

# Emissionen aus Anlagen der österreichischen Zementindustrie

Berichtsjahr 2024



**Gerd Mausitz**

Institut für Verfahrenstechnik, Umwelttechnik  
und Technische Biowissenschaften

**Technische Universität Wien**

Wien, im Mai 2025

# Emissionen aus Anlagen der österreichischen Zementindustrie Berichtsjahr 2024

Gerd Mausnitz

Institut für Verfahrenstechnik, Umwelttechnik und Technische Biowissenschaften

Technische Universität Wien

Wien, im Mai 2025

**Inhaltsverzeichnis**

	Seite
1 Problemstellung.....	3
2 Datenerfassung.....	4
2.1 Erfasste Schadstoffe.....	4
2.2 Erfassungszeitraum.....	4
2.3 Erfasste Anlagen.....	4
3 Ergebnisse, numerische und graphische Darstellungen.....	6
3.1 Produktionsstatistik.....	8
3.2 Brennstoffstatistik.....	9
3.3 Energiestatistik.....	10
3.4 Rohstoff- und Zuzahlstoffstatistik.....	16
3.5 Emissionsstatistik.....	19
4 Kurzkomentar zu den Ergebnissen.....	27
4.1 Anlage- und Produktionsdaten.....	27
4.2 Emissionen.....	28
5 Tabellenverzeichnis.....	31
6 Abbildungsverzeichnis.....	31

## **Einleitung**

Baustofftechnische Zemente sind anorganische, nichtmetallische, pulverförmige Bindemittel, die unter Wasseraufnahme erhärten. Für das hydraulische Verhalten sind die mineralogischen Zementklinkerphasen verantwortlich, die als quaternäre Systeme aus Verbindungen der Hauptelemente Calcium, Silizium, Aluminium und Eisen aufgebaut werden.

Zur Ausbildung der mineralogischen Zementklinkerphasen werden calcium- und tonhaltige Gesteine als natürliche Rohmaterialien mit Rest- und Korrekturstoffen bei Temperaturen von ca. 1450°C in vorwiegend oxidierender Ofenatmosphäre gebrannt. Nach Abkühlen wird der gebildete Zementklinker mit Zumahlstoffen zu einer breiten Palette normgerechter Zemente vermahlen. Mit Anmachwasser und Zuschlagstoffen vermischt, bilden sie Baustoffe, die u.a. wegen ihrer Druckfestigkeit und ihrer Beständigkeit zu den global meistverwendeten Werkstoffen zählen.

Die mechanischen und thermischen Manipulationen von Rohmaterialien, Brennstoffen, Korrektur- und Zumahlstoffen haben Luftschadstoffemissionen aus Anlagen der Zementindustrie zur Folge.

Zentrale Aufgabe dieses Berichtes ist die Bilanzierung der Luftschadstoffemissionen aus Anlagen der österreichischen Zementindustrie. Diese Emissionen stammen zu einem Teil aus thermischen Prozessen mit Energieträgern, andererseits aus chemischen und physikalischen Vorgängen des Produktionsprozesses.

Im vorliegenden Bericht werden die Emissionen beider Quellbereiche, die pyrogenen und die durch die Produktion bedingten prozeßspezifischen Emissionen des Sektors ausgewiesen.

Da die Emissionspotentiale der einzelnen Energieträger nach Art und Menge sehr verschieden sind, wird auf diesen Zusammenhang und die zum Einsatz gebrachten Brennstoffe näher eingegangen und die thermische und stoffliche Nutzung von Reststoffen im Sinne eines nachhaltigen Produktionsprozesses dargestellt. Der Bericht umfaßt somit die größten und wichtigsten Bereiche einer Gesamtbilanz für Material- und Energieflüsse in der österreichischen Zementindustrie.

Mit umfassenden Emissionsbilanzen - wie der vorliegenden Inventur - können Szenarien ausgearbeitet und Aktivitäten zur Verminderung von Luftqualitätsbeeinträchtigungen gesetzt werden. Durch das regelmäßige Erstellen von umfassenden Emissionsbilanzen wird man in der Lage versetzt, die Wirksamkeit von Schadstoffminderungsmaßnahmen zu überwachen und diese im Bedarfsfall anzupassen bzw. zu intensivieren.

Durch den konsequenten Einsatz von modernen Abgasreinigungstechniken können die behördlich verordneten Emissionsgrenzwerte von den Betreibern der österreichischen Zementwerke sicher und dauerhaft eingehalten werden.

## **1 Problemstellung**

Der vorliegende Bericht soll alle wichtigen Schadstoffe aufzeigen, die durch Anlagen der österreichischen Zementindustrie mit Ofenbetrieb im Jahr 2024 in die Atmosphäre emittiert wurden.

Ferner, 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 jeweiligen Einzelwerksergebnisse sollen, unter Wahrung der Vertraulichkeit werkspezifischer Einzelheiten, zu einer Gesamtbilanz der Branche kombiniert werden.

Um Vergleiche anstellen zu können, soll die Datenzusammenstellung 2024 um die Bilanzjahre 2019 bis 2023 ergänzt werden. Somit können sektorale Trendanalysen und Mittelwertbildungen auf einer stabileren Datenbasis abgestützt und Aussagequalitäten von weniger systematischen Einflußgrößen unabhängiger gemacht werden.

## 2 Datenerfassung

### 2.1 Erfasste Schadstoffe

In der vorliegenden Emissionsinventur finden sich Angaben zu 26 Schadstoffen bzw. Schadstoffgruppen (Tabelle 2-1)

klassische Luftschadstoffe	metallische Spurenelemente*	klimarelevante 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 bzw. Schadstoffgruppen

### 2.2 Erfassungszeitraum

Die vorliegende Emissionsinventur wurde für das Bilanzjahr 2024 erstellt. Zu Vergleichszwecken werden die Daten des Bilanzjahres 2024 mit den entsprechenden Daten für 2019 bis 2023 ergänzt.

### 2.3 Erfasste Anlagen

Es wurden alle Werke der österreichischen Zementindustrie mit betriebsbereiten Ofenanlagen zur Erstellung der Emissionsinventur 2024 herangezogen:

- *Leube Zement GmbH* (Gartenau / Salzburg),
- *Rohrdorfer Zement GmbH* (Gmunden),
- *Kirchdorfer Zementwerk Hofmann Ges.m.b.H.* (Kirchdorf / Krems),
- *Holcim (Österreich) GmbH* (Betriebsstandort: Mannersdorf),
- *Alpacem Zement Austria GmbH* (Betriebsstandort: Peggau),
- *Holcim (Österreich) GmbH* (Betriebsstandort: Retznei),
- *Schretter & Cie GmbH & Co KG* (Vils),
- *Alpacem Zement Austria GmbH* (Betriebsstandort: Wietersdorf),
- *Baunit GmbH* (Waldegg, Wopfing).

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

Anlagenspiegel mit 31.12.2024																																		
Betreiber	Standort	Ofentechnik	Klinkerkühler	Zementmühlen	Abgasentstaubung	SNCR	SCR	SO <sub>2</sub> -Abgas-Wäsche	Hg-Minderung	RTO																								
Leube Zement GmbH	Gartenau	5-stufiger WT-DO mit Brennkammer und Kalzinator	Pendelrostkühler	2 KM	DO, KÜ, RM4 und RM5 in Schlauchfiltern	(✓)	✓****			✓****																								
Rohrdorfer Zement GmbH	Gmunden	5-stufiger WT-DO mit Kalzinator	Rostkühler	3 KM	DO und KÜ mit Schlauchfilter	✓																												
Kirchdorfer Zementwerk Hofmann Ges.m.b.H.	Kirchdorf / Krems	4-stufiger WT-DO mit Kalzinator	Pendelrostkühler	2 KM	DO und 2 MTA mit Schlauchfilter, KÜ mit E-Entstauber	(✓)	✓*			✓*																								
Holcim (Österreich) GmbH	Mannersdorf	5-stufiger 2-strangiger WT-DO mit Kalzinator	2-teiliger Rostkühler	2 KM	DO mit Schlauchfilter, KÜ mit E-Entstauber	(✓)	✓																											
Alpacem Zement Austria GmbH	Peggau	Lepolverfahren	Rostkühler	3 KM	DO und KÜ im Schlauchfilter	✓																												
Holcim (Österreich) GmbH	Retznei	4-stufiger WT-DO mit Kalzinator*****	Horizontalrostkühler	3 KM	Ofen, Trockner und Rohmühle durch Schlauchfilter (2023), Alkalibypass mit Schlauchfilter	✓		✓																										
Schretter & Cie GmbH & Co KG	Vils	4-stufiger WT-DO	Rostkühler	2 KM	DO mit Schlauchfilter, KÜ mit E-Entstauber	✓																												
Alpacem Zement Austria GmbH	Wietersdorf	5-stufiger WT-DO mit Kalzinator	Rostkühler	2 KM	DO und KÜ in einem Schlauchfilter	✓			✓**	✓****																								
Baumit GmbH	Wopfing	5-stufiger WT-DO mit Kalzinator	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>Mahltröcknungsanlage</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); Inbetriebnahme ohne SCR-DeNOx ab 27.08.2015; mit SCR-DeNOx ab 07.12.2015.  ** XMercury-Anlage zur Hg-Entfrachtung mit einem kohlenstoffhaltigen Adsorbens; Inbetriebnahme: Mitte 2015  *** Die RTO am Alpacem Zement Austria - Betriebsstandort Wietersdorf hat im Oktober 2017 den Betrieb aufgenommen.  **** DeCONOX-Anlage (Kopplungsverfahren einer thermischen Nachverbrennungsanlage und einer SCR-DeNOx-Anlage in Reingasschaltung); Inbetriebnahme: März 2019.  ***** Kalzinator seit 2019</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	Mahltröcknungsanlage	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	Mahltröcknungsanlage	WT-DO	Drehrohrofen mit Zyklonwärmetauscher																															
RM	Rohmühle																																	

Abbildung 2-1: Anlagenspiegel der österreichischen Zementwerke mit Ofenbetrieb (Stichtag: 31.12.2024)

### **3 Ergebnisse, numerische und graphische Darstellungen**

Es ist darauf hinzuweisen, daß die in dieser Studie veröffentlichten Daten kollektivierte Werte darstellen, welche für die Gesamtheit der österreichischen Zementindustrie von Belang sind. Diese kollektivierten Werte sind nicht dazu geeignet auf einzelne österreichische Zementwerke mit ihren spezifischen Besonderheiten 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.

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

Tabelle 3-1: Gesamtübersichtstabelle - Emissionen und Produktionsmittel der österreichischen Zementindustrie (ohne Mahlwerke) im Vergleichszeitraum 2019 bis 2024

## GESAMTÜBERSICHT

I Anlagendaten	
Anlagenzahl	Österreichweit waren 2024 2 Lepolöfen mit 418.000 t/a und 8 WT-DO mit bzw. ohne Kalzinator mit 4.995.400 t/a betriebsbereit.
Klinkerkapazität / [t/a]	Mit der 2024 installierten Gesamtanlagenkapazität von ca. 5.413.400 t/a wurden die unter II angeführten Jahresmengen produziert.

II Produktionsdaten		2019		2020		2021		2022		2023		2024	
Rohmehleinsatz	[t/a]	5 264 330		5 404 367		5 623 758		5 433 926		4 726 459		4 372 687	
Klinkerproduktion	[t/a]	3 422 866		3 522 299		3 662 612		3 560 071		3 075 996		2 891 052	
Zementproduktion	[t/a]	5 232 990		5 223 206		5 561 049		5 208 771		4 418 555		4 512 421	
Ofenbetriebsstunden <sup>a)</sup>	[h <sub>OB</sub> /a]	55 987,0		57 243,5		58 556,0		57 647,5		52 976,0		50 099,0	
Rohmehlfaktor	[t <sub>Rm</sub> /t <sub>Kl</sub> ]	1,538		1,534		1,535		1,526		1,537		1,512	
(korrigierter*) Klinkerfaktor	[t <sub>Kl</sub> /t <sub>Zs</sub> ]	0,694*	0,654	0,701*	0,674	0,692*	0,659	0,693*	0,683	0,684*	0,696	0,675*	0,641

III Konventionelle Energieträger (KET)		2019			2020			2021			2022			2023			2024		
		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		26,72	30 443	813 561	28,61	65 602	1 876 656	27,86	50 219	1 399 290	27,12	21 788	590 782	27,64	10 657	294 510	26,32	6 641	174 766
B) Braunkohle		22,21	53 752	1 193 806	22,17	48 881	1 083 505	22,09	42 907	947 923	22,01	50 411	1 109 610	22,00	36 255	797 721	21,88	24 193	529 435
C) Heizöl L (0,2 m% S)		41,70	425	17 731	41,70	326	13 576	41,70	310	12 947	41,70	322	13 442	41,70	88	3 665	41,70	90	3 753
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)		39,26	1 380	54 185	40,30	1 358	54 740	40,30	1 827	73 640	40,30	460	18 540	40,30	953	38 386	40,30	354	14 246
F) Erdgas <sup>b)</sup> / [1000m <sup>3</sup> (Vn)/a]; Hu / [MJm <sup>-3</sup> (Vn)]		36,78	11 766,455	432 826	36,80	17 751,712	653 263	36,80	11 699,790	430 552	36,72	6 412,146	235 476	36,70	6 120,872	224 650	36,70	6 868,043	252 078
J) Petrolkoks		31,55	13 138	414 511	31,41	10 446	328 120	31,72	21 564	684 096	30,85	17 333	534 710	30,56	14 570	445 232	30,51	12 997	396 524
G) sonstige (Heizöl EL, Anthrazit)		42,70	314	13 404	42,70	490	20 913	42,70	306	13 061	42,70	353	15 091	42,70	454	19 398	42,70	542	23 143
Summe KET			107 820	2 940 024		139 728	4 030 773		125 456	3 561 510		95 229	2 517 652		67 330	1 823 562		49 702	1 393 944

IV Ersatzbrennstoffe (EBS)		2019			2020			2021			2022			2023			2024		
		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		30,76	40 086	1 232 849	30,41	45 268	1 376 570	27,78	39 652	1 101 599	28,86	33 017	952 738	28,96	28 107	813 934	29,11	23 880	695 044
I) Kunststoffabfälle		19,58	357 388	6 998 342	19,05	299 484	5 705 029	19,85	349 345	6 933 054	19,16	391 549	7 500 512	19,59	353 945	6 933 667	20,02	350 312	7 013 456
K) Altöl		31,00	19 692	610 386	30,48	17 608	536 757	30,56	17 300	528 671	32,34	17 347	560 975	29,09	13 321	387 488	26,31	12 000	315 758
L) Lösungsmittel		24,84	24 540	609 584	25,37	28 129	713 535	26,38	31 638	834 763	26,60	26 805	713 050	27,62	22 374	618 062	25,07	23 540	590 112
M) landwirtschaftliche Rückstände		16,91	491	8 303		0	0	16,91	33	558	16,46	15	252	16,91	1 429	24 170	17,11	1 543	26 411
N) Papierfaserreststoff		4,80	35 420	170 016	5,20	39 574	205 785	5,20	37 931	197 241	5,36	29 541	158 340	4,88	41 131	200 890	5,16	45 595	235 046
O) sonstige		18,55	57 344	1 063 991	18,51	61 369	1 136 035	16,04	75 466	1 210 317	16,79	70 137	1 177 814	15,78	72 684	1 146 931	14,97	72 135	1 080 182
Summe EBS			534 961	10 693 470		491 433	9 673 711		551 365	10 806 203		568 411	11 063 680		532 992	10 125 142		529 006	9 956 010

V Thermischer Energieeinsatz**		2019		2020		2021		2022		2023		2024	
a) Σ Energieeinsatz KET	[GJ/h <sub>OB</sub> ]	52,5		70,4		60,8		43,7		34,4		27,8	
b) Σ Energieeinsatz EBS	[GJ/h <sub>OB</sub> ]	191,0		169,0		184,5		191,9		191,1		198,7	
Summe a) u. b)	[GJ/h <sub>OB</sub> ]	243,5		239,4		245,4		235,6		225,5		226,6	
EBS-Anteil an (III+IV)	[%]	78,44		70,59		75,21		81,46		84,74		87,72	
spez. therm. Energieeinsatz	[GJ/t <sub>Klinker</sub> ]	3,983		3,891		3,923		3,815		3,884		3,926	

VI Sekundärrohstoffe (SRS)		2019		2020		2021		2022		2023		2024	
diverse Schlacken	[t/a]	29 138		35 367		54 251		50 634		85 186		114 801	
Gießereisand	[t/a]	46 536		29 535		36 784		43 898		43 622		45 688	
Summe SRS / sonstige SRS	[t/a]	786 030	710 356	797 874	732 972	826 238	735 203	891 492	796 961	936 049	807 240	950 331	789 841

VII Sekundärzumahlstoffe (SZS)		2019		2020		2021		2022		2023		2024	
Hochfenschlacke	[t/a]	832 053		790 118		854 660		799 119		675 966		758 156	
REA - Gips	[t/a]	49 032		45 734		55 412		59 894		46 242		71 293	
Flugasche	[t/a]	123 637		103 138		93 987		83 937		65 259		64 417	
Summe SZS / sonstige SZS	[t/a]	1 107 152	102 430	1 030 330	91 340	1 110 348	106 289	1 028 350	85 400	848 815	61 348	923 806	29 940

VIII Abgasparameter		2019		2020		2021		2022		2023		2024	
Bez.-O <sub>2</sub> / O <sub>2</sub> gemessen	[Vol.-%]	10,00	11,39	10,00	11,14	10,00	11,32	10,00	11,32	10,00	11,81	10,00	11,75
Abgasnormvolumen V <sub>(t<sub>r</sub>, V<sub>n</sub>, bez.)</sub>	[1000m <sup>3</sup> (Vn)/a]	8 114 126		8 476 510		8 980 831		8 422 390		7 007 738		6 314 653	

