

Emissionen aus Anlagen der österreichischen Zementindustrie

Berichtsjahr 2014



Gerd Mausitz
Institut für Verfahrenstechnik, Umwelttechnik
und Technische Biowissenschaften
Technische Universität Wien

Wien, im Mai 2015

Emissionen aus Anlagen der österreichischen Zementindustrie Berichtsjahr 2014

Gerd Mauschitz

Institut für Verfahrenstechnik, Umwelttechnik und Technische Biowissenschaften

Technische Universität Wien

Wien, im Mai 2015

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.....	5
3.1 Produktionsstatistik.....	7
3.2 Brennstoffstatistik	8
3.3 Energiestatistik	9
3.4 Rohstoff- und Zuzahlstoffstatistik	14
3.5 Emissionsstatistik	17
4 Kurzkomentar zu den Ergebnissen.....	25
4.1 Anlage- und Produktionsdaten	25
4.2 Emissionen	26
5 Tabellenverzeichnis.....	28
6 Abbildungsverzeichnis.....	28

Einleitung

Die vorliegende Emissionsinventur berichtet über die pyrogenen und prozeßspezifischen Schadstofffreisetzungen der österreichischen Zementindustrie und die damit im ursächlichen Zusammenhang stehenden Produktions- und Betriebsdaten. Mit dem von unabhängiger dritter Seite erstellten Bericht über das Bilanzjahr 2014 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 2014 freigesetzt wurden, zu erfassen.

Die Emissionsinventur soll ferner über

- Produktionsdaten,
- Einsatzmengen an konventionellen Energieträgern,
- Einsatzmengen an Ersatzbrennstoffen,
- thermischen und elektrischen Energieverbrauch,
- Einsatzmengen an Primärrohstoffen,
- Einsatzmengen an Primärzumahlstoffen,
- 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 2014 um die Bilanzjahre 2009 bis 2013 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 2014 erstellt. Um den Verlauf der Emissionsentwicklung zu veranschaulichen, wurde ein Beobachtungszeitraum von 2009 bis einschließlich 2014 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),
- w&p Zement GmbH (Peggau),
- w&p Zement GmbH (Wiietersdorf),
- Wopfinger Baustoffindustrie GmbH (Waldegg).

Über wichtige anlagentechnische Gegebenheiten in österreichischen Zementwerken mit Ofenbetrieb berichtet Abbildung 2-1.

Anlagenspiegel mit 31.12.2014																																	
Betreiber	Standort	Ofentechnik	Klinkerkühler	Zementmühlen	Abgasentstaubung / Entschwefelung	SNCR	SCR	SO ₂ -Abgas-Wäsche	RTO																								
Zementwerk Leube GmbH	Gartenau	5- stufiger WT- DO mit Brennkammer und Kalzinator	Pendelrostkühler	2 KM	DO, KÜ, RM4 und RM5 in Schlauchfilterm	✓																											
Zementwerk Hatschek GmbH	Gmunden	5- stufiger WT- DO	Satellitenkühler	3 KM	DO und KÜ in 2 E- Entstaubern in Serie	✓																											
Kirchdorfer Zementwerk Hofmann Ges.m.b.H.	Kirchdorf	4- stufiger WT- DO mit Kalzinator	Pendelrostkühler	2 KM	DO und 2 MTA mit Schlauchfilter, KÜ mit E- Entstauber	✓																											
Lafarge Zementwerke GmbH	Mannersdorf	5- stufiger 2- strangiger WT- DO mit Kalzinator	2- teiliger Rostkühler	2 KM	DO mit Schlauchfilter, KÜ mit E- Entstauber	(✓)	✓																										
w&p Zement GmbH	Peggau	Lepolverfahren	Rostkühler	3 KM	DO und KÜ im Schlauchfilter	✓																											
Lafarge Zementwerke GmbH	Retznei	4- stufiger WT- DO	Horizontalrostkühler	2 KM	E- Entstauber, Alkalibypass mit Schlauchfilter	✓		✓																									
Schretter & Cie GmbH & Co KG	Vils	4- stufiger WT- DO	Rostkühler	2 KM	DO mit Schlauchfilter, KÜ mit E- Entstauber	✓																											
w&p Zement GmbH	Wietersdorf	5- stufiger WT- DO mit Kalzinator	Rostkühler	2 KM	DO und KÜ in einem Schlauchfilter	✓																											
Wopfinger Baustoffindustrie GmbH	Wopfing	5- stufiger WT- DO mit Kalzinator	2- teiliger Rostkühler	KM+2 RP	DO in Schlauchfilter, Schlauchfilter für KÜ	✓			✓																								
<p>Legende:</p> <table> <tr> <td>DO</td> <td>Drehrohrofen</td> <td>RP</td> <td>Rollenpresse</td> </tr> <tr> <td>E- Entstauber</td> <td>Elektrostaubabscheider</td> <td>SCR</td> <td>Anlage zur selektiven, katalytischen Reduktion von Stickstoffoxiden</td> </tr> <tr> <td>KM</td> <td>Kugelmühle</td> <td>SNCR</td> <td>Anlage zur selektiven, nichtkatalytischen Reduktion von Stickstoffoxiden</td> </tr> <tr> <td>KÜ</td> <td>Klinkerkühler</td> <td>RTO</td> <td>regenerative, thermische Nachverbrennungsanlage</td> </tr> <tr> <td>MTA</td> <td>Mahlrocknungsanlage</td> <td>WT- DO</td> <td>Drehrohrofen mit Zyklonwärmetauscher</td> </tr> <tr> <td>RM</td> <td>Rohmühle</td> <td></td> <td></td> </tr> </table>										DO	Drehrohrofen	RP	Rollenpresse	E- Entstauber	Elektrostaubabscheider	SCR	Anlage zur selektiven, katalytischen Reduktion von Stickstoffoxiden	KM	Kugelmühle	SNCR	Anlage zur selektiven, nichtkatalytischen Reduktion von Stickstoffoxiden	KÜ	Klinkerkühler	RTO	regenerative, thermische Nachverbrennungsanlage	MTA	Mahlrocknungsanlage	WT- DO	Drehrohrofen mit Zyklonwärmetauscher	RM	Rohmühle		
DO	Drehrohrofen	RP	Rollenpresse																														
E- Entstauber	Elektrostaubabscheider	SCR	Anlage zur selektiven, katalytischen Reduktion von Stickstoffoxiden																														
KM	Kugelmühle	SNCR	Anlage zur selektiven, nichtkatalytischen Reduktion von Stickstoffoxiden																														
KÜ	Klinkerkühler	RTO	regenerative, thermische Nachverbrennungsanlage																														
MTA	Mahlrocknungsanlage	WT- DO	Drehrohrofen mit Zyklonwärmetauscher																														
RM	Rohmühle																																

Abbildung 2-1: Anlagenspiegel der österreichischen Zementwerke mit Ofenbetrieb (Stichtag: 31.12.2014)

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.

Die Tabelle 3-1 informiert zusammenfassend über die Ergebnisse der Datenerhebung.

GESAMTÜBERSICHT

I Anlagendaten																			
Anlagenzahl		Österreichweit waren 2014 (2013) 2 (2) Lepolöfen mit 418.000 (418.000), 3 (3) WT-DO mit 1.385.000 (1.268.000) sowie 5 (6) WT-DO + Kalzinator mit 3.495.900 (3.400.900) t/a betriebsbereit.																	
Klinkerkapazität / [t/a]		Mit der 2014 (2013) installierten Gesamtanlagenkapazität von ca. 5.298.900 t/a (ca. 5.086.900 t/a) wurden die unter II angeführten Jahresmengen produziert.																	
II Produktionsdaten		2009			2010			2011			2012			2013			2014		
Rohmehleinsatz	[t/a]	5.376.515			4.854.280			4.947.150			4.942.334			4.858.175			4.842.710		
Klinkerproduktion	[t/a]	3.428.140			3.097.043			3.175.642			3.206.055			3.156.286			3.143.495		
Zementproduktion	[t/a]	4.646.019			4.254.004			4.426.944			4.455.162			4.384.876			4.434.531		
Ofenbetriebsstunden ^{a)}	[h _{Op} /a]	62.475,3			54.787,0			53.139,5			54.270,5			53.857,5			54.888,0		
Rohmehlfaktor	[t _{Rm} /t _{Kl}]	1,568			1,567			1,558			1,542			1,539			1,541		
(korrigierter*) Klinkerfaktor	[t _{kl} /t _z]	0,708*	0,738		0,710*	0,728		0,695*	0,717		0,703*	0,720		0,702*	0,720		0,698*	0,709	
III Konventionelle Energieträger (KET)		2009			2010			2011			2012			2013			2014		
		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		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	29,39	34.233	1.006.012	29,85	29.918	893.122
B) Braunkohle		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	21,87	49.615	1.085.133	21,91	47.125	1.032.699
C) Heizöl L (0,2 m% S)		41,69	388	16.177	41,70	292	12.173	41,70	267	11.146	41,70	311	12.967	41,70	226	9.415	41,70	254	10.594
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	14.523	585.294	40,30	8.178	329.556	40,05	2.640	105.740	40,80	811	33.095	40,30	1.677	67.581	40,35	973	39.252
F) Erdgas ^{b)} / [1000m ³ (Vn)/a]; Hu / [MJm ⁻³ (Vn)]		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	36,00	2.619.287	94.294	36,00	1.872.866	67.423
J) Petrolkoks		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	30,76	31.465	967.791	31,14	29.543	919.938
G) sonstige (Heizöl EL, Anthrazit)		42,70	437	18.679	42,70	240	10.234	42,70	281	12.005	42,70	230	9.832	42,70	933	39.824	42,70	386	16.500
Summe KET		199.869	5.639.811		156.822	4.387.470		143.235	4.023.364		133.888	3.745.538		120.011	3.270.051		109.531	2.979.528	
IV Ersatzbrennstoffe (EBS)		2009			2010			2011			2012			2013			2014		
		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		26,65	26.851	715.639	26,49	27.088	717.609	27,13	33.967	921.605	27,15	37.305	1.012.954	28,63	40.245	1.152.389	28,84	47.903	1.381.458
I) Kunststoffabfälle		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	19,16	277.909	5.325.577	19,82	293.502	5.816.551
K) Altöl		34,39	14.918	512.997	33,95	11.446	388.654	35,16	9.625	338.405	32,36	6.670	215.851	34,76	5.935	206.304	29,79	7.574	225.607
L) Lösungsmittel		25,06	12.898	323.247	24,61	11.351	279.344	24,13	14.959	360.964	24,09	16.420	395.618	22,48	17.370	390.480	24,23	16.696	404.510
M) landwirtschaftliche Rückstände		15,47	7.900	122.191	16,54	4.598	76.041	16,91	4.466	75.520	16,90	5.654	95.540	16,91	3.548	59.995	16,91	1.492	25.223
N) Papierfaserreststoff ⁽²⁾		4,61	45.930	211.648	4,58	37.872	173.430	4,90	34.604	169.440	4,56	36.800	167.745	4,72	46.967	221.844	5,06	38.778	196.217
O) sonstige		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	13,15	91.720	1.205.806	12,66	87.664	1.109.755
Summe EBS		382.231	7.481.638		377.081	7.399.346		397.470	7.577.927		456.259	8.109.396		483.694	8.562.395		493.609	9.159.320	
V Thermischer Energieeinsatz***		2009			2010			2011			2012			2013			2014		
a) Σ Energieeinsatz KET	[GJ/h _{Op}]	90,3			80,1			75,7			69,0			60,7			54,3		
b) Σ Energieeinsatz EBS	[GJ/h _{Op}]	119,8			135,1			142,6			149,4			159,0			166,9		
Summe a) u. b)	[GJ/h _{Op}]	210,0			215,1			218,3			218,4			219,7			221,2		
EBS-Anteil an (III+IV)	[%]	57,02			62,78			65,32			68,41			72,36			75,45		
spez. therm. Energieeinsatz	[GJ/t _{Klinker}]	3,828			3,806			3,653			3,698			3,749			3,862		
VI Sekundärrohstoffe (SRS)		2009			2010			2011			2012			2013			2014		
diverse Schlacken **	[t/a]	49.603			41.984			33.222			43.993			30.223			35.855		
Gießereisand	[t/a]	11.262			16.581			17.407			24.776			25.770			31.868		
Summe SRS / sonstige SRS	[t/a]	393.671	332.806		462.670	404.105		453.374	402.745		620.606	551.836		663.189	607.196		680.941	613.218	

3.1 Produktionsstatistik

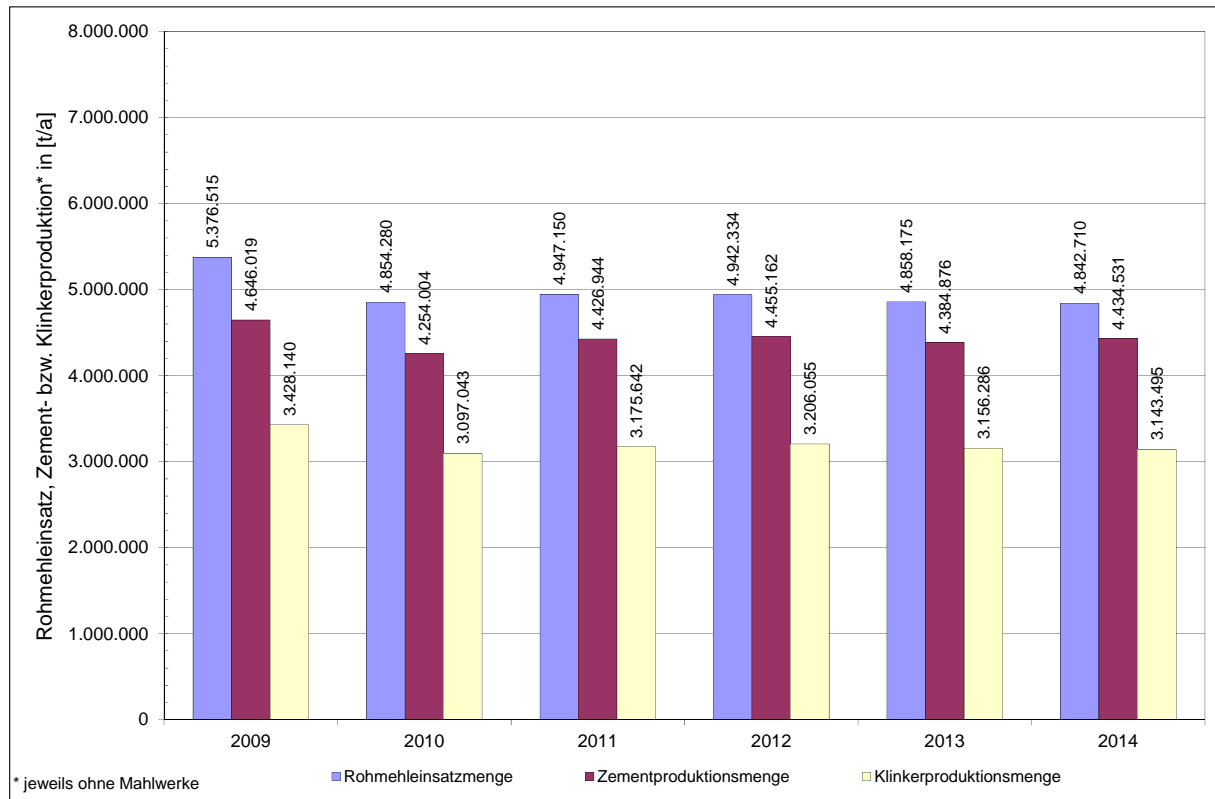


Abbildung 3-1: Rohmehleinsatzmenge, Klinkerproduktionsmenge und Zementproduktionsmenge der österreichischen Zementindustrie im Beobachtungszeitraum 2009 bis 2014 (ohne Mahlwerke)

