

Emissionen aus Anlagen der österreichischen Zementindustrie

Berichtsjahr 2009



Gerd Mauschitz

Institut für Verfahrenstechnik, Umwelttechnik
und Technische Biowissenschaften
Technische Universität Wien

Emissionen aus Anlagen der österreichischen Zementindustrie Berichtsjahr 2009

Gerd Mauschitz

Institut für Verfahrenstechnik, Umwelttechnik und Technische Biowissenschaften
Technische Universität Wien

Wien, im April 2010

Inhaltsverzeichnis

	Seite
1 Problemstellung	2
2 Datenerfassung	3
2.1 Erfaßte Schadstoffe	3
2.2 Erfassungszeitraum	3
2.3 Erfaßte Anlagen.....	3
3 Ergebnisse, numerische und graphische Darstellungen.....	3
3.1 Produktionsstatistik.....	5
3.2 Brennstoffstatistik	6
3.3 Energiestatistik	7
3.4 Sekundärrohstoff- und Sekundärzumahlstoffstatistik	12
3.5 Emissionsstatistik	14
4 Kurzkomentar zu den Ergebnissen	21
4.1 Anlage- und Produktionsdaten.....	21
4.2 Emissionen	22
5 Tabellenverzeichnis.....	24
6 Abbildungsverzeichnis	24

1 Problemstellung

Die vorzulegende Emissionsbilanz wird mit der Absicht in Angriff genommen alle relevanten Schadstoffe, die durch österreichische Zementwerke mit Ofenbetrieb im Jahr 2009 freigesetzt wurden, zu erfassen.

Die Emissionsinventur soll ferner über

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

der österreichischen Zementindustrie berichten.

Zu Vergleichszwecken soll die Emissionsinventur 2009 um den Beobachtungszeitraum 2004 bis 2008 ergänzt werden.

Die Einzelwerksergebnisse sollen, unter Wahrung der Vertraulichkeit werksspezifischer Kennwerte, zu einer sektoralen Gesamtbilanz zusammengeführt werden.

2 Datenerfassung

2.1 Erfasste Schadstoffe

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

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

Tabelle 2-1: erfasste Schadstoffe

2.2 Erfassungszeitraum

Die Emissionsinventur wurde für das Bilanzjahr 2009 erstellt. Um den Verlauf der Emissionsentwicklung zu veranschaulichen, wurde ein sechsjähriger Beobachtungszeitraum von 2004 bis einschließlich 2009 gewählt.

2.3 Erfasste Anlagen

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

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

3 Ergebnisse, numerische und graphische Darstellungen

GESAMTÜBERSICHT

I Anlagendaten																			
Anlagenzahl		Österreichweit waren 2009 (2008) 2 (2) Lepolöfen mit 418.000 (418.000), 4 (4) WT-DO mit 1.605.500 (1.605.500) sowie 5 (5) WT-DO + Kalzinator mit 2.598.000 (2.598.000) t/a betriebsbereit.																	
Klinkerkapazität / [t/a]		Mit der 2009 (2008) installierten Gesamtanlagenkapazität von ca. 4.621.500 t/a (ca. 4.621.500 t/a) wurden die unter II angeführten Jahresmengen produziert.																	

II Produktionsdaten		2004			2005			2006			2007			2008			2009		
Rohmehleinsatz	[t/a]	5.179.877			5.148.317			5.804.052			6.297.527			6.326.187			5.376.515		
Klinkerproduktion	[t/a]	3.222.802			3.221.167			3.653.477			3.992.376			3.996.243			3.428.140		
Zementproduktion	[t/a]	4.355.735			4.559.654			4.885.515			5.202.513			5.309.156			4.646.019		
Ofenbetriebsstunden ^{a)}	[h _{Of} /a]	66.747,0			65.942,9			70.361,3			73.494,1			73.729,5			62.475,3		
Rohmehlfaktor	[t _{Rm} /t _{kl}]	1,607			1,598			1,589			1,577			1,583			1,568		
(korrigierter*) Klinkerfaktor	[t _{kl} /t _{za}]	0,731*	0,740		0,723*	0,706		0,720*	0,748		0,729*	0,767		0,715*	0,753		0,708*	0,738	

III Konventionelle Energieträger (KET)		2004			2005			2006			2007			2008			2009																				
		Hu / [MJ/kg]	[t/a]	[GJ/a]																																	
A) Steinkohle		29,38	72.218	2.121.688	28,06	84.892	2.382.231	28,45	137.675	3.917.429	29,31	148.820	4.361.608	30,20	140.401	4.240.240	30,08	95.913	2.885.234																		
B) Braunkohlenstaub		22,17	62.551	1.386.474	22,18	65.410	1.450.888	22,09	77.931	1.721.190	22,17	81.807	1.813.587	21,97	79.922	1.755.769	21,97	73.590	1.617.040																		
C) Heizöl L (0,2 m% S)		41,75	1.107	46.220	41,70	1.151	48.014	41,70	1.065	44.391	41,70	568	23.704	41,70	398	16.617	41,69	388	16.177																		
D) Heizöl M (0,6 m% S)			0	0	41,00	46	1.886		0	0		0		0	0			0	0																		
E) Heizöl S (1,0-3,5 m% S)		40,24	13.802	555.387	40,32	14.521	585.430	40,30	11.265	453.950	40,30	15.260	614.927	40,30	14.392	580.011	40,30	14.523	585.294																		
F) Erdgas ^{b)} / [1000m ³ (Vn)/a]; Hu / [MJm ⁻³ (Vn)]		36,01	8.809.435	317.199	36,01	5.919.937	213.168	36,00	3.667.845	132.042	36,00	4.040.624	145.462	36,00	5.281.973	190.151	36,00	2.578.164	92.814																		
J) Petrolkoks		33,20	57.147	1.897.123	29,87	45.519	1.359.475	31,03	22.474	697.312	32,05	17.679	566.579	32,21	17.019	548.175	32,20	13.184	424.573																		
G) sonstige (Heizöl EL, Anthrazit)		27,80	1.028	28.567	42,70	103	4.379	42,70	89	3.787	26,75	9.573	256.089	42,70	296	12.648	42,70	437	18.679																		
Summe KET		214.116			6.352.657			215.852			6.045.471			253.106			6.970.102			276.581			7.781.957			256.186			7.343.611			199.869			5.639.811		

IV Ersatzbrennstoffe (EBS)		2004			2005			2006			2007			2008			2009																				
		Hu / [MJ/kg]	[t/a]	[GJ/a]	Hu / [MJ/kg]	[t/a]	[GJ/a]	Hu / [MJ/kg]	[t/a]	[GJ/a]	Hu / [MJ/kg]	[t/a]	[GJ/a]	Hu / [MJ/kg]	[t/a]	[GJ/a]	Hu / [MJ/kg]	[t/a]	[GJ/a]																		
H) Altreifen		26,81	27.784	744.935	26,55	32.929	874.174	26,45	35.690	944.098	26,48	31.581	836.294	26,58	30.645	814.651	26,65	26.851	715.639																		
I) Kunststoffabfälle		26,19	83.065	2.175.197	26,84	83.337	2.236.465	23,95	137.833	3.301.534	21,32	163.605	3.488.228	21,77	200.461	4.363.631	23,47	191.829	4.503.159																		
K) Altöl		36,97	28.370	1.048.923	36,63	26.701	977.984	36,86	21.596	795.949	36,30	23.809	864.326	35,00	22.200	776.996	34,39	14.918	512.997																		
L) Lösungsmittel		25,35	14.174	359.366	25,61	15.202	389.381	26,30	13.854	364.432	25,01	15.176	379.615	23,61	13.698	323.406	25,06	12.898	323.247																		
M) landwirtschaftliche Rückstände		17,19	7.226	124.229	18,04	4.907	88.522	15,52	1.568	24.335	16,31	2.755	44.934	15,91	6.422	102.161	15,47	7.900	122.191																		
N) Papierfaserreststoff ⁽²⁾		5,10	31.171	158.972	4,89	34.162	167.104	4,80	35.295	169.301	4,80	36.023	172.910	4,92	39.312	193.403	4,61	45.930	211.648																		
O) sonstige		16,28	65.570	1.067.293	15,76	64.821	1.021.513	16,85	55.550	935.821	14,26	61.469	876.379	14,00	74.501	1.043.348	13,34	81.906	1.092.756																		
Summe EBS		257.360			5.678.915			262.059			5.755.144			301.386			6.535.471			334.418			6.662.687			387.238			7.617.596			382.231			7.481.638		

V Thermischer Energieeinsatz***		2004			2005			2006			2007			2008			2009		
a) Σ Energieeinsatz KET	[GJ/h _{Of}]	95,2			91,7			99,1			105,9			99,6			90,3		
b) Σ Energieeinsatz EBS	[GJ/h _{Of}]	85,1			87,3			92,9			90,7			103,3			119,8		
Summe a) u. b)	[GJ/h _{Of}]	180,3			179,0			191,9			196,5			202,9			210,0		
EBS-Anteil an (III+IV)	[%]	47,20			48,77			48,39			46,13			50,92			57,02		
spez. therm. Energieeinsatz	[GJ/t _{klinker}]	3,733			3,663			3,697			3,618			3,744			3,828		

VI Sekundärrohstoffe (SRS)		2004			2005			2006			2007			2008			2009		
diverse Schlacken **	[t/a]	29.935			27.886			42.936			39.290			45.676			49.603		
Gießereialtsand	[t/a]	35.397			45.197			28.937			27.782			20.730			11.262		
Summe SRS / sonstige SRS	[t/a]	318.541	253.209		309.985	236.901		374.907	303.034		473.681	406.609		424.801	358.396		393.671	332.806	

VII Sekundärzumahaltstoffe (SZS)			2004		2005		2006		2007		2008		2009								
Hochfenschlacke	[t/a]		598.048		657.113		704.412		708.702		777.138		632.528								
REA - Gips	[t/a]		41.308		56.281		65.791		76.362		71.168		47.068								
Flugasche	[t/a]		114.498		120.101		129.664		143.234		159.315		135.213								
Summe SZS / sonstige SZS	[t/a]		815.104	61.250	904.184	70.689	964.966	65.099	1.000.543	72.245	1.087.749	80.128	924.955	110.147							
VIII Abgasparameter			2004		2005		2006		2007		2008		2009								
Bez.-O ₂ / O ₂ gemessen	[Vol.-%]		10,00	10,98	10,00	10,95	10,00	10,63	10,00	10,77	10,00	10,56	10,00	10,61							
Abgasnormvolumen V _(tr.,Vn,bez.)	[1000m ³ (Vn)/a]		7.087.052		7.093.925		8.349.051		9.265.637		9.452.236		8.222.446								
IX Emissionsrelevante Daten			2004			2005			2006			2007			2008			2009			
	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	E-faktor	Massenstrom	E-faktor
	[g/t _z]	[t/a]	[g/t _{kl}]	[g/t _z]	[t/a]	[g/t _{kl}]	[g/t _z]	[t/a]	[g/t _{kl}]	[g/t _z]	[t/a]	[g/t _{kl}]	[g/t _z]	[t/a]	[g/t _{kl}]	[g/t _z]	[t/a]	[g/t _{kl}]	[g/t _z]	[t/a]	[g/t _{kl}]
1 Staubförmige Emissionen ⁽¹⁾	11,92	51,942	16,12	13,98	63,746	19,79	16,30	79,642	21,80	16,06	83,533	20,92	13,13	69,693	17,44	10,47	48,629	14,19	10,47	48,629	14,19
2 Stickstoffoxide (als NO ₂)	1.049,36	4.570,735	1.418,25	940,76	4.289,529	1.331,67	942,19	4.603,069	1.259,91	862,73	4.488,373	1.124,24	748,36	3.973,140	994,22	707,35	3.286,367	958,64	707,35	3.286,367	958,64
3 Schwefeldioxid (SO ₂)	123,54	538,116	166,97	83,62	381,292	118,37	67,32	328,900	90,02	52,52	273,233	68,44	42,99	228,238	57,11	44,50	206,728	60,30	44,50	206,728	60,30
4 Cadmium (Cd)	0,003673	0,016000	0,004965	0,004757	0,021691	0,006734	0,006076	0,029685	0,008125	0,004677	0,024333	0,006095	0,002371	0,012588	0,003150	0,001648	0,007657	0,002234	0,001648	0,007657	0,002234
5 Thallium (Tl)	0,013748	0,059883	0,018581	0,007542	0,034390	0,010676	0,006210	0,030337	0,008304	0,004824	0,025098	0,006286	0,001206	0,006404	0,001602	0,001172	0,005443	0,001588	0,001172	0,005443	0,001588
6 Beryllium (Be)	0,002500	0,010889	0,003379	0,002354	0,010732	0,003332	0,002377	0,011612	0,003178	0,002341	0,012180	0,003051	0,002402	0,012754	0,003192	0,002341	0,010879	0,003173	0,002341	0,010879	0,003173
Summe 4-6	0,019921	0,086772	0,026924	0,014653	0,066812	0,020742	0,014663	0,071635	0,019607	0,011842	0,061611	0,015432	0,005979	0,031746	0,007944	0,005161	0,023978	0,006995	0,005161	0,023978	0,006995
7 Arsen (As)	0,014991	0,065298	0,020261	0,008536	0,038921	0,012083	0,006167	0,030131	0,008247	0,004917	0,025581	0,006407	0,001478	0,007844	0,001963	0,001209	0,005618	0,001639	0,001209	0,005618	0,001639
8 Cobalt (Co)	0,003341	0,014552	0,004515	0,004559	0,020787	0,006453	0,006024	0,029430	0,008055	0,004795	0,024944	0,006248	0,001146	0,006083	0,001522	0,001070	0,004971	0,001450	0,001070	0,004971	0,001450
9 Nickel (Ni)	0,006906	0,030079	0,009333	0,005322	0,024265	0,007533	0,005936	0,028999	0,007937	0,005010	0,026065	0,006529	0,005014	0,026620	0,006661	0,004598	0,021362	0,006231	0,004598	0,021362	0,006231
10 Blei (Pb)	0,010229	0,044553	0,013824	0,011629	0,053026	0,016462	0,009305	0,045459	0,012443	0,015739	0,081885	0,020510	0,006287	0,033381	0,008353	0,004397	0,020429	0,005959	0,004397	0,020429	0,005959
Summe 7-10	0,035466	0,154482	0,047934	0,030046	0,136999	0,042531	0,027432	0,134020	0,036683	0,030461	0,158474	0,039694	0,013925	0,073929	0,018500	0,011274	0,052380	0,015280	0,011274	0,052380	0,015280
11 Quecksilber (Hg)	0,023323	0,010587	0,031521	0,025417	0,115894	0,035979	0,028150	0,137526	0,037642	0,026982	0,140372	0,035160	0,028174	0,149582	0,037431	0,030948	0,143783	0,041942	0,030948	0,143783	0,041942
12 Chrom (Cr)	0,006363	0,027715	0,008600	0,006309	0,028768	0,008931	0,007497	0,036626	0,010025	0,005031	0,026172	0,006555	0,009044	0,048015	0,012015	0,004150	0,019282	0,005625	0,004150	0,019282	0,005625
13 Selen (Se)	0,000402	0,001750	0,000543	0,000235	0,001071	0,000333	0,000241	0,001179	0,000323	0,000238	0,001241	0,000311	0,000236	0,001255	0,000314	0,000235	0,001090	0,000318	0,000235	0,001090	0,000318
14 Mangan (Mn)	0,009920	0,043209	0,013407	0,010635	0,048490	0,015053	0,008723	0,042618	0,011665	0,013372	0,069570	0,017426	0,008408	0,044639	0,011170	0,009201	0,042750	0,012470	0,009201	0,042750	0,012470
15 Vanadium (V)	0,005876	0,025594	0,007942	0,006011	0,027406	0,008508	0,006182	0,030203	0,008267	0,004785	0,024894	0,006235	0,001213	0,006437	0,001611	0,001142	0,005306	0,001548	0,001142	0,005306	0,001548
16 Zink (Zn)	0,023110	0,100662	0,031234	0,023237	0,105954	0,032893	0,024147	0,117969	0,032289	0,021924	0,114057	0,028569	0,021525	0,114280	0,028597	0,024917	0,115767	0,033770	0,024917	0,115767	0,033770
Summe 11-16	0,068993	0,300517	0,093247	0,071844	0,327583	0,101697	0,074940	0,366120	0,100211	0,072332	0,376307	0,094256	0,068600	0,364208	0,091138	0,070593	0,327978	0,095672	0,070593	0,327978	0,095672
26 Antimon (Sb)	0,015807	0,068851	0,021364	0,009605	0,043795	0,013596	0,008052	0,039340	0,010768	0,005399	0,028090	0,007036	0,002910	0,015450	0,003866	0,001207	0,005607	0,001636	0,001207	0,005607	0,001636
27 Kupfer (Cu)	0,006292	0,027405	0,008503	0,006493	0,029608	0,009192	0,006660	0,032540	0,008907	0,009590	0,049895	0,012497	0,007457	0,039591	0,009907	0,008329	0,038694	0,011287	0,008329	0,038694	0,011287
28 Zinn (Sn)	0,009217	0,040149	0,012458	0,007240	0,033013	0,010249	0,007955	0,038862	0,010637	0,005054	0,026294	0,006586	0,002035	0,010804	0,002703	0,002102	0,009764	0,002848	0,002102	0,009764	0,002848
Summe 26-28	0,031316	0,136405	0,042325	0,023339	0,106416	0,033036	0,022667	0,110742	0,030311	0,020044	0,104279	0,026120	0,012402	0,065845	0,016477	0,011637	0,054066	0,015771	0,011637	0,054066	0,015771
Summe Spurenelemente (4-16)	0,124381	0,541771	0,168106	0,116543	0,531394	0,164970	0,117035	0,571775	0,156501	0,114635	0,596391	0,149383	0,088504	0,469882	0,117581	0,087029	0,404336	0,117946	0,087029	0,404336	0,117946
Summe Spurenelemente (4-16 und 26-28)	0,155697	0,678176	0,210431	0,139881	0,637810	0,198006	0,139702	0,682517	0,186813	0,134679	0,700671	0,175502	0,100906	0,535728	0,134058	0,098666	0,458402	0,133717	0,098666	0,458402	0,133717
17 chlorhaltige Verbindungen (als HCl)	2,865	12,479	3,872	1,409	6,426	1,995	2,744	13,408	3,670	2,675	13,917	3,486	3,345	17,759	4,444	3,127	14,528	4,238	3,127	14,528	4,238
18 fluorhaltige Verbindungen (als HF)	0,151	0,659	0,204	0,174	0,795	0,247	0,192	0,936	0,256	0,199	1,034	0,259	0,167	0,888	0,222	0,155	0,721	0,210	0,155	0,721	0,210
19 org. Gesamtkohlenstoff (TOC)	60,456	263,329	81,708	55,700	253,972	78,845	60,328	294,735	80,672	57,947	301,470	75,511	62,484	331,737	83,012	62,284	289,372	84,411	62,284	289,372	84,411
20 Kohlenmonoxid (CO)	2.071,3	9.021,994	2.799,4	1.708,5	7.790,340	2.418,5	2.539,0	12.404,281	3.395,2	2.663,1	13.854,665	3.470,3	3.177,0	16.867,285	4.220,8	3.256,2	15.128,419	4.413,0	3.256,2	15.128,419	4.413,0
25 Ammoniak (NH ₃)							23,088	112,798	30,874	33,947	176,609	44,236	27,256	144,707	36,211	15,850	73,641	21,481	15,850	73,641	21,481
26 Kohlendioxid (CO ₂) ⁽²⁾	655.798,0	2.856.482	886.335,2	619.128,5	2.823.012	876.394,2	639.536,2	3.124.463	855.202,6	654.072,5	3.402.821	852.329,6	648.149,9	3.441.129	861.091,0	634.182,0	2.946.421	859.481,1	634.182,0	2.946.421	859.481,1