IX Emissionsrelevante Daten		2019			2020			2021			2022			2023			2024		
	E-faktor [g/t <sub>z</sub> ]	Massenstrom [t/a]	E-faktor [g/t <sub>kl</sub> ]	E-faktor [g/t <sub>z</sub> ]	Massenstrom [t/a]	E-faktor [g/t <sub>kl</sub> ]	E-faktor [g/t <sub>z</sub> ]	Massenstrom [t/a]	E-faktor [g/t <sub>kl</sub> ]	E-faktor [g/t <sub>z</sub> ]	Massenstrom [t/a]	E-faktor [g/t <sub>kl</sub> ]	E-faktor [g/t <sub>z</sub> ]	Massenstrom [t/a]	E-faktor [g/t <sub>kl</sub> ]	E-faktor [g/t <sub>z</sub> ]	Massenstrom [t/a]	E-faktor [g/t <sub>kl</sub> ]	
1 Staub (TSP) <sup>(1)(3)</sup>	4,98	26,035	7,61	4,72	24,634	6,99	4,04	22,465	6,13	3,93	20,474	5,75	2,58	11,391	3,70	2,03	9,156	3,17	
2 Stickstoffoxide (als NO <sub>2</sub> )	389,00	2 035,640	594,72	454,41	2 373,473	673,84	444,16	2 470,018	674,39	436,40	2 273,095	638,50	379,50	1 676,831	545,13	313,13	1 412,952	488,73	
3 Schwefeldioxid (SO <sub>2</sub> )	41,07	214,928	62,79	43,96	229,630	65,19	33,18	184,542	50,39	23,09	120,284	33,79	33,81	149,400	48,57	19,72	88,985	30,78	
4 Cadmium (Cd)	0,001249	0,006537	0,001910	0,001187	0,006199	0,001760	0,001456	0,008099	0,002211	0,001488	0,007750	0,002177	0,000896	0,003958	0,001287	0,001170	0,005278	0,001826	
5 Thallium (Tl)	0,001349	0,007062	0,002063	0,001320	0,006892	0,001957	0,001150	0,006395	0,001746	0,001197	0,006236	0,001752	0,000910	0,004020	0,001307	0,001191	0,005374	0,001859	
6 Beryllium (Be)	0,002315	0,012115	0,003540	0,002357	0,012310	0,003495	0,002189	0,012174	0,003324	0,002219	0,011557	0,003246	0,002209	0,009759	0,003173	0,002017	0,009099	0,003147	
Summe 4-6	0,004914	0,025714	0,007513	0,004863	0,025401	0,007212	0,004795	0,026668	0,007281	0,004904	0,025543	0,007175	0,004014	0,017737	0,005766	0,004377	0,019752	0,006832	
7 Arsen (As)	0,001249	0,006537	0,001910	0,001187	0,006199	0,001760	0,001064	0,005918	0,001616	0,001198	0,006240	0,001753	0,000896	0,003958	0,001287	0,001206	0,005441	0,001882	
8 Cobalt (Co)	0,001933	0,010114	0,002955	0,001187	0,006199	0,001760	0,001064	0,005918	0,001616	0,001198	0,006240	0,001753	0,001309	0,005784	0,001880	0,001701	0,007677	0,002655	
9 Nickel (Ni)	0,006882	0,036013	0,010521	0,002988	0,015608	0,004431	0,009627	0,053534	0,014616	0,004465	0,023256	0,006532	0,006486	0,028661	0,009318	0,024388	0,110047	0,038065	
10 Blei (Pb)	0,008280	0,043331	0,012659	0,003446	0,018001	0,005111	0,006134	0,034112	0,009314	0,002440	0,012711	0,003571	0,002424	0,010709	0,003482	0,006970	0,031454	0,010880	
Summe 7-10	0,018344	0,095997	0,028046	0,008808	0,046008	0,013062	0,017889	0,099482	0,027162	0,009301	0,048448	0,013609	0,011115	0,049112	0,015966	0,034265	0,154618	0,053482	
11 Quecksilber (Hg)	0,025551	0,133710	0,039064	0,028096	0,146749	0,041663	0,025855	0,143780	0,039256	0,026109	0,135995	0,038200	0,024358	0,107626	0,034989	0,021563	0,097300	0,033655	
12 Chrom (Cr)	0,008284	0,043351	0,012665	0,004673	0,024406	0,006929	0,003252	0,018086	0,004938	0,004388	0,022857	0,006420	0,002998	0,013246	0,004306	0,011428	0,051566	0,017836	
13 Selen (Se)	0,000481	0,002515	0,000735	0,000513	0,002681	0,000761	0,000503	0,002797	0,000764	0,000503	0,002620	0,000736	0,000524	0,002316	0,000753	0,000487	0,002197	0,000760	
14 Mangan (Mn)	0,015615	0,081711	0,023872	0,007840	0,040951	0,011626	0,006033	0,033550	0,009160	0,007242	0,037720	0,010595	0,008840	0,039059	0,012698	0,014798	0,066775	0,023097	
15 Vanadium (V)	0,001322	0,006917	0,002021	0,001248	0,006518	0,001851	0,001156	0,006430	0,001756	0,001231	0,006410	0,001801	0,000975	0,004308	0,001400	0,001196	0,005397	0,001867	
16 Zink (Zn)	0,023675	0,123890	0,036195	0,028993	0,151435	0,042993	0,025852	0,143766	0,039252	0,024219	0,126151	0,035435	0,027834	0,122985	0,039982	0,020816	0,093929	0,032490	
Summe 11-16	0,074927	0,392094	0,114551	0,071362	0,372740	0,105823	0,062652	0,348408	0,095126	0,063691	0,331754	0,093187	0,065528	0,289540	0,094129	0,070287	0,317163	0,109705	
17 Antimon (Sb)	0,001598	0,008361	0,002443	0,001187	0,006199	0,001760	0,001153	0,006411	0,001750	0,001242	0,006467	0,001817	0,001091	0,004821	0,001567	0,001285	0,005798	0,002006	
18 Kupfer (Cu)	0,010430	0,054579	0,015945	0,007206	0,037641	0,010686	0,016265	0,090452	0,024696	0,006800	0,035422	0,009950	0,006539	0,028895	0,009394	0,026723	0,120587	0,041710	
19 Zinn (Sn)	0,001616	0,008457	0,002471	0,001298	0,006779	0,001925	0,001140	0,006337	0,001730	0,001208	0,006293	0,001768	0,000967	0,004271	0,001389	0,001206	0,005441	0,001882	
Summe 17-19	0,013644	0,071397	0,020859	0,009691	0,050620	0,014371	0,018558	0,103200	0,028177	0,009250	0,048182	0,013534	0,008597	0,037987	0,012349	0,029214	0,131826	0,045598	
Summe Spurenelemente (4-16)	0,098186	0,513805	0,150110	0,085034	0,444149	0,126096	0,085336	0,474558	0,129568	0,077897	0,405745	0,113971	0,080657	0,356388	0,115861	0,108929	0,491533	0,170019	
Summe Spurenelemente (4-16 und 17-19)	0,111829	0,585202	0,170969	0,094725	0,494769	0,140468	0,103894	0,577758	0,157745	0,087147	0,453927	0,127505	0,089254	0,394375	0,128210	0,138143	0,623358	0,215616	
20 chlorhaltige Verbindungen (als HCl)	3,749	19,617	5,731	2,834	14,801	4,202	3,079	17,125	4,676	3,457	18,008	5,058	3,020	13,343	4,338	3,315	14,958	5,174	
21 fluorhaltige Verbindungen (als HF)	0,141	0,740	0,216	0,157	0,820	0,233	0,173	0,961	0,262	0,248	1,291	0,363	0,193	0,851	0,277	0,162	0,730	0,252	
22 organischer Gesamtkohlenstoff (TOC)	28,216	147,655	43,138	30,821	160,984	45,704	32,924	183,091	49,989	29,739	154,903	43,511	31,801	140,516	45,681	31,576	142,482	49,284	
23 Kohlenstoffmonoxid (CO)	665,0	3 479,94	1 016,7	725,4	3 788,78	1 075,7	752,3	4 183,72	1 142,3	667,8	3 478,49	977,1	576,3	2 546,35	827,8	716,0	3 230,98	1 117,6	
24 Ammoniak (NH <sub>3</sub> )	28,772	150,564	43,988	22,146	115,674	32,840	21,531	119,737	32,692	25,372	132,159	37,122	24,518	108,333	35,219	23,174	104,570	36,170	
25 Kohlenstoffdioxid (CO <sub>2</sub> ) <sup>(2)</sup>	553 293	2 895 376	845 892	569 304	2 973 593	844 219	558 449	3 105 562	847 909	572 554	2 982 304	837 709	577 021	2 549 598	828 869	529 142	2 387 710	825 896	

<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

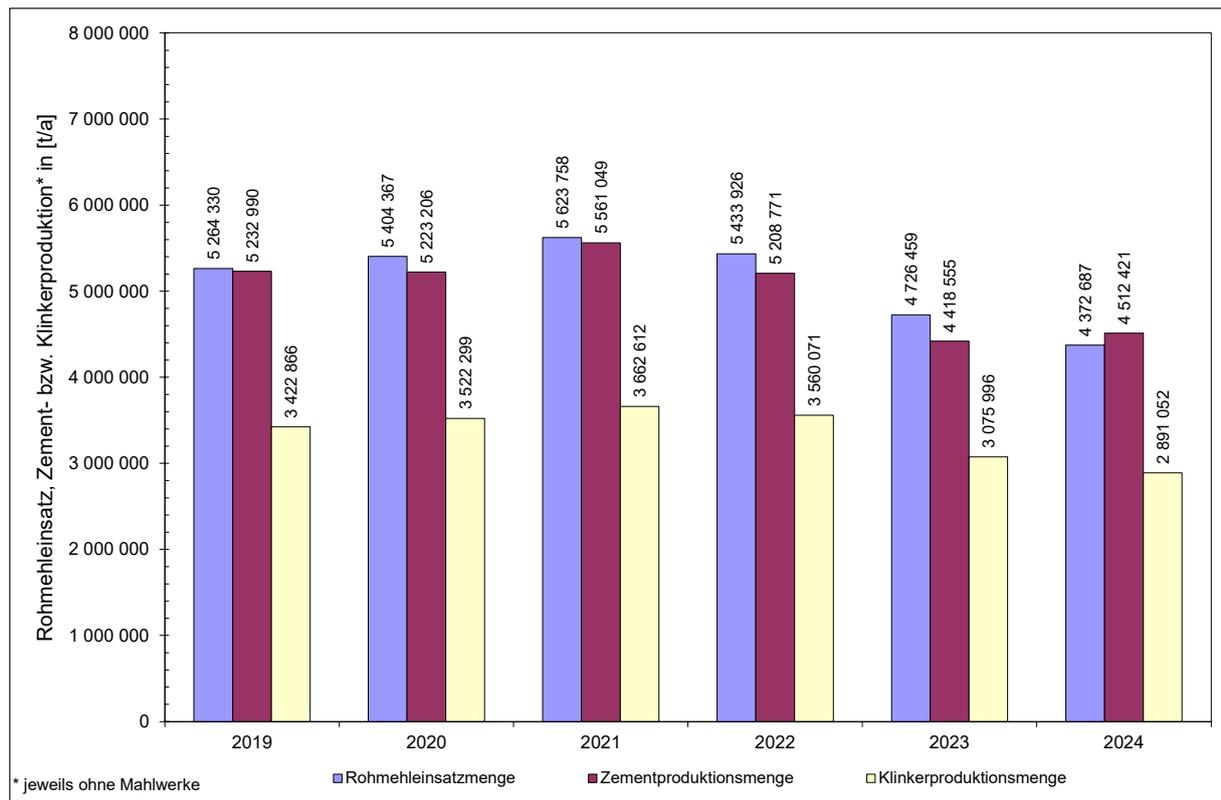


Abbildung 3-1: Rohmehleinsatzmenge, Klinkerproduktionsmenge und Zementproduktionsmenge der österreichischen Zementindustrie im Beobachtungszeitraum 2019 bis 2024 (ohne Mahlwerke)

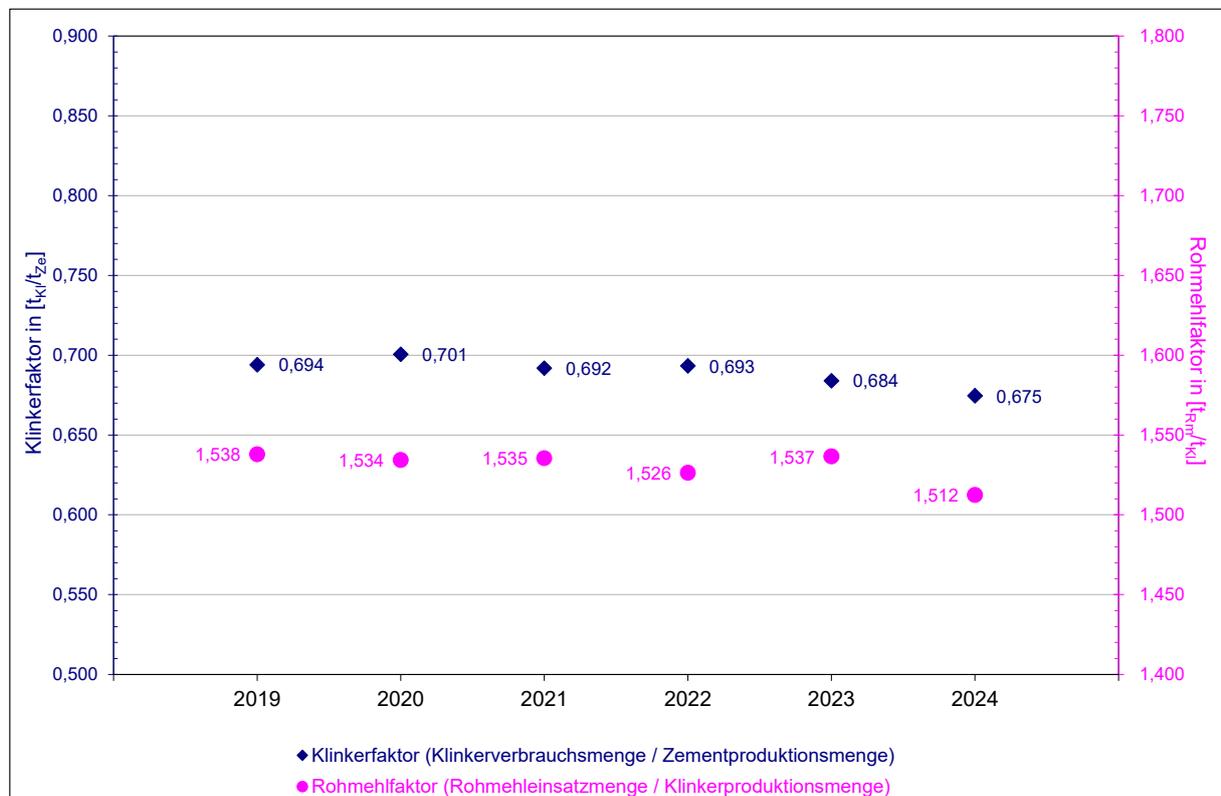


Abbildung 3-2: Klinkerfaktor / [t<sub>K</sub>/t<sub>Ze</sub>] und Rohmehlfaktor / [t<sub>RM</sub>/t<sub>K</sub>] im Beobachtungszeitraum 2019 bis 2024

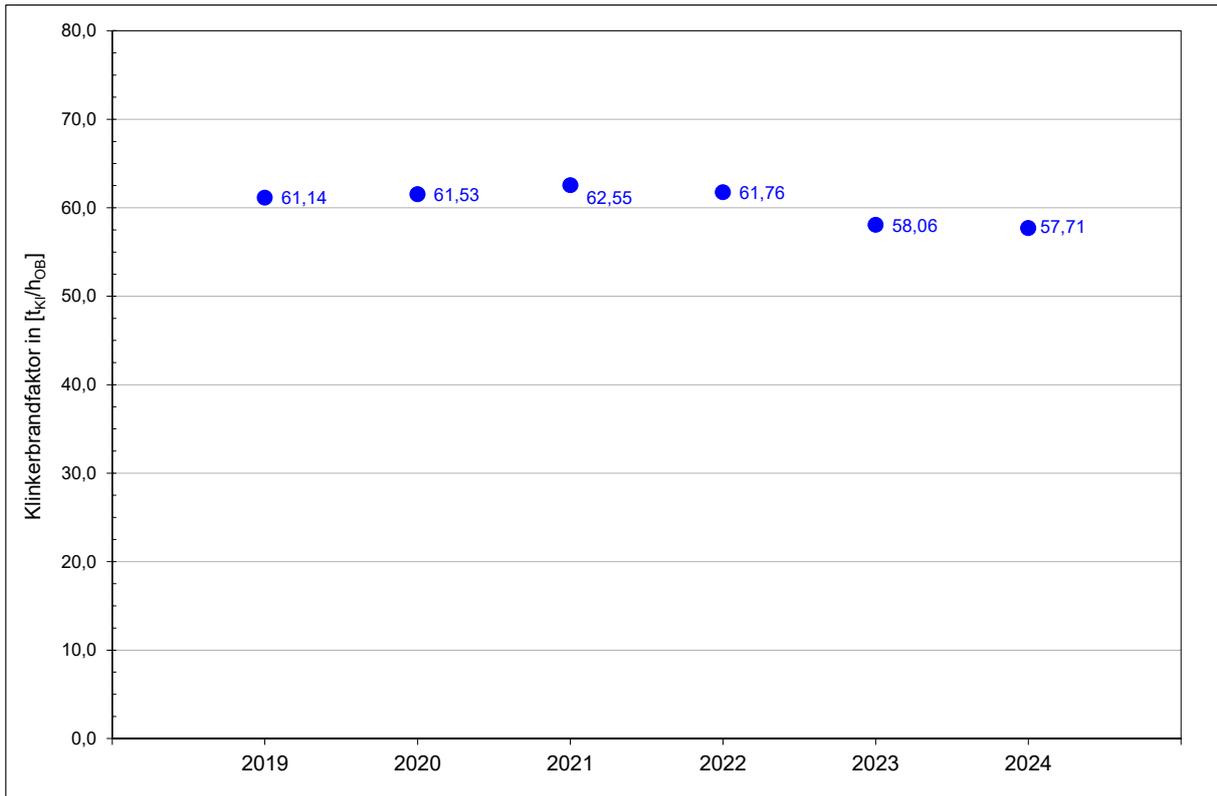


Abbildung 3-3: Entwicklung des Klinkerbrandfaktors / [t<sub>kl</sub>/h<sub>OB</sub>] in den Anlagen der österreichischen Zementindustrie im Beobachtungszeitraum 2019 bis 2024

### 3.2 Brennstoffstatistik

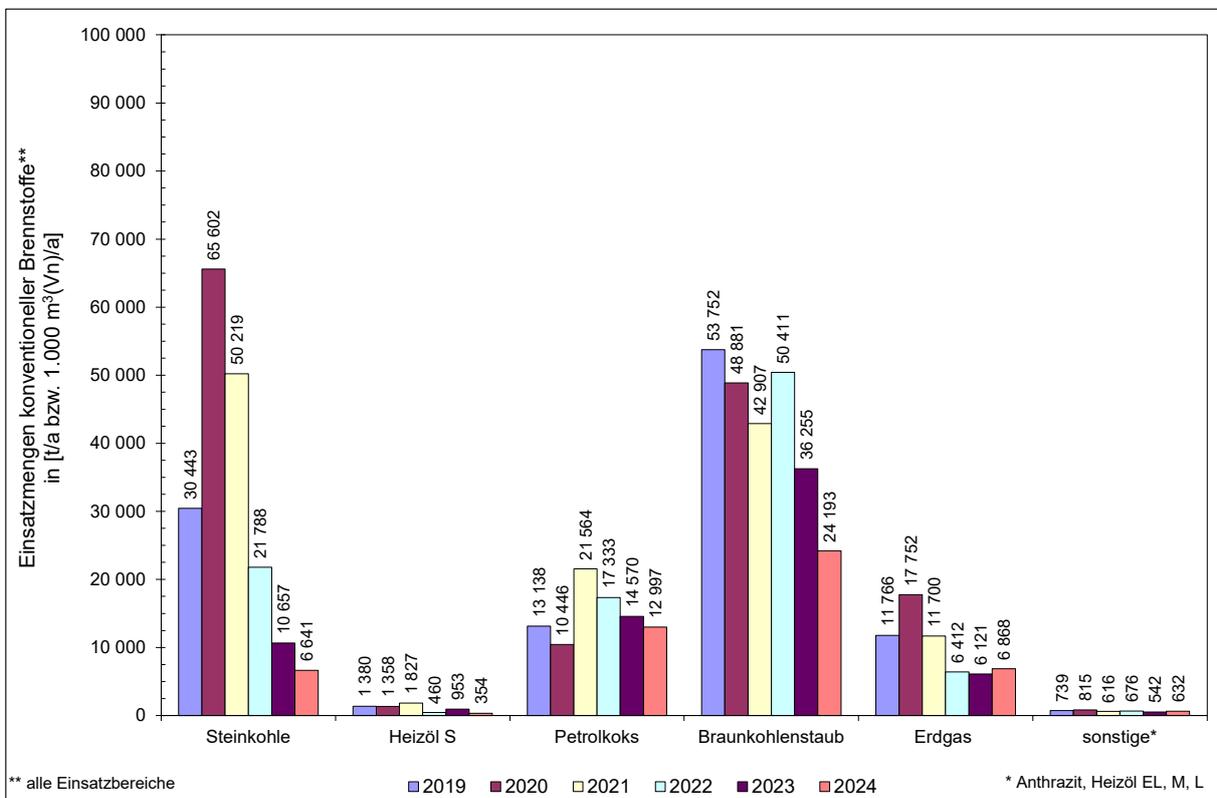


Abbildung 3-4: Einsatzmengen konventioneller Brennstoffe in der österreichischen Zementindustrie im Beobachtungszeitraum 2019 bis 2024

