

# Emissionen aus Anlagen der österreichischen Zementindustrie

Berichtsjahr 2016



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

Wien, im Mai 2017

# Emissionen aus Anlagen der österreichischen Zementindustrie Berichtsjahr 2016

Gerd Mausnitz

Institut für Verfahrenstechnik, Umwelttechnik und Technische Biowissenschaften

Technische Universität Wien

Wien, im Mai 2017

**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 Erstellung von Emissionsbilanzen für luftverunreinigende Stoffe dient einerseits dazu, das Maß der Luftbelastung zu ermitteln, andererseits dafür, um Strategien und Maßnahmen zur Verminderung dieser Beeinträchtigungen auszuarbeiten. Werden Emissionsbilanzen regelmäßig erstellt, so ist man dadurch imstande den Umsetzungserfolg von Schadstoffminderungsmaßnahmen zu überwachen und diese gegebenenfalls zu präzisieren.

Der vorliegende Bericht informiert über pyrogene und prozeßspezifische Schadstofffreisetzungen aus Anlagen der österreichischen Zementindustrie für das Bilanzjahr 2016, berichtet über die damit im ursächlichen Zusammenhang stehenden Produktions- und Betriebsdaten und dokumentiert die Einsätze an thermischer und elektrischer Energie, die Verwertung von Ersatzbrennstoffen, die Verwendung von Altstoffen in Form der sekundären Rohstoffe und der sekundären Zumahlstoffe und zeigt infolge den Entlastungsbeitrag der österreichischen Zementindustrie im Rahmen der natürlichen Ressourcenschonung.

Mit dem vorliegenden und von unabhängiger dritter Seite erstellten Bericht über das Bilanzjahr 2016 liegt eine Zeitreihe von regelmäßig veröffentlichten Emissionsbilanzen vor, die bis in das Jahr 1988 zurückreicht.

## **1 Problemstellung**

Die vorliegende Emissionsbilanz wird mit dem Ziel in Angriff genommen alle relevanten Schadstoffe, die durch Anlagen der österreichischen Zementindustrie mit Ofenbetrieb im Jahr 2016 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,

berichten.

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

Zu Vergleichszwecken soll die Emissionsinventur 2016 um die Bilanzjahre 2011 bis 2015 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).

klassische Luftschadstoffe	metallische Spurenelemente*	klimarelevante Schadgase
Staubförmige Emissionen	Cadmium (Cd)	geogenes CO <sub>2</sub>
Stickstoffoxide (als NO <sub>2</sub> )	Thallium (Tl)	pyrogenes CO <sub>2</sub>
Schwefeldioxid (SO <sub>2</sub> )	Beryllium (Be)	
Chlorverbindungen (als HCl)	Arsen (As)	
Fluorverbindungen (als HF)	Cobalt (Co)	
organischer Gesamtkohlenstoff (TOC)	Nickel (Ni)	
Kohlenmonoxid (CO)	Blei (Pb)	
Ammoniak (NH <sub>3</sub> )***	Quecksilber (Hg)	
	Chrom (Cr)	
	Selen (Se)	
	Mangan (Mn)	
	Vanadium (V)	
	Zink (Zn)	
	Antimon (Sb)**	
	Kupfer (Cu)**	
	Zinn (Sn)**	
* gasförmig und/oder partikelgebunden	*** NH <sub>3</sub> 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 2016 erstellt und zu Vergleichszwecken mit den entsprechenden Daten für 2011 bis 2015 ergänzt.

### 2.3 Erfasste Anlagen

Es wurden folgende neun Anlagen der österreichischen Zementindustrie mit betriebsbereiten Ofenanlagen in die Emissionsinventur aufgenommen:

- 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 (Wietersdorf),
- Wopfinger Baustoffindustrie GmbH (Waldegg).

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

Anlagenspiegel mit 31.12.2016																																		
Betreiber	Standort	Ofentechnik	Klinkerkühler	Zementmühlen	Abgasentstaubung / Entschwefelung	SNCR	SCR	SO <sub>2</sub> -Abgas-Wäsche	Hg-Minderung	RTO																								
Zementwerk Leube GmbH	Gartenau	5-stufiger WT- DO mit Brennkammer und Kalzinator	Pendelrostkühler	2 KM	DO, KÜ, RM4 und RM5 in Schlauchfiltern	✓																												
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>Mahltrocknungsanlage</td> <td>WT- DO</td> <td>Drehrohrofen mit Zyklonwärmetauscher</td> </tr> <tr> <td>RM</td> <td>Rohmühle</td> <td></td> <td></td> </tr> </table> <p>* DeCONOX- Anlage (Kopplungsverfahren einer thermischen Nachverbrennungsanlage und einer SCR- DeNOx- Anlage) Versuchsbetrieb ohne SCR- DeNOx ab 27.08.2015; mit SCR- DeNOx ab 07.12.2015.  ** seit Mitte 2015 Betrieb einer Hg- Entfrachtungsanlage</p>											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	Mahltrocknungsanlage	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	Mahltrocknungsanlage	WT- DO	Drehrohrofen mit Zyklonwärmetauscher																															
RM	Rohmühle																																	

Abbildung 2-1: Anlagenspiegel der österreichischen Zementwerke mit Ofenbetrieb (Stichtag: 31.12.2016)

**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 2016 (2015) 2 (2) Lepolöfen mit 418.000 (418.000), 3 (3) WT-DO mit 1.385.000 (1.385.000) sowie 6 (6) WT-DO + Kalzinator mit 3.495.900 (3.495.900) t/a betriebsbereit.																		
Klinkerkapazität / [t/a]	Mit der 2016 (2015) installierten Gesamtanlagenkapazität von ca. 5.298.900 t/a (ca. 5.298.900 t/a) wurden die unter II angeführten Jahresmengen produziert.																		
II Produktionsdaten		2011			2012			2013			2014			2015			2016		
Rohmehleinsatz	[t/a]	4.947.150			4.942.334			4.858.175			4.842.710			5.033.733			5.093.970		
Klinkerproduktion	[t/a]	3.175.642			3.206.055			3.156.286			3.143.495			3.256.561			3.299.974		
Zementproduktion	[t/a]	4.426.944			4.455.162			4.384.876			4.434.531			4.611.810			4.776.936		
Ofenbetriebsstunden <sup>a)</sup>	[h <sub>08</sub> /a]	53.139,5			54.270,5			53.857,5			54.888,0			56.412,0			56.872,0		
Rohmehlfaktor	[t <sub>Rm</sub> /t <sub>K</sub> ]	1,558			1,542			1,539			1,541			1,546			1,544		
(korrigierter*) Klinkerfaktor	[t <sub>K</sub> /t <sub>ze</sub> ]	0,695*	0,717		0,703*	0,720		0,702*	0,720		0,698*	0,709		0,702*	0,706		0,705*	0,691	
III Konventionelle Energieträger (KET)		2011			2012			2013			2014			2015			2016		
		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		30,28	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	30,27	28.825	872.592	29,92	20.960	627.187
B) Braunkohle		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	22,15	45.989	1.018.658	22,02	48.379	1.065.175
C) Heizöl L (0,2 m% S)		41,70	267	11.146	41,70	311	12.967	41,70	226	9.415	41,70	254	10.594	41,70	233	9.712	41,70	508	21.180
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)		40,05	2.640	105.740	40,80	811	33.095	40,30	1.677	67.581	40,35	973	39.252	40,03	2.405	96.275	40,14	2.813	112.927
F) Erdgas <sup>b)</sup> / [1000m <sup>3</sup> (Vn)/a]; Hu / [MJm <sup>-3</sup> (Vn)]		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	36,00	1.867,632	67.235	36,22	3.021,479	109.426
J) Petrolkoks		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	31,08	27.946	868.661	30,48	28.037	854.711
G) sonstige (Heizöl EL, Anthrazit)		42,70	281	12.005	42,70	230	9.832	42,70	933	39.824	42,70	386	16.500	42,70	291	12.445	42,70	330	14.086
Summe KET		143.235 4.023.364			133.888 3.745.538			120.011 3.270.051			109.531 2.979.528			107.017 2.945.578			103.176 2.804.693		
IV Ersatzbrennstoffe (EBS)		2011			2012			2013			2014			2015			2016		
		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		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	29,33	54.242	1.590.979	29,66	56.143	1.665.140
I) Kunststoffabfälle		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	19,40	304.221	5.900.871	19,69	316.107	6.225.366
K) Altöl		35,16	9.625	338.405	32,36	6.670	215.851	34,76	5.935	206.304	29,79	7.574	225.607	32,85	10.890	357.733	33,26	16.131	536.588
L) Lösungsmittel		24,13	14.959	360.964	24,09	16.420	395.618	22,48	17.370	390.480	24,23	16.696	404.510	25,42	19.756	502.179	27,63	23.502	649.257
M) landwirtschaftliche Rückstände		16,91	4.466	75.520	16,90	5.654	95.540	16,91	3.548	59.995	16,91	1.492	25.223	16,91	325	5.492	16,91	520	8.798
N) Papierfaserreststoff <sup>(2)</sup>		4,90	34.604	169.440	4,56	36.800	167.745	4,72	46.967	221.844	5,06	38.778	196.217	4,85	42.227	204.779	4,83	35.719	172.523
O) sonstige		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	13,44	61.668	828.524	14,15	60.273	852.730
Summe EBS		397.470 7.577.927			456.259 8.109.396			483.694 8.562.395			493.609 9.159.320			493.329 9.390.558			508.395 10.110.402		
V Thermischer Energieeinsatz***		2011			2012			2013			2014			2015			2016		
a) Σ Energieeinsatz KET	[GJ/h <sub>08</sub> ]	75,7			69,0			60,7			54,3			52,2			49,3		
b) Σ Energieeinsatz EBS	[GJ/h <sub>08</sub> ]	142,6			149,4			159,0			166,9			166,5			177,8		
Summe a) u. b)	[GJ/h <sub>08</sub> ]	218,3			218,4			219,7			221,2			218,7			227,1		
EBS-Anteil an (III+IV)	[%]	65,32			68,41			72,36			75,45			76,12			78,28		
spez. therm. Energieeinsatz	[GJ/t <sub>Klinker</sub> ]	3,653			3,698			3,749			3,862			3,788			3,914		
VI Sekundärrohstoffe (SRS)		2011			2012			2013			2014			2015			2016		
diverse Schlacken **	[t/a]	33.222			43.993			30.223			35.855			47.079			36.863		
Gießereialsand	[t/a]	17.407			24.776			25.770			31.868			27.957			31.695		
Summe SRS / sonstige SRS	[t/a]	453.374	402.745		620.606	551.836		663.189	607.196		680.941	613.218		610.816	535.781		628.296	559.739	





3.1 Produktionsstatistik

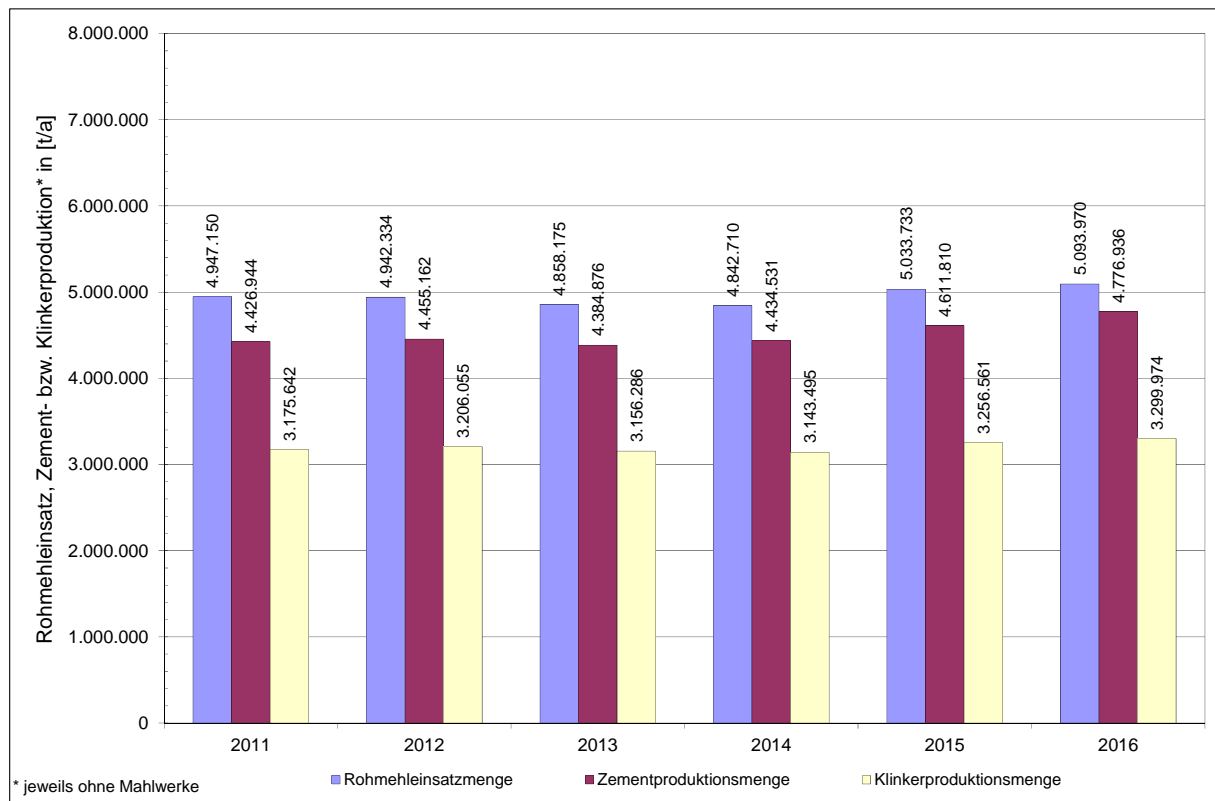


Abbildung 3-1: Rohmehleinsatzmenge, Klinkerproduktionsmenge und Zementproduktionsmenge der österreichischen Zementindustrie im Beobachtungszeitraum 2011 bis 2016 (ohne Mahlwerke)

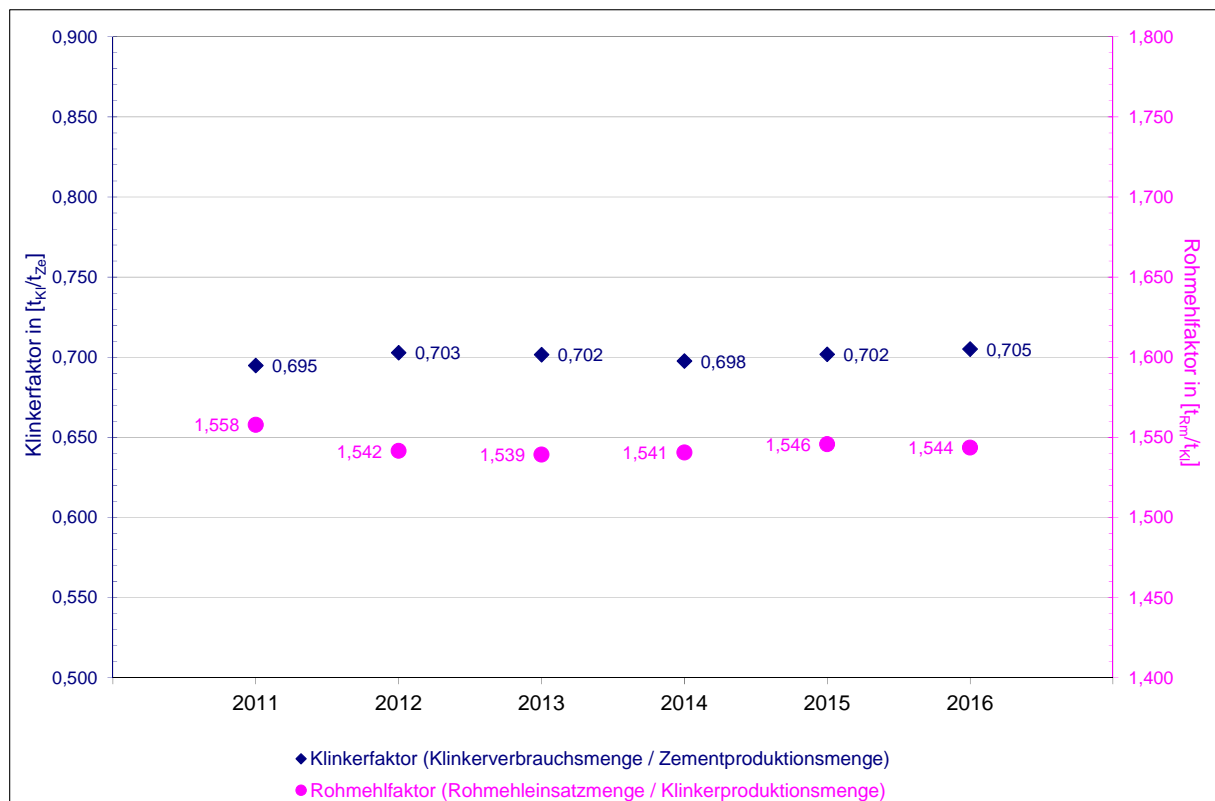


Abbildung 3-2: Klinkerfaktor und Rohmehlfaktor im Beobachtungszeitraum 2011 bis 2016