⁽¹⁾ ohne Staubemissionen aus "sonstigen definierten Quellen" (Zementverordnung §5 Z.3) * = Klinkerverbrauch/Zementproduktion ** Tincal als sonstiger SRS bilanziert *** alle Einsatzbereiche ^{a)} alle Betriebszustände ^{b)} ρ_(F)=0,7112kg/m³

⁽²⁾ seit 2003 geänderte Definition des Aufgabestandes, ⁽³⁾ ab 2004: verifizierte CO₂-Gesamtemission (inklusive Klimaneutrales CO₂)

3.1 Produktionsstatistik

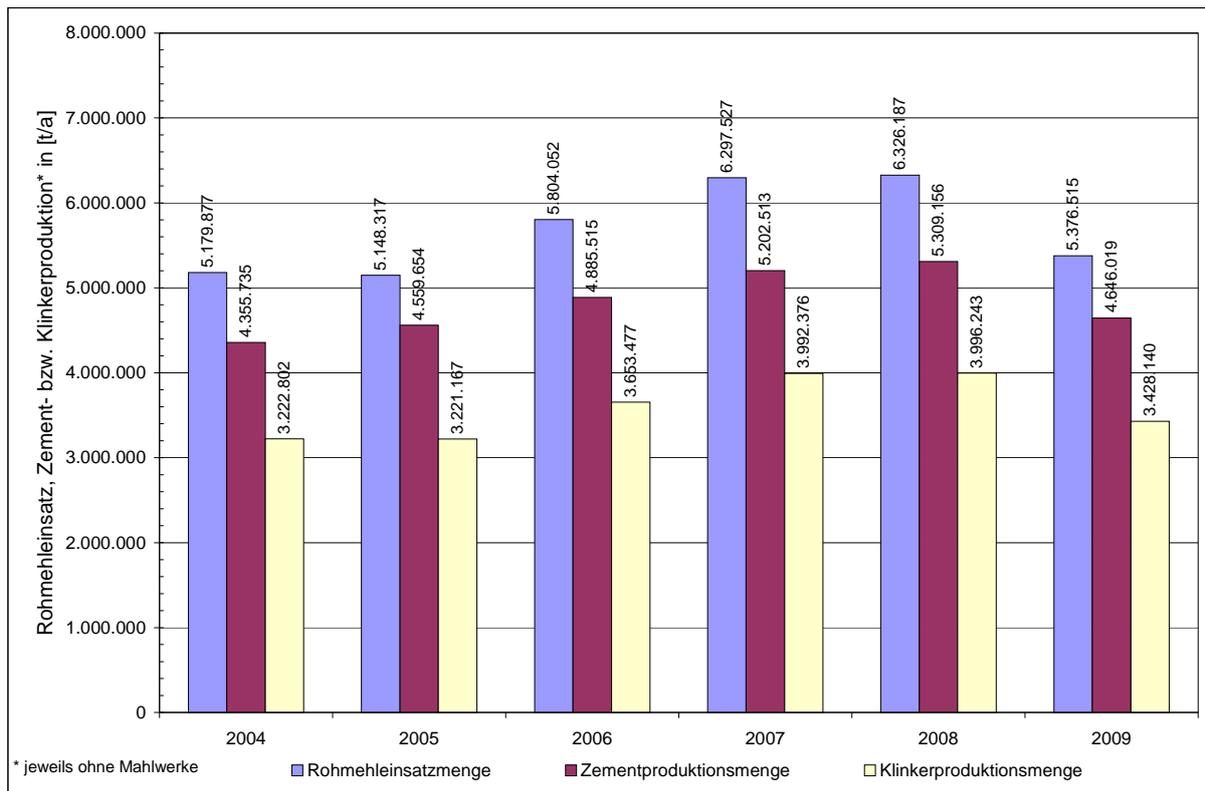


Abbildung 3-1: Rohmehleinsatzmenge, Klinkerproduktionsmenge und Zementproduktionsmenge der österreichischen Zementindustrie im Beobachtungszeitraum 2004 bis 2009 (ohne Mahlwerke)

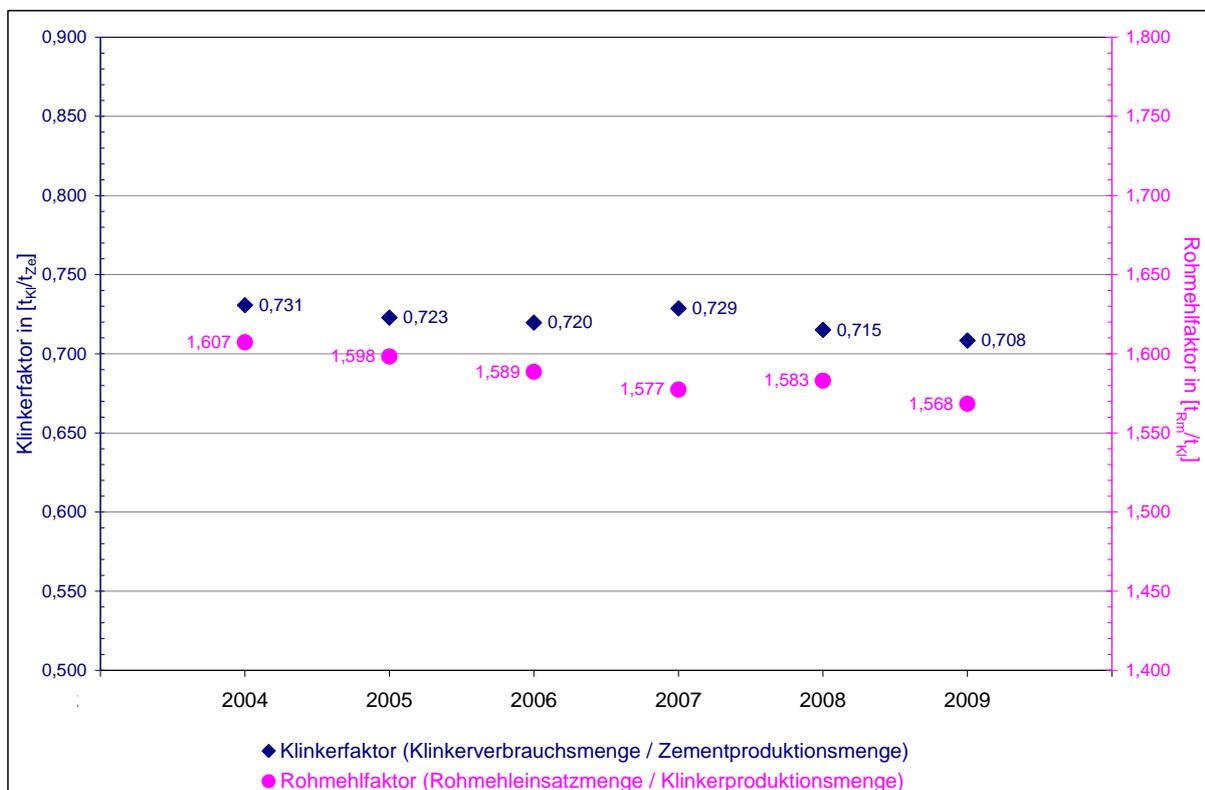


Abbildung 3-2: Klinkerfaktor und Rohmehlfaktor im Beobachtungszeitraum 2004 bis 2009

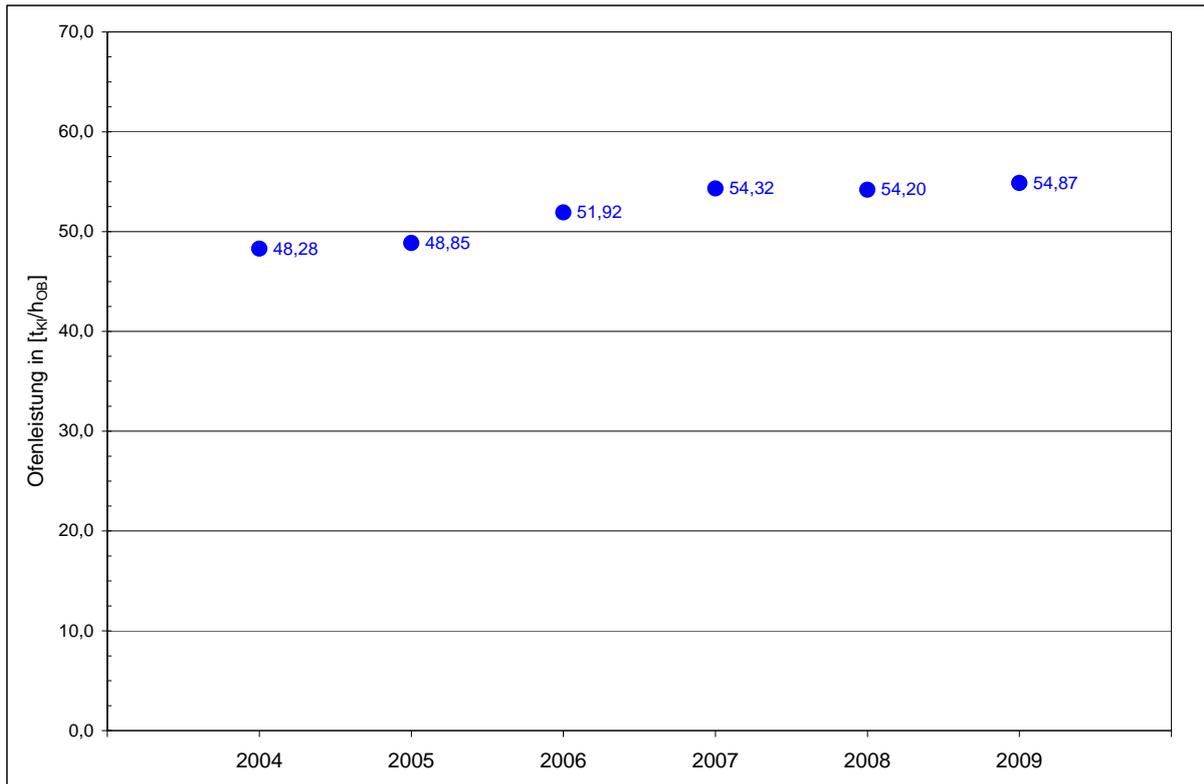


Abbildung 3-3: Entwicklung der Ofenleistung in den Anlagen der österreichischen Zementindustrie im Beobachtungszeitraum 2004 bis 2009