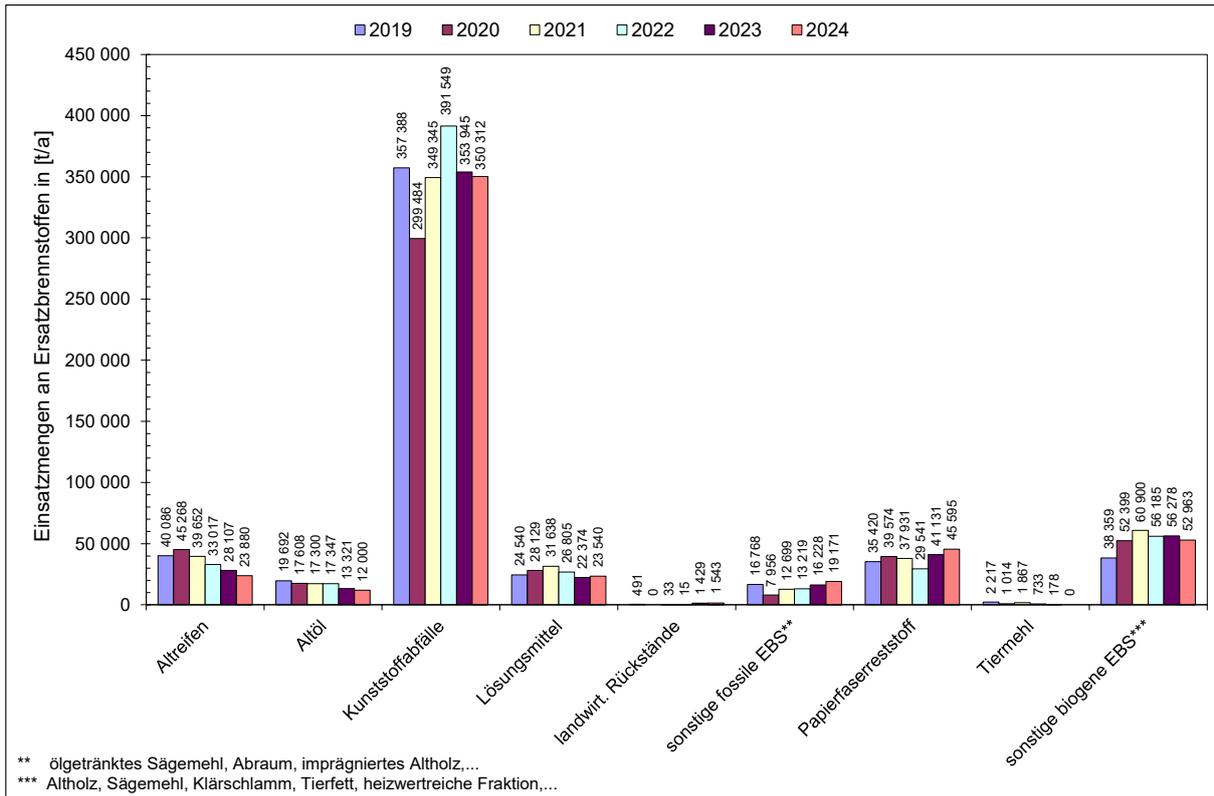


Abbildung 3-5: Einsatzmengen von Ersatzbrennstoffen (EBS) in Anlagen der österreichischen Zementindustrie im Beobachtungszeitraum 2019 bis 2024

### 3.3 Energiestatistik

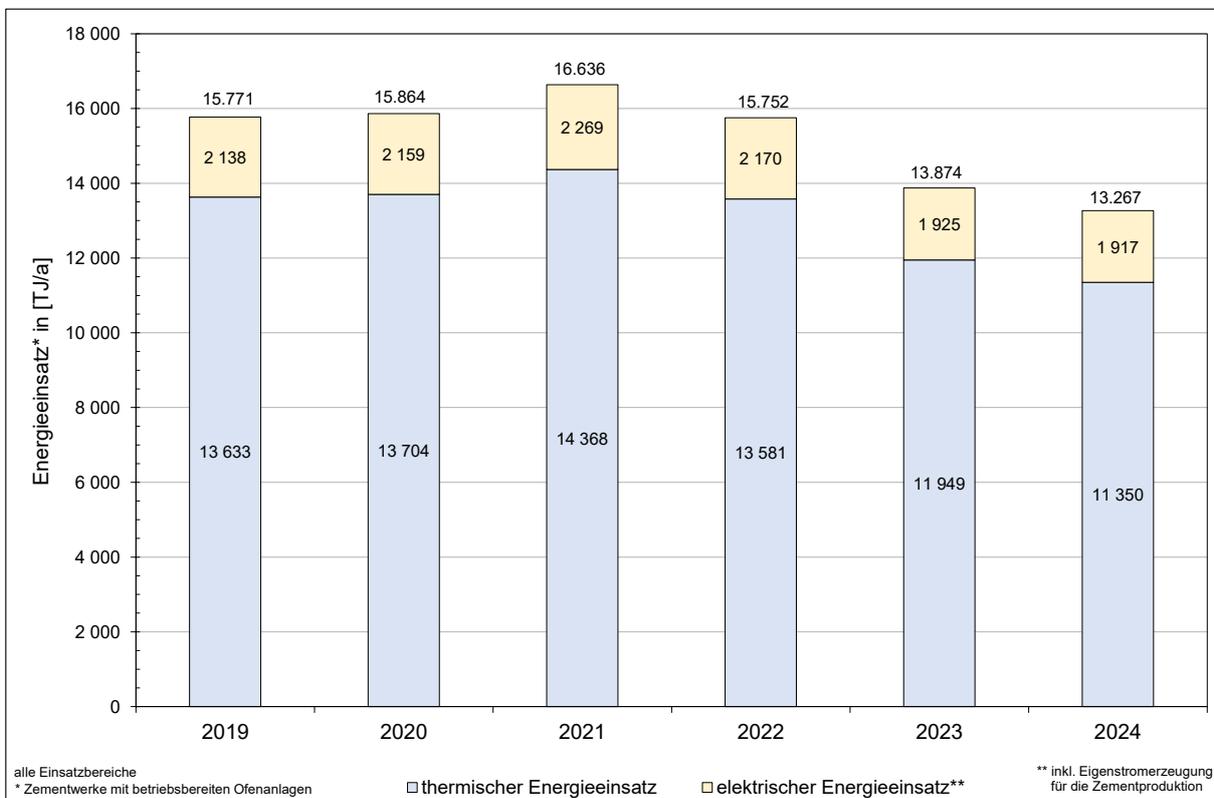


Abbildung 3-6: Entwicklung des thermischen und elektrischen Energieeinsatzes in österreichischen Zementwerken mit eigener Klinkererzeugung im Beobachtungszeitraum 2019 bis 2024

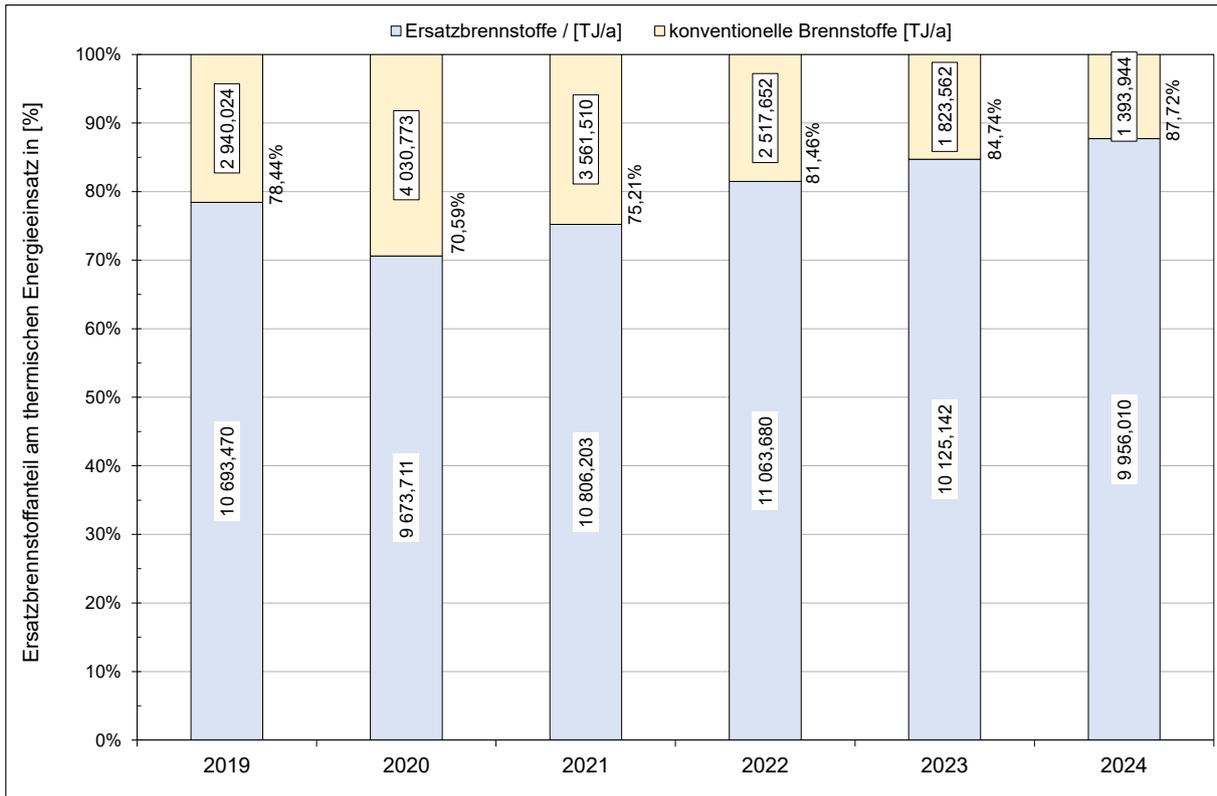


Abbildung 3-7: Ersatzbrennstoffenergieanteil am thermischen Energieeinsatz (Substitutionsgrad) in Anlagen der österreichischen Zementindustrie für den Beobachtungszeitraum 2019 bis 2024

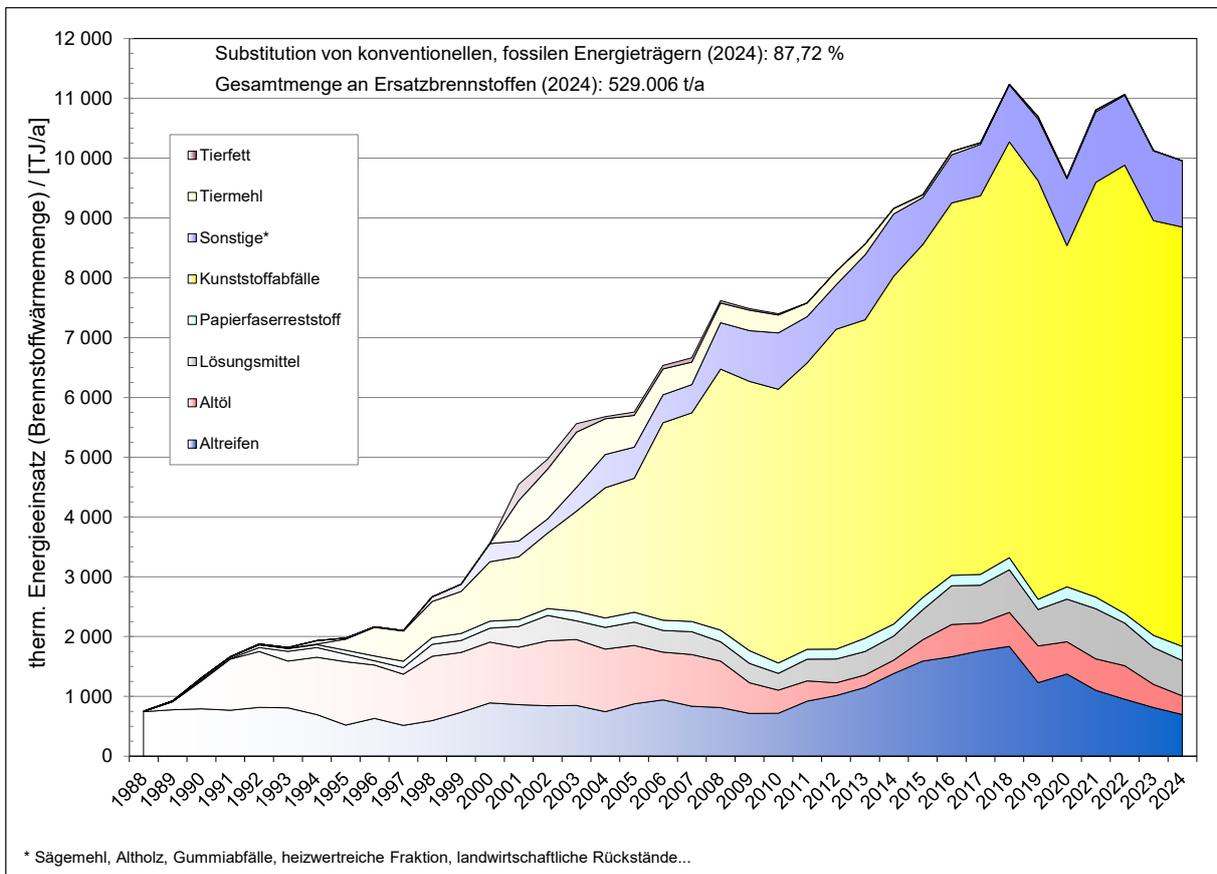


Abbildung 3-8: Brennstoffwärmemengen aus der Verfeuerung von Ersatzbrennstoffen in Anlagen der österreichischen Zementindustrie (ohne Mahlwerke) im Beobachtungszeitraum 1988 bis 2024

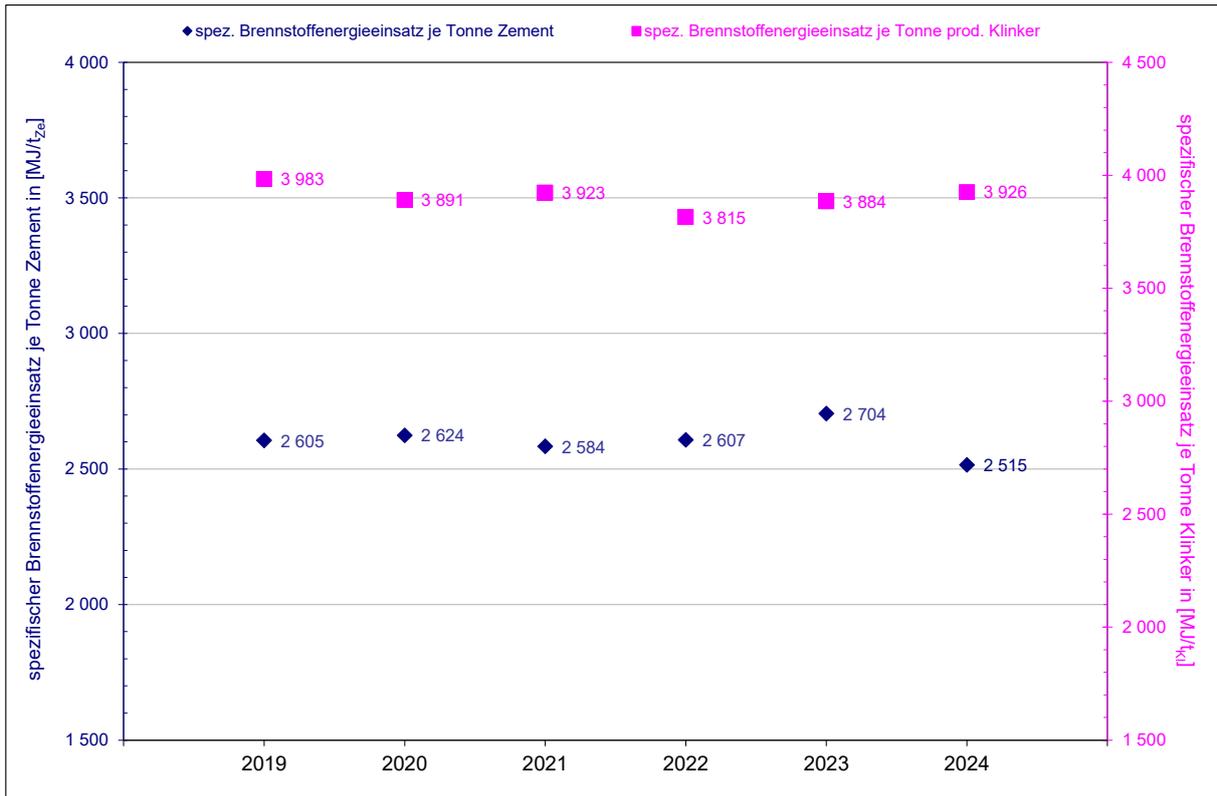


Abbildung 3-9: auf die Tonne Zement bzw. auf die Tonne Klinker bezogener spezifischer Brennstoffenergieeinsatz in Anlagen der österreichischen Zementindustrie für den Beobachtungszeitraum 2019 bis 2024

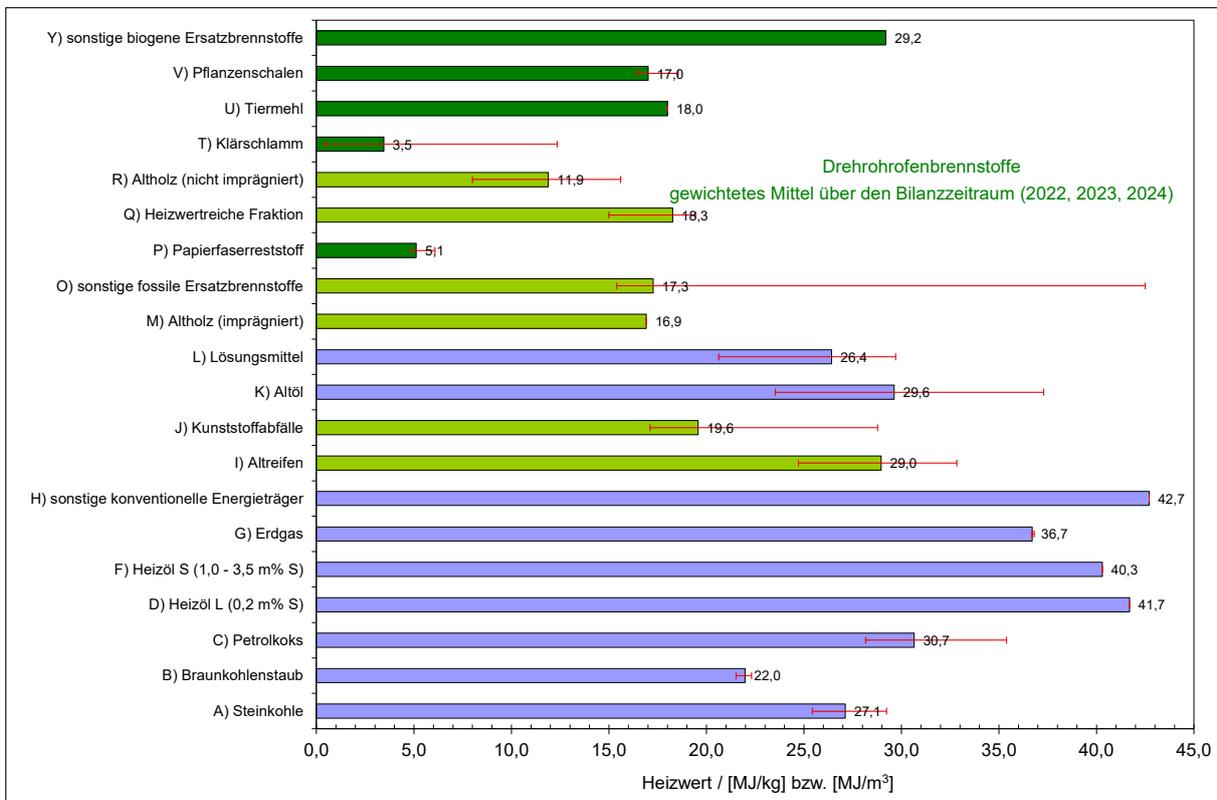


Abbildung 3-10: über den Bilanzzeitraum 2022, 2023 und 2024 mengengewichtete Mittelwerte von Heizwerten unterschiedlicher Drehofenbrennstoffe (im Einsatzzustand) mit werksspezifischen Minimal- und Maximalwerten

