

# Emissionen aus Anlagen der österreichischen Zementindustrie

Berichtsjahr 2017



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

Wien, im Mai 2018

# Emissionen aus Anlagen der österreichischen Zementindustrie Berichtsjahr 2017

Gerd Mausnitz

Institut für Verfahrenstechnik, Umwelttechnik und Technische Biowissenschaften

Technische Universität Wien

Wien, im Mai 2018

**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.....	15
3.5 Emissionsstatistik.....	18
4 Kurzkomentar zu den Ergebnissen.....	26
4.1 Anlage- und Produktionsdaten.....	26
4.2 Emissionen.....	27
5 Tabellenverzeichnis.....	30
6 Abbildungsverzeichnis.....	30

## **Einleitung**

Mit Hilfe von Emissionsbilanzen - sie geben Auskunft über das Maß der Luftbelastung mit Schadstoffen - können Szenarien ausgearbeitet und Aktivitäten zur Verminderung solcher Beeinträchtigungen gesetzt werden. Durch das regelmäßige Erstellen von Emissionsbilanzen ist man in der Lage, die Wirksamkeit von Schadstoffminderungsmaßnahmen zu überwachen und gegebenenfalls zu intensivieren.

Der vorliegende Bericht informiert über pyrogene und prozeßspezifische Emissionen aus Anlagen der österreichischen Zementindustrie für das Bilanzjahr 2017. Es werden die damit im ursächlichen Zusammenhang stehenden Produktions- und Betriebsdaten aufgezeigt und die Einsätze an thermischer und elektrischer Energie, die Verwertung von Ersatzbrennstoffen, die Verwendung von Altstoffen in Form der sekundären Rohstoffe und der sekundären Zumahlstoffe dokumentiert und damit der Beitrag den die österreichische Zementindustrie zur natürlichen Ressourcenschonung leistet, aufgezeigt.

Mit dem vorliegenden und von unabhängiger dritter Seite erstellten Bericht über das Bilanzjahr 2017 liegt eine Zeitreihe von regelmäßig veröffentlichten Emissionsbilanzen vor, die bis in das Jahr 1988 zurückreicht.

## **1 Problemstellung**

Der vorliegende Bericht soll alle relevanten Schadstoffe umfassen, die durch Anlagen der österreichischen Zementindustrie mit Ofenbetrieb im Jahr 2017 freigesetzt wurden.

Darüber hinaus sollen

- die Produktionsdaten,
- die Einsatzmengen an konventionellen Energieträgern,
- die Einsatzmengen an Ersatzbrennstoffen,
- der thermische und der elektrische Energieverbrauch,
- die Einsatzmengen an Primärrohstoffen,
- die Einsatzmengen an Primärzumahlstoffen,
- die Einsatzmengen an Sekundärrohstoffen,
- die Einsatzmengen an Sekundärzumahlstoffen,

zusammenfassend dargestellt werden.

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

Zu Vergleichszwecken soll die Emissionsinventur 2017 um die Bilanzjahre 2012 bis 2016 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*	klimatelevante Schadgase
Staubförmige Emissionen	Cadmium (Cd)	geogenes Kohlenstoffdioxid (CO <sub>2</sub> )
Stickstoffoxide (als NO <sub>2</sub> )	Thallium (Tl)	pyrogenes Kohlenstoffdioxid (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)	
Kohlenstoffmonoxid (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

Tabelle 2-1: erfasste Schadstoffe

### 2.2 Erfassungszeitraum

Die vorliegende Emissionsinventur wurde für das Bilanzjahr 2017 erstellt und zu Vergleichszwecken mit den entsprechenden Daten für 2012 bis 2016 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 (Betriebsstandort: Peggau),
- w&p Zement GmbH (Betriebsstandort: Wietersdorf),
- Wopfinger Baustoffindustrie GmbH (Waldegg).

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

Anlagenspiegel mit 31.12.2017																																		
Betreiber	Standort	Ofentechnik	Klinkerkühler	Zementmühlen	Abgasentstaubung	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>Mahitrocknungsanlage</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 in Reingasschaltung); Versuchsbetrieb ohne SCR- DeNOx ab 27.08.2015; mit SCR- DeNOx ab 07.12.2015.  ** ExMercury- Anlage zur Hg- Entfrachtung mit einem kohlenstoffhaltigen Adsorbens; Inbetriebnahme: Mitte 2015  *** Die RTO am w&amp;p - Betriebsstandort Wietersdorf hat im Oktober 2017 den Betrieb aufgenommen.</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	Mahitrocknungsanlage	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	Mahitrocknungsanlage	WT- DO	Drehrohrofen mit Zyklonwärmetauscher																															
RM	Rohmühle																																	

Abbildung 2-1: Anlagenspiegel der österreichischen Zementwerke mit Ofenbetrieb (Stichtag: 31.12.2017)

### **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.

Konzentrationswerte die in den Meßberichten als unterhalb der Nachweisgrenze eines Meßgerätes bzw. eines Meßverfahrens ausgewiesen wurden, sind in der vorliegenden Emissionsinventur - einem „worst case“ Szenario folgend - als mögliche und somit auch erreichbare Emissionskonzentrationswerte angenommen worden. Mit diesen Werten wurden gegebenenfalls die Frachtberechnungen durchgeführt.

Der vorliegende Bericht quantifiziert erstmals die Wärmeabgabe an externe Verbraucher durch Anlagen der österreichischen Zementindustrie.

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

## GESAMTÜBERSICHT

I Anlagendaten																			
Anlagenzahl	Österreichweit waren 2017 (2016) 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 2017 (2016) installierten Gesamtanlagenkapazität von ca. 5.298.900 t/a (ca. 5.298.900 t/a) wurden die unter II angeführten Jahresmengen produziert.																		
II Produktionsdaten		2012			2013			2014			2015			2016			2017		
Rohmehleinsatz	[t/a]	4.942.334			4.858.175			4.842.710			5.033.733			5.093.970			5.057.751		
Klinkerproduktion	[t/a]	3.206.055			3.156.286			3.143.495			3.256.561			3.299.974			3.313.459		
Zementproduktion	[t/a]	4.455.162			4.384.876			4.434.531			4.611.810			4.776.936			4.879.639		
Ofenbetriebsstunden <sup>9)</sup>	[h <sub>Op</sub> /a]	54.270,5			53.857,5			54.888,0			56.412,0			56.872,0			55.290,0		
Rohmehlfaktor	[t <sub>Rm</sub> /t <sub>Kl</sub> ]	1,542			1,539			1,541			1,546			1,544			1,526		
(korrigierter*) Klinkerfaktor	[t <sub>Kl</sub> /t <sub>z</sub> ]	0,703*	0,720		0,702*	0,720		0,698*	0,709		0,702*	0,706		0,705*	0,691		0,704*	0,679	
III Konventionelle Energieträger (KET)		2012			2013			2014			2015			2016			2017		
		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		30,00	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	30,23	20.335	614.753
B) Braunkohle		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	21,96	48.625	1.067.651
C) Heizöl L (0,2 m% S)		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	41,70	394	16.445
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)		40,80	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	39,06	2.061	80.489
F) Erdgas <sup>9)</sup> / [1000m <sup>3</sup> (Vn)/a]; Hu / [MJm <sup>3</sup> (Vn)]		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	36,23	2.720,298	98.554
J) Petrolkoks		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	30,93	18.507	572.489
G) sonstige (Heizöl EL, Anthrazit)		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	42,70	345	14.713
Summe KET			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		92.201	2.465.094
IV Ersatzbrennstoffe (EBS)		2012			2013			2014			2015			2016			2017		
		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		27,15	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	29,88	58.988	1.762.265
I) Kunststoffabfälle		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	19,50	324.780	6.333.354
K) Altöl		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	33,40	13.847	462.473
L) Lösungsmittel		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	26,69	23.761	634.164
M) landwirtschaftliche Rückstände		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	16,91	1.204	20.359
N) Papierfaserreststoff		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	4,89	36.728	179.600
O) sonstige		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	17,09	50.550	863.656
Summe EBS			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		509.857	10.255.872
V Thermischer Energieeinsatz**		2012			2013			2014			2015			2016			2017		
a) Σ Energieeinsatz KET	[GJ/h <sub>Op</sub> ]	69,0			60,7			54,3			52,2			49,3			44,6		
b) Σ Energieeinsatz EBS	[GJ/h <sub>Op</sub> ]	149,4			159,0			166,9			166,5			177,8			185,5		
Summe a) u. b)	[GJ/h <sub>Op</sub> ]	218,4			219,7			221,2			218,7			227,1			230,1		
EBS-Anteil an (III+IV)	[%]	68,41			72,36			75,45			76,12			78,28			80,62		
spez. therm. Energieeinsatz	[GJ/t <sub>Klinker</sub> ]	3,698			3,749			3,862			3,788			3,914			3,839		
VI Sekundärrohstoffe (SRS)		2012			2013			2014			2015			2016			2017		
diverse Schlacken	[t/a]	43.993			30.223			35.855			47.079			36.863			34.745		
Gießereisand	[t/a]	24.776			25.770			31.868			27.957			31.695			36.052		
Summe SRS / sonstige SRS	[t/a]	620.606	551.836		663.189	607.196		680.941	613.218		610.816	535.781		628.296	559.739		699.305	628.507	



VII Sekundärzumahlstoffe (SZS)		2012			2013			2014			2015			2016			2017		
Hochofenschlacke	[t/a]	630.513			647.120			681.832			744.590			774.461			774.505		
REA - Gips	[t/a]	48.275			51.104			52.150			45.411			48.716			48.081		
Flugasche	[t/a]	143.275			121.666			122.997			126.974			127.453			119.064		
Summe SZS / sonstige SZS	[t/a]	909.461	87.399		951.489	131.599		974.908	117.929		1.043.676	126.701		1.066.573	115.943		1.016.096	74.446	

VIII Abgasparameter		2012			2013			2014			2015			2016			2017		
Bez.-O <sub>2</sub> / O <sub>2</sub> gemessen	[Vol.-%]	10,00	11,26		10,00	11,44		10,00	11,44		10,00	11,81		10,00	11,85		10,00	11,36	
Abgasnormvolumen V <sub>(tr,Vn,bez.)</sub>	[1000m <sup>3</sup> (Vn)/a]	7.636.237			7.569.484			7.521.174			7.395.121			7.682.283			7.660.014		

IX Emissionsrelevante Daten	2012			2013			2014			2015			2016			2017		
	E-faktor	Massenstrom	E-faktor	E-faktor	Massenstrom	E-faktor	E-faktor	Massenstrom	E-faktor	E-faktor	Massenstrom	E-faktor	E-faktor	Massenstrom	E-faktor	E-faktor	Massenstrom	E-faktor
	[g/t <sub>ze</sub> ]	[t/a]	[g/t <sub>ke</sub> ]	[g/t <sub>ze</sub> ]	[t/a]	[g/t <sub>ke</sub> ]	[g/t <sub>ze</sub> ]	[t/a]	[g/t <sub>ke</sub> ]	[g/t <sub>ze</sub> ]	[t/a]	[g/t <sub>ke</sub> ]	[g/t <sub>ze</sub> ]	[t/a]	[g/t <sub>ke</sub> ]	[g/t <sub>ze</sub> ]	[t/a]	[g/t <sub>ke</sub> ]
1 Staub (TSP) <sup>(1) (3)</sup>	4,88	21,739	6,78	6,18	27,087	8,58	4,88	21,643	6,88	5,12	23,592	7,24	4,97	23,747	7,20	5,57	27,172	8,20
2 Stickstoffoxide (als NO <sub>2</sub> )	582,67	2.595,899	809,69	600,68	2.633,924	834,50	550,30	2.440,341	776,31	483,78	2.231,087	685,11	451,42	2.156,426	653,47	430,82	2.102,258	634,46
3 Schwefeldioxid (SO <sub>2</sub> )	41,62	185,412	57,83	55,23	242,158	76,72	71,80	318,389	101,28	59,49	274,342	84,24	54,74	261,498	79,24	59,89	292,225	88,19
4 Cadmium (Cd)	0,001354	0,006030	0,001881	0,001550	0,006795	0,002153	0,002184	0,009687	0,003082	0,000877	0,004043	0,001242	0,001327	0,006337	0,001920	0,001294	0,006313	0,001905
5 Thallium (Tl)	0,001043	0,004647	0,001449	0,001013	0,004442	0,001407	0,001035	0,004592	0,001461	0,000936	0,004317	0,001326	0,000908	0,004336	0,001314	0,001279	0,006241	0,001884
6 Beryllium (Be)	0,002443	0,010882	0,003394	0,002457	0,010771	0,003413	0,002342	0,010385	0,003304	0,002450	0,011298	0,003469	0,002381	0,011375	0,003447	0,002450	0,011955	0,003608
Summe 4-6	0,004839	0,021559	0,006725	0,005019	0,022008	0,006973	0,005562	0,024663	0,007846	0,004263	0,019658	0,006037	0,004616	0,022048	0,006681	0,005023	0,024510	0,007397
7 Arsen (As)	0,001250	0,005567	0,001736	0,001005	0,004409	0,001397	0,001004	0,004450	0,001416	0,000974	0,004493	0,001380	0,001085	0,005185	0,001571	0,001619	0,007901	0,002385
8 Cobalt (Co)	0,000952	0,004241	0,001323	0,000937	0,004110	0,001302	0,000971	0,004308	0,001370	0,000963	0,004440	0,001363	0,000882	0,004213	0,001277	0,001336	0,006520	0,001968
9 Nickel (Ni)	0,005636	0,025109	0,007832	0,007084	0,031062	0,009841	0,012707	0,056348	0,017925	0,013175	0,060760	0,018658	0,006465	0,030884	0,009359	0,009481	0,046265	0,013963
10 Blei (Pb)	0,009635	0,042928	0,013390	0,016440	0,072089	0,022840	0,009341	0,041423	0,013177	0,005203	0,023995	0,007368	0,006249	0,029850	0,009046	0,006666	0,032529	0,009817
Summe 7-10	0,017473	0,077844	0,024280	0,025467	0,111670	0,035380	0,024023	0,106529	0,033889	0,020315	0,093687	0,028769	0,014681	0,070132	0,021252	0,019103	0,093215	0,028132
11 Quecksilber (Hg)	0,026367	0,117469	0,036640	0,033791	0,148171	0,046945	0,035604	0,157886	0,050226	0,028466	0,131281	0,040313	0,020341	0,097165	0,029444	0,026960	0,131555	0,039703
12 Chrom (Cr)	0,006005	0,026752	0,008344	0,009736	0,042693	0,013526	0,021059	0,093387	0,029708	0,016760	0,077295	0,023735	0,012586	0,060122	0,018219	0,018013	0,087896	0,026527
13 Selen (Se)	0,000228	0,001017	0,000317	0,000206	0,000902	0,000286	0,000201	0,000890	0,000283	0,000201	0,000927	0,000285	0,000293	0,001399	0,000424	0,000296	0,001447	0,000437
14 Mangan (Mn)	0,008321	0,037069	0,011562	0,006785	0,029749	0,009425	0,018615	0,082548	0,026260	0,011867	0,054728	0,016805	0,011665	0,055723	0,016886	0,011791	0,057538	0,017365
15 Vanadium (V)	0,001946	0,008668	0,002704	0,001529	0,006703	0,002124	0,001152	0,005107	0,001625	0,001040	0,004798	0,001473	0,001275	0,006088	0,001845	0,001513	0,007382	0,002228
16 Zink (Zn)	0,022312	0,099406	0,031006	0,021156	0,092769	0,029392	0,021130	0,093704	0,029809	0,021294	0,098205	0,030156	0,020615	0,098476	0,029841	0,023195	0,113181	0,034158
Summe 11-16	0,065178	0,290380	0,090573	0,073203	0,320987	0,101698	0,097760	0,433520	0,137910	0,079629	0,367233	0,112767	0,066774	0,318974	0,096660	0,081768	0,398998	0,120417
17 Antimon (Sb)	0,000974	0,004341	0,001354	0,000937	0,004110	0,001302	0,000971	0,004308	0,001370	0,000887	0,004089	0,001256	0,000900	0,004300	0,001303	0,001235	0,006027	0,001819
18 Kupfer (Cu)	0,006372	0,028388	0,008854	0,010182	0,044645	0,014145	0,005988	0,026556	0,008448	0,007365	0,033967	0,010430	0,005439	0,025982	0,007873	0,008762	0,042756	0,012904
19 Zinn (Sn)	0,001493	0,006650	0,002074	0,001321	0,005792	0,001835	0,001302	0,005772	0,001836	0,001010	0,004656	0,001430	0,000890	0,004250	0,001288	0,001283	0,006262	0,001890
Summe 17-19	0,008839	0,039379	0,012283	0,012440	0,054547	0,017282	0,008261	0,036635	0,011654	0,009262	0,042712	0,013116	0,007229	0,034532	0,010464	0,011281	0,055045	0,016613
Summe Spurenelemente (4-16)	0,087490	0,389784	0,121577	0,103689	0,454665	0,144051	0,127344	0,564713	0,179645	0,104206	0,480579	0,147572	0,086071	0,411155	0,124593	0,105894	0,516723	0,155947
Summe Spurenelemente (4-16 und 17-19)	0,096329	0,429163	0,133860	0,116129	0,509212	0,161333	0,135606	0,601348	0,191299	0,113468	0,523291	0,160688	0,093300	0,445687	0,135058	0,117174	0,571768	0,172559
20 chlorhaltige Verbindungen (als HCl)	2,846	12,680	3,955	2,928	12,841	4,068	4,049	17,955	5,712	2,985	13,765	4,227	4,205	20,088	6,087	4,491	21,914	6,614
21 fluorhaltige Verbindungen (als HF)	0,164	0,729	0,227	0,180	0,791	0,250	0,179	0,792	0,252	0,205	0,944	0,290	0,192	0,918	0,278	0,192	0,938	0,283
22 organischer Gesamtkohlenstoff (TOC)	52,962	235,955	73,597	61,318	268,870	85,185	50,738	225,001	71,577	50,733	233,973	71,847	42,038	200,814	60,853	42,179	205,817	62,115
23 Kohlenstoffmonoxid (CO)	3.672,3	16.360,48	5.103,0	3.734,3	16.374,28	5.187,8	3.727,3	16.528,78	5.258,1	2.971,5	13.704,21	4.208,2	2.362,9	11.287,48	3.420,5	1.577,0	7.695,02	2.322,4
24 Ammoniak (NH <sub>3</sub> )	19,205	85,562	26,688	14,458	63,399	20,086	20,916	92,754	29,507	24,822	114,474	35,152	13,494	64,462	19,534	17,198	83,919	25,327
25 Kohlenstoffdioxid (CO <sub>2</sub> ) <sup>(2)</sup>	615.725	2.743.153	855.616	615.678	2.699.674	855.333	609.335	2.702.117	859.590	602.868	2.780.312	853.757	591.122	2.823.753	855.689	572.952	2.795.801	843.771