3.2 Brennstoffstatistik

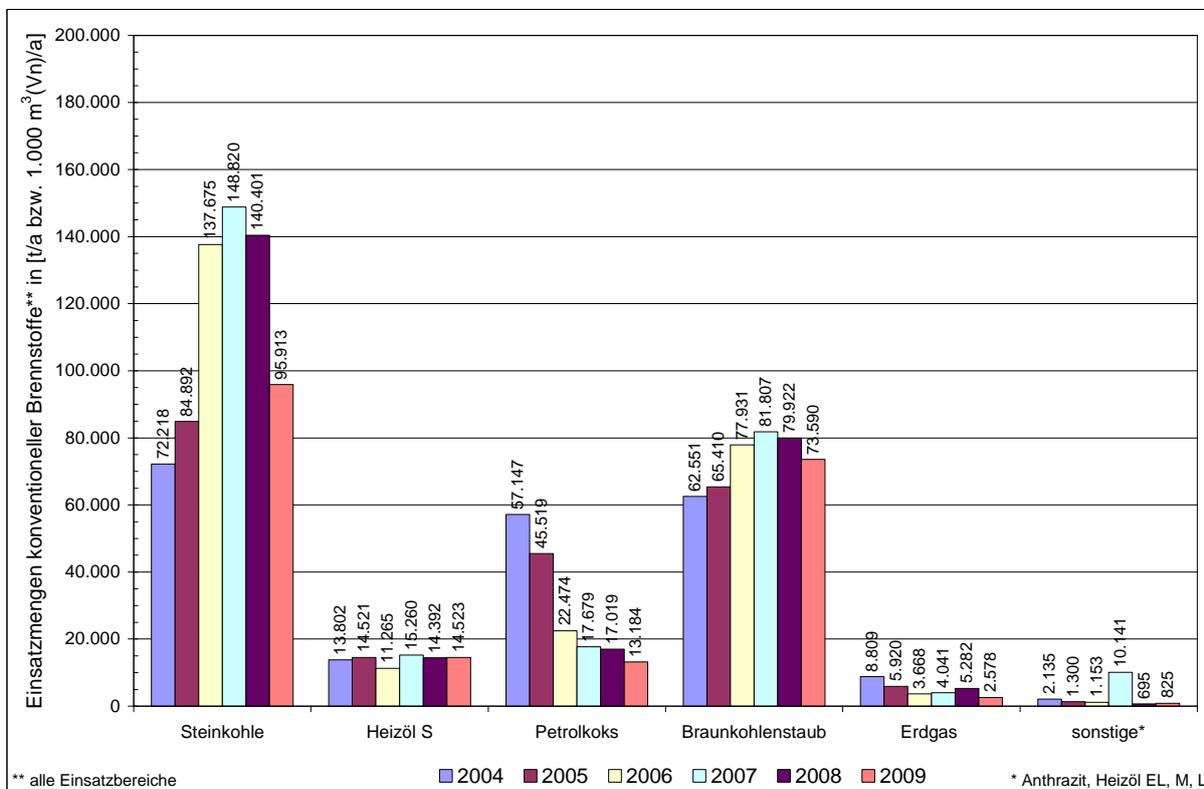


Abbildung 3-4: Einsatzmengen konventioneller Brennstoffe in der österreichischen Zementindustrie im Beobachtungszeitraum 2004 bis 2009

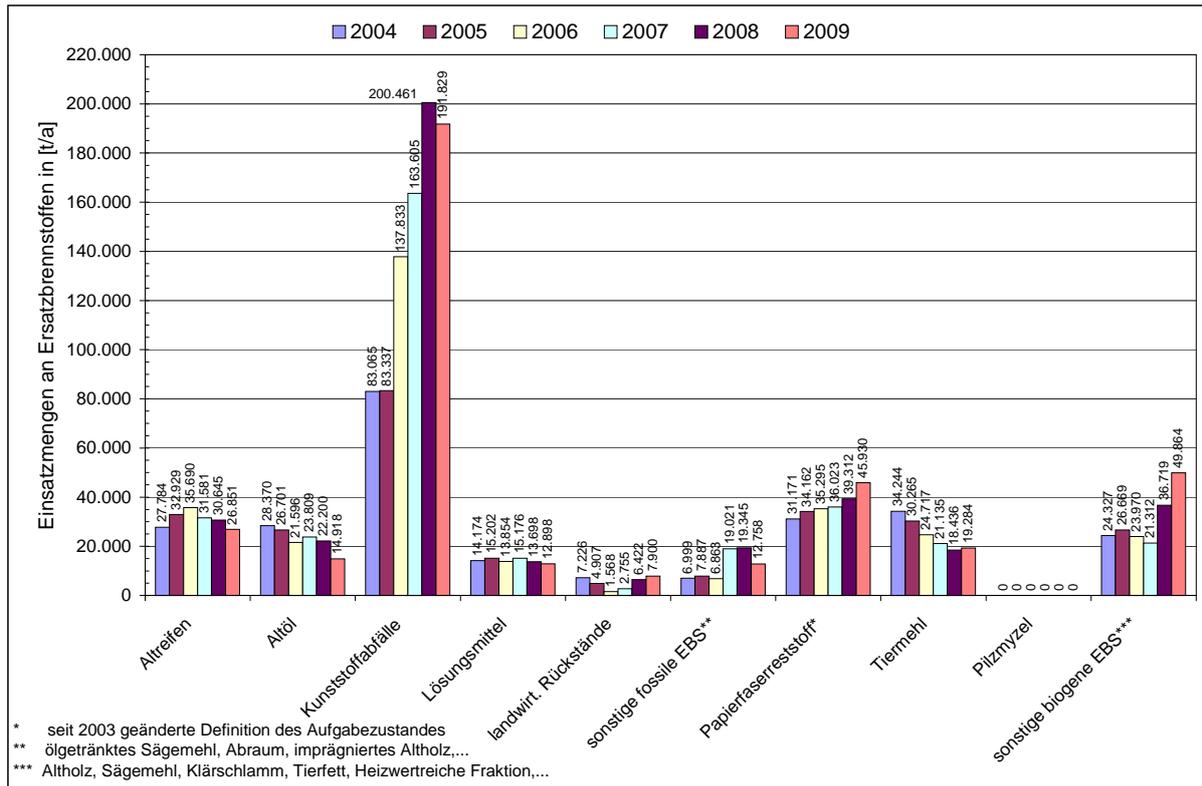


Abbildung 3-5: Einsatzmengen von Ersatzbrennstoffen (EBS) in Anlagen der österreichischen Zementindustrie im Beobachtungszeitraum 2004 bis 2009

3.3 Energiestatistik

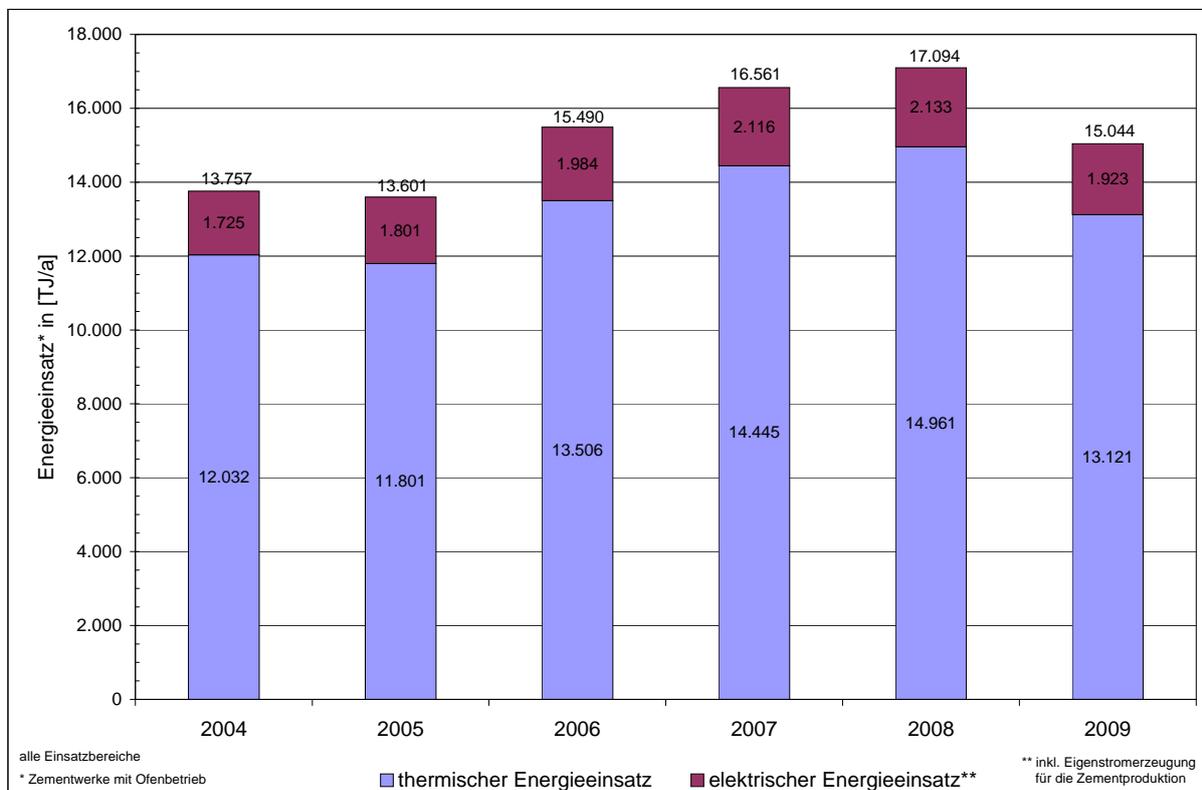


Abbildung 3-6: Entwicklung des thermischen und elektrischen Energieeinsatzes in österreichischen Zementwerken mit eigener Klinkererzeugung im Beobachtungszeitraum 2004 bis 2009

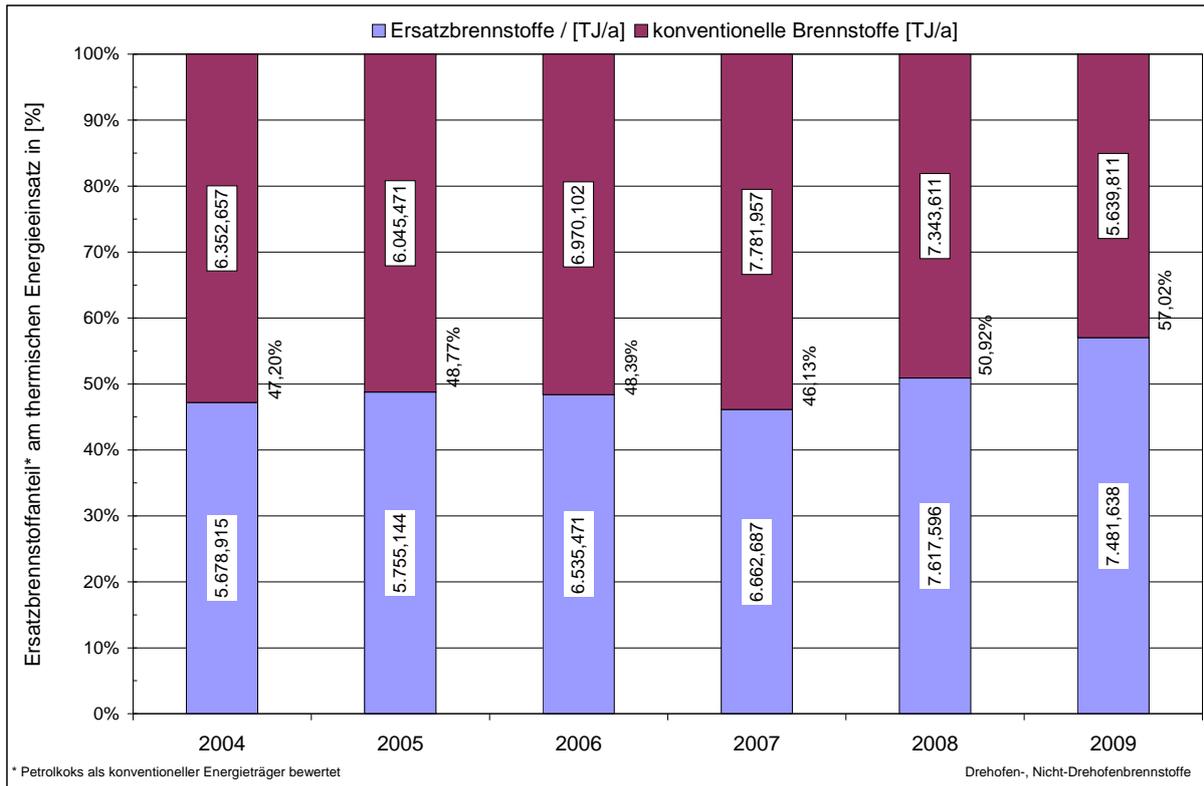


Abbildung 3-7: Ersatzbrennstoffenergieanteil am thermischen Energieeinsatz (Substitutionsgrad) in Anlagen der österreichischen Zementindustrie für den Beobachtungszeitraum 2004 bis 2009 (Petrolkoks wurde als konventioneller, fossiler Energieträger bewertet)

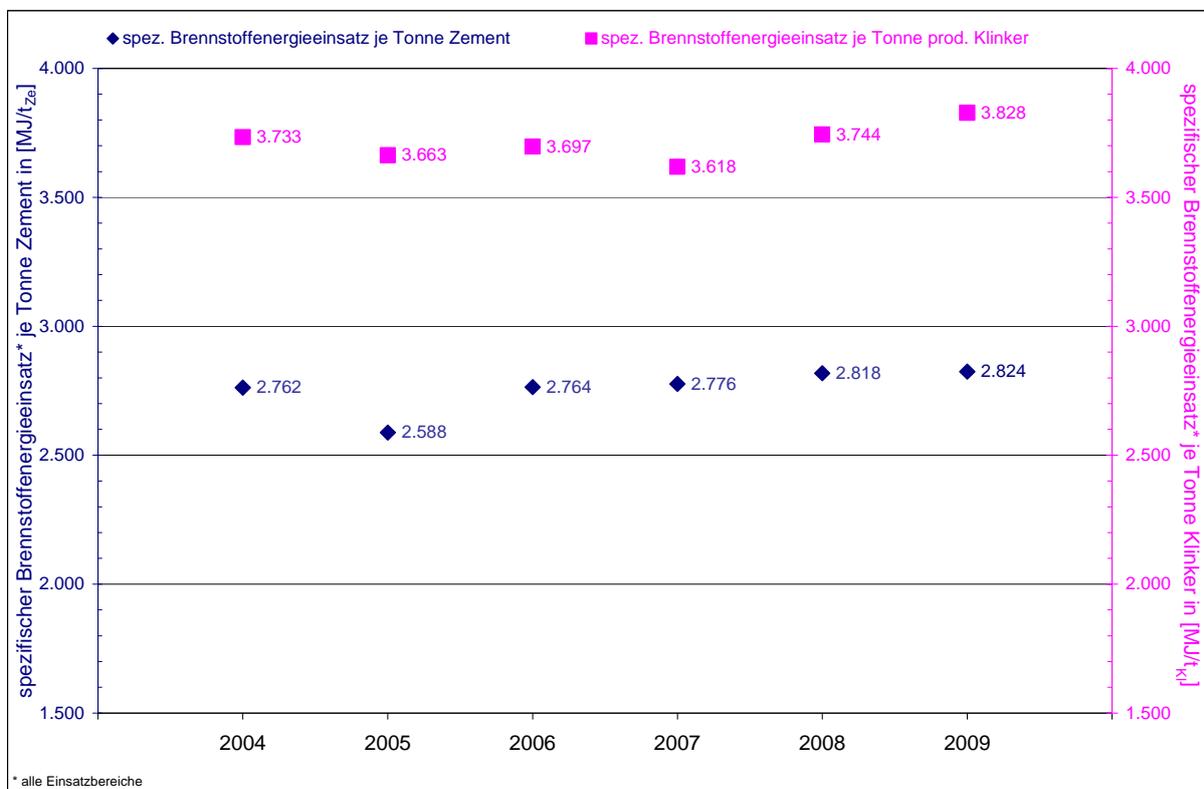


Abbildung 3-8: auf die Tonne Zement bzw. auf die Tonne Klinker bezogener spezifischer Brennstoffenergieeinsatz in Anlagen der österreichischen Zementindustrie für den Beobachtungszeitraum 2004 bis 2009