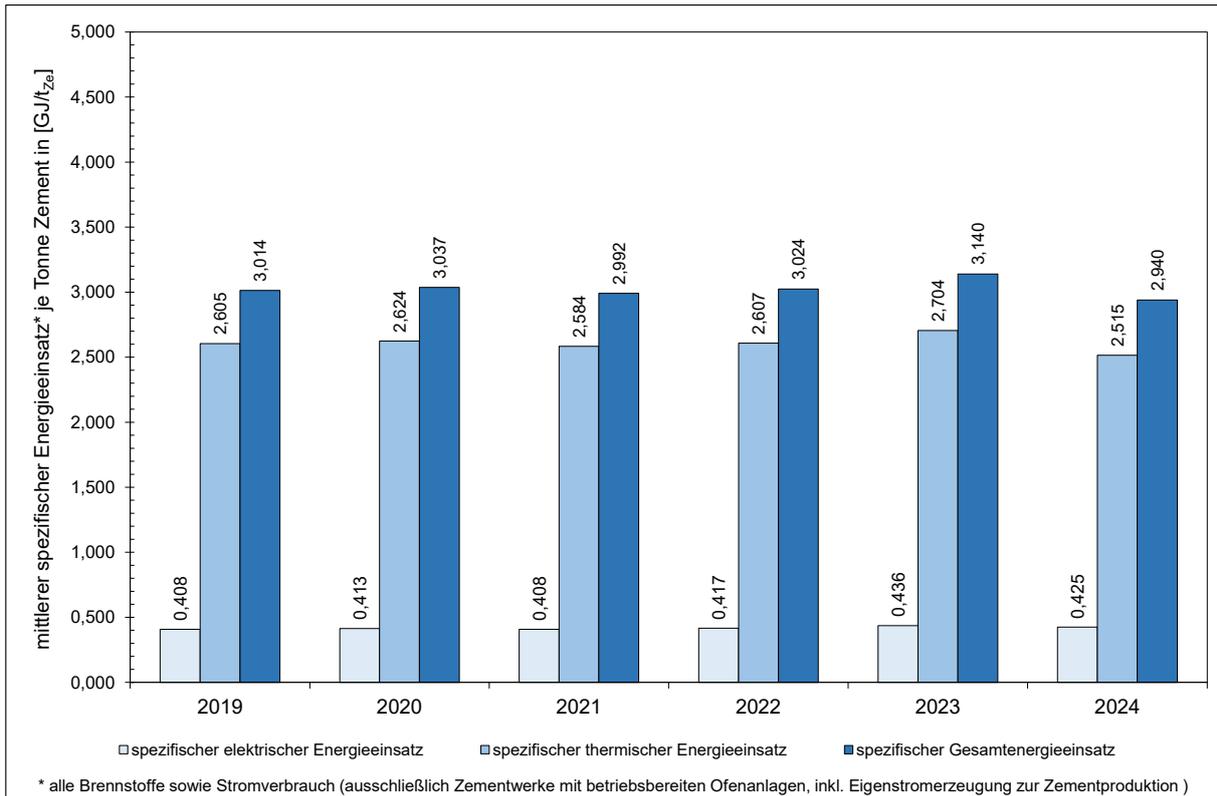


Abbildung 3-11: mittlerer spezifischer Energieeinsatz je Tonne Zement in Anlagen der österreichischen Zementindustrie (ohne Mahlwerke) im Vergleichszeitraum 2019 bis 2024

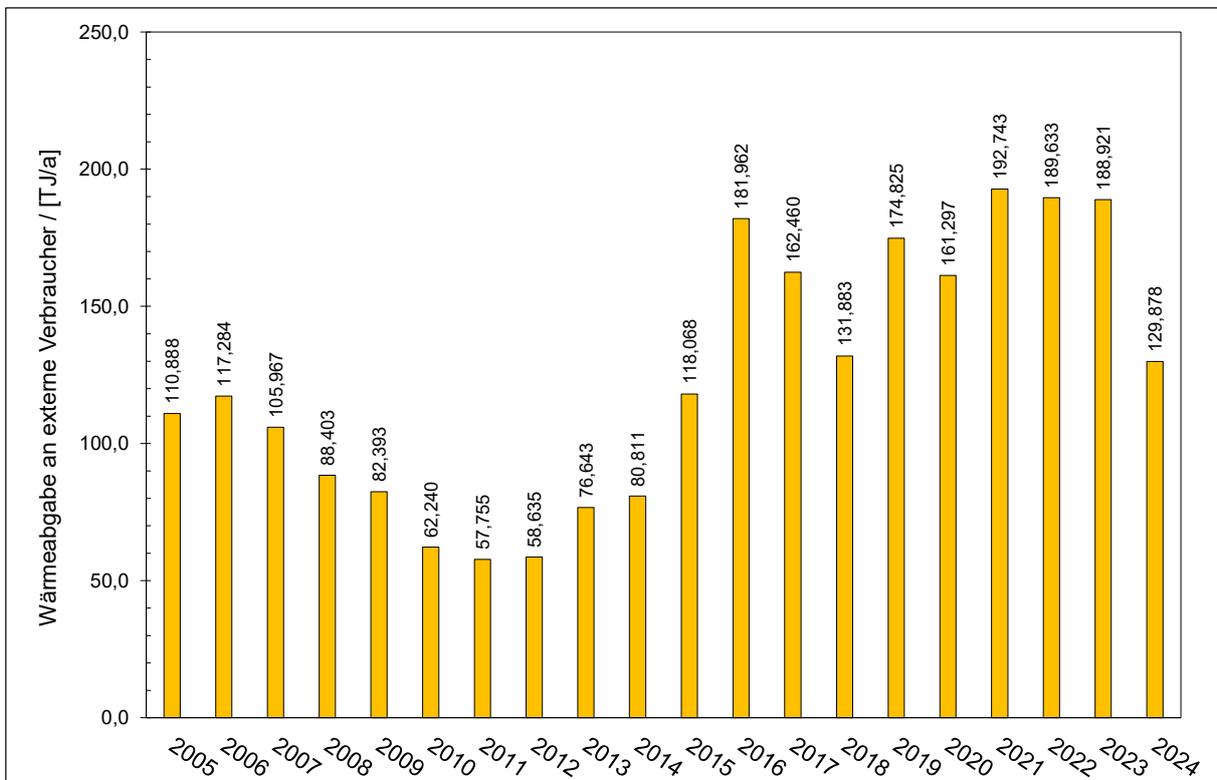


Abbildung 3-12: Wärmeabgabe an externe Verbraucher aus Anlagen der österreichischen Zementindustrie im Beobachtungszeitraum 2005 bis 2024

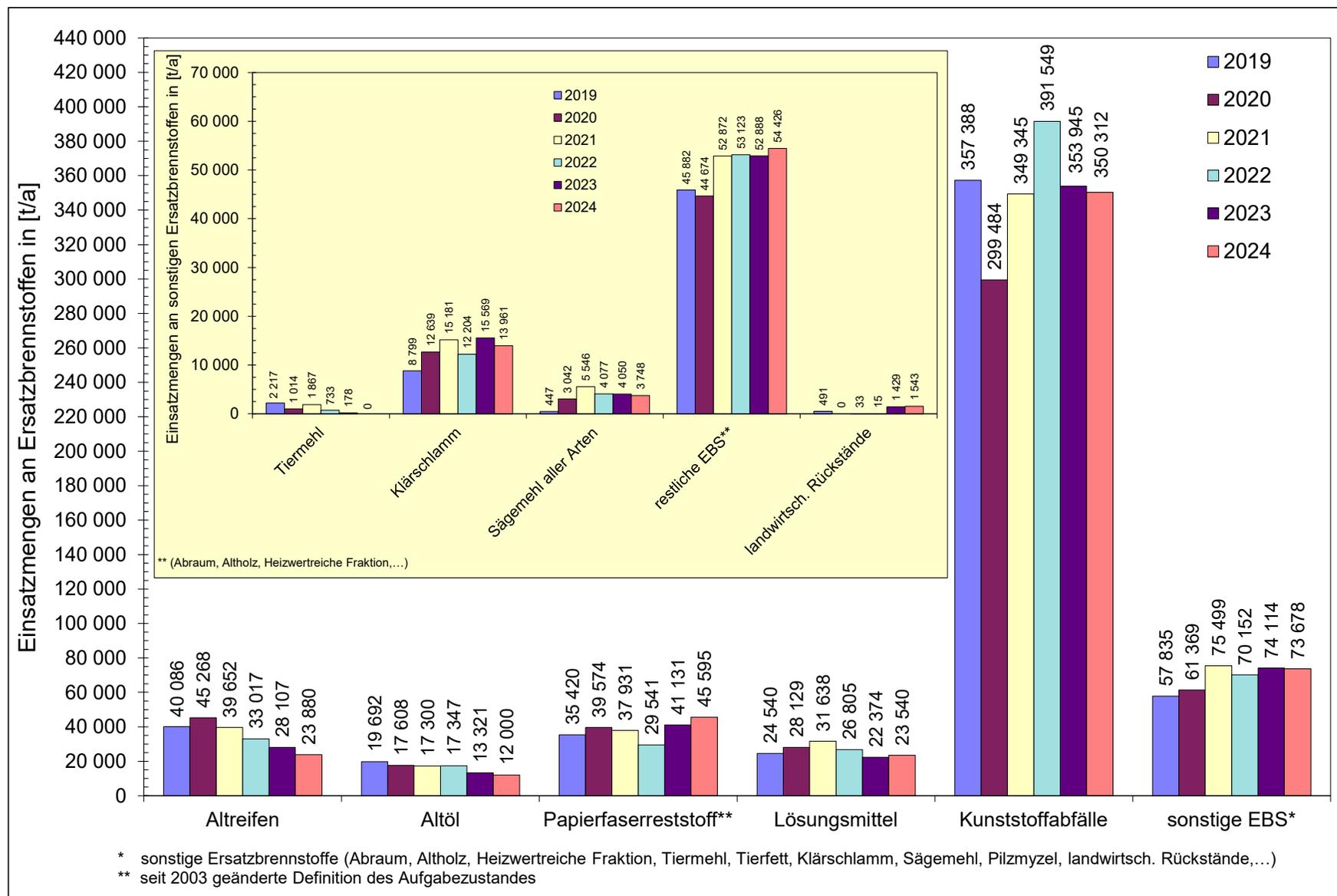


Abbildung 3-13: Einsatzmengen von Ersatzbrennstoffen (EBS) in Anlagen der österreichischen Zementindustrie von 2019 bis 2024

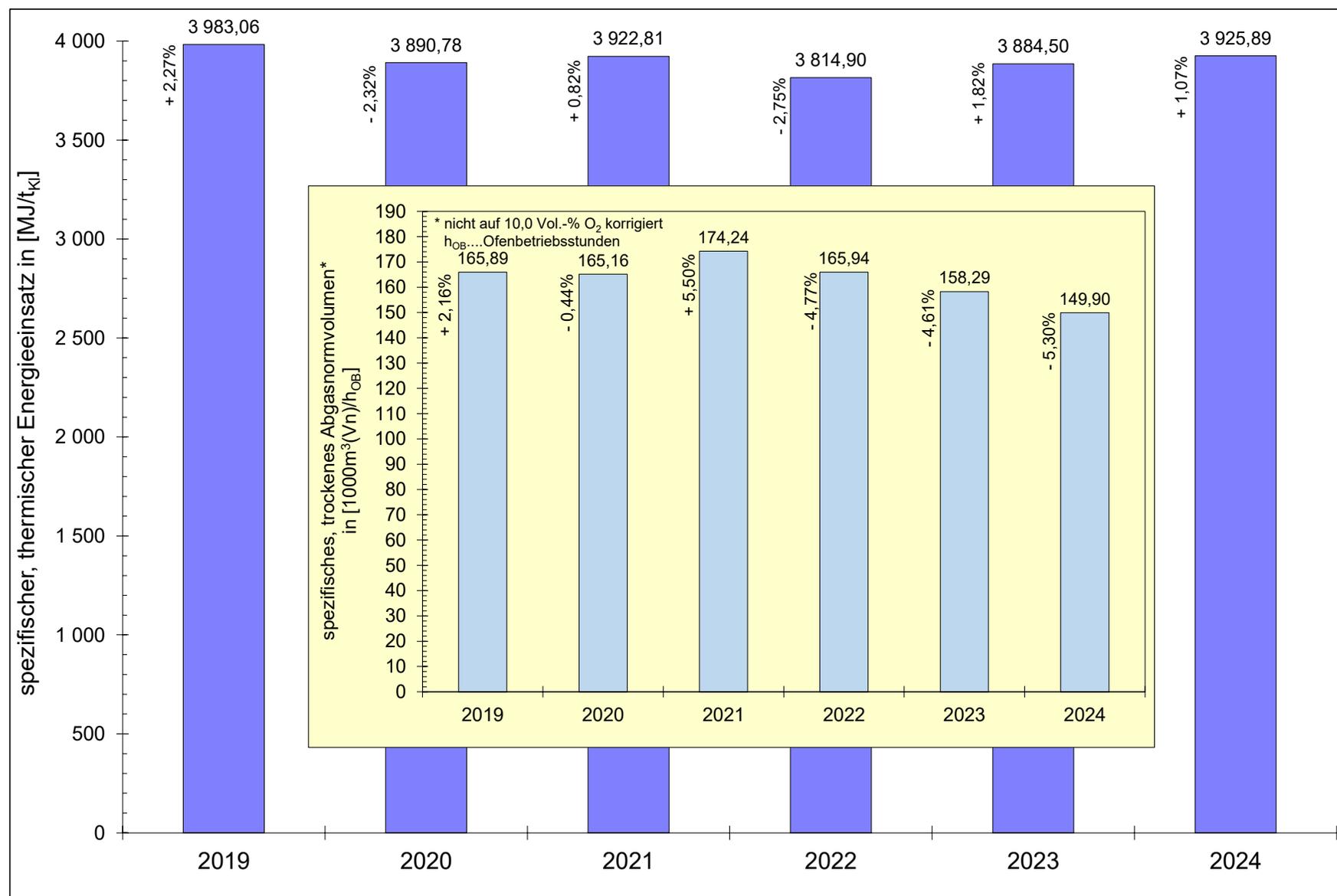


Abbildung 3-14: Entwicklung des spezifischen Energieeinsatzes (exklusive elektrischer Energieeinsatz) und Darstellung des spezifischen, trockenen Gesamtgasnormvolumens (nicht auf 10,0 Vol.-% O<sub>2</sub> bezogen) in österreichischen Zementwerken mit eigener Klinkerherzeugung jeweils für den Zeitraum 2019 bis 2024

3.4 Rohstoff- und Zumahlstoffstatistik

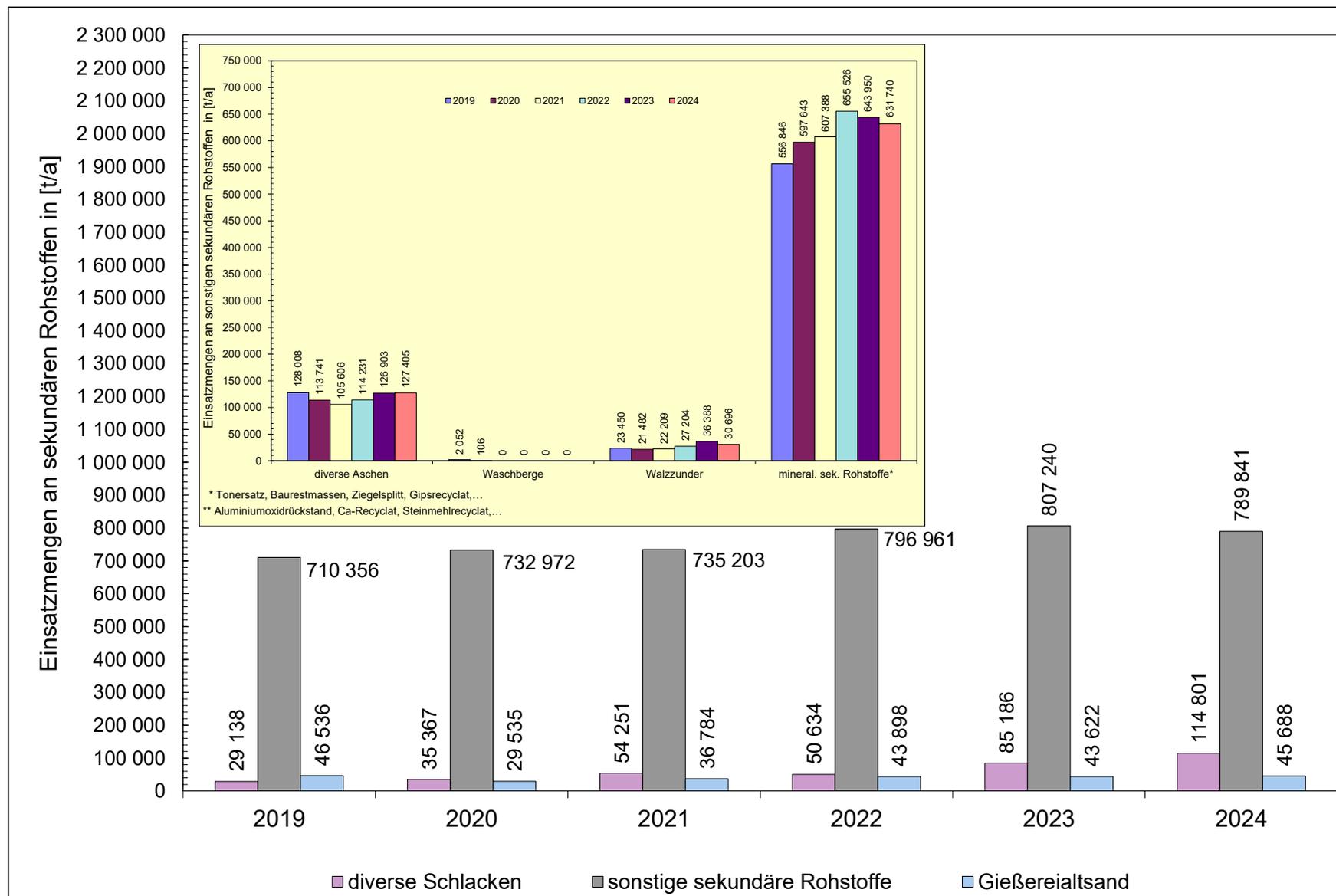


Abbildung 3-15: Einsatzmengen sekundärer Rohstoffe in Anlagen der österreichischen Zementindustrie (ohne Mahlwerke) im Zeitraum von 2019 bis 2024