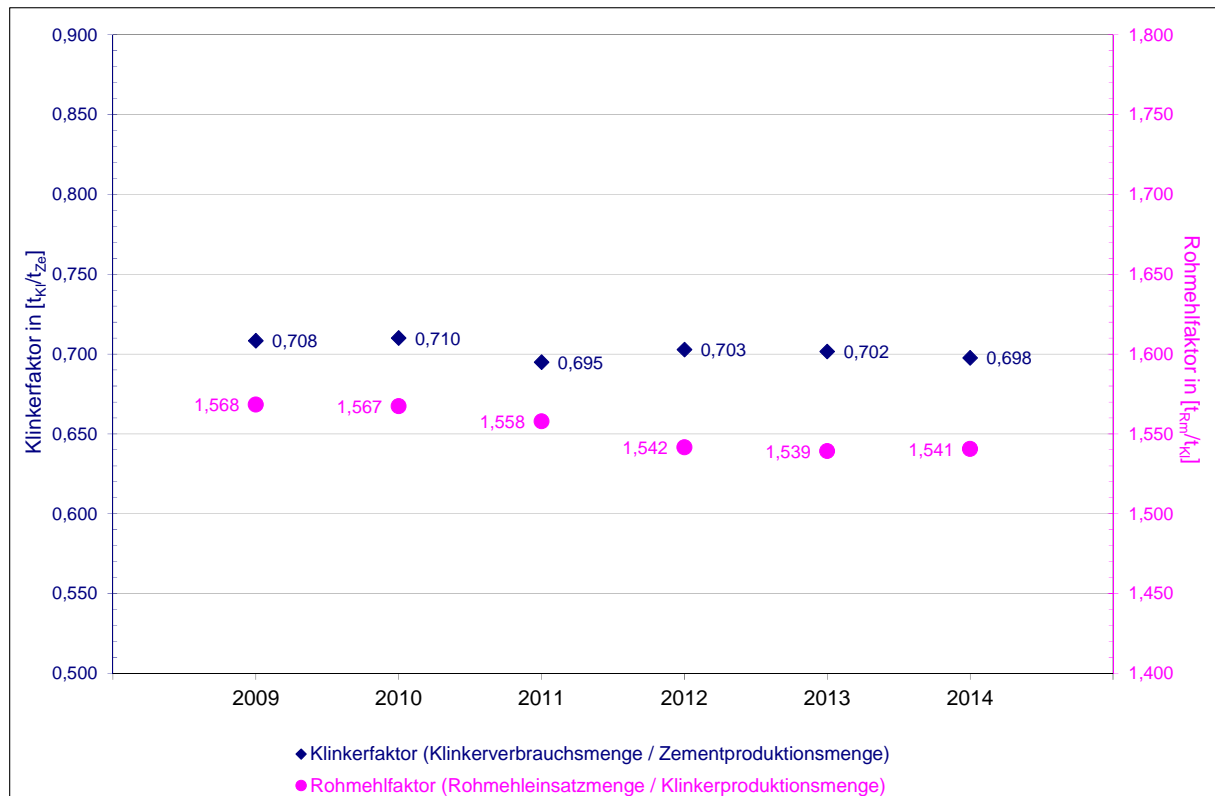


Abbildung 3-2: Klinkerfaktor und Rohmehlfaktor im Beobachtungszeitraum 2009 bis 2014

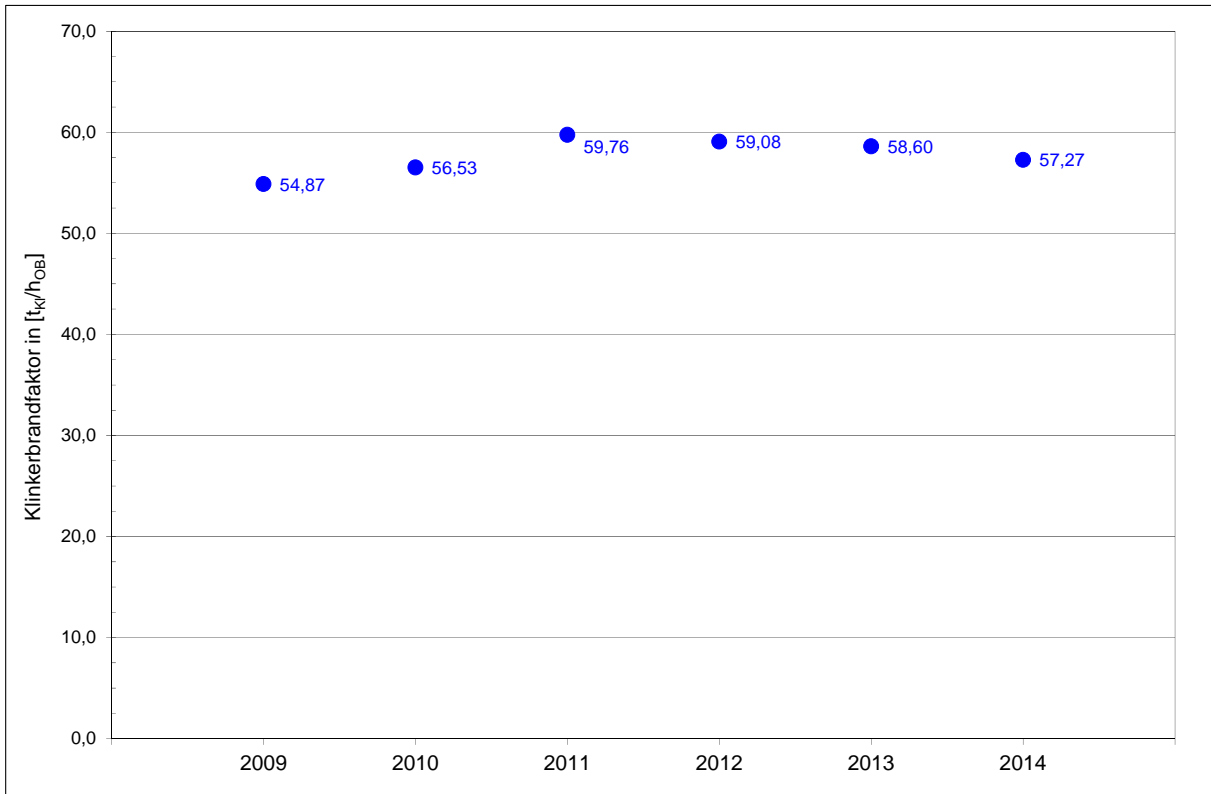


Abbildung 3-3: Entwicklung des Klinkerbrandfaktors / [t_{kl}/h_{OB}] in den Anlagen der österreichischen Zementindustrie im Beobachtungszeitraum 2009 bis 2014

3.2 Brennstoffstatistik

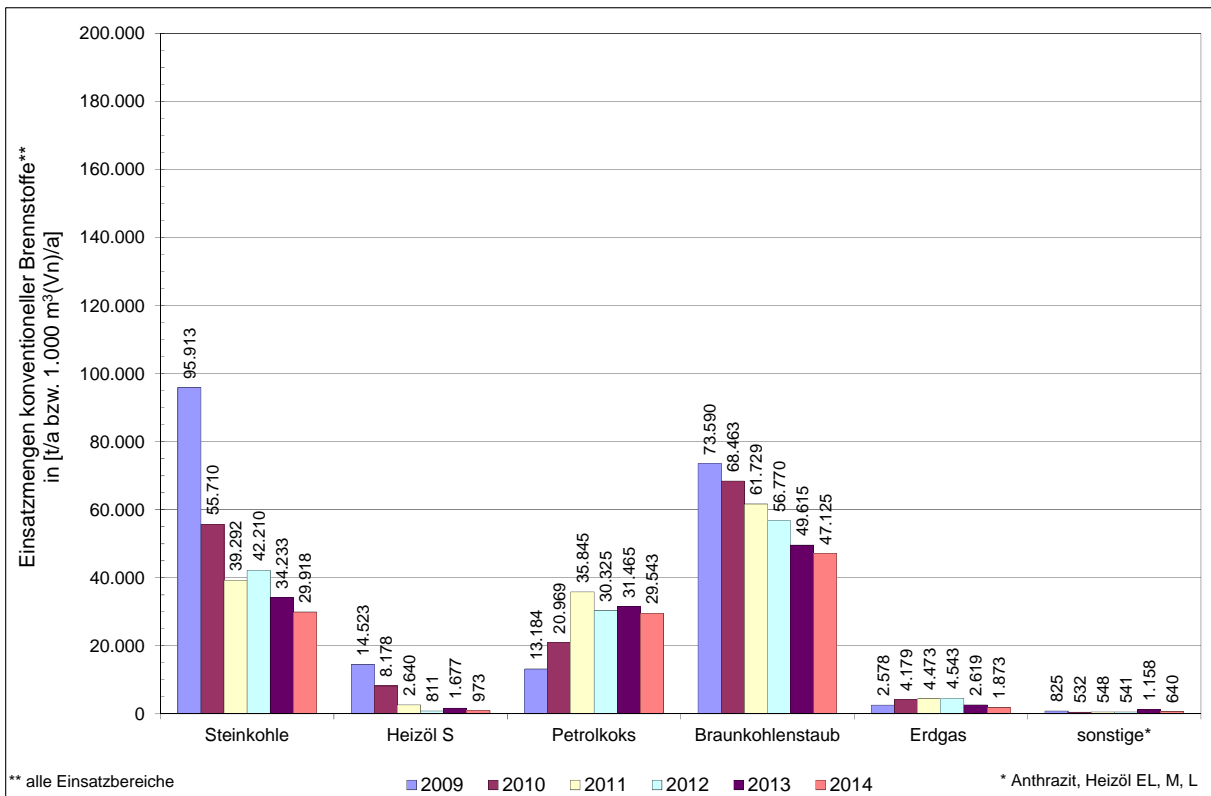


Abbildung 3-4: Einsatzmengen konventioneller Brennstoffe in der österreichischen Zementindustrie im Beobachtungszeitraum 2009 bis 2014

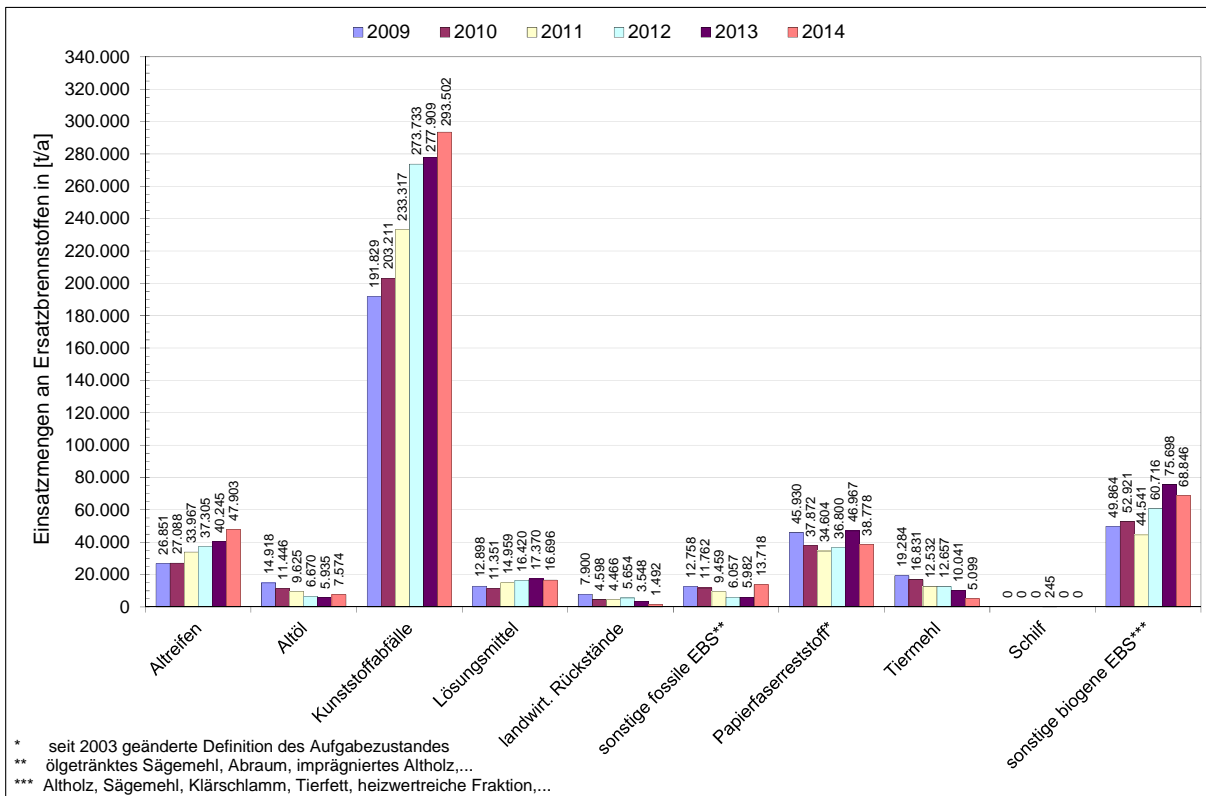


Abbildung 3-5: Einsatzmengen von Ersatzbrennstoffen (EBS) in Anlagen der österreichischen Zementindustrie im Beobachtungszeitraum 2009 bis 2014

3.3 Energiestatistik

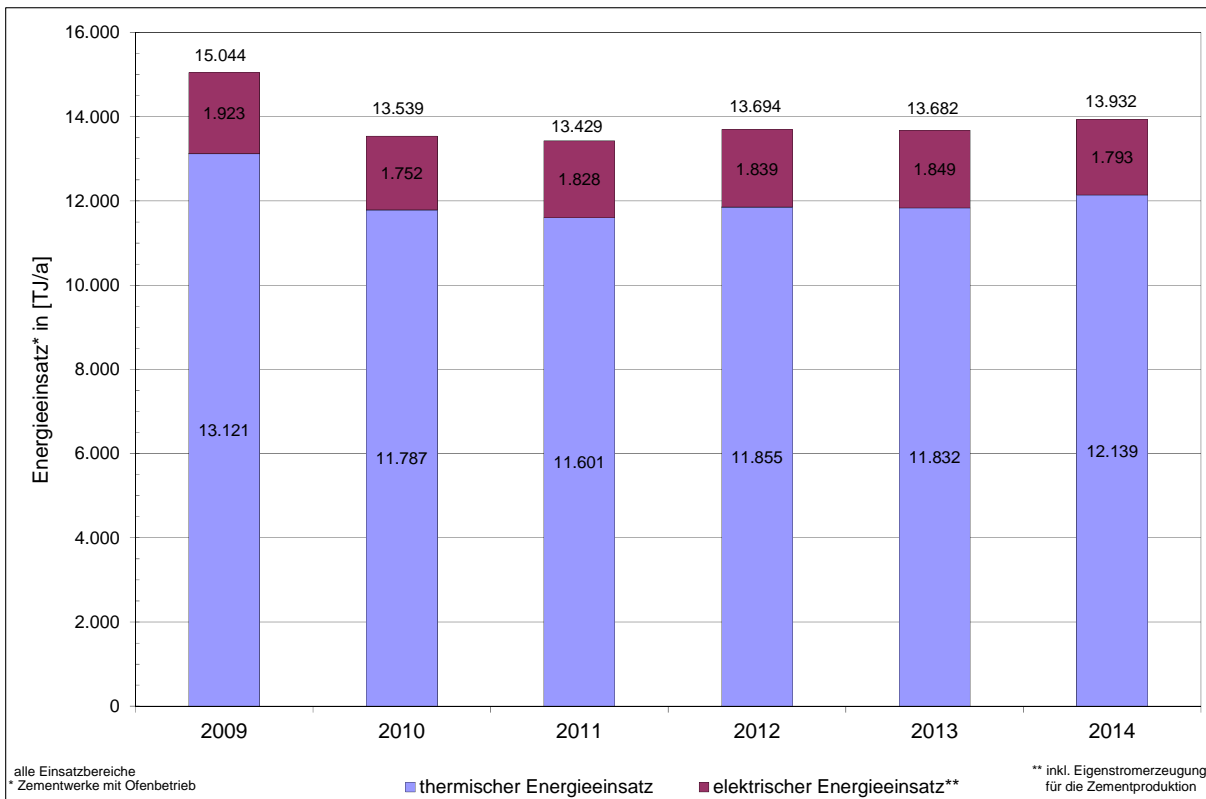


Abbildung 3-6: Entwicklung des thermischen und elektrischen Energieeinsatzes in österreichischen Zementwerken mit eigener Klinkererzeugung im Beobachtungszeitraum 2009 bis 2014