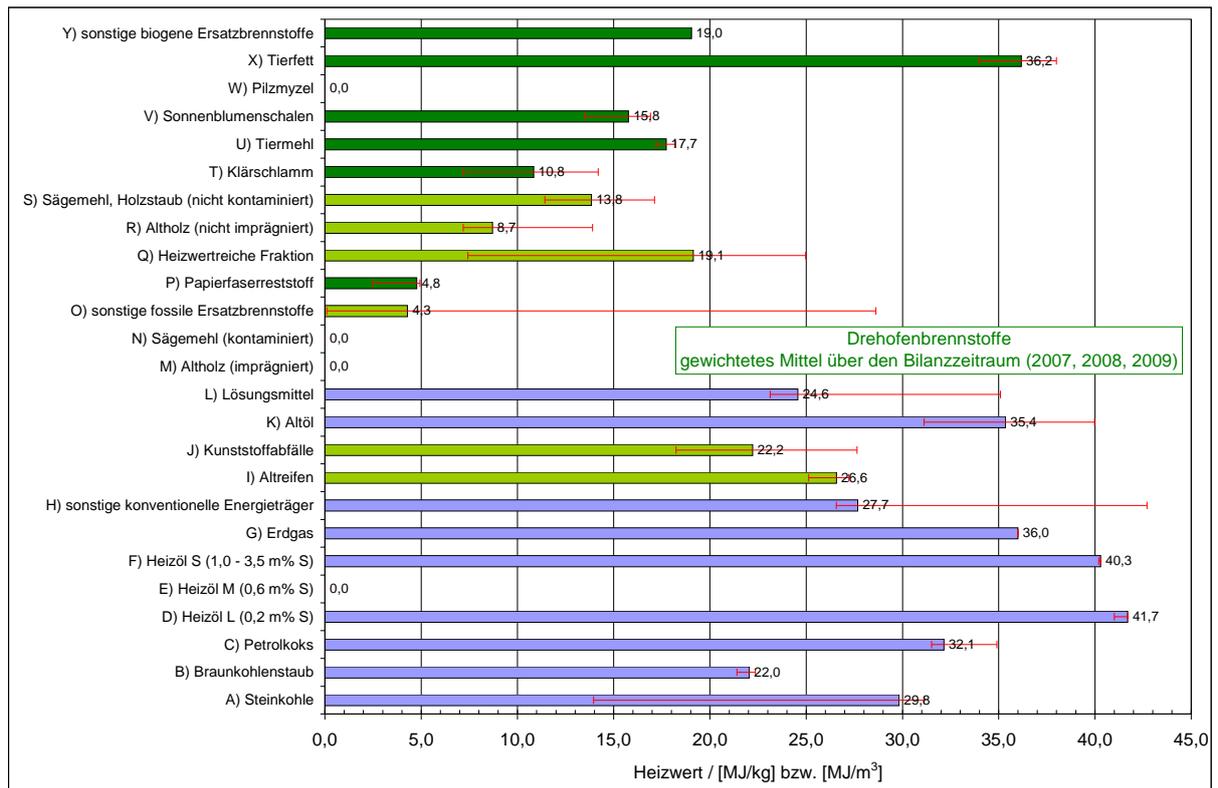


Abbildung 3-9: über den Bilanzzeitraum 2007, 2008 und 2009 mengengewichtete Mittelwerte von Heizwerten unterschiedlicher Drehofenbrennstoffe (im Einsatzzustand) mit werksspezifischen Minimal- und Maximalwerten

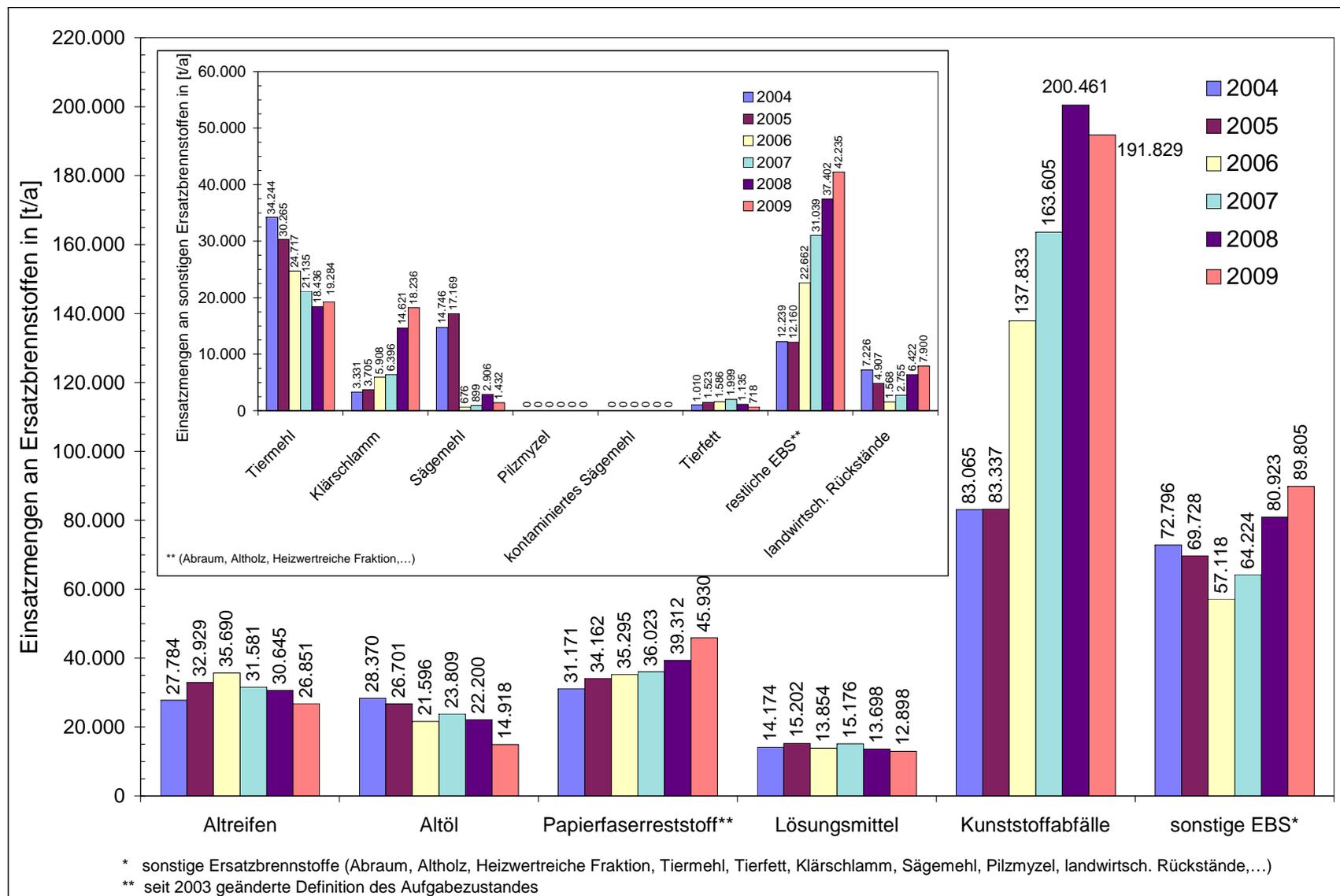


Abbildung 3-10: Einsatzmengen von Ersatzbrennstoffen (EBS) in Anlagen der österreichischen Zementindustrie von 2004 bis 2009

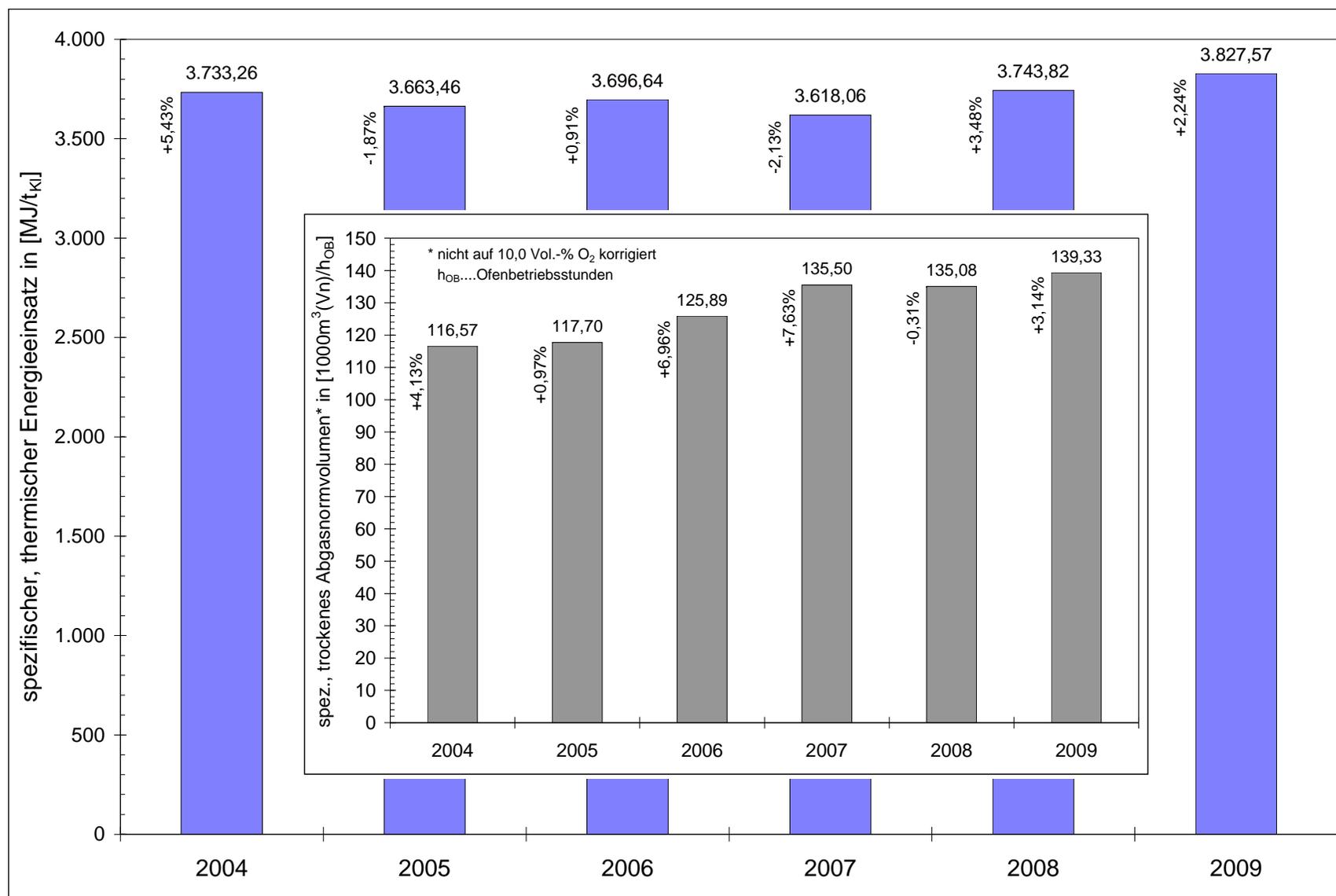


Abbildung 3-11: Entwicklung des klinkerbezogenen, spezifischen Wärmebedarfs und Darstellung des auf die Ofenbetriebsstunde bezogenen, trockenen Gesamtabgasnormvolumens (nicht auf 10,0 Vol.-% O₂ bezogen) in österreichischen Zementwerken mit eigener Klinkererzeugung, jeweils für den Zeitraum 2004 bis 2009

3.4 Sekundärrohstoff- und Sekundärzumahlstoffstatistik

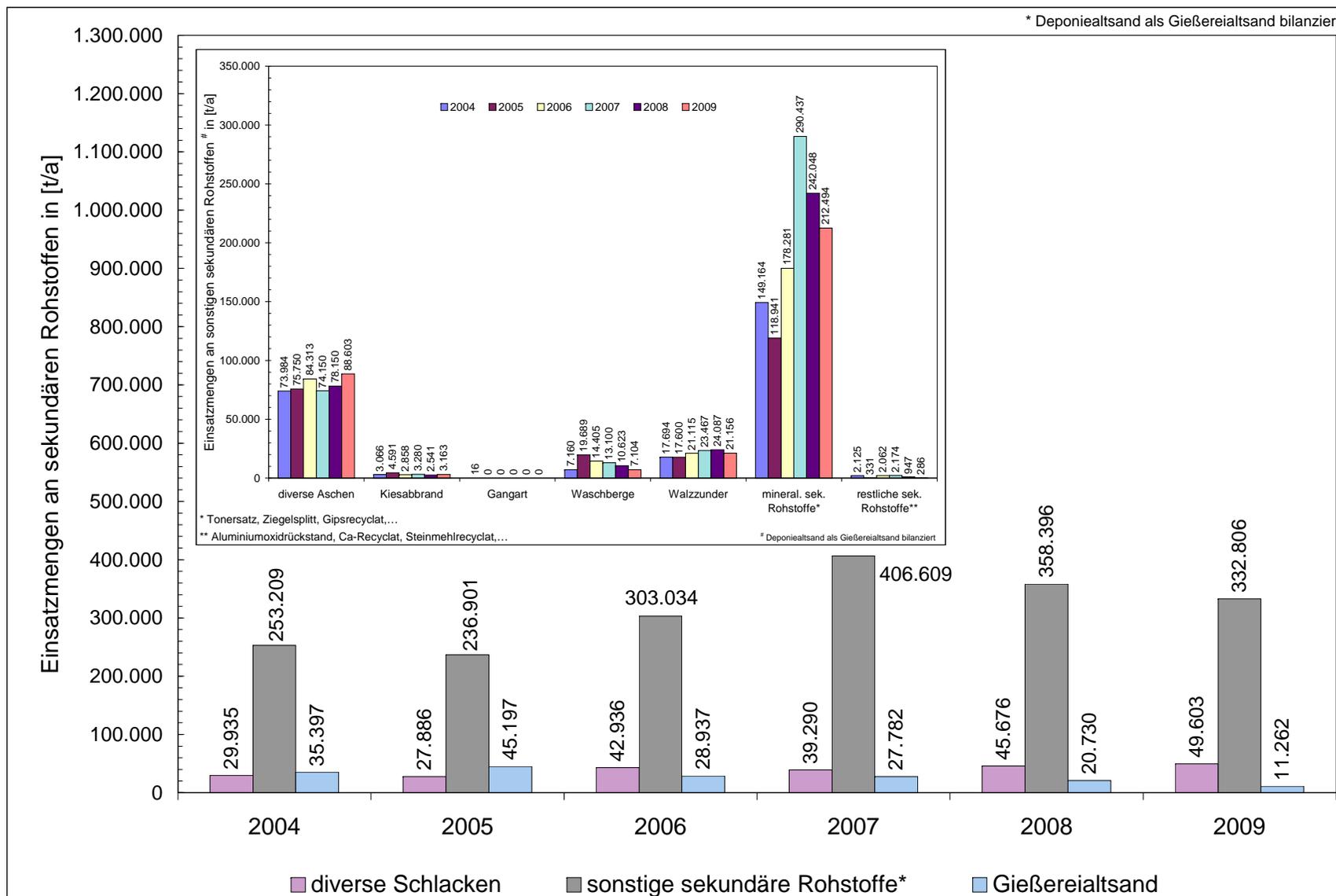


Abbildung 3-12: Einsatzmengen sekundärer Rohstoffe in Anlagen der österreichischen Zementindustrie (ohne Mahlwerke) im Zeitraum von 2004 bis 2009