<sup>(1)</sup> ohne Staubemissionen aus "sonstigen definierten Quellen" (Zementverordnung §5 Z.3)      \*= Klinkerverbrauch/Zementproduktion      \*\* alle Einsatzbereiche

<sup>a)</sup> alle Betriebszustände

<sup>b)</sup> ρ<sub>(EG)</sub>=0,7112kg/m<sup>3</sup>

<sup>(2)</sup> nach EZG verifizierte CO<sub>2</sub>-Gesamtemission (inkl. "klimaneutrales" CO<sub>2</sub>); <sup>(3)</sup> Total Suspended Particulates (TSP) aus den Ofenlinien

3.1 Produktionsstatistik

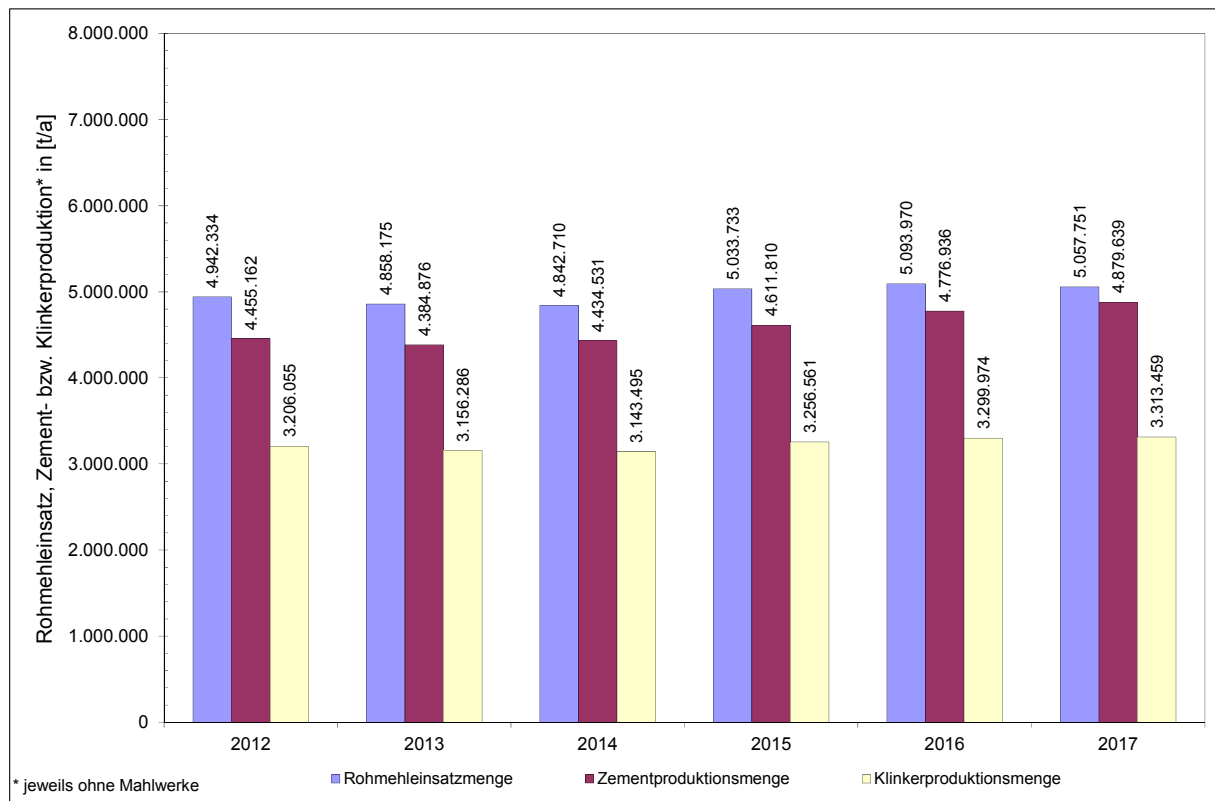


Abbildung 3-1: Rohmehleinsatzmenge, Klinkerproduktionsmenge und Zementproduktionsmenge der österreichischen Zementindustrie im Beobachtungszeitraum 2012 bis 2017 (ohne Mahlwerke)

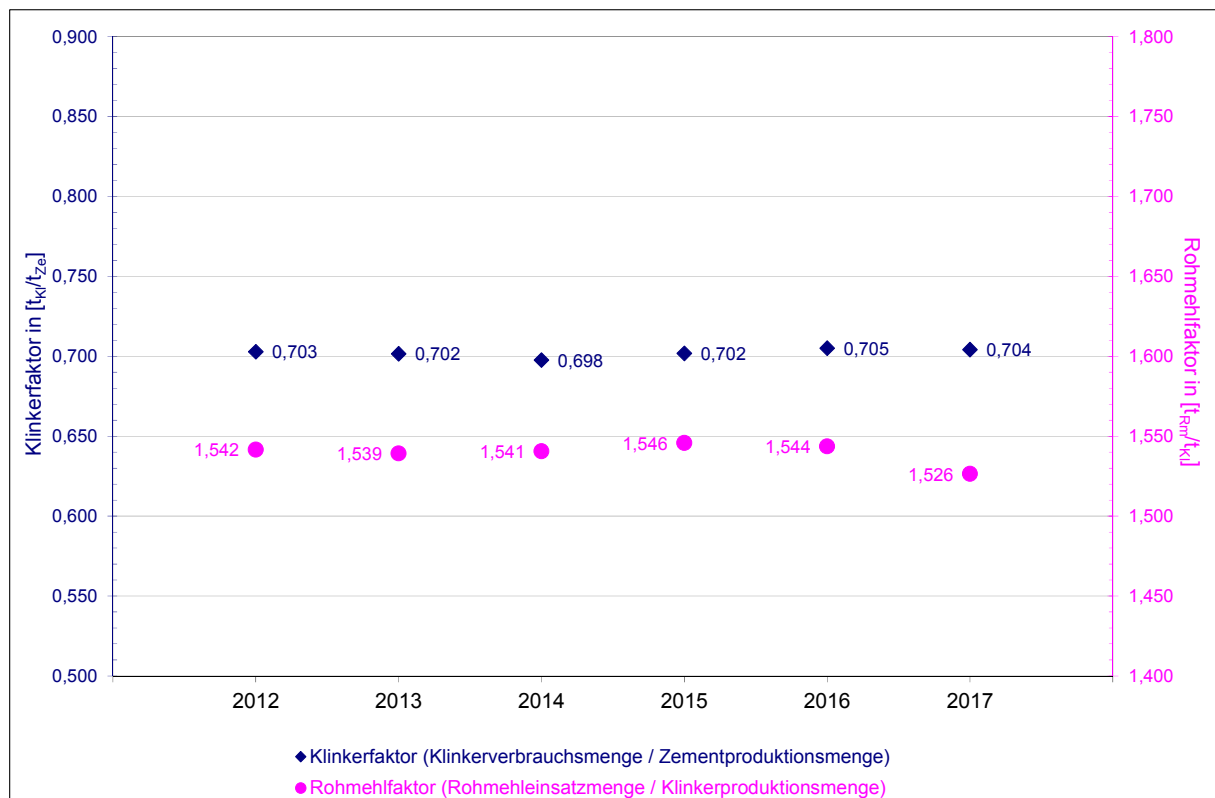


Abbildung 3-2: Klinkerfaktor und Rohmehlfaktor im Beobachtungszeitraum 2012 bis 2017

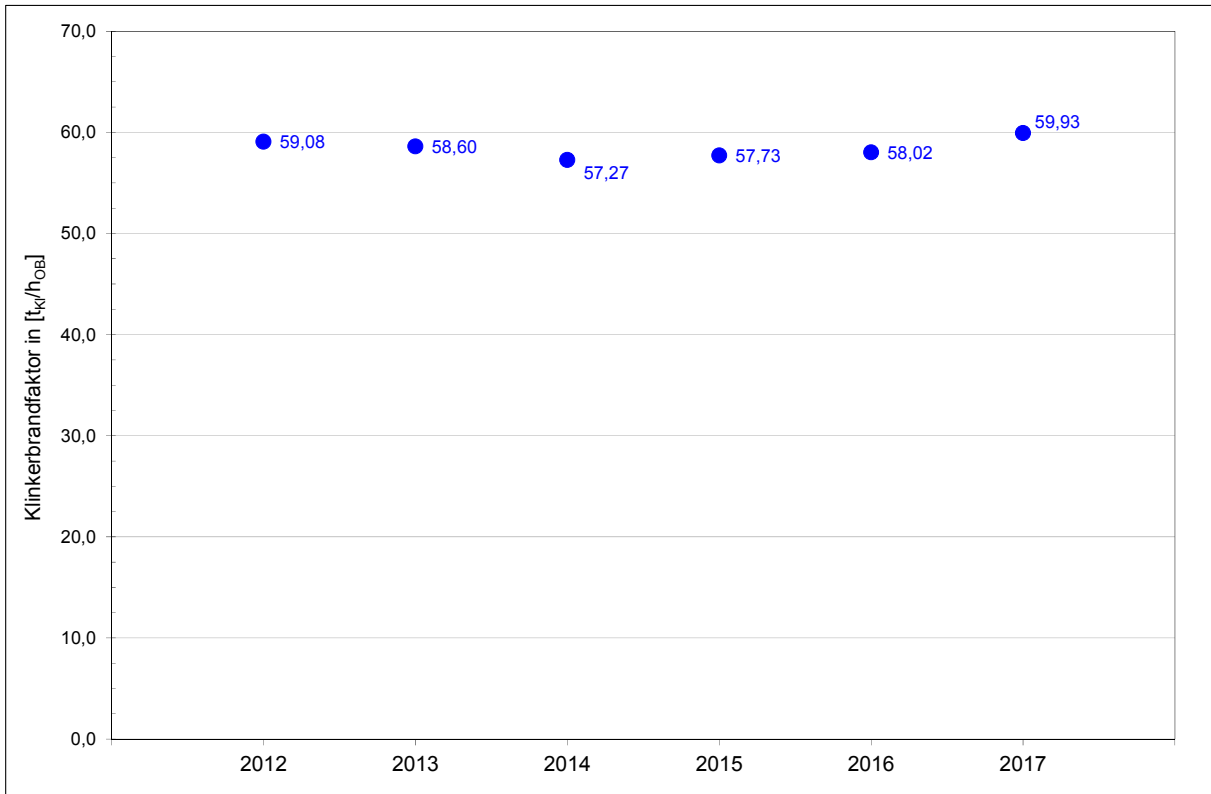


Abbildung 3-3: Entwicklung des Klinkerbrandfaktors / [t<sub>kl</sub>/h<sub>OB</sub>] in den Anlagen der österreichischen Zementindustrie im Beobachtungszeitraum 2012 bis 2017

### 3.2 Brennstoffstatistik

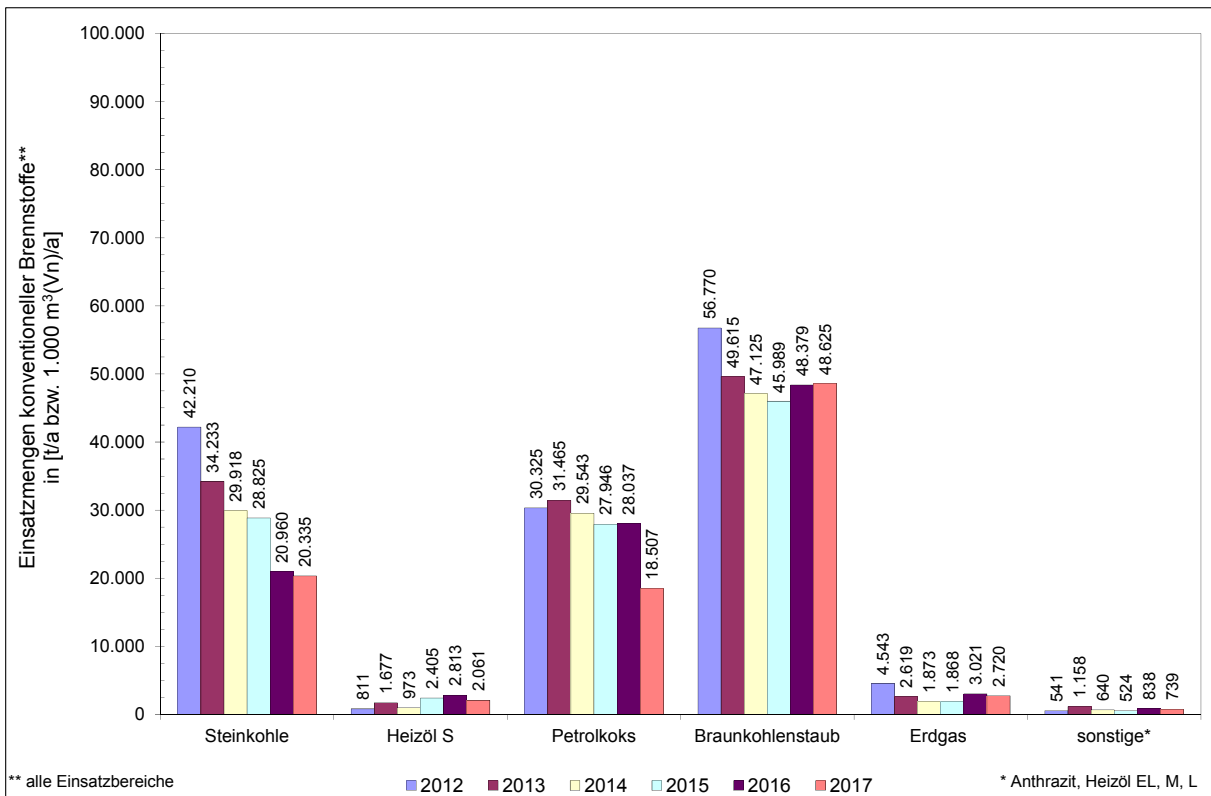


Abbildung 3-4: Einsatzmengen konventioneller Brennstoffe in der österreichischen Zementindustrie im Beobachtungszeitraum 2012 bis 2017

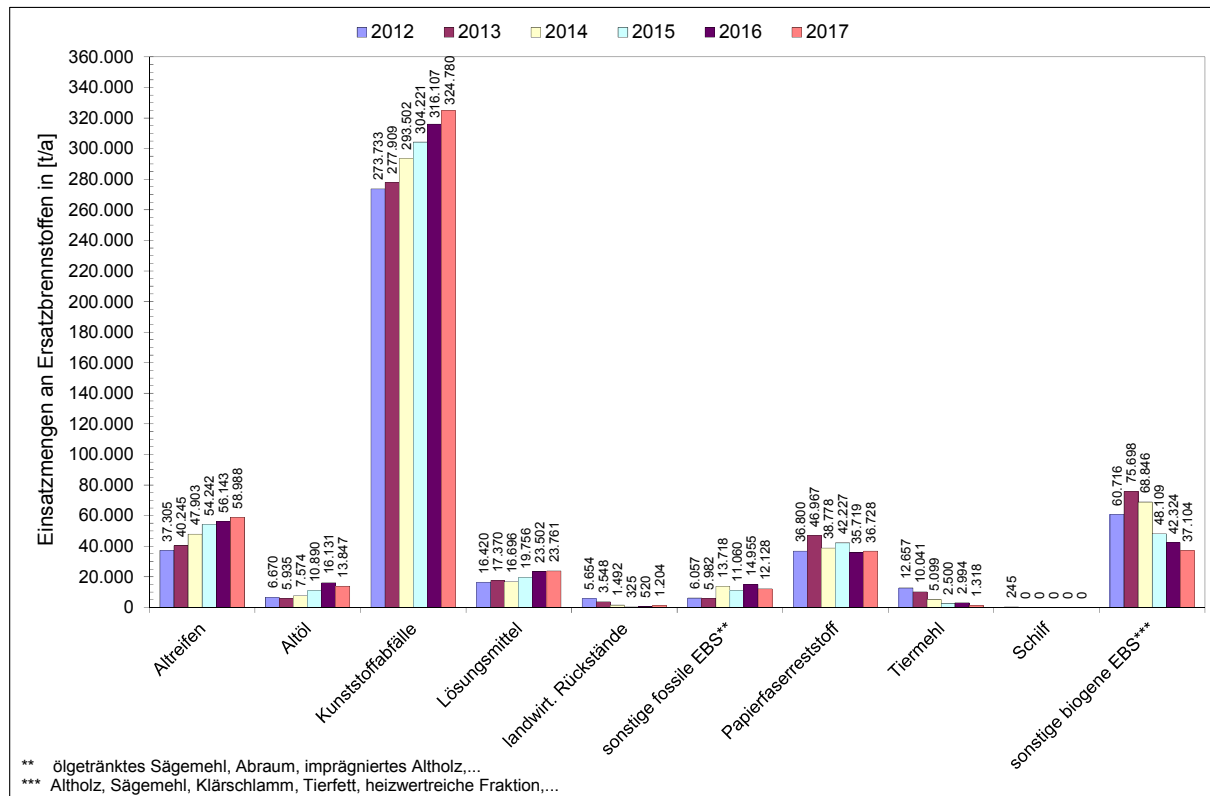


Abbildung 3-5: Einsatzmengen von Ersatzbrennstoffen (EBS) in Anlagen der österreichischen Zementindustrie im Beobachtungszeitraum 2012 bis 2017

