3,6 % auf ca. 412 kg/t_{Ze}.

4.2 Emissionen

4.2.1 Schadstoffe

Emissionsfaktor	2010		2011	
	[g/t _{kl}]	[%]	[g/t _{kl}]	[%]
Staub (TSP aus den Ofenlinien)	11,62	100,00	8,74	-24,77
Stickstoffoxide (als NO ₂)	911,57	100,00	890,30	-2,33
Schwefeldioxid (SO ₂)	64,44	100,00	50,11	-22,23
Summe Spurenelemente	0,103477	100,00	0,102460	-0,98
chlorhaltige Verbindungen (als HCl)	3,303	100,00	3,323	0,58
fluorhaltige Verbindungen (als HF)	0,207	100,00	0,198	-4,20
org. Gesamtkohlenstoff (TOC)	97,084	100,00	81,164	-16,40
Kohlenmonoxid (CO)	5.140,5	100,00	5.505,8	7,11
Kohlendioxid (CO ₂) (inklusive klimaneutrales CO ₂)	853.805	100,00	846.495	-0,86

Tabelle 4-2: Emissionsänderungen bei klassischen Schadstoffen aus Anlagen der österreichischen Zementindustrie im Bilanzjahr 2011 bezogen auf 2010

Im Jahresvergleich 2011 mit 2010 verringerten sich die klinkerbezogenen spezifischen Emissionsfaktoren [g/t_{kl}] für ofengängigen Staub, Schwefeldioxid und organischen Gesamtkohlenstoff deutlich. Ferner waren Rückgänge der klinkerbezogenen spezifischen Emissionsfaktoren [g/t_{kl}] für fluorhaltige Verbindungen, Stickstoffoxide, Summe metallische Spurenelemente und Kohlendioxid zu verzeichnen. Hingegen erhöhten sich die klinkerbezogenen spezifischen Emissionsfaktoren [g/t_{kl}] für Kohlenmonoxid im höheren, für chlorhaltige Verbindungen im geringeren Ausmaß (Tabelle 4-2).

4.2.2 Metallische Spurenelemente

Im Jahresvergleich 2011 mit 2010 konnte bei acht metallischen Spurenelementen (Cu, Tl, Hg, V, Co, Cd, Zn, Se) ein zum Teil deutlicher Rückgang bei den klinkerbezogenen Emissionsfaktoren [g/t_{kl}] festgestellt werden. Bei acht metallischen Spurenelementen (Mn, Pb, Sn, Cr, As, Sb, Ni, Be) zeigten sich zum Teil deutlich höhere Werte (Tabelle 4-3).

Insgesamt verringerte sich der klinkerbezogene Emissionsfaktor [g/t_{kl}] für Summe metallische Spurenelemente um ca. 1 % auf ca. 0,1025 g/t_{kl} (Tabelle 4-3).

Spurenelement	2009 Emissionsfaktor [g/t _{cl}]	2010 Emissionsfaktor [g/t _{cl}]	2011 Emissionsfaktor [g/t _{cl}]	2011/2010 Änderung [%]	2011/2009 Änderung [%]
Cadmium (Cd)	0,002234	0,001401	0,001361	-2,85	-39,06
Thallium (Tl)	0,001588	0,001582	0,001442	-8,86	-9,18
Beryllium (Be)	0,003173	0,003235	0,003282	1,45	3,43
Arsen (As)	0,001639	0,001598	0,001718	7,52	4,82
Cobalt (Co)	0,001450	0,001416	0,001370	-3,24	-5,50
Nickel (Ni)	0,006231	0,002957	0,003160	6,88	-49,28
Blei (Pb)	0,005959	0,005589	0,006331	13,28	6,23
Quecksilber (Hg)	0,041942	0,036266	0,033460	-7,74	-20,22
Chrom (Cr)	0,005625	0,004591	0,004971	8,29	-11,62
Selen (Se)	0,000318	0,000313	0,000312	-0,30	-1,71
Mangan (Mn)	0,012470	0,005939	0,007691	29,49	-38,33
Vanadium (V)	0,001548	0,001745	0,001657	-5,06	7,05
Zink (Zn)	0,033770	0,028141	0,027382	-2,70	-18,92
Antimon (Sb)	0,001636	0,001434	0,001533	6,92	-6,29
Kupfer (Cu)	0,011287	0,005801	0,005169	-10,89	-54,20
Zinn (Sn)	0,002848	0,001469	0,001621	10,34	-43,10
<i>Summe Spurenelemente</i>	<i>0,133717</i>	<i>0,103477</i>	<i>0,102460</i>	<i>-0,98</i>	<i>-23,38</i>

Tabelle 4-3: Emissionsfaktoren für metallische Spurenelemente und ihre prozentuelle Änderung in 2011 bezogen auf 2010

5 Tabellenverzeichnis

1.)	Tabelle 2-1: erfaßte Schadstoffe	3
2.)	Tabelle 3-1: Gesamtübersichtstabelle - Emissionen und Produktionsmittel der österreichischen Zementindustrie (ohne Mahlwerke) im Vergleichszeitraum 2006 bis 2011	4
3.)	Tabelle 4-1: Produktionsdaten für Anlagen der österreichischen Zementindustrie im Jahresvergleich 2011 mit 2010	22
4.)	Tabelle 4-2: Emissionsänderungen bei klassischen Schadstoffen aus Anlagen der österreichischen Zementindustrie im Bilanzjahr 2011 bezogen auf 2010	23
5.)	Tabelle 4-3: Emissionsfaktoren für metallische Spurenelemente und ihre prozentuelle Änderung in 2011 bezogen auf 2010	24