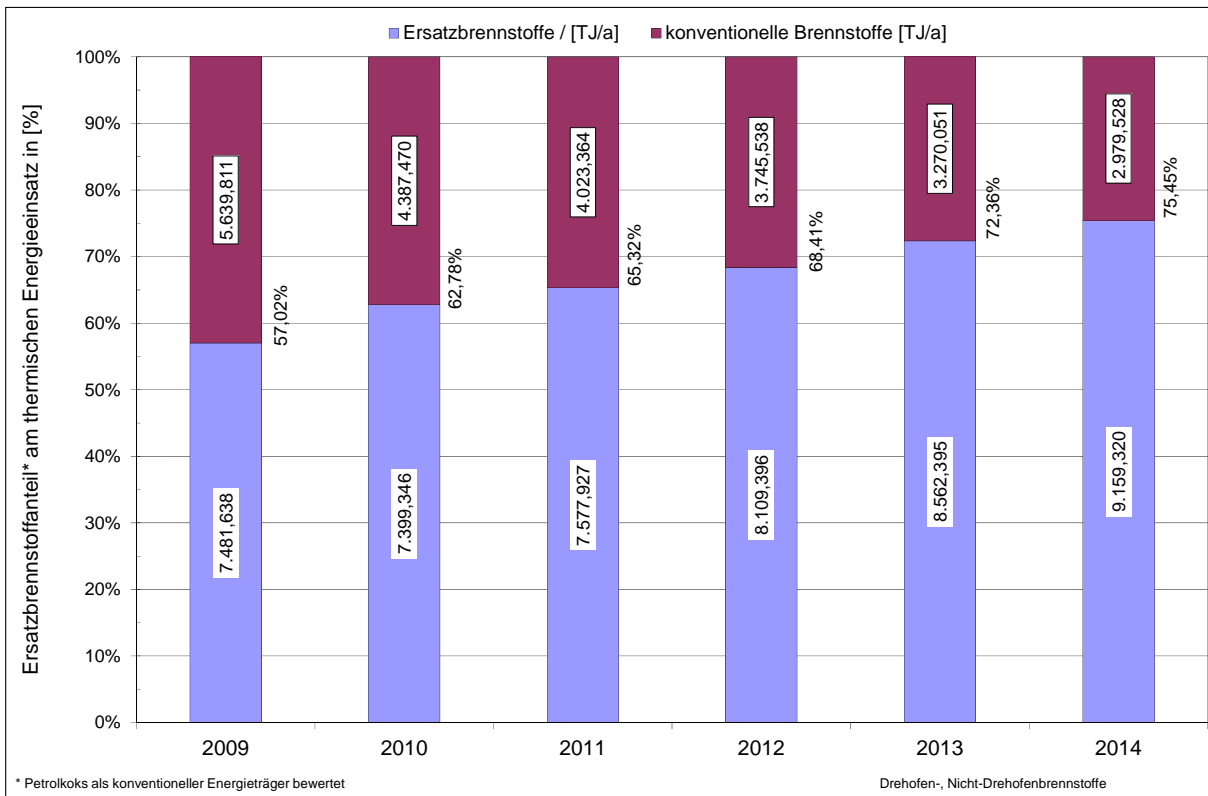


Abbildung 3-7: Ersatzbrennstoffenergieanteil am thermischen Energieeinsatz (Substitutionsgrad) in Anlagen der österreichischen Zementindustrie für den Beobachtungszeitraum 2009 bis 2014

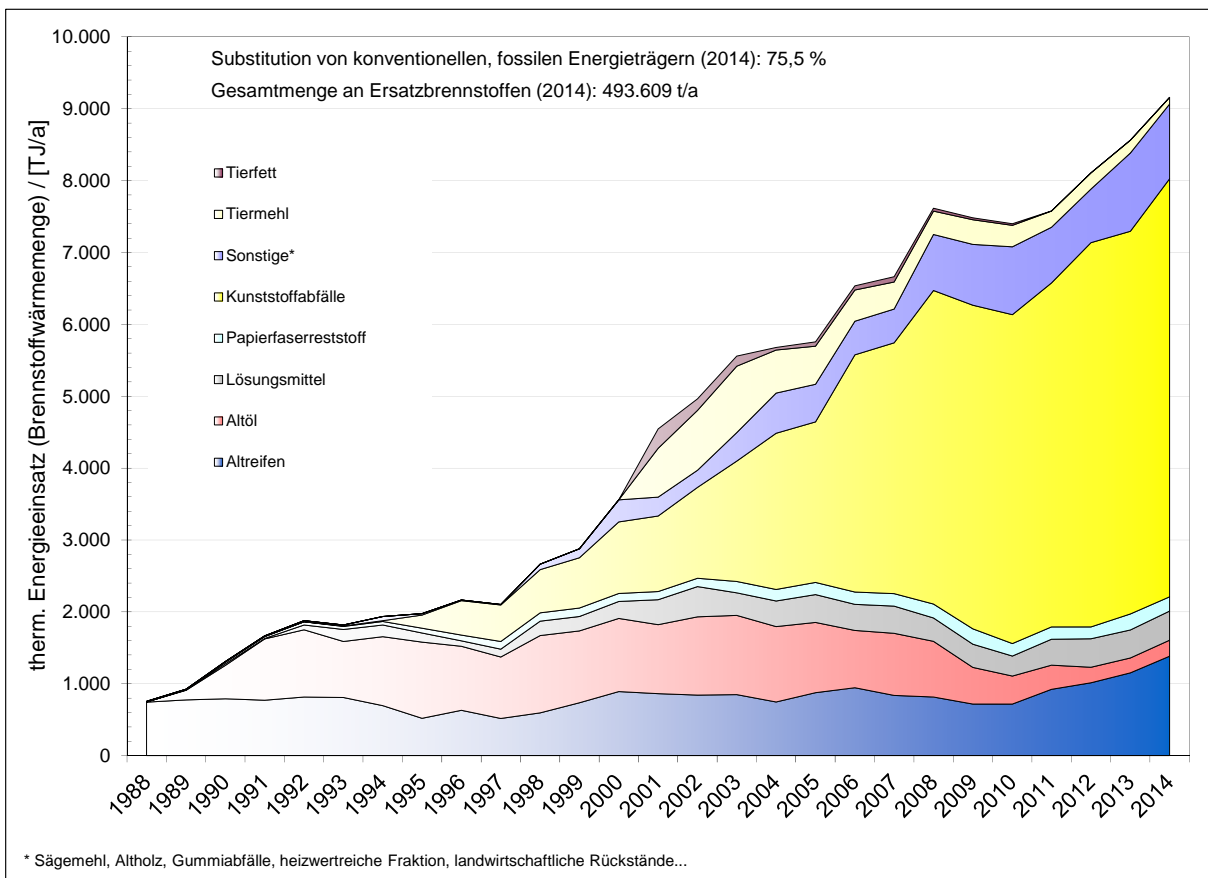


Abbildung 3-8: Brennstoffwärmemengen aus der Verfeuerung von Ersatzbrennstoffen in Anlagen der österreichischen Zementindustrie (ohne Mahlwerke) im Beobachtungszeitraum 1988 bis 2014



Abbildung 3-9: auf die Tonne Zement bzw. auf die Tonne Klinker bezogener spezifischer Brennstoffenergieeinsatz in Anlagen der österreichischen Zementindustrie für den Beobachtungszeitraum 2009 bis 2014

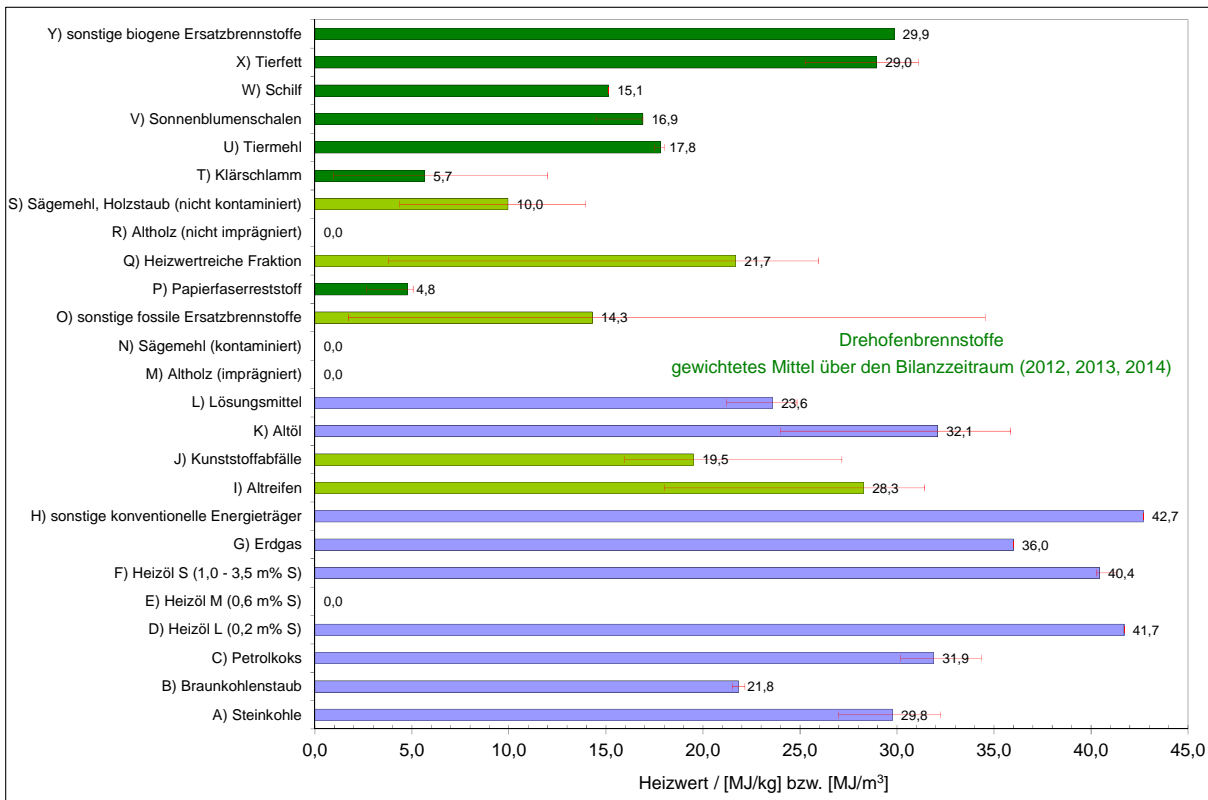


Abbildung 3-10: über den Bilanzzeitraum 2012, 2013 und 2014 mengengewichtete Mittelwerte von Heizwerten unterschiedlicher Drehofenbrennstoffe (im Einsatzzustand) mit werksspezifischen Minimal- und Maximalwerten

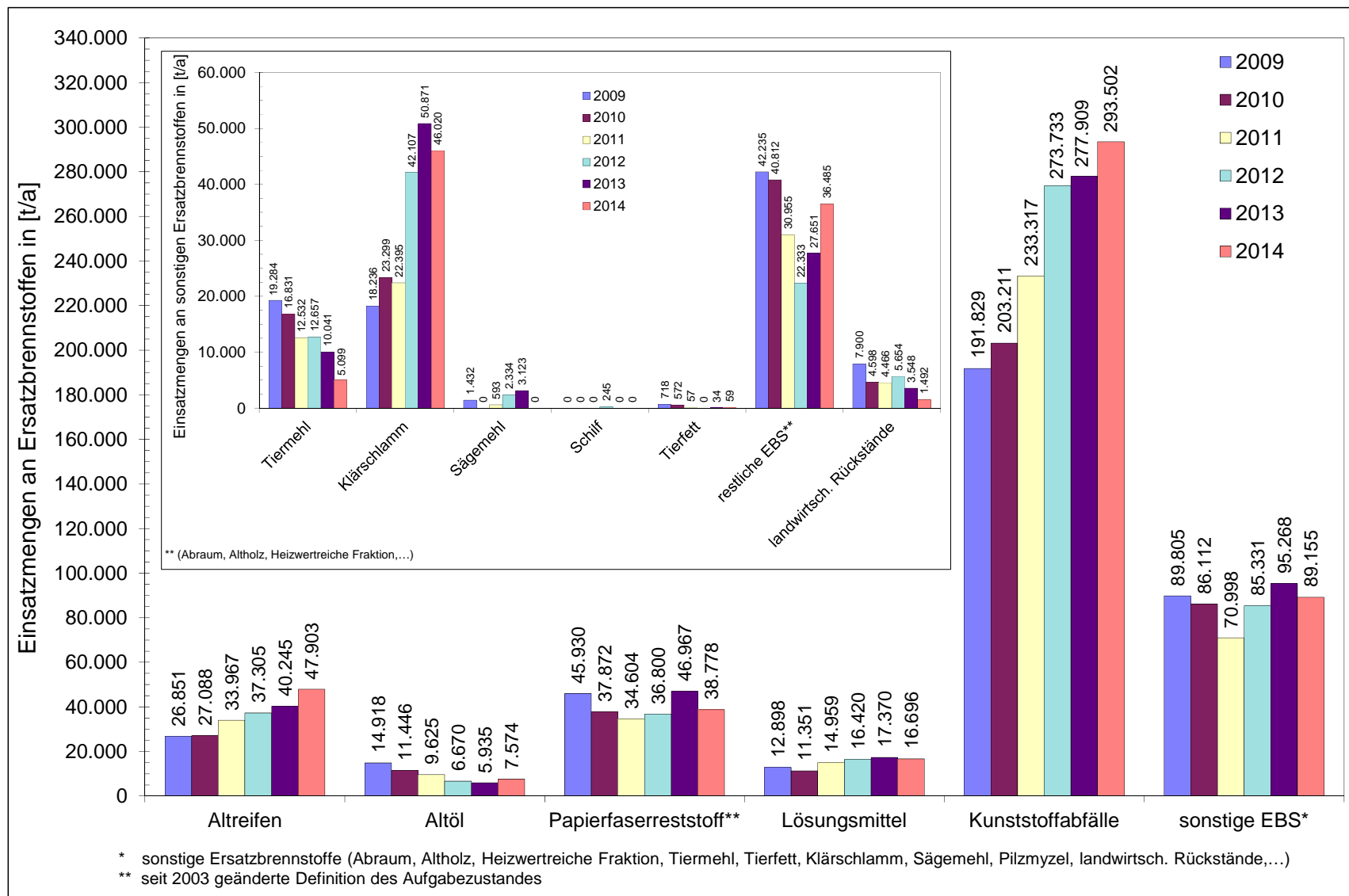


Abbildung 3-11: Einsatzmengen von Ersatzbrennstoffen (EBS) in Anlagen der österreichischen Zementindustrie von 2009 bis 2014

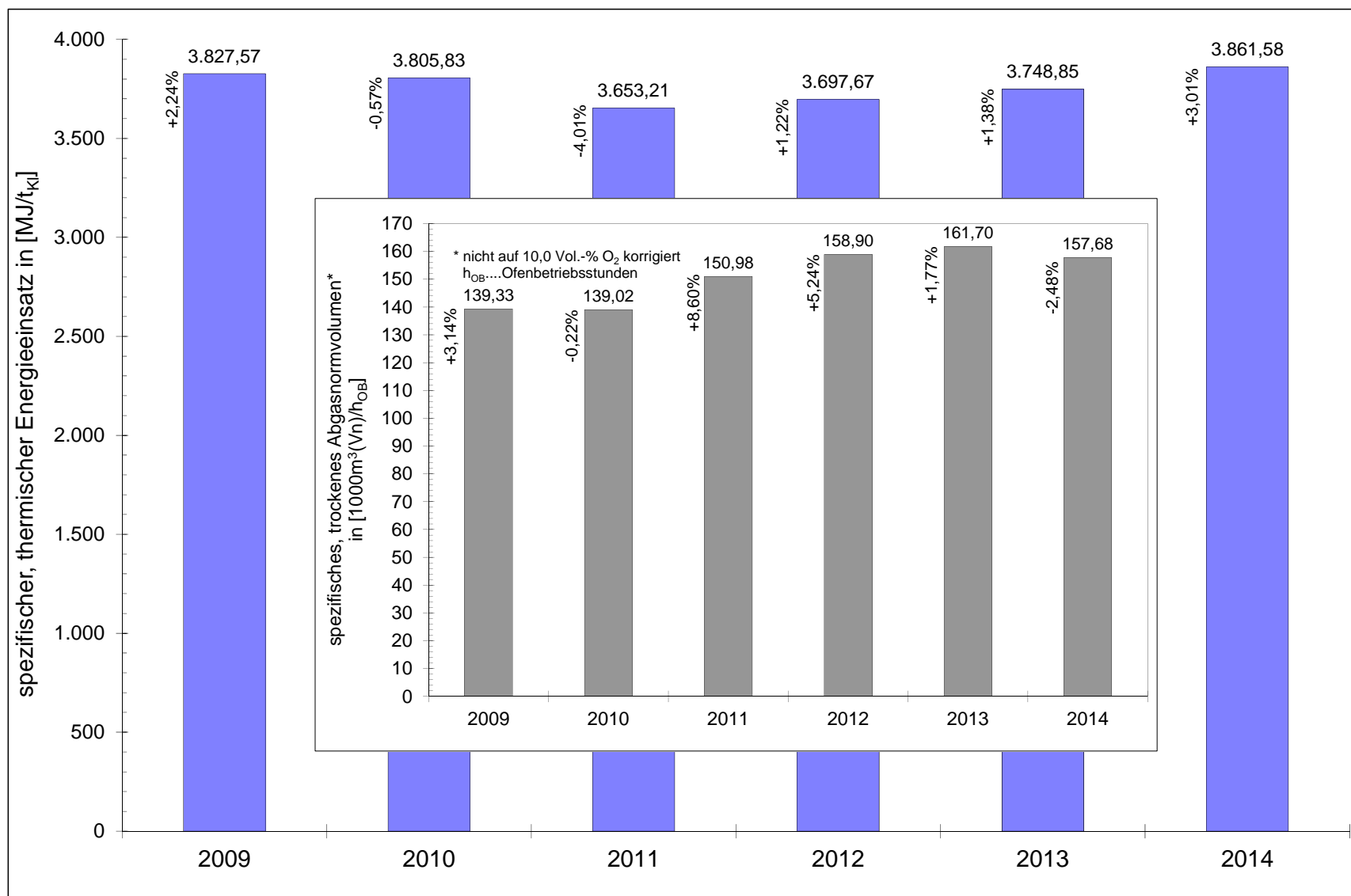


Abbildung 3-12: Entwicklung des spezifischen Energieeinsatzes (exklusive elektrischer Energieeinsatz) und Darstellung des spezifischen, trockenen Gesamtgasnormvolumens (nicht auf 10,0 Vol.-% O₂ bezogen) in österreichischen Zementwerken mit eigener Klinkerherzeugung jeweils für den Zeitraum 2009 bis 2014