### 3.3 Energiestatistik

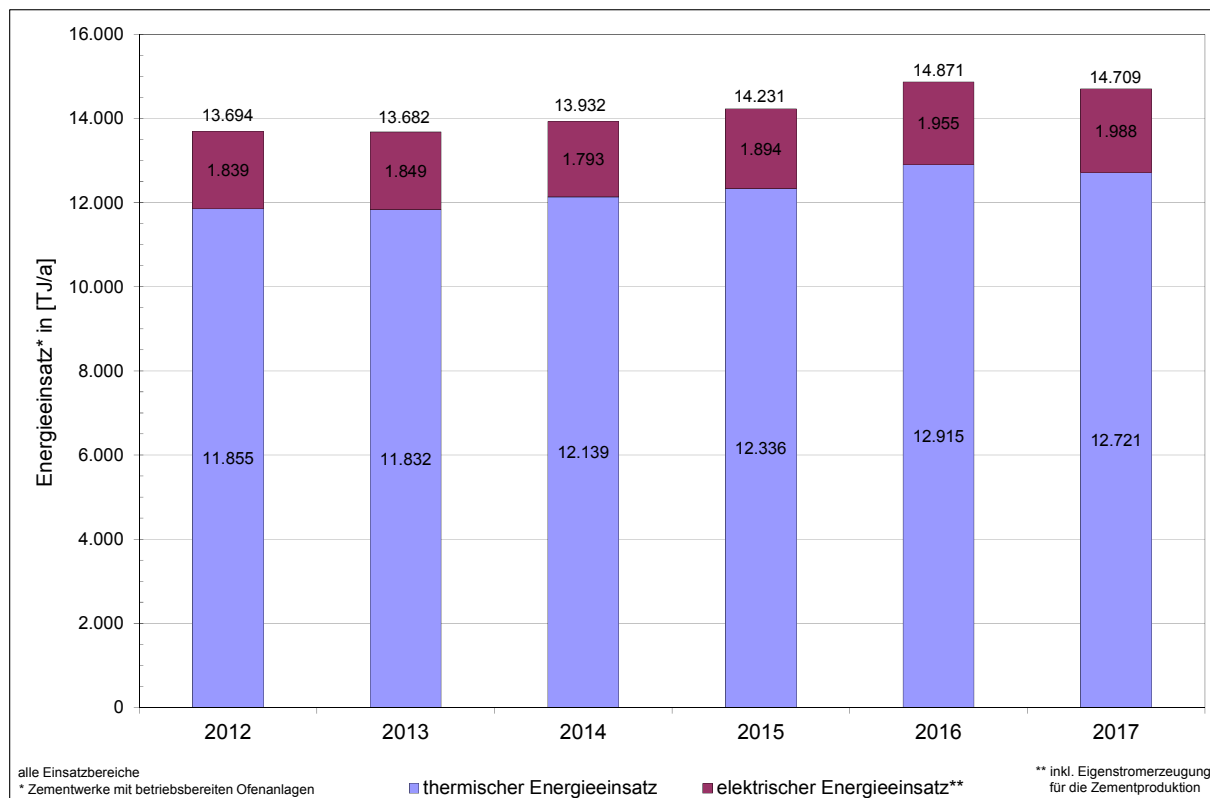


Abbildung 3-6: Entwicklung des thermischen und elektrischen Energieeinsatzes in österreichischen Zementwerken mit eigener Klinkererzeugung im Beobachtungszeitraum 2012 bis 2017

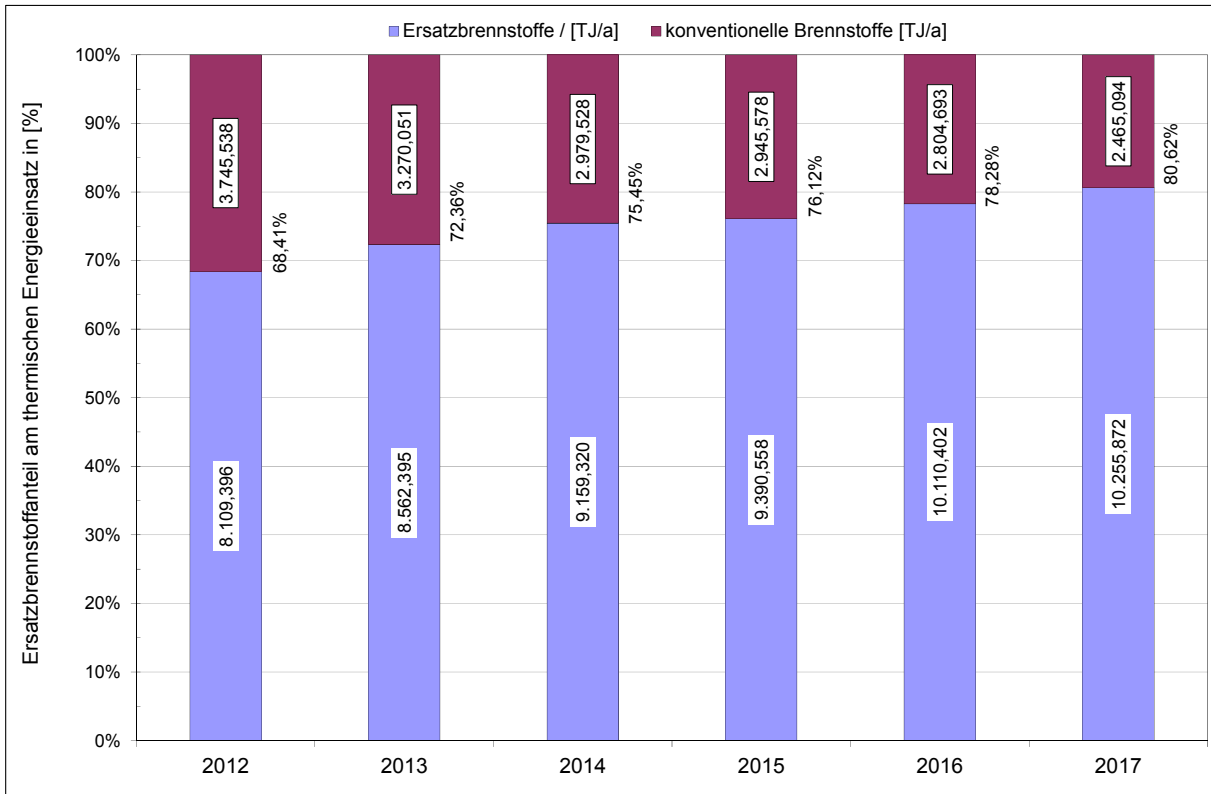


Abbildung 3-7: Ersatzbrennstoffenergieanteil am thermischen Energieeinsatz (Substitutionsgrad) in Anlagen der österreichischen Zementindustrie für den Beobachtungszeitraum 2012 bis 2017

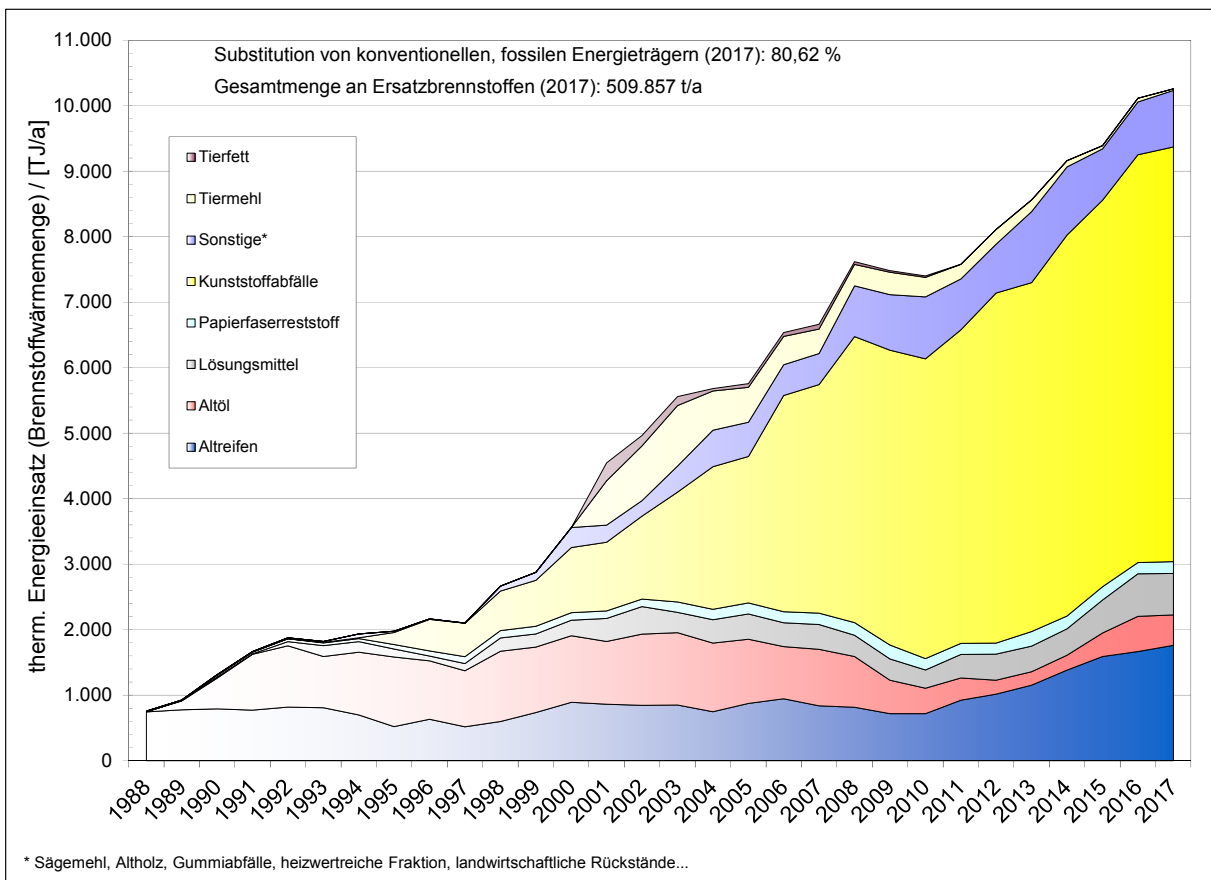


Abbildung 3-8: Brennstoffwärmemengen aus der Verfeuerung von Ersatzbrennstoffen in Anlagen der österreichischen Zementindustrie (ohne Mahlwerke) im Beobachtungszeitraum 1988 bis 2017

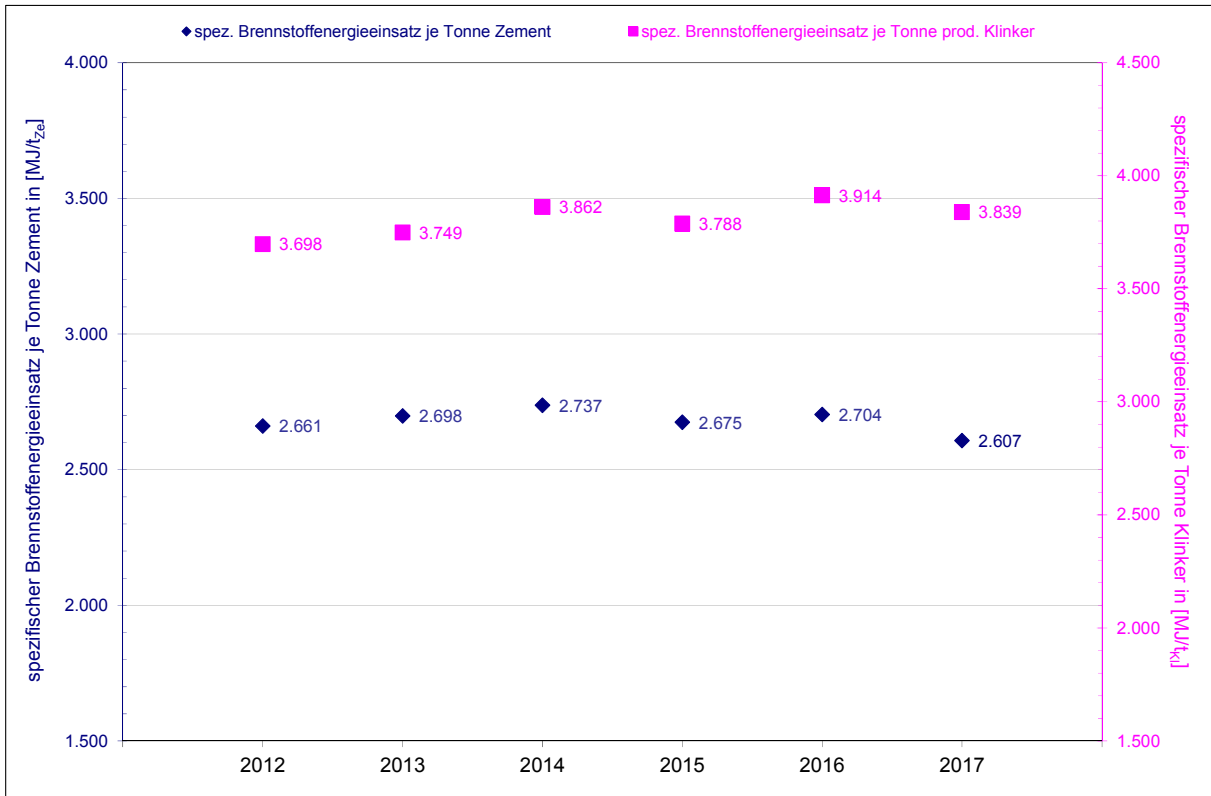


Abbildung 3-9: auf die Tonne Zement bzw. auf die Tonne Klinker bezogener spezifischer Brennstoffenergieeinsatz in Anlagen der österreichischen Zementindustrie für den Beobachtungszeitraum 2012 bis 2017

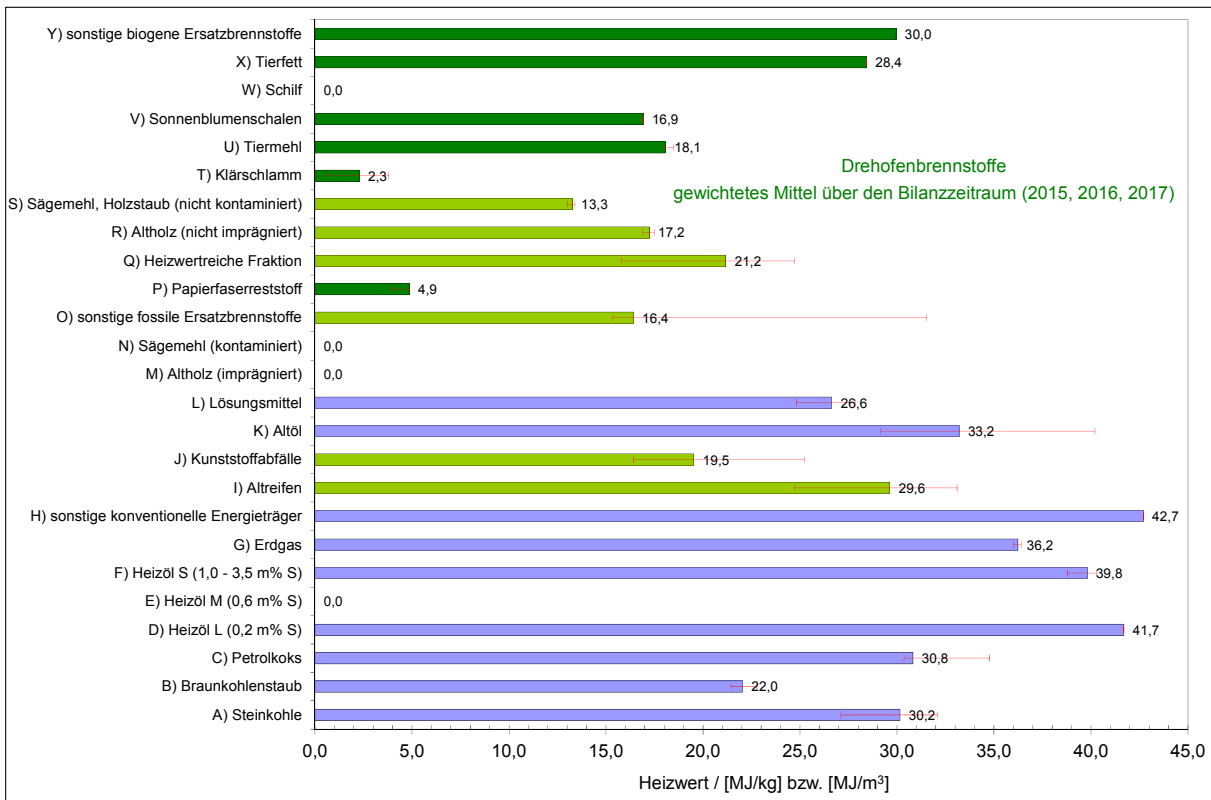


Abbildung 3-10: über den Bilanzzeitraum 2015, 2016 und 2017 mengengewichtete Mittelwerte von Heizwerten unterschiedlicher Drehofenbrennstoffe (im Einsatzzustand) mit werkspezifischen Minimal- und Maximalwerten

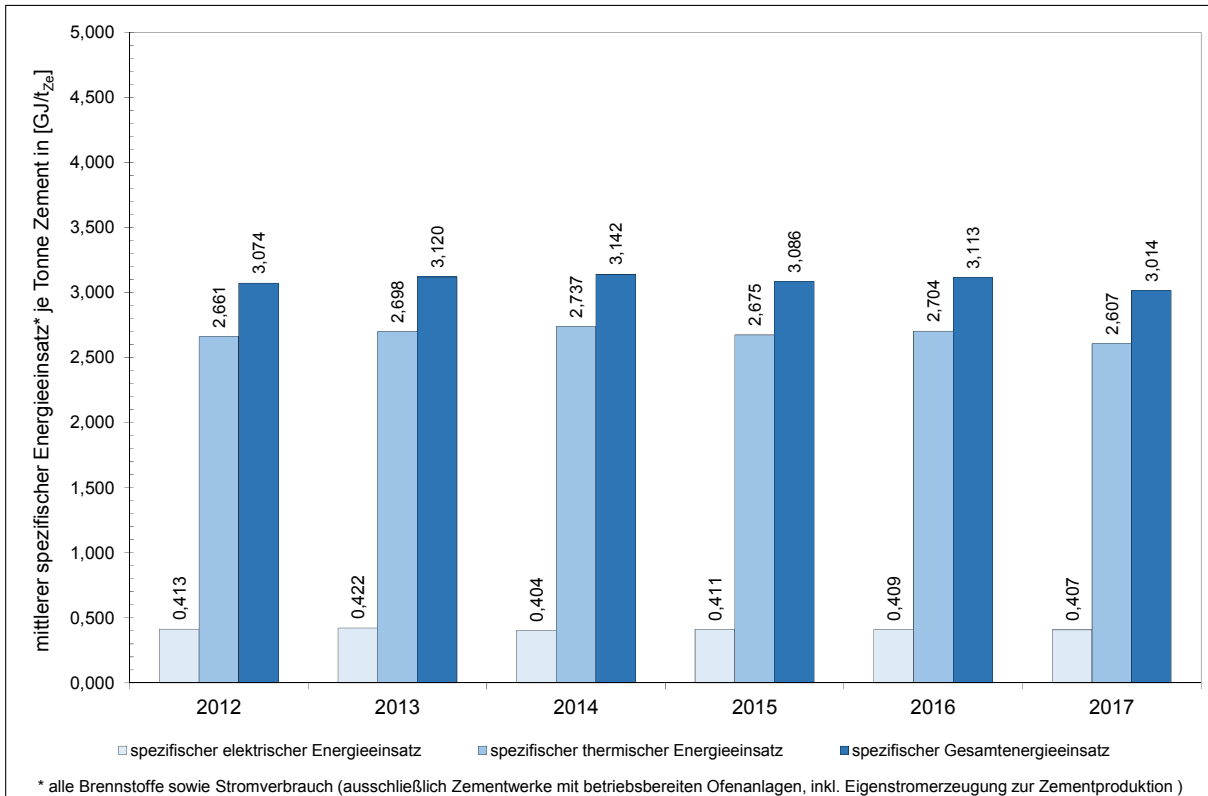


Abbildung 3-11: mittlerer spezifischer Energieeinsatz je Tonne Zement in Anlagen der österreichischen Zementindustrie (ohne Mahlwerke) im Vergleichszeitraum 2012 bis 2017