6 Abbildungsverzeichnis

1.)	Abbildung 3-1: Rohmehleinsatzmenge, Klinkerproduktionsmenge und Zementproduktionsmenge der österreichischen Zementindustrie im Beobachtungszeitraum 2006 bis 2011 (ohne Mahlwerke).....	5
2.)	Abbildung 3-2: Klinkerfaktor und Rohmehlfaktor im Beobachtungszeitraum 2006 bis 2011	5
3.)	Abbildung 3-3: Entwicklung des Klinkerbrandfaktors / $[t_{Kl}/h_{OB}]$ in den Anlagen der österreichischen Zementindustrie im Beobachtungszeitraum 2006 bis 2011	6
4.)	Abbildung 3-4: Einsatzmengen konventioneller Brennstoffe in der österreichischen Zementindustrie im Beobachtungszeitraum 2006 bis 2011	6
5.)	Abbildung 3-5: Einsatzmengen von Ersatzbrennstoffen (EBS) in Anlagen der österreichischen Zementindustrie im Beobachtungszeitraum 2006 bis 2011	7
6.)	Abbildung 3-6: Entwicklung des thermischen und elektrischen Energieeinsatzes in österreichischen Zementwerken mit eigener Klinkererzeugung im Beobachtungszeitraum 2006 bis 2011	7
7.)	Abbildung 3-7: Ersatzbrennstoffenergieanteil am thermischen Energieeinsatz (Substitutionsgrad) in Anlagen der österreichischen Zementindustrie für den Beobachtungszeitraum 2006 bis 2011).....	8
8.)	Abbildung 3-8: Brennstoffwärmemengen aus der Verfeuerung von Ersatzbrennstoffen im Beobachtungszeitraum 1988 bis 2011	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 2006 bis 2011	9
10.)	Abbildung 3-10: über den Bilanzzeitraum 2009, 2010 und 2011 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 2006 bis 2011	10
12.)	Abbildung 3-12: Entwicklung des spezifischen Energieeinsatzes (exklusive elektrischer Energieeinsatz) und Darstellung des spezifischen, trockenen Gesamtabgasnormvolumens (nicht auf 10,0 Vol.-% O ₂ bezogen) in österreichischen Zementwerken mit eigener Klinkererzeugung jeweils für den Zeitraum 2006 bis 2011	11
13.)	Abbildung 3-13: Einsatzmengen sekundärer Rohstoffe in Anlagen der österreichischen Zementindustrie (ohne Mahlwerke) im Zeitraum von 2006 bis 2011	12
14.)	Abbildung 3-14: Spezifizierung der im Zeitraum von 2006 bis 2011 in Anlagen der österreichischen Zementindustrie (ohne Mahlwerke) verwendeten sonstigen sekundären Rohstoffmassenströme	13
15.)	Abbildung 3-15: Einsatzmengen sekundärer Zuzahlstoffe in Anlagen der österreichischen Zementindustrie von 2006 bis 2011 (ohne Mahlwerke)	14

16.)	Abbildung 3-16: 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 2006 bis 2011.....	14
17.)	Abbildung 3-17: 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 (2006 - 2011, ohne Mahlwerke).....	15
18.)	Abbildung 3-18: 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 (2006 - 2011, ohne Mahlwerke).....	15
19.)	Abbildung 3-19: 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 2006 bis 2011 (ohne Mahlwerke).....	16
20.)	Abbildung 3-20: zeitliche Entwicklung der jährlichen Emissionen an Kohlendioxid aus Anlagen der österreichischen Zementindustrie (exklusive Mahlwerke) im Beobachtungszeitraum 2006 bis 2011 (nach EZG).....	16
21.)	Abbildung 3-21: auf die Tonne Klinker bezogene, spezifische CO ₂ -Emissionen (mit biogenen CO ₂ -Emissionen) aus Anlagen der österreichischen Zementindustrie im Beobachtungszeitraum 2006 bis 2011 (nach EZG).....	17
22.)	Abbildung 3-22: auf die Tonne Klinker bezogene, spezifische CO ₂ -Emissionen (ohne biogene CO ₂ -Emissionen) aus Anlagen der österreichischen Zementindustrie im Beobachtungszeitraum 2006 bis 2011 (nach EZG).....	17
23.)	Abbildung 3-23: auf GJ Brennstoffwärmemenge bezogene, relative CO ₂ -Emissionen aus Anlagen der österreichischen Zementindustrie im Beobachtungszeitraum 2006 bis 2011 (nach EZG).....	18
24.)	Abbildung 3-24: klinkerbezogene Emissionsfaktoren diverser metallischer Spurenelemente aus Anlagen der österreichischen Zementindustrie (ohne Mahlwerke) für den Zeitraum von 2006 bis 2011.....	19
25.)	Abbildung 3-25: mittlerer spezifischer Energieeinsatz je Tonne Zement in Anlagen der österreichischen Zementindustrie (ohne Mahlwerke) im Vergleichszeitraum 2006 bis 2011.....	20
26.)	Abbildung 3-26: Ressourcenschonungsfaktor für Anlagen der österreichischen Zementindustrie im Vergleichszeitraum 2006 bis 2011.....	20
27.)	Abbildung 3-27: Staubmassenstrom (TSP) aus "sonstigen definierten Quellen" nach "Zementverordnung" § 5 Z.3 für Anlagen der österreichischen Zementindustrie (exklusive Mahlwerke) im Beobachtungszeitraum 2006 bis 2011.....	21
28.)	Abbildung 3-28: staubförmige Emissionen unter Berücksichtigung von Staubemissionen aus "sonstigen definierten Quellen" nach "Zementverordnung" § 5 Z.3 für Anlagen der österreichischen Zementindustrie (exklusive Mahlwerke) im Beobachtungszeitraum 2006 bis 2011.....	21