



Resultate 2024

Einheitliche Heizwert- und Energiekennzahlenberechnung der Schweizer KVA nach europäischem Standardverfahren



Abbildung 1: Neuer Trockenaustrag für Schlacke bei der KVA Trimmis. (Bildquelle: GEVAG).



Datum: 07. April 2025

Auftraggeber:
Bundesamt für Energie BFE
Bundesamt für Umwelt BAFU
Verband der Betreiber Schweizerischer Abfallverwertungsanlagen VBSA

Auftragnehmer/in: Ryttec AG



Ansprechpersonen:

BFE, Matthias Bendig	matthias.bendig@bfe.admin.ch	058 464 76 79
BAFU, Michael Hügi	michael.huegi@bafu.admin.ch	058 462 93 16
VBSA, Robin Quartier	quartier@vbsa.ch	031 721 61 61
Ryttec AG, Richard Chrenko – Energiezahlen	energieeffizienz@rytec.ch	031 511 13 22
Ryttec AG, Martin Kiener – Mengenzahlen	energieeffizienz@rytec.ch	031 511 13 38

BFE-Vertrags- und Projektnummer: SH/8100388-01-01-19

Für den Inhalt und die Schlussfolgerungen sind ausschliesslich die Autoren dieses Berichts verantwortlich.

Bundesamt für Energie BFE

Mühlestrasse 4, CH-3063 Ittigen; Postadresse: CH-3003 Bern

Tel. +41 58 462 56 11 · Fax +41 58 463 25 00 · contact@bfe.admin.ch · www.bfe.admin.ch

Einleitung

Im Rahmen des Projekts „Einheitliche Heizwert- und Effizienzberechnung Schweizer KVA“ wurden 2009 erstmals die energetischen Kennzahlen durch die Ryttec ermittelt. Dadurch wurde die Vergleichbarkeit der energetischen Effizienz der KVA mittels einer standardisierten Berechnungsmethode erhöht. Aufgrund der positiven Resonanz der Anlagenbetreiber und des BAFU auf das Projekt wird die Erhebung jährlich nachgeführt.

Die Berechnungen enthalten Herleitungen von zentralen Grössen wie z.B. des Heizwertes des Abfalls (siehe Kapitel „Zentrale Formeln“) und basieren auf Messungen z.B. der Frischdampfmenge, welche Messungenauigkeiten aufweisen. Die Resultate sind somit als bester verfügbarer Vergleich zu verstehen.

Nachfolgend die Zusammenstellung der Resultate aus der Heizwert- und Effizienzberechnung für das Betriebsjahr 2023, teilweise im Vergleich mit den Werten der vergangenen Jahre.

Die Methodik der Berechnung und die Resultate 2009 können im Bericht „Einheitliche Heizwert- und Energiekennzahlenberechnung der Schweizer KVA nach europäischem Standardverfahren“ (10.05.2011) auf der Seite des BFE abgerufen werden¹. Die komplette Übersicht der Resultate 2010-2023¹ befinden sich ebenfalls auf dieser Seite.

Die jährliche Erhebung wird für alle Schweizer KVA durchgeführt. Die Einzugsgebiete der aktuell in Betrieb stehenden KVA sehen wie folgt aus:

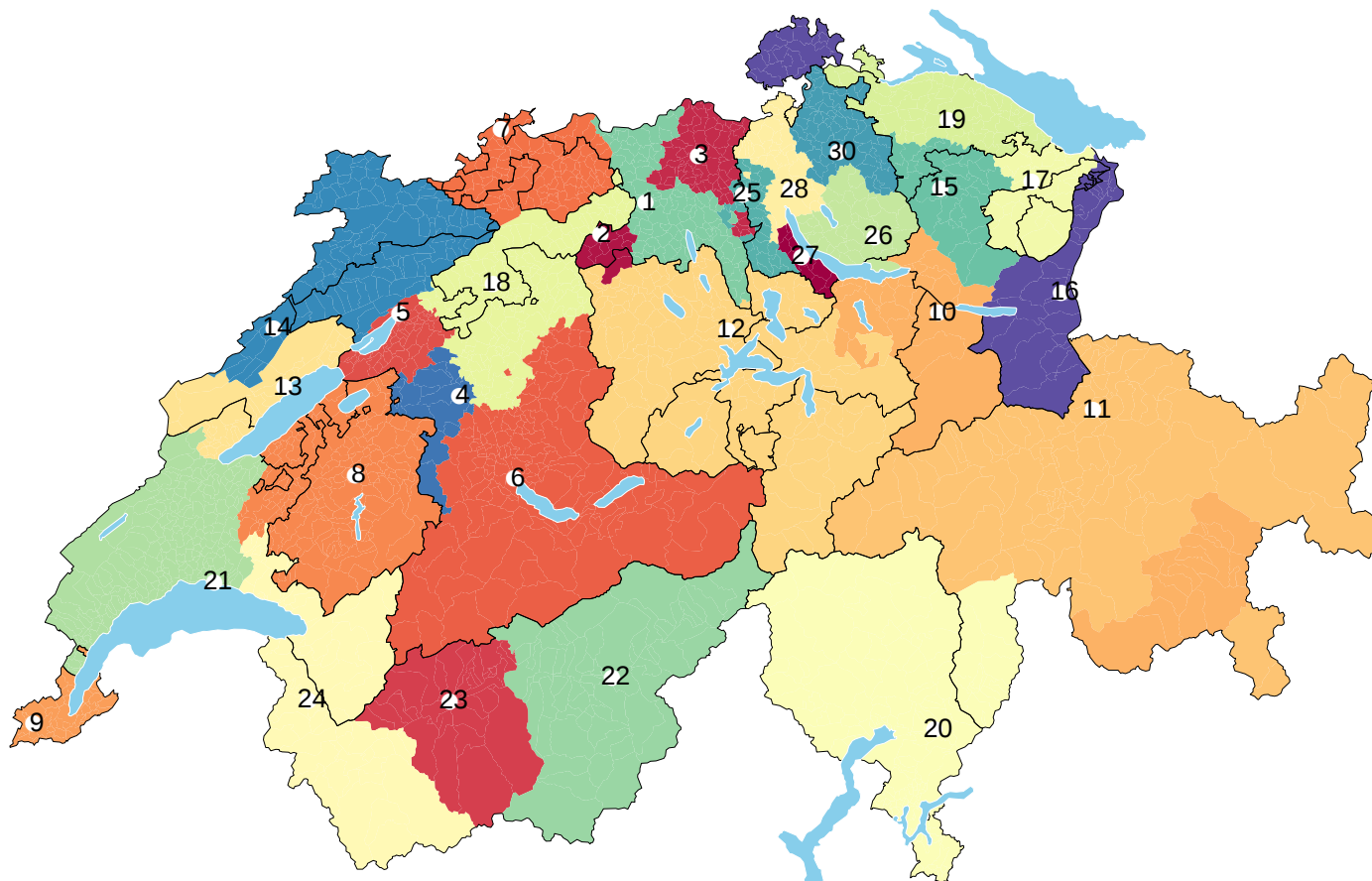


Abbildung 2: Einzugsgebiete der Schweizer KVA im Jahr 2020

¹ <https://www.bfe.admin.ch/bfe/de/home/versorgung/erneuerbare-energien/biomasse.html>



Glossar

<i>AbfRRL</i>	<i>Abfallrahmenrichtlinie: Richtlinie 2008/98/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 19. November 2008 über Abfälle</i>
<i>BAFU</i>	<i>Bundesamt für Umwelt</i>
<i>BFE</i>	<i>Bundesamt für Energie</i>
<i>BREF</i>	<i>Die BREF Dokumente werden von der EU herausgegeben und beschreiben bzw. definieren den besten verfügbaren Stand der Technik innerhalb einer Branche</i>
<i>Dampfabgabe</i>	<i>Energieabgabe einer KVA durch den Energieträger Dampf</i>
<i>EKS</i>	<i>Entwässerter Klärschlamm</i>
<i>ENE</i>	<i>Energetische Nettoeffizienz² analoge Berechnung zum R1-Faktor, jedoch bezogen auf die exportierte Energie der KVA (Netto-Abgabe)</i>
<i>EnV</i>	<i>Energieverordnung (Schweiz)</i>
<i>Heissgasabgabe</i>	<i>Energieabgabe einer KVA in Form von heissen Abgasen aus der Abfallverbrennung (z. B. an eine Klärschlammverbrennung)</i>
<i>Hu</i>	<i>Unterer Heizwert</i>
<i>KEV</i>	<i>Kostendeckende Einspeisevergütung</i>
<i>KVA</i>	<i>Kehrichtverwertungsanlage</i>
<i>R1-Faktor</i>	<i>Verwerterstatus nach AbfRRL³</i>
<i>SNG</i>	<i>Stromnutzungsgrad</i>
<i>SRL</i>	<i>Sekundärregelleistung</i>
<i>TRL</i>	<i>Tertiärregelleistung</i>
<i>VBSA</i>	<i>Verband der Betreiber Schweizerischer Abfallverwertungsanlagen</i>
<i>VVEA</i>	<i>Verordnung über die Vermeidung und die Entsorgung von Abfällen</i>
<i>Wärmeabgabe</i>	<i>Energieabgabe einer KVA durch den Energieträger Heisswasser</i>
<i>WNG</i>	<i>Wärmenutzungsgrad</i>