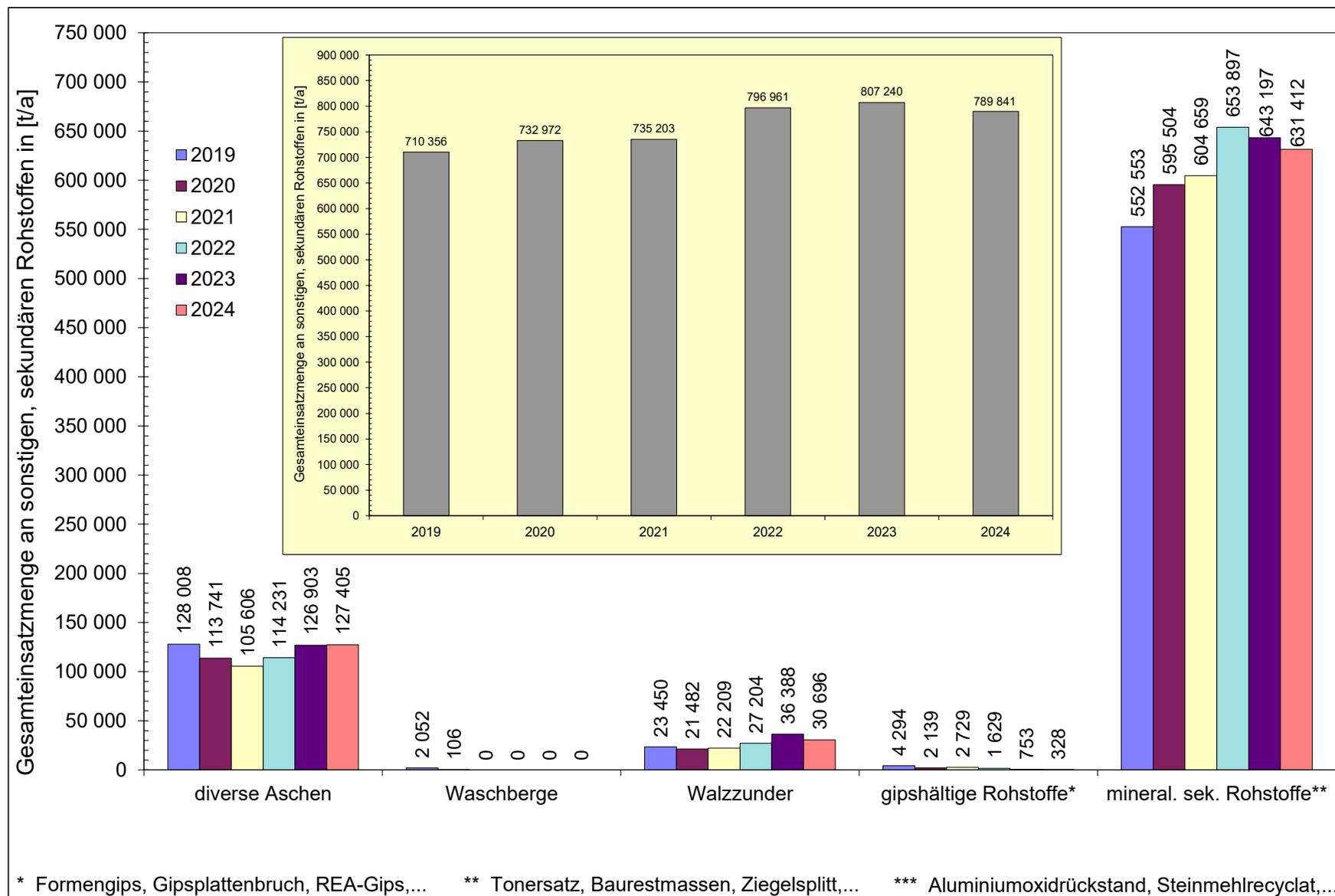


Abbildung 3-16: Spezifizierung der im Zeitraum von 2019 bis 2024 in Anlagen der österreichischen Zementindustrie (ohne Mahlwerke) verwendeten sonstigen sekundären Rohstoffmassenströme

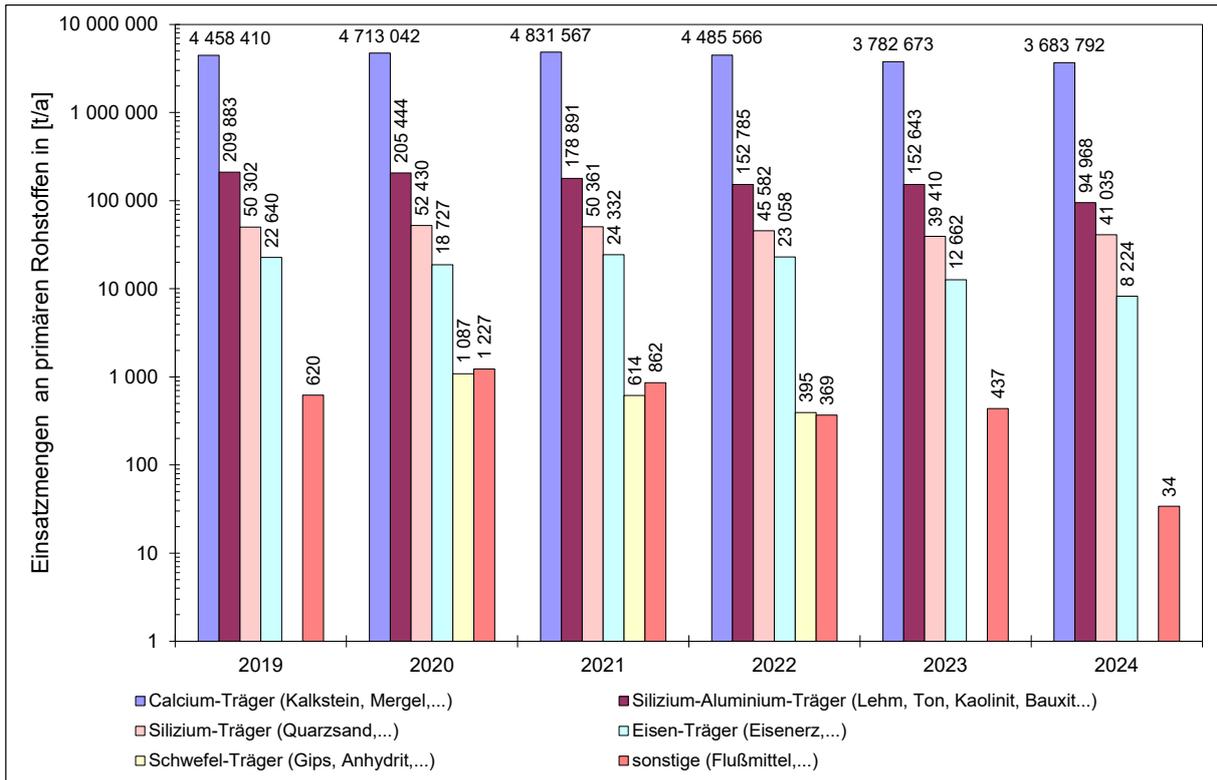


Abbildung 3-17: Einsatzmengen primärer Rohstoffe in Anlagen der österreichischen Zementindustrie im Zeitraum von 2019 bis 2024 (ohne Mahlwerke)

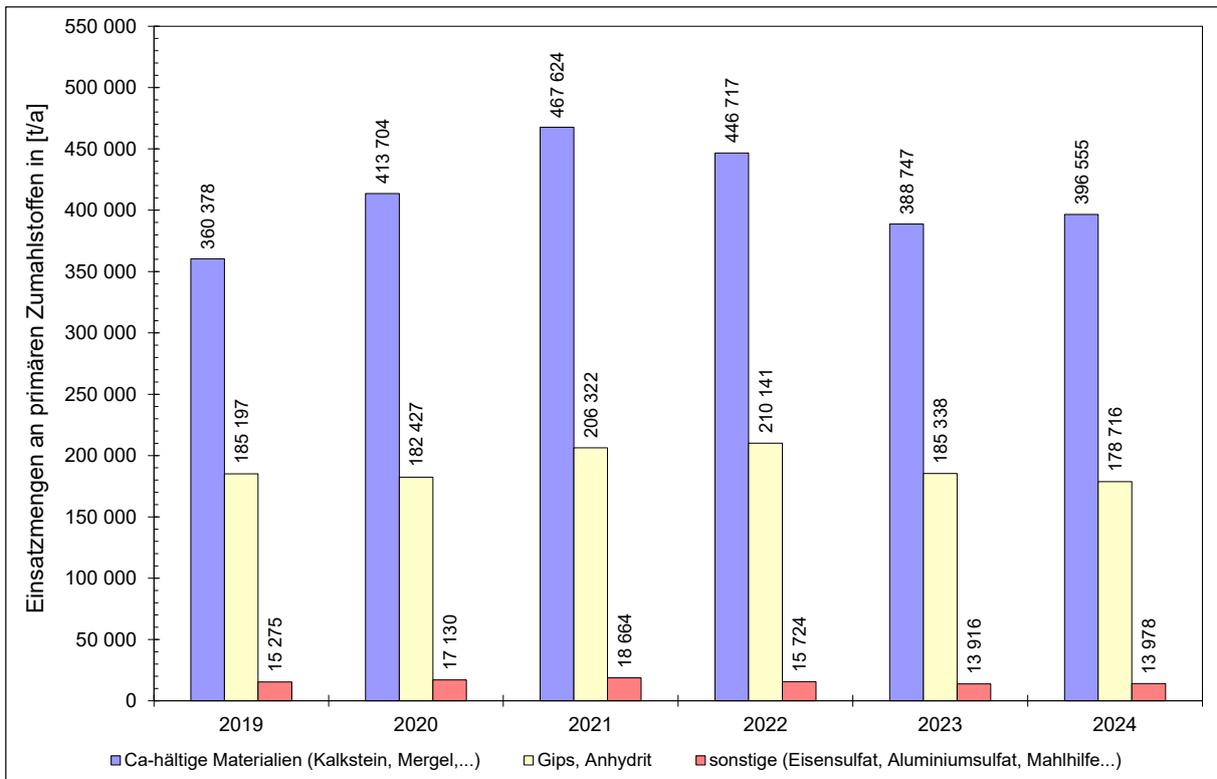


Abbildung 3-18: Einsatzmengen primärer Zusatzstoffe in Anlagen der österreichischen Zementindustrie von 2019 bis 2024 (ohne Mahlwerke)

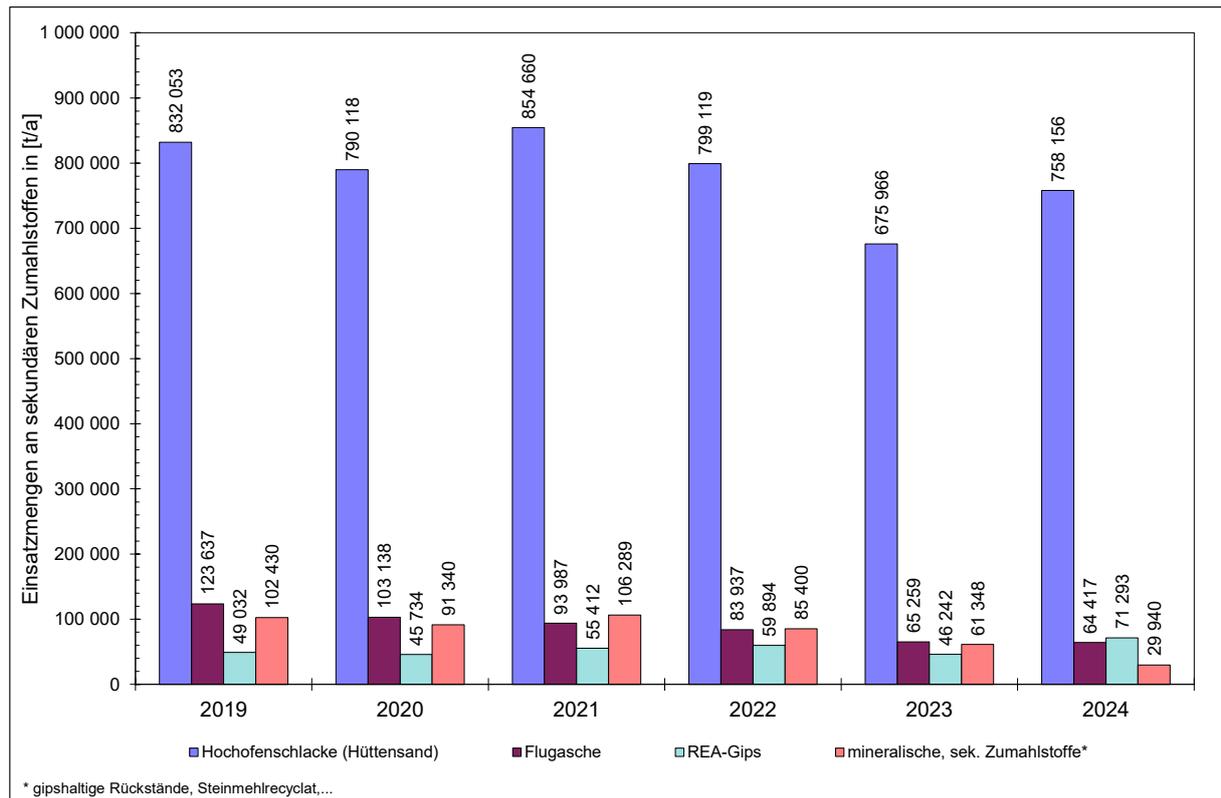


Abbildung 3-19: Einsatzmengen sek. Zusatzstoffe in der österreichischen Zementindustrie (2019 - 2024, ohne Mahlwerke)

### 3.5 Emissionsstatistik

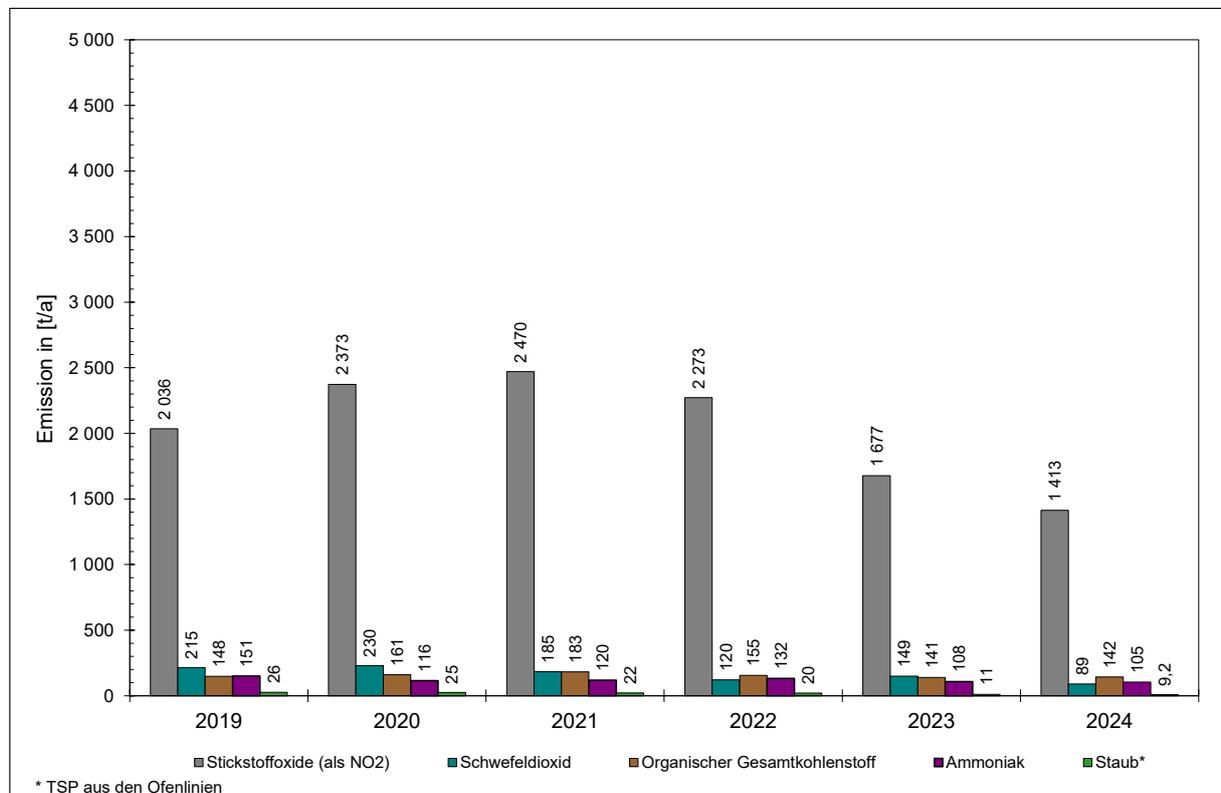


Abbildung 3-20: jährliche Emissionen an Stickstoffoxiden (als NO<sub>2</sub>), an Schwefeldioxid, an organischem Gesamtkohlenstoff, an Ammoniak und an Staub (TSP aus Ofenlinien) aus Anlagen der österreichischen Zementindustrie (ohne Mahlwerke) im Zeitraum von 2019 bis 2024

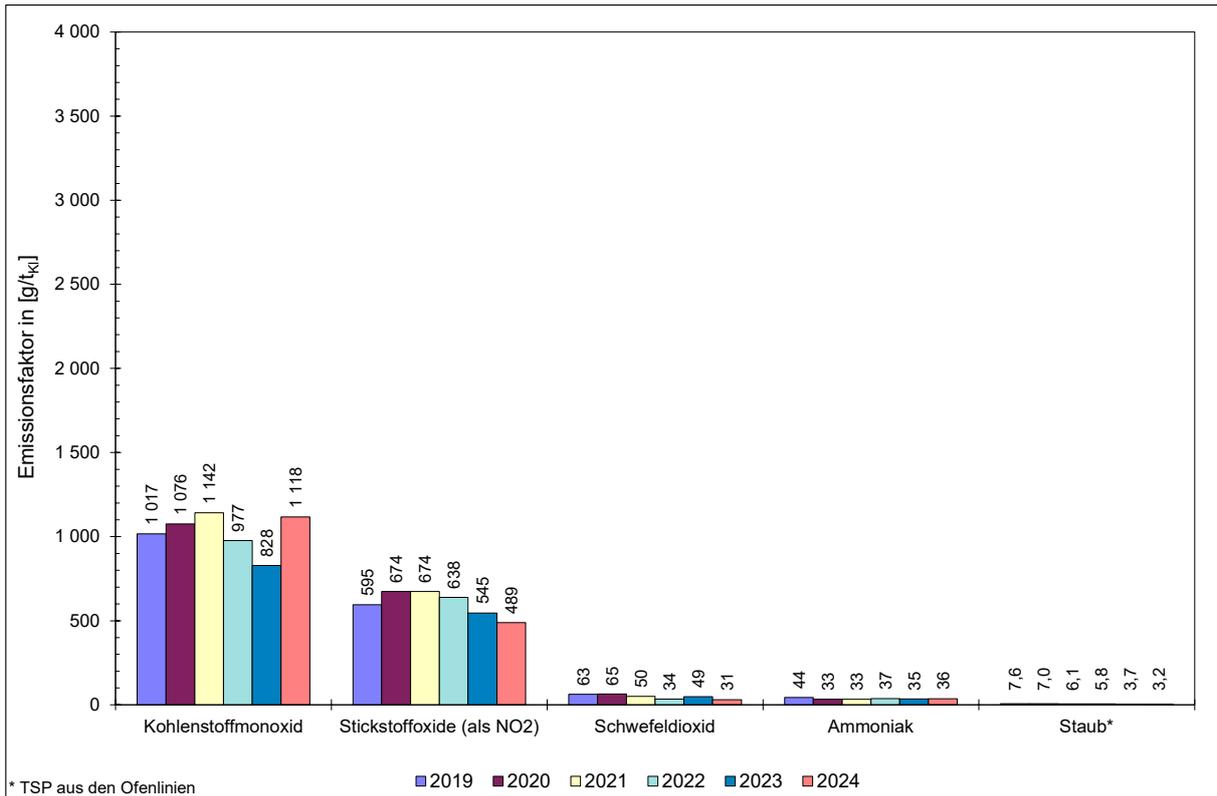


Abbildung 3-21: zeitlicher Verlauf der jährlichen, spezifischen Emissionsmassenströme (Emissionsfaktoren) für Kohlenstoffmonoxid, für Stickstoffoxide (als NO<sub>2</sub>), für Schwefeldioxid, für Ammoniak und für Staub (TSP aus Ofenlinien), jeweils bezogen auf 1 t Klinker (2019 - 2024, ohne Mahlwerke)