3.4 Rohstoff- und Zumahlstoffstatistik

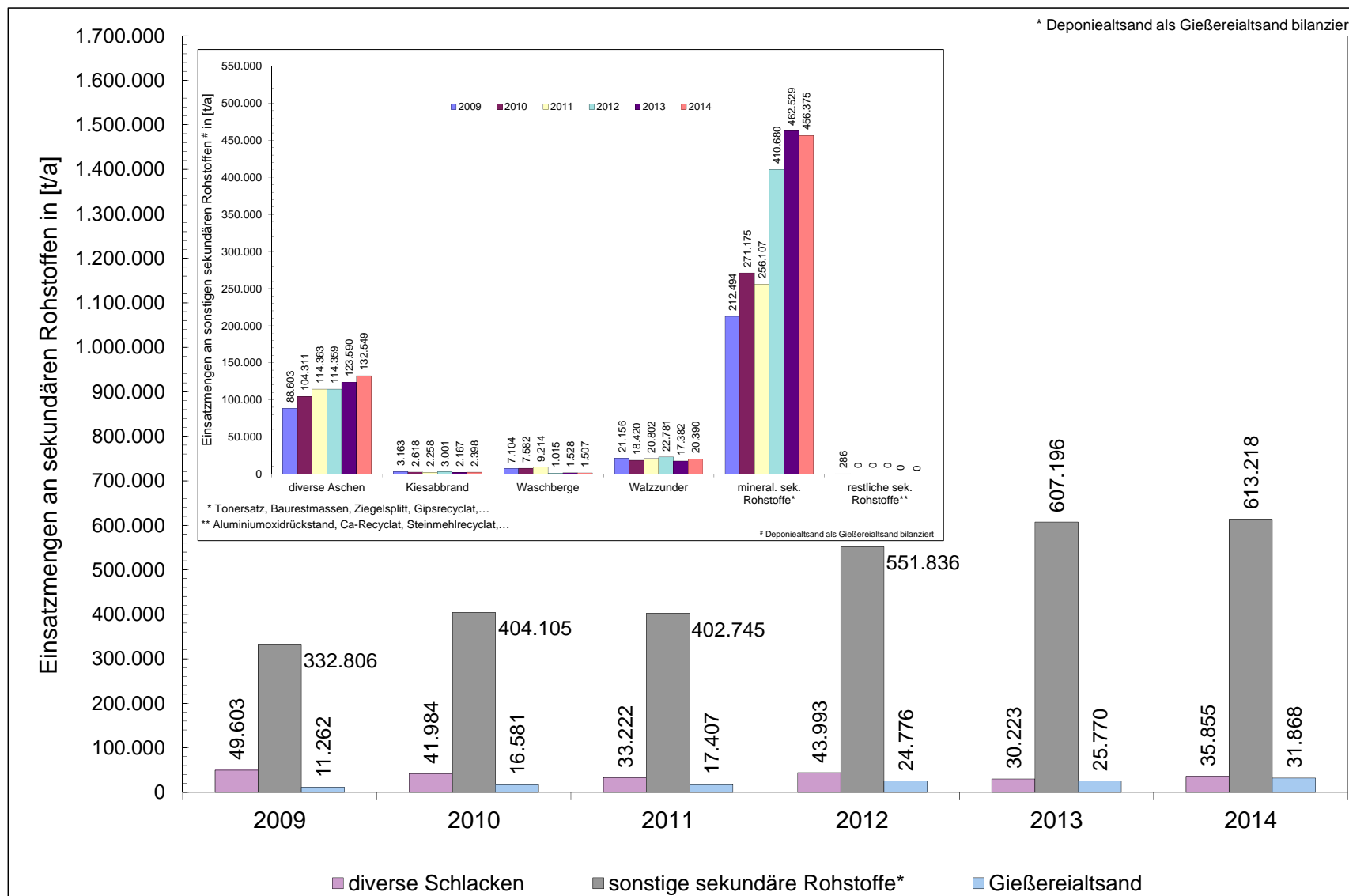


Abbildung 3-13: Einsatzmengen sekundärer Rohstoffe in Anlagen der österreichischen Zementindustrie (ohne Mahlwerke) im Zeitraum von 2009 bis 2014

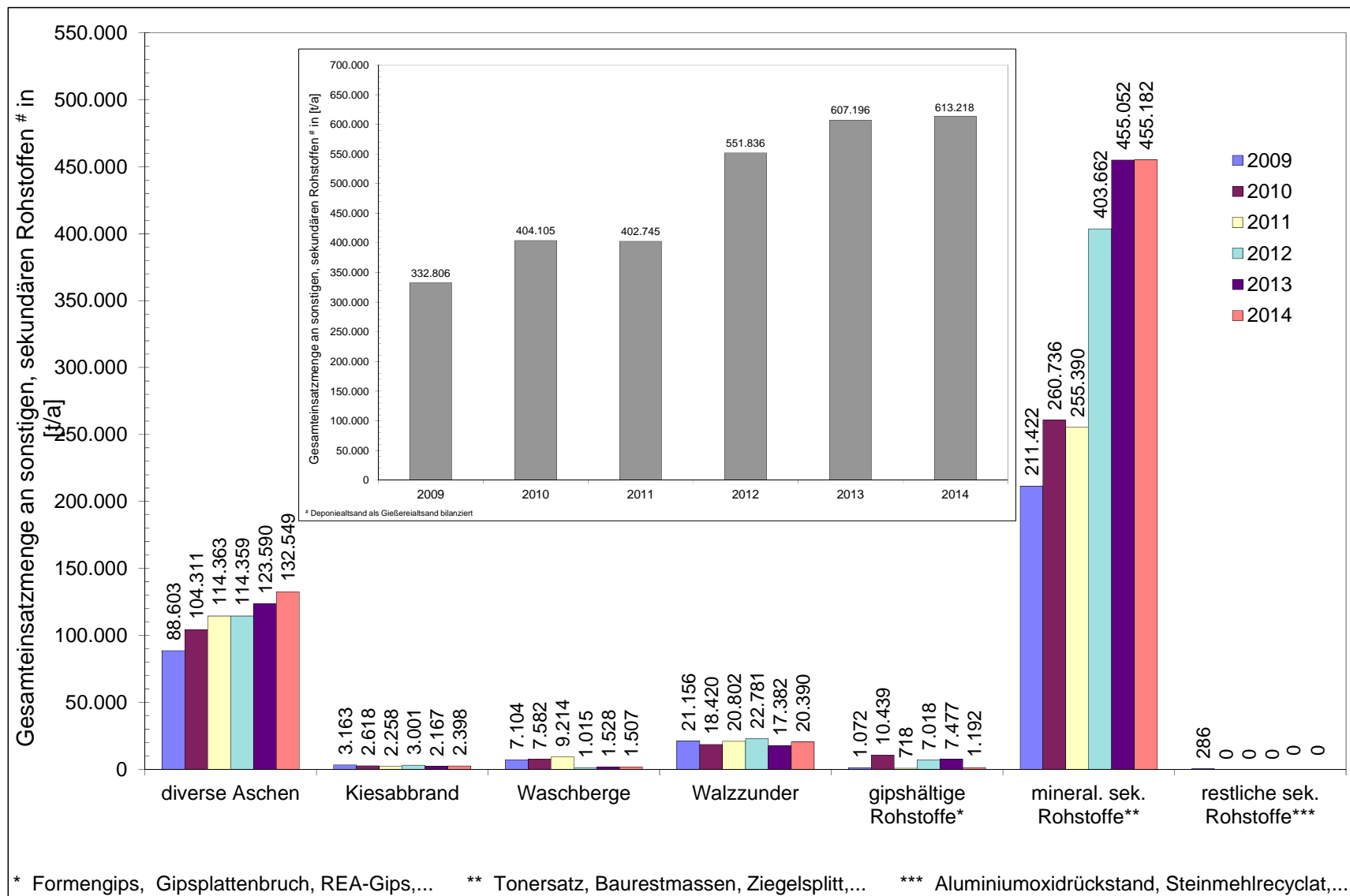


Abbildung 3-14: Spezifizierung der im Zeitraum von 2009 bis 2014 in Anlagen der österreichischen Zementindustrie (ohne Mahlwerke) verwendeten sonstigen sekundären Rohstoffmassenströme

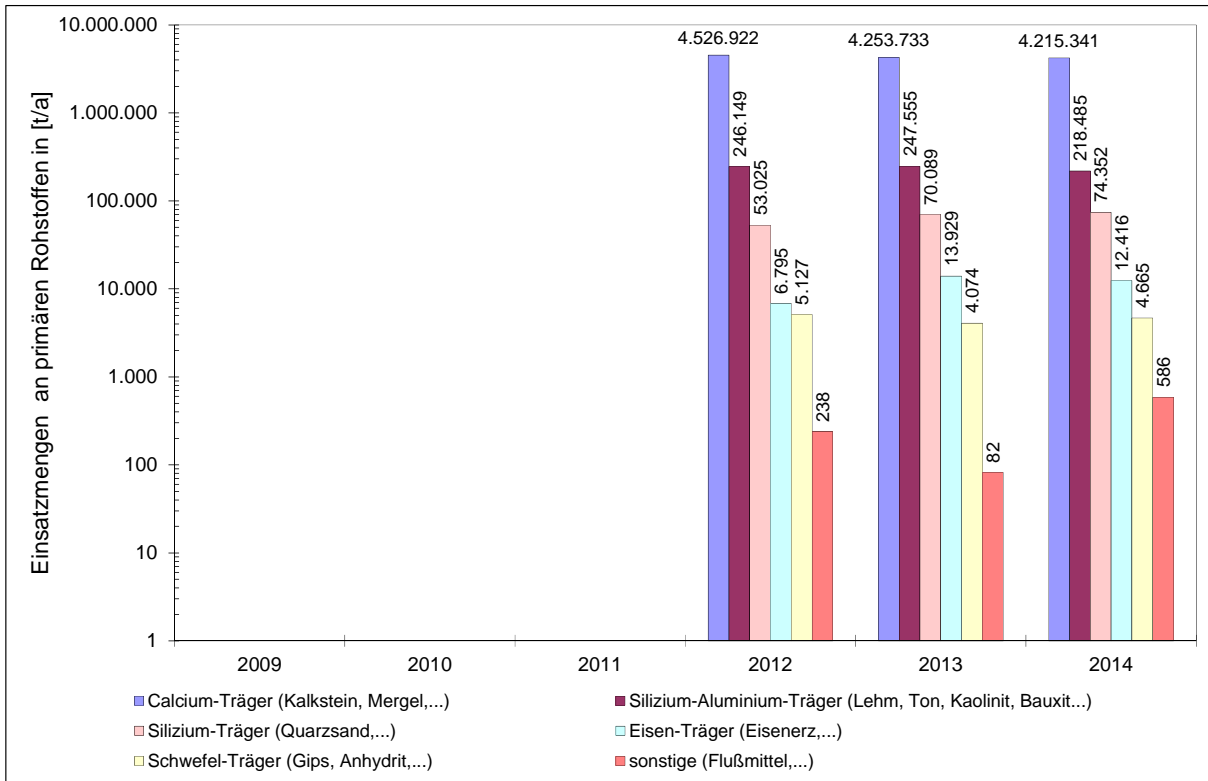


Abbildung 3-15: Einsatzmengen primärer Rohstoffe in Anlagen der österreichischen Zementindustrie in den Bilanzjahren 2012 2013 und 2014 (ohne Mahlwerke, seit 2012 erhoben)

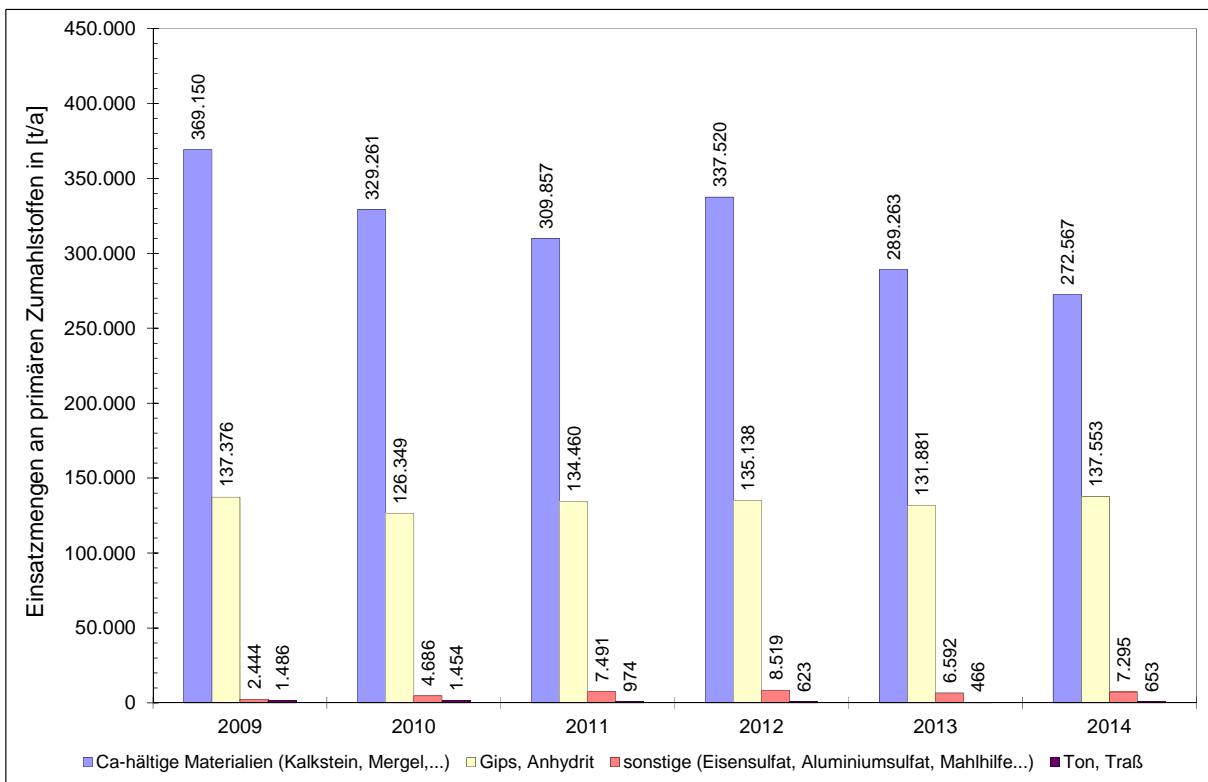


Abbildung 3-16: Einsatzmengen primärer Zusatzstoffe in Anlagen der österreichischen Zementindustrie von 2009 bis 2014 (ohne Mahlwerke)