² <https://www.zh.ch/de/umwelt-tiere/abfall-rohstoffe/abfaelle/abfallanlagen/stand-technik-abfallwirtschaftliche-prozesse.html>

³ https://www.laga-online.de/documents/r1-guidelines_deutsch_2_1517834933.pdf



Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Neuer Trockenaustrag für Schlacke bei der KVA Trimmis	1
Abbildung 2: Einzugsgebiete der Schweizer KVA im Jahr 2020	3
Abbildung 3: Zusammenstellung Energiekennzahlen 2024 (kompakt)	6
Abbildung 4: Zusammenstellung Energiekennzahlen 2024 (detailliert).....	7
Abbildung 5: Energienutzungsgrad nach EnV, 2024 und Auswirkung durch Sonderzustände	8
Abbildung 6: Energetische Nettoeffizienz ENE 2024 und Auswirkung durch Sonderzustände	9
Abbildung 7: Heizwert 2024 und 2023	10
Abbildung 8: R1-Faktor 2024 und 2023	11
Abbildung 9: Energetische Nettoeffizienz ENE 2024 und 2023	12
Abbildung 10: Kesselwirkungsgrad 2024 und 2023	13
Abbildung 11: Spezifischer Wärmeexport pro Tonne Abfall 2024.....	14
Abbildung 12: Spezifischer Wärmeexport pro Energieinput 2024	15
Abbildung 13: Spezifischer Wärmeeigenbedarf 2024.....	16
Abbildung 14: Spezifischer Stromexport 2024	17
Abbildung 15: Spezifischer Stromeigenbedarf 2024	18
Abbildung 16: Wärmenutzungsgrad 2024.....	19
Abbildung 17: Stromnutzungsgrad 2024	20
Abbildung 18: Energieflussdiagramm CH-KVA 2024.....	21
Abbildung 19: Massenflussdiagramm 2024	23
Abbildung 20: Angelieferte und verbrannte Abfälle 2024.....	24
Abbildung 21: Verbrennungsrückstände und entnommene Metalle 2024 in 1'000 Tonnen	24
Abbildung 22: Angelieferte Abfälle 2024 aufgeteilt nach Herkunft	24
Abbildung 23: Verbrennungsrückstände und entnommene Metalle 2024 in % der verbrannten Abfallmenge.....	24
Abbildung 24: Veränderung der angelieferten Abfallmengen von 2024 gegenüber 2023	25
Abbildung 25: Schema der Systemgrenzen des Stromeigenbedarfs.....	29

Vergleichstabelle Energiekennzahlen CH- KVA 2024 (kompakt)

			Abfallinput			Effizienz-Kennzahlen			Energie-Verwertung				
			Verbrennte Abfallmenge	Heizwert nach Standardmethode	R ₁ nach AbfRL	Energetische Nettoeffizienz (ENE)	Wärmenutzungsgrad nach EnV	Stromnutzungsgrad nach EnV	Wärmelieferung (inkl. Eigenbedarf)	Stromlieferung (inkl. Eigenbedarf)	Wärmeeigenbedarf	Stromeigenbedarf	Fremdenenergiebedarf
			[t/a]	[GJ/t]	[]	[]	[%]	[%]	[MWh/a]	[MWh/a]	[MWh/a]	[MWh/a]	[MWh/a]
01	AG	Buchs (AG)	144'385	12.35	0.78	0.68	29.5%	16.7%	129'368	70'540	16'778	12'039	190
02	AG	Oftringen ¹⁾	68'170	13.98	0.67	0.60	16.5%	20.3%	44'843	49'177	1'401	8'354	14'987
03	AG	Turgi	121'670	11.86	0.74	0.59	22.5%	18.0%	74'948	57'051	15'395	15'166	41
04	BE	Bern	149'138	12.00	0.85	0.74	33.6%	17.5%	164'159	68'655	2'912	19'116	0
05	BE	Biel	53'613	12.14	0.66	0.56	18.2%	17.1%	29'805	25'155	3'099	5'986	321
06	BE	Thun	156'866	9.51	0.86	0.75	29.2%	19.9%	115'404	67'746	5'713	14'817	447
07	BS	Basel ²⁾	232'280	11.26	0.97	0.87	65.0%	9.0%	467'033	40'142	6'997	25'771	3'445
08	FR	Posieux	95'776	13.08	0.80	0.68	25.2%	19.3%	78'958	55'629	8'737	12'141	648
09	GE	Genf	208'493	10.58	0.76	0.66	43.2%	10.6%	256'568	44'815	8'964	21'467	6'221
10	GL	Niederurnen	110'867	11.89	0.70	0.53	12.0%	20.9%	31'416	58'546	12'723	18'035	30
11	GR	Trimmis	123'015	11.86	0.77	0.62	28.0%	16.9%	96'995	52'337	16'374	16'361	70
12	LU	Perlen	283'453	12.65	1.00	0.93	40.1%	20.4%	393'541	178'688	5'813	21'676	39
13	NE	Colombier	67'624	11.32	0.62	0.49	14.6%	17.2%	24'671	28'568	6'359	8'049	107
14	NE	La Chaux-de-Fonds	55'263	10.90	0.85	0.64	46.3%	12.2%	69'843	11'050	7'620	9'556	527
15	SG	Bazenheid ¹⁾	125'458	10.41	0.77	0.59	26.3%	19.7%	71'963	56'836	23'448	12'690	17'691
16	SG	Buchs (SG)	194'603	12.23	0.94	0.80	46.7%	15.3%	283'918	78'859	25'670	22'614	1'110
17	SG	St. Gallen ²⁾	82'521	10.42	0.88	0.74	59.4%	8.1%	132'000	11'750	9'864	6'357	1'252
18	SO	Zuchwil	238'425	10.45	0.82	0.65	22.6%	21.1%	124'117	114'406	32'433	29'324	0
19	TG	Weinfelden	150'623	11.65	0.82	0.70	39.6%	13.7%	179'654	50'618	13'334	16'344	223
20	TI	Giubiasco	188'316	10.85	0.76	0.61	16.7%	21.3%	73'811	98'345	21'211	22'146	83
21	VD	Lausanne	186'677	12.54	0.95	0.83	51.7%	13.8%	304'300	73'531	31'564	16'765	526
22	VS	Gamsen	40'896	12.12	0.87	0.69	65.7%	5.0%	83'412	1'086	7'124	6'429	985
23	VS	Sion ^{1,2)}	60'614	11.45	0.22	0.17	24.9%	2.8%	42'865	4'514	7'744	6'516	17'370
24	VS	Monthey	170'442	11.13	0.99	0.83	49.8%	16.7%	241'471	65'094	21'151	26'408	3'693
25	ZH	Dietikon	94'648	12.07	1.00	0.87	50.4%	16.0%	155'020	37'749	5'229	13'077	342
26	ZH	Hinwil	186'332	12.11	0.63	0.53	8.1%	20.2%	47'864	103'960	2'946	22'344	0
27	ZH	Horgen	35'678	12.36	0.88	0.80	35.3%	18.0%	42'569	18'607	686	3'467	202
28	ZH	ZH Hagenholz	233'681	11.48	1.09	1.01	60.5%	15.3%	446'438	92'662	4'504	22'183	825
30	ZH	Winterthur	210'648	11.53	0.86	0.73	31.8%	18.7%	203'350	97'763	11'345	29'067	848
Anlagen- Mittelwert*			140'351	11.662	0.81	0.69	35.0%	15.9%	152'080	59'099	11'625	16'009	2'490
CH-Mittelwert**				11.580	0.85	0.72	36.2%	16.5%					
CH-Mittelwert 2023 **				11.859	0.81	0.69	33.9%	16.2%					
CH- Summe			4'070'174						4'410'306	1'713'880	337'136	464'266	72'222
CH-Summe 2023			3'920'801						4'015'527	1'650'261	319'370	447'786	87'627
CH- Maximal			283'453	13.98	1.09	1.01	65.7%	21.3%	467'033	178'688	32'433	29'324	17'691
CH- Minimal			35'678	9.51	0.22	0.17	8.1%	2.8%	24'671	1'086	686	3'467	0

* gemittelt über Anzahl Anlagen

** gemittelt über Abfallmenge bzw. Energieinput

¹⁾ nur KVA ohne Schlammverbrennungsanlage

²⁾ Anlagen mit energetisch relevanten, betrieblichen Sonderzuständen, vgl. Abb. 5, 6 und Beschrieb S. 23

höchster Wert

tiefster Wert (=0)

Abbildung 3: Zusammenstellung Energiekennzahlen 2024 (kompakt)

Vergleichstabelle Energiekennzahlen CH- KVA 2024 (detailliert)