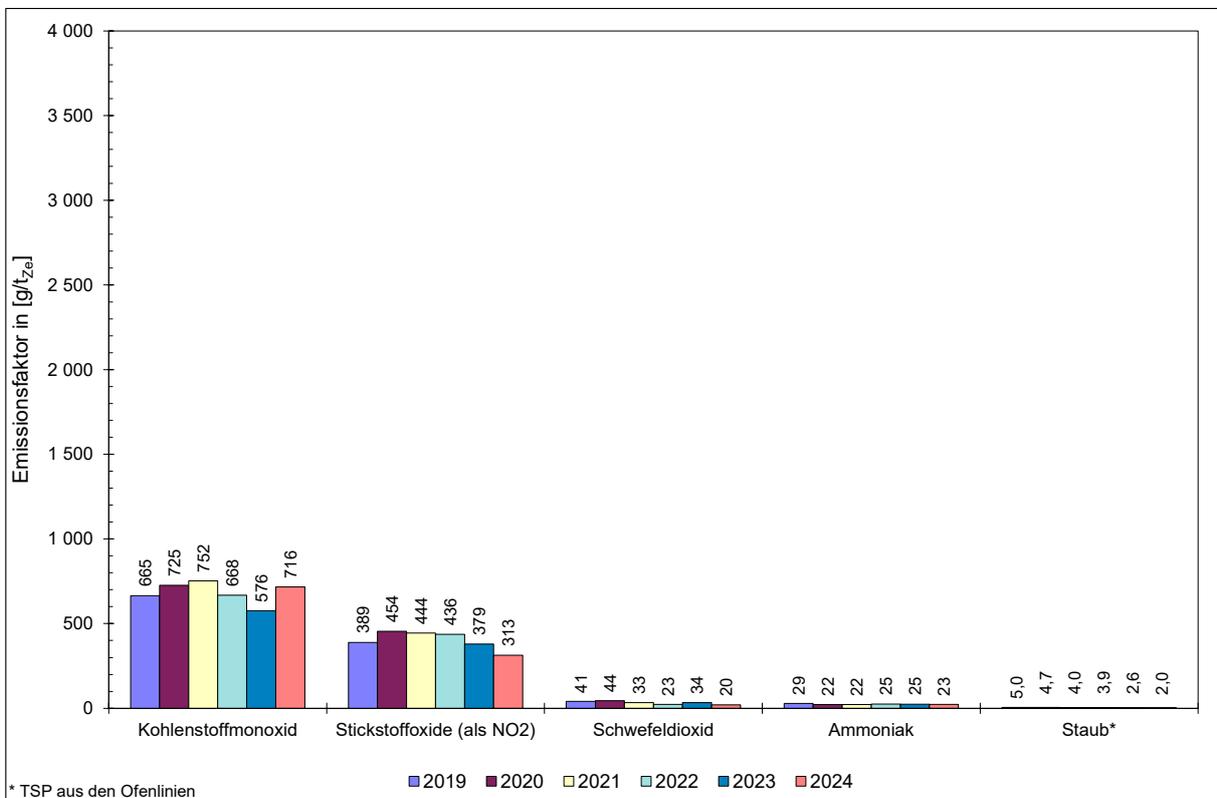


Abbildung 3-22: zeitlicher Verlauf der jährlichen, spezifischen Emissionsmassenströme (Emissionsfaktoren) für Kohlenstoffmonoxid, für Stickstoffoxide (als NO<sub>2</sub>), für Schwefeldioxid, für Ammoniak und für Staub (TSP aus Ofenlinien), jeweils bezogen auf 1 t Zement (2019 - 2024, ohne Mahlwerke)

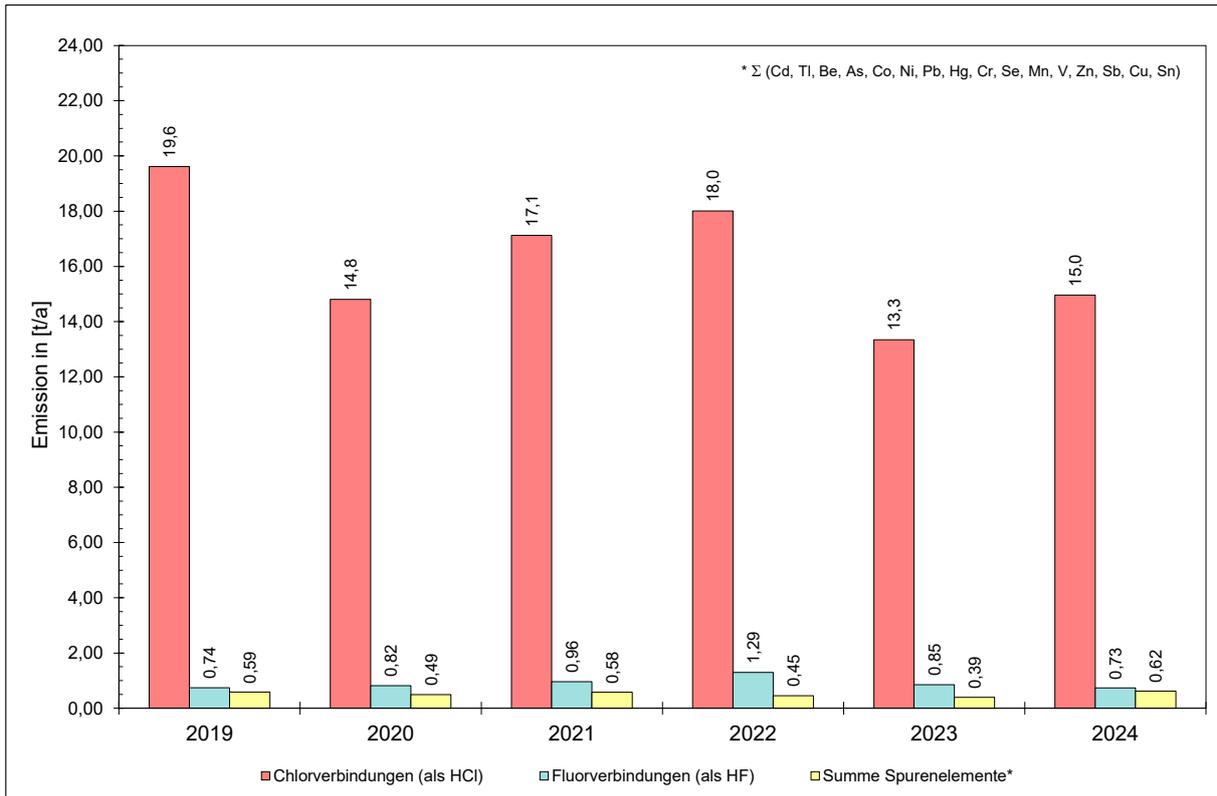


Abbildung 3-23: zeitliche Entwicklung der jährlichen Emissionen an chlor- und fluorhaltigen Verbindungen (ausgewiesen als HCl bzw. HF) sowie der jährlichen Gesamtemissionen an metallischen Spurenelementen jeweils für den Zeitraum 2019 bis 2024 (ohne Mahlwerke)

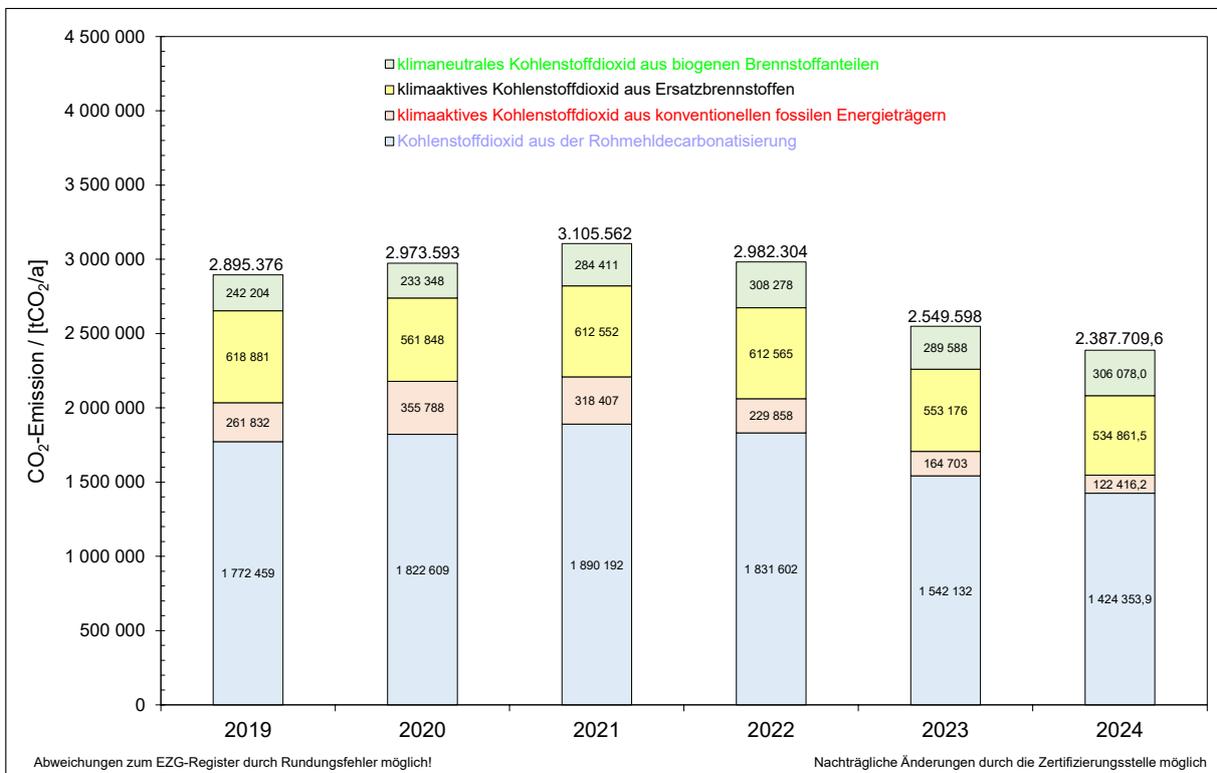


Abbildung 3-24: zeitliche Entwicklung der jährlichen Emissionen an Kohlenstoffdioxid aus Anlagen der österreichischen Zementindustrie (exklusive Mahlwerke) im Beobachtungszeitraum 2019 bis 2024 (nach EZG).

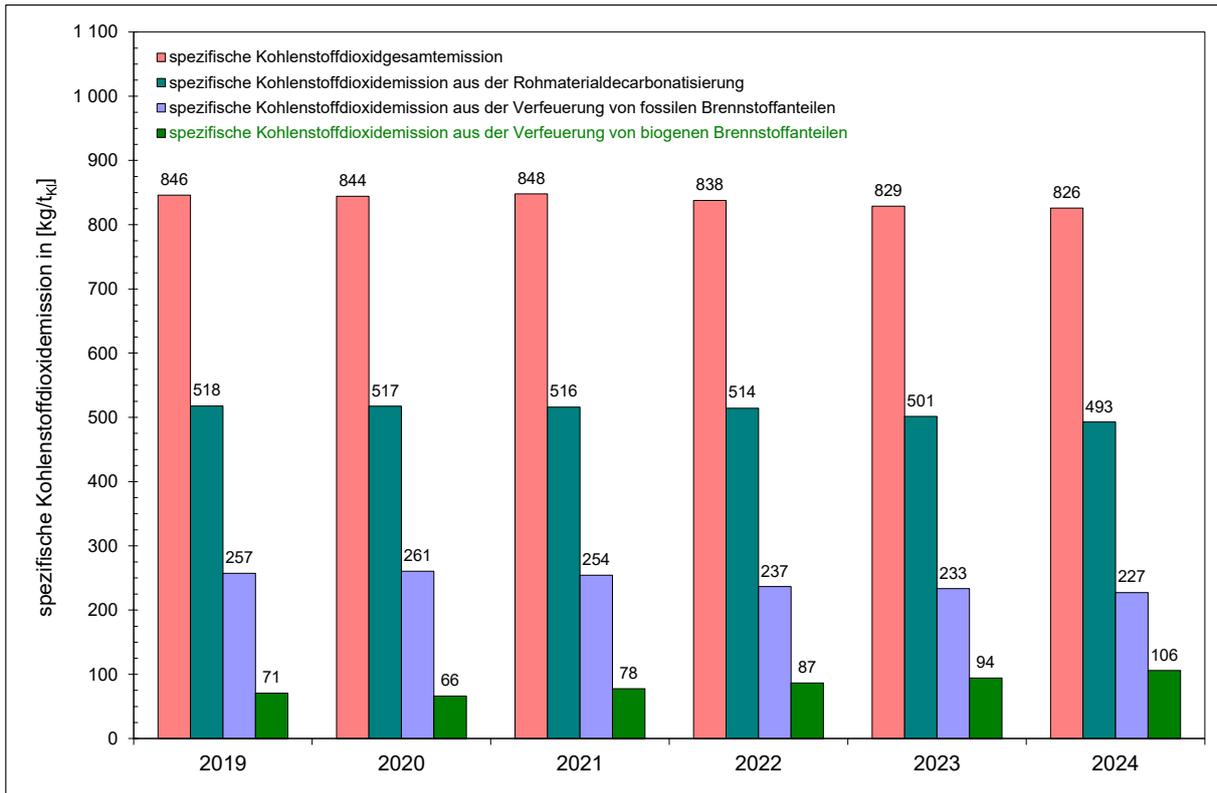


Abbildung 3-25: auf die Tonne Klinker bezogene, spezifische CO<sub>2</sub>-Emissionen (mit biogenen CO<sub>2</sub>-Emissionen) aus Anlagen der österreichischen Zementindustrie im Beobachtungszeitraum 2019 bis 2024 (nach EZG).

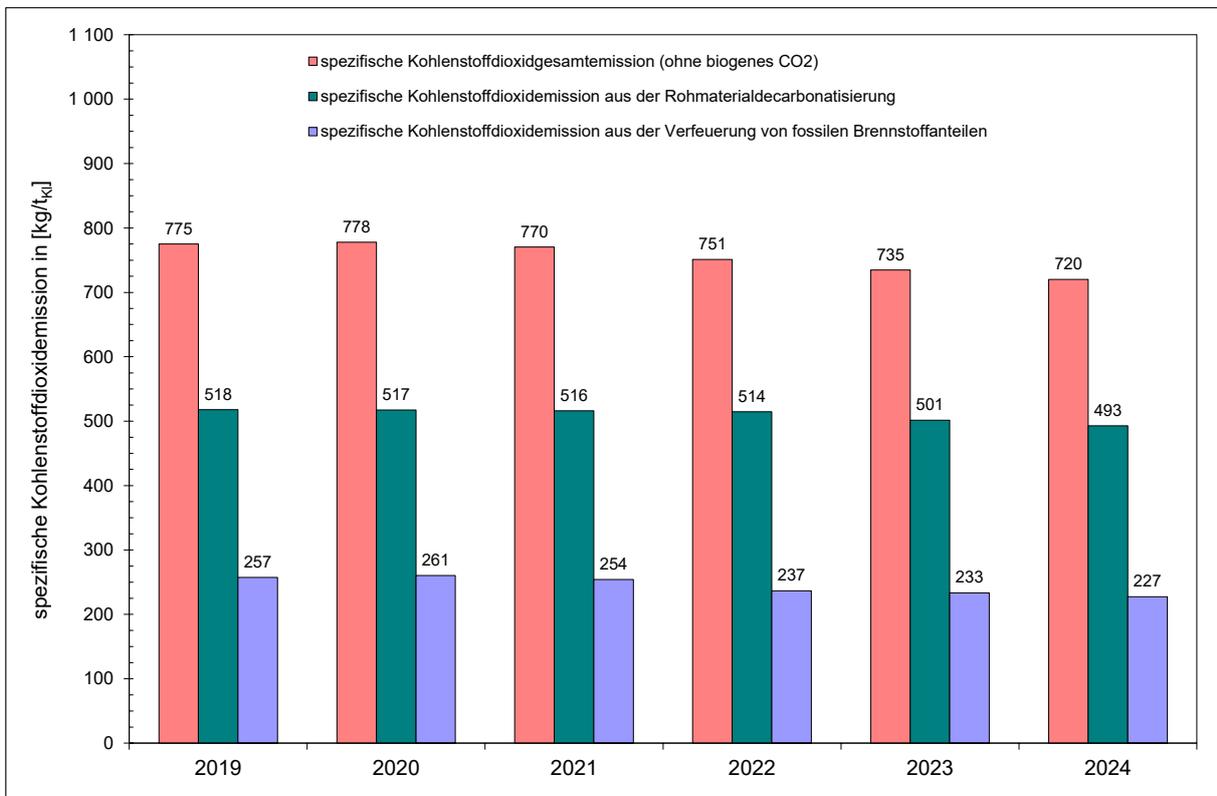


Abbildung 3-26: auf die Tonne Klinker bezogene, spezifische CO<sub>2</sub>-Emissionen (ohne biogene CO<sub>2</sub>-Emissionen) aus Anlagen der österreichischen Zementindustrie im Beobachtungszeitraum 2019 bis 2024 (nach EZG).