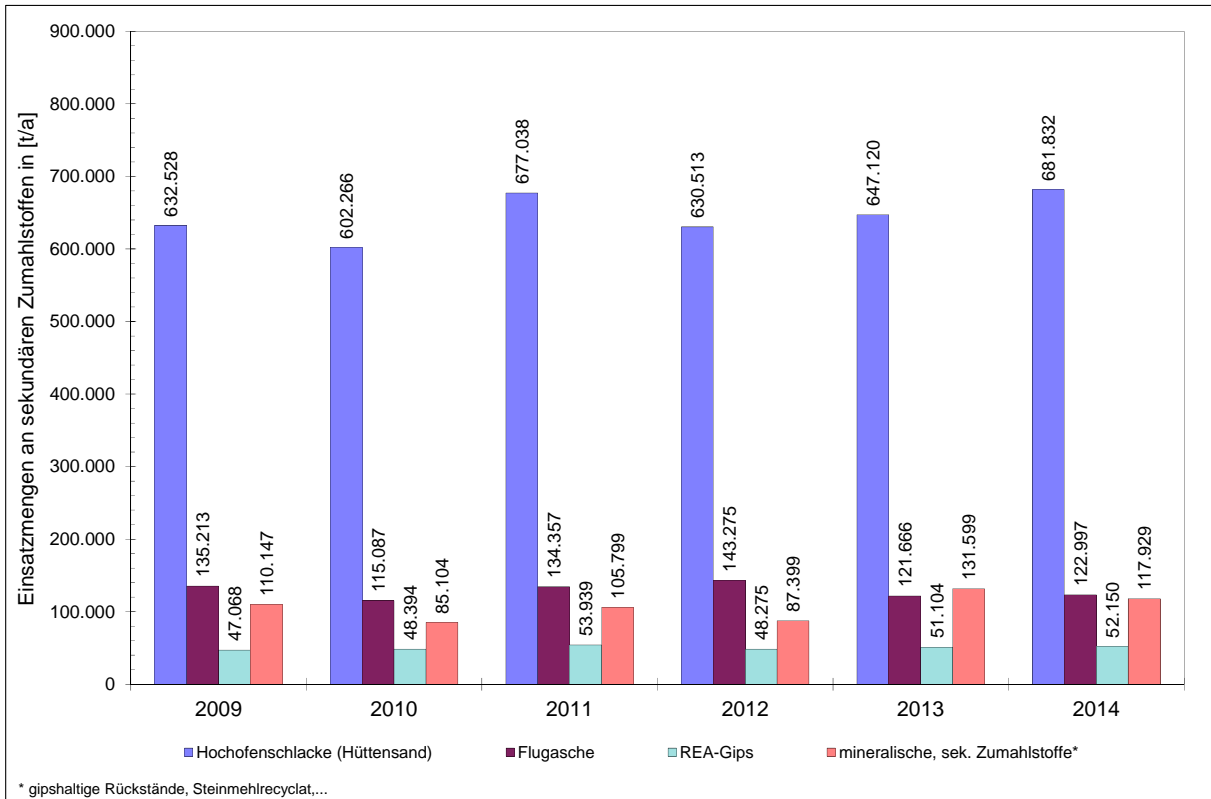


Abbildung 3-17: Einsatzmengen sek. Zusatzstoffe in der österreichischen Zementindustrie (2009 - 2014, ohne Mahlwerke)

3.5 Emissionsstatistik

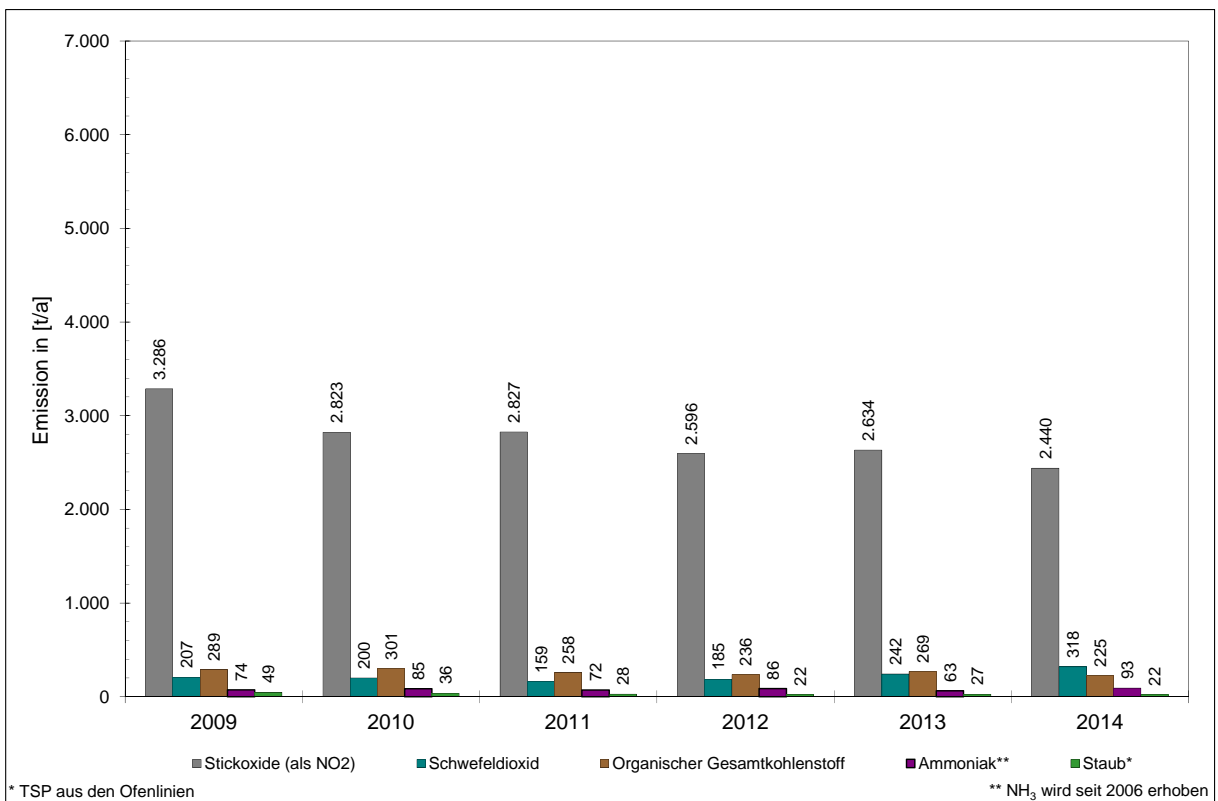


Abbildung 3-18: jährliche Emissionen an Stickstoffoxiden (als NO₂), an Schwefeldioxid, an organischem Gesamtkohlenstoff, an Ammoniak und an Staub (TSP aus Ofenlinien) aus Anlagen der österreichischen Zementindustrie (ohne Mahlwerke) im Zeitraum von 2009 bis 2014

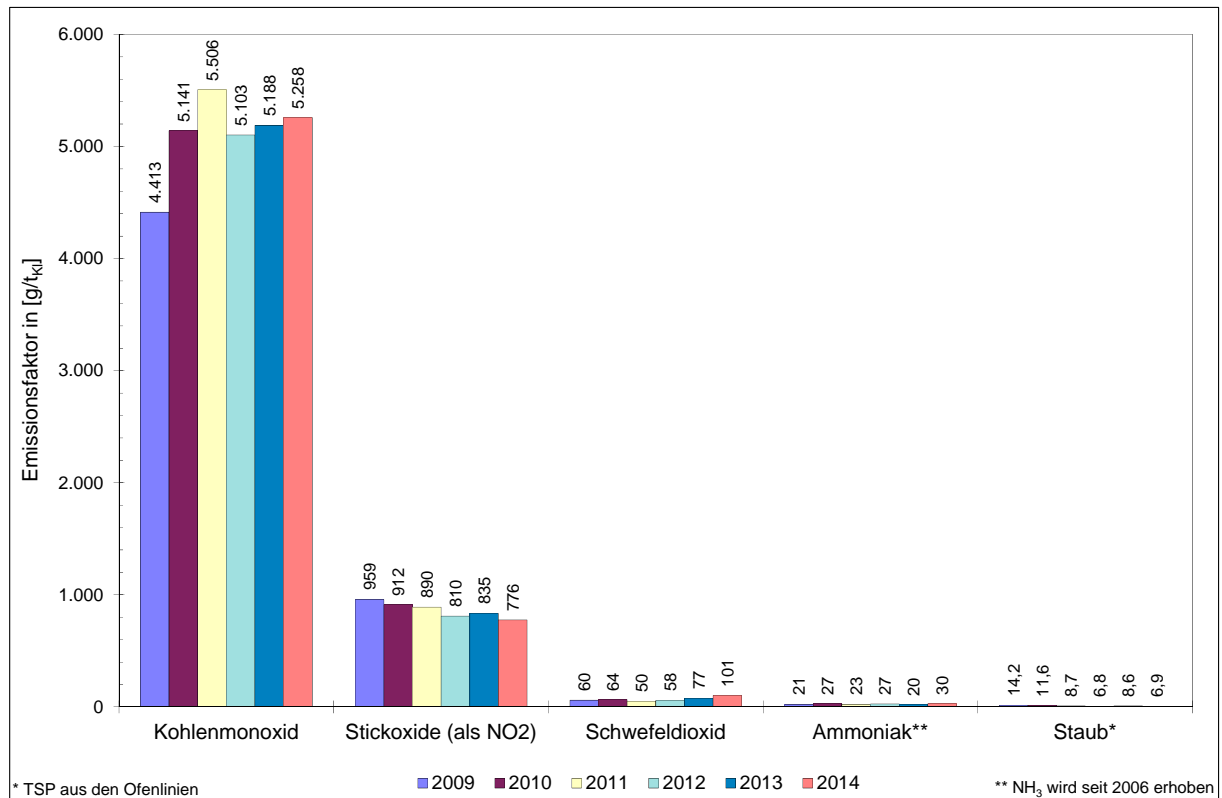


Abbildung 3-19: zeitlicher Verlauf der jährlichen, spezifischen Emissionsmassenströme (Emissionsfaktoren) für Kohlenmonoxid, für Stickstoffoxide (als NO₂), für Schwefeldioxid, für Ammoniak und für Staub (TSP aus Ofenlinien), jeweils bezogen auf 1 t Klinker (2009 - 2014, ohne Mahlwerke)

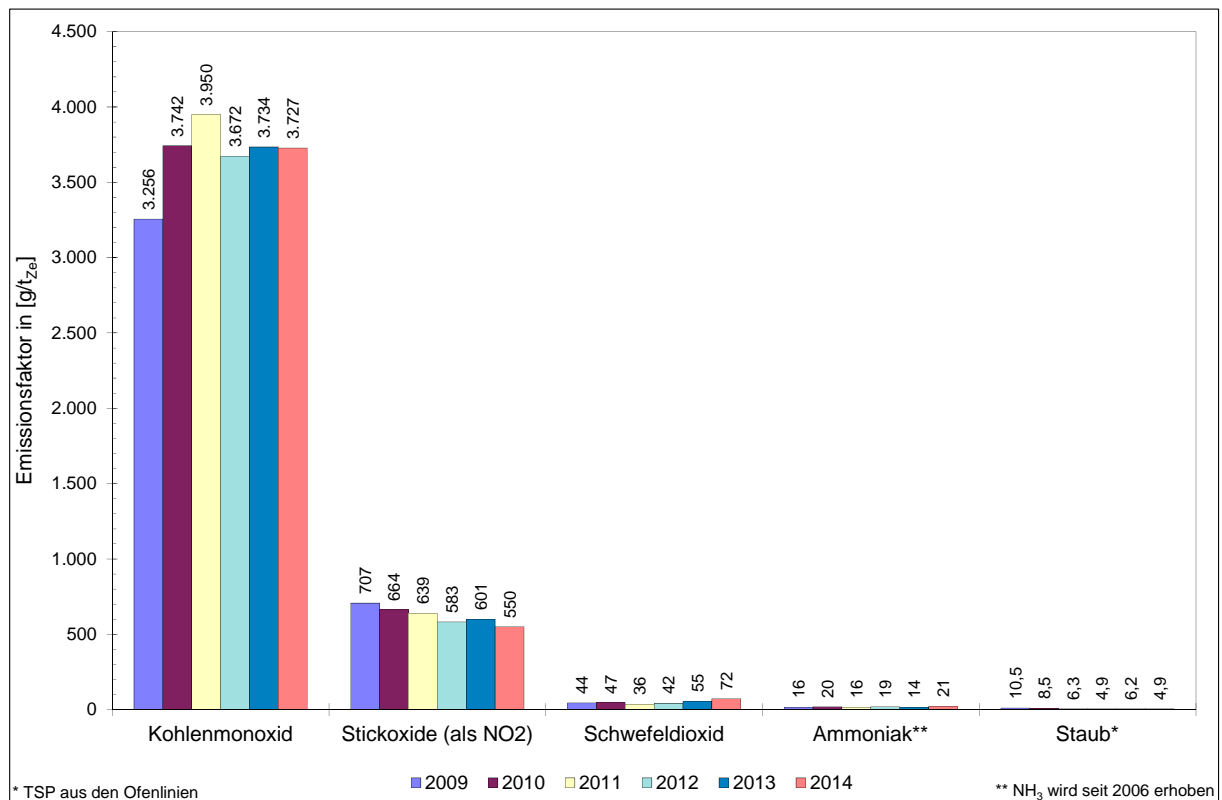


Abbildung 3-20: zeitlicher Verlauf der jährlichen, spezifischen Emissionsmassenströme (Emissionsfaktoren) für Kohlenmonoxid, für Stickstoffoxide (als NO₂), für Schwefeldioxid, für Ammoniak und für Staub (TSP aus Ofenlinien), jeweils bezogen auf 1 t Zement (2009 - 2014, ohne Mahlwerke)

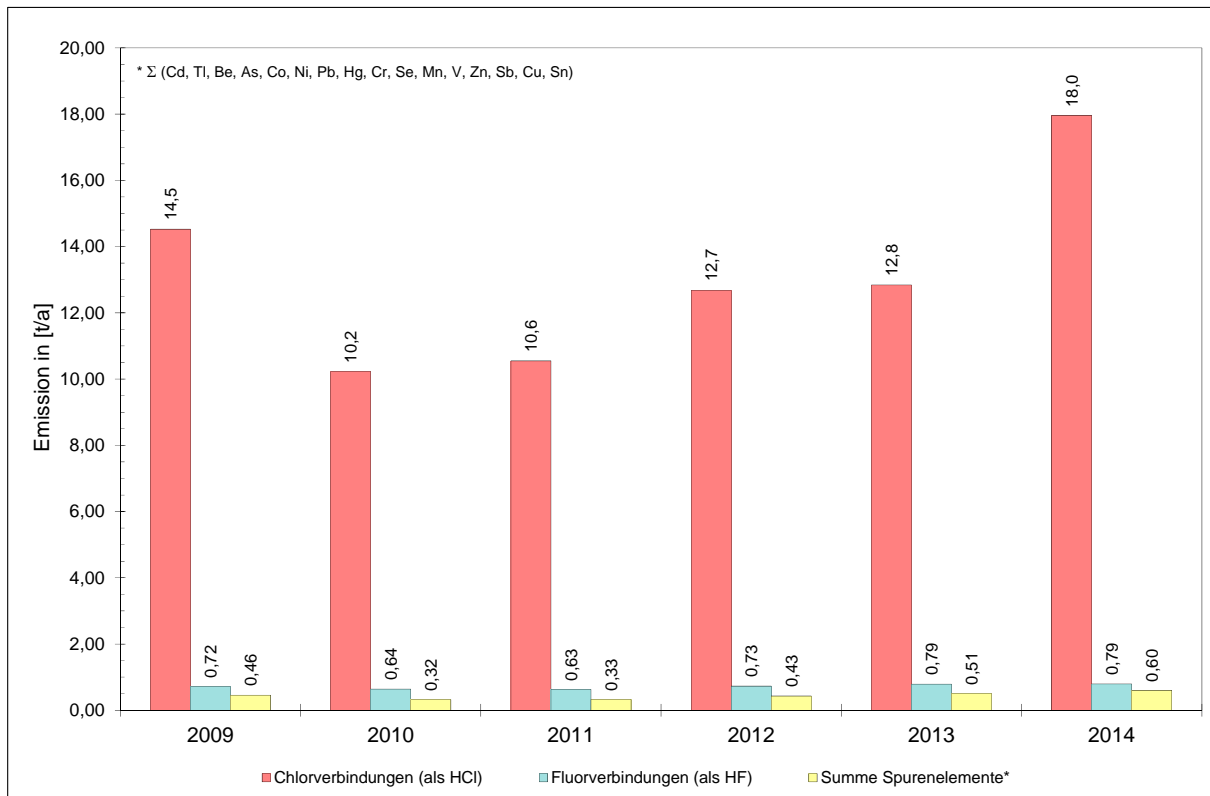


Abbildung 3-21: zeitliche Entwicklung der jährlichen Emissionen an chlor- und fluorhaltigen Verbindungen (ausgewiesen als HCl bzw. HF) sowie der jährlichen Gesamtemissionen an Spurenelementen jeweils für den Zeitraum 2009 bis 2014 (ohne Mahlwerke)