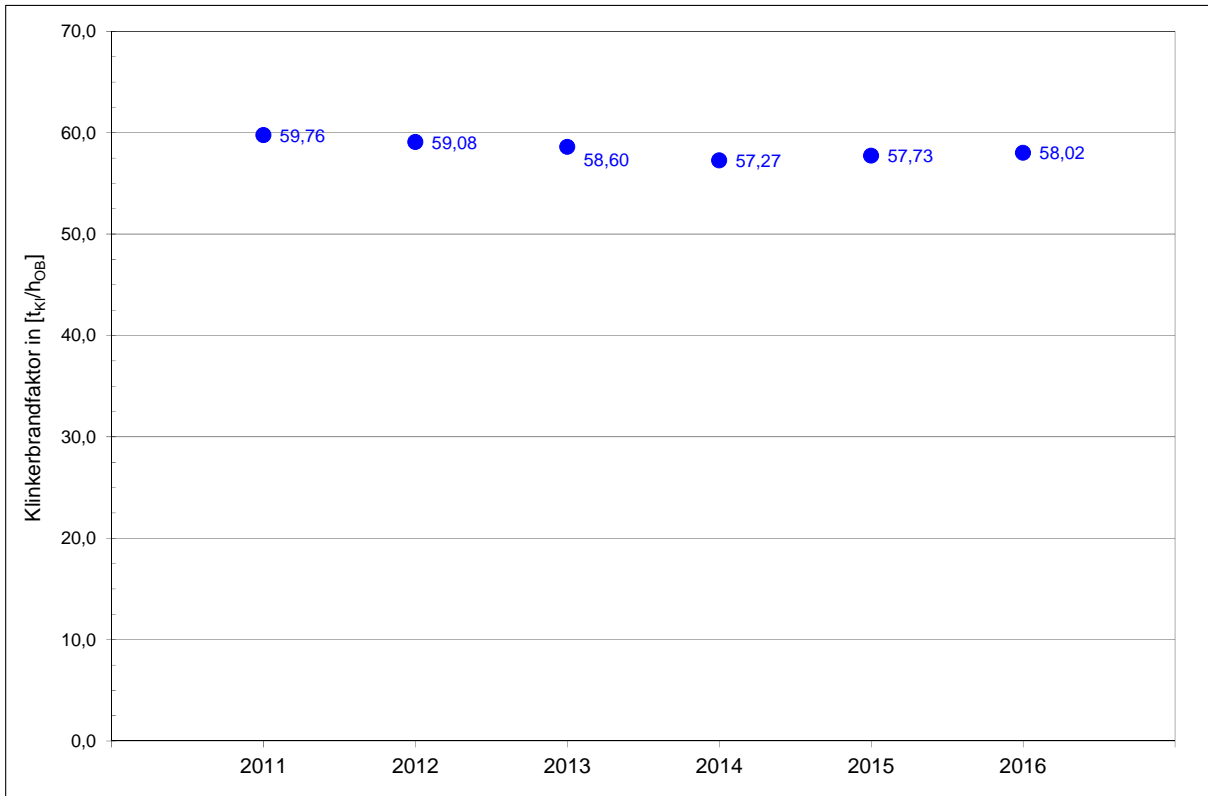


Abbildung 3-3: Entwicklung des Klinkerbrandfaktors / [t<sub>kl</sub>/h<sub>OB</sub>] in den Anlagen der österreichischen Zementindustrie im Beobachtungszeitraum 2011 bis 2016

### 3.2 Brennstoffstatistik

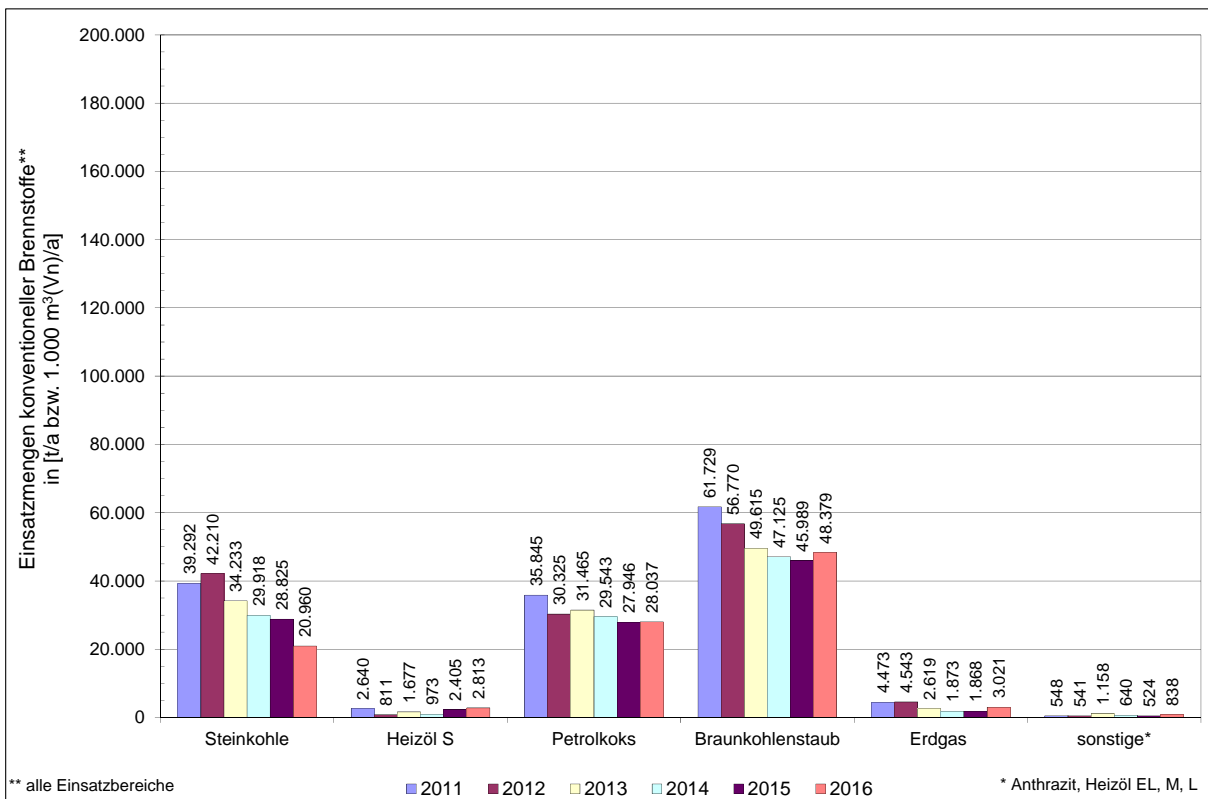


Abbildung 3-4: Einsatzmengen konventioneller Brennstoffe in der österreichischen Zementindustrie im Beobachtungszeitraum 2011 bis 2016

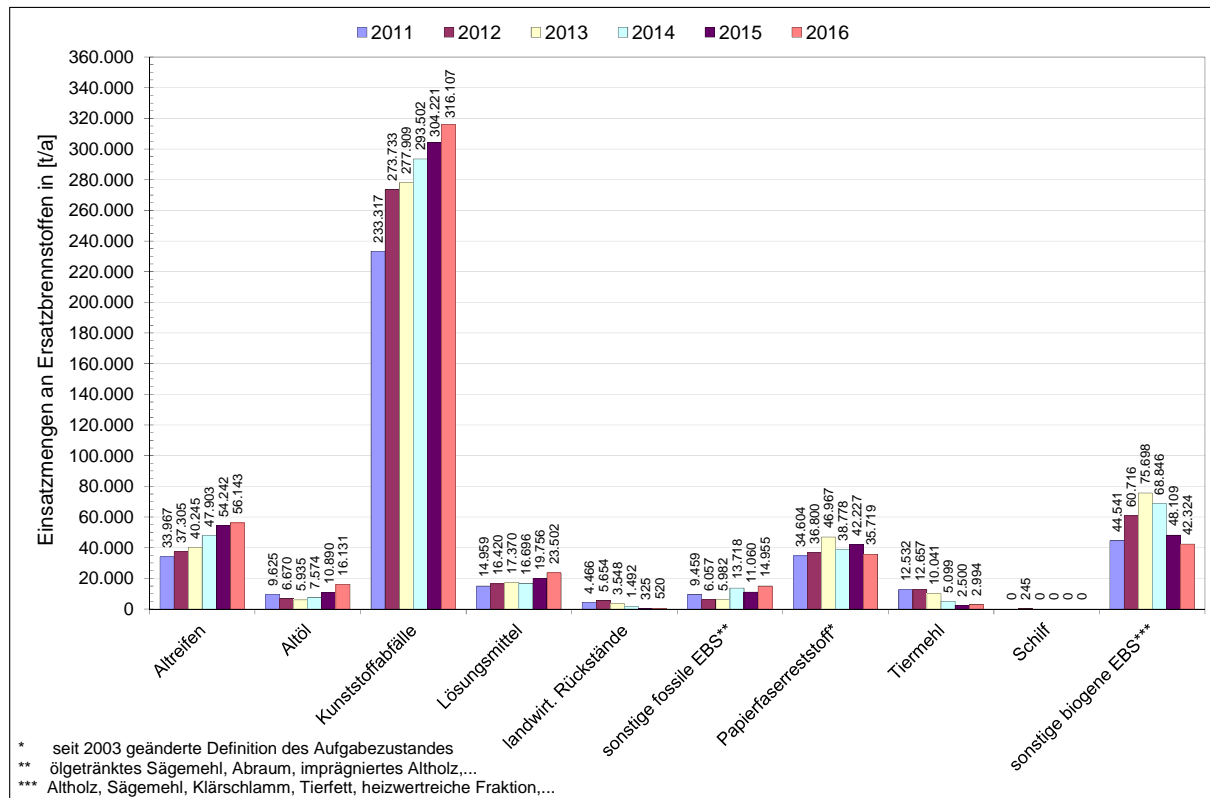


Abbildung 3-5: Einsatzmengen von Ersatzbrennstoffen (EBS) in Anlagen der österreichischen Zementindustrie im Beobachtungszeitraum 2011 bis 2016

### 3.3 Energiestatistik

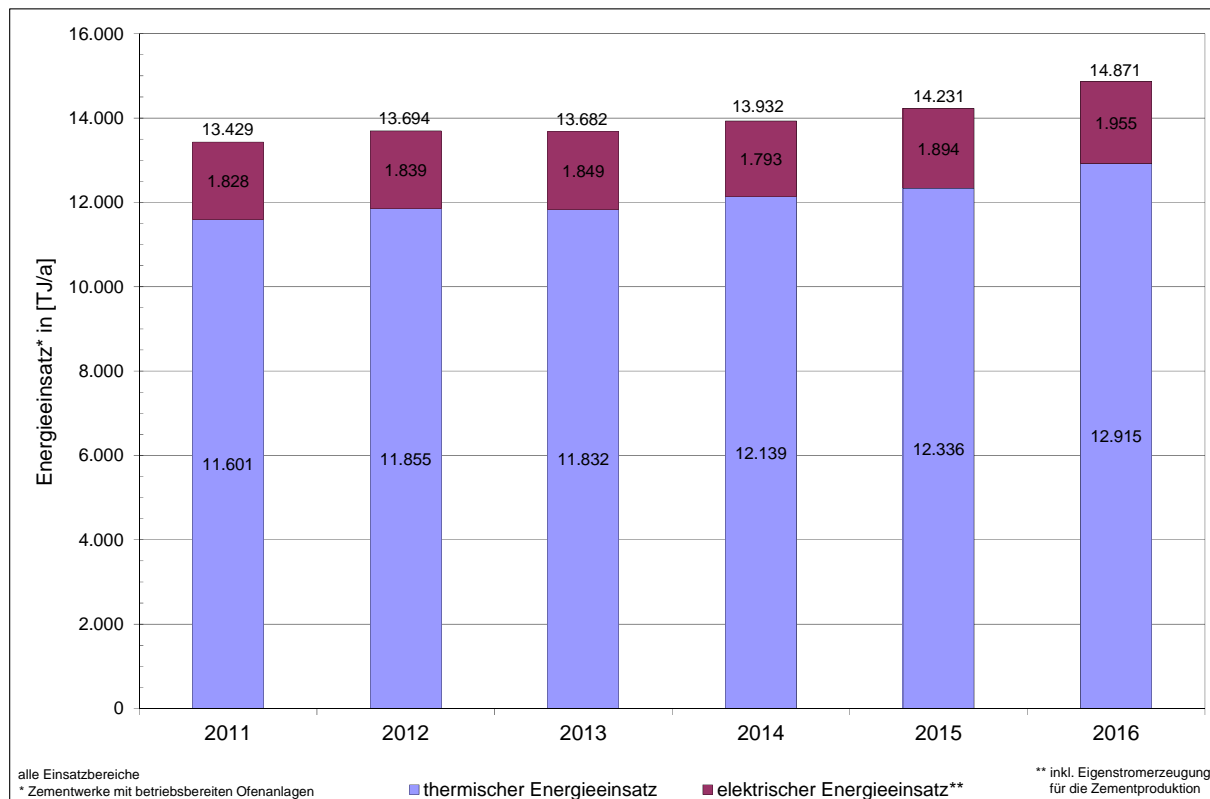


Abbildung 3-6: Entwicklung des thermischen und elektrischen Energieeinsatzes in österreichischen Zementwerken mit eigener Klinkererzeugung im Beobachtungszeitraum 2011 bis 2016

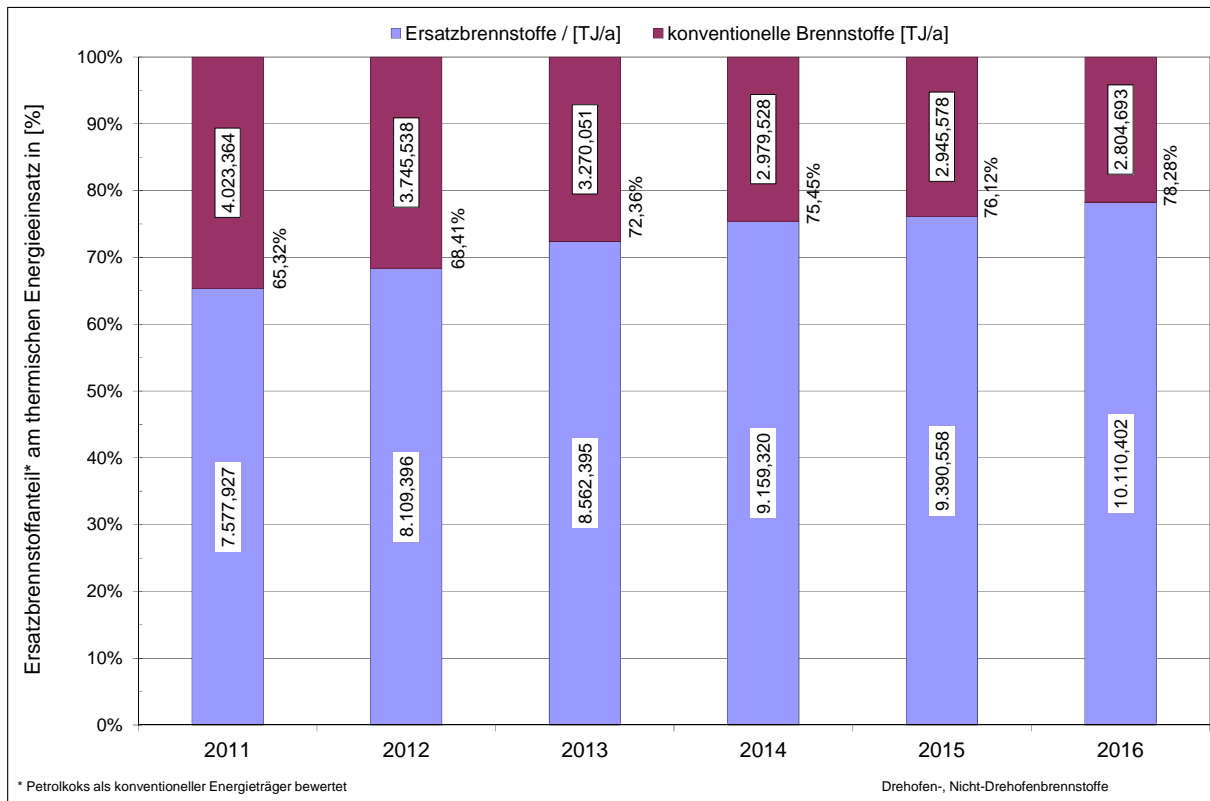


Abbildung 3-7: Ersatzbrennstoffenergieanteil am thermischen Energieeinsatz (Substitutionsgrad) in Anlagen der österreichischen Zementindustrie für den Beobachtungszeitraum 2011 bis 2016