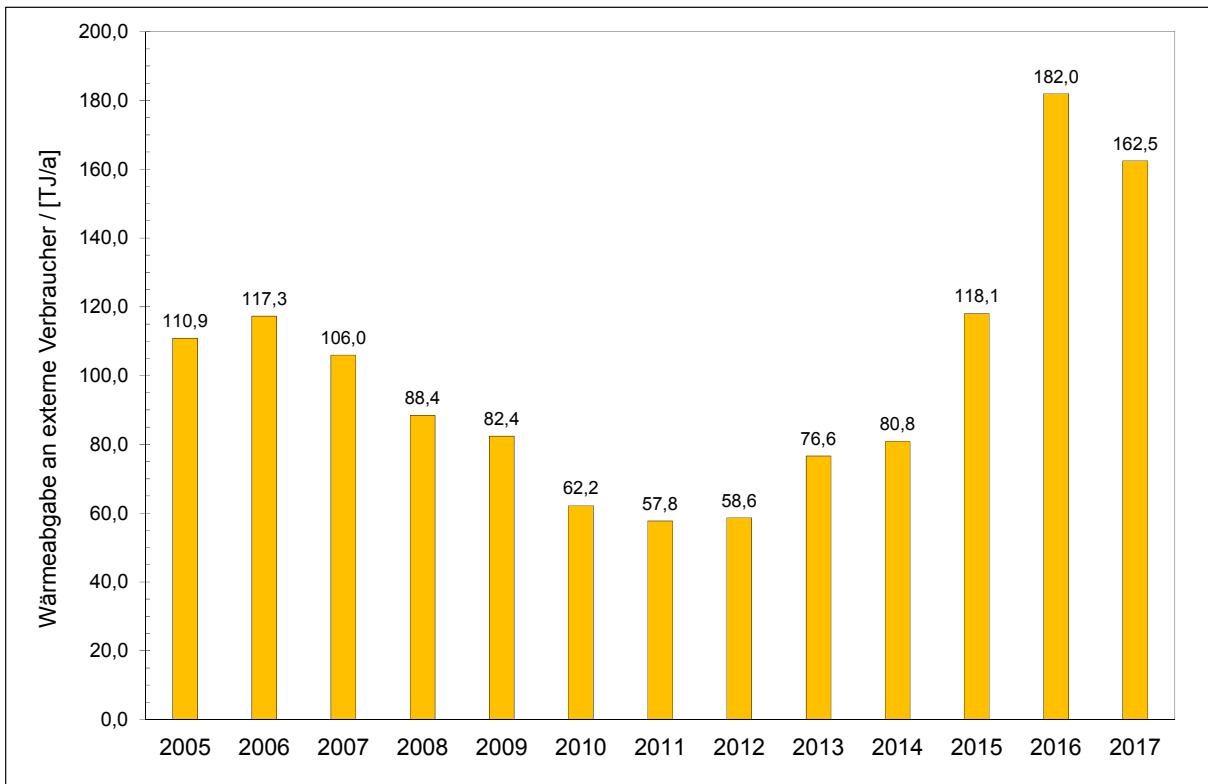


Abbildung 3-12: Wärmeabgabe an externe Verbraucher aus Anlagen der österreichischen Zementindustrie im Beobachtungszeitraum 2005 bis 2017

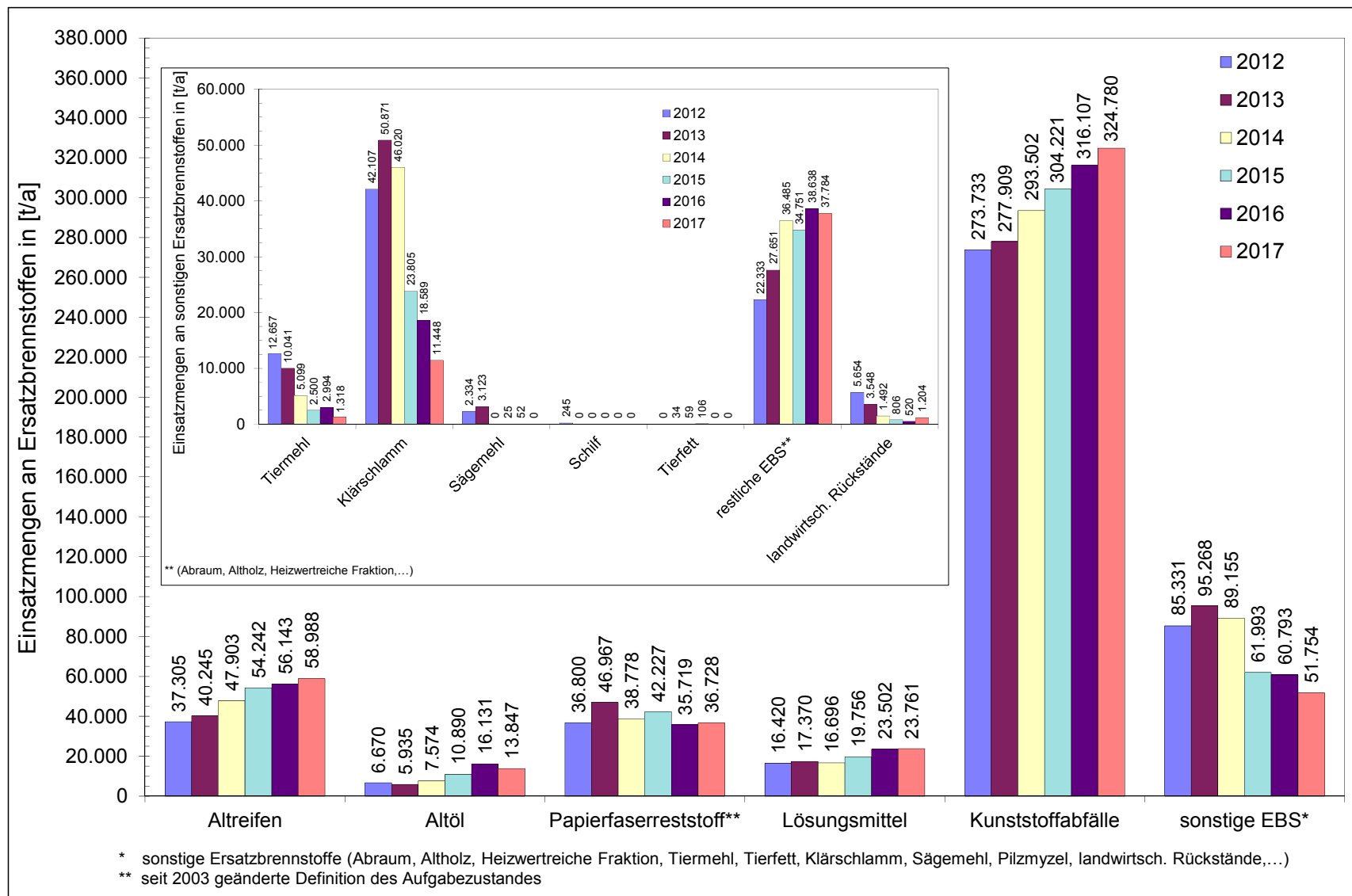


Abbildung 3-13: Einsatzmengen von Ersatzbrennstoffen (EBS) in Anlagen der österreichischen Zementindustrie von 2012 bis 2017



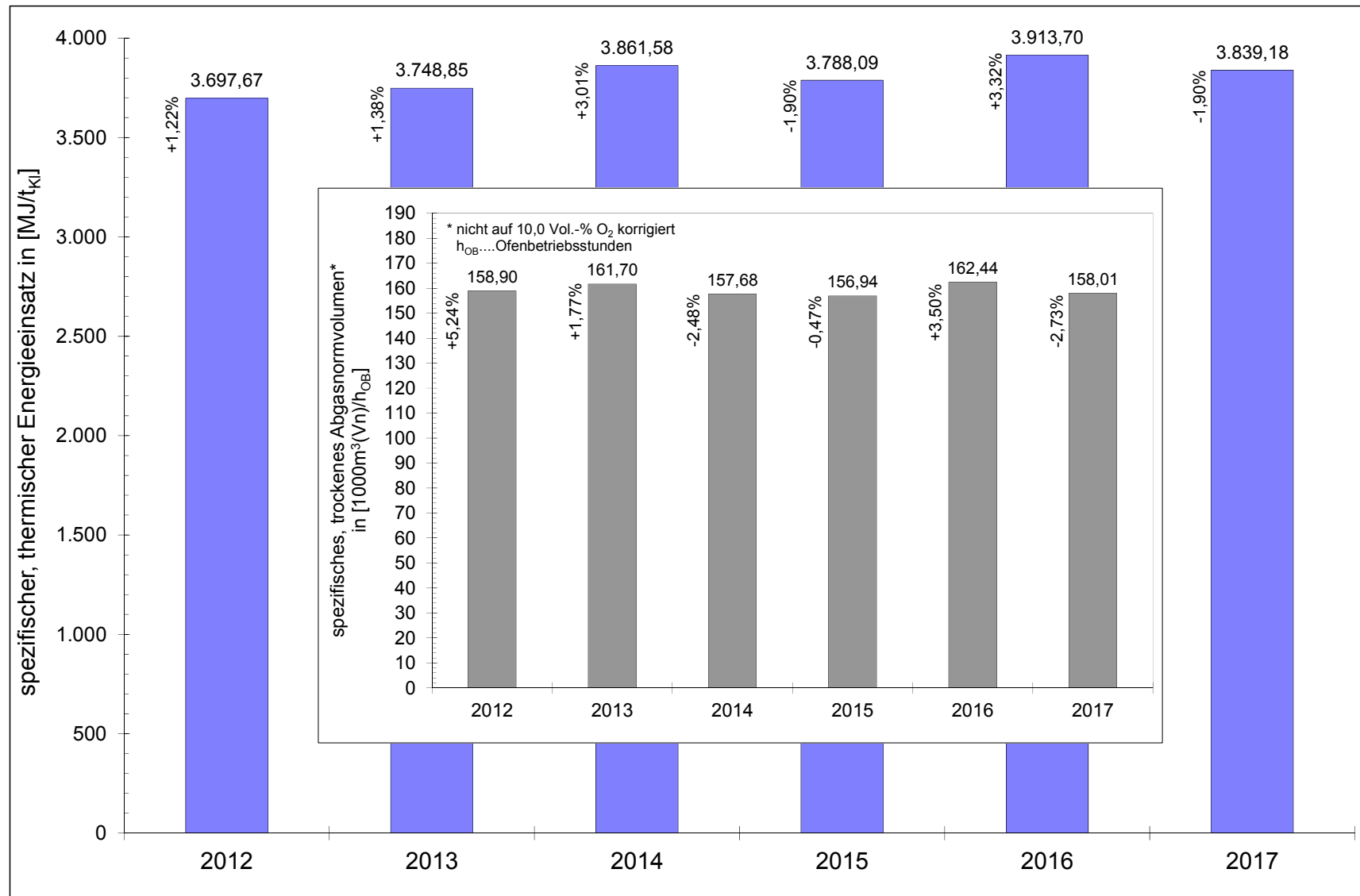


Abbildung 3-14: Entwicklung des spezifischen Energieeinsatzes (exklusive elektrischer Energieeinsatz) und Darstellung des spezifischen, trockenen Gesamtgasnormvolumens (nicht auf 10,0 Vol.-% O<sub>2</sub> bezogen) in österreichischen Zementwerken mit eigener Klinkerherzeugung jeweils für den Zeitraum 2012 bis 2017

3.4 Rohstoff- und Zusatzstoffstatistik

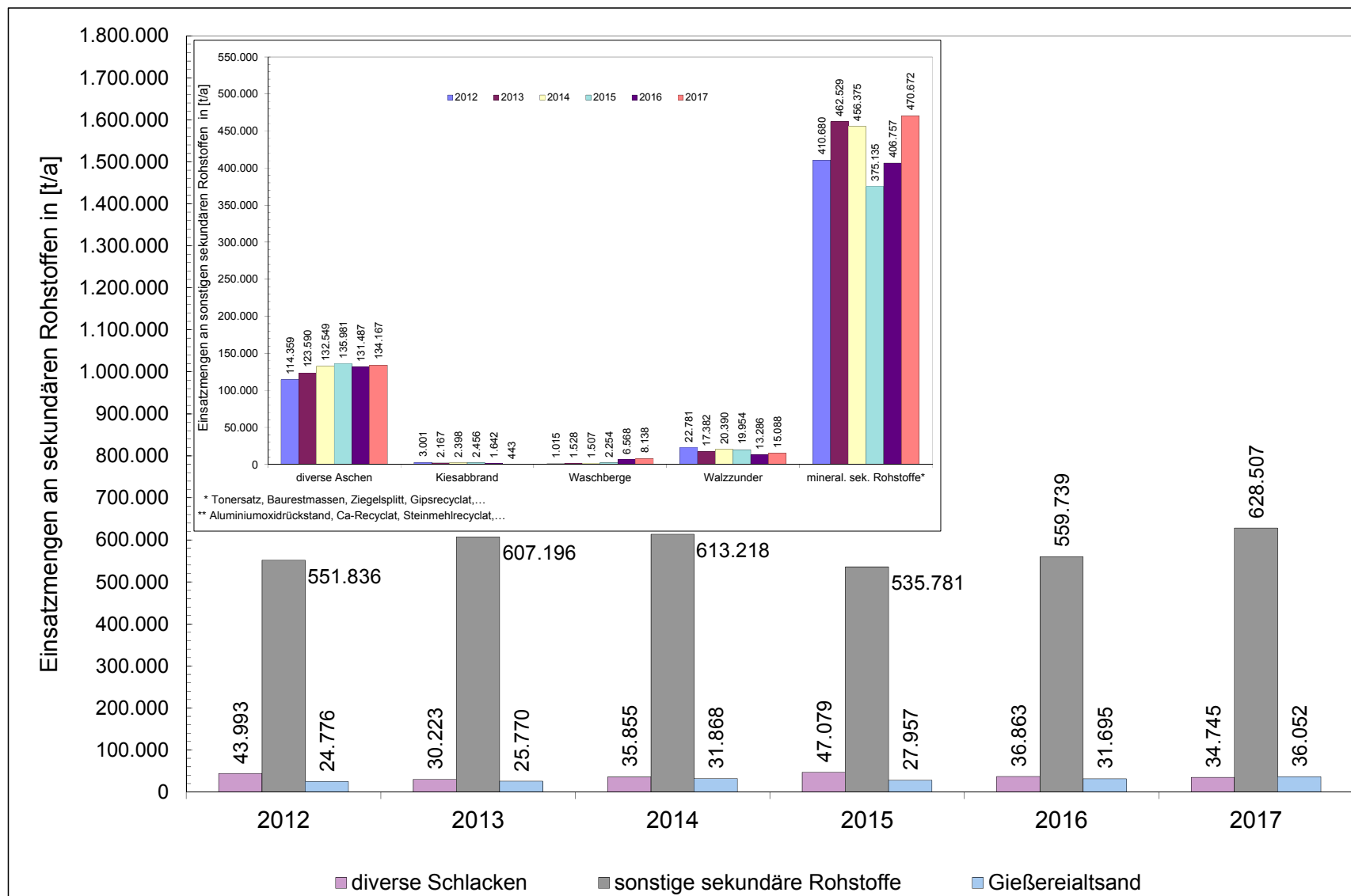


Abbildung 3-15: Einsatzmengen sekundärer Rohstoffe in Anlagen der österreichischen Zementindustrie (ohne Mahlwerke) im Zeitraum von 2012 bis 2017

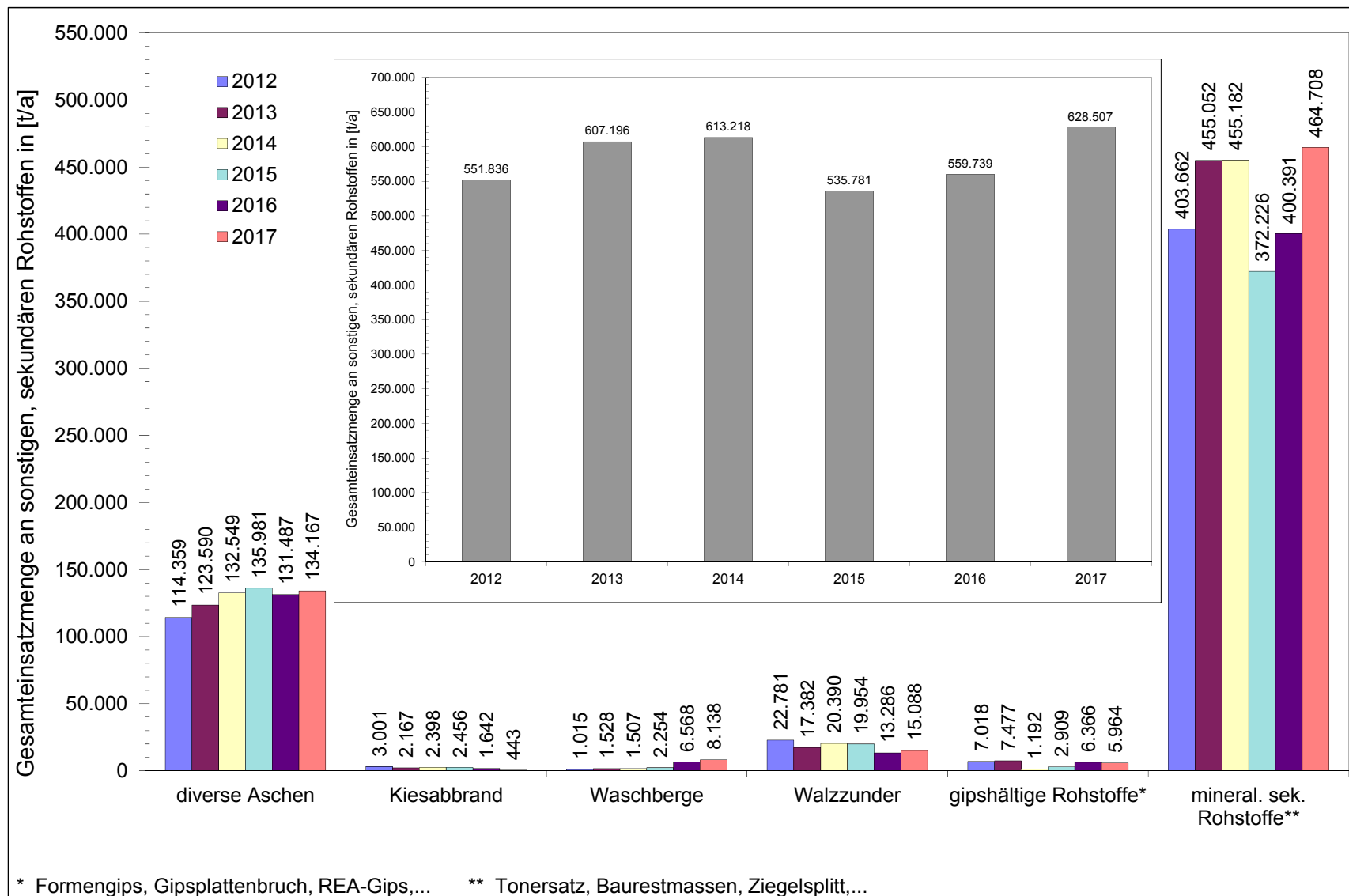


Abbildung 3-16: Spezifizierung der im Zeitraum von 2012 bis 2017 in Anlagen der österreichischen Zementindustrie (ohne Mahlwerke) verwendeten sonstigen sekundären Rohstoffmassenströme