		Abfallinput							Energie-Verwertung															Fremdenergie																																																																																																																																																																																																																																																													
		Beheizungsfläche	Kesselabfallmenge	Dauerabfallmenge	Heizenergie mit Standardverfahren	Heizenergie ohne Kesselverlust	Energiegewinn in Kessel	Kesselwirkungsgrad	Energie für die Heizenergie	Energie für die Heizenergie (inkl. Wärmeverlust)	Wärmeverlust (inkl. Wärmeverlust)	Spezifische Heizenergie	Spezifische Heizenergie	Spezifische Heizenergie	Spezifische Heizenergie	Spezifische Heizenergie	Spezifische Heizenergie	Spezifische Heizenergie	Spezifische Heizenergie	Spezifische Heizenergie	Spezifische Heizenergie	Spezifische Heizenergie	Spezifische Heizenergie	Spezifische Heizenergie	Spezifische Heizenergie	Spezifische Heizenergie	Spezifische Heizenergie	Spezifische Heizenergie	Spezifische Heizenergie	Spezifische Heizenergie	Spezifische Heizenergie	Spezifische Heizenergie	Spezifische Heizenergie	Spezifische Heizenergie	Spezifische Heizenergie	Spezifische Heizenergie	Spezifische Heizenergie	Spezifische Heizenergie	Spezifische Heizenergie	Spezifische Heizenergie	Spezifische Heizenergie	Spezifische Heizenergie	Spezifische Heizenergie	Spezifische Heizenergie	Spezifische Heizenergie	Spezifische Heizenergie	Spezifische Heizenergie	Spezifische Heizenergie	Spezifische Heizenergie	Spezifische Heizenergie	Spezifische Heizenergie	Spezifische Heizenergie	Spezifische Heizenergie	Spezifische Heizenergie	Spezifische Heizenergie	Spezifische Heizenergie	Spezifische Heizenergie	Spezifische Heizenergie	Spezifische Heizenergie	Spezifische Heizenergie	Spezifische Heizenergie	Spezifische Heizenergie	Spezifische Heizenergie	Spezifische Heizenergie	Spezifische Heizenergie	Spezifische Heizenergie	Spezifische Heizenergie	Spezifische Heizenergie	Spezifische Heizenergie	Spezifische Heizenergie	Spezifische Heizenergie	Spezifische Heizenergie	Spezifische Heizenergie	Spezifische Heizenergie	Spezifische Heizenergie	Spezifische Heizenergie	Spezifische Heizenergie	Spezifische Heizenergie	Spezifische Heizenergie	Spezifische Heizenergie	Spezifische Heizenergie	Spezifische Heizenergie	Spezifische Heizenergie	Spezifische Heizenergie	Spezifische Heizenergie	Spezifische Heizenergie	Spezifische Heizenergie	Spezifische Heizenergie	Spezifische Heizenergie	Spezifische Heizenergie	Spezifische Heizenergie	Spezifische Heizenergie	Spezifische Heizenergie	Spezifische Heizenergie	Spezifische Heizenergie	Spezifische Heizenergie	Spezifische Heizenergie	Spezifische Heizenergie	Spezifische Heizenergie	Spezifische Heizenergie	Spezifische Heizenergie	Spezifische Heizenergie	Spezifische Heizenergie	Spezifische Heizenergie	Spezifische Heizenergie	Spezifische Heizenergie	Spezifische Heizenergie	Spezifische Heizenergie	Spezifische Heizenergie	Spezifische Heizenergie	Spezifische Heizenergie	Spezifische Heizenergie	Spezifische Heizenergie	Spezifische Heizenergie	Spezifische Heizenergie	Spezifische Heizenergie	Spezifische Heizenergie	Spezifische Heizenergie	Spezifische Heizenergie	Spezifische Heizenergie	Spezifische Heizenergie	Spezifische Heizenergie	Spezifische Heizenergie	Spezifische Heizenergie	Spezifische Heizenergie	Spezifische Heizenergie	Spezifische Heizenergie	Spezifische Heizenergie	Spezifische Heizenergie	Spezifische Heizenergie	Spezifische Heizenergie	Spezifische Heizenergie	Spezifische Heizenergie	Spezifische Heizenergie	Spezifische Heizenergie	Spezifische Heizenergie	Spezifische Heizenergie	Spezifische Heizenergie	Spezifische Heizenergie	Spezifische Heizenergie	Spezifische Heizenergie	Spezifische Heizenergie	Spezifische Heizenergie	Spezifische Heizenergie	Spezifische Heizenergie	Spezifische Heizenergie	Spezifische Heizenergie	Spezifische Heizenergie	Spezifische Heizenergie	Spezifische Heizenergie	Spezifische Heizenergie	Spezifische Heizenergie	Spezifische Heizenergie	Spezifische Heizenergie	Spezifische Heizenergie	Spezifische Heizenergie	Spezifische Heizenergie	Spezifische Heizenergie	Spezifische Heizenergie	Spezifische Heizenergie	Spezifische Heizenergie	Spezifische Heizenergie	Spezifische Heizenergie	Spezifische Heizenergie	Spezifische Heizenergie	Spezifische Heizenergie	Spezifische Heizenergie	Spezifische Heizenergie	Spezifische Heizenergie	Spezifische Heizenergie	Spezifische Heizenergie	Spezifische Heizenergie	Spezifische Heizenergie	Spezifische Heizenergie	Spezifische Heizenergie	Spezifische Heizenergie	Spezifische Heizenergie	Spezifische Heizenergie	Spezifische Heizenergie	Spezifische Heizenergie	Spezifische Heizenergie	Spezifische Heizenergie	Spezifische Heizenergie	Spezifische Heizenergie	Spezifische Heizenergie	Spezifische Heizenergie	Spezifische Heizenergie	Spezifische Heizenergie	Spezifische Heizenergie	Spezifische Heizenergie	Spezifische Heizenergie	Spezifische Heizenergie	Spezifische Heizenergie	Spezifische Heizenergie	Spezifische Heizenergie	Spezifische Heizenergie	Spezifische Heizenergie	Spezifische Heizenergie	Spezifische Heizenergie	Spezifische Heizenergie	Spezifische Heizenergie	Spezifische Heizenergie	Spezifische Heizenergie	Spezifische Heizenergie	Spezifische Heizenergie	Spezifische Heizenergie	Spezifische Heizenergie	Spezifische Heizenergie	Spezifische Heizenergie	Spezifische Heizenergie	Spezifische Heizenergie	Spezifische Heizenergie	Spezifische Heizenergie	Spezifische Heizenergie	Spezifische Heizenergie	Spezifische Heizenergie	Spezifische Heizenergie	Spezifische Heizenergie	Spezifische Heizenergie	Spezifische Heizenergie	Spezifische Heizenergie	Spezifische Heizenergie	Spezifische Heizenergie	Spezifische Heizenergie	Spezifische Heizenergie	Spezifische Heizenergie	Spezifische Heizenergie	Spezifische Heizenergie	Spezifische Heizenergie	Spezifische Heizenergie	Spezifische Heizenergie	Spezifische Heizenergie	Spezifische Heizenergie	Spezifische Heizenergie	Spezifische Heizenergie	Spezifische Heizenergie	Spezifische Heizenergie	Spezifische Heizenergie	Spezifische Heizenergie	Spezifische Heizenergie	Spezifische Heizenergie	Spezifische Heizenergie	Spezifische Heizenergie	Spezifische Heizenergie	Spezifische Heizenergie	Spezifische Heizenergie	Spezifische Heizenergie	Spezifische Heizenergie	Spezifische Heizenergie	Spezifische Heizenergie	Spezifische Heizenergie	Spezifische Heizenergie	Spezifische Heizenergie	Spezifische Heizenergie	Spezifische Heizenergie	Spezifische Heizenergie	Spezifische Heizenergie	Spezifische Heizenergie	Spezifische Heizenergie	Spezifische Heizenergie	Spezifische Heizenergie	Spezifische Heizenergie	Spezifische Heizenergie	Spezifische Heizenergie	Spezifische Heizenergie	Spezifische Heizenergie	Spezifische Heizenergie	Spezifische Heizenergie	Spezifische Heizenergie	Spezifische Heizenergie	Spezifische Heizenergie	Spezifische Heizenergie	Spezifische Heizenergie	Spezifische Heizenergie	Spezifische Heizenergie	Spezifische Heizenergie	Spe