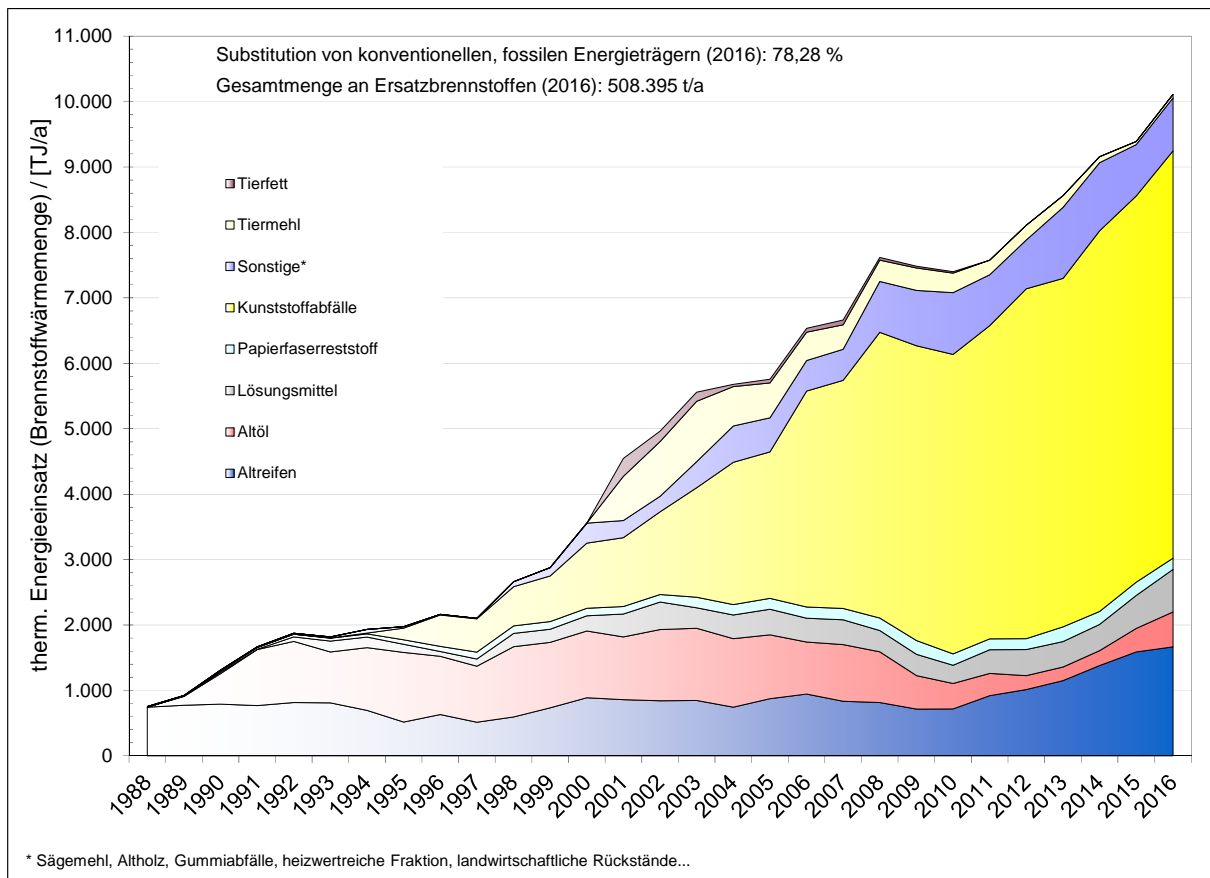


Abbildung 3-8: Brennstoffwärmemengen aus der Verfeuerung von Ersatzbrennstoffen in Anlagen der österreichischen Zementindustrie (ohne Mahlwerke) im Beobachtungszeitraum 1988 bis 2016

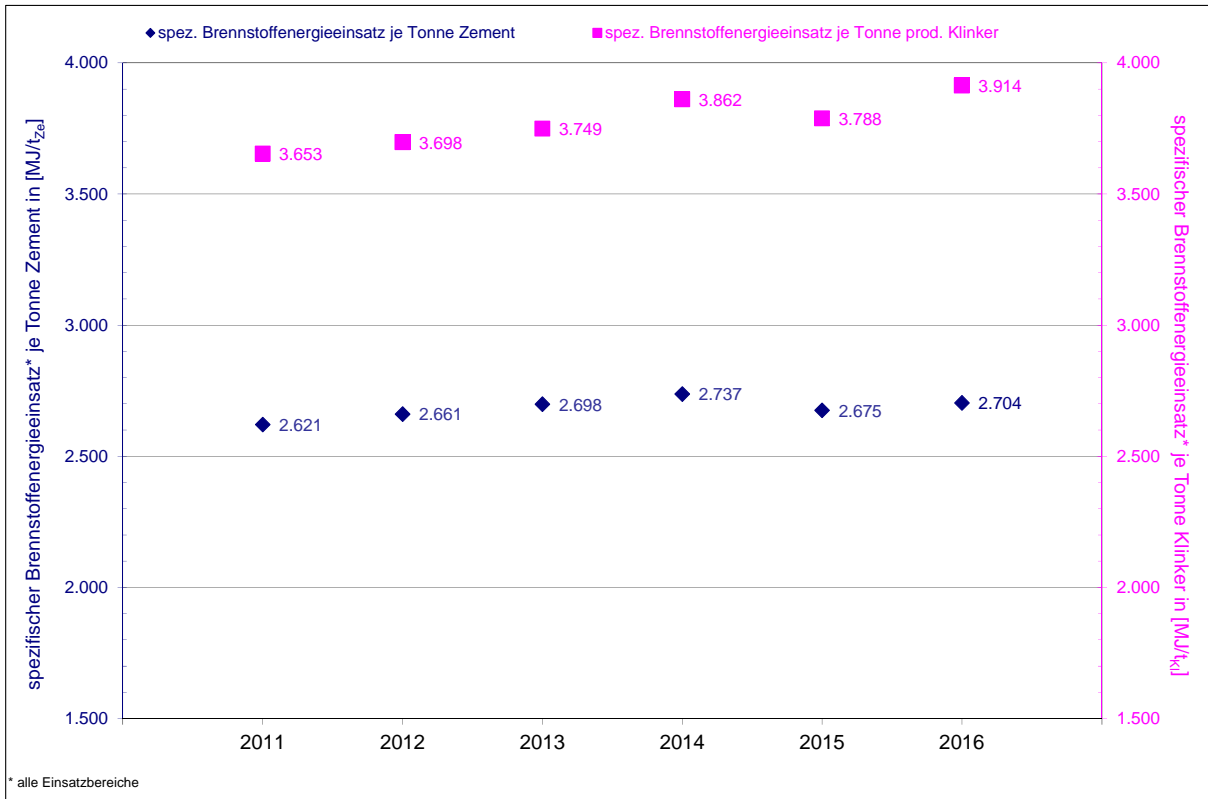


Abbildung 3-9: auf die Tonne Zement bzw. auf die Tonne Klinker bezogener spezifischer Brennstoffenergieeinsatz in Anlagen der österreichischen Zementindustrie für den Beobachtungszeitraum 2011 bis 2016

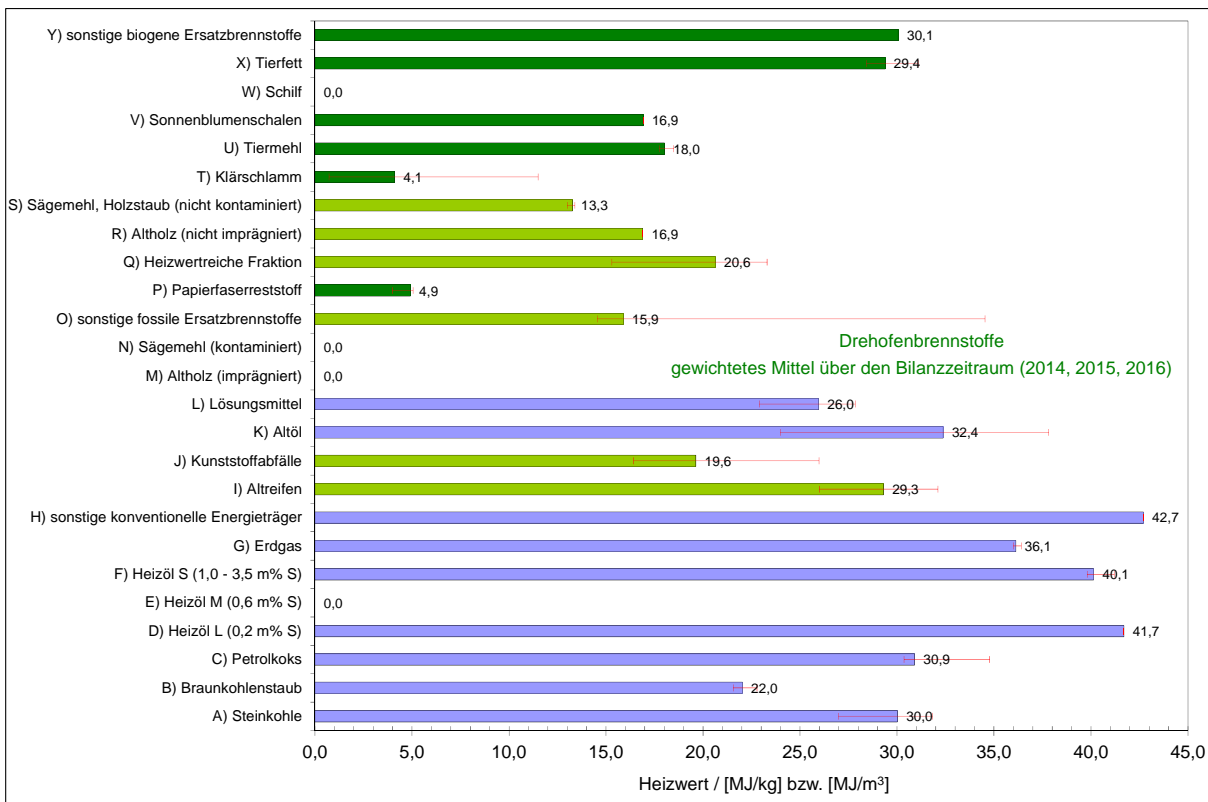


Abbildung 3-10: über den Bilanzzeitraum 2014, 2015 und 2016 mengengewichtete Mittelwerte von Heizwerten unterschiedlicher Drehofenbrennstoffe (im Einsatzzustand) mit werksspezifischen Minimal- und Maximalwerten

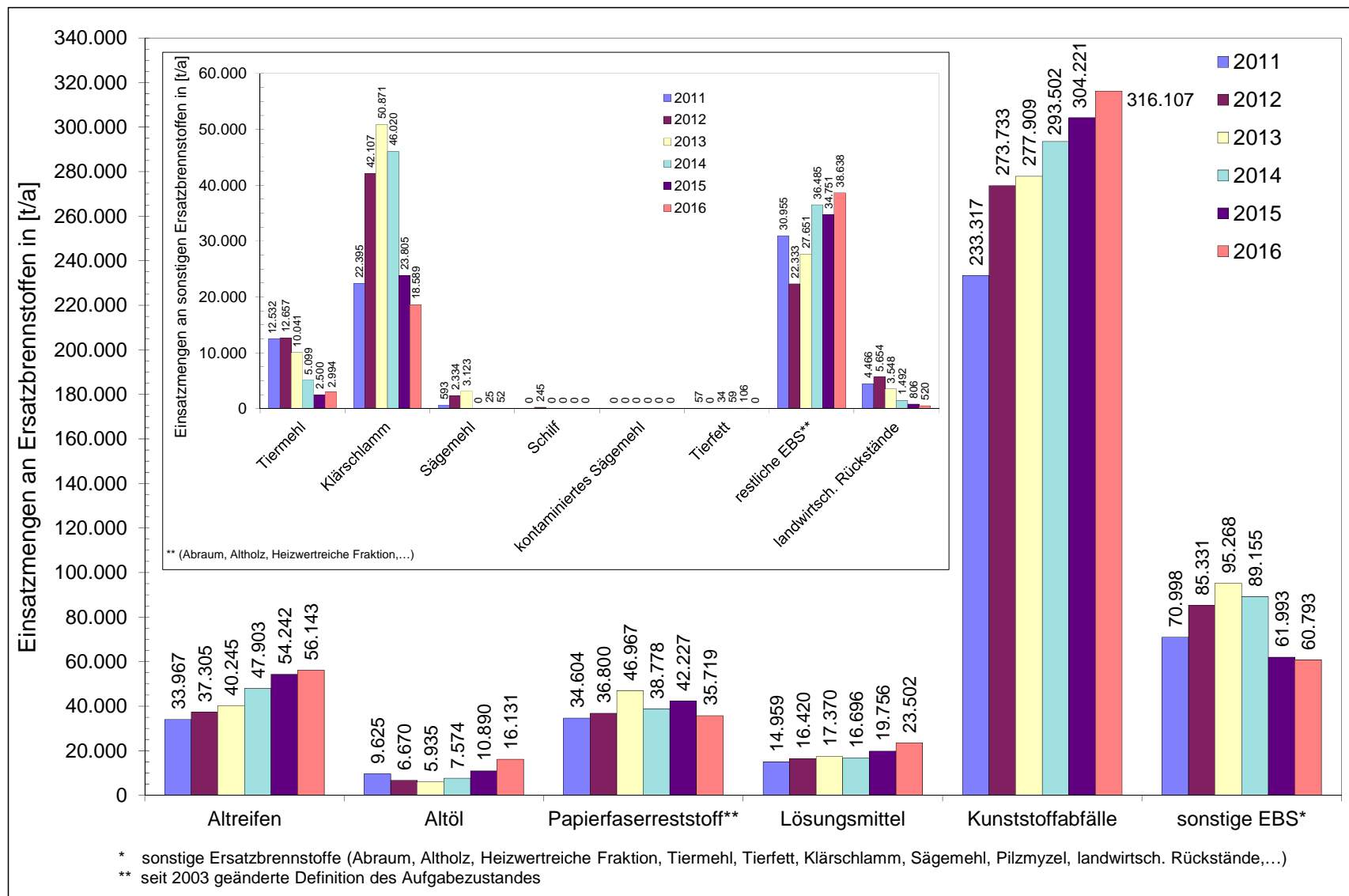


Abbildung 3-11: Einsatzmengen von Ersatzbrennstoffen (EBS) in Anlagen der österreichischen Zementindustrie von 2011 bis 2016

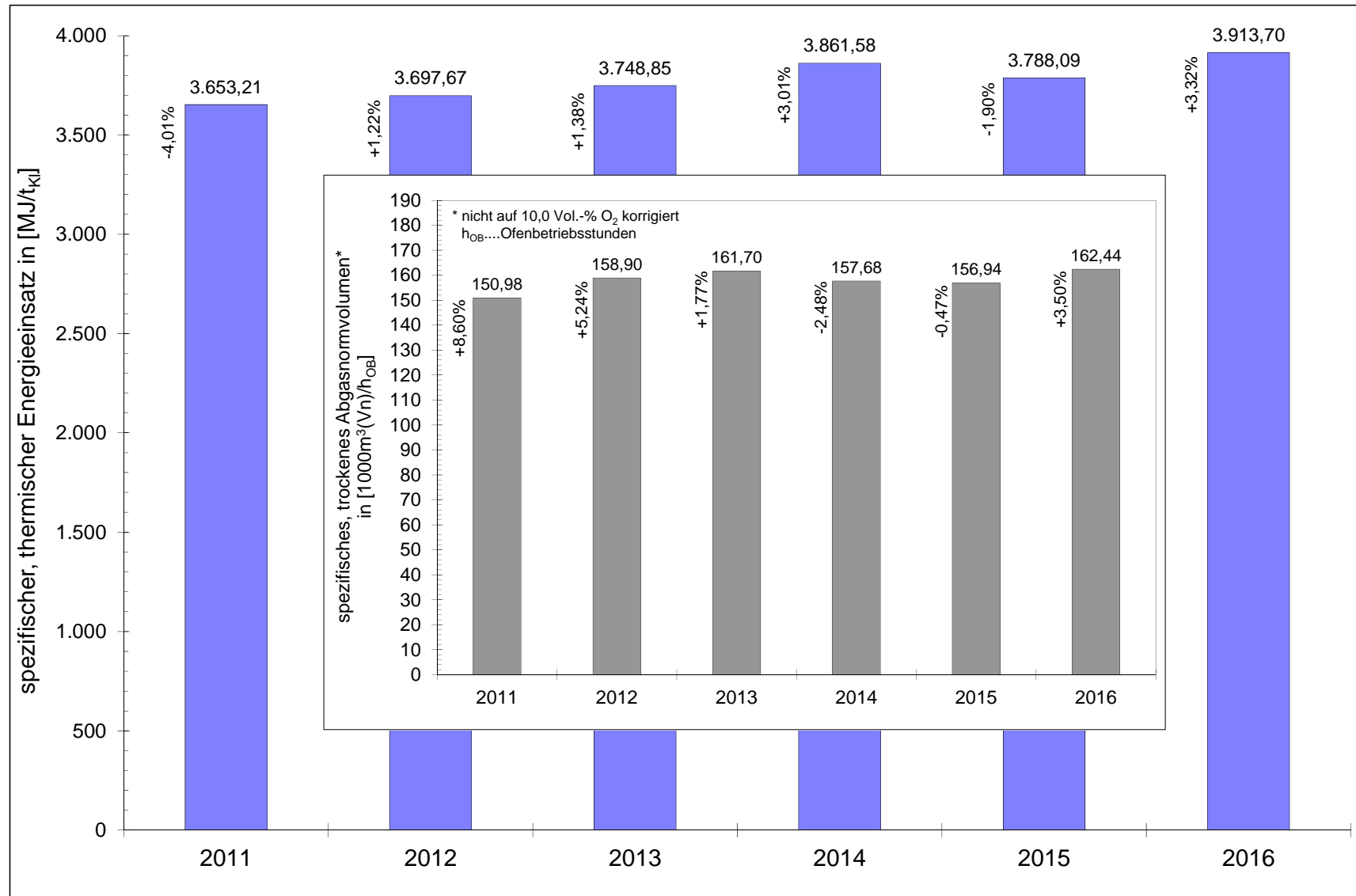


Abbildung 3-12: Entwicklung des spezifischen Energieeinsatzes (exklusive elektrischer Energieeinsatz) und Darstellung des spezifischen, trockenen Gesamtabgasnormvolumens (nicht auf 10,0 Vol.-% O<sub>2</sub> bezogen) in österreichischen Zementwerken mit eigener Klinkererzeugung jeweils für den Zeitraum 2011 bis 2016