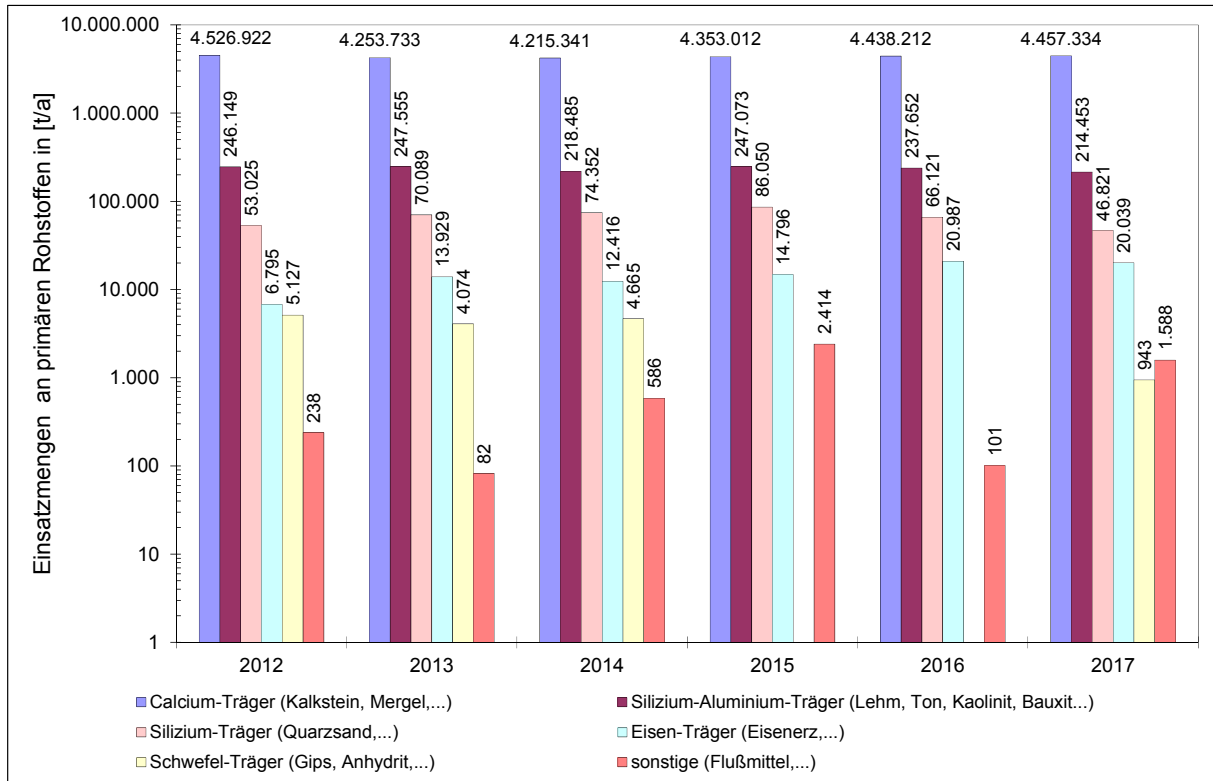


Abbildung 3-17: Einsatzmengen primärer Rohstoffe in Anlagen der österreichischen Zementindustrie im Zeitraum von 2012 bis 2017 (ohne Mahlwerke)

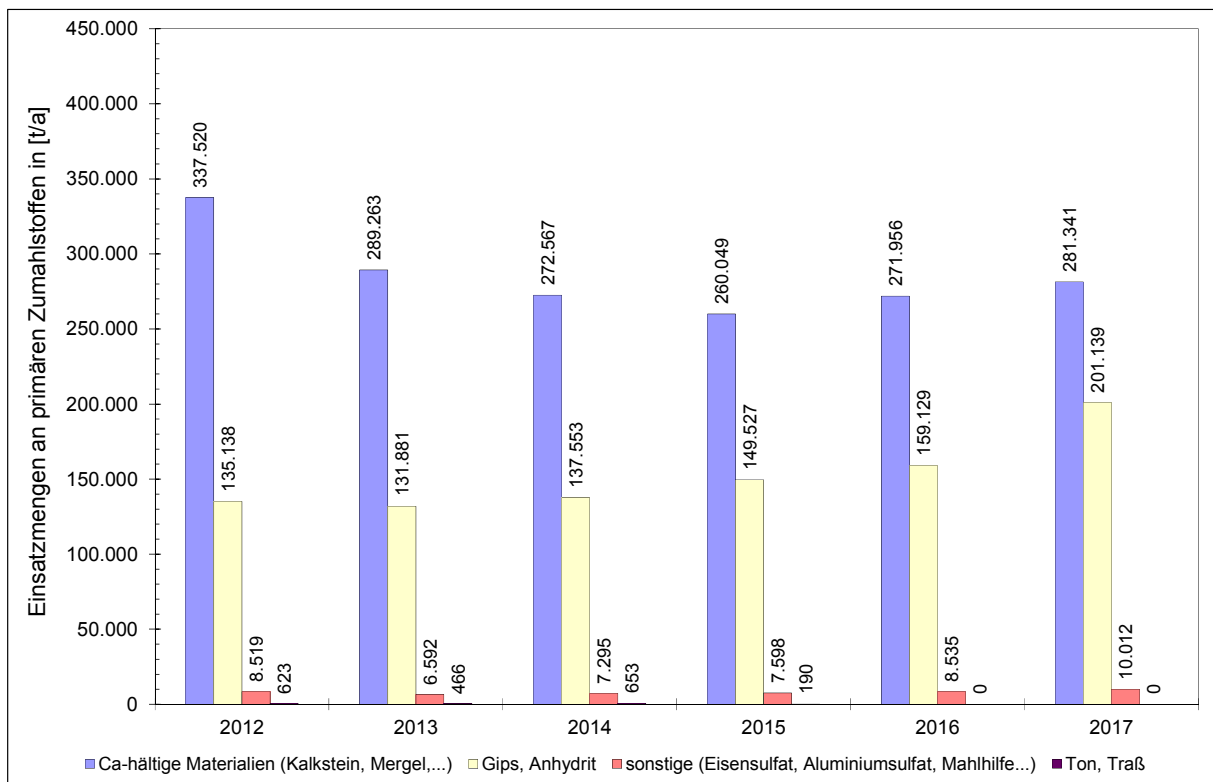


Abbildung 3-18: Einsatzmengen primärer Zusatzstoffe in Anlagen der österreichischen Zementindustrie von 2012 bis 2017 (ohne Mahlwerke)

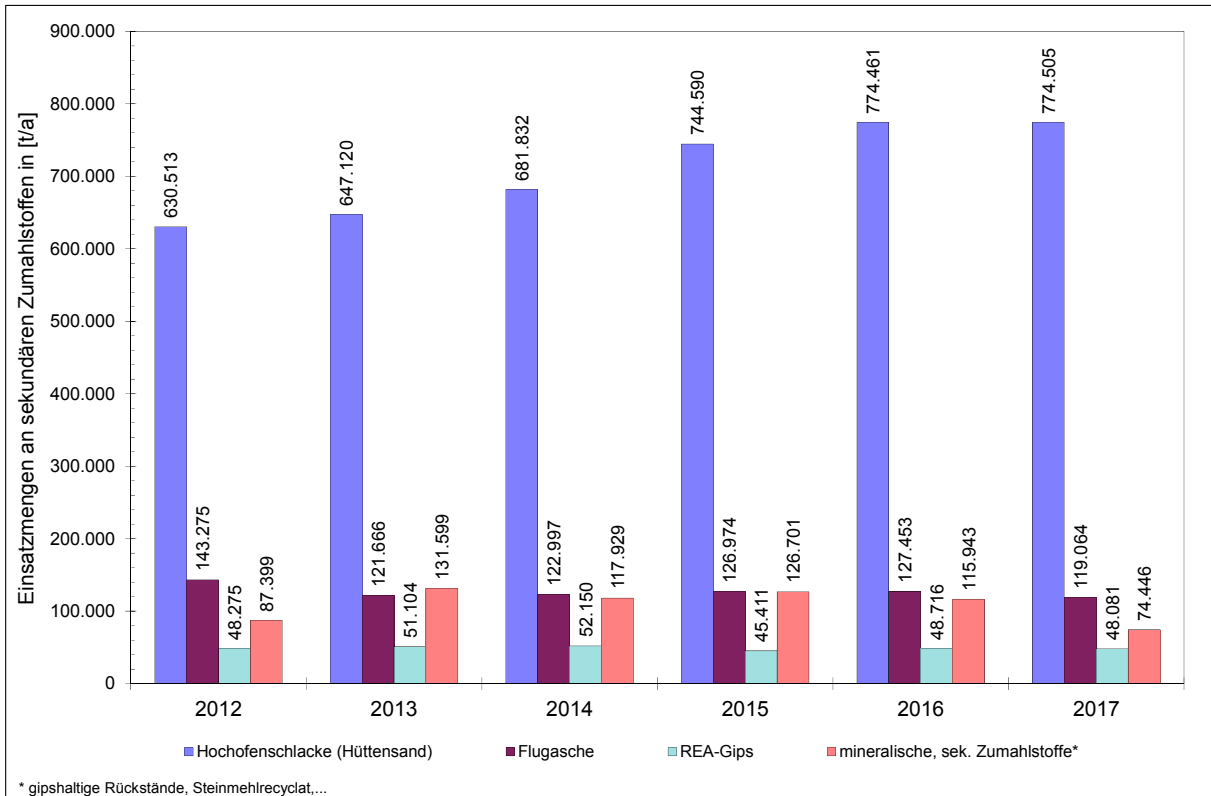


Abbildung 3-19: Einsatzmengen sek. Zumahlstoffe in der österreichischen Zementindustrie (2012 - 2017, ohne Mahlwerke)

### 3.5 Emissionsstatistik

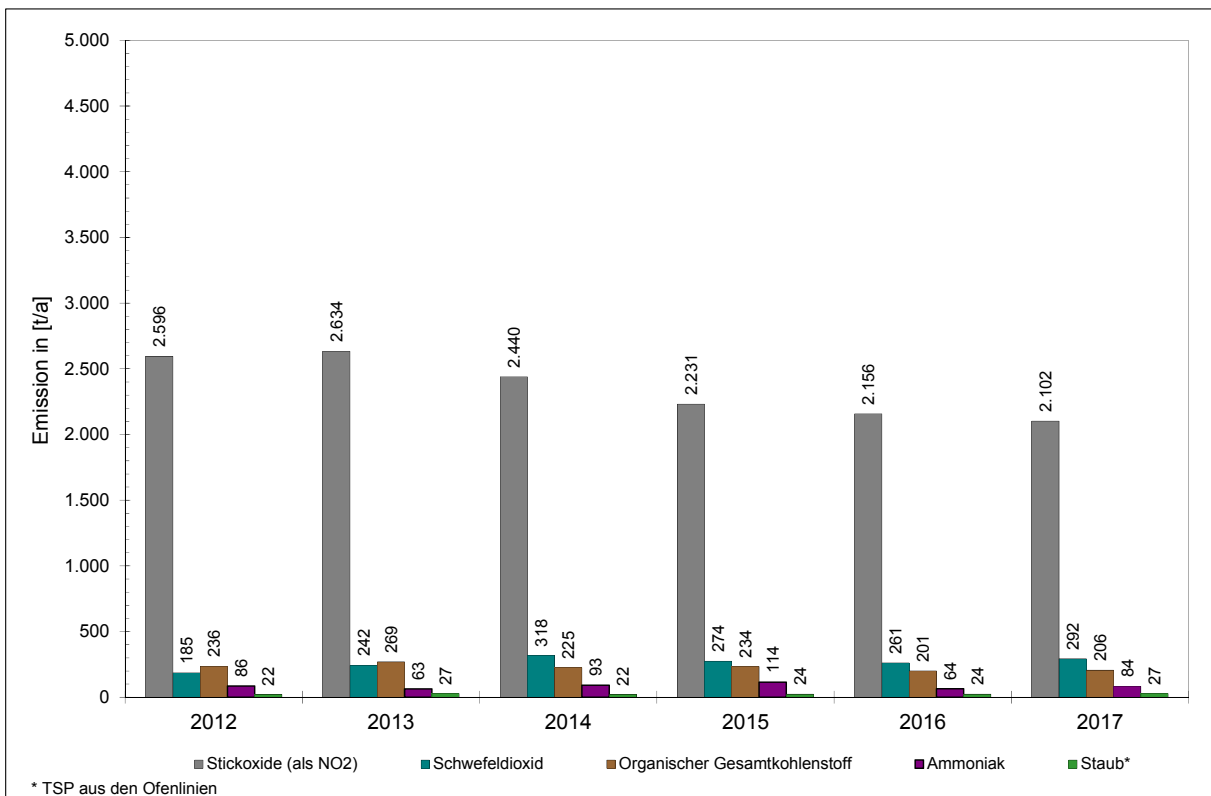


Abbildung 3-20: jährliche Emissionen an Stickstoffoxiden (als NO<sub>2</sub>), an Schwefeldioxid, an organischem Gesamtkohlenstoff, an Ammoniak und an Staub (TSP aus Ofenlinien) aus Anlagen der österreichischen Zementindustrie (ohne Mahlwerke) im Zeitraum von 2012 bis 2017

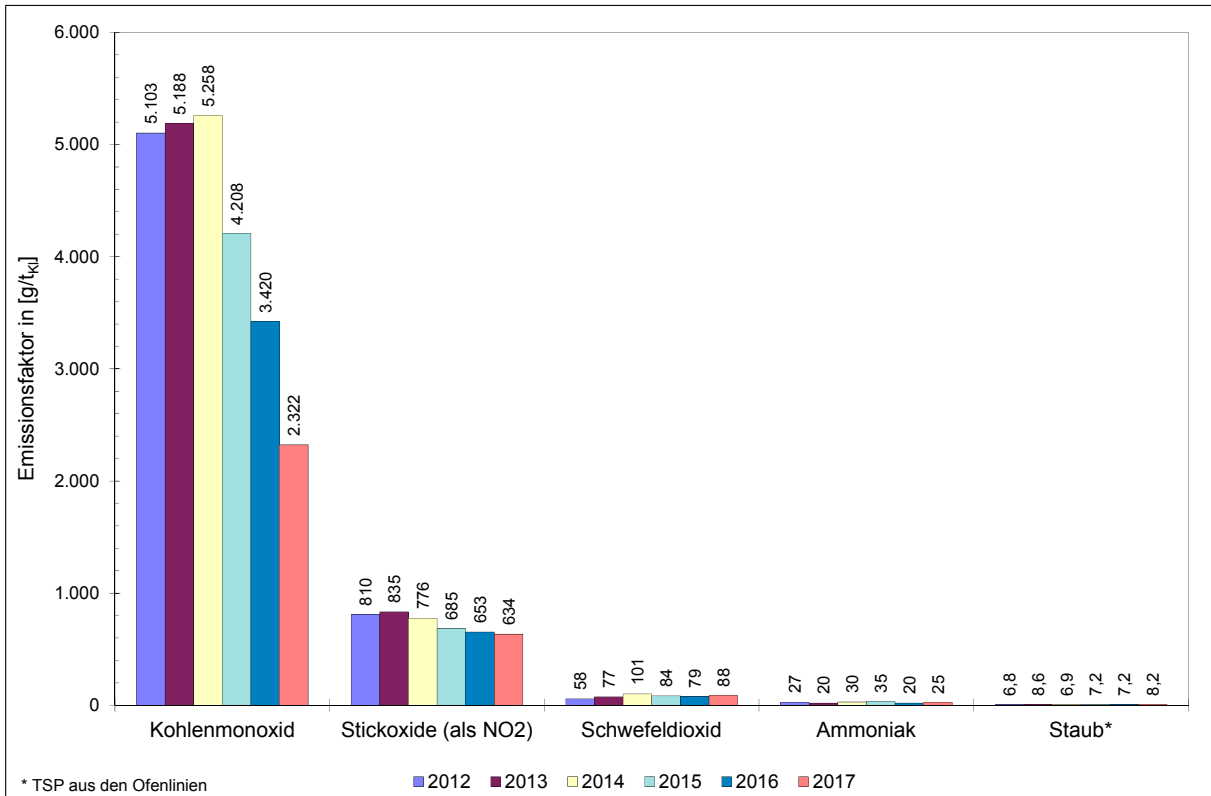


Abbildung 3-21: zeitlicher Verlauf der jährlichen, spezifischen Emissionsmassenströme (Emissionsfaktoren) für Kohlenstoffmonoxid, für Stickstoffoxide (als NO<sub>2</sub>), für Schwefeldioxid, für Ammoniak und für Staub (TSP aus Ofenlinien), jeweils bezogen auf 1 t Klinker (2012 - 2017, ohne Mahlwerke)