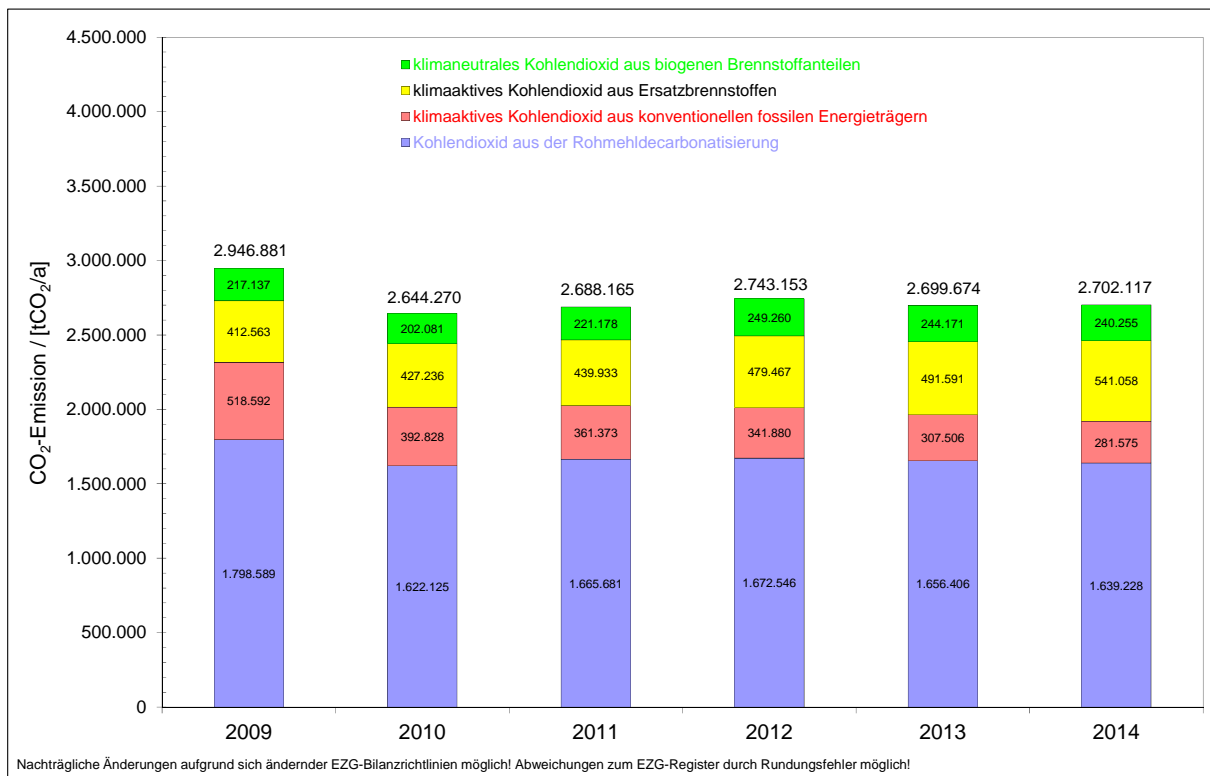


Abbildung 3-22: zeitliche Entwicklung der jährlichen Emissionen an Kohlendioxid aus Anlagen der österreichischen Zementindustrie (exklusive Mahlwerke) im Beobachtungszeitraum 2009 bis 2014 (nach EZG)

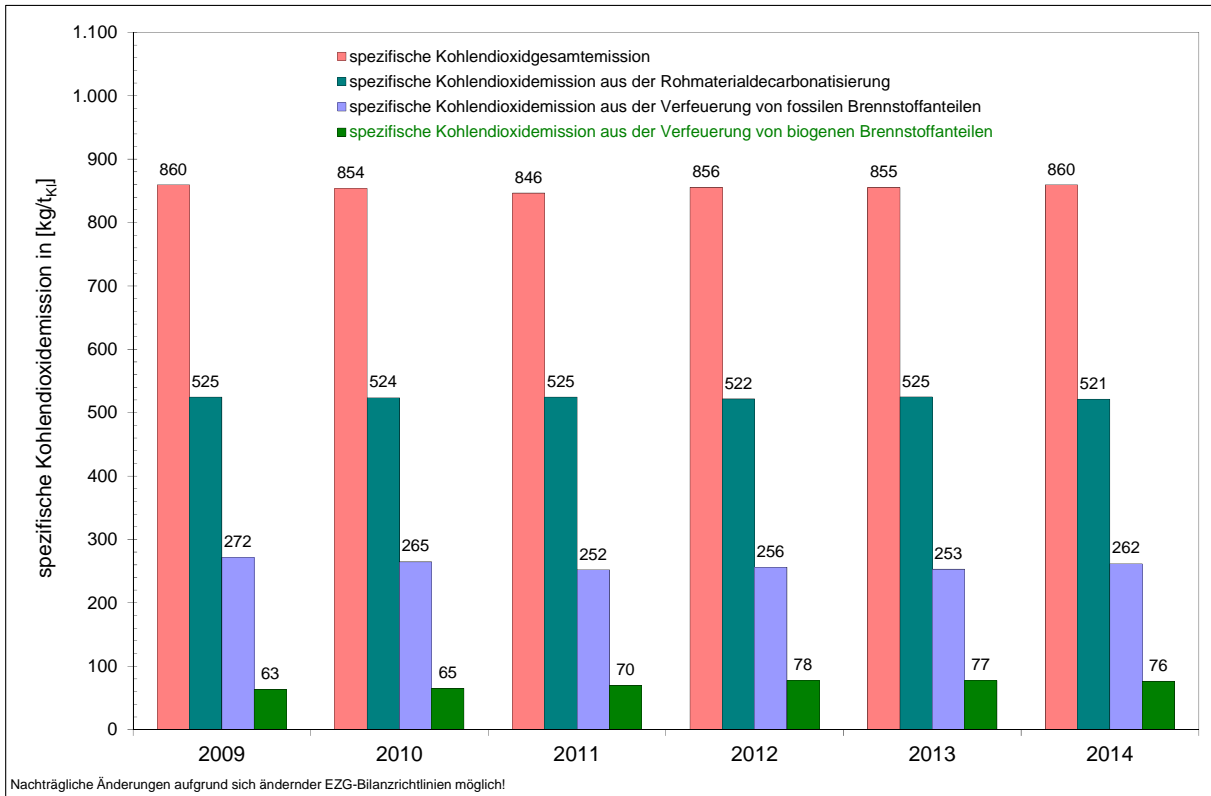


Abbildung 3-23: auf die Tonne Klinker bezogene, spezifische CO₂-Emissionen (mit biogenen CO₂-Emissionen) aus Anlagen der österreichischen Zementindustrie im Beobachtungszeitraum 2009 bis 2014 (nach EZG)

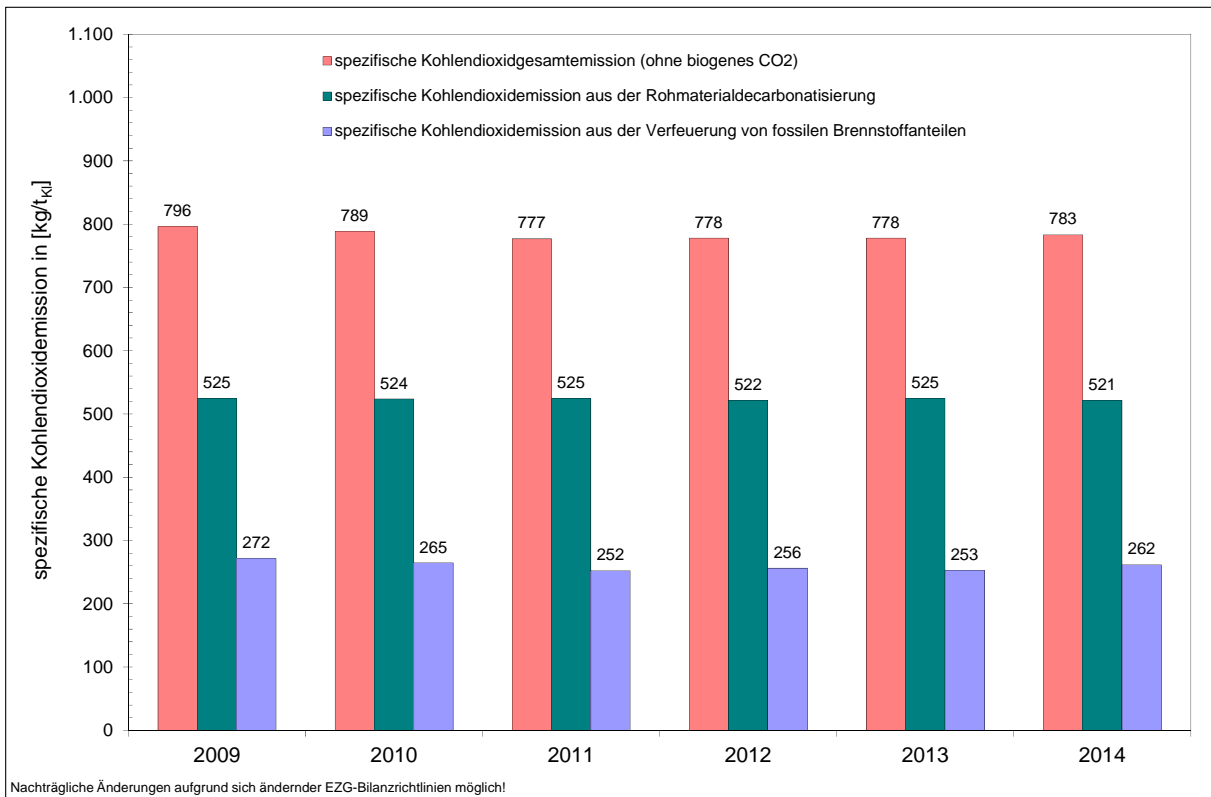


Abbildung 3-24: auf die Tonne Klinker bezogene, spezifische CO₂-Emissionen (ohne biogene CO₂-Emissionen) aus Anlagen der österreichischen Zementindustrie im Beobachtungszeitraum 2009 bis 2014 (nach EZG)

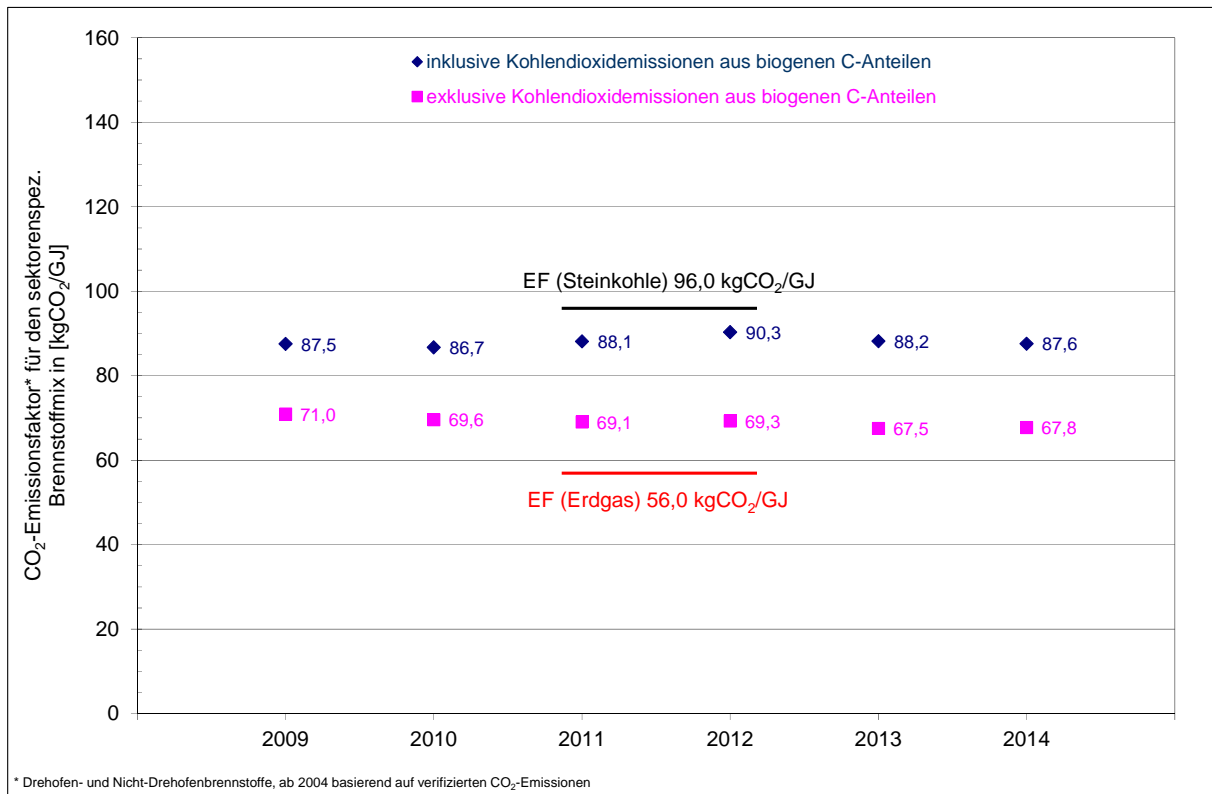


Abbildung 3-25: auf GJ Brennstoffwärmemenge bezogene, relative CO₂-Emissionen (Emissionsfaktor EF) aus Anlagen der österreichischen Zementindustrie im Beobachtungszeitraum 2009 bis 2014 (nach EZG)

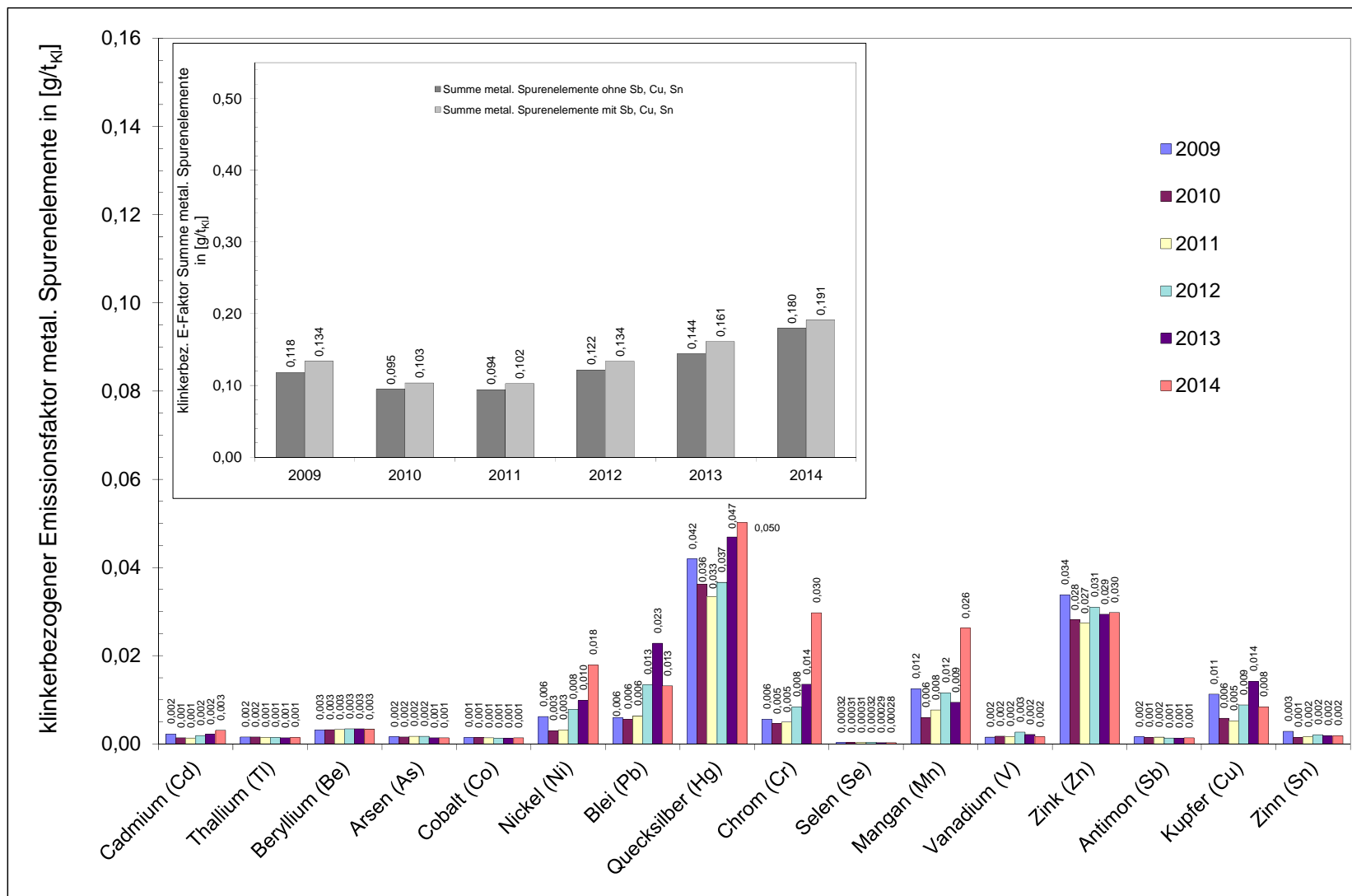


Abbildung 3-26: Klinkerbezogene Emissionsfaktoren diverser metallischer Spurenelemente aus Anlagen der österreichischen Zementindustrie (ohne Mahlwerke) für den Zeitraum von 2009 bis 2014