3.4 Rohstoff- und Zuschlagstoffstatistik

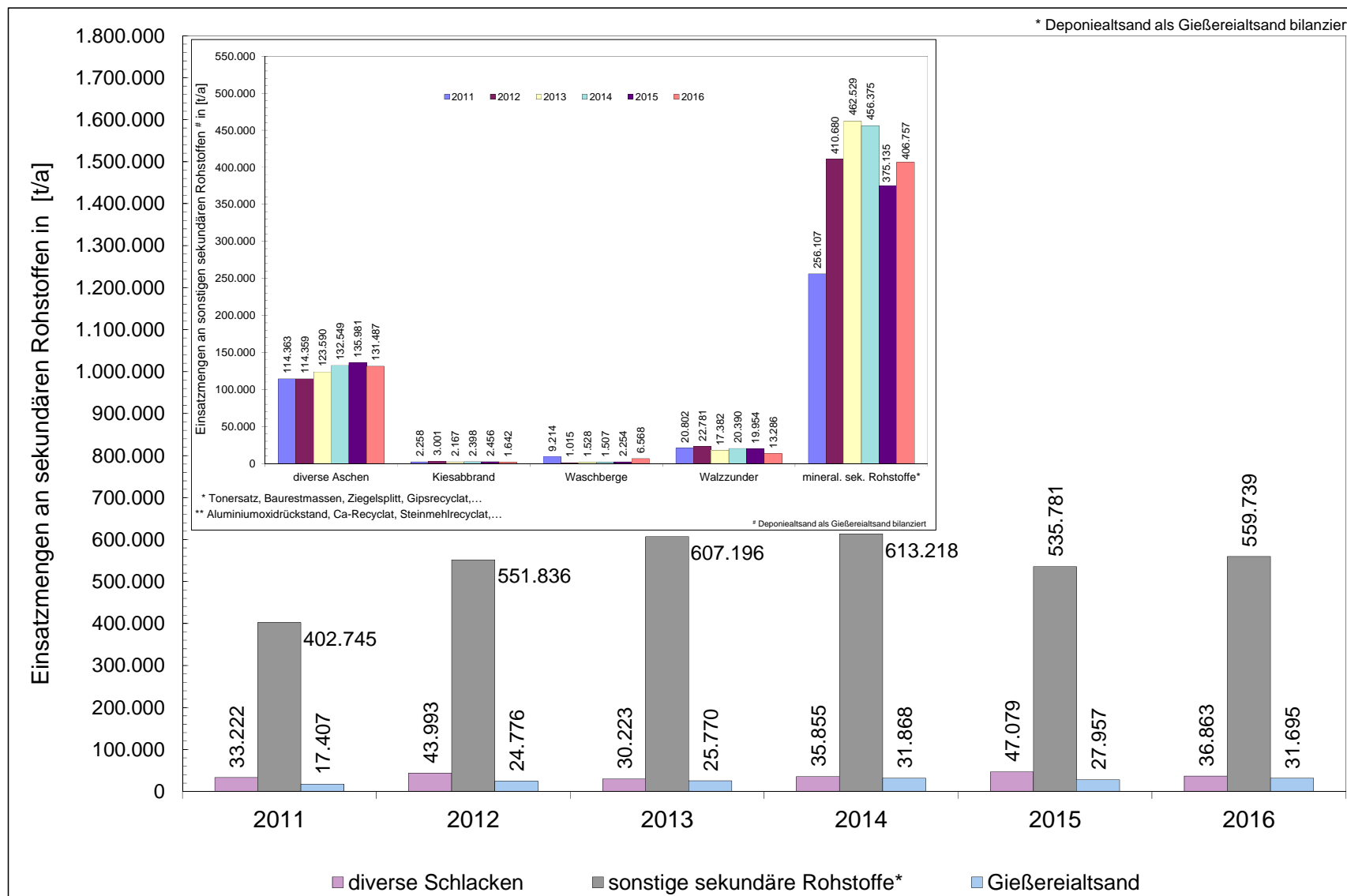


Abbildung 3-13: Einsatzmengen sekundärer Rohstoffe in Anlagen der österreichischen Zementindustrie (ohne Mahlwerke) im Zeitraum von 2011 bis 2016

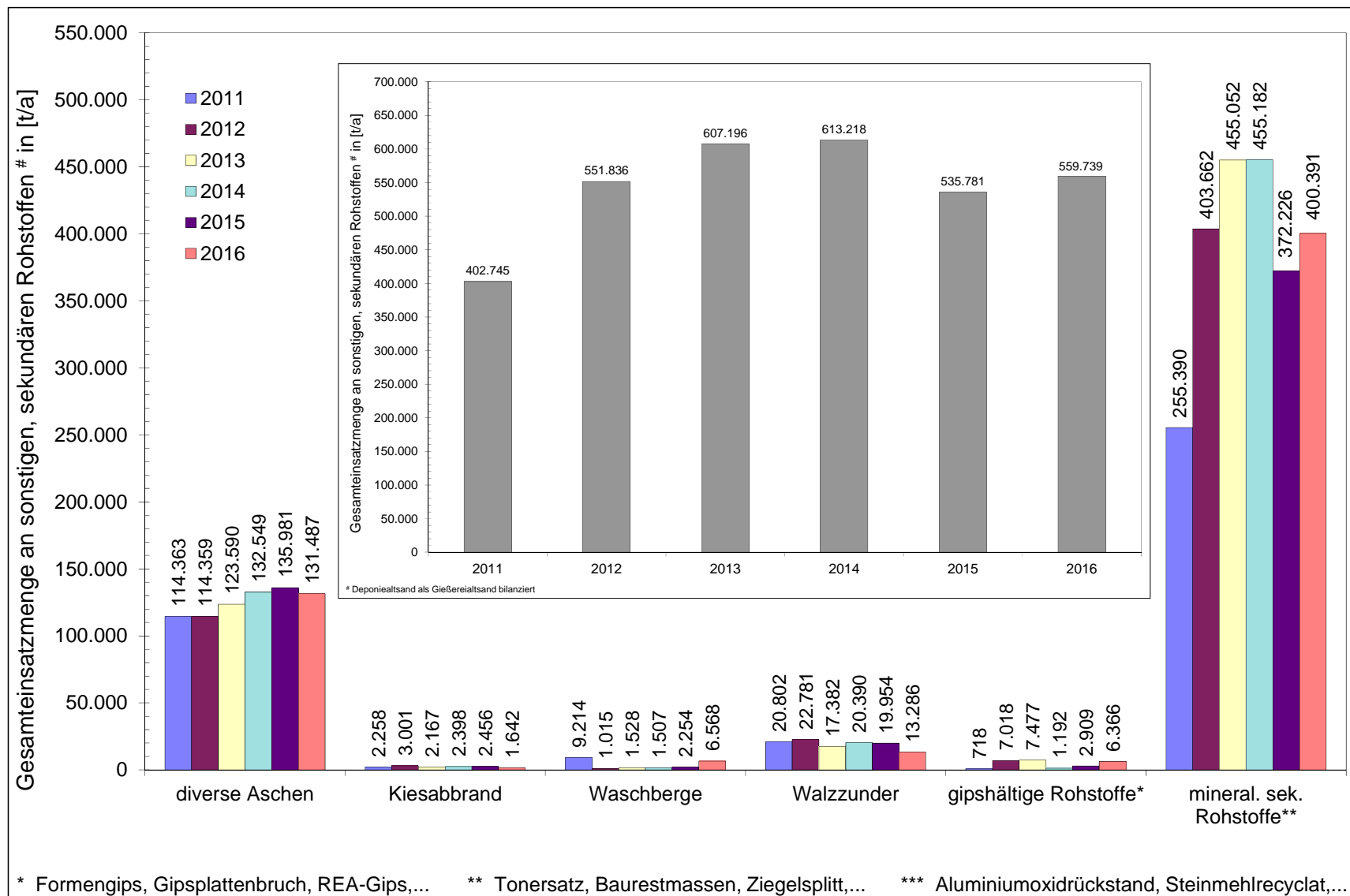


Abbildung 3-14: Spezifizierung der im Zeitraum von 2011 bis 2016 in Anlagen der österreichischen Zementindustrie (ohne Mahlwerke) verwendeten sonstigen sekundären Rohstoffmassenströme

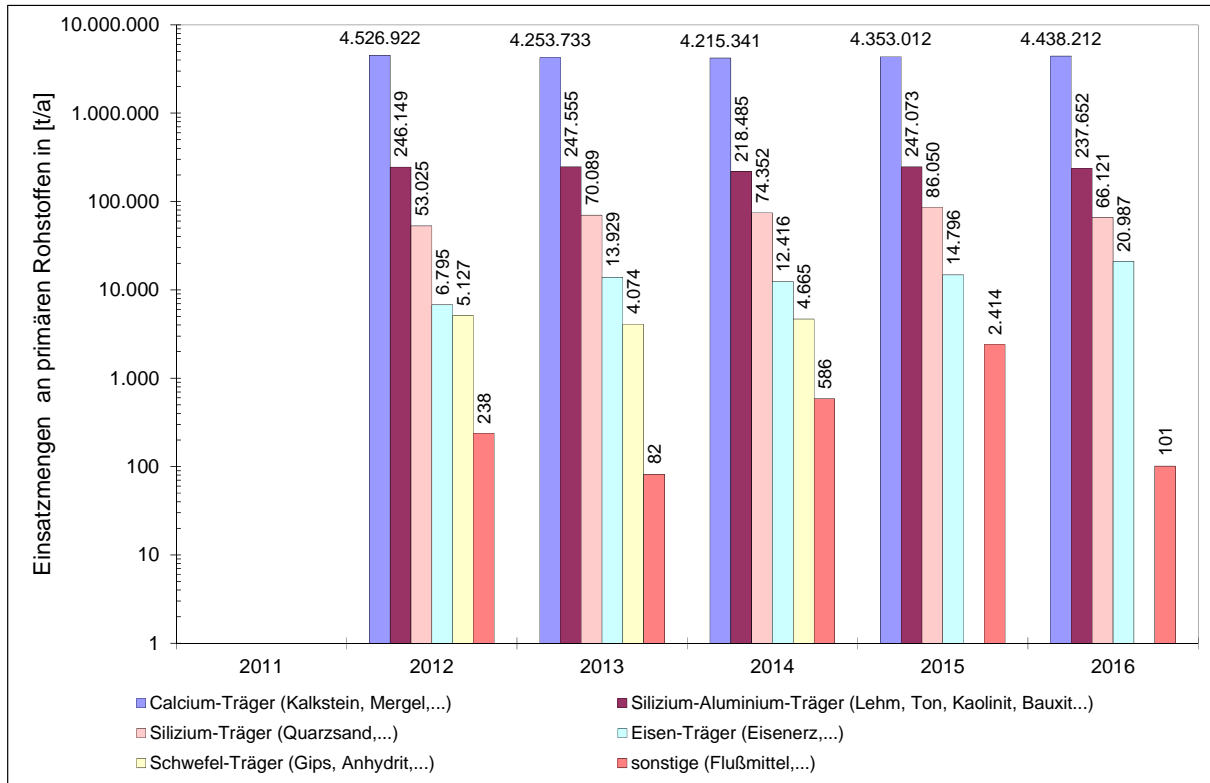


Abbildung 3-15: Einsatzmengen primärer Rohstoffe in Anlagen der österreichischen Zementindustrie in den Bilanzjahren 2012, 2013, 2014, 2015 und 2016 (ohne Mahlwerke, seit 2012 erhoben)

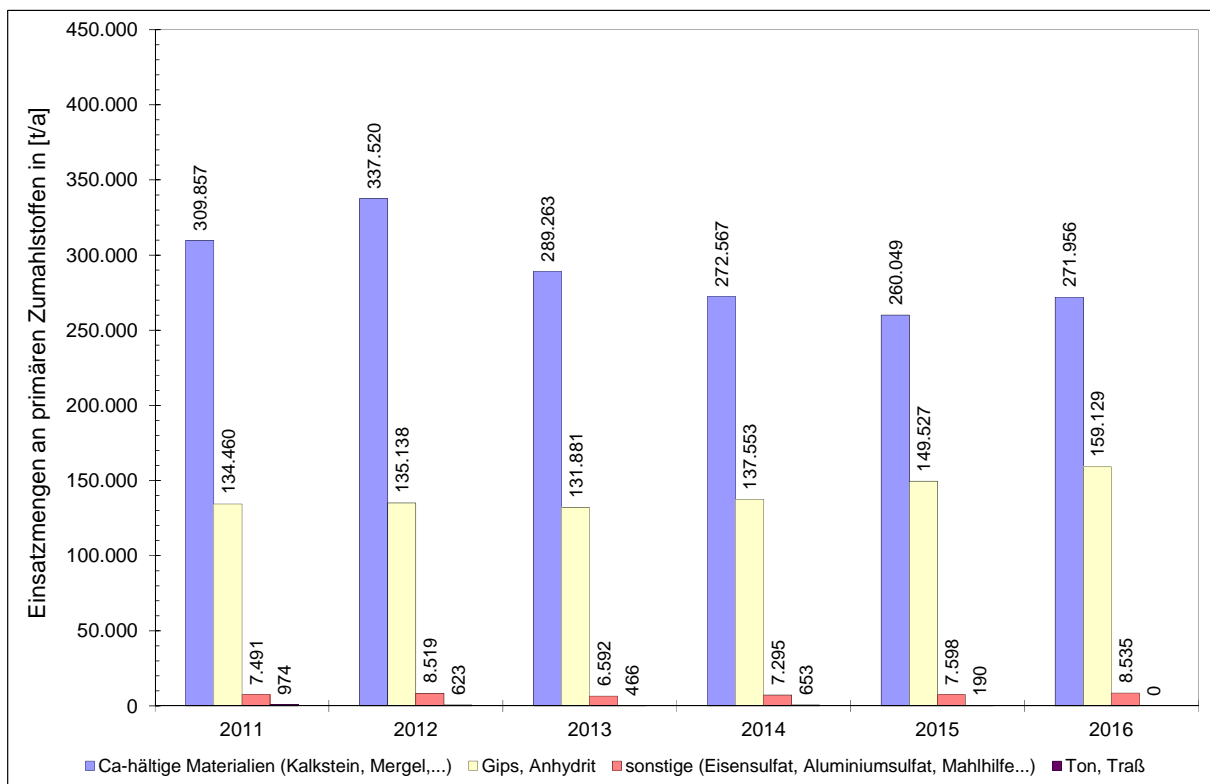


Abbildung 3-16: Einsatzmengen primärer Zusatzstoffe in Anlagen der österreichischen Zementindustrie von 2011 bis 2016 (ohne Mahlwerke)