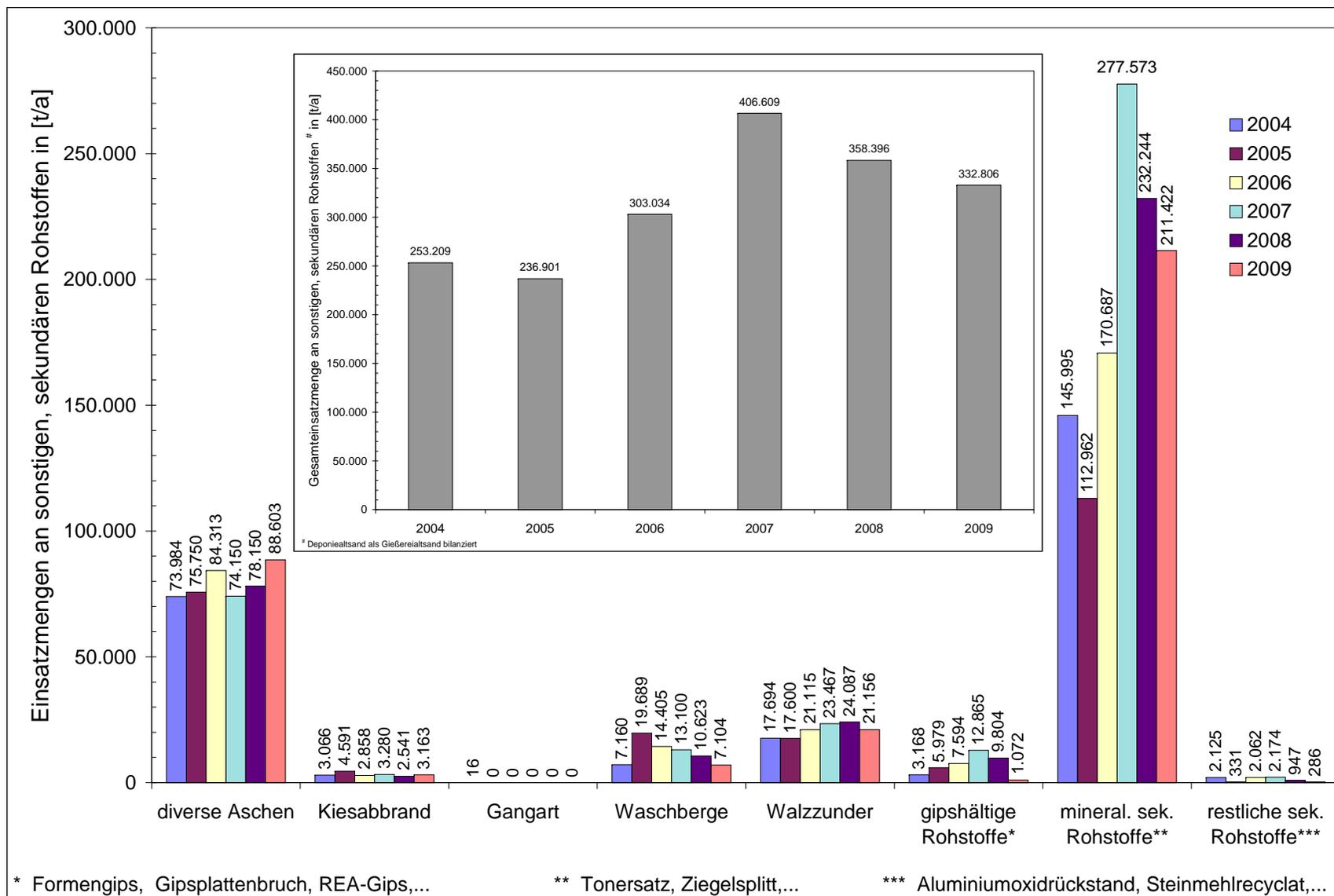


Abbildung 3-13: Spezifizierung der im Zeitraum von 2004 bis 2009 in Anlagen der österreichischen Zementindustrie (ohne Mahlwerke) verwendeten sonstigen sekundären Rohstoffmassenströme

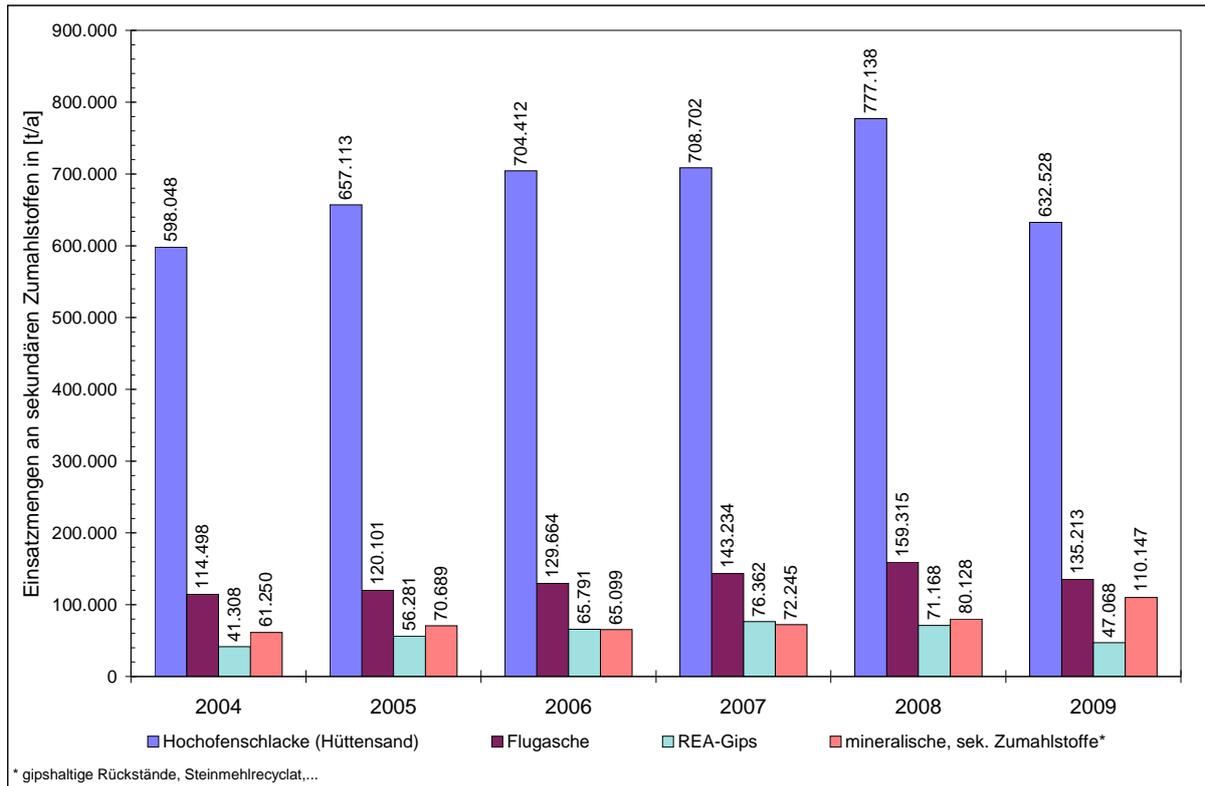


Abbildung 3-14: Einsatzmengen sekundärer Zusatzstoffe in Anlagen der österreichischen Zementindustrie von 2004 bis 2009 (ohne Mahlwerke)

3.5 Emissionsstatistik

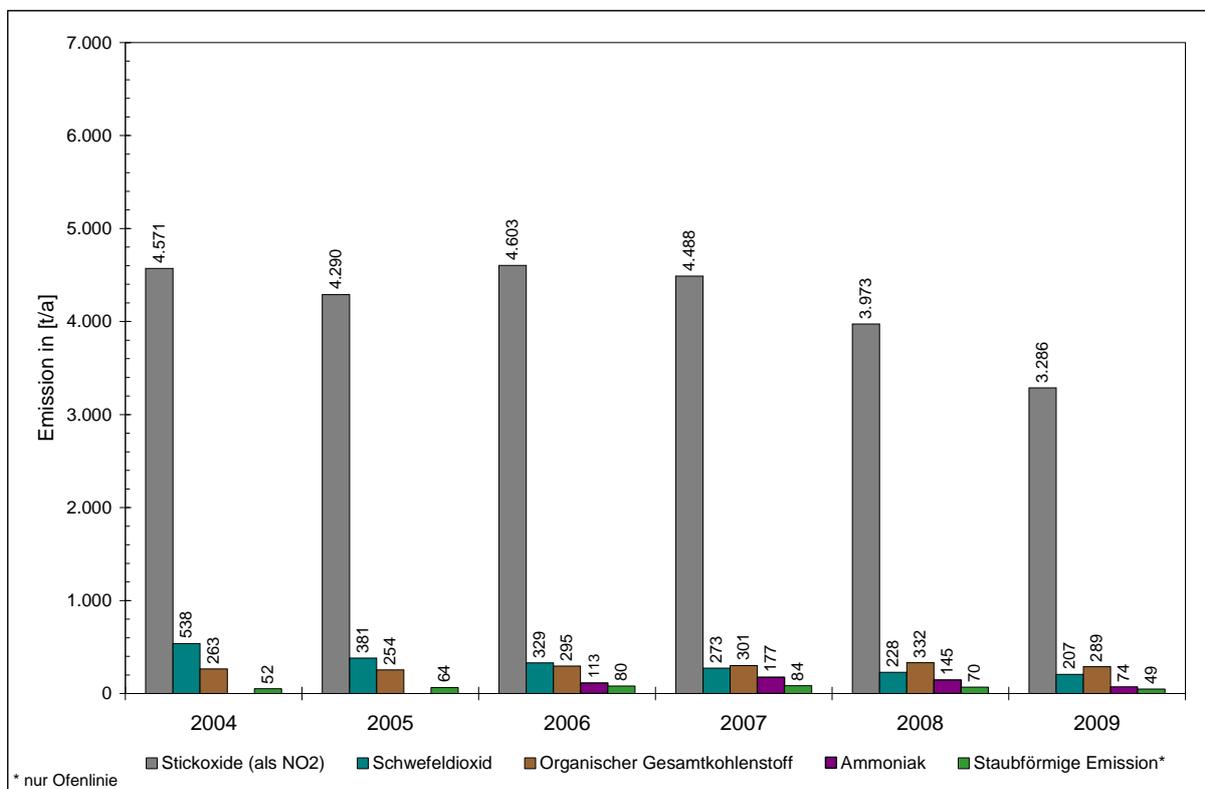


Abbildung 3-15: jährliche Emissionen an Stickoxiden (als NO₂), an Schwefeldioxid, an organischem Gesamtkohlenstoff, an Ammoniak und an Staub aus Anlagen der österreichischen Zementindustrie (ohne Mahlwerke) im Zeitraum von 2004 bis 2009 (NH₃ wird erst seit 2006 erhoben)

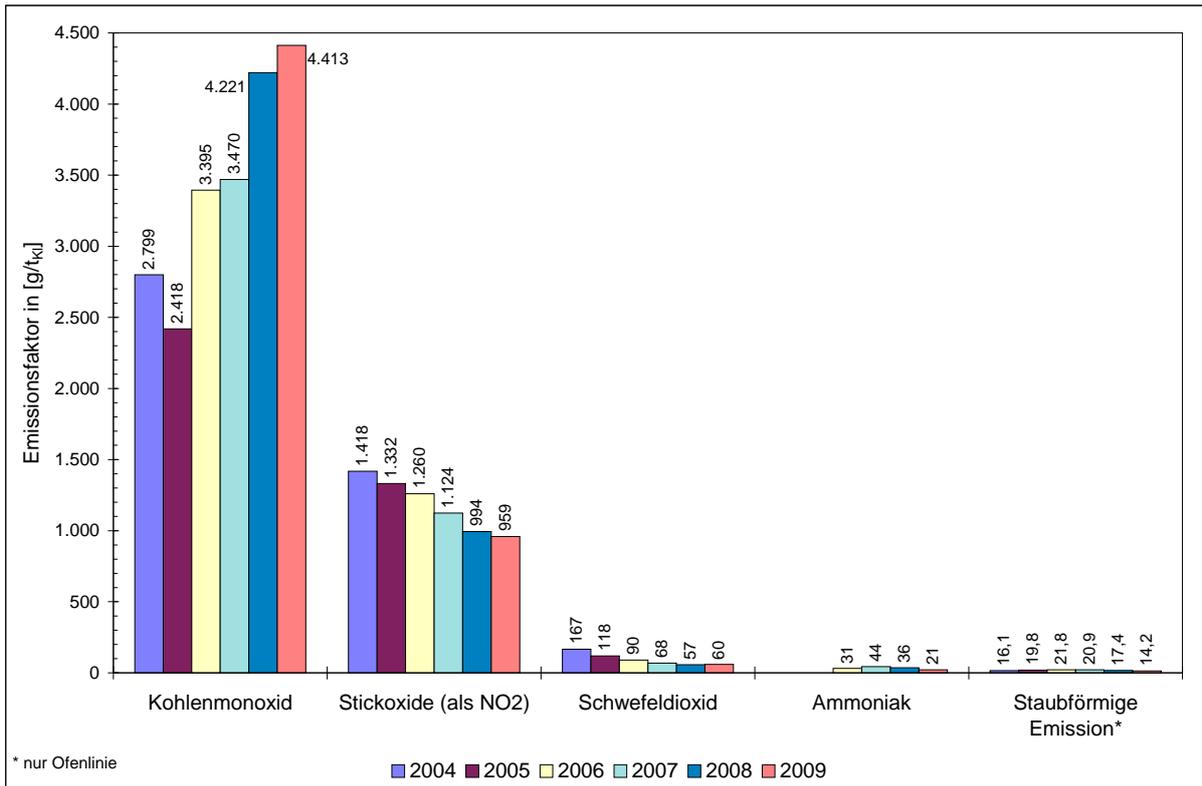


Abbildung 3-16: zeitlicher Verlauf der jährlichen, klinkerbezogenen, spezifischen Emissionsmassenströme (Emissionsfaktoren) für Kohlenmonoxid, für Stickoxide (als NO₂), für Schwefeldioxid, für Ammoniak und für Staub, jeweils bezogen auf 1 t Klinker (2004 - 2009, ohne Mahlwerke, NH₃ wird erst seit 2006 erhoben)