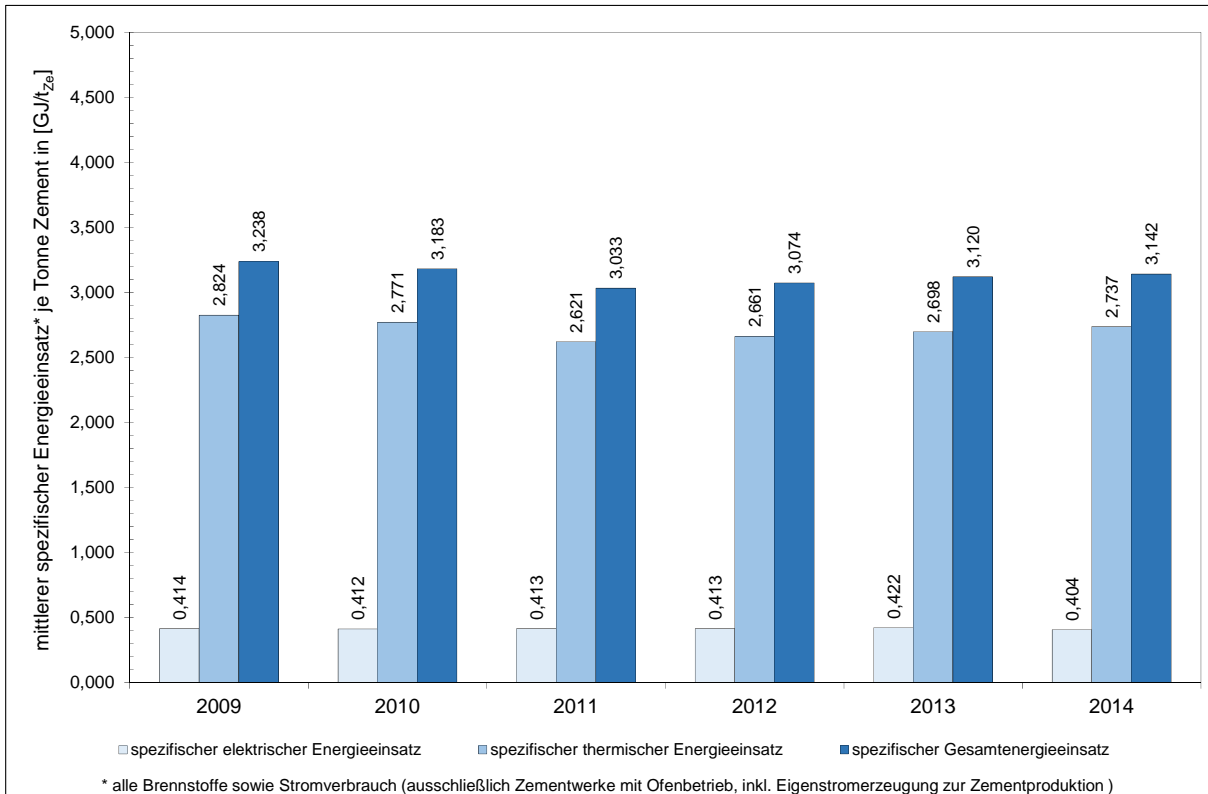


Abbildung 3-27: mittlerer spezifischer Energieeinsatz je Tonne Zement in Anlagen der österreichischen Zementindustrie (ohne Mahlwerke) im Vergleichszeitraum 2009 bis 2014

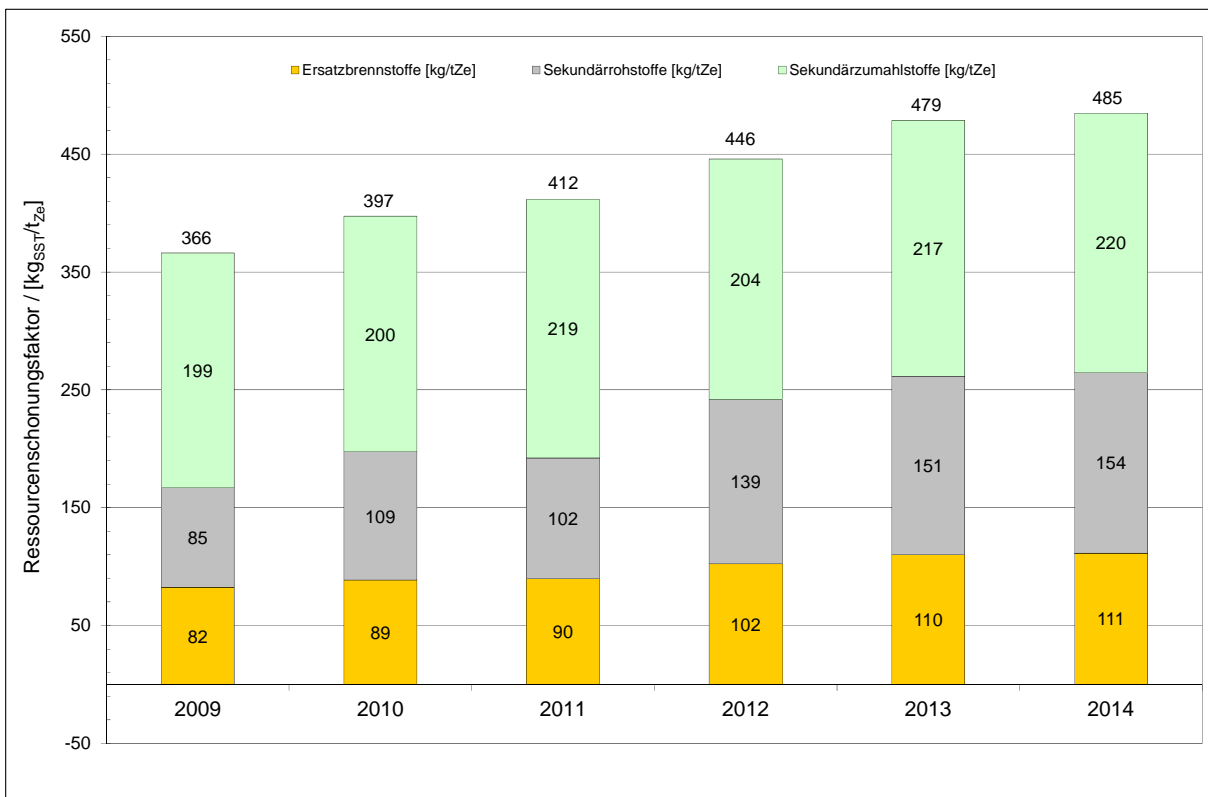


Abbildung 3-28: Ressourcenschonungsfaktor für Anlagen der österreichischen Zementindustrie im Vergleichszeitraum 2009 bis 2014

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

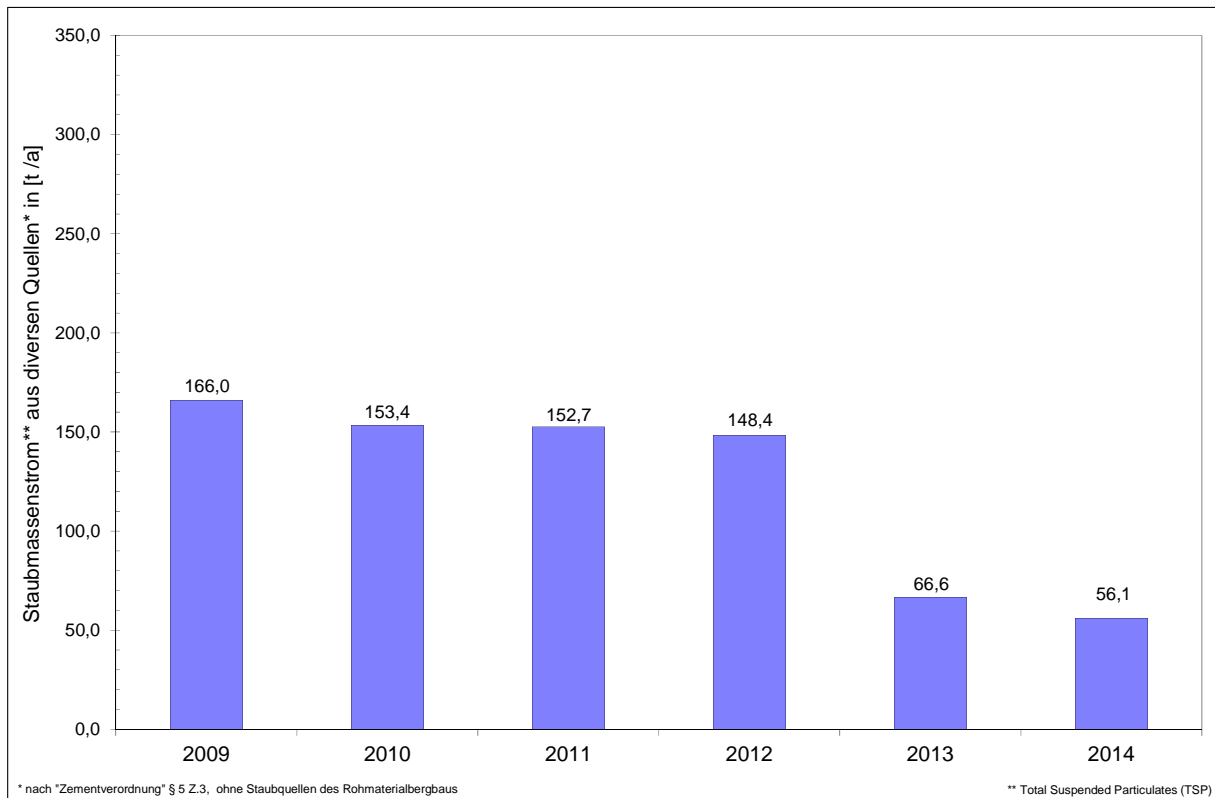


Abbildung 3-29: Staubmassenstrom (TSP) aus "sonstigen definierten Quellen" nach "Zementverordnung" § 5 Z.3 für Anlagen der österreichischen Zementindustrie (exklusive Mahlwerke) im Beobachtungszeitraum 2009 bis 2014

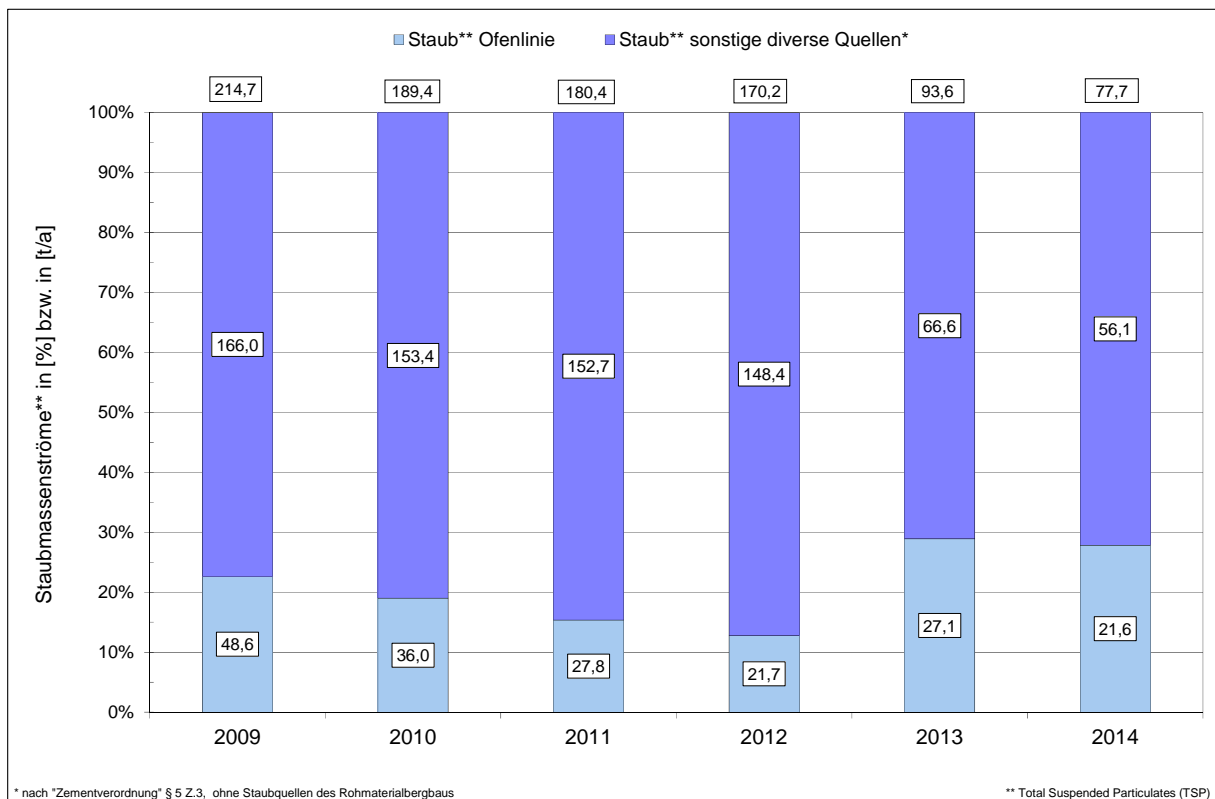


Abbildung 3-30: staubförmige Emissionen unter Berücksichtigung von Staubemissionen aus "sonstigen definierten Quellen" nach "Zementverordnung" § 5 Z.3 für Anlagen der österreichischen Zementindustrie (exklusive Mahlwerke) im Beobachtungszeitraum 2009 bis 2014

4 Kurzkomentar zu den Ergebnissen

4.1 Anlage- und Produktionsdaten

Kennzahl	2013		2014	
		[%]		[%]
Installierte Klinkerkapazität [t/a]	5.086.900	100,00	5.298.900	4,17
Rohmehleinsatz [t/a]	4.858.175	100,00	4.842.710	-0,32
Klinkerproduktion [t/a]	3.156.286	100,00	3.143.495	-0,41
Zementproduktion [t/a]	4.384.876	100,00	4.434.531	1,13
Ofenbetriebsstunden* [h _{OB} /a]	53.857,5		54.888,0	
* alle Drehrohrofenbetriebszustände		100,00		1,91
Rohmehlfaktor [t _{Rm} /t _{Kl}]	1,539		1,541	
		100,00		0,09
Klinkerfaktor* [t _{Kl} /t _{Ze}]	0,702		0,698	
*= Klinkerverbrauch/Zementproduktion		100,00		-0,56
spezifischer thermischer Energieeinsatz [GJ/t _{Kl}]	3,749		3,862	
		100,00		3,01
spezifischer elektrischer Energieeinsatz [kWh/t _{Ze}]	117,120		112,283	
		100,00		-4,13
Klinkerbrandfaktor [t _{Kl} /h _{OB}]	58,604		57,271	
		100,00		-2,28
Abgasfaktor* [m ³ (Vn)/h _{OB}]	161,701		157,684	
* nicht auf 10 Vol.-% O ₂ bezogen		100,00		-2,48
spez. Abgasmenge* [m ³ (Vn)/t _{Kl}]	2,759		2,753	
* nicht auf 10 Vol.-% O ₂ bezogen		100,00		-0,21
Anteil Ersatzbrennstoffe am therm. Gesamtenergieeinsatz [%]	72,36		75,45	
		100,00		4,27
Ressourcenschonungsfaktor* [kg/t _{Ze}]	478,5		484,7	
* Ersatzstoffmenge bei der Produktion 1 t Zement		100,00		1,29

Tabelle 4-1: Produktionsdaten für Anlagen der österreichischen Zementindustrie im Jahresvergleich 2014 mit 2013

Die installierte Klinkerkapazität in Anlagen der österreichischen Zementindustrie hat sich 2014 gegenüber 2013 um ca. 4,2 % auf ca. 5,2989 Millionen Jahrestonnen erhöht (Tabelle 4-1).