Energienutzungsgrad CH- KVA 2024

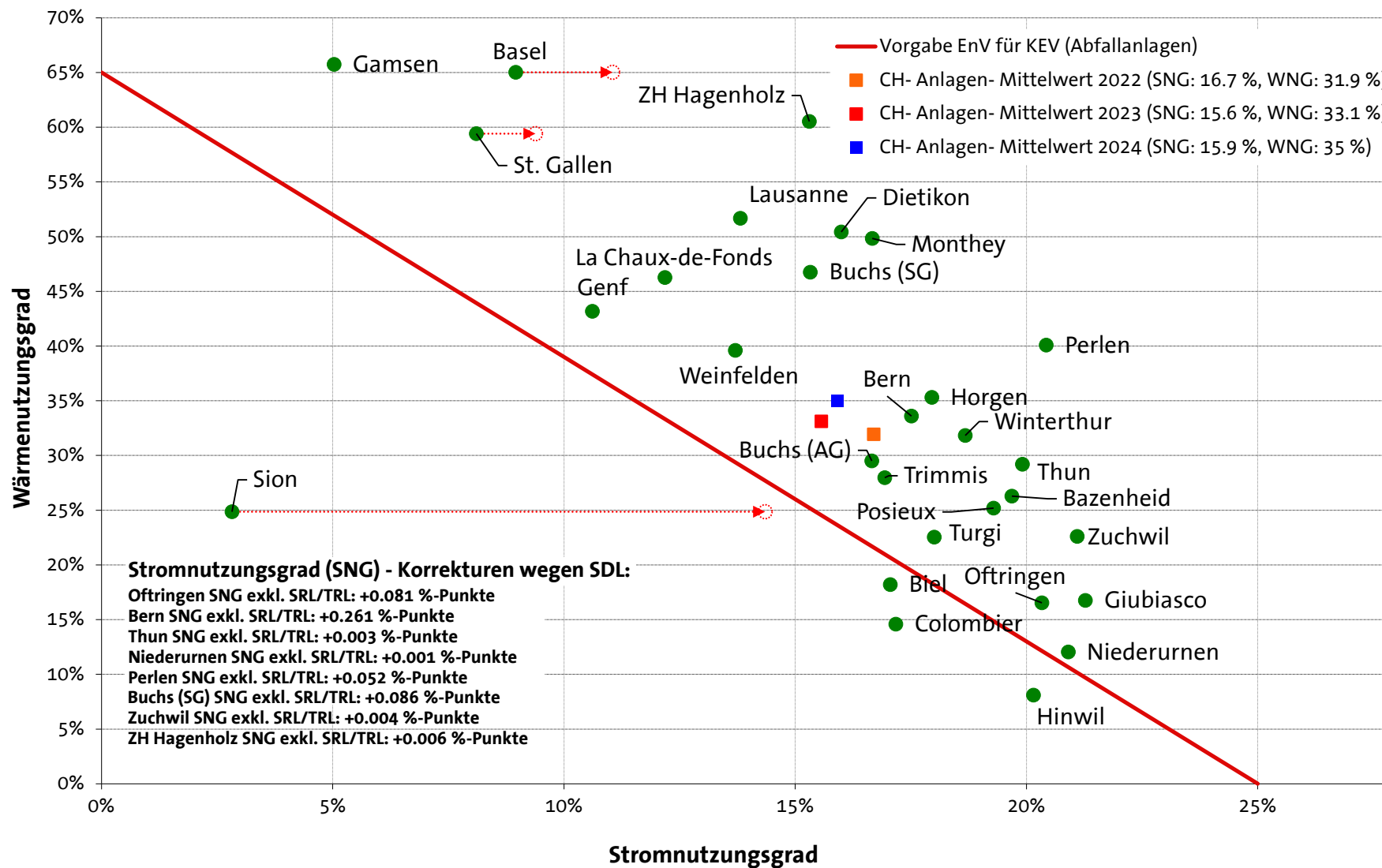


Abbildung 5: Energienutzungsgrad nach EnV, 2024 und Auswirkung durch Sonderzustände wie z. B. Turbinen- und Generatorausfall oder ausserplanmässigen Stillstand (rote Kreise und Pfeile)

Energetische Netto-Effizienz CH- KVA 2024

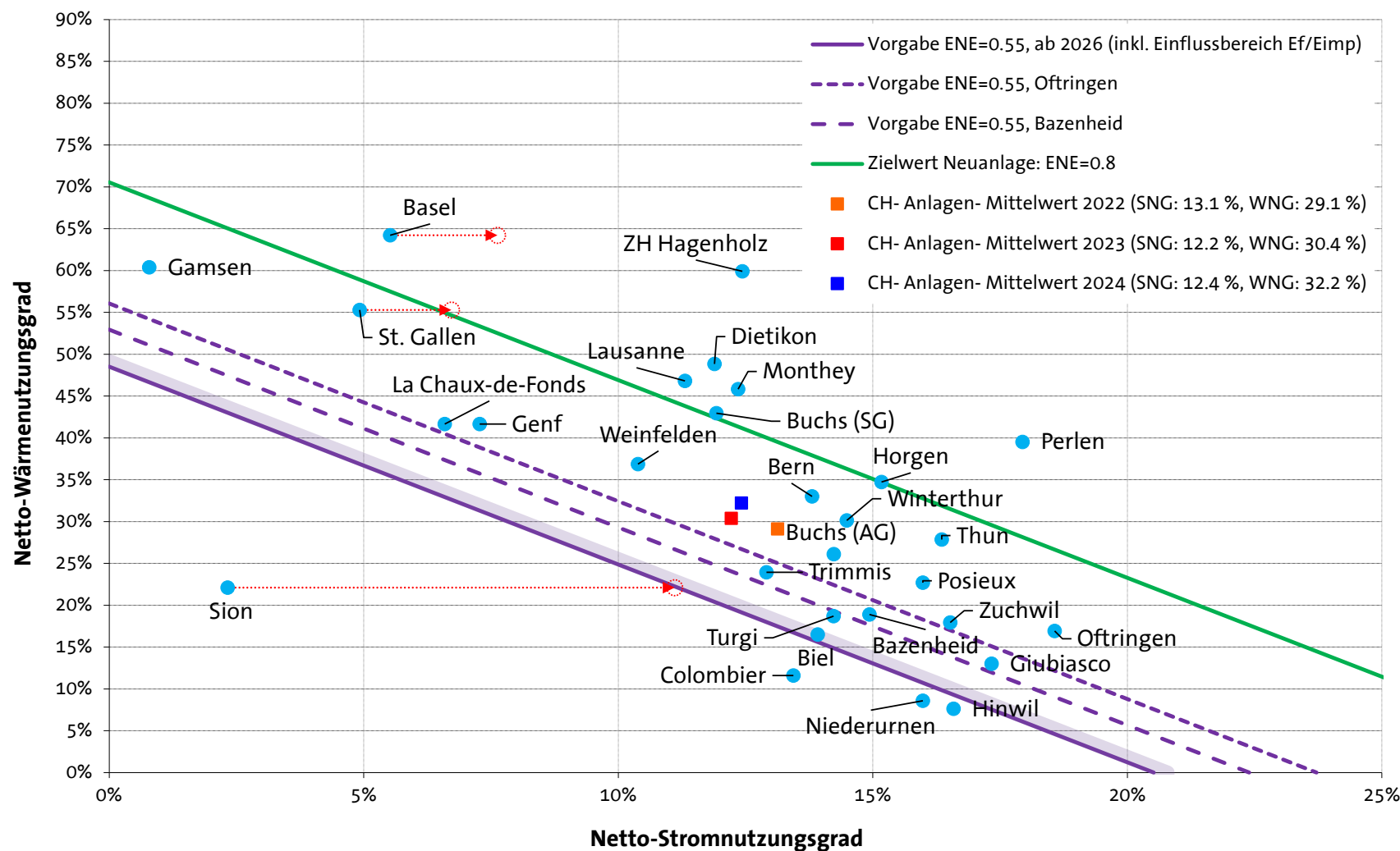


Abbildung 6: Energetische Nettoeffizienz ENE 2024 und Auswirkung durch Sonderzustände wie z. B. Turbinen- und Generatorausfall oder ausserplanmässigen Stillstand (rote Kreise und Pfeile)

Hinweis: Die ENE-Formel ist auf Seite 28 beschrieben. Anlage ohne zugeführte Fremdenergie müssen die durchgezogene violette Linie übertreffen. Für Anlagen mit kleinem Anteil an Fremdenergie liegt die Vorgabe innerhalb des schattierten Bereichs. Auf Grund des hohen Anteils an Fremdenergie ist die Vorgabe für einen ENE-Wert von 0.55 für einzelne Anlagen deutlich höher. Die Anlage in Bazenheid erfüllt die Vorgabe (gestrichelte Linie) gerade knapp. Die Anlage in Oftringen erfüllt die Vorgabe (gepunktete Linie) klar.