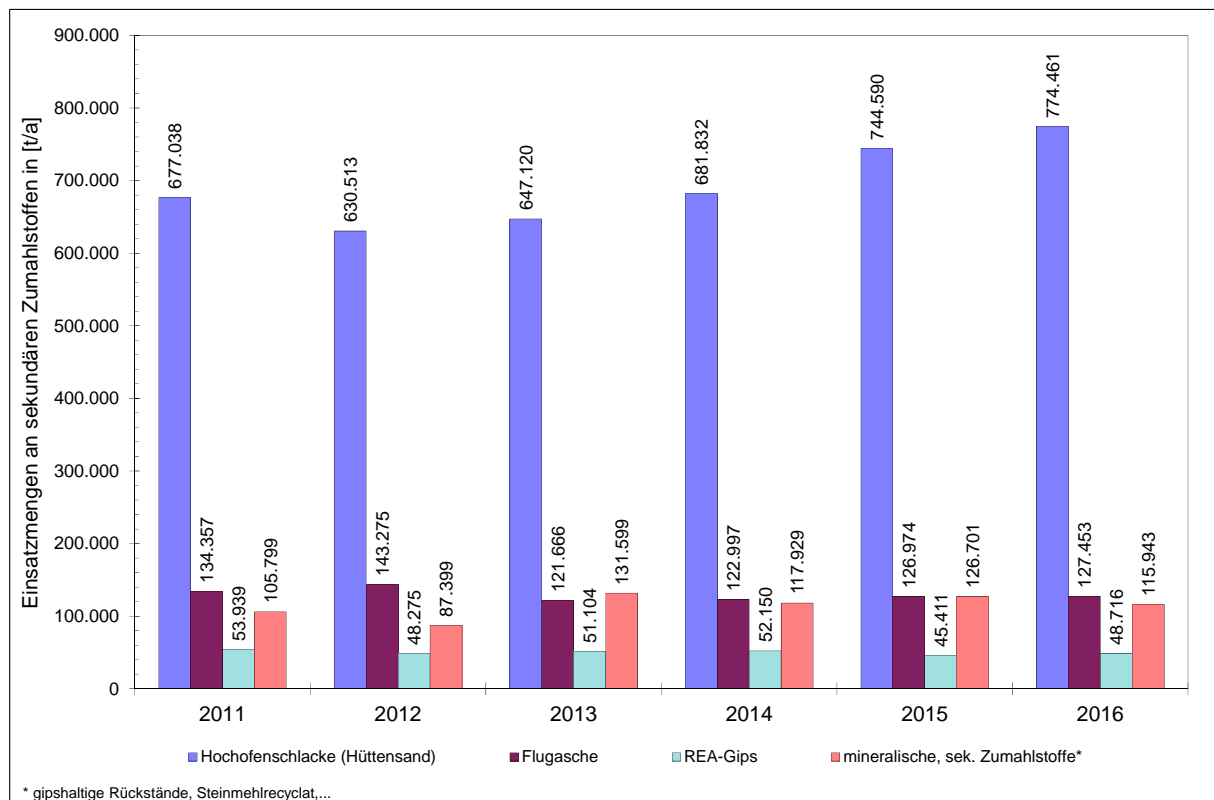
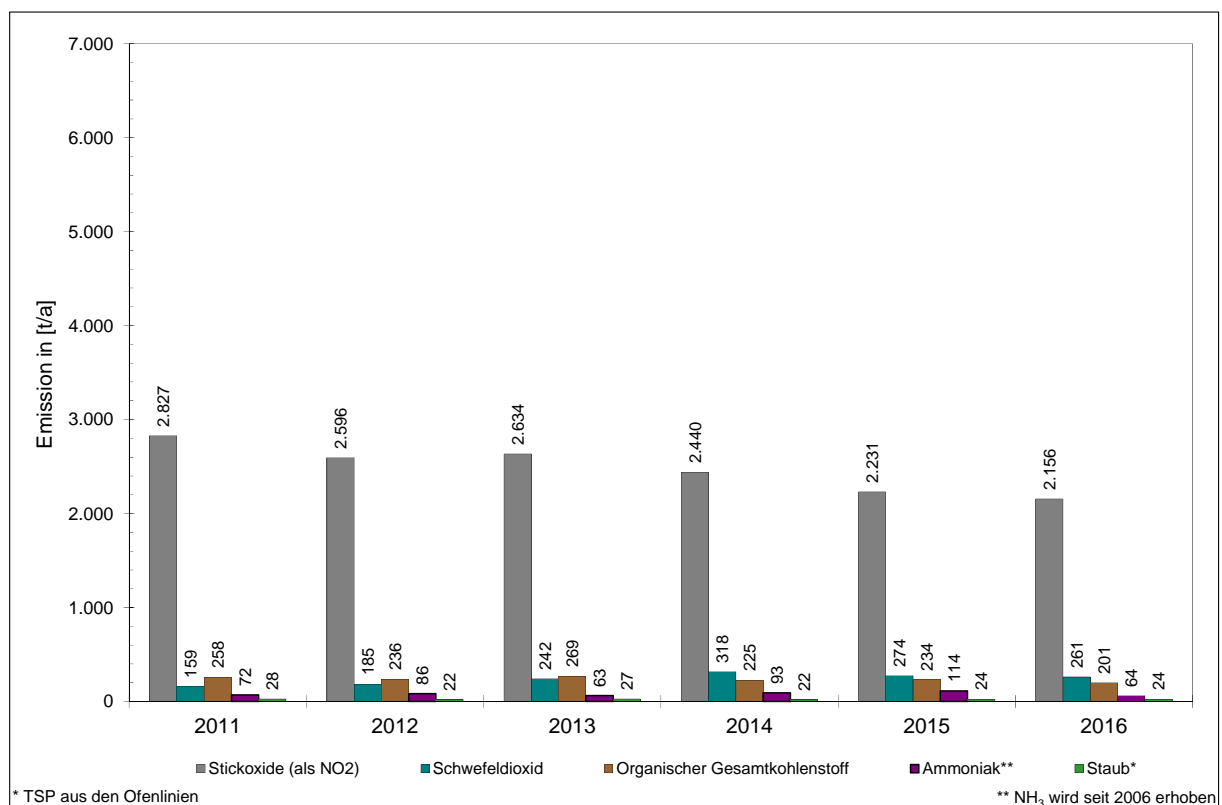


Abbildung 3-17: Einsatzmengen sek. Zumahlstoffe in der österreichischen Zementindustrie (2011 - 2016, ohne Mahlwerke)

### 3.5 Emissionsstatistik

Abbildung 3-18: jährliche Emissionen an Stickstoffoxiden (als NO<sub>2</sub>), an Schwefeldioxid, an organischem Gesamtkohlenstoff, an Ammoniak und an Staub (TSP aus Ofenlinien) aus Anlagen der österreichischen Zementindustrie (ohne Mahlwerke) im Zeitraum von 2011 bis 2016

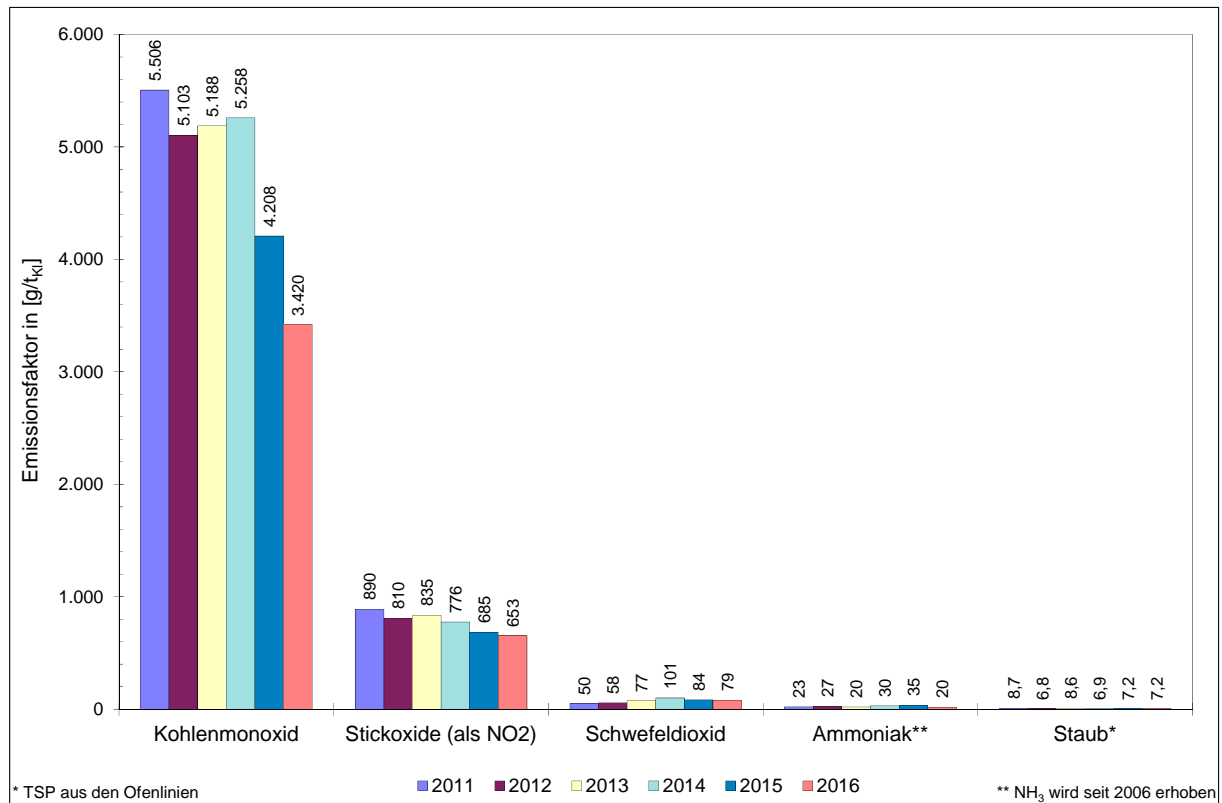


Abbildung 3-19: zeitlicher Verlauf der jährlichen, spezifischen Emissionsmassenströme (Emissionsfaktoren) für Kohlenmonoxid, für Stickstoffoxide (als NO<sub>2</sub>), für Schwefeldioxid, für Ammoniak und für Staub (TSP aus Ofenlinien), jeweils bezogen auf 1 t Klinker (2011 - 2016, ohne Mahlwerke)

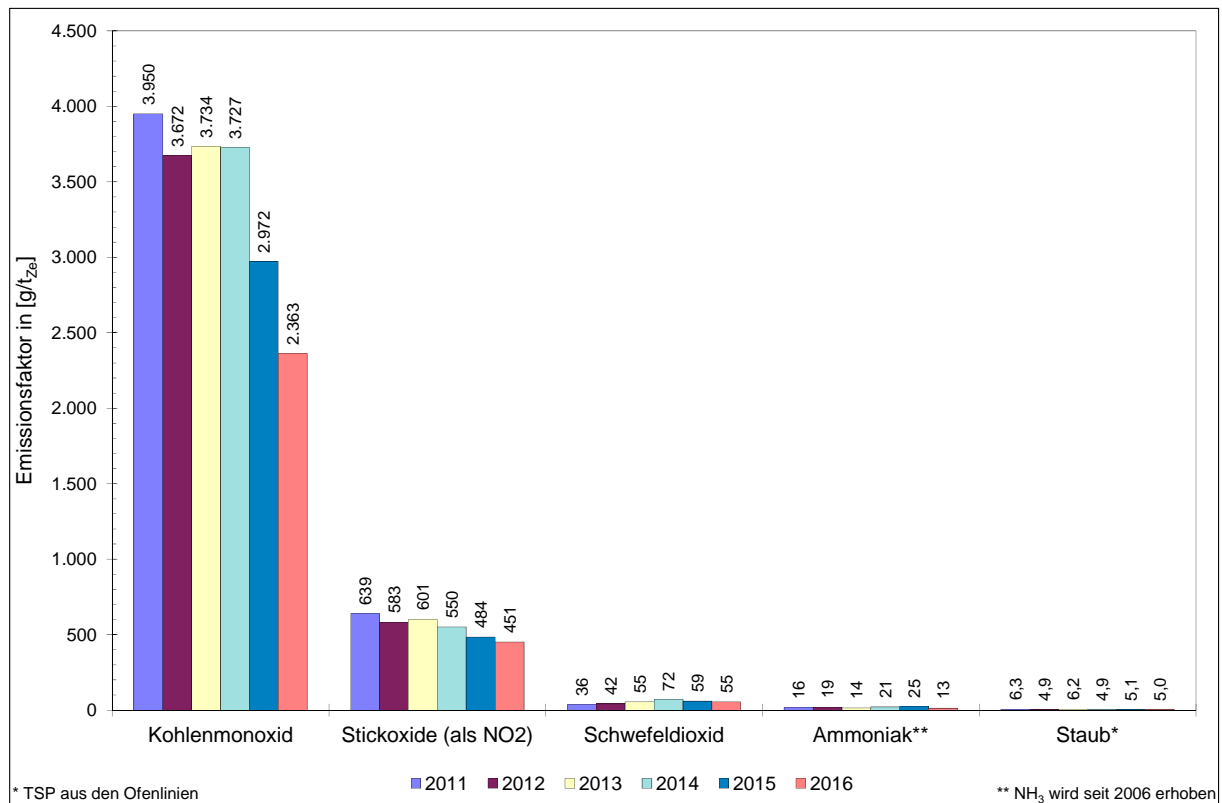


Abbildung 3-20: zeitlicher Verlauf der jährlichen, spezifischen Emissionsmassenströme (Emissionsfaktoren) für Kohlenmonoxid, für Stickstoffoxide (als NO<sub>2</sub>), für Schwefeldioxid, für Ammoniak und für Staub (TSP aus Ofenlinien), jeweils bezogen auf 1 t Zement (2011 - 2016, ohne Mahlwerke)

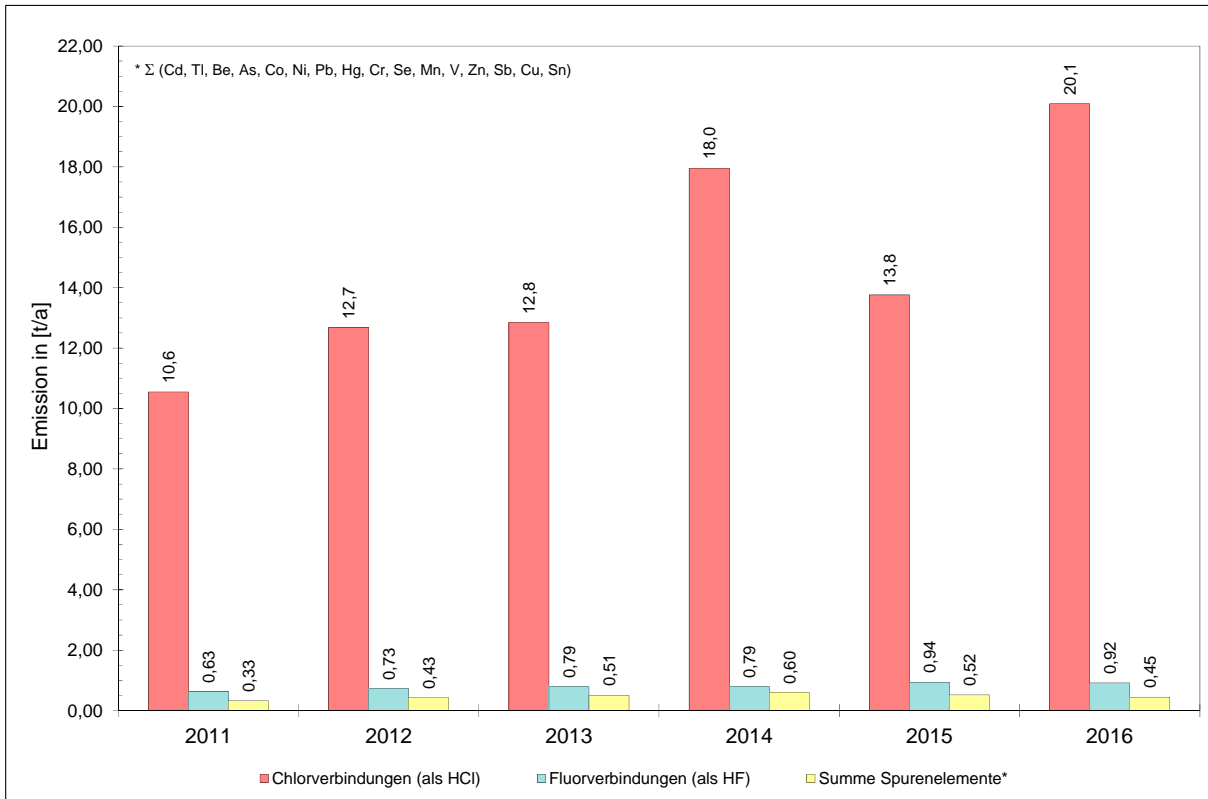


Abbildung 3-21: zeitliche Entwicklung der jährlichen Emissionen an chlor- und fluorhaltigen Verbindungen (ausgewiesen als HCl bzw. HF) sowie der jährlichen Gesamtemissionen an Spurenelementen jeweils für den Zeitraum 2011 bis 2016 (ohne Mahlwerke)