Die Klinkerproduktion verminderte sich im Jahresvergleich 2014 mit 2013 von ca. 3,16 auf ca. 3,14 Millionen Jahrestonnen; dies entspricht einem Rückgang um ca. 0,4 %.

Im Vergleichszeitraum erhöhte sich die Zementproduktionsmenge von ca. 4,38 Millionen Jahrestonnen um ca. 1,1 % auf ca. 4,43 Millionen Jahrestonnen.

Der Klinkerfaktor sank um ca. 0,6 % von 0,702 auf 0,698 t_{Kl}/t_{Ze}.

Die Anzahl an Ofenbetriebsstunden erhöhte sich um ca. 1,9 % auf 54.888 Stunden.

Der Klinkerbrandfaktor verschlechterte sich von ca. 58,6 t_{Kl}/h_{OB} um ca. 2,3 % auf ca. 57,3 t_{Kl}/h_{OB}.

Für die Produktion einer Tonne Klinker wurde im Jahr 2014 mit ca. 3,86 GJ um ca. 3 % mehr thermische Energie (Brennstoffwärmeverbrauch) eingesetzt als im Jahr zuvor.

Für die Produktion einer Tonne Zement wurde im Jahr 2014 mit ca. 112,3 kWh um ca. 4,1 % weniger elektrische Energie (Strombedarf) eingesetzt als im Jahr zuvor.

Die spezifische Abgasmenge verringerte sich im Jahresvergleich geringfügig um ca. 0,2 % auf 2.753 m³(Vn) je Tonne produzierten Klinker.

Der Anteil an Brennstoffwärmemenge erzeugt aus Ersatzbrennstoffen am Gesamtwärmebedarf, erhöhte sich von ca. 72,4 % im Jahr 2013 auf ca. 75,5 % im Jahr 2014. Dies entspricht einem Anstieg um ca. 4,3 %.

Im Jahresvergleich 2014 mit 2013 erhöhte sich die Menge an Ersatzstoffen (i.e. Ersatzbrennstoffe, Sekundärrohstoffe, Sekundärzumahlstoffe), die für die Produktion einer Tonne Zement verwendet wurde (Ressourcenschonungsfaktor), von ca. 479 kg/t_{ze} um ca. 1,3 % auf ca. 485 kg/t_{ze}.

4.2 Emissionen

4.2.1 Schadstoffe

Emissionsfaktor	2013		2014	
	[g/t _{kl}]	[%]	[g/t _{kl}]	[%]
Staub (TSP aus den Ofenlinien)	8,58		6,88	
		100,00		-19,77
Stickstoffoxide (als NO ₂)	834,50		776,31	
		100,00		-6,97
Schwefeldioxid (SO ₂)	76,72		101,28	
		100,00		32,01
Summe Spurenelemente	0,161333		0,191299	
		100,00		18,57
chlorhaltige Verbindungen (als HCl)	4,068		5,712	
		100,00		40,40
fluorhaltige Verbindungen (als HF)	0,250		0,252	
		100,00		0,64
org. Gesamtkohlenstoff (TOC)	85,185		71,577	
		100,00		-15,98
Kohlenmonoxid (CO)	5.187,8		5.258,1	
		100,00		1,35
Kohlendioxid (CO ₂) (inklusive klimaneutrales CO ₂)	855.333		859.590	
		100,00		0,50

Tabelle 4-2: Emissionsänderungen bei ausgewählten Schadstoffen aus Anlagen der österreichischen Zementindustrie im Bilanzjahr 2014 bezogen auf 2013

Im Jahresvergleich 2014 mit 2013 sanken die klinkerbezogenen spezifischen Emissionsfaktoren [g/t_{kl}] für ofengängigen Staub, organischen Gesamtkohlenstoff und Stickstoffoxide. Hingegen verzeichneten die klinkerbezogenen spezifischen Emissionsfaktoren [g/t_{kl}] für chlorhaltige Verbindungen, Schwefeldioxid, Summe metallische Spurenelemente, Kohlenmonoxid, fluorhaltige Verbindungen und Kohlendioxid Steigerungen. (Tabelle 4-2).

4.2.2 Metallische Spurenelemente

Es konnten im Jahresvergleich 2014 mit 2013 bei elf metallischen Spurenelementen (Mn, Cr, Ni, Cd, Hg, Co, Sb, Tl, Zn, As, und Sn) Steigerungen bei den klinkerbezogenen Emissionsfaktoren [g/t_{kl}] verzeichnet werden. Bei fünf metallischen Spurenelementen (Pb, Cu, V, Be und Se) zeigten sich niedrigere Werte (Tabelle 4-3).

Insgesamt erhöhte sich der klinkerbezogene Emissionsfaktor [g/t_{kl}] für Summe metallische Spurenelemente (Cd, Tl, Be, As, Co, Ni, Pb, Hg, Cr, Se, Mn, V, Zn, Sb, Cu, Sn) um ca. 18,6 % auf ca. 0,1913 g/t_{kl} (Tabelle 4-3).

Spurenelement	2012 Emissionsfaktor [g/t _{KI}]	2013 Emissionsfaktor [g/t _{KI}]	2014 Emissionsfaktor [g/t _{KI}]	2014/2013 Änderung [%]	2014/2012 Änderung [%]
Cadmium (Cd)	0,001881	0,002153	0,003082	43,14	63,84
Thallium (Tl)	0,001449	0,001407	0,001461	3,80	0,77
Beryllium (Be)	0,003394	0,003413	0,003304	-3,20	-2,67
Arsen (As)	0,001736	0,001397	0,001416	1,35	-18,47
Cobalt (Co)	0,001323	0,001302	0,001370	5,24	3,60
Nickel (Ni)	0,007832	0,009841	0,017925	82,14	128,88
Blei (Pb)	0,013390	0,022840	0,013177	-42,31	-1,58
Quecksilber (Hg)	0,036640	0,046945	0,050226	6,99	37,08
Chrom (Cr)	0,008344	0,013526	0,029708	119,63	256,04
Selen (Se)	0,000317	0,000286	0,000283	-0,94	-10,76
Mangan (Mn)	0,011562	0,009425	0,026260	178,61	127,12
Vanadium (V)	0,002704	0,002124	0,001625	-23,51	-39,91
Zink (Zn)	0,031006	0,029392	0,029809	1,42	-3,86
Antimon (Sb)	0,001354	0,001302	0,001370	5,24	1,21
Kupfer (Cu)	0,008854	0,014145	0,008448	-40,28	-4,59
Zinn (Sn)	0,002074	0,001835	0,001836	0,06	-11,47
<i>Summe o.g. Spurenelemente</i>	<i>0,133860</i>	<i>0,161333</i>	<i>0,191299</i>	<i>18,57</i>	<i>42,91</i>
Σ (Sb, As, Pb, Cr, Co, Cu, Mn, Ni, V, Sn)	0,059173	0,077738	0,103135	32,67	74,29
Σ (Cd, Tl)	0,003330	0,003560	0,004542	27,59	36,39

Tabelle 4-3: Emissionsfaktoren für metallische Spurenelemente und ihre prozentuelle Änderung in 2014 bezogen auf 2013

4.2.3 Emissionskonzentrationen ausgewählter Schadstoffe

Im Jahresvergleich 2014 mit 2013 verbesserten sich die auf 10,0 Vol.-% O₂ bezogenen - als Jahresmittelwerte ausgewiesenen - Emissionskonzentrationen für ofengängigen Staub, organischen Gesamtkohlenstoff und Stickstoffoxide. Die SO₂-Emissionskonzentration erhöhte sich lagerstättenbedingt. Die Emissionskonzentrationswerte für unterschiedliche Summen metallischer Spurenelemente verschlechterten sich (Tabelle 4-4).

Emissionskonzentration (Jahresmittelwert, 10,0 Vol.-% O ₂)	2013		2014	
	[mg/m ³ (Vn)tr.]	[%]	[mg/m ³ (Vn)tr.]	[%]
Staub (TSP aus den Ofenlinien)	3,58	100,00	2,88	-19,59
Stickstoffoxide (als NO ₂)	348,0	100,00	324,5	-6,75
Schwefeldioxid (SO ₂)	32,0	100,00	42,3	32,32
org. Gesamtkohlenstoff (TOC)	35,5	100,00	29,9	-15,78
Σ (Cd, Tl, Be, As, Co, Ni, Pb, Hg, Cr, Se, Mn, V, Zn, Sb, Cu, Sn)	0,067272	100,00	0,079954	18,85
Σ (Sb, As, Pb, Cr, Co, Cu, Mn, Ni, V, Sn)	0,032415	100,00	0,043106	32,98
Σ (Cd, Tl)	0,001484	100,00	0,001898	27,89

Tabelle 4-4: Emissionskonzentrationen ausgewählter Luftschadstoffe aus Anlagen der österreichischen Zementindustrie und ihre prozentuelle Änderung in 2014 bezogen auf 2013 (Jahresmittelwerte, 10,0 Vol.-% O₂)

5 Tabellenverzeichnis

1.)	Tabelle 2-1: erfaßte Schadstoffe	3
2.)	Tabelle 3-1: Gesamtübersichtstabelle - Emissionen und Produktionsmittel der österreichischen Zementindustrie (ohne Mahlwerke) im Vergleichszeitraum 2009 bis 2014	6
3.)	Tabelle 4-1: Produktionsdaten für Anlagen der österreichischen Zementindustrie im Jahresvergleich 2014 mit 2013	25
4.)	Tabelle 4-2: Emissionsänderungen bei ausgewählten Schadstoffen aus Anlagen der österreichischen Zementindustrie im Bilanzjahr 2014 bezogen auf 2013	26
5.)	Tabelle 4-3: Emissionsfaktoren für metallische Spurenelemente und ihre prozentuelle Änderung in 2014 bezogen auf 2013	27
6.)	Tabelle 4-4: Emissionskonzentrationen ausgewählter Luftschadstoffe aus Anlagen der österreichischen Zementindustrie und ihre prozentuelle Änderung in 2014 bezogen auf 2013 (Jahresmittelwerte, 10,0 Vol.-% O ₂)	27

6 Abbildungsverzeichnis

1.)	Abbildung 2-1: Anlagenspiegel der österreichischen Zementwerke mit Ofenbetrieb (Stichtag: 31.12.2014)	4
2.)	Abbildung 3-1: Rohmehleinsatzmenge, Klinkerproduktionsmenge und Zementproduktionsmenge der österreichischen Zementindustrie im Beobachtungszeitraum 2009 bis 2014 (ohne Mahlwerke)	7
3.)	Abbildung 3-2: Klinkerfaktor und Rohmehlfaktor im Beobachtungszeitraum 2009 bis 2014	7
4.)	Abbildung 3-3: Entwicklung des Klinkerbrandfaktors / $[t_{kl}/h_{OB}]$ in den Anlagen der österreichischen Zementindustrie im Beobachtungszeitraum 2009 bis 2014	8
5.)	Abbildung 3-4: Einsatzmengen konventioneller Brennstoffe in der österreichischen Zementindustrie im Beobachtungszeitraum 2009 bis 2014	8
6.)	Abbildung 3-5: Einsatzmengen von Ersatzbrennstoffen (EBS) in Anlagen der österreichischen Zementindustrie im Beobachtungszeitraum 2009 bis 2014	9
7.)	Abbildung 3-6: Entwicklung des thermischen und elektrischen Energieeinsatzes in österreichischen Zementwerken mit eigener Klinkererzeugung im Beobachtungszeitraum 2009 bis 2014	9
8.)	Abbildung 3-7: Ersatzbrennstoffenergieanteil am thermischen Energieeinsatz (Substitutionsgrad) in Anlagen der österreichischen Zementindustrie für den Beobachtungszeitraum 2009 bis 2014	10
9.)	Abbildung 3-8: Brennstoffwärmemengen aus der Verfeuerung von Ersatzbrennstoffen im Beobachtungszeitraum 1988 bis 2014	10
10.)	Abbildung 3-9: auf die Tonne Zement bzw. auf die Tonne Klinker bezogener spezifischer Brennstoffenergieeinsatz in Anlagen der österreichischen Zementindustrie für den Beobachtungszeitraum 2009 bis 2014	11
11.)	Abbildung 3-10: über den Bilanzzeitraum 2012, 2013 und 2014 mengengewichtete Mittelwerte von Heizwerten unterschiedlicher Drehofenbrennstoffe (im Einsatzzustand) mit werksspezifischen Minimal- und Maximalwerten	11
12.)	Abbildung 3-11: Einsatzmengen von Ersatzbrennstoffen (EBS) in Anlagen der österreichischen Zementindustrie von 2009 bis 2014	12
13.)	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 2009 bis 2014	13
14.)	Abbildung 3-13: Einsatzmengen sekundärer Rohstoffe in Anlagen der österreichischen Zementindustrie (ohne Mahlwerke) im Zeitraum von 2009 bis 2014	14
15.)	Abbildung 3-14: Spezifizierung der im Zeitraum von 2009 bis 2014 in Anlagen der österreichischen Zementindustrie (ohne Mahlwerke) verwendeten sonstigen sekundären Rohstoffmassenströme	15

16.)	Abbildung 3-15: Einsatzmengen primärer Rohstoffe in Anlagen der österreichischen Zementindustrie in den Bilanzjahren 2012 2013 und 2014 (ohne Mahlwerke, seit 2012 erhoben).....	16
17.)	Abbildung 3-16: Einsatzmengen primärer Zumahlstoffe in Anlagen der österreichischen Zementindustrie von 2009 bis 2014 (ohne Mahlwerke).....	16
18.)	Abbildung 3-17: Einsatzmengen sekundärer Zumahlstoffe in Anlagen der österreichischen Zementindustrie von 2009 bis 2014 (ohne Mahlwerke).....	17
19.)	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 2009 bis 2014.....	17
20.)	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 (2009 - 2014, ohne Mahlwerke)	18
21.)	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 (2009 - 2014, ohne Mahlwerke)	18
22.)	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 2009 bis 2014 (ohne Mahlwerke)	19
23.)	Abbildung 3-22: zeitliche Entwicklung der jährlichen Emissionen an Kohlendioxid aus Anlagen der österreichischen Zementindustrie (exklusive Mahlwerke) im Beobachtungszeitraum 2009 bis 2014 (nach EZG).....	19
24.)	Abbildung 3-23: auf die Tonne Klinker bezogene, spezifische CO ₂ -Emissionen (mit biogenen CO ₂ -Emissionen) aus Anlagen der österreichischen Zementindustrie im Beobachtungszeitraum 2009 bis 2014 (nach EZG).....	20
25.)	Abbildung 3-24: auf die Tonne Klinker bezogene, spezifische CO ₂ -Emissionen (ohne biogene CO ₂ -Emissionen) aus Anlagen der österreichischen Zementindustrie im Beobachtungszeitraum 2009 bis 2014 (nach EZG).....	20
26.)	Abbildung 3-25: auf GJ Brennstoffwärmemenge bezogene, relative CO ₂ -Emissionen aus Anlagen der österreichischen Zementindustrie im Beobachtungszeitraum 2009 bis 2014 (nach EZG)	21
27.)	Abbildung 3-26: klinkerbezogene Emissionsfaktoren diverser metallischer Spurenelemente aus Anlagen der österreichischen Zementindustrie (ohne Mahlwerke) für den Zeitraum von 2009 bis 2014	22
28.)	Abbildung 3-27: mittlerer spezifischer Energieeinsatz je Tonne Zement in Anlagen der österreichischen Zementindustrie (ohne Mahlwerke) im Vergleichszeitraum 2009 bis 2014	23
29.)	Abbildung 3-28: Ressourcenschonungsfaktor für Anlagen der österreichischen Zementindustrie im Vergleichszeitraum 2009 bis 2014	23
30.)	Abbildung 3-29: Staubmassenstrom (TSP) aus "sonstigen definierten Quellen" nach "Zementverordnung" § 5 Z.3 für Anlagen der österreichischen Zementindustrie (exklusive Mahlwerke) im Beobachtungszeitraum 2009 bis 2014	24
31.)	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 2009 bis 2014.....	24