Heizwert nach Standardmethode 2024 und 2023

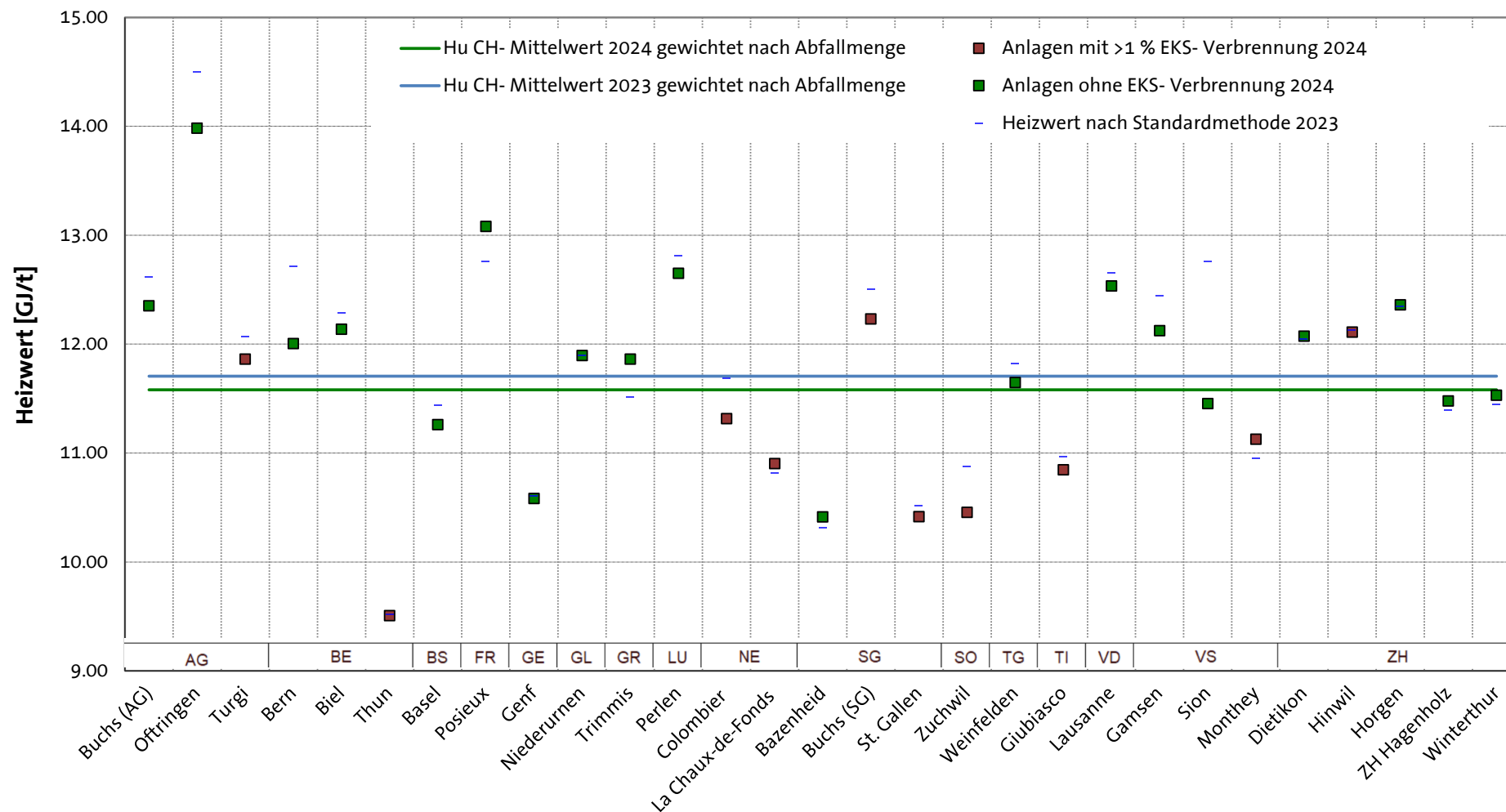


Abbildung 7: Heizwert 2024 und 2023

R1- Faktor 2024 und 2023

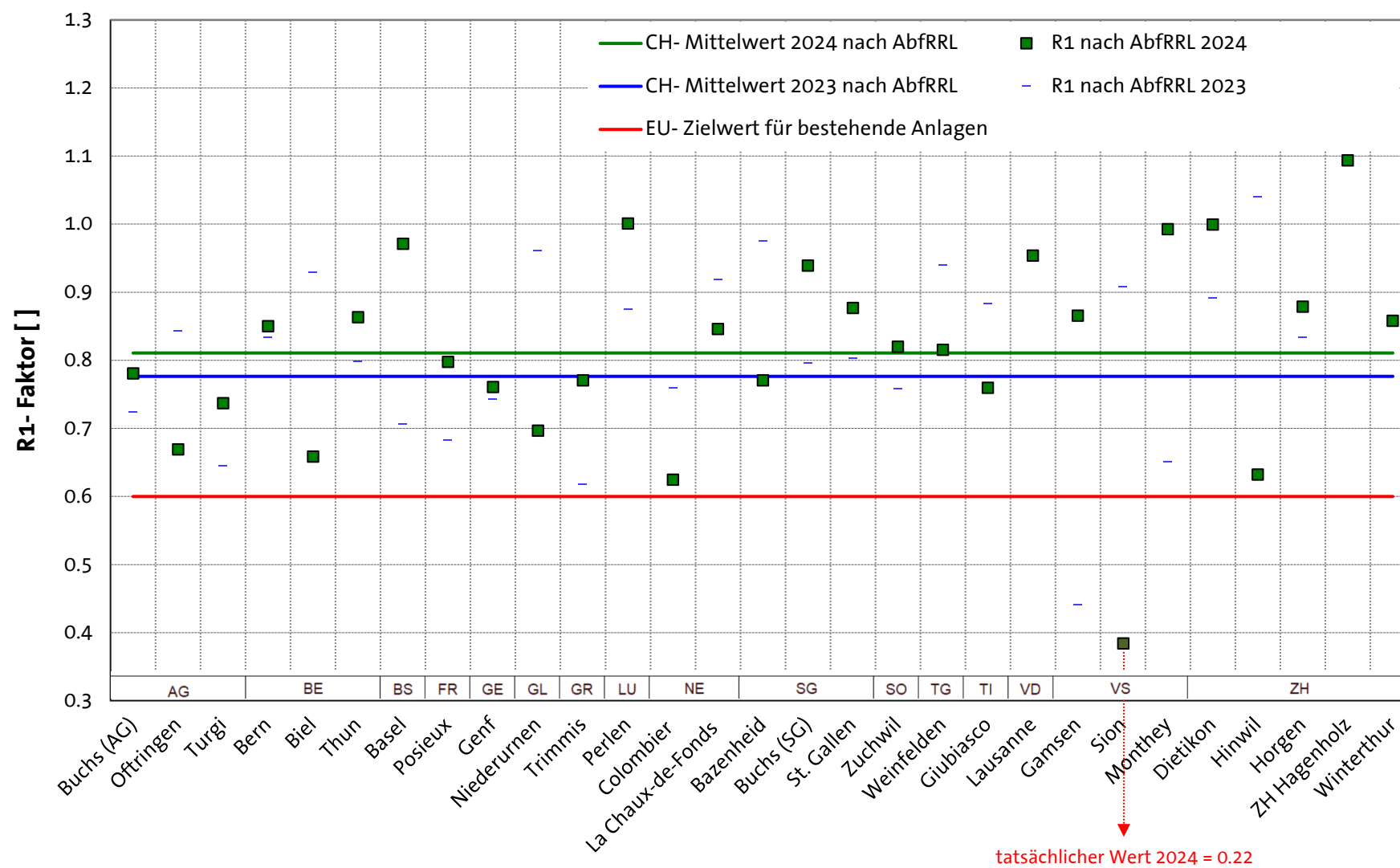


Abbildung 8: R1-Faktor 2024 und 2023

Energetische Nettoeffizienz (ENE) 2024 und 2023

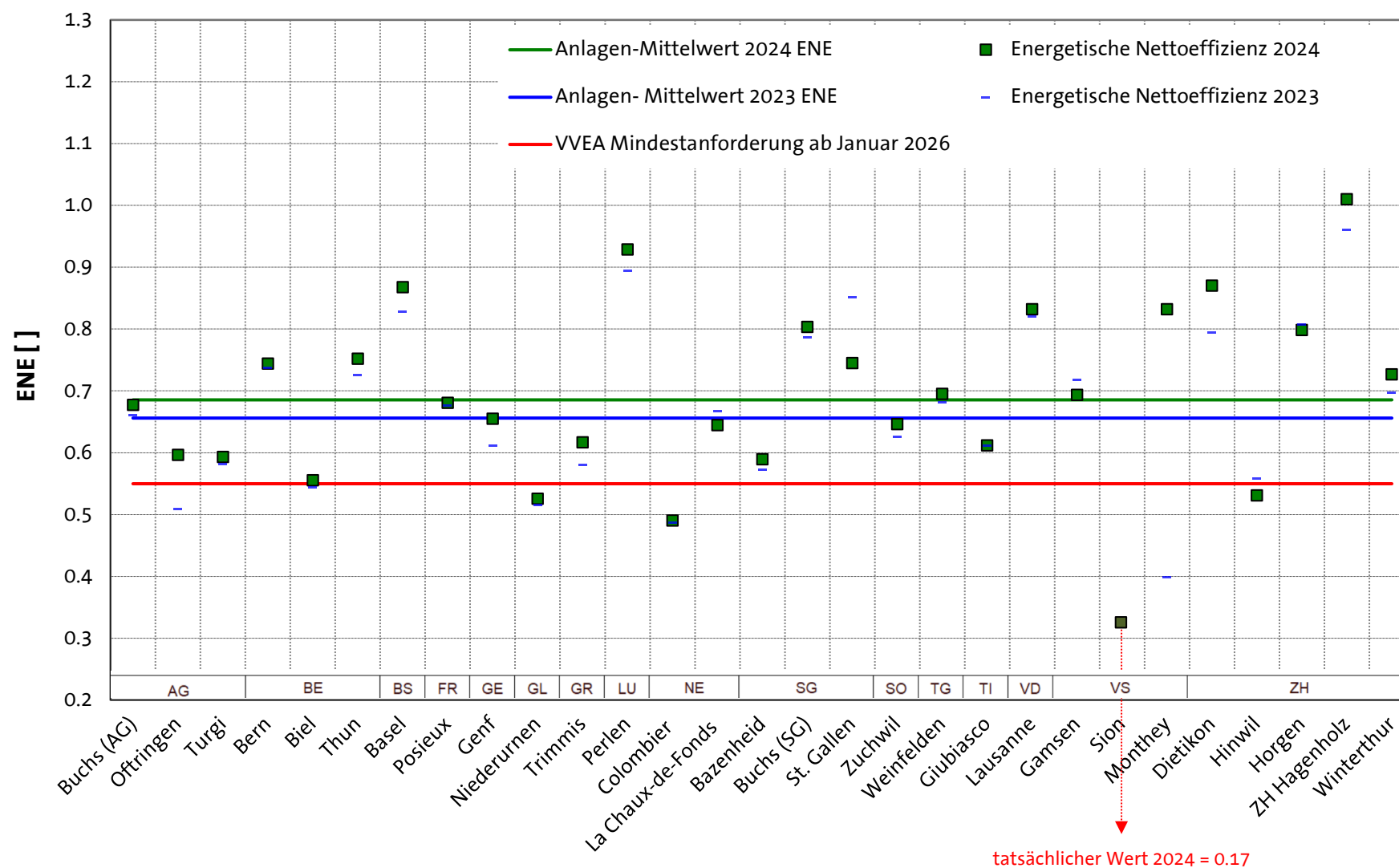