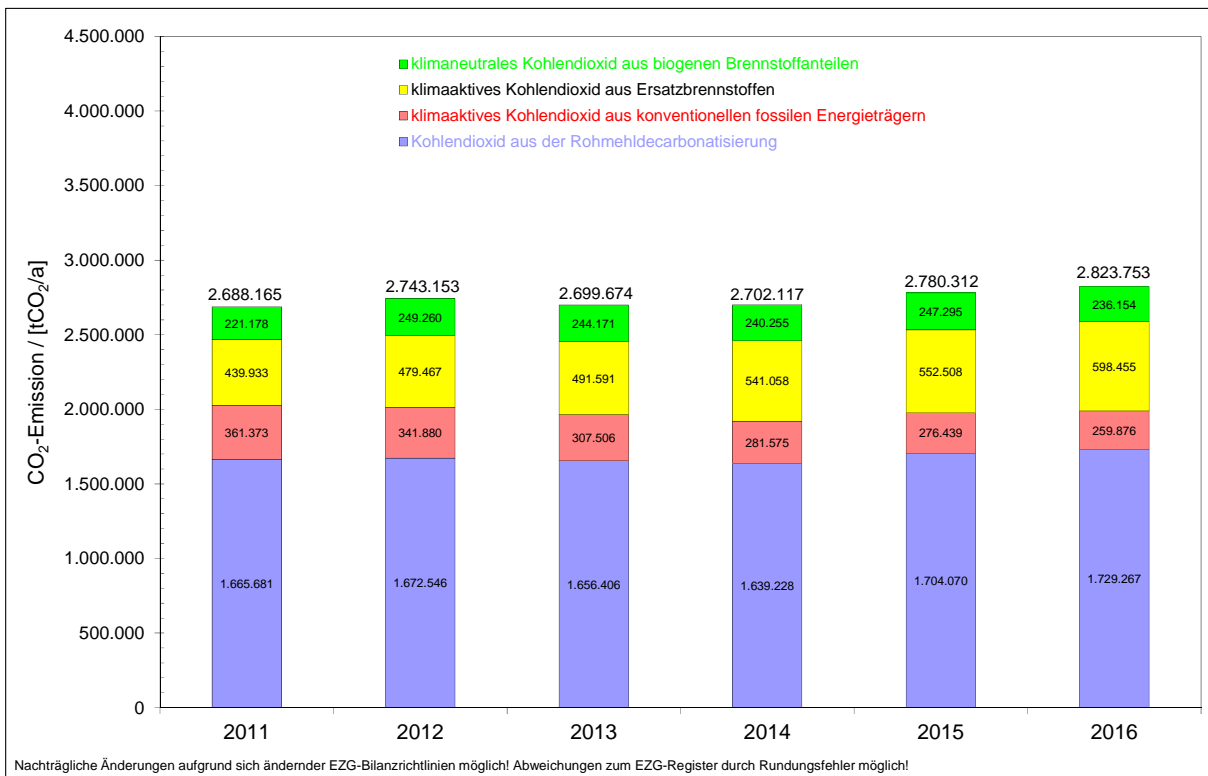


Abbildung 3-22: zeitliche Entwicklung der jährlichen Emissionen an Kohlendioxid aus Anlagen der österreichischen Zementindustrie (exklusive Mahlwerke) im Beobachtungszeitraum 2011 bis 2016 (nach EZG)

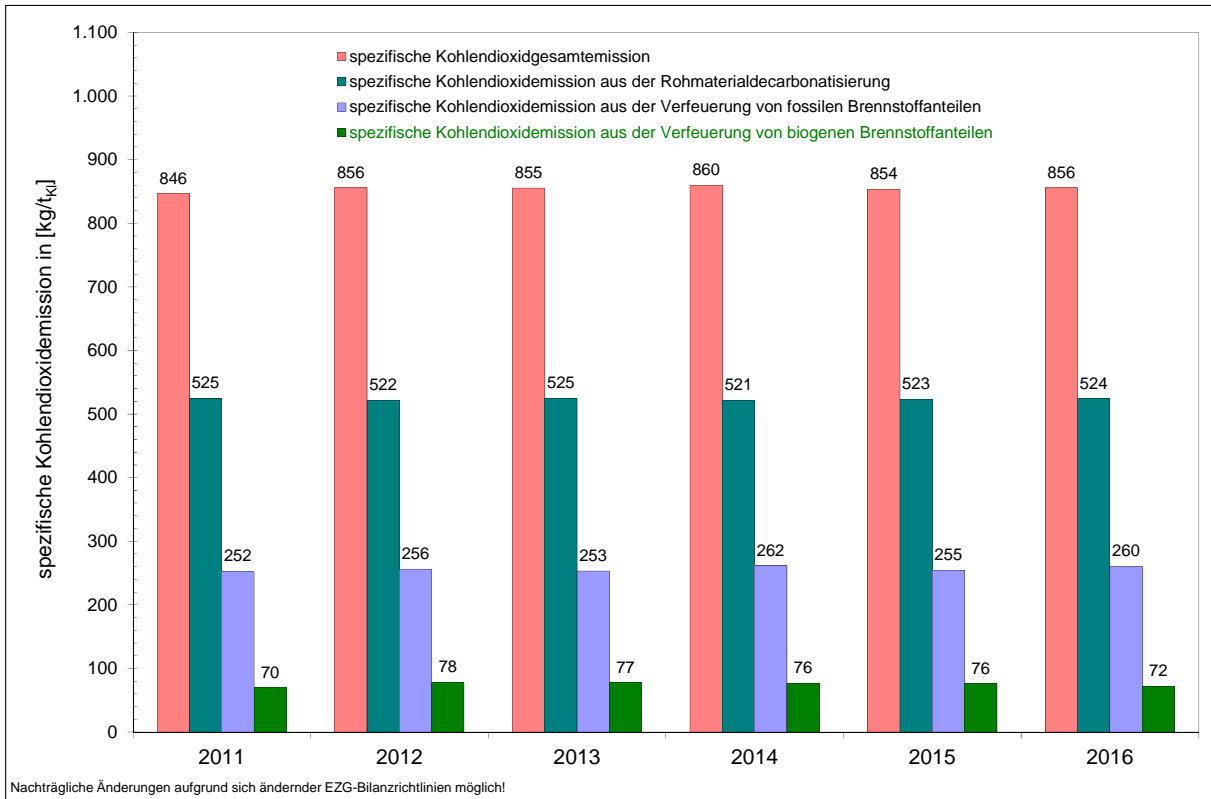


Abbildung 3-23: auf die Tonne Klinker bezogene, spezifische CO<sub>2</sub>-Emissionen (mit biogenen CO<sub>2</sub>-Emissionen) aus Anlagen der österreichischen Zementindustrie im Beobachtungszeitraum 2011 bis 2016 (nach EZG)

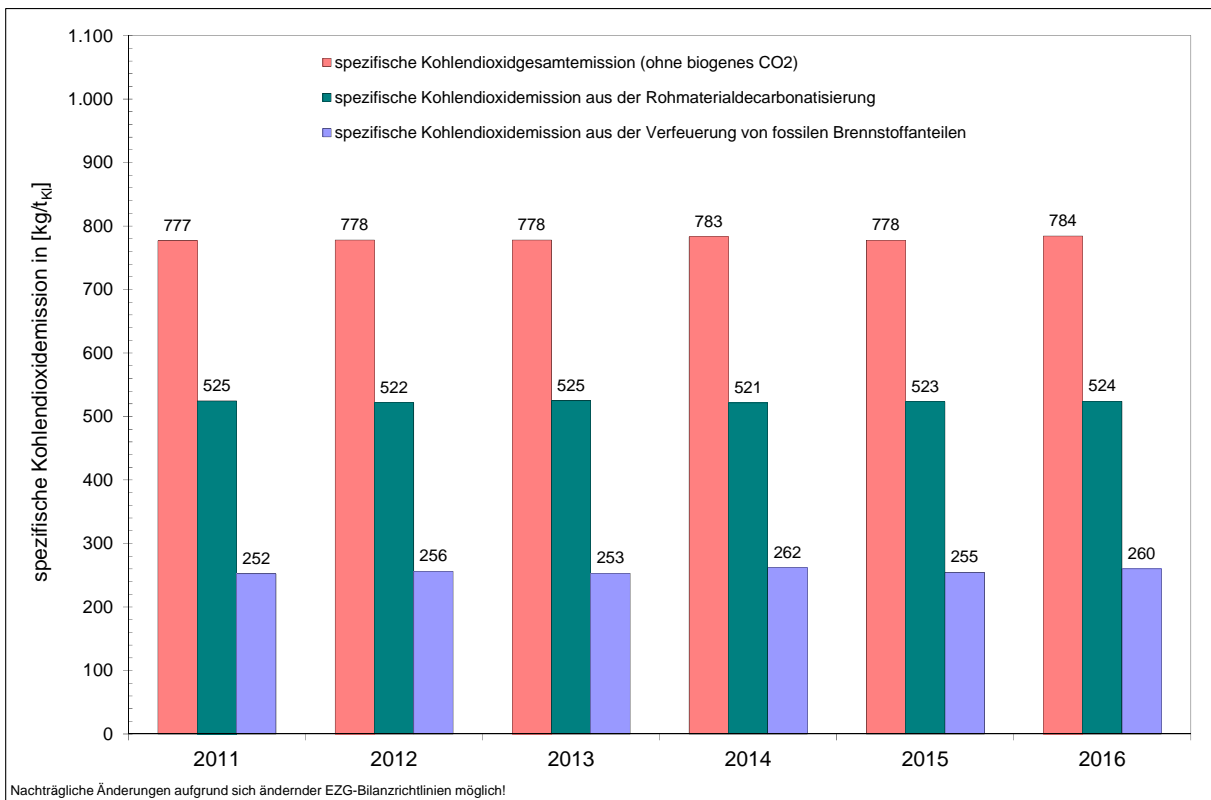


Abbildung 3-24: auf die Tonne Klinker bezogene, spezifische CO<sub>2</sub>-Emissionen (ohne biogene CO<sub>2</sub>-Emissionen) aus Anlagen der österreichischen Zementindustrie im Beobachtungszeitraum 2011 bis 2016 (nach EZG)

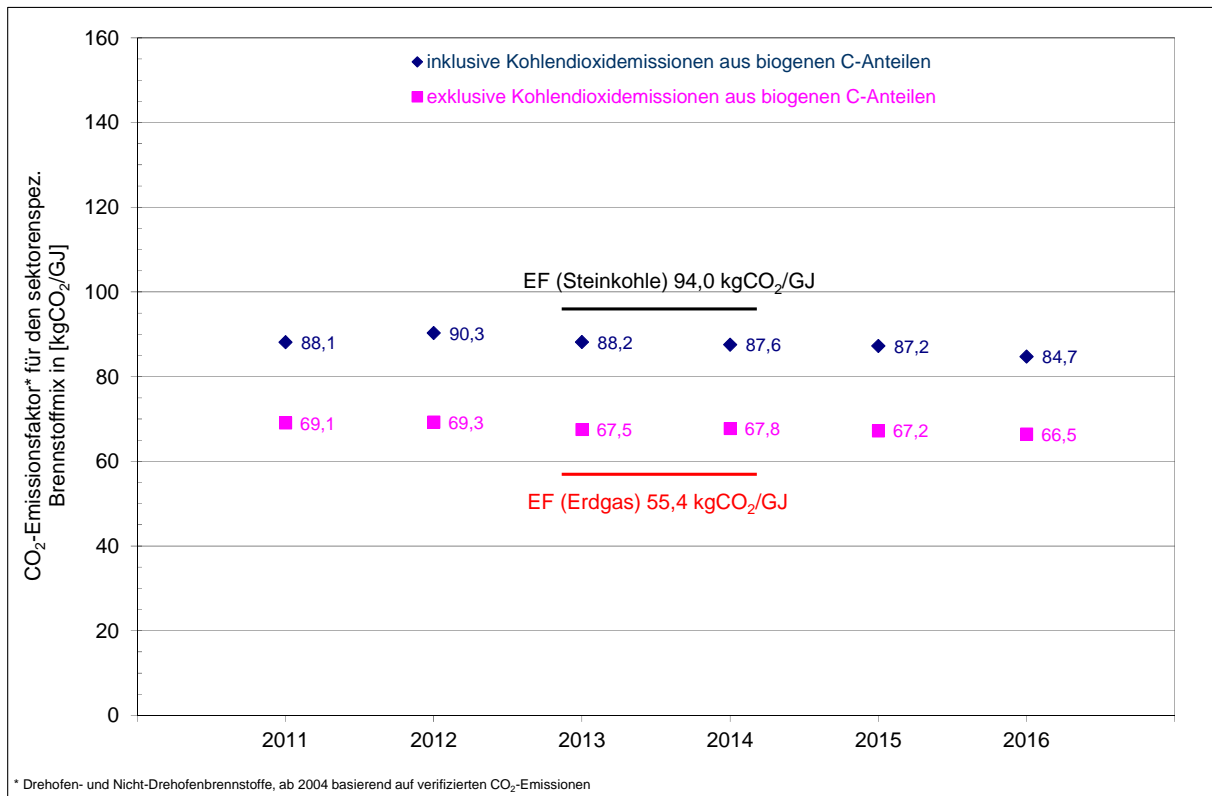


Abbildung 3-25: auf GJ Brennstoffwärmemenge bezogene, relative CO<sub>2</sub>-Emissionen (Emissionsfaktor EF) aus Anlagen der österreichischen Zementindustrie im Beobachtungszeitraum 2011 bis 2016 (nach EZG)



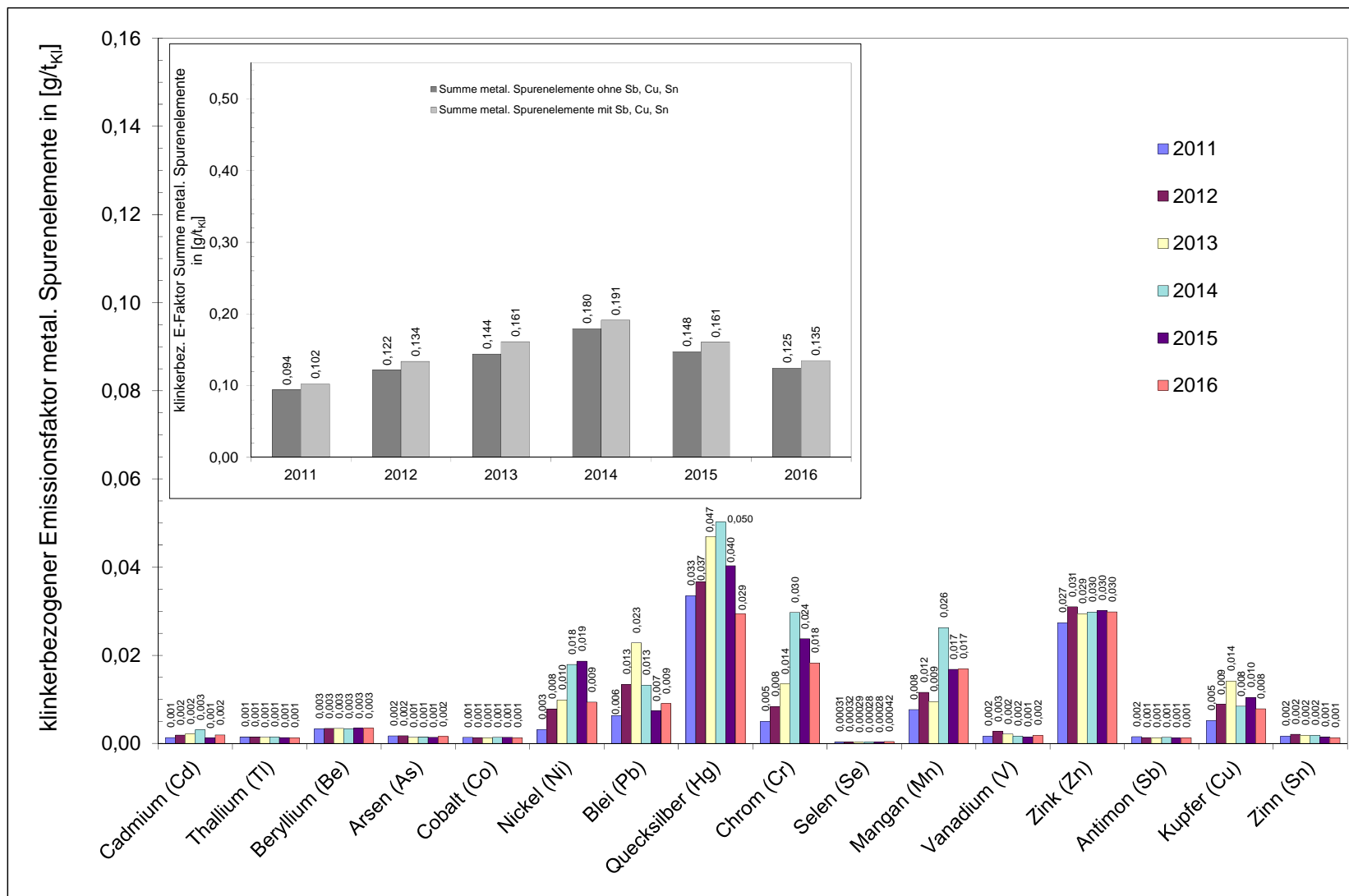


Abbildung 3-26: klinkerbezogene Emissionsfaktoren diverser metallischer Spurenelemente aus Anlagen der österreichischen Zementindustrie (ohne Mahlwerke) für den Zeitraum von 2011 bis 2016