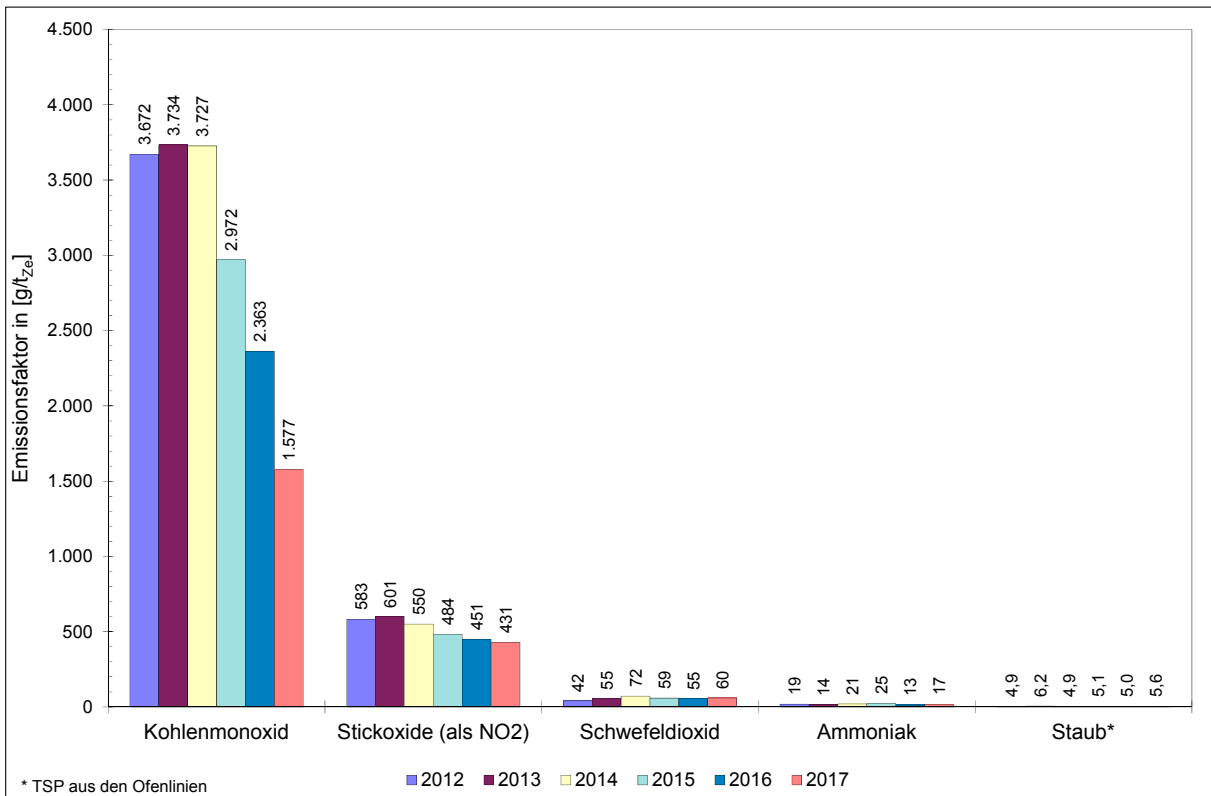


Abbildung 3-22: zeitlicher Verlauf der jährlichen, spezifischen Emissionsmassenströme (Emissionsfaktoren) für Kohlenstoffmonoxid, für Stickstoffoxide (als NO<sub>2</sub>), für Schwefeldioxid, für Ammoniak und für Staub (TSP aus Ofenlinien), jeweils bezogen auf 1 t Zement (2012 - 2017, ohne Mahlwerke)

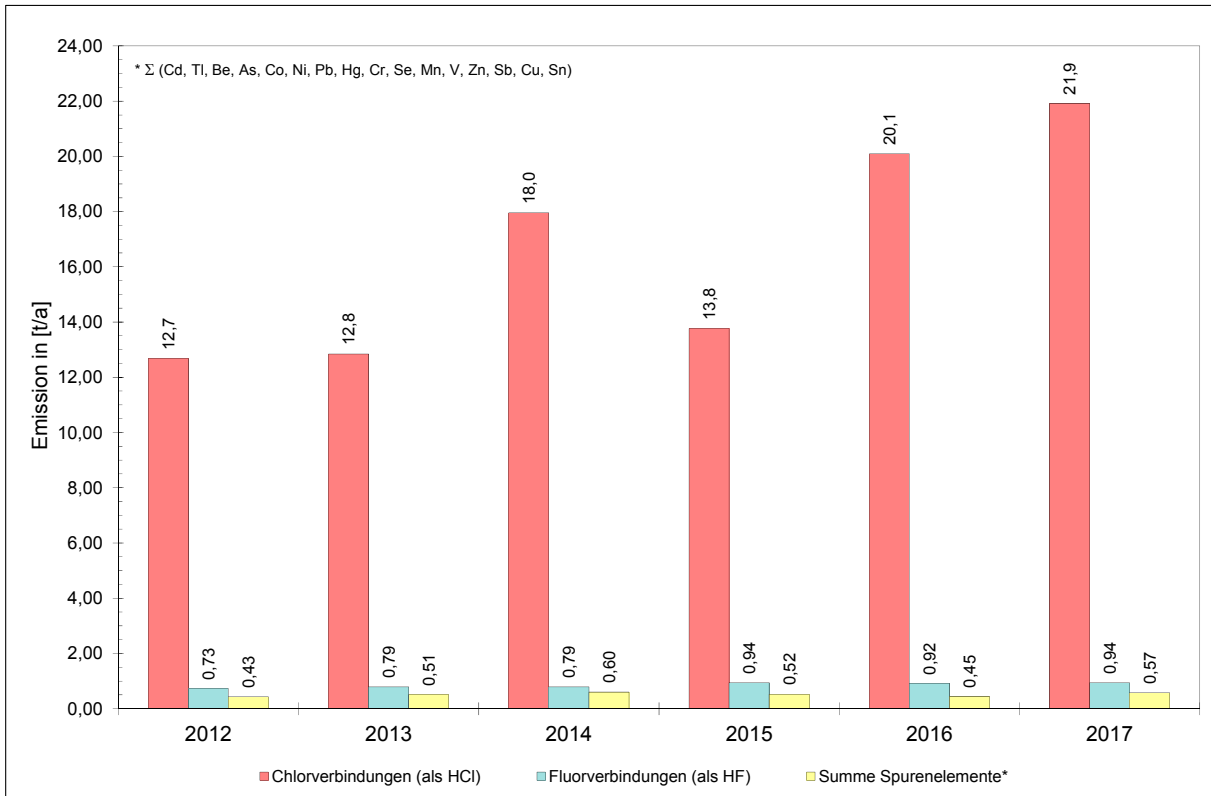


Abbildung 3-23: zeitliche Entwicklung der jährlichen Emissionen an chlor- und fluorhaltigen Verbindungen (ausgewiesen als HCl bzw. HF) sowie der jährlichen Gesamtemissionen an Spurenelementen jeweils für den Zeitraum 2012 bis 2017 (ohne Mahlwerke)

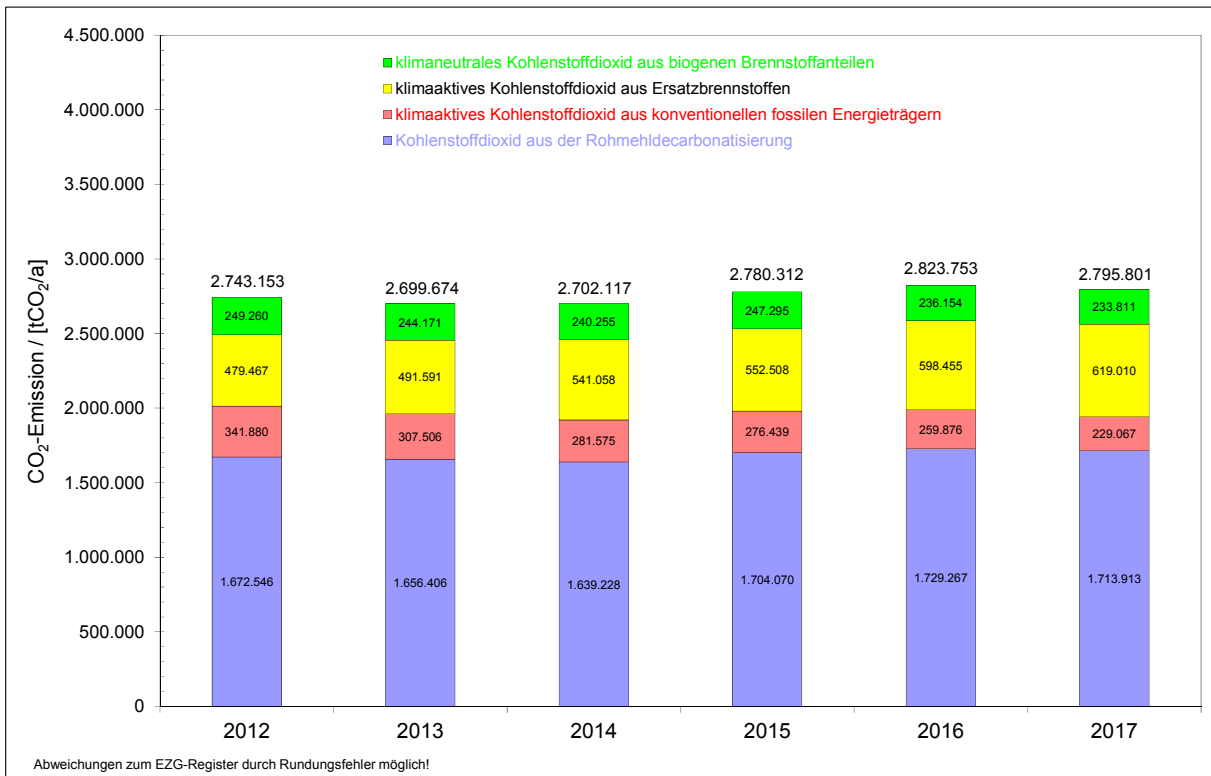


Abbildung 3-24: zeitliche Entwicklung der jährlichen Emissionen an Kohlenstoffdioxid aus Anlagen der österreichischen Zementindustrie (exklusive Mahlwerke) im Beobachtungszeitraum 2012 bis 2017 (nach EZG)

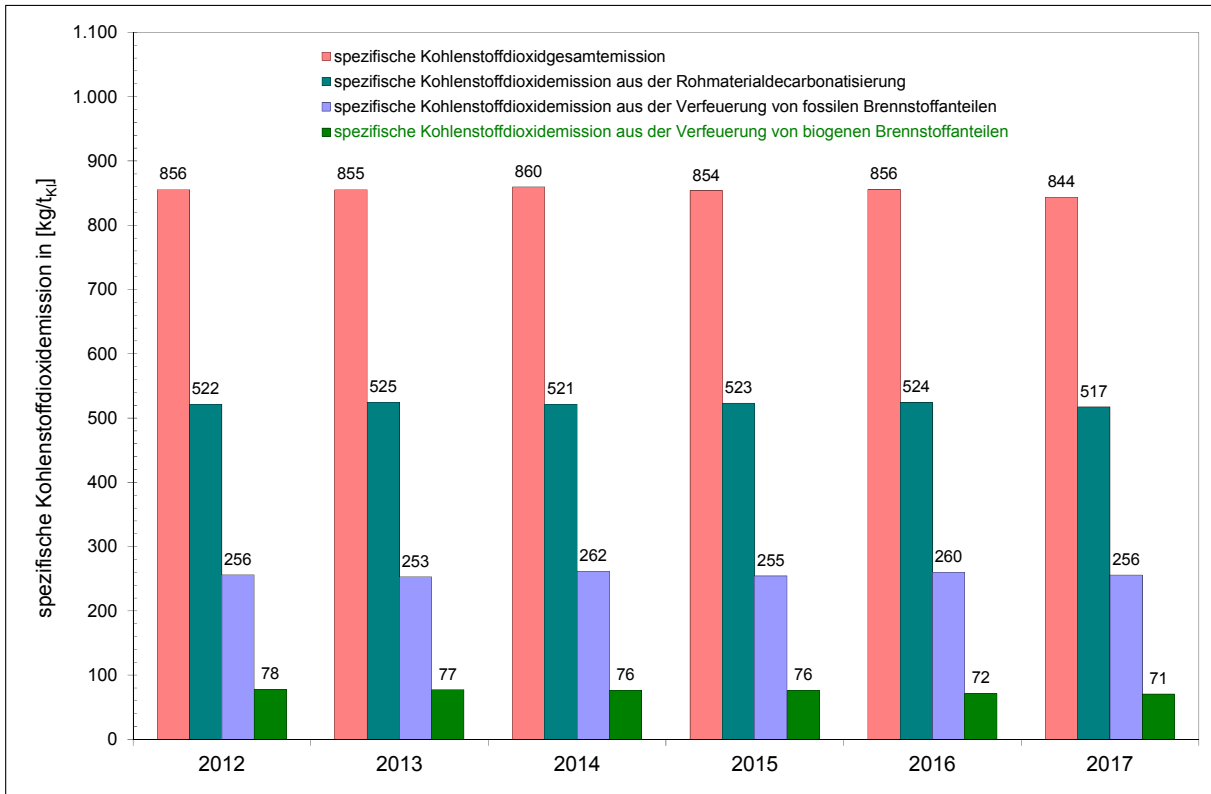


Abbildung 3-25: auf die Tonne Klinker bezogene, spezifische CO<sub>2</sub>-Emissionen (mit biogenen CO<sub>2</sub>-Emissionen) aus Anlagen der österreichischen Zementindustrie im Beobachtungszeitraum 2012 bis 2017 (nach EZG)

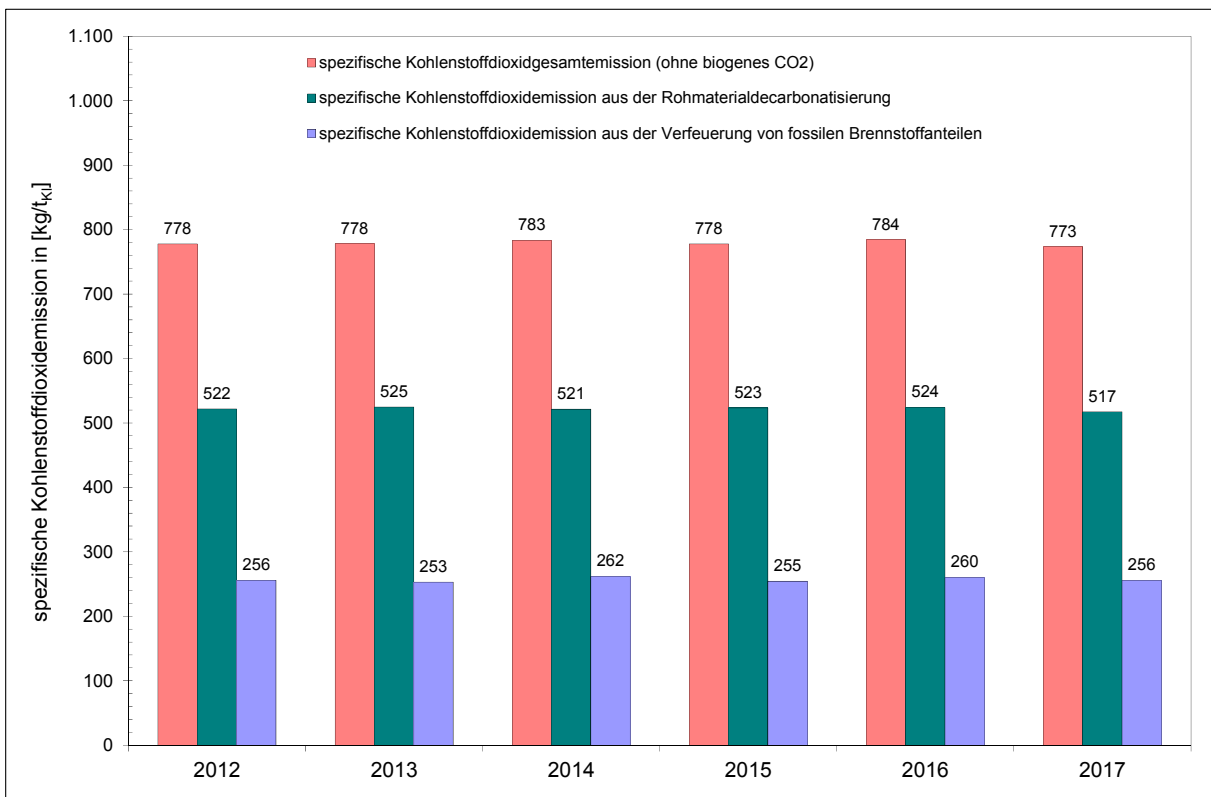


Abbildung 3-26: auf die Tonne Klinker bezogene, spezifische CO<sub>2</sub>-Emissionen (ohne biogene CO<sub>2</sub>-Emissionen) aus Anlagen der österreichischen Zementindustrie im Beobachtungszeitraum 2012 bis 2017 (nach EZG)