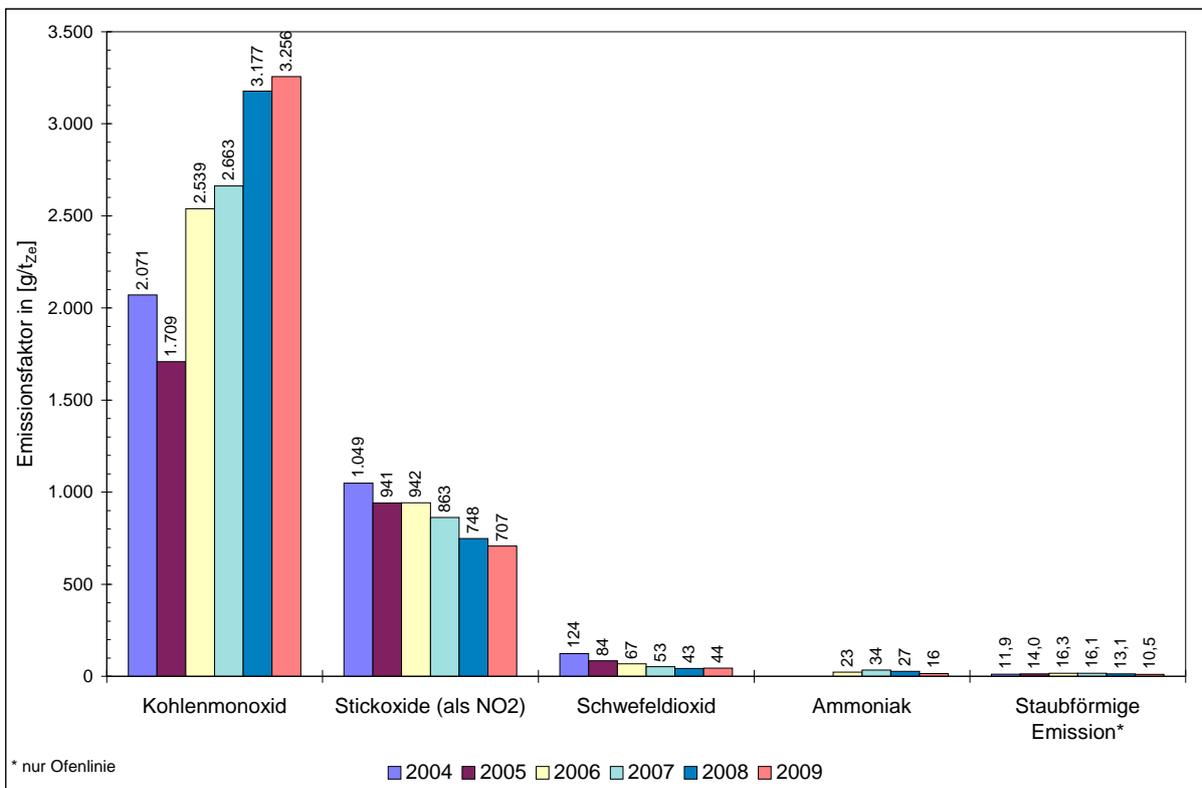


Abbildung 3-17: zeitlicher Verlauf der jährlichen, zementbezogenen, spezifischen Emissionsmassenströme (Emissionsfaktoren) für Kohlenmonoxid, für Stickoxide (als NO₂), für Schwefeldioxid, für Ammoniak und für Staub, jeweils bezogen auf 1 t Zement (2004 - 2009, ohne Mahlwerke)

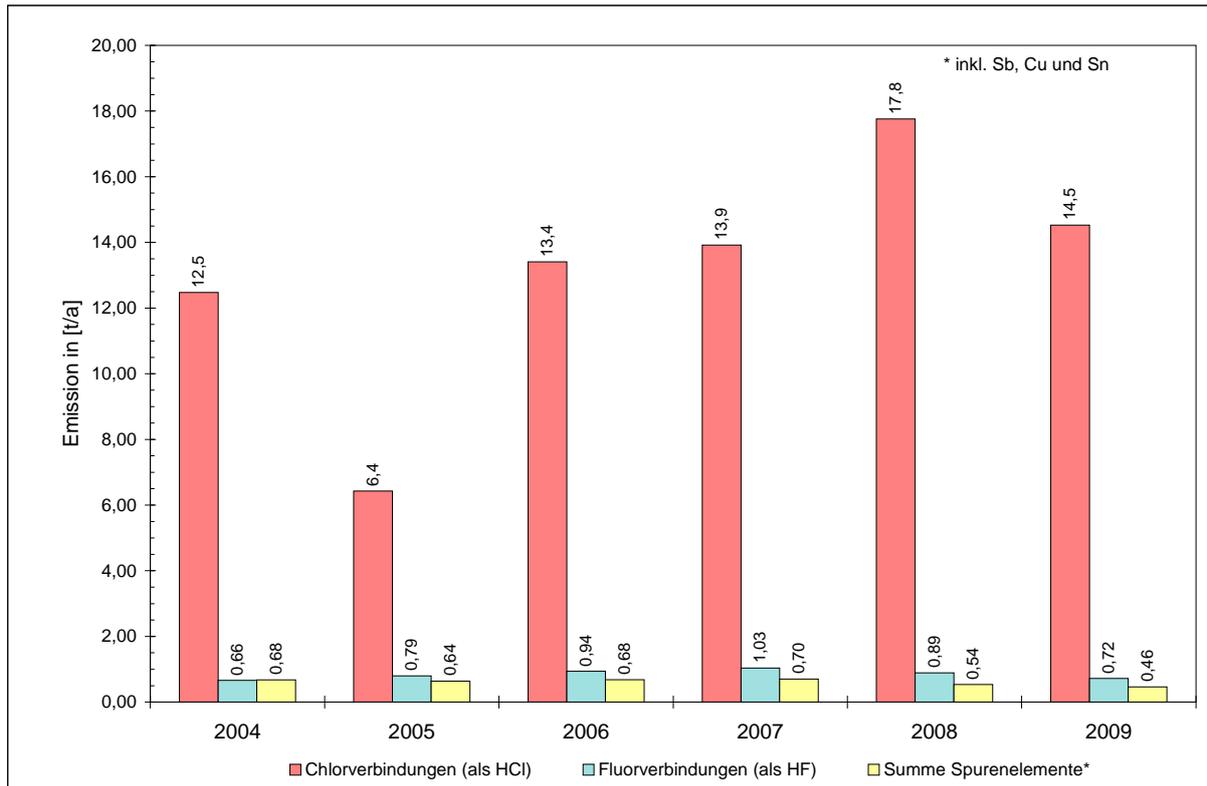


Abbildung 3-18: zeitliche Entwicklung der jährlichen Emissionen an chlor- und fluorhaltigen Verbindungen (ausgewiesen als HCl bzw. HF) sowie der jährlichen Gesamtemissionen an Spurenelementen, jeweils für den Zeitraum 2004 bis 2009 (ohne Mahlwerke)

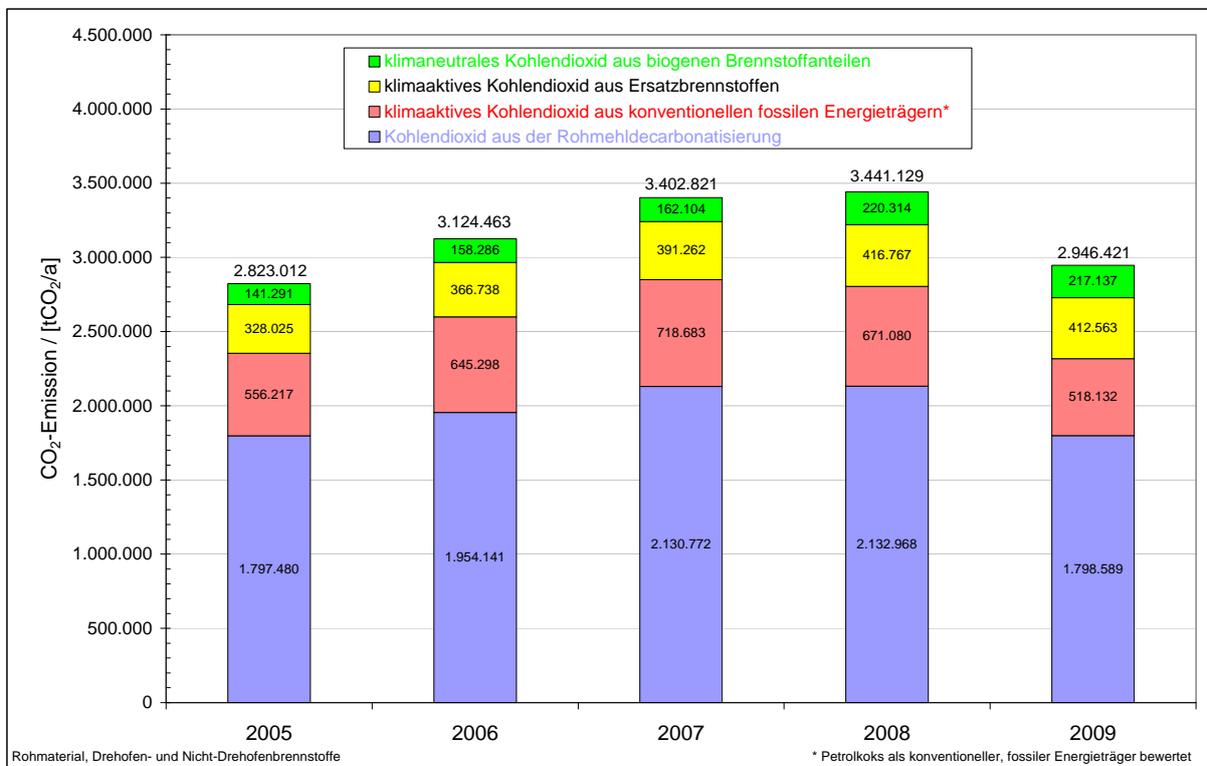


Abbildung 3-19: zeitliche Entwicklung der jährlichen Emissionen an Kohlendioxid aus Anlagen der österreichischen Zementindustrie (exklusive Mahlwerke) im Beobachtungszeitraum 2005 bis 2009 (nach EZG)

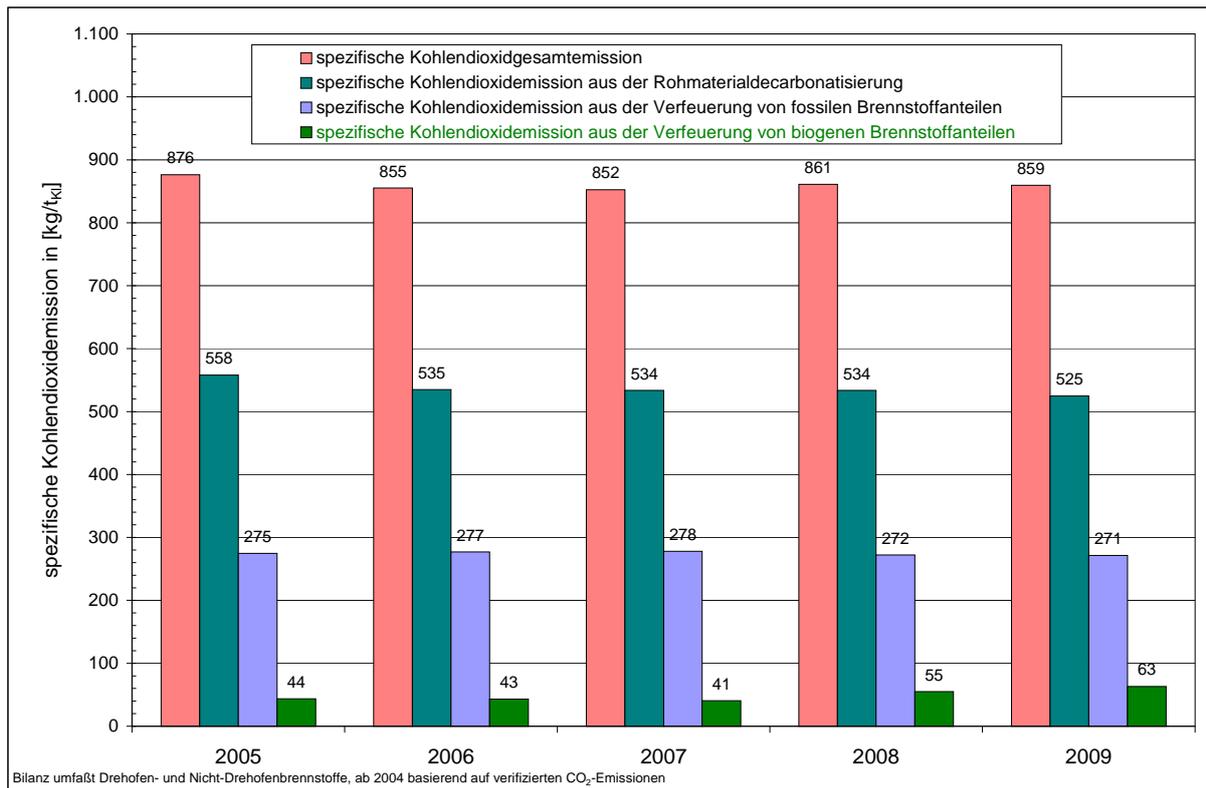


Abbildung 3-20: auf die Tonne Klinker bezogene, spezifische CO₂-Emissionen (mit biogenen CO₂-Emissionen) aus Anlagen der österreichischen Zementindustrie im Beobachtungszeitraum 2005 bis 2009 (nach EZG)