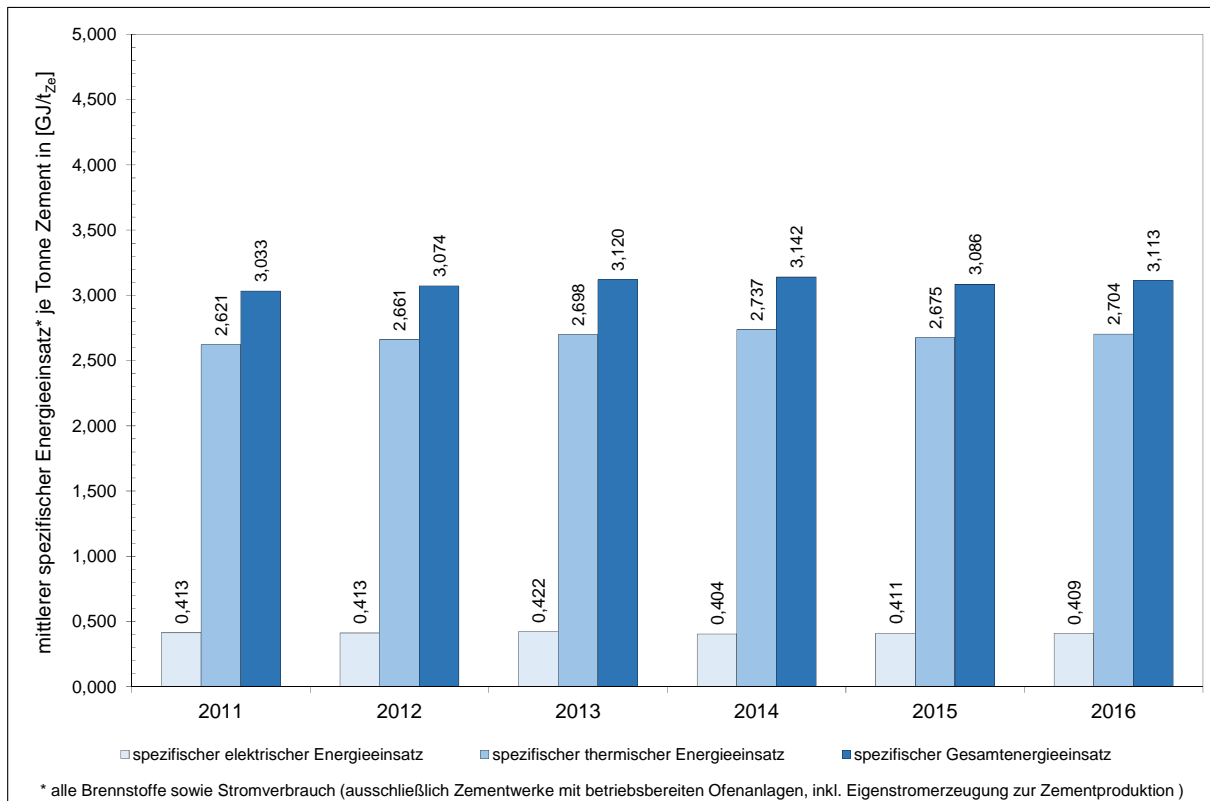


Abbildung 3-27: mittlerer spezifischer Energieeinsatz je Tonne Zement in Anlagen der österreichischen Zementindustrie (ohne Mahlwerke) im Vergleichszeitraum 2011 bis 2016

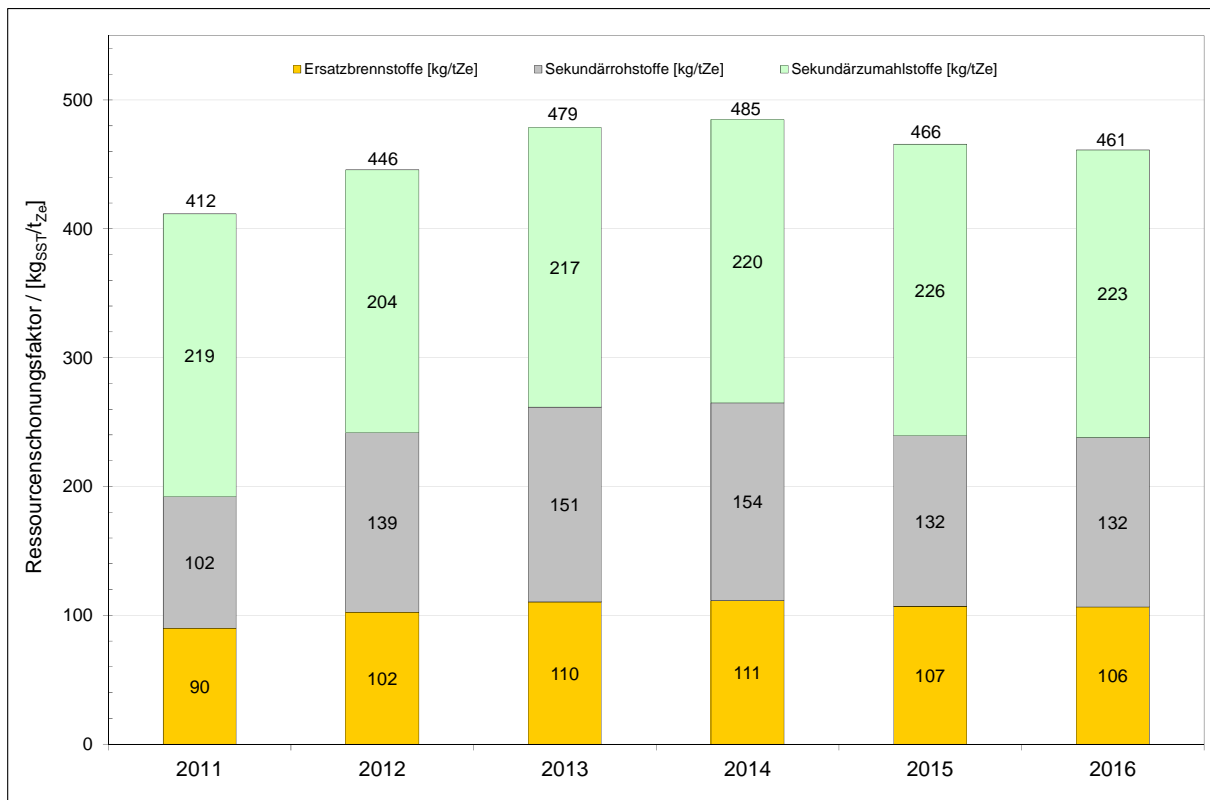


Abbildung 3-28: Ressourcenschonungsfaktor für Anlagen der österreichischen Zementindustrie im Vergleichszeitraum 2011 bis 2016

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

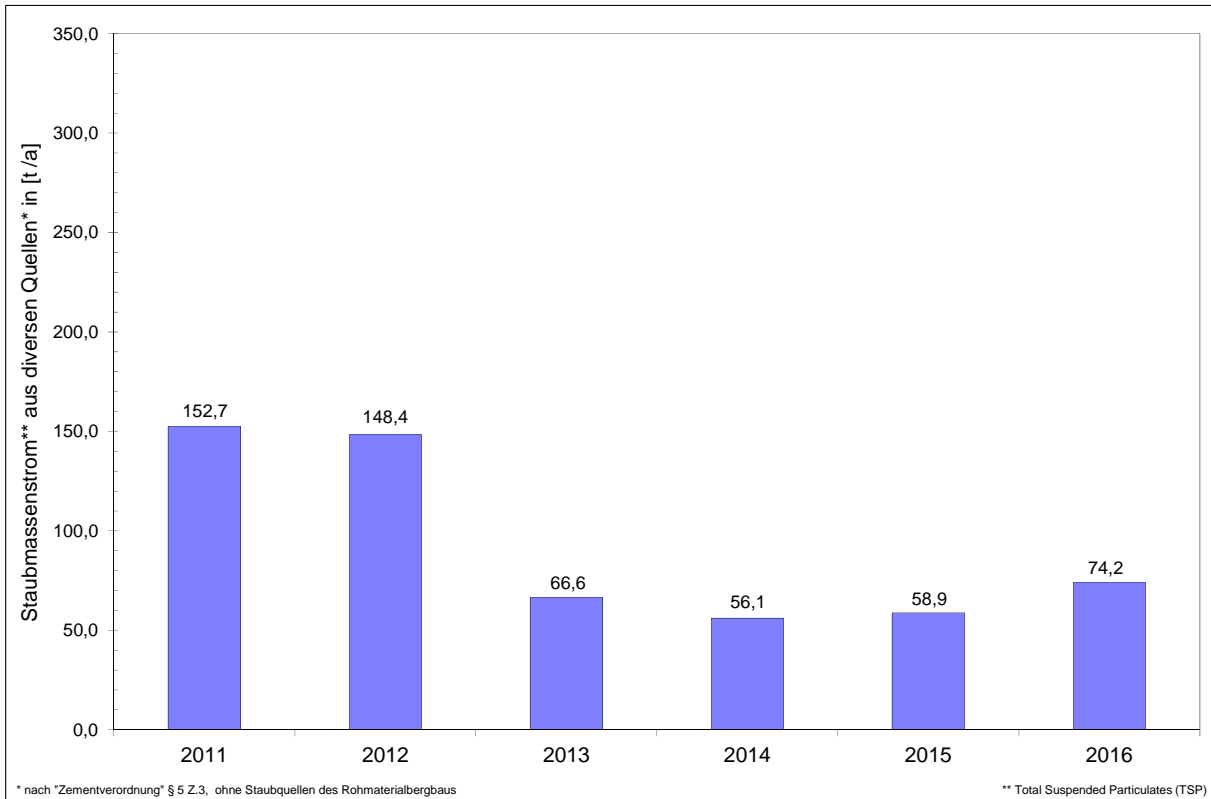


Abbildung 3-29: Staubmassenstrom (TSP) aus "sonstigen definierten Quellen" nach "Zementverordnung" § 5 Z.3 für Anlagen der österreichischen Zementindustrie (exklusive Mahlwerke) im Beobachtungszeitraum 2011 bis 2016

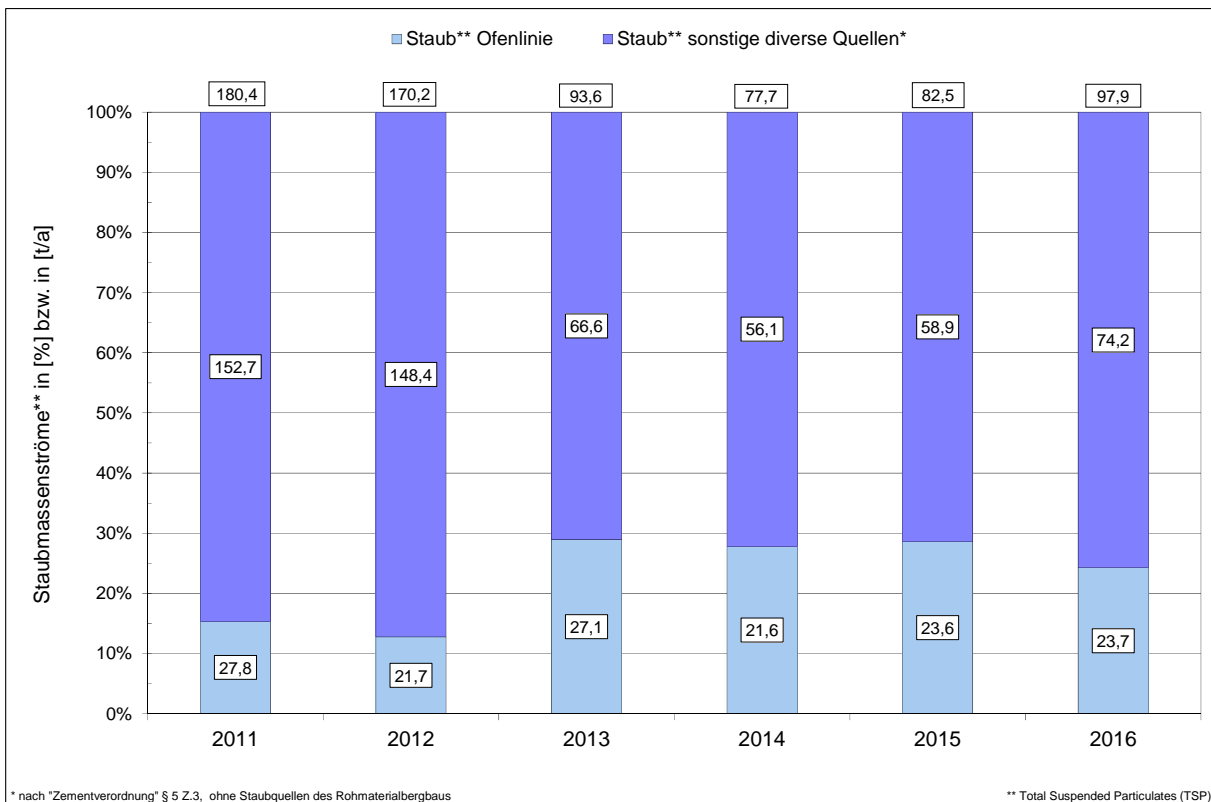


Abbildung 3-30: staubförmige Emissionen unter Berücksichtigung von Staubemissionen aus "sonstigen definierten Quellen" nach "Zementverordnung" § 5 Z.3 für Anlagen der österreichischen Zementindustrie (exklusive Mahlwerke) im Beobachtungszeitraum 2011 bis 2016

#### 4 Kurzkomentar zu den Ergebnissen

##### 4.1 Anlage- und Produktionsdaten

Kennzahl	2015		2016	
		[%]		[%]
Installierte Klinkerkapazität [t/a]	5.298.900		5.298.900	
		100,00		0,00
Rohmehleinsatz [t/a]	5.033.733		5.093.970	
		100,00		1,20
Klinkerproduktion [t/a]	3.256.561		3.299.974	
		100,00		1,33
Zementproduktion [t/a]	4.611.810		4.776.936	
		100,00		3,58
Ofenbetriebsstunden* [h <sub>OB</sub> /a]	56.412,0		56.872,0	
* alle Drehrohrofenbetriebszustände		100,00		0,82
Rohmehlfaktor [t <sub>Rm</sub> /t <sub>Kl</sub> ]	1,546		1,544	
		100,00		-0,13
Klinkerfaktor* [t <sub>Kl</sub> /t <sub>Ze</sub> ]	0,702		0,705	
*= Klinkerverbrauch/Zementproduktion		100,00		0,46
spezifischer thermischer Energieeinsatz [GJ/t <sub>Kl</sub> ]	3,788		3,914	
		100,00		3,32
spezifischer elektrischer Energieeinsatz [kWh/t <sub>Ze</sub> ]	114,079		113,695	
		100,00		-0,34
Klinkerbrandfaktor [t <sub>Kl</sub> /h <sub>OB</sub> ]	57,728		58,025	
		100,00		0,51
Abgasfaktor* [m <sup>3</sup> (Vn)/h <sub>OB</sub> ]	156.944		162.442	
* nicht auf 10 Vol.-% O <sub>2</sub> bezogen		100,00		3,50
spez. Abgasmenge* [m <sup>3</sup> (Vn)/t <sub>Kl</sub> ]	2.719		2.800	
* nicht auf 10 Vol.-% O <sub>2</sub> bezogen		100,00		2,97
Anteil Ersatzbrennstoffe am therm. Gesamtenergieeinsatz [%]	76,12		78,28	
		100,00		2,84
Ressourcenschonungsfaktor* [kg/t <sub>Ze</sub> ]	465,7		461,2	
* Ersatzstoffmenge bei der Produktion 1 t Zement		100,00		-0,96

Tabelle 4-1: Produktionsdaten für Anlagen der österreichischen Zementindustrie im Jahresvergleich 2016 mit 2015

Im Jahresvergleich 2016 mit 2015 blieb die installierte Klinkerkapazität in Anlagen der österreichischen Zementindustrie mit ca. 5,2989 Millionen Jahrestonnen unverändert (Tabelle 4-1).

Die Klinkerproduktionsmenge erhöhte sich im Jahre 2016 gegenüber dem Vorjahr um ca. 1,3 % auf ca. 3,30 Millionen Jahrestonnen.

Im selben Zeitraum erhöhte sich die Zementproduktionsmenge von ca. 4,61 Millionen Jahrestonnen um ca. 3,6 % auf ca. 4,78 Millionen Jahrestonnen.

Der Klinkerfaktor erhöhte sich um ca. 0,5 % von 0,702 auf 0,705 t<sub>Kl</sub>/t<sub>Ze</sub>.

Die Anzahl an Ofenbetriebsstunden erhöhte sich um ca. 0,8 % auf 56.872 Stunden.