Abbildung 9: Energetische Nettoeffizienz ENE 2024 und 2023

Kesselwirkungsgrad 2024 und 2023

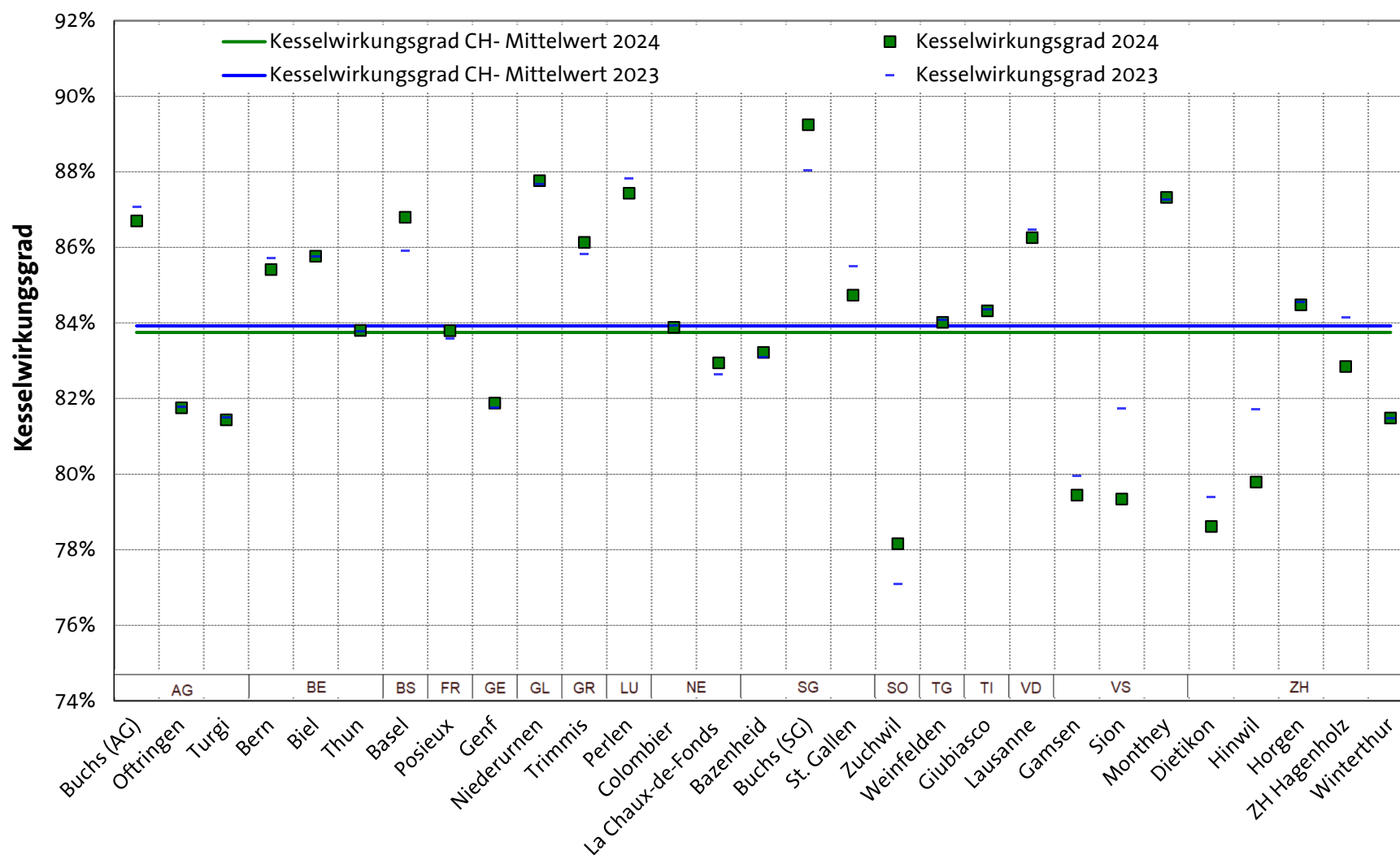


Abbildung 10: Kesselwirkungsgrad 2024 und 2023

Spezifischer Wärmeexport pro Tonne Abfall 2024

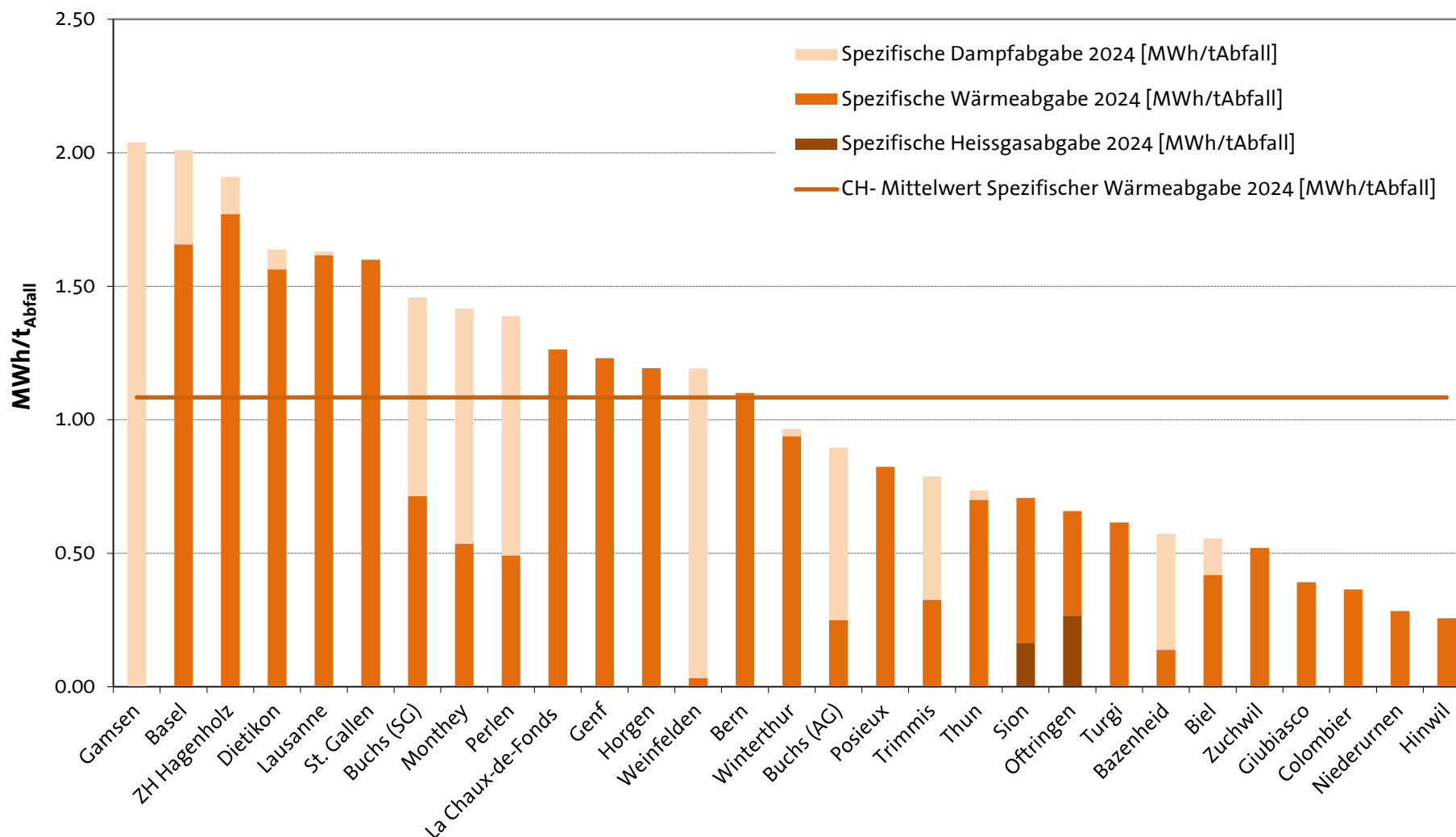


Abbildung 11: Spezifischer Wärmeexport pro Tonne Abfall 2024