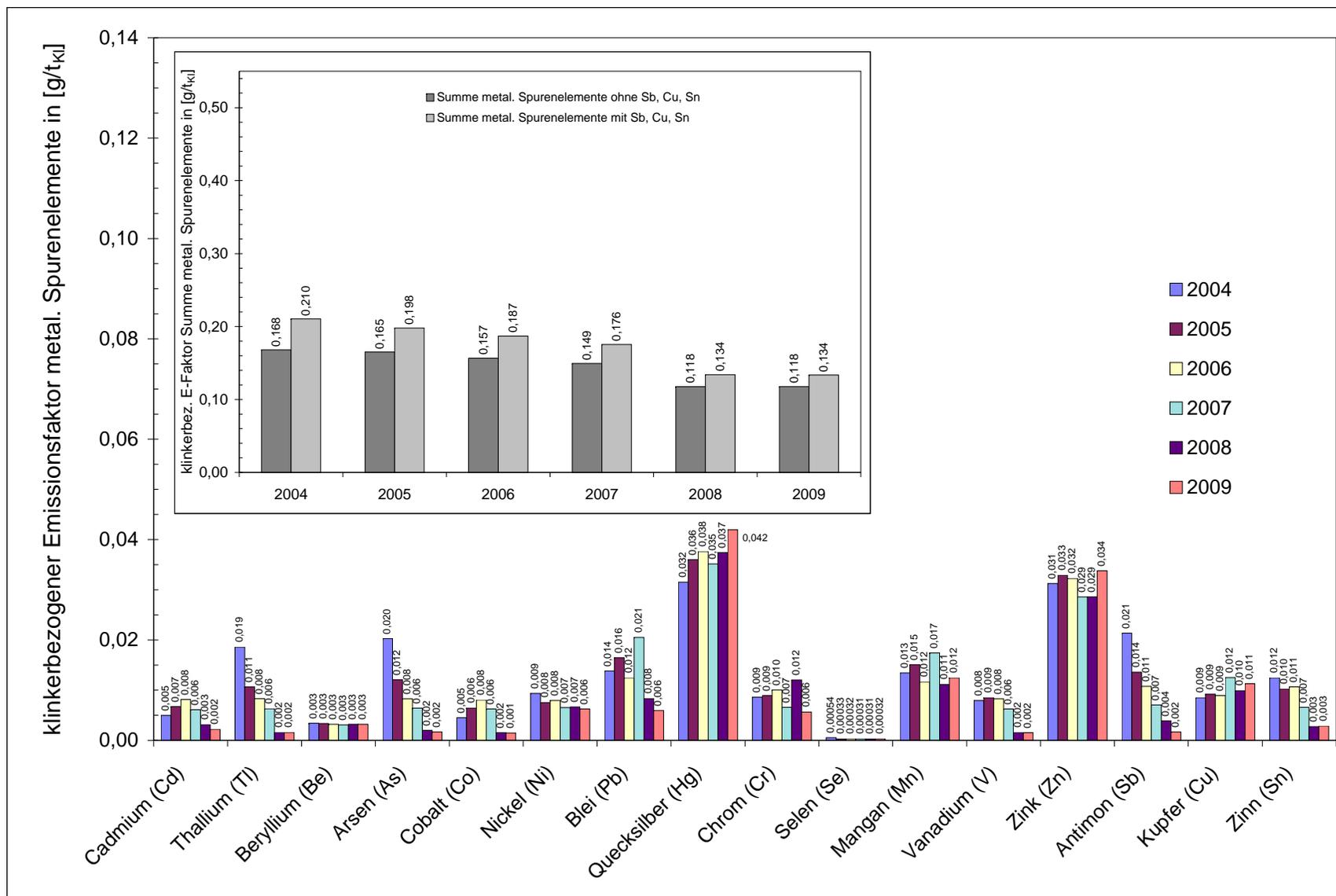


Abbildung 3-21: klinkerbezogene Emissionsfaktoren diverser metallischer Spurenelemente aus Anlagen der österreichischen Zementindustrie (ohne Mahlwerke) für den Zeitraum von 2004 bis 2009

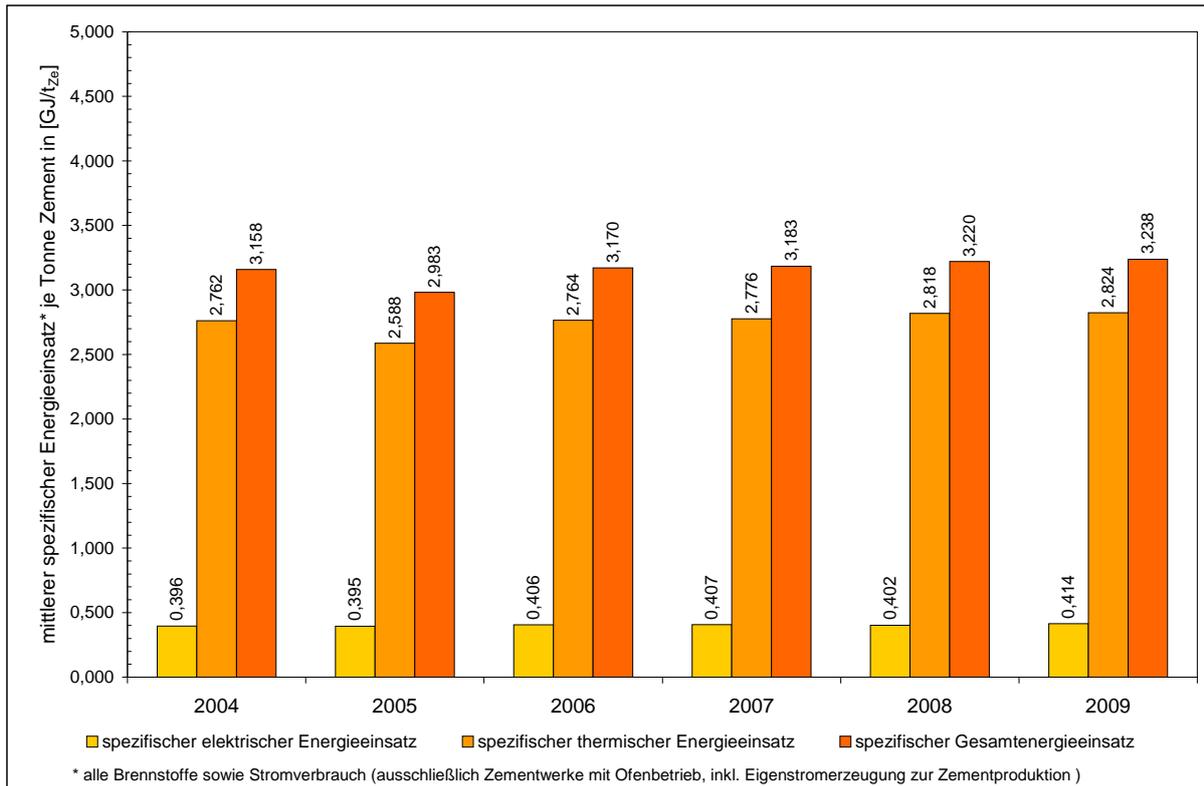


Abbildung 3-22: mittlerer spezifischer Energieeinsatz je Tonne Zement in Anlagen der österreichischen Zementindustrie (ohne Mahlwerke) im Vergleichszeitraum 2004 bis 2009

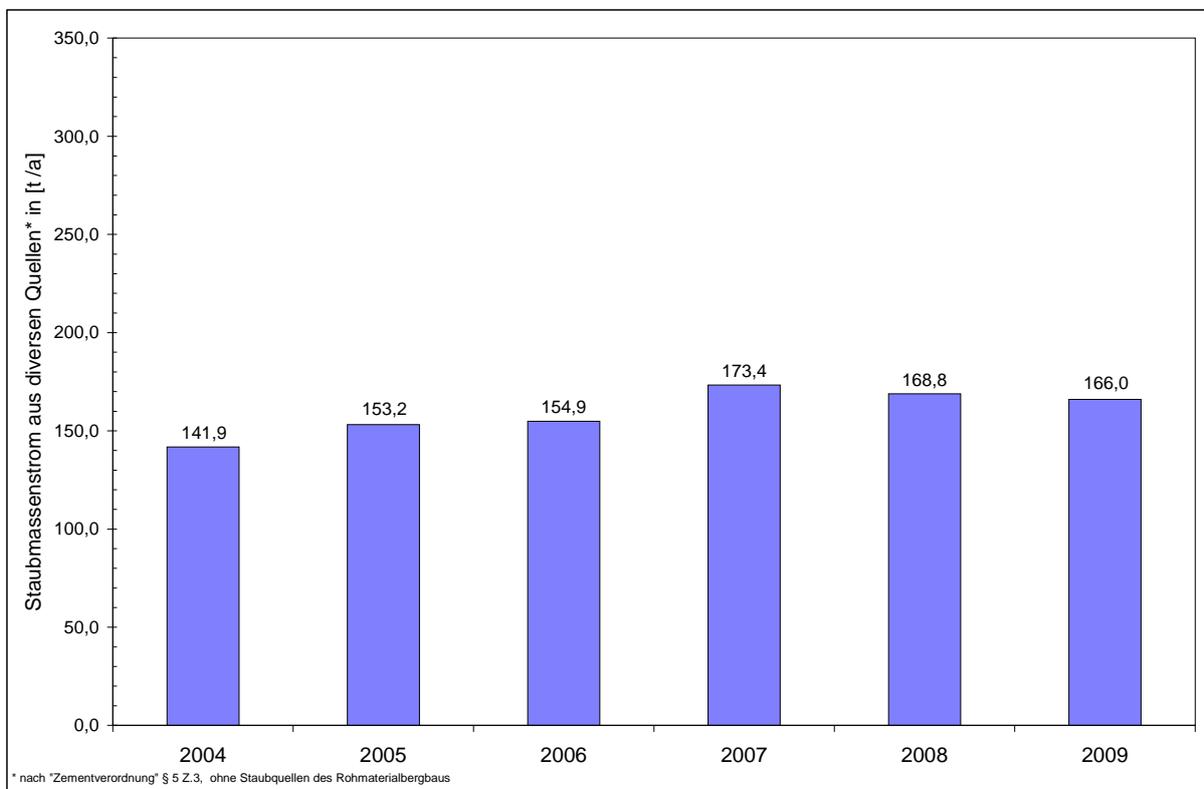


Abbildung 3-23: Staubmassenstrom aus "sonstigen definierten Quellen" nach "Zementverordnung" § 5 Z.3 für Anlagen der österreichischen Zementindustrie (exklusive Mahlwerke) im Beobachtungszeitraum 2004 bis 2009

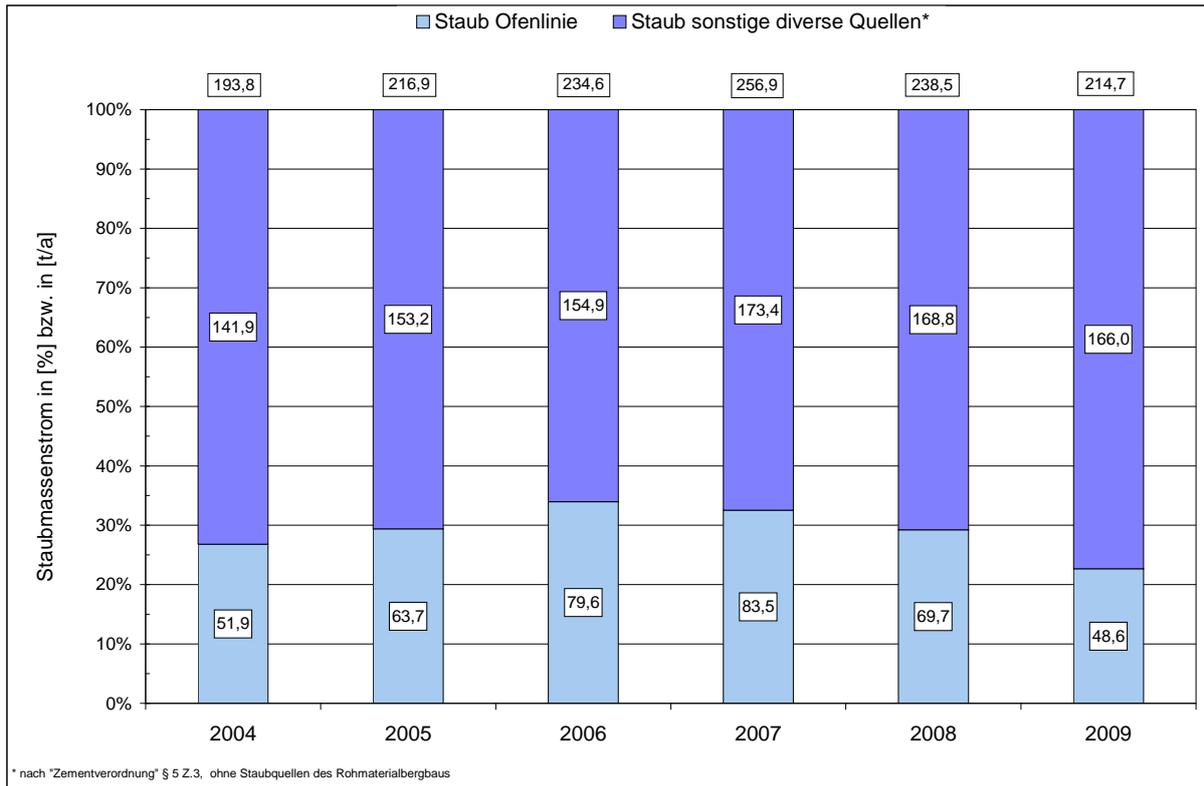


Abbildung 3-24: staubförmige Emissionen unter Berücksichtigung von Staubemissionen aus "sonstigen definierten Quellen" nach "Zementverordnung" § 5 Z.3 für Anlagen der österreichischen Zementindustrie (exklusive Mahlwerke) im Beobachtungszeitraum 2004 bis 2009

4 Kurzkomentar zu den Ergebnissen

4.1 Anlage- und Produktionsdaten

Kennzahl	2008		2009	
		[%]		[%]
Installierte Klinkerkapazität [t/a]	4.621.500		4.621.500	
		100,00		0,00
Rohmehleinsatz [t/a]	6.326.187		5.376.515	
		100,00		-15,01
Klinkerproduktion [t/a]	3.996.243		3.428.140	
		100,00		-14,22
Zementproduktion [t/a]	5.309.156		4.646.019	
		100,00		-12,49
Ofenbetriebsstunden* [h _{OB} /a]	73.730		62.475	
* alle Drehrohrofenbetriebszustände		100,00		-15,26
Rohmehlfaktor [t _{Rm} /t _{Kl}]	1,583		1,568	
		100,00		-0,93
Klinkerfaktor* [t _{Kl} /t _{Ze}]	0,715		0,708	
*= Klinkerverbrauch/Zementproduktion		100,00		-0,94
spez. therm. Energieeinsatz [GJ/t _{Kl}]	3,744		3,828	
		100,00		2,24
Klinkerbrandfaktor [t _{Kl} /h _{OB}]	54,201		54,872	
		100,00		1,24
Abgasfaktor* [m ³ (Vn)/h _{OB}]	135,084		139,325	
* nicht auf 10 Vol.-% O ₂ bezogen		100,00		3,14
spez. Abgasmenge* [m ³ (Vn)/t _{Kl}]	2,492		2,539	
* nicht auf 10 Vol.-% O ₂ bezogen		100,00		1,88
Anteil Ersatzbrennstoffe am therm. Gesamtenergieeinsatz [%]	50,92		57,02	
		100,00		11,99

Tabelle 4-1: Produktionsdaten für Anlagen der österreichischen Zementindustrie im Jahresvergleich 2008 mit 2009

Mit einer installierten Klinkerkapazität von unveränderten 4,6215 Millionen Jahrestonnen wurde 2009 mit einem Rohmehleinsatz von ca. 5,377 Millionen Jahrestonnen annähernd 3,428 Millionen Jahrestonnen Klinker produziert.

Im Jahresvergleich 2009 mit 2008 verringerte sich die Zementproduktion von ca. 5,309 auf ca. 4,646 Millionen Jahrestonnen, dies entspricht einem Rückgang um ca. 12,5 %.

Der Klinkerfaktor verringerte sich um ca. 0,94 % von 0,715 auf 0,708 t_{Kl}/t_{Ze}.

Der Klinkerbrandfaktor verbesserte sich um ca. 1,24 % von ca. 54,20 t_{Kl}/h_{OB} auf ca. 54,87 t_{Kl}/h_{OB}.

Für die Produktion einer Tonne Klinker wurde im Jahr 2009 mit ca. 3,828 GJ ein um ca. 2,24 % höherer spezifischer thermischer Energieeinsatz (Brennstoffwärmeverbrauch) als im Jahr zuvor verzeichnet.