Der Klinkerbrandfaktor verbesserte sich von ca. 57,7 t<sub>Kl</sub>/h<sub>OB</sub> um ca. 0,5 % auf ca. 58,0 t<sub>Kl</sub>/h<sub>OB</sub>.

Für die Produktion einer Tonne Klinker wurde im Jahr 2016 mit ca. 3,91 GJ um ca. 3,3 % mehr thermische Energie (Brennstoffwärmeverbrauch) eingesetzt als im Jahr 2015.

Im Jahr 2016 betrug der elektrische Energiebedarf für die Produktion einer Tonne Zement ca. 113,7 kWh und war somit um ca. 0,3 % geringer als im Jahr zuvor.

Die auf die Tonne produzierten Klinker bezogene spezifische Abgasmenge erhöhte sich 2016 um ca. 3,0 % auf ca. 2.800 m<sup>3</sup>(Vn).

Der Anteil an Brennstoffwärmemenge erzeugt aus Ersatzbrennstoffen am Gesamtwärmebedarf, erhöhte sich von ca. 76,12 % im Jahr 2015 auf ca. 78,28 % im Jahr 2016. Dies entspricht einem Anstieg um ca. 2,8 %.

Im Jahresvergleich 2016 mit 2015 verringerten sich die Einsatzmengen von Ersatzstoffen (i.e. Ersatzbrennstoffe, Sekundärrohstoffe, Sekundärzumahlstoffe), die für die Produktion einer Tonne Zement herangezogen wurden (Ressourcenschonungsfaktor), um ca. 1,0 % auf ca. 461,2 kg.

## 4.2 Emissionen

### 4.2.1 Schadstoffe

Emissionsfaktor	2015		2016	
	[g/t <sub>Kl</sub> ]	[%]	[g/t <sub>Kl</sub> ]	[%]
Staub (TSP aus den Ofenlinien)	7,24		7,20	
		100,00		-0,67
Stickstoffoxide (als NO <sub>2</sub> )	685,11		653,47	
		100,00		-4,62
Schwefeldioxid (SO <sub>2</sub> )	84,24		79,24	
		100,00		-5,94
Summe Spurenelemente	0,160688		0,135058	
		100,00		-15,95
chlorhaltige Verbindungen (als HCl)	4,227		6,087	
		100,00		44,02
fluorhaltige Verbindungen (als HF)	0,290		0,278	
		100,00		-4,02
org. Gesamtkohlenstoff (TOC)	71,847		60,853	
		100,00		-15,30
Kohlenmonoxid (CO)	4.208,2		3.420,5	
		100,00		-18,72
Kohlendioxid (CO <sub>2</sub> ) (inklusive klimaneutrales CO <sub>2</sub> )	853.757		855.689	
		100,00		0,23

Tabelle 4-2: Emissionsänderungen bei ausgewählten Schadstoffen aus Anlagen der österreichischen Zementindustrie im Bilanzjahr 2016 bezogen auf 2015

Im Jahresvergleich 2016 mit 2015 sanken die klinkerbezogenen spezifischen Emissionsfaktoren [g/t<sub>Kl</sub>] für Kohlenstoffmonoxid, Summe metallische Spurenelemente, organischer Gesamtkohlenstoff, Schwefeldioxid, Stickstoffoxide, fluorhaltige Verbindungen und ofengängiger Staub. Hingegen verzeichneten die klinkerbezogenen spezifischen Emissionsfaktoren [g/t<sub>Kl</sub>] für chlorhaltige Verbindungen und Kohlenstoffdioxid Zuwächse. (Tabelle 4-2).

### 4.2.2 Metallische Spurenelemente

Es konnten im Jahresvergleich 2016 mit 2015 bei neun metallischen Spurenelementen (Ni, Hg, Cu, Cr, Sn, Co, Zn, Tl und Be) Rückgänge bei den klinkerbezogenen Emissionsfaktoren [g/t<sub>Kl</sub>] verzeichnet werden. Bei sieben metallischen Spurenelementen (Cd, Se, V, Pb, As, Sb und Mn) zeigten sich höhere Werte (Tabelle 4-3).

Insgesamt verringerte sich der klinkerbezogene Emissionsfaktor [g/t<sub>Kl</sub>] für Summe metallische Spurenelemente (Cd, Tl, Be, As, Co, Ni, Pb, Hg, Cr, Se, Mn, V, Zn, Sb, Cu, Sn) um ca. 16 % auf ca. 0,1351 g/t<sub>Kl</sub> (Tabelle 4-3).

Der klinkerbezogene Emissionsfaktor [g/t<sub>Kl</sub>] für die Summe der ausgewählten metallischen Spurenelemente Sb, As, Pb, Cr, Co, Cu, Mn, Ni, V und Sn verringerte sich um ca. 18,2 % auf ca. 0,0687 g/t<sub>Kl</sub> (Tabelle 4-3).

Der klinkerbezogene Emissionsfaktor [g/t<sub>kl</sub>] für die Summe der beiden metallischen Spurenelemente Cd und Tl erhöhte sich um ca. 26,0 % auf ca. 0,0032 g/t<sub>kl</sub> (Tabelle 4-3).

Spurenelement	2014 Emissionsfaktor [g/t <sub>kl</sub> ]	2015 Emissionsfaktor [g/t <sub>kl</sub> ]	2016 Emissionsfaktor [g/t <sub>kl</sub> ]	2016/2015 Änderung [%]	2016/2014 Änderung [%]
Cadmium (Cd)	0,003082	0,001242	0,001920	54,68	-37,68
Thallium (Tl)	0,001461	0,001326	0,001314	-0,88	-10,04
Beryllium (Be)	0,003304	0,003469	0,003447	-0,64	4,34
Arsen (As)	0,001416	0,001380	0,001571	13,88	10,97
Cobalt (Co)	0,001370	0,001363	0,001277	-6,35	-6,82
Nickel (Ni)	0,017925	0,018658	0,009359	-49,84	-47,79
Blei (Pb)	0,013177	0,007368	0,009046	22,77	-31,36
Quecksilber (Hg)	0,050226	0,040313	0,029444	-26,96	-41,38
Chrom (Cr)	0,029708	0,023735	0,018219	-23,24	-38,67
Selen (Se)	0,000283	0,000285	0,000424	49,03	49,84
Mangan (Mn)	0,026260	0,016805	0,016886	0,48	-35,70
Vanadium (V)	0,001625	0,001473	0,001845	25,23	13,57
Zink (Zn)	0,029809	0,030156	0,029841	-1,04	0,11
Antimon (Sb)	0,001370	0,001256	0,001303	3,77	-4,90
Kupfer (Cu)	0,008448	0,010430	0,007873	-24,51	-6,80
Zinn (Sn)	0,001836	0,001430	0,001288	-9,93	-29,86
<i>Summe o.g. Spurenelemente</i>	<i>0,191299</i>	<i>0,160688</i>	<i>0,135058</i>	<i>-15,95</i>	<i>-29,40</i>
$\Sigma$ (Sb, As, Pb, Cr, Co, Cu, Mn, Ni, V, Sn)	0,103135	0,083898	0,068667	-18,16	-33,42
$\Sigma$ (Cd, Tl)	0,004542	0,002567	0,003234	25,99	-28,79

Tabelle 4-3: Emissionsfaktoren für metallische Spurenelemente und ihre prozentuelle Änderung in 2016 bezogen auf 2015

#### 4.2.3 Emissionskonzentrationen ausgewählter Schadstoffe

Im Jahresvergleich 2016 mit 2015 verbesserten sich die auf 10,0 Vol.-% O<sub>2</sub> bezogenen - als Jahresmittelwerte ausgewiesenen - Emissionskonzentrationen für organischen Gesamtkohlenstoff, Schwefeldioxid, Stickstoffoxide und für ofengängigen Staub. Während sich i.g. Kennwert für Summe aller erfaßten metallischen Spurenelemente verbesserte, verschlechterte sich der Summenemissionskonzentrationswert für Cd und Tl (Tabelle 4-4).

Emissionskonzentration (Jahresmittelwert, 10,0 Vol.-% O <sub>2</sub> )	2015		2016	
	[mg/m <sup>3</sup> (Vn)tr.]	[%]	[mg/m <sup>3</sup> (Vn)tr.]	[%]
Staub (TSP aus den Ofenlinien)	3,19	100,00	3,09	-3,11
Stickstoffoxide (als NO <sub>2</sub> )	301,7	100,00	280,7	-6,96
Schwefeldioxid (SO <sub>2</sub> )	37,1	100,00	34,0	-8,24
org. Gesamtkohlenstoff (TOC)	31,6	100,00	26,1	-17,38
$\Sigma$ (Cd, Tl, Be, As, Co, Ni, Pb, Hg, Cr, Se, Mn, V, Zn, Sb, Cu, Sn)	0,070762	100,00	0,058015	-18,01
$\Sigma$ (Sb, As, Pb, Cr, Co, Cu, Mn, Ni, V, Sn)	0,036946	100,00	0,029496	-20,16
$\Sigma$ (Cd, Tl)	0,001131	100,00	0,001389	22,89

Tabelle 4-4: Emissionskonzentrationen ausgewählter Luftschadstoffe aus Anlagen der österreichischen Zementindustrie und ihre prozentuelle Änderung in 2016 bezogen auf 2015 (Jahresmittelwerte, 10,0 Vol.-% O<sub>2</sub>)

**5 Tabellenverzeichnis**

1.)	Tabelle 2-1: erfaßte Schadstoffe .....	3
2.)	Tabelle 3-1: Gesamtübersichtstabelle - Emissionen und Produktionsmittel der österreichischen Zementindustrie (ohne Mahlwerke) im Vergleichszeitraum 2011 bis 2016.....	6
3.)	Tabelle 4-1: Produktionsdaten für Anlagen der österreichischen Zementindustrie im Jahresvergleich 2016 mit 2015.....	25
4.)	Tabelle 4-2: Emissionsänderungen bei ausgewählten Schadstoffen aus Anlagen der österreichischen Zementindustrie im Bilanzjahr 2016 bezogen auf 2015 .....	26
5.)	Tabelle 4-3: Emissionsfaktoren für metallische Spurenelemente und ihre prozentuelle Änderung in 2016 bezogen auf 2015.....	27
6.)	Tabelle 4-4: Emissionskonzentrationen ausgewählter Luftschadstoffe aus Anlagen der österreichischen Zementindustrie und ihre prozentuelle Änderung in 2016 bezogen auf 2015 (Jahresmittelwerte, 10,0 Vol.-% O <sub>2</sub> ) .....	27

**6 Abbildungsverzeichnis**

1.)	Abbildung 2-1: Anlagenspiegel der österreichischen Zementwerke mit Ofenbetrieb (Stichtag: 31.12.2016) .....	4
2.)	Abbildung 3-1: Rohmehleinsatzmenge, Klinkerproduktionsmenge und Zementproduktionsmenge der österreichischen Zementindustrie im Beobachtungszeitraum 2011 bis 2016 (ohne Mahlwerke) .....	7
3.)	Abbildung 3-2: Klinkerfaktor und Rohmehlfaktor im Beobachtungszeitraum 2011 bis 2016.....	7
4.)	Abbildung 3-3: Entwicklung des Klinkerbrandfaktors / $[t_{kl}/h_{OB}]$ in den Anlagen der österreichischen Zementindustrie im Beobachtungszeitraum 2011 bis 2016 .....	8
5.)	Abbildung 3-4: Einsatzmengen konventioneller Brennstoffe in der österreichischen Zementindustrie im Beobachtungszeitraum 2011 bis 2016 .....	8
6.)	Abbildung 3-5: Einsatzmengen von Ersatzbrennstoffen (EBS) in Anlagen der österreichischen Zementindustrie im Beobachtungszeitraum 2011 bis 2016 .....	9
7.)	Abbildung 3-6: Entwicklung des thermischen und elektrischen Energieeinsatzes in österreichischen Zementwerken mit eigener Klinkererzeugung im Beobachtungszeitraum 2011 bis 2016 .....	9
8.)	Abbildung 3-7: Ersatzbrennstoffenergieanteil am thermischen Energieeinsatz (Substitutionsgrad) in Anlagen der österreichischen Zementindustrie für den Beobachtungszeitraum 2011 bis 2016 .....	10
9.)	Abbildung 3-8: Brennstoffwärmemengen aus der Verfeuerung von Ersatzbrennstoffen in Anlagen der österreichischen Zementindustrie (ohne Mahlwerke) im Beobachtungszeitraum 1988 bis 2016 .....	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 2011 bis 2016 .....	11
11.)	Abbildung 3-10: über den Bilanzzeitraum 2014, 2015 und 2016 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 2011 bis 2016 .....	12
13.)	Abbildung 3-12: Entwicklung des spezifischen Energieeinsatzes (exklusive elektrischer Energieeinsatz) und Darstellung des spezifischen, trockenen Gesamtabgasnormvolumens (nicht auf 10,0 Vol.-% O <sub>2</sub> bezogen) in österreichischen Zementwerken mit eigener Klinkererzeugung jeweils für den Zeitraum 2011 bis 2016.....	13
14.)	Abbildung 3-13: Einsatzmengen sekundärer Rohstoffe in Anlagen der österreichischen Zementindustrie (ohne Mahlwerke) im Zeitraum von 2011 bis 2016 .....	14
15.)	Abbildung 3-14: Spezifizierung der im Zeitraum von 2011 bis 2016 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, 2014, 2015 und 2016 (ohne Mahlwerke, seit 2012 erhoben) .....	16
17.)	Abbildung 3-16: Einsatzmengen primärer Zumahlstoffe in Anlagen der österreichischen Zementindustrie von 2011 bis 2016 (ohne Mahlwerke) .....	16
18.)	Abbildung 3-17: Einsatzmengen sekundärer Zumahlstoffe in Anlagen der österreichischen Zementindustrie von 2011 bis 2016 (ohne Mahlwerke) .....	17
19.)	Abbildung 3-18: jährliche Emissionen an Stickstoffoxiden (als NO <sub>2</sub> ), an Schwefeldioxid, an organischem Gesamtkohlenstoff, an Ammoniak und an Staub (TSP aus Ofenlinien) aus Anlagen der österreichischen Zementindustrie (ohne Mahlwerke) im Zeitraum von 2011 bis 2016 .....	17
20.)	Abbildung 3-19: zeitlicher Verlauf der jährlichen, spezifischen Emissionsmassenströme (Emissionsfaktoren) für Kohlenmonoxid, für Stickstoffoxide (als NO <sub>2</sub> ), für Schwefeldioxid, für Ammoniak und für Staub (TSP aus Ofenlinien), jeweils bezogen auf 1 t Klinker (2011 - 2016, ohne Mahlwerke).....	18
21.)	Abbildung 3-20: zeitlicher Verlauf der jährlichen, spezifischen Emissionsmassenströme (Emissionsfaktoren) für Kohlenmonoxid, für Stickstoffoxide (als NO <sub>2</sub> ), für Schwefeldioxid, für Ammoniak und für Staub (TSP aus Ofenlinien), jeweils bezogen auf 1 t Zement (2011 - 2016, 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 2011 bis 2016 (ohne Mahlwerke).....	19
23.)	Abbildung 3-22: zeitliche Entwicklung der jährlichen Emissionen an Kohlendioxid aus Anlagen der österreichischen Zementindustrie (exklusive Mahlwerke) im Beobachtungszeitraum 2011 bis 2016 (nach EZG) .....	19
24.)	Abbildung 3-23: auf die Tonne Klinker bezogene, spezifische CO <sub>2</sub> -Emissionen (mit biogenen CO <sub>2</sub> -Emissionen) aus Anlagen der österreichischen Zementindustrie im Beobachtungszeitraum 2011 bis 2016 (nach EZG) .....	20
25.)	Abbildung 3-24: auf die Tonne Klinker bezogene, spezifische CO <sub>2</sub> -Emissionen (ohne biogene CO <sub>2</sub> -Emissionen) aus Anlagen der österreichischen Zementindustrie im Beobachtungszeitraum 2011 bis 2016 (nach EZG) .....	20
26.)	Abbildung 3-25: auf GJ Brennstoffwärmemenge bezogene, relative CO <sub>2</sub> -Emissionen aus Anlagen der österreichischen Zementindustrie im Beobachtungszeitraum 2011 bis 2016 (nach EZG) .....	21
27.)	Abbildung 3-26: klinkerbezogene Emissionsfaktoren diverser metallischer Spurenelemente aus Anlagen der österreichischen Zementindustrie (ohne Mahlwerke) für den Zeitraum von 2011 bis 2016.....	22
28.)	Abbildung 3-27: mittlerer spezifischer Energieeinsatz je Tonne Zement in Anlagen der österreichischen Zementindustrie (ohne Mahlwerke) im Vergleichszeitraum 2011 bis 2016.....	23
29.)	Abbildung 3-28: Ressourcenschonungsfaktor für Anlagen der österreichischen Zementindustrie im Vergleichszeitraum 2011 bis 2016 .....	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 2011 bis 2016.....	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 2011 bis 2016 .....	24