Spezifischer Wärmeexport pro Energieinput 2024

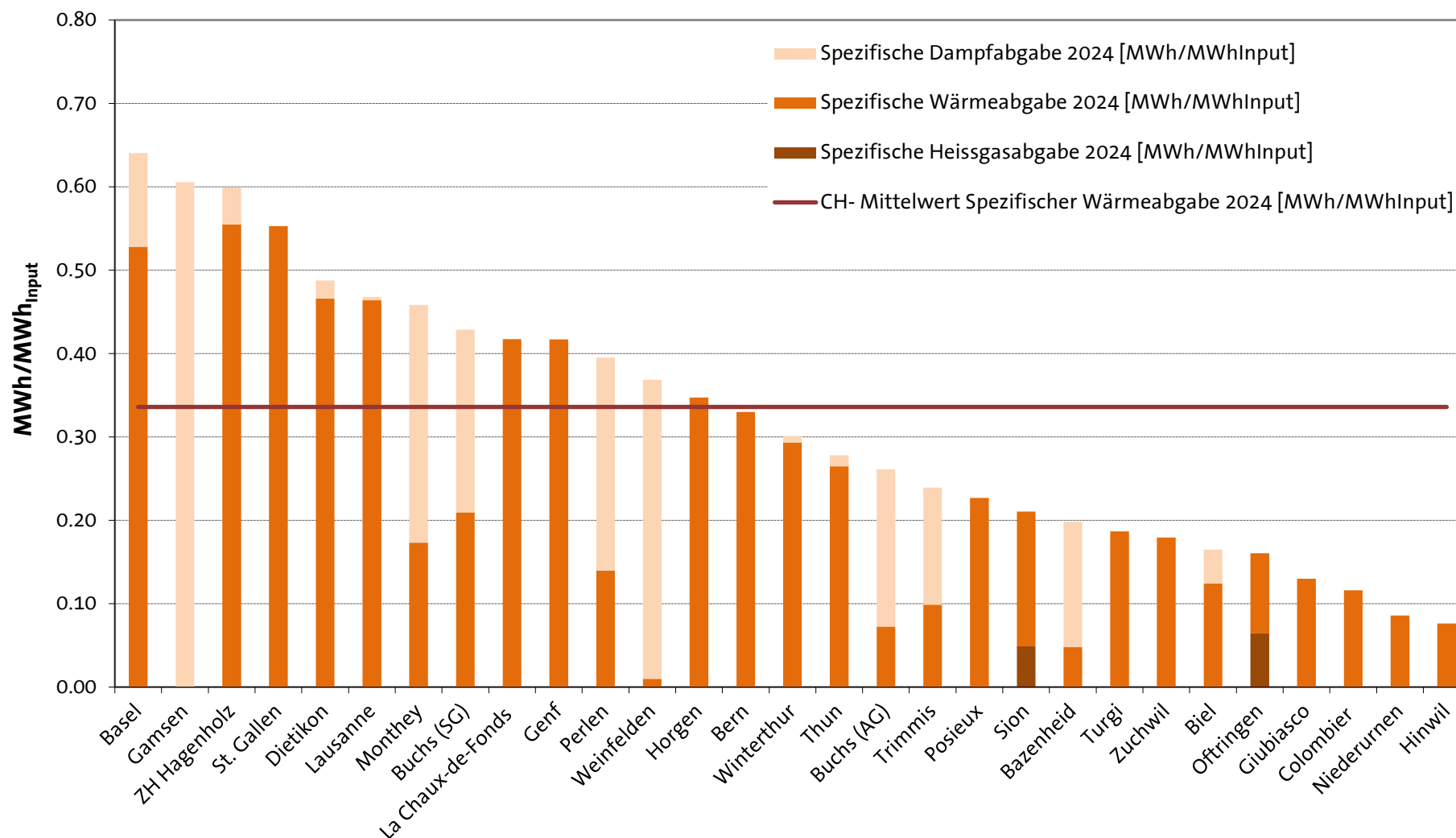


Abbildung 12: Spezifischer Wärmeexport pro Energieinput 2024

Spezifischer Wärmebedarf 2024

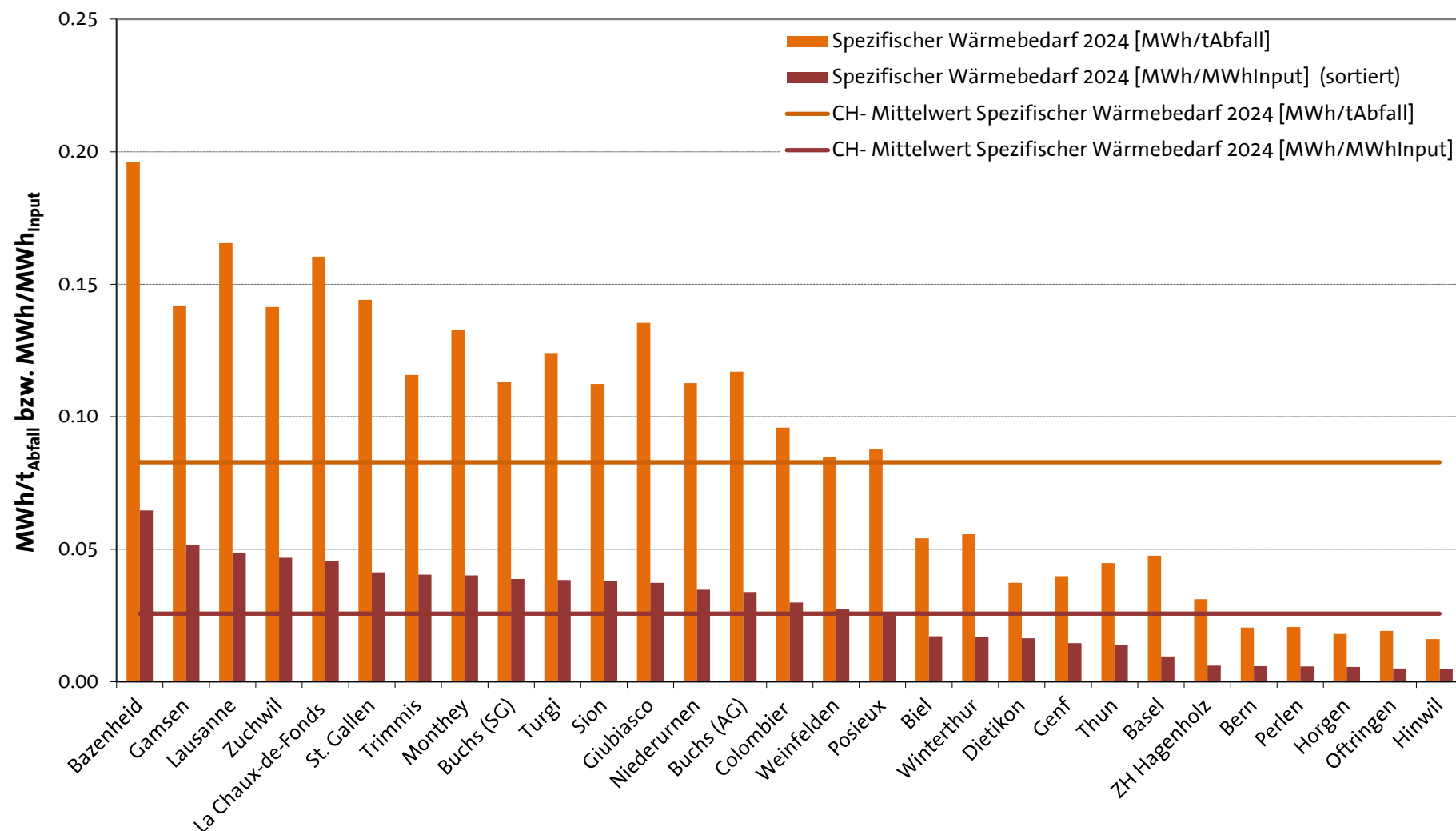


Abbildung 13: Spezifischer Wärmeeigenbedarf 2024

Spezifischer Stromexport 2024