Die spezifische Abgasmenge erhöhte sich 2009 im Vergleich zu 2008 um ca. 1,88 % von ca. 2,492 auf ca. 2,539 m³(Vn) je Tonne produziertem Klinker.

Der Anteil an Brennstoffwärmemenge erzeugt aus Ersatzbrennstoffen am Gesamtwärmebedarf erhöhte sich von ca. 50,9 % im Jahr 2008 auf ca. 57,0 % im Jahr 2009. Dies entspricht einem Anstieg um 6,1 Prozentpunkte (ca. +12,0 %).

4.2 Emissionen

Emissionsfaktor	2008		2009	
	[g/t _{Kl}]	[%]	[g/t _{Kl}]	[%]
Staubförmige Emissionen	17,44	100,00	14,19	-18,66
Stickstoffoxide (als NO ₂)	994,22	100,00	958,64	-3,58
Schwefeldioxid (SO ₂)	57,11	100,00	60,30	5,59
Summe Spurenelemente	0,134058	100,00	0,133717	-0,25
chlorhaltige Verbindungen (als HCl)	4,444	100,00	4,238	-4,64
fluorhaltige Verbindungen (als HF)	0,222	100,00	0,210	-5,37
org. Gesamtkohlenstoff (TOC)	83,012	100,00	84,411	1,68
Kohlenmonoxid (CO)	4.220,8	100,00	4.413,0	4,55
Kohlendioxid (CO ₂)	861.091	100,00	859.481	-0,19

Tabelle 4-2: Emissionsänderungen bei klassischen Luftschadstoffen und Kohlendioxid aus Anlagen der österreichischen Zementindustrie im Bilanzjahr 2009 bezogen auf 2008

Für ausgewählte Emissionskomponenten wurden die prozentuellen Änderungen für den klinkerbezogenen Emissionsfaktor im Jahresvergleich 2009 zu 2008 ermittelt und in der Tabelle 4-2 ausgewiesen.

Im Jahresvergleich 2009 zu 2008 zeigt sich ein deutlicher Rückgang der aus den Ofenlinien entstammenden Staubfrachten von ca. 69,7 t/a um ca. 30 % auf ca. 48,6 t/a. Damit verringerte sich der klinkerbezogene Emissionsfaktor für Staub (Ofenlinie) von ca. 17,4 g/t_{Kl} um ca. 18,7 % auf ca. 14,2 g/t_{Kl}.

Im gleichen Beobachtungszeitraum verringerte sich der freigesetzte Staubmassenstrom aus „sonstigen definierten Quellen“ nach Zementverordnung [1] von ca. 168,8 Jahrestonnen auf ca. 166,0 Jahrestonnen (Abbildung 3-23, Seite 19), dies entspricht einem Abnahme um ca. 1,7 %.

Der Jahresvergleich 2009 zu 2008 zeigt einen Rückgang der NO_x-Fracht von ca. 3973 t/a um ca. 17,3 % auf ca. 3286 t/a. Der klinkerbezogene NO_x-Emissionsfaktor verringerte sich im gleichen Zeitraum um ca. 3,6 % auf ca. 959 g NO_x je Tonne Klinker (Tabelle 4-2, Seite 22).

Im Vergleichszeitraum 2009 zu 2008 verringerte sich die SO₂-Fracht von ca. 228 Jahrestonnen um mehr als 9 % auf ca. 207 Jahrestonnen, dabei erhöhte sich der klinkerbezogene SO₂-Emissionsfaktor um ca. 5,6 % auf ca. 60 g SO₂ je Tonne Klinker.

Im Jahresvergleich 2009 zu 2008 reduzierte sich die Fracht an chlorhaltigen Verbindungen (berechnet als HCl) von ca. 17,8 Jahrestonnen um 18,2 % auf ca. 14,5 Jahrestonnen. Der Rückgang der Fracht an fluorhaltigen Verbindungen (berechnet als HF) beläuft sich auf annähernd 18,8 %.

Der klinkerbezogene TOC-Emissionsfaktor erhöhte sich im Vergleichszeitraum 2009 zu 2008 von ca. 83,0 g/t_{Kl} um ca. 1,7 % auf ca. 84,4 g/t_{Kl}. Die TOC-Fracht erniedrigte sich von ca. 332 auf ca. 289 Jahrestonnen. Dies entspricht einem Rückgang um ca. 12,8 %.

Im Jahresvergleich 2009 zu 2008 verringerte sich die CO-Jahresfracht von ca. 16867 Jahrestonnen auf ca. 15128 Jahrestonnen. Dabei erhöhte sich der klinkerbezogene CO-Emissionsfaktor von ca. 4221 g/t_{Kl} um ca. 4,6 % auf ca. 4413 g/t_{Kl}.

Seit 2005 liegen nach EZG verifizierte Daten für Kohlendioxidemissionen - dem wichtigsten anthropogenen Treibhausgas - vor. Im Jahresvergleich 2009 zu 2008 verringerte sich die CO₂-Emission (inkl. biogene CO₂-Emissionen) aus Anlagen der österreichischen Zementindustrie von ca. 3,441 Millionen Jahrestonnen um ca. 14,4 % auf ca. 2,946 Millionen Jahrestonnen (Abbildung 3-19, Seite 16). Der klinkerbezogene CO₂-Emissionsfaktor (inkl. biogene CO₂-Emissionen) blieb mit ca. 859 kg/t_{kl} nahezu unverändert (Abbildung 3-20, Seite 17).

In der Emissionsinventur der österreichischen Zementindustrie werden die Emissionen von 16 metallischen Spurenelementen erfasst. Im Jahresvergleich 2009 zu 2008 war ein Frachtrückgang bei der Summe aller erfassten metallischen Spurenelemente von ca. 536 kg/a um ca. 14,4 % auf ca. 458 kg/a zu verzeichnen. Der klinkerbezogene Emissionsfaktor für die Summe aller Spurenelemente verringerte sich um ca. 0,25 % auf 0,134 g/t_{kl}. Während bei Sb, Cr, Cd, Pb, As, Ni, Co, V, Tl und Be zum Teil deutliche Rückgänge beim klinkerbezogenen Emissionsfaktor zu verzeichnen waren, erhöhte sich i.g. Kennwert bei Zn, Cu, Hg, Mn, Sn und Se (Tabelle 4-3, Seite 23).

Spurenelement	2007 Emissionsfaktor [g/t _{kl}]	2008 Emissionsfaktor [g/t _{kl}]	2009 Emissionsfaktor [g/t _{kl}]	2009/2008 Änderung [%]	2009/2007 Änderung [%]
Cadmium (Cd)	0,006095	0,003150	0,002234	-29,09	-63,35
Thallium (Tl)	0,006286	0,001602	0,001588	-0,92	-74,74
Beryllium (Be)	0,003051	0,003192	0,003173	-0,57	4,01
Arsen (As)	0,006407	0,001963	0,001639	-16,51	-74,42
Cobalt (Co)	0,006248	0,001522	0,001450	-4,73	-76,79
Nickel (Ni)	0,006529	0,006661	0,006231	-6,46	-4,56
Blei (Pb)	0,020510	0,008353	0,005959	-28,66	-70,94
Quecksilber (Hg)	0,035160	0,037431	0,041942	12,05	19,29
Chrom (Cr)	0,006555	0,012015	0,005625	-53,19	-14,20
Selen (Se)	0,000311	0,000314	0,000318	1,17	2,27
Mangan (Mn)	0,017426	0,011170	0,012470	11,64	-28,44
Vanadium (V)	0,006235	0,001611	0,001548	-3,91	-75,18
Zink (Zn)	0,028569	0,028597	0,033770	18,09	18,20
Antimon (Sb)	0,007036	0,003866	0,001636	-57,69	-76,75
Kupfer (Cu)	0,012497	0,009907	0,011287	13,93	-9,68
Zinn (Sn)	0,006586	0,002703	0,002848	5,35	-56,75
<i>Summe Spurenelemente</i>	<i>0,175502</i>	<i>0,134058</i>	<i>0,133717</i>	<i>-0,25</i>	<i>-23,81</i>

Tabelle 4-3: Emissionsfaktoren für metallische Spurenelemente und ihre prozentuelle Änderung in 2009 bezogen auf 2008

5 Tabellenverzeichnis

1.)	Tabelle 2-1: erfaßte Schadstoffe	3
2.)	Tabelle 3-1: Gesamtübersichtstabelle - Emissionen und Produktionsmittel der österreichischen Zementindustrie (ohne Mahlwerke) im Vergleichszeitraum 2004 bis 2009.....	4
3.)	Tabelle 4-1: Produktionsdaten für Anlagen der österreichischen Zementindustrie im Jahresvergleich 2008 mit 2009	21
4.)	Tabelle 4-2: Emissionsänderungen bei klassischen Luftschadstoffen und Kohlendioxid aus Anlagen der österreichischen Zementindustrie im Bilanzjahr 2009 bezogen auf 2008	22
5.)	Tabelle 4-3: Emissionsfaktoren für metallische Spurenelemente und ihre prozentuelle Änderung in 2009 bezogen auf 2008.....	23

6 Abbildungsverzeichnis

1.)	Abbildung 3-1: Rohmehleinsatzmenge, Klinkerproduktionsmenge und Zementproduktionsmenge der österreichischen Zementindustrie im Beobachtungszeitraum 2004 bis 2009 (ohne Mahlwerke).....	5
2.)	Abbildung 3-2: Klinkerfaktor und Rohmehlfaktor im Beobachtungszeitraum 2004 bis 2009.....	5
3.)	Abbildung 3-3: Entwicklung der Ofenleistung in den Anlagen der österreichischen Zementindustrie im Beobachtungszeitraum 2004 bis 2009	6
4.)	Abbildung 3-4: Einsatzmengen konventioneller Brennstoffe in der österreichischen Zementindustrie im Beobachtungszeitraum 2004 bis 2009	6
5.)	Abbildung 3-5: Einsatzmengen von Ersatzbrennstoffen (EBS) in Anlagen der österreichischen Zementindustrie im Beobachtungszeitraum 2004 bis 2009	7
6.)	Abbildung 3-6: Entwicklung des thermischen und elektrischen Energieeinsatzes in österreichischen Zementwerken mit eigener Klinkererzeugung im Beobachtungszeitraum 2004 bis 2009.....	7
7.)	Abbildung 3-7: Ersatzbrennstoffenergieanteil am thermischen Energieeinsatz (Substitutionsgrad) in Anlagen der österreichischen Zementindustrie für den Beobachtungszeitraum 2004 bis 2009 (Petrolkoks wurde als konventioneller, fossiler Energieträger bewertet).....	8
8.)	Abbildung 3-8: auf die Tonne Zement bzw. auf die Tonne Klinker bezogener spezifischer Brennstoffenergieeinsatz in Anlagen der österreichischen Zementindustrie für den Beobachtungszeitraum 2004 bis 2009.....	8
9.)	Abbildung 3-9: über den Bilanzzeitraum 2007, 2008 und 2009 mengengewichtete Mittelwerte von Heizwerten unterschiedlicher Drehofenbrennstoffe (im Einsatzzustand) mit werksspezifischen Minimal- und Maximalwerten	9
10.)	Abbildung 3-10: Einsatzmengen von Ersatzbrennstoffen (EBS) in Anlagen der österreichischen Zementindustrie von 2004 bis 2009	10
11.)	Abbildung 3-11: Entwicklung des klinkerbezogenen, spezifischen Wärmebedarfs und Darstellung des auf die Ofenbetriebsstunde bezogenen, trockenen Gesamtabgasnormvolumens (nicht auf 10,0 Vol.-% O ₂ bezogen) in österreichischen Zementwerken mit eigener Klinkererzeugung, jeweils für den Zeitraum 2004 bis 2009.....	11
12.)	Abbildung 3-12: Einsatzmengen sekundärer Rohstoffe in Anlagen der österreichischen Zementindustrie (ohne Mahlwerke) im Zeitraum von 2004 bis 2009	12
13.)	Abbildung 3-13: Spezifizierung der im Zeitraum von 2004 bis 2009 in Anlagen der österreichischen Zementindustrie (ohne Mahlwerke) verwendeten sonstigen sekundären Rohstoffmassenströme	13
14.)	Abbildung 3-14: Einsatzmengen sekundärer Zumahlstoffe in Anlagen der österreichischen Zementindustrie von 2004 bis 2009 (ohne Mahlwerke)	14

15.)	Abbildung 3-15: jährliche Emissionen an Stickoxiden (als NO ₂), an Schwefeldioxid, an organischem Gesamtkohlenstoff, an Ammoniak und an Staub aus Anlagen der österreichischen Zementindustrie (ohne Mahlwerke) im Zeitraum von 2004 bis 2009 (NH ₃ wird erst seit 2006 erhoben)	14
16.)	Abbildung 3-16: zeitlicher Verlauf der jährlichen, klinkerbezogenen, spezifischen Emissionsmassenströme (Emissionsfaktoren) für Kohlenmonoxid, für Stickoxide (als NO ₂), für Schwefeldioxid, für Ammoniak und für Staub, jeweils bezogen auf 1 t Klinker (2004 - 2009, ohne Mahlwerke, NH ₃ wird erst seit 2006 erhoben)	15
17.)	Abbildung 3-17: zeitlicher Verlauf der jährlichen, zementbezogenen, spezifischen Emissionsmassenströme (Emissionsfaktoren) für Kohlenmonoxid, für Stickoxide (als NO ₂), für Schwefeldioxid, für Ammoniak und für Staub, jeweils bezogen auf 1 t Zement (2004 - 2009, ohne Mahlwerke).....	15
18.)	Abbildung 3-18: 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 2004 bis 2009 (ohne Mahlwerke)	16
19.)	Abbildung 3-19: zeitliche Entwicklung der jährlichen Emissionen an Kohlendioxid aus Anlagen der österreichischen Zementindustrie (exklusive Mahlwerke) im Beobachtungszeitraum 2005 bis 2009 (nach EZG)	16
20.)	Abbildung 3-20: auf die Tonne Klinker bezogene, spezifische CO ₂ -Emissionen (mit biogenen CO ₂ -Emissionen) aus Anlagen der österreichischen Zementindustrie im Beobachtungszeitraum 2005 bis 2009 (nach EZG).....	17
21.)	Abbildung 3-21: klinkerbezogene Emissionsfaktoren diverser metallischer Spurenelemente aus Anlagen der österreichischen Zementindustrie (ohne Mahlwerke) für den Zeitraum von 2004 bis 2009	18
22.)	Abbildung 3-22: mittlerer spezifischer Energieeinsatz je Tonne Zement in Anlagen der österreichischen Zementindustrie (ohne Mahlwerke) im Vergleichszeitraum 2004 bis 2009	19
23.)	Abbildung 3-23: Staubmassenstrom aus "sonstigen definierten Quellen" nach "Zementverordnung" § 5 Z.3 für Anlagen der österreichischen Zementindustrie (exklusive Mahlwerke) im Beobachtungszeitraum 2004 bis 2009	19
24.)	Abbildung 3-24: staubförmige Emissionen unter Berücksichtigung von Staubemissionen aus "sonstigen definierten Quellen" nach "Zementverordnung" § 5 Z.3 für Anlagen der österreichischen Zementindustrie (exklusive Mahlwerke) im Beobachtungszeitraum 2004 bis 2009	20