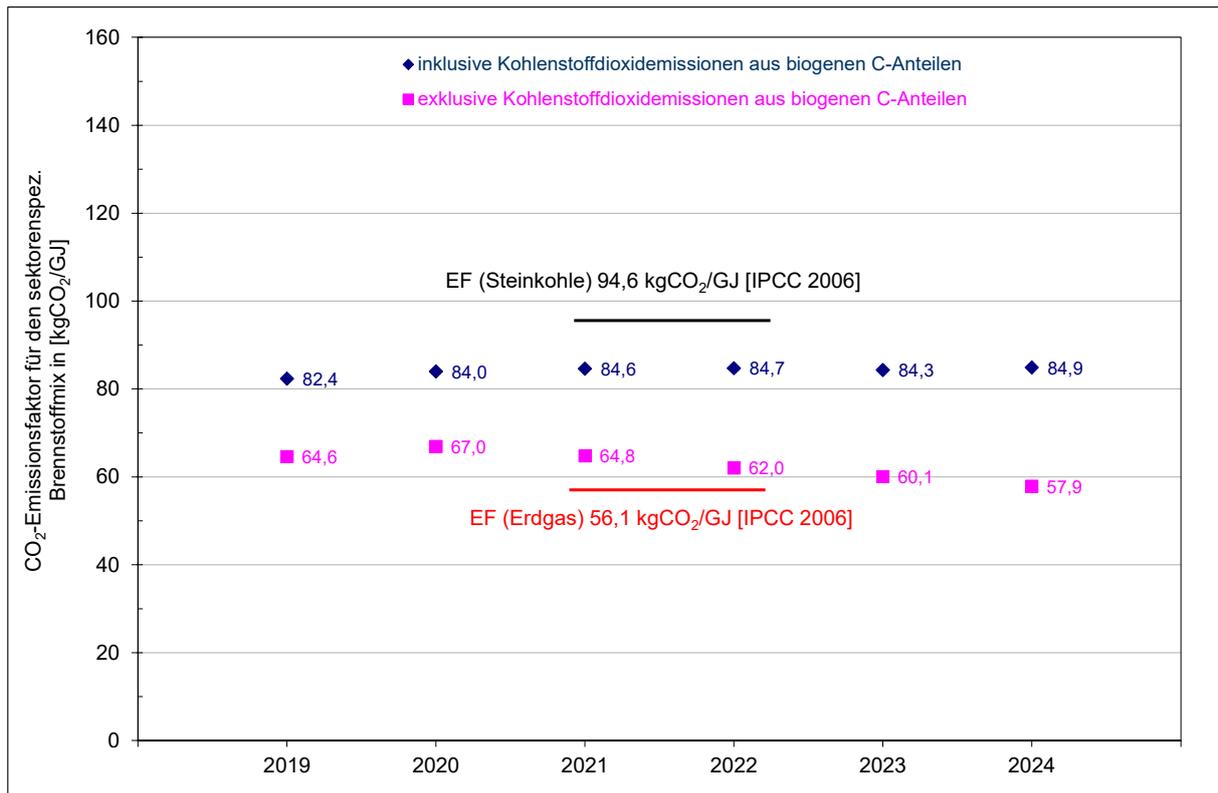


Abbildung 3-27: auf GJ Brennstoffwärmemenge bezogene, relative CO<sub>2</sub>-Emissionen (Emissionsfaktor EF) aus Anlagen der österreichischen Zementindustrie im Beobachtungszeitraum 2019 bis 2024 (nach EZG)

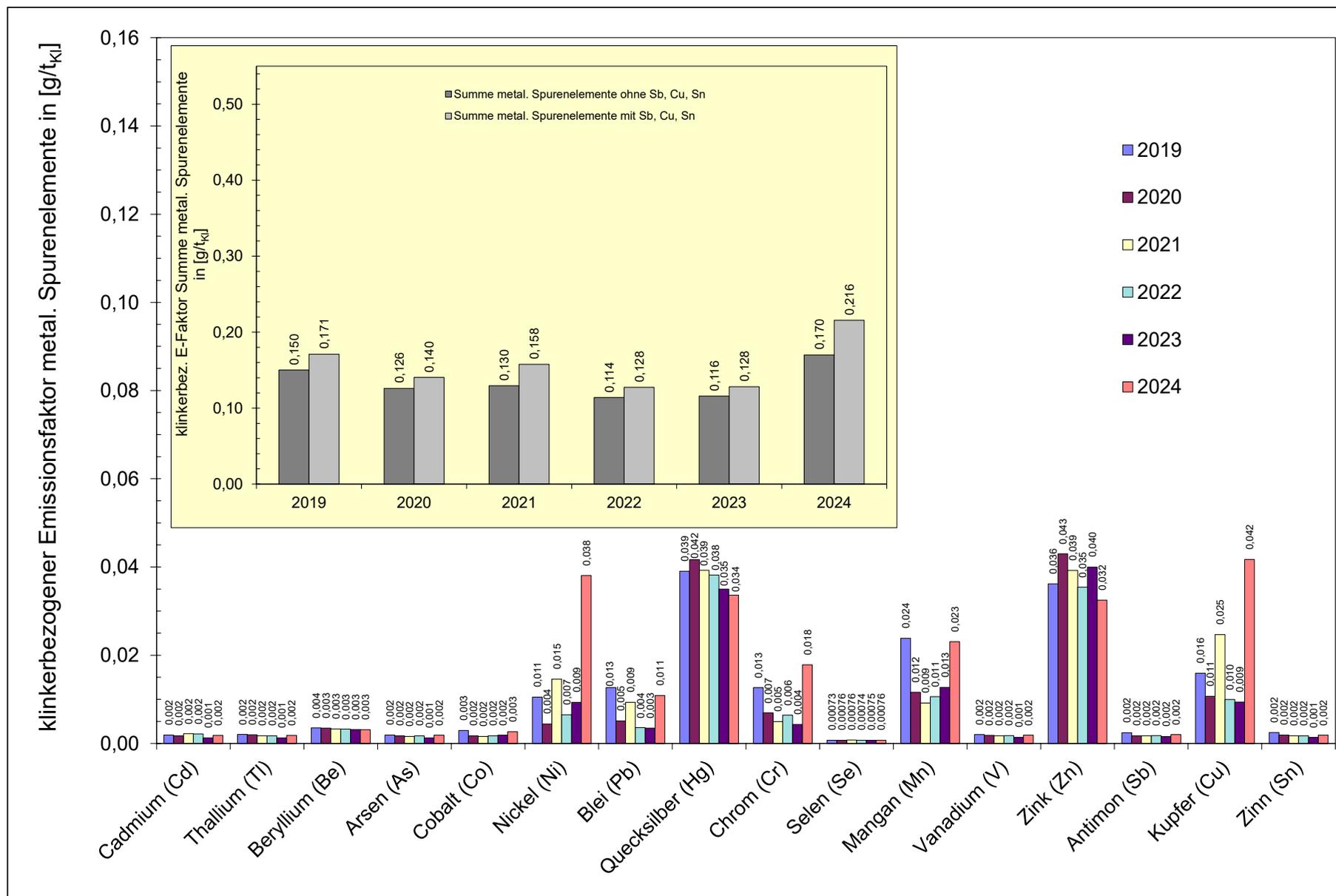


Abbildung 3-28: klinkerbezogene Emissionsfaktoren diverser metallischer Spurenelemente aus Anlagen der österreichischen Zementindustrie (ohne Mahlwerke) für den Zeitraum von 2019 bis 2024

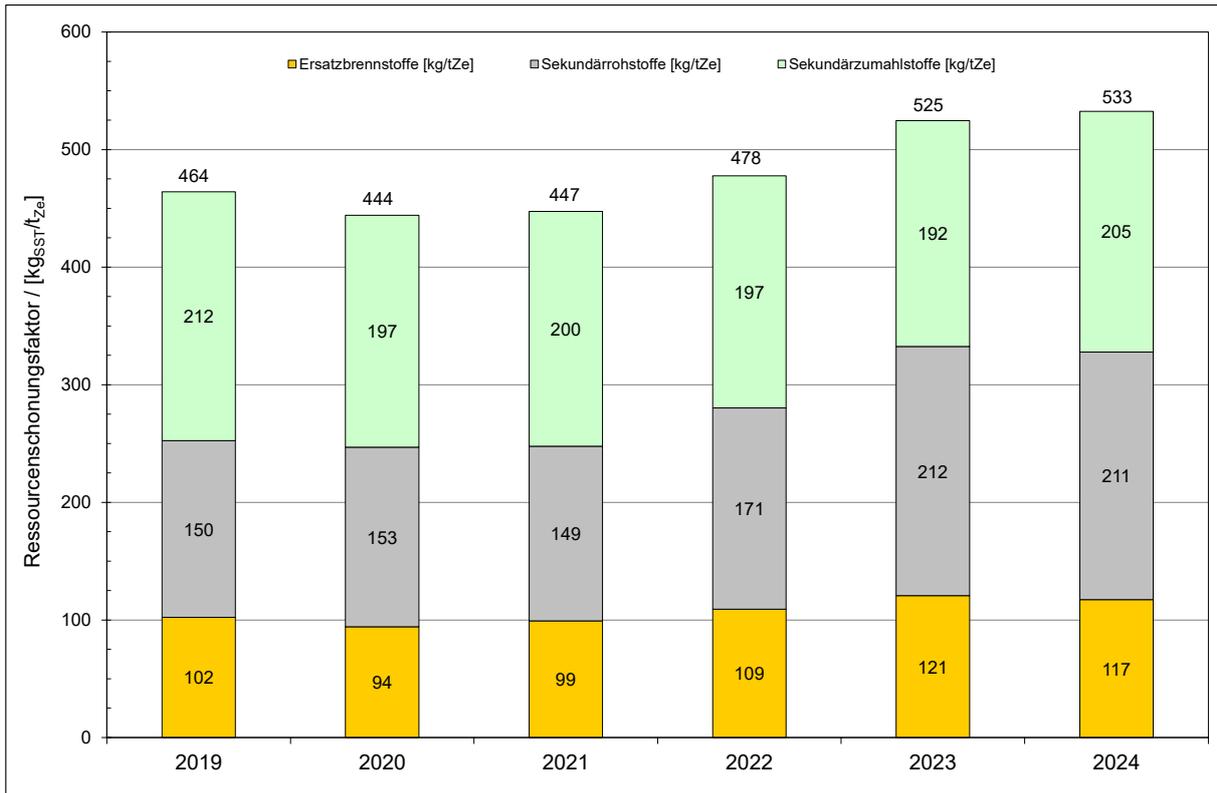


Abbildung 3-29: Ressourcenschonungsfaktor für Anlagen der österreichischen Zementindustrie im Vergleichszeitraum 2019 bis 2024

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

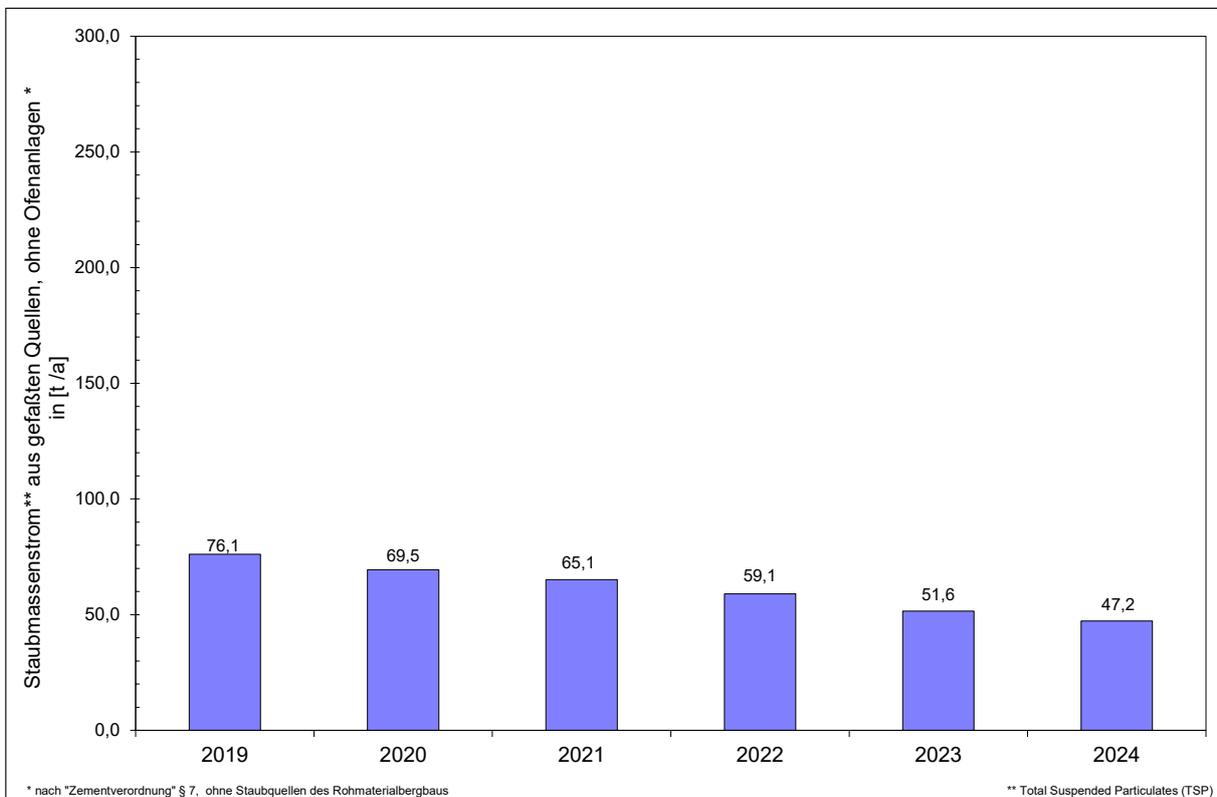


Abbildung 3-30: Staubmassenstrom (TSP) aus "gefaßten Quellen, ausgen. Ofenanlagen" nach "Zementverordnung" § 7 für Anlagen der österreichischen Zementindustrie (exklusive Mahlwerke) im Beobachtungszeitraum 2019 bis 2024

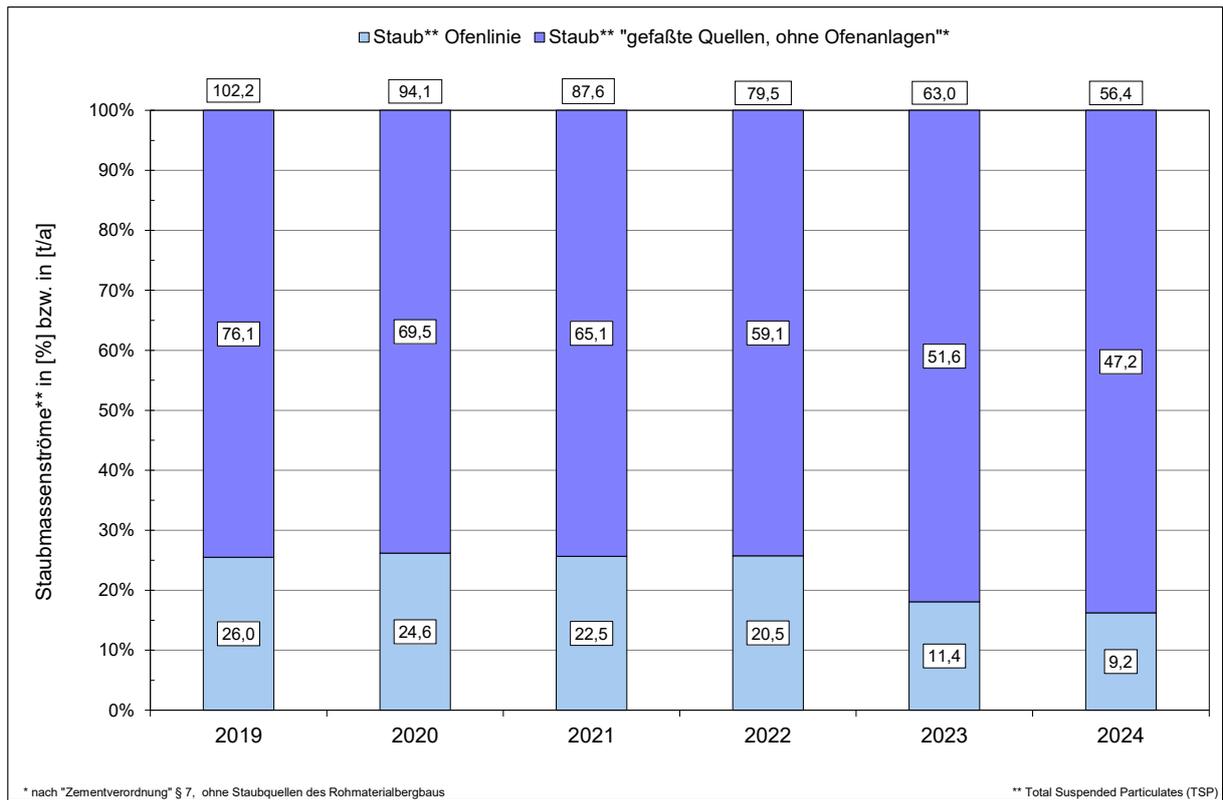


Abbildung 3-31: staubförmige Emissionen unter Berücksichtigung von Staubemissionen aus "gefaßten Quellen, ausgenommen Ofenanlagen" nach "Zementverordnung" § 7 für Anlagen der österreichischen Zementindustrie (exklusive Mahlwerke) im Beobachtungszeitraum 2019 bis 2024

#### 4 Kurzkomentar zu den Ergebnissen

##### 4.1 Anlage- und Produktionsdaten

Kennzahl	2023		2024	
		[%]		[%]
installierte Klinkerkapazität [t/a]	5 413 400		5 413 400	0,00
		100,00		
Rohmehleinsatz [t/a]	4 726 459		4 372 687	-7,48
		100,00		
Klinkerproduktion [t/a]	3 075 996		2 891 052	-6,01
		100,00		
Zementproduktion [t/a]	4 418 555		4 512 421	2,12
		100,00		
Ofenbetriebsstunden <sup>a)</sup> [h <sub>OB</sub> /a]	52 976,0		50 099,0	-5,43
<sup>a)</sup> alle Drehrohfenbetriebszustände		100,00		
Rohmehlfaktor [t <sub>Rm</sub> /t <sub>Kl</sub> ]	1,537		1,512	-1,57
		100,00		
Klinkerfaktor <sup>b)</sup> [t <sub>Kl</sub> /t <sub>Ze</sub> ]	0,684		0,675	-1,38
<sup>b)</sup> = Klinkerverbrauch/Zementproduktion		100,00		
spezifischer thermischer Energieeinsatz [GJ/t <sub>Kl</sub> ]	3,884		3,926	1,07
		100,00		
spezifischer elektrischer Energieeinsatz [kWh/t <sub>Ze</sub> ]	121,033		117,989	-2,52
		100,00		
Klinkerbrandfaktor [t <sub>Kl</sub> /h <sub>OB</sub> ]	58,064		57,707	-0,62
		100,00		
Abgasfaktor <sup>c)</sup> [m <sup>3</sup> (Vn)/h <sub>OB</sub> ]	158 289		149 897	-5,30
<sup>c)</sup> nicht auf 10 Vol.-% O <sub>2</sub> bezogen		100,00		
spezifische Abgasmenge <sup>d)</sup> [m <sup>3</sup> (Vn)/t <sub>Kl</sub> ]	2 726		2 598	-4,72
<sup>d)</sup> nicht auf 10 Vol.-% O <sub>2</sub> bezogen		100,00		
Anteil Ersatzbrennstoffe am thermischen Gesamtenergieeinsatz [%]	84,74		87,72	3,52
		100,00		
Ressourcenschonungsfaktor <sup>e)</sup> [kg/t <sub>Ze</sub> ]	524,6		532,6	
<sup>e)</sup> Ersatzstoffmenge bei der Produktion 1 t Zement		100,00		1,52

Tabelle 4-1: Produktionsdaten für Anlagen der österreichischen Zementindustrie im Jahresvergleich 2024 mit 2023

Die installierte Klinkerkapazität in Anlagen der österreichischen Zementindustrie blieb im Jahresvergleich 2024 mit 2023 mit ca. 5.413.400 t/a unverändert (Tabelle 4-1).

Die Produktionsmenge an Klinker verringerte sich im Jahr 2024 gegenüber 2023 von ca. 3,08 Millionen Tonnen um ca. 6,0 % auf ca. 2,89 Millionen Tonnen.

Die Produktionsmenge an Zement erhöhte sich von ca. 4,42 Millionen Tonnen im Jahr 2023 um ca. 2,1 % auf ca. 4,51 Millionen Tonnen im Jahr 2024.