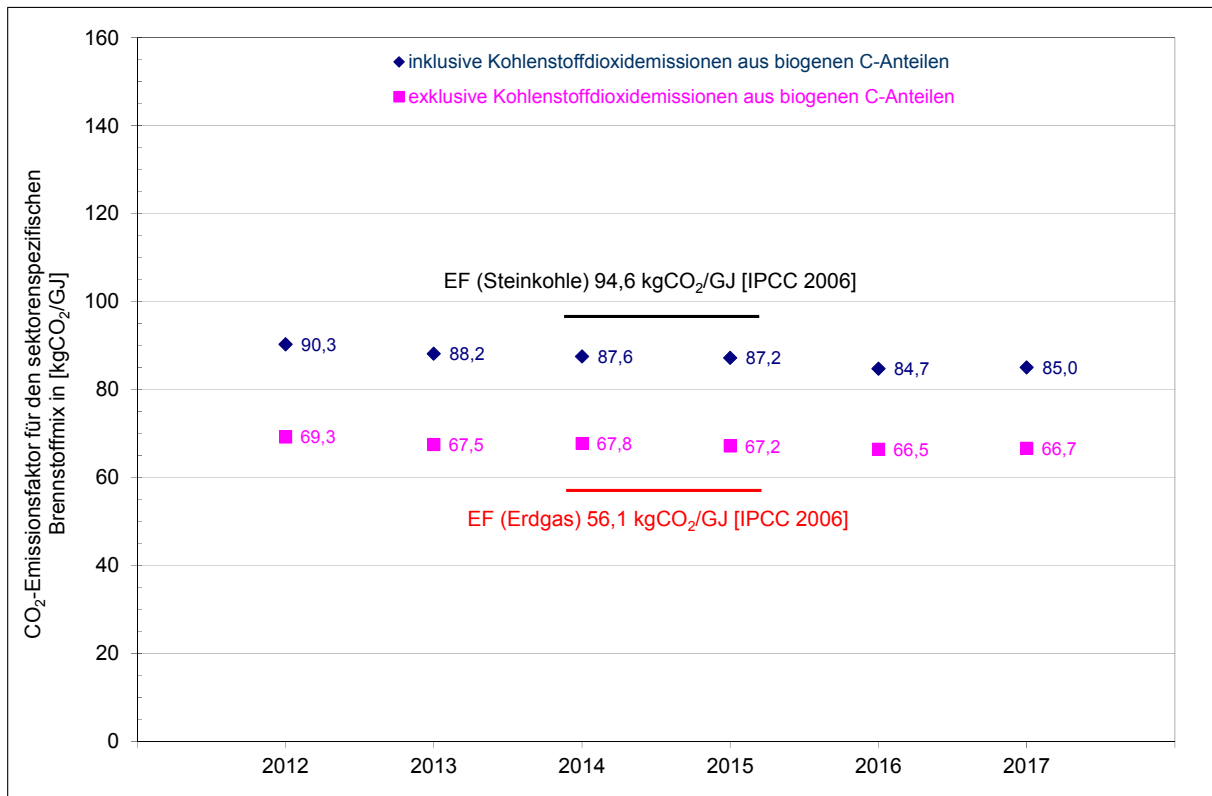


Abbildung 3-27: auf GJ Brennstoffwärmemenge bezogene, relative CO<sub>2</sub>-Emissionen (Emissionsfaktor EF) aus Anlagen der österreichischen Zementindustrie im Beobachtungszeitraum 2012 bis 2017 (nach EZG)

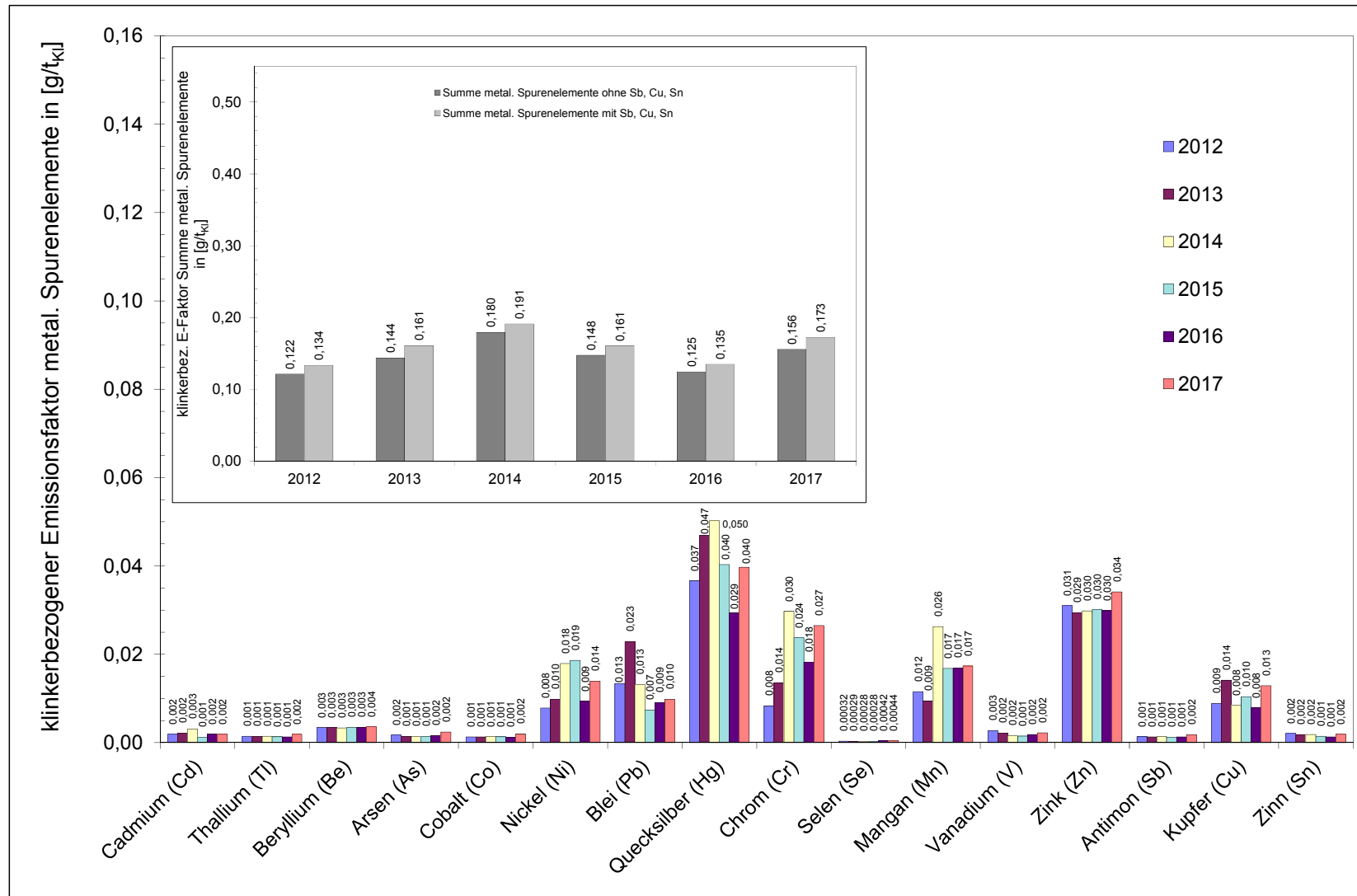


Abbildung 3-28: Klinkerbezogene Emissionsfaktoren diverser metallischer Spurenelemente aus Anlagen der österreichischen Zementindustrie (ohne Mahlwerke) für den Zeitraum von 2012 bis 2017

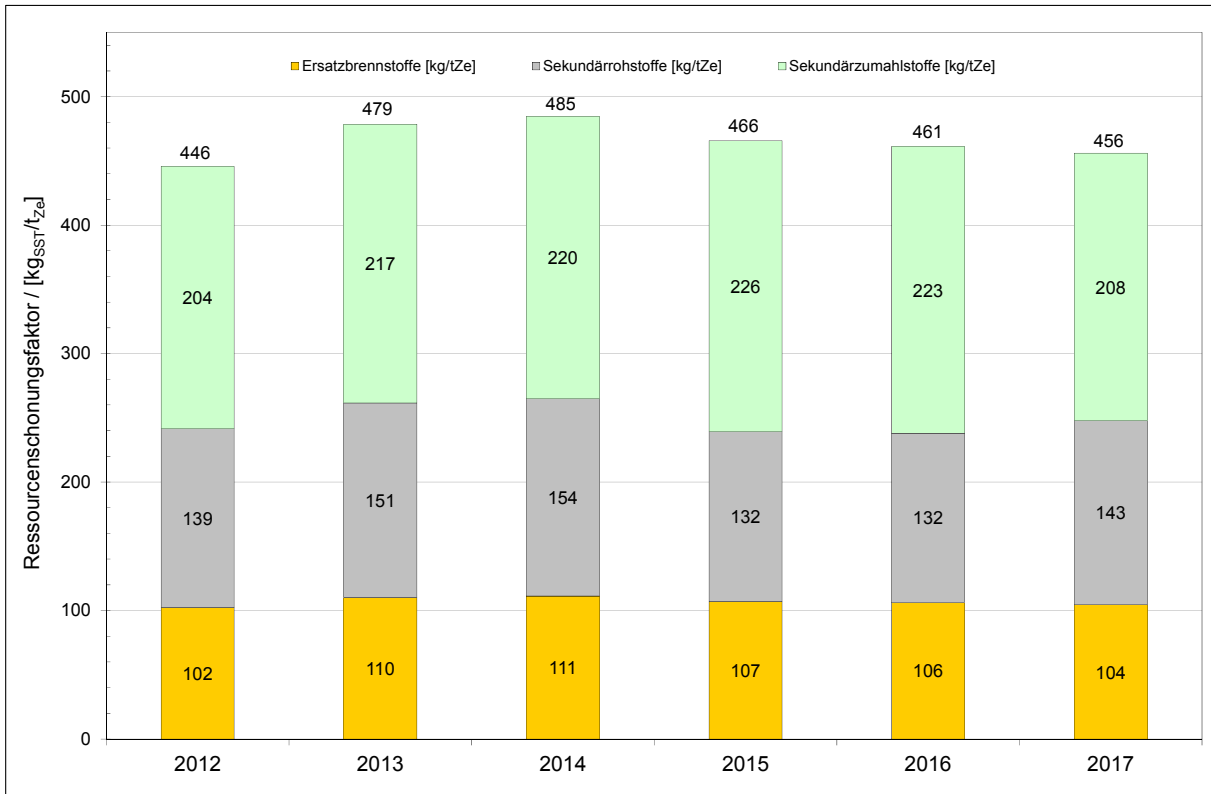


Abbildung 3-29: Ressourcenschonungsfaktor für Anlagen der österreichischen Zementindustrie im Vergleichszeitraum 2012 bis 2017

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

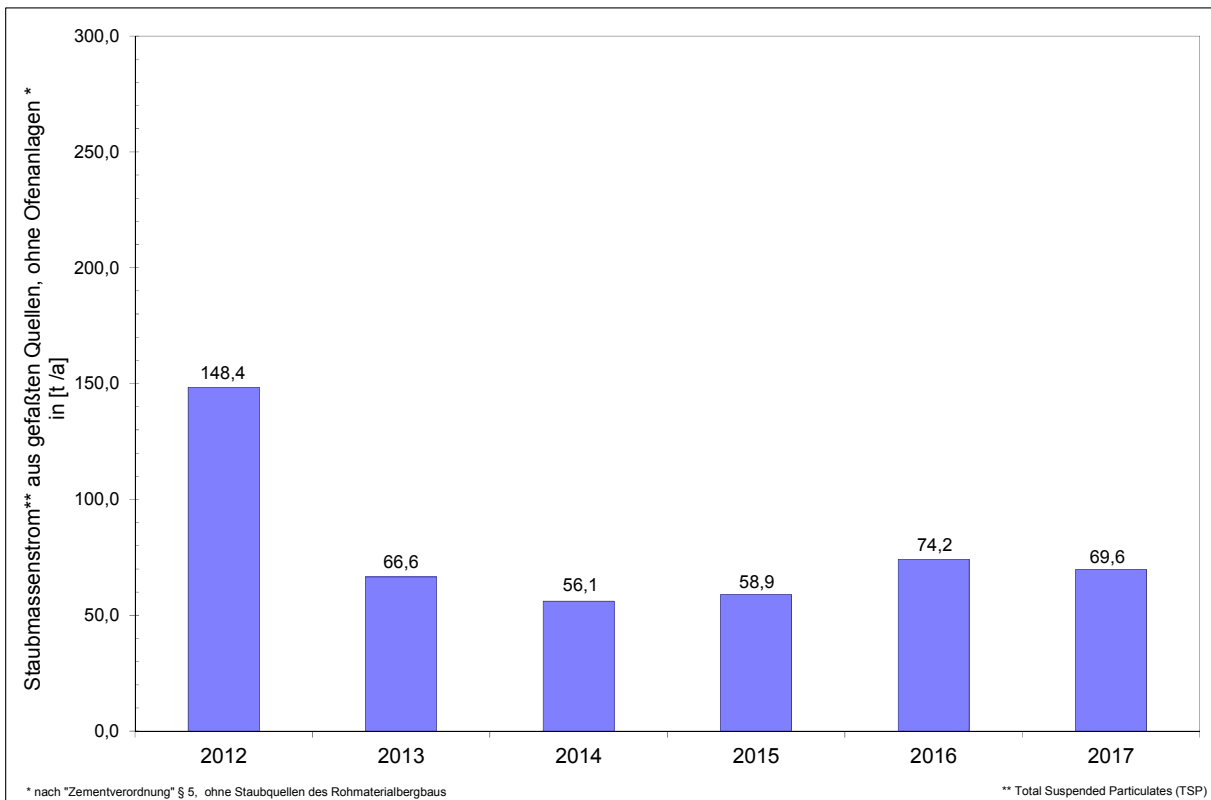


Abbildung 3-30: Staubmassenstrom (TSP) aus "gefaßten Quellen, ausgen. Ofenanlagen" nach "Zementverordnung" § 5 für Anlagen der österreichischen Zementindustrie (exklusive Mahlwerke) im Beobachtungszeitraum 2012 bis 2017

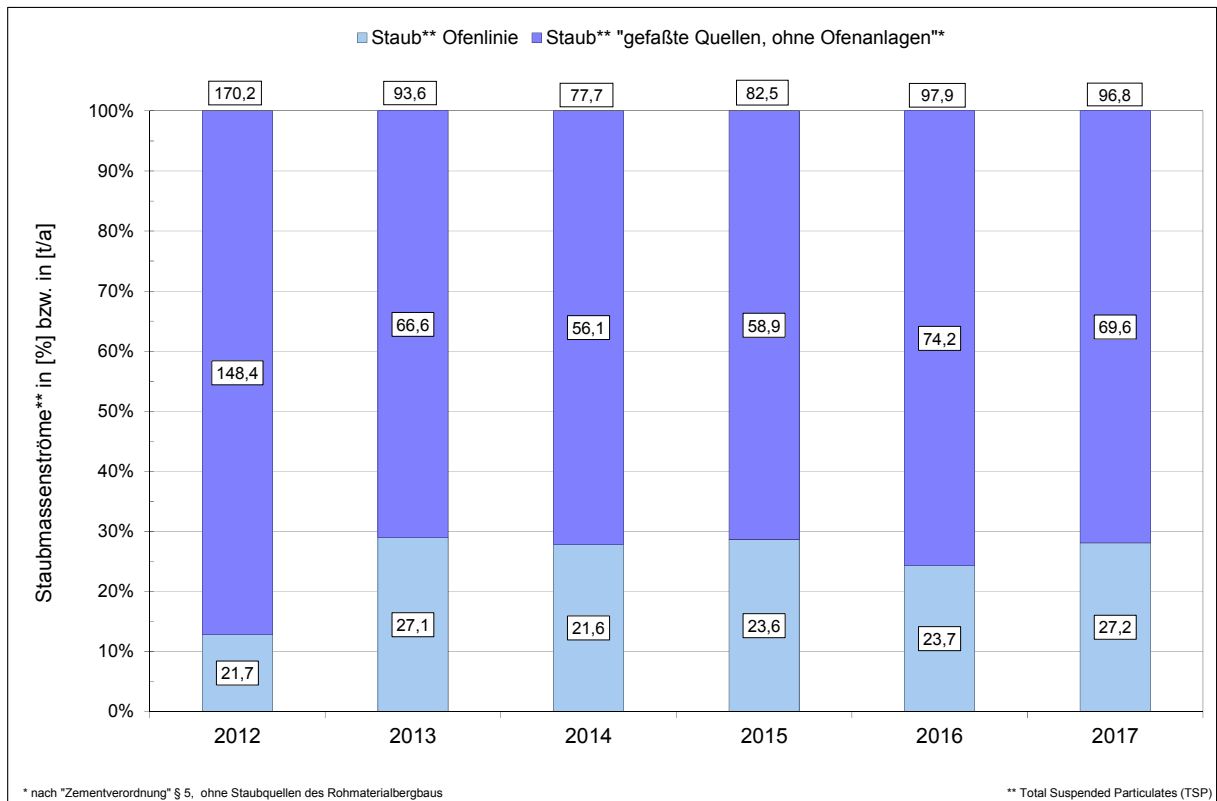


Abbildung 3-31: staubförmige Emissionen unter Berücksichtigung von Staubemissionen aus "gefüßten Quellen, ausgenommen Ofenanlagen" nach "Zementverordnung" § 5 für Anlagen der österreichischen Zementindustrie (exklusive Mahlwerke) im Beobachtungszeitraum 2012 bis 2017

#### 4 Kurzkomentar zu den Ergebnissen

##### 4.1 Anlage- und Produktionsdaten

Kennzahl	2016		2017	
		[%]		[%]
installierte Klinkerkapazität [t/a]	5.298.900		5.298.900	0,00
		100,00		
Rohmehleinsatz [t/a]	5.093.970		5.057.751	-0,71
		100,00		
Klinkerproduktion [t/a]	3.299.974		3.313.459	0,41
		100,00		
Zementproduktion [t/a]	4.776.936		4.879.639	2,15
		100,00		
Ofenbetriebsstunden <sup>a)</sup> [h <sub>OB</sub> /a]	56.872,0		55.290,0	
<sup>a)</sup> alle Drehrohfenbetriebszustände		100,00		-2,78
Rohmehlfaktor [t <sub>RM</sub> /t <sub>KI</sub> ]	1,544		1,526	
		100,00		-1,12
Klinkerfaktor <sup>b)</sup> [t <sub>KI</sub> /t <sub>ZE</sub> ]	0,705		0,704	
<sup>b)</sup> = Klinkerverbrauch/Zementproduktion		100,00		-0,13
spezifischer thermischer Energieeinsatz [GJ/t <sub>KI</sub> ]	3,914		3,839	
		100,00		-1,90
spezifischer elektrischer Energieeinsatz [kWh/t <sub>ZE</sub> ]	113,695		113,155	
		100,00		-0,47
Klinkerbrandfaktor [t <sub>KI</sub> /h <sub>OB</sub> ]	58,025		59,929	
		100,00		3,28
Abgasfaktor <sup>c)</sup> [m <sup>3</sup> (Vn)/h <sub>OB</sub> ]	162.442		158.009	
<sup>c)</sup> nicht auf 10 Vol.-% O <sub>2</sub> bezogen		100,00		-2,73
spezifische Abgasmenge <sup>d)</sup> [m <sup>3</sup> (Vn)/t <sub>KI</sub> ]	2.800		2.637	
<sup>d)</sup> nicht auf 10 Vol.-% O <sub>2</sub> bezogen		100,00		-5,82
Anteil Ersatzbrennstoffe am thermischen Gesamtenergieeinsatz [%]	78,28		80,62	
		100,00		2,99
Ressourcenschonungsfaktor <sup>e)</sup> [kg/t <sub>ZE</sub> ]	461,2		456,0	
<sup>e)</sup> Ersatzstoffmenge bei der Produktion 1 t Zement		100,00		-1,13

Tabelle 4-1: Produktionsdaten für Anlagen der österreichischen Zementindustrie im Jahresvergleich 2017 mit 2016

Im Jahresvergleich 2017 mit 2016 blieb die installierte Klinkerkapazität in Anlagen der österreichischen Zementindustrie mit ca. 5,2989 Millionen Jahrestonnen unverändert (Tabelle 4-1).