Der Klinkerfaktor verringerte sich im Jahresvergleich 2023 mit 2024 von 0,684 t<sub>Kl</sub>/t<sub>Ze</sub> um ca. 1,4 % auf 0,675 t<sub>Kl</sub>/t<sub>Ze</sub>.

Die Anzahl an Ofenbetriebsstunden verringerte sich von 52976,0 im Jahr 2023 um ca. 5,4 % auf 50099,0 Stunden im Jahr 2024.

Der Klinkerbrandfaktor verschlechterte sich von ca. 58,1 t<sub>Kl</sub>/h<sub>OB</sub> im Jahr 2023 um ca. 0,6 % auf ca. 57,7 t<sub>Kl</sub>/h<sub>OB</sub> im Jahr 2024.

Für die Produktion einer Tonne Klinker wurde im Jahr 2024 mit ca. 3,93 GJ um ca. 1,1 % mehr thermische Energie (Brennstoffwärmeverbrauch) eingesetzt als im Jahr 2023 mit ca. 3,88 GJ.

Für die Produktion einer Tonne Zement wurde im Jahr 2024 mit ca. 118,0 kWh um ca. 2,5 % weniger elektrische Energie verwendet als im Jahr 2023 mit ca. 121,0 kWh.

Die auf die Tonne produzierten Klinker bezogene spezifische Abgasmenge verringerte sich von ca. 2726 m<sup>3</sup>(Vn) im Jahr 2023 um ca. 4,7 % auf ca. 2598 m<sup>3</sup>(Vn) im Jahr 2024.

Der Anteil von Brennstoffwärmemenge aus der Verfeuerung von Ersatzbrennstoffen am thermischen Gesamtenergieeinsatz, erhöhte sich von ca. 84,74 % im Jahr 2023 auf ca. 87,72 % im Jahr 2024, entsprechend einer Erhöhung um ca. 3,5 %.

Es vergrößerten sich die Einsatzmengen an Ersatzstoffen (i.e. Ersatzbrennstoffe, Sekundärrohstoffe, Sekundärzumahlstoffe), die für die Produktion einer Tonne Zement verwendet wurden (Ressourcenschonungsfaktor) von ca. 524,6 kg im Jahr 2023 um ca. 1,5 % auf ca. 532,6 kg im Jahr 2024.

Aus Anlagen der österreichischen Zementindustrie wurden im Jahr 2024 mit ca. 129,88 TJ um ca. 31,3 % weniger Wärme an externe Verbraucher ausgekoppelt als im Jahr 2023 mit ca. 188,92 TJ (Abbildung 3-12, Seite 13). Somit entsprach die ausgekoppelte Wärmemenge an externe Verbraucher im Jahr 2024 ca. 1,1 % des jährlichen thermischen Gesamtenergieeinsatzes der österreichischen Zementindustrie von ca. 11350 TJ (Tabelle 3-1, Seite 7).

## 4.2 Emissionen

### 4.2.1 Schadstoffe

Emissionsfaktor	2023		2024	
	[g/t <sub>k</sub> ]	[%]	[g/t <sub>k</sub> ]	[%]
Staub (TSP aus den Ofenlinien)	3,70		3,17	
		100,00		-14,48
Stickstoffoxide (als NO <sub>2</sub> )	545,13		488,73	
		100,00		-10,35
Schwefeldioxid (SO <sub>2</sub> )	48,57		30,78	
		100,00		-36,63
Summe metallische Spurenelemente Σ(Cd, Ti, Be, As, Co, Ni, Pb, Hg, Cr, Se, Mn, V, Zn, Sb, Cu, Sn)	0,128210		0,215616	
		100,00		68,17
chlorhaltige Verbindungen (als HCl)	4,338		5,174	
		100,00		19,28
fluorhaltige Verbindungen (als HF)	0,277		0,252	
		100,00		-8,76
organischer Gesamtkohlenstoff (TOC)	45,681		49,284	
		100,00		7,89
Kohlenstoffmonoxid (CO)	827,8		1 117,6	
		100,00		35,00
Kohlenstoffdioxid (CO <sub>2</sub> ) (inklusive klimaneutrales CO <sub>2</sub> )	828 869		825 896	
		100,00		-0,36

Tabelle 4-2: Emissionsänderungen bei ausgewählten Schadstoffen aus Anlagen der österreichischen Zementindustrie im Bilanzjahr 2024 bezogen auf 2023

Im Jahresvergleich 2024 mit 2023 verbesserten sich die klinkerbezogenen spezifischen Emissionsfaktoren [g/t<sub>k</sub>] für Schwefeldioxid, Staub (TSP aus den Ofenlinien), Stickstoffoxide (berechnet als NO<sub>2</sub>), fluorhaltige Verbindungen und Kohlenstoffdioxid (inklusive „klimaneutrales“ Kohlenstoffdioxid). Hingegen verzeichneten die klinkerbezogenen spezifischen Emissionsfaktoren [g/t<sub>k</sub>] für Summe metallischer Spurenelemente (Σ (Cd, Ti, Be, As, Co, Ni, Pb, Hg, Cr, Se, Mn, V, Zn, Sb, Cu, Sn)), Kohlenstoffmonoxid, chlorhaltige Verbindungen und organischer Gesamtkohlenstoff Verschlechterungen (Tabelle 4-2).

#### 4.2.2 Metallische Spurenelemente

Es konnten im Jahresvergleich 2024 mit 2023 bei dreizehn metallischen Spurenelementen (Cu, Cr, Ni, Pb, Mn, As, Tl, Cd, Co, Sn, V, Sb und Se) Verschlechterungen bei den klinkerbezogenen Emissionsfaktoren [g/t<sub>kl</sub>] verzeichnet werden (Tabelle 4-3).

Bei drei metallischen Spurenelementen (Zn, Hg und Be) haben sich im Jahresvergleich 2024 mit 2023 die klinkerbezogenen Emissionsfaktoren [g/t<sub>kl</sub>] verbessert (Tabelle 4-3).

Insgesamt betrachtet, verschlechterte sich der klinkerbezogene Emissionsfaktor für Summe metallische Spurenelemente ( $\Sigma$  (Cd, Tl, Be, As, Co, Ni, Pb, Hg, Cr, Se, Mn, V, Zn, Sb, Cu, Sn)) von ca. 0,1282 g/t<sub>kl</sub> im Jahr 2023 um ca. 68,2 % auf ca. 0,2156 g/t<sub>kl</sub> im Jahr 2024 (Tabelle 4-3).

Der klinkerbezogene Emissionsfaktor für die Summe der ausgewählten metallischen Spurenelemente Sb, As, Pb, Cr, Co, Cu, Mn, Ni, V und Sn verschlechterte sich von ca. 0,0467 g/t<sub>kl</sub> im Jahr 2023 um ca. 203,7 % auf ca. 0,1419 g/t<sub>kl</sub> im Jahr 2024 (Tabelle 4-3).

Der klinkerbezogene Emissionsfaktor für die Summe der beiden metallischen Spurenelemente Cd und Tl verschlechterte sich von ca. 0,0026 g/t<sub>kl</sub> im Jahr 2023 um ca. 42,1 % auf ca. 0,0037 g/t<sub>kl</sub> im Jahr 2024 (Tabelle 4-3).

metallische Spurenelement	2022 Emissionsfaktor [g/t <sub>kl</sub> ]	2023 Emissionsfaktor [g/t <sub>kl</sub> ]	2024 Emissionsfaktor [g/t <sub>kl</sub> ]	2024/2023 Änderung [%]	2024/2022 Änderung [%]
Cadmium (Cd)	0,002177	0,001287	0,001826	41,90	-16,14
Thallium (Tl)	0,001752	0,001307	0,001859	42,23	6,12
Beryllium (Be)	0,003246	0,003173	0,003147	-0,79	-3,04
Arsen (As)	0,001753	0,001287	0,001882	46,27	7,36
Cobalt (Co)	0,001753	0,001880	0,002655	41,21	51,48
Nickel (Ni)	0,006532	0,009318	0,038065	308,53	482,70
Blei (Pb)	0,003571	0,003482	0,010880	212,49	204,71
Quecksilber (Hg)	0,038200	0,034989	0,033655	-3,81	-11,90
Chrom (Cr)	0,006420	0,004306	0,017836	314,21	177,81
Selen (Se)	0,000736	0,000753	0,000760	0,92	3,23
Mangan (Mn)	0,010595	0,012698	0,023097	81,89	117,99
Vanadium (V)	0,001801	0,001400	0,001867	33,30	3,67
Zink (Zn)	0,035435	0,039982	0,032490	-18,74	-8,31
Antimon (Sb)	0,001817	0,001567	0,002006	27,98	10,41
Kupfer (Cu)	0,009950	0,009394	0,041710	344,03	319,21
Zinn (Sn)	0,001768	0,001389	0,001882	35,52	6,46
<b>Summe o.g. metallische Spurenelemente</b>	<b>0,127505</b>	<b>0,128210</b>	<b>0,215616</b>	<b>68,17</b>	<b>69,10</b>
$\Sigma$ (Sb, As, Pb, Cr, Co, Cu, Mn, Ni, V, Sn)	0,045959	0,046720	0,141879	203,68	208,71
$\Sigma$ (Cd, Tl)	0,003929	0,002594	0,003685	42,07	-6,21

Tabelle 4-3: Emissionsfaktoren für metallische Spurenelemente und ihre prozentuelle Änderung in 2024 bezogen auf 2023 bzw. 2022

### 4.2.3 Emissionskonzentrationen ausgewählter Schadstoffe

Es verschlechterten sich im Jahresvergleich 2024 mit 2023 die auf 10,0 Vol.-% O<sub>2</sub> im Abgas bezogenen - als Jahresmittelwerte ausgewiesenen - Emissionskonzentrationen u.a. für Summe metallischer Spurenelemente ( $\Sigma$  (Sb, As, Pb, Cr, Co, Cu, Mn, Ni, V, Sn)), für Summe metallischer Spurenelemente ( $\Sigma$  (Cd, Tl, Be, As, Co, Ni, Pb, Hg, Cr, Se, Mn, V, Zn, Sb, Cu, Sn)), für Summe metallischer Spurenelemente ( $\Sigma$  (Cd, Tl,)) und für organischen Gesamtkohlenstoff (TOC) (Tabelle 4-4).

Im Jahresvergleich 2024 mit 2023 verbesserten sich die auf 10,0 Vol.-% O<sub>2</sub> im Abgas bezogenen - als Jahresmittelwerte ausgewiesenen - Emissionskonzentrationen für Schwefeldioxid, ofengängigen Staub und für Stickstoffoxide (berechnet als NO<sub>2</sub>) (Tabelle 4-4).

Emissionskonzentration (Jahresmittelwert, 10,0 Vol.-% O <sub>2</sub> )	2022 [mg/m <sup>3</sup> (Vn)tr.]	2023 [mg/m <sup>3</sup> (Vn)tr.]	2024 [mg/m <sup>3</sup> (Vn)tr.]	2024/2023 Änderung [%]	2024/2022 Änderung [%]
Staub (TSP aus den Ofenlinien)	2,43	1,63	1,45	-10,80	-40,36
Stickstoffoxide (als NO <sub>2</sub> )	269,9	239,3	223,8	-6,49	-17,09
Schwefeldioxid (SO <sub>2</sub> )	14,3	21,3	14,1	-33,90	-1,33
organischer Gesamtkohlenstoff (TOC)	18,4	20,1	22,6	12,53	22,68
$\Sigma$ (Cd, Tl, Be, As, Co, Ni, Pb, Hg, Cr, Se, Mn, V, Zn, Sb, Cu, Sn)	0,053895	0,056277	0,098716	75,41	83,16
$\Sigma$ (Sb, As, Pb, Cr, Co, Cu, Mn, Ni, V, Sn)	0,019427	0,020507	0,064957	216,75	234,37
$\Sigma$ (Cd, Tl)	0,001661	0,001138	0,001687	48,18	1,59

Tabelle 4-4: Emissionskonzentrationen ausgewählter Luftschadstoffe aus Anlagen der österreichischen Zementindustrie und ihre prozentuelle Änderung in 2024 bezogen auf 2023 bzw. 2022 (Jahresmittelwerte; 10,0 Vol.-% O<sub>2</sub>)

**5 Tabellenverzeichnis**

1.)	Tabelle 2-1: erfaßte Schadstoffe bzw. Schadstoffgruppen .....	4
2.)	Tabelle 3-1: Gesamtübersichtstabelle - Emissionen und Produktionsmittel der österreichischen Zementindustrie (ohne Mahlwerke) im Vergleichszeitraum 2019 bis 2024.....	7
3.)	Tabelle 4-1: Produktionsdaten für Anlagen der österreichischen Zementindustrie im Jahresvergleich 2024 mit 2023.....	27
4.)	Tabelle 4-2: Emissionsänderungen bei ausgewählten Schadstoffen aus Anlagen der österreichischen Zementindustrie im Bilanzjahr 2024 bezogen auf 2023 .....	28
5.)	Tabelle 4-3: Emissionsfaktoren für metallische Spurenelemente und ihre prozentuelle Änderung in 2024 bezogen auf 2023 bzw. 2022 .....	29
6.)	Tabelle 4-4: Emissionskonzentrationen ausgewählter Luftschadstoffe aus Anlagen der österreichischen Zementindustrie und ihre prozentuelle Änderung in 2024 bezogen auf 2023 bzw. 2022 (Jahresmittelwerte, 10,0 Vol.-% O <sub>2</sub> ) .....	30

**6 Abbildungsverzeichnis**

1.)	Abbildung 2-1: Anlagenspiegel der österreichischen Zementwerke mit Ofenbetrieb (Stichtag: 31.12.2024) .....	5
2.)	Abbildung 3-1: Rohmehleinsatzmenge, Klinkerproduktionsmenge und Zementproduktionsmenge der österreichischen Zementindustrie im Beobachtungszeitraum 2019 bis 2024 (ohne Mahlwerke) .....	8
3.)	Abbildung 3-2: Klinkerfaktor und Rohmehlfaktor im Beobachtungszeitraum 2019 bis 2024.....	8
4.)	Abbildung 3-3: Entwicklung des Klinkerbrandfaktors / $[\text{t}_{\text{Kl}}/\text{h}_{\text{OB}}]$ in den Anlagen der österreichischen Zementindustrie im Beobachtungszeitraum 2019 bis 2024 .....	9
5.)	Abbildung 3-4: Einsatzmengen konventioneller Brennstoffe in der österreichischen Zementindustrie im Beobachtungszeitraum 2019 bis 2024 .....	9
6.)	Abbildung 3-5: Einsatzmengen von Ersatzbrennstoffen (EBS) in Anlagen der österreichischen Zementindustrie im Beobachtungszeitraum 2019 bis 2024 .....	10
7.)	Abbildung 3-6: Entwicklung des thermischen und elektrischen Energieeinsatzes in österreichischen Zementwerken mit eigener Klinkererzeugung im Beobachtungszeitraum 2019 bis 2024 .....	10
8.)	Abbildung 3-7: Ersatzbrennstoffenergieanteil am thermischen Energieeinsatz (Substitutionsgrad) in Anlagen der österreichischen Zementindustrie für den Beobachtungszeitraum 2019 bis 2024 .....	11
9.)	Abbildung 3-8: Brennstoffwärmemengen aus der Verfeuerung von Ersatzbrennstoffen in Anlagen der österreichischen Zementindustrie (ohne Mahlwerke) im Beobachtungszeitraum 1988 bis 2024 .....	11
10.)	Abbildung 3-9: auf die Tonne Zement bzw. auf die Tonne Klinker bezogener spezifischer Brennstoffenergieeinsatz in Anlagen der österreichischen Zementindustrie für den Beobachtungszeitraum 2019 bis 2024 .....	12
11.)	Abbildung 3-10: über den Bilanzzeitraum 2022, 2023 und 2024 mengengewichtete Mittelwerte von Heizwerten unterschiedlicher Drehofenbrennstoffe (im Einsatzzustand) mit werksspezifischen Minimal- und Maximalwerten .....	12
12.)	Abbildung 3-11: mittlerer spezifischer Energieeinsatz je Tonne Zement in Anlagen der österreichischen Zementindustrie (ohne Mahlwerke) im Vergleichszeitraum 2019 bis 2024.....	13
13.)	Abbildung 3-12: Wärmeabgabe an externe Verbraucher aus Anlagen der österreichischen Zementindustrie im Beobachtungszeitraum 2005 bis 2024 .....	13
14.)	Abbildung 3-13: Einsatzmengen von Ersatzbrennstoffen (EBS) in Anlagen der österreichischen Zementindustrie von 2019 bis 2024 .....	14

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 2019 bis 2024.....	15
16.)	Abbildung 3-15: Einsatzmengen sekundärer Rohstoffe in Anlagen der österreichischen Zementindustrie (ohne Mahlwerke) im Zeitraum von 2019 bis 2024 .....	16
17.)	Abbildung 3-16: Spezifizierung der im Zeitraum von 2019 bis 2024 in Anlagen der österreichischen Zementindustrie (ohne Mahlwerke) verwendeten sonstigen sekundären Rohstoffmassenströme.....	17
18.)	Abbildung 3-17: Einsatzmengen primärer Rohstoffe in Anlagen der österreichischen Zementindustrie im Zeitraum von 2019 bis 2024 (ohne Mahlwerke) .....	18
19.)	Abbildung 3-18: Einsatzmengen primärer Zumahlstoffe in Anlagen der österreichischen Zementindustrie von 2019 bis 2024 (ohne Mahlwerke) .....	18
20.)	Abbildung 3-19: Einsatzmengen sekundärer Zumahlstoffe in Anlagen der österreichischen Zementindustrie von 2019 bis 2024 (ohne Mahlwerke) .....	19
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 2019 bis 2024 .....	19
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 (2019 - 2024, ohne Mahlwerke) .....	20
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 (2019 - 2024, ohne Mahlwerke) .....	20
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 2019 bis 2024 (ohne Mahlwerke).....	21
25.)	Abbildung 3-24: zeitliche Entwicklung der jährlichen Emissionen an Kohlenstoffdioxid aus Anlagen der österreichischen Zementindustrie (exklusive Mahlwerke) im Beobachtungszeitraum 2019 bis 2024 (nach EZG).....	21
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 2019 bis 2024 (nach EZG) .....	22
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 2019 bis 2024 (nach EZG) .....	22
28.)	Abbildung 3-27: auf GJ Brennstoffwärmemenge bezogene, relative CO <sub>2</sub> -Emissionen aus Anlagen der österreichischen Zementindustrie im Beobachtungszeitraum 2019 bis 2024 (nach EZG) .....	23
29.)	Abbildung 3-28: klinkerbezogene Emissionsfaktoren diverser metallischer Spurenelemente aus Anlagen der österreichischen Zementindustrie (ohne Mahlwerke) für den Zeitraum von 2019 bis 2024 .....	24
30.)	Abbildung 3-29: Ressourcenschonungsfaktor für Anlagen der österreichischen Zementindustrie im Vergleichszeitraum 2019 bis 2024 .....	25
31.)	Abbildung 3-30: Staubmassenstrom (TSP) aus "gefaßten Quellen, ausgenommen Ofenanlagen" nach "Zementverordnung" § 7 für Anlagen der österreichischen Zementindustrie (exklusive Mahlwerke) im Beobachtungszeitraum 2019 bis 2024 .....	25
32.)	Abbildung 3-31: staubförmige Emissionen unter Berücksichtigung von Staubemissionen aus "gefaßten Quellen, ausgenommen Ofenanlagen" nach "Zementverordnung" § 7 für Anlagen der österreichischen Zementindustrie (exklusive Mahlwerke) im Beobachtungszeitraum 2019 bis 2024.....	26