Die Klinkerproduktionsmenge erhöhte sich im Jahr 2017 gegenüber dem Vorjahr um ca. 0,4 % auf ca. 3,31 Millionen Jahrestonnen.

Die Zementproduktionsmenge erhöhte sich im Jahr 2017 gegenüber dem Vorjahr um ca. 2,2 % auf ca. 4,88 Millionen Jahrestonnen.

Der Klinkerfaktor verringerte sich im Jahresvergleich um ca. 0,1 % von 0,705 auf 0,704 t<sub>KI</sub>/t<sub>ZE</sub>.

Die Anzahl an Ofenbetriebsstunden verringerte sich im Jahresvergleich um ca. 2,8 % auf 55.290 Stunden.

Der Klinkerbrandfaktor verbesserte sich von ca. 58,0 t<sub>KI</sub>/h<sub>OB</sub> im Jahr 2016 um ca. 3,3 % auf ca. 59,9 t<sub>KI</sub>/h<sub>OB</sub> im Jahr 2017.

Für die Produktion einer Tonne Klinker wurde im Jahr 2017 mit ca. 3,84 GJ um ca. 1,9 % weniger thermische Energie (Brennstoffwärmeverbrauch) eingesetzt als im Jahr 2016.

Für die Produktion einer Tonne Zement wurde im Jahr 2017 mit ca. 113,2 kWh um ca. 0,5 % weniger elektrische Energie verbraucht als im Jahr 2016.

Die auf die Tonne produzierten Klinker bezogene spezifische Abgasmenge verringerte sich 2017 gegenüber dem Vorjahr um ca. 5,8 % auf ca. 2.637 m<sup>3</sup>(Vn).

Der Anteil an Brennstoffwärmemenge erzeugt aus Ersatzbrennstoffen am Gesamtwärmebedarf, erhöhte sich von ca. 78,28 % im Jahr 2016 auf ca. 80,62 % im Jahr 2017. Dies entspricht einem Anstieg um ca. 3,0 %.

Im Jahresvergleich 2017 mit 2016 verringerten sich die Einsatzmengen an Ersatzstoffen (i.e. Ersatzbrennstoffe, Sekundärrohstoffe, Sekundärzumahlstoffe), die für die Produktion einer Tonne Zement verwendet wurden (Ressourcenschonungsfaktor), um ca. 1,1 % auf ca. 456,0 kg.

Im Jahr 2017 wurden aus Anlagen der österreichischen Zementindustrie ca. 162,5 TJ Wärmeenergie an externe Verbraucher ausgekoppelt. Dies entspricht ca. 1,3 % des jährlichen Gesamtwärmebedarfs von ca. 12.721TJ (Abbildung 3-12).

## 4.2 Emissionen

### 4.2.1 Schadstoffe

Emissionsfaktor	2016		2017	
	[g/t <sub>kl</sub> ]	[%]	[g/t <sub>kl</sub> ]	[%]
Staub (TSP aus den Ofenlinien)	7,20	100,00	8,20	13,96
Stickstoffoxide (als NO <sub>2</sub> )	653,47	100,00	634,46	-2,91
Schwefeldioxid (SO <sub>2</sub> )	79,24	100,00	88,19	11,30
Summe metallische Spurenelemente Σ(Cd, Ti, Be, As, Co, Ni, Pb, Hg, Cr, Se, Mn, V, Zn, Sb, Cu, Sn)	0,135058	100,00	0,172559	27,77
chlorhaltige Verbindungen (als HCl)	6,087	100,00	6,614	8,64
fluorhaltige Verbindungen (als HF)	0,278	100,00	0,283	1,78
organischer Gesamtkohlenstoff (TOC)	60,853	100,00	62,115	2,07
Kohlenstoffmonoxid (CO)	3.420,5	100,00	2.322,4	-32,10
Kohlenstoffdioxid (CO <sub>2</sub> ) (inklusive klimaneutrales CO <sub>2</sub> )	855.689	100,00	843.771	-1,39

Tabelle 4-2: Emissionsänderungen bei ausgewählten Schadstoffen aus Anlagen der österreichischen Zementindustrie im Bilanzjahr 2017 bezogen auf 2016

Im Jahresvergleich 2017 mit 2016 sanken die klinkerbezogenen spezifischen Emissionsfaktoren [g/t<sub>kl</sub>] für Kohlenstoffmonoxid, Stickstoffoxide und Kohlenstoffdioxid. Hingegen verzeichneten die klinkerbezogenen spezifischen Emissionsfaktoren [g/t<sub>kl</sub>] für Summe metallischer Spurenelemente, ofengängiger Staub, Schwefeldioxid, chlorhaltige Verbindungen, organischer Gesamtkohlenstoff und fluorhaltige Verbindungen Zuwächse (Tabelle 4-2).

#### 4.2.2 Metallische Spurenelemente

Es konnten im Jahresvergleich 2017 mit 2016 bei fünfzehn metallischen Spurenelementen (Cu, Co, As, Ni, Sn, Cr, Tl, Sb, Hg, V, Zn, Pb, Be, Se und Mn) Erhöhungen bei den klinkerbezogenen Emissionsfaktoren [g/t<sub>kl</sub>] verzeichnet werden. Bei einem metallischen Spurenelement (Cd) zeigte sich ein niedrigerer Wert (Tabelle 4-3).

Insgesamt erhöhte 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) im Jahresvergleich um ca. 27,8 % auf ca. 0,1726 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 erhöhte sich im Jahresvergleich um ca. 32,3 % auf ca. 0,0909 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 im Jahresvergleich um ca. 17,2 % auf ca. 0,0038 g/t<sub>kl</sub> (Tabelle 4-3).

Relativierend muß festgestellt werden, daß im Jahr 2017 in einigen österreichischen Zementwerken ein Wechsel der autorisierten Prüfinstitutionen für die Emissionsmessungen, vorgenommen wurde. Damit ist es zum Einsatz von Meßgeräten bzw. Meßverfahren mit höheren Nachweisgrenzen bei bestimmten metallischen Spurenelementen gekommen. Konzentrationswerte, die in den Meßberichten als unterhalb der Nachweisgrenze eines Meßgerätes bzw. eines Meßverfahrens ausgewiesen wurden, werden in der vorliegenden Emissionsinventur wie bisher als mögliche und somit auch erreichbare Emissionskonzentrationswerte angenommen. Aufgrund der höheren Nachweisgrenzen wurden demzufolge auch höhere Frachten für bestimmte metallische Spurenelemente berechnet.

metallische Spurenelement	2015 Emissionsfaktor [g/t <sub>kl</sub> ]	2016 Emissionsfaktor [g/t <sub>kl</sub> ]	2017 Emissionsfaktor [g/t <sub>kl</sub> ]	2017/2016 Änderung [%]	2017/2015 Änderung [%]
Cadmium (Cd)	0,001242	0,001920	0,001905	-0,78	53,47
Thallium (Tl)	0,001326	0,001314	0,001884	43,35	42,09
Beryllium (Be)	0,003469	0,003447	0,003608	4,67	4,00
Arsen (As)	0,001380	0,001571	0,002385	51,78	72,85
Cobalt (Co)	0,001363	0,001277	0,001968	54,11	44,32
Nickel (Ni)	0,018658	0,009359	0,013963	49,19	-25,16
Blei (Pb)	0,007368	0,009046	0,009817	8,53	33,24
Quecksilber (Hg)	0,040313	0,029444	0,039703	34,84	-1,51
Chrom (Cr)	0,023735	0,018219	0,026527	45,60	11,76
Selen (Se)	0,000285	0,000424	0,000437	2,95	53,43
Mangan (Mn)	0,016805	0,016886	0,017365	2,84	3,33
Vanadium (V)	0,001473	0,001845	0,002228	20,75	51,23
Zink (Zn)	0,030156	0,029841	0,034158	14,46	13,27
Antimon (Sb)	0,001256	0,001303	0,001819	39,58	44,84
Kupfer (Cu)	0,010430	0,007873	0,012904	63,89	23,72
Zinn (Sn)	0,001430	0,001288	0,001890	46,75	32,18
<i>Summe o.g. metallische Spurenelemente</i>	<i>0,160688</i>	<i>0,135058</i>	<i>0,172559</i>	<i>27,77</i>	<i>7,39</i>
<i>Σ (Sb, As, Pb, Cr, Co, Cu, Mn, Ni, V, Sn)</i>	<i>0,083898</i>	<i>0,068667</i>	<i>0,090865</i>	<i>32,33</i>	<i>8,30</i>
<i>Σ (Cd, Tl)</i>	<i>0,002567</i>	<i>0,003234</i>	<i>0,003789</i>	<i>17,15</i>	<i>47,59</i>

Tabelle 4-3: Emissionsfaktoren für metallische Spurenelemente und ihre prozentuelle Änderung in 2017 bezogen auf 2016

### 4.2.3 Emissionskonzentrationen ausgewählter Schadstoffe

Im Jahresvergleich 2017 mit 2016 verbesserte sich die auf 10,0 Vol.-% O<sub>2</sub> bezogene - als Jahresmittelwert ausgewiesene - Emissionskonzentration für Stickstoffoxide, während sich die Summenkonzentrationen für diverse metallische Spurenelemente, sowie die Emissionskonzentrationen für ofengängigen Staub, Schwefeldioxid und organischen Gesamtkohlenstoff verschlechterten (Tabelle 4-4).

Emissionskonzentration (Jahresmittelwert, 10,0 Vol.-% O <sub>2</sub> )	2016		2017	
	[mg/m <sup>3</sup> (Vn)tr.]	[%]	[mg/m <sup>3</sup> (Vn)tr.]	[%]
Staub (TSP aus den Ofenlinien)	3,09		3,55	
		100,00		14,76
Stickstoffoxide (als NO <sub>2</sub> )	280,7		274,4	
		100,00		-2,23
Schwefeldioxid (SO <sub>2</sub> )	34,0		38,1	
		100,00		12,08
organischer Gesamtkohlenstoff (TOC)	26,1		26,9	
		100,00		2,79
Σ (Cd, Tl, Be, As, Co, Ni, Pb, Hg, Cr, Se, Mn, V, Zn, Sb, Cu, Sn)	0,058015		0,074643	
		100,00		28,66
Σ (Sb, As, Pb, Cr, Co, Cu, Mn, Ni, V, Sn)	0,029496		0,039305	
		100,00		33,25
Σ (Cd, Tl)	0,001389		0,001639	
		100,00		17,97

Tabelle 4-4: Emissionskonzentrationen ausgewählter Luftschadstoffe aus Anlagen der österreichischen Zementindustrie und ihre prozentuelle Änderung in 2017 bezogen auf 2016 (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 2012 bis 2017 .....	6
3.)	Tabelle 4-1: Produktionsdaten für Anlagen der österreichischen Zementindustrie im Jahresvergleich 2017 mit 2016 .....	26
4.)	Tabelle 4-2: Emissionsänderungen bei ausgewählten Schadstoffen aus Anlagen der österreichischen Zementindustrie im Bilanzjahr 2017 bezogen auf 2016 .....	27
5.)	Tabelle 4-3: Emissionsfaktoren für metallische Spurenelemente und ihre prozentuelle Änderung in 2017 bezogen auf 2016 .....	28
6.)	Tabelle 4-4: Emissionskonzentrationen ausgewählter Luftschadstoffe aus Anlagen der österreichischen Zementindustrie und ihre prozentuelle Änderung in 2017 bezogen auf 2016 (Jahresmittelwerte, 10,0 Vol.-% O <sub>2</sub> ) .....	29

**6 Abbildungsverzeichnis**

1.)	Abbildung 2-1: Anlagenspiegel der österreichischen Zementwerke mit Ofenbetrieb (Stichtag: 31.12.2017) .....	4
2.)	Abbildung 3-1: Rohmehleinsatzmenge, Klinkerproduktionsmenge und Zementproduktionsmenge der österreichischen Zementindustrie im Beobachtungszeitraum 2012 bis 2017 (ohne Mahlwerke) .....	7
3.)	Abbildung 3-2: Klinkerfaktor und Rohmehlfaktor im Beobachtungszeitraum 2012 bis 2017 .....	7
4.)	Abbildung 3-3: Entwicklung des Klinkerbrandfaktors / $[t_{kl}/h_{OB}]$ in den Anlagen der österreichischen Zementindustrie im Beobachtungszeitraum 2012 bis 2017 .....	8
5.)	Abbildung 3-4: Einsatzmengen konventioneller Brennstoffe in der österreichischen Zementindustrie im Beobachtungszeitraum 2012 bis 2017 .....	8
6.)	Abbildung 3-5: Einsatzmengen von Ersatzbrennstoffen (EBS) in Anlagen der österreichischen Zementindustrie im Beobachtungszeitraum 2012 bis 2017 .....	9
7.)	Abbildung 3-6: Entwicklung des thermischen und elektrischen Energieeinsatzes in österreichischen Zementwerken mit eigener Klinkererzeugung im Beobachtungszeitraum 2012 bis 2017 .....	9
8.)	Abbildung 3-7: Ersatzbrennstoffenergieanteil am thermischen Energieeinsatz (Substitutionsgrad) in Anlagen der österreichischen Zementindustrie für den Beobachtungszeitraum 2012 bis 2017 .....	10
9.)	Abbildung 3-8: Brennstoffwärmemengen aus der Verfeuerung von Ersatzbrennstoffen in Anlagen der österreichischen Zementindustrie (ohne Mahlwerke) im Beobachtungszeitraum 1988 bis 2017 .....	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 2012 bis 2017 .....	11
11.)	Abbildung 3-10: über den Bilanzzeitraum 2015, 2016 und 2017 mengengewichtete Mittelwerte von Heizwerten unterschiedlicher Drehofenbrennstoffe (im Einsatzzustand) mit werksspezifischen Minimal- und Maximalwerten .....	11
12.)	Abbildung 3-11: mittlerer spezifischer Energieeinsatz je Tonne Zement in Anlagen der österreichischen Zementindustrie (ohne Mahlwerke) im Vergleichszeitraum 2012 bis 2017 .....	12
13.)	Abbildung 3-12: Wärmeabgabe an externe Verbraucher aus Anlagen der österreichischen Zementindustrie im Beobachtungszeitraum 2005 bis 2017 .....	12
14.)	Abbildung 3-13: Einsatzmengen von Ersatzbrennstoffen (EBS) in Anlagen der österreichischen Zementindustrie von 2012 bis 2017 .....	13
15.)	Abbildung 3-14: 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 2012 bis 2017 .....	14

16.) Abbildung 3-15: Einsatzmengen sekundärer Rohstoffe in Anlagen der österreichischen Zementindustrie (ohne Mahlwerke) im Zeitraum von 2012 bis 2017 .....	15
17.) Abbildung 3-16: Spezifizierung der im Zeitraum von 2012 bis 2017 in Anlagen der österreichischen Zementindustrie (ohne Mahlwerke) verwendeten sonstigen sekundären Rohstoffmassenströme.....	16
18.) Abbildung 3-17: Einsatzmengen primärer Rohstoffe in Anlagen der österreichischen Zementindustrie im Zeitraum von 2012 bis 2017 (ohne Mahlwerke) .....	17
19.) Abbildung 3-18: Einsatzmengen primärer Zuhaltstoffe in Anlagen der österreichischen Zementindustrie von 2012 bis 2017 (ohne Mahlwerke) .....	17
20.) Abbildung 3-19: Einsatzmengen sekundärer Zuhaltstoffe in Anlagen der österreichischen Zementindustrie von 2012 bis 2017 (ohne Mahlwerke) .....	18
21.) Abbildung 3-20: 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 2012 bis 2017 .....	18
22.) Abbildung 3-21: zeitlicher Verlauf der jährlichen, spezifischen Emissionsmassenströme (Emissionsfaktoren) für Kohlenstoffmonoxid, für Stickstoffoxide (als NO <sub>2</sub> ), für Schwefeldioxid, für Ammoniak und für Staub (TSP aus Ofenlinien), jeweils bezogen auf 1 t Klinker (2012 - 2017, ohne Mahlwerke) .....	19
23.) Abbildung 3-22: zeitlicher Verlauf der jährlichen, spezifischen Emissionsmassenströme (Emissionsfaktoren) für Kohlenstoffmonoxid, für Stickstoffoxide (als NO <sub>2</sub> ), für Schwefeldioxid, für Ammoniak und für Staub (TSP aus Ofenlinien), jeweils bezogen auf 1 t Zement (2012 - 2017, ohne Mahlwerke).....	19
24.) Abbildung 3-23: 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 2012 bis 2017 (ohne Mahlwerke).....	20
25.) Abbildung 3-24: zeitliche Entwicklung der jährlichen Emissionen an Kohlenstoffdioxid aus Anlagen der österreichischen Zementindustrie (exklusive Mahlwerke) im Beobachtungszeitraum 2012 bis 2017 (nach EZG).....	20
26.) Abbildung 3-25: 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 2012 bis 2017 (nach EZG) .....	21
27.) Abbildung 3-26: 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 2012 bis 2017 (nach EZG) .....	21
28.) Abbildung 3-27: auf GJ Brennstoffwärmemenge bezogene, relative CO <sub>2</sub> -Emissionen aus Anlagen der österreichischen Zementindustrie im Beobachtungszeitraum 2012 bis 2017 (nach EZG) .....	22
29.) Abbildung 3-28: klinkerbezogene Emissionsfaktoren diverser metallischer Spurenelemente aus Anlagen der österreichischen Zementindustrie (ohne Mahlwerke) für den Zeitraum von 2012 bis 2017 .....	23
30.) Abbildung 3-29: Ressourcenschonungsfaktor für Anlagen der österreichischen Zementindustrie im Vergleichszeitraum 2012 bis 2017 .....	24
31.) Abbildung 3-30: Staubmassenstrom (TSP) aus "gefaßten Quellen, ausgenommen Ofenanlagen" nach "Zementverordnung" § 5 für Anlagen der österreichischen Zementindustrie (exklusive Mahlwerke) im Beobachtungszeitraum 2012 bis 2017 .....	24
32.) Abbildung 3-31: staubförmige Emissionen unter Berücksichtigung von Staubemissionen aus "gefaßten Quellen, ausgenommen Ofenanlagen" nach "Zementverordnung" § 5 für Anlagen der österreichischen Zementindustrie (exklusive Mahlwerke) im Beobachtungszeitraum 2012 bis 2017.....	25