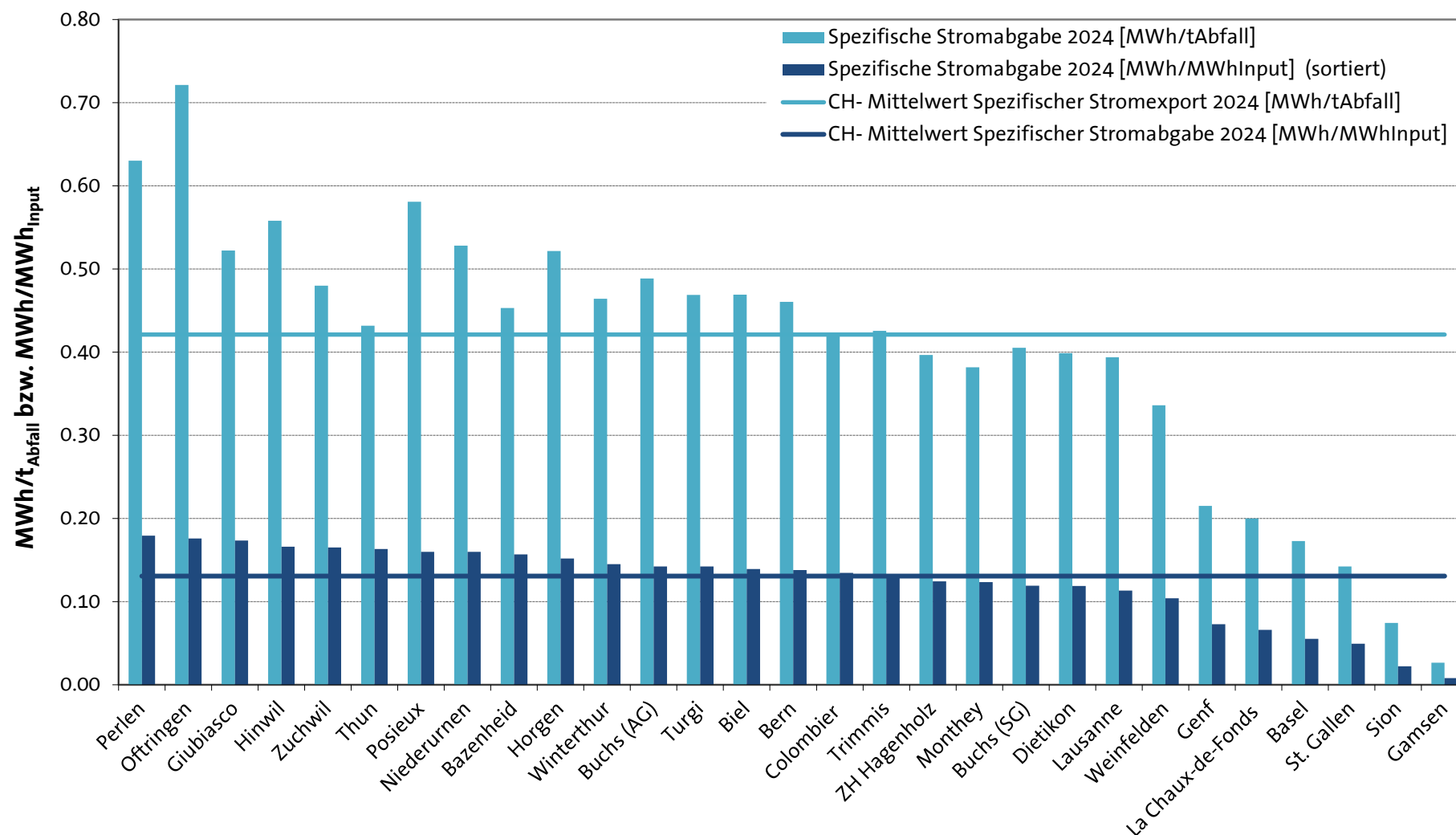


Abbildung 14: Spezifischer Stromexport 2024

Spezifischer Strombedarf 2024

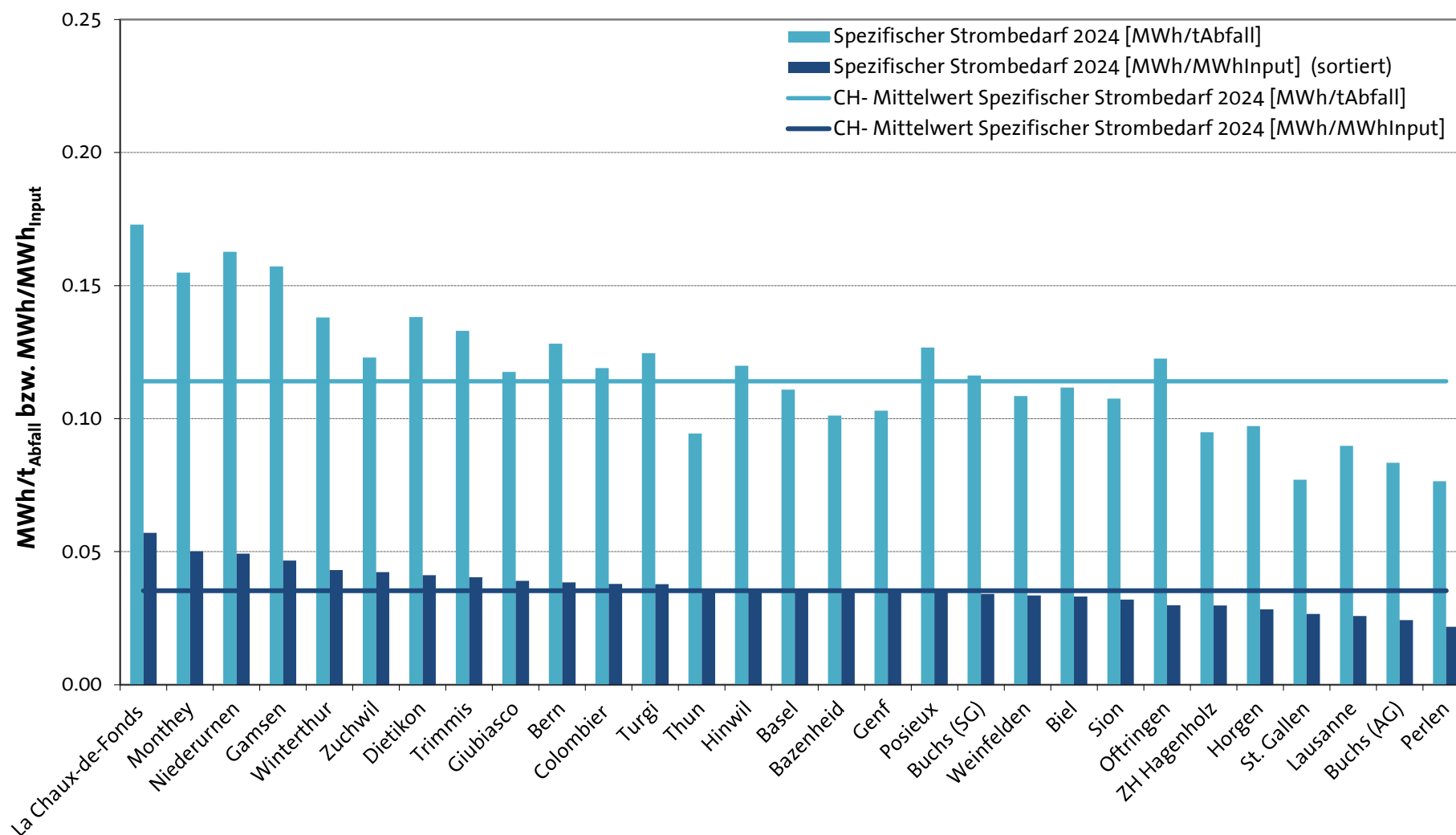


Abbildung 15: Spezifischer Stromeigenbedarf 2024

Wärmenutzungsgrad 2024

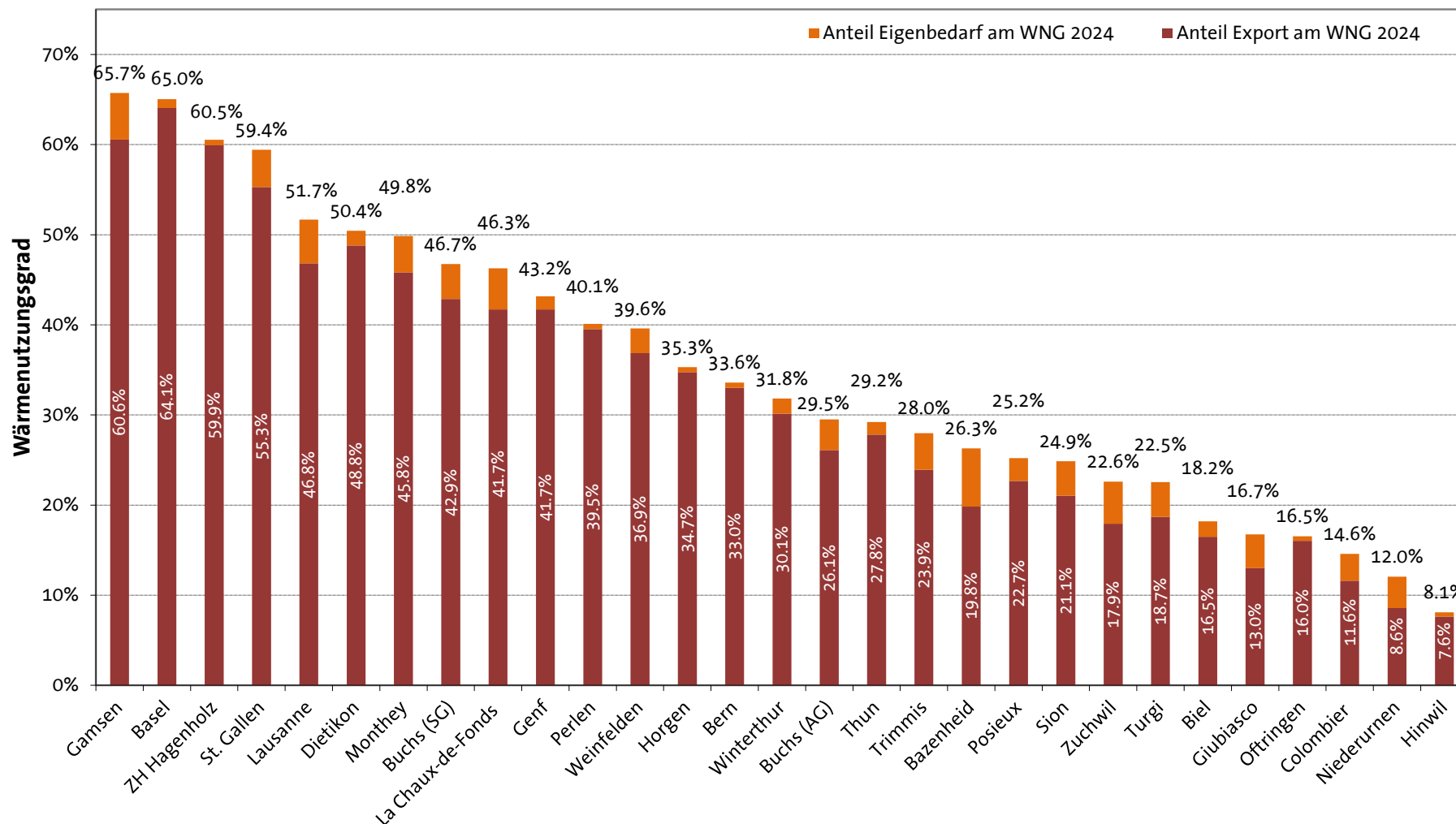


Abbildung 16: Wärmenutzungsgrad 2024

Stromnutzungsgrad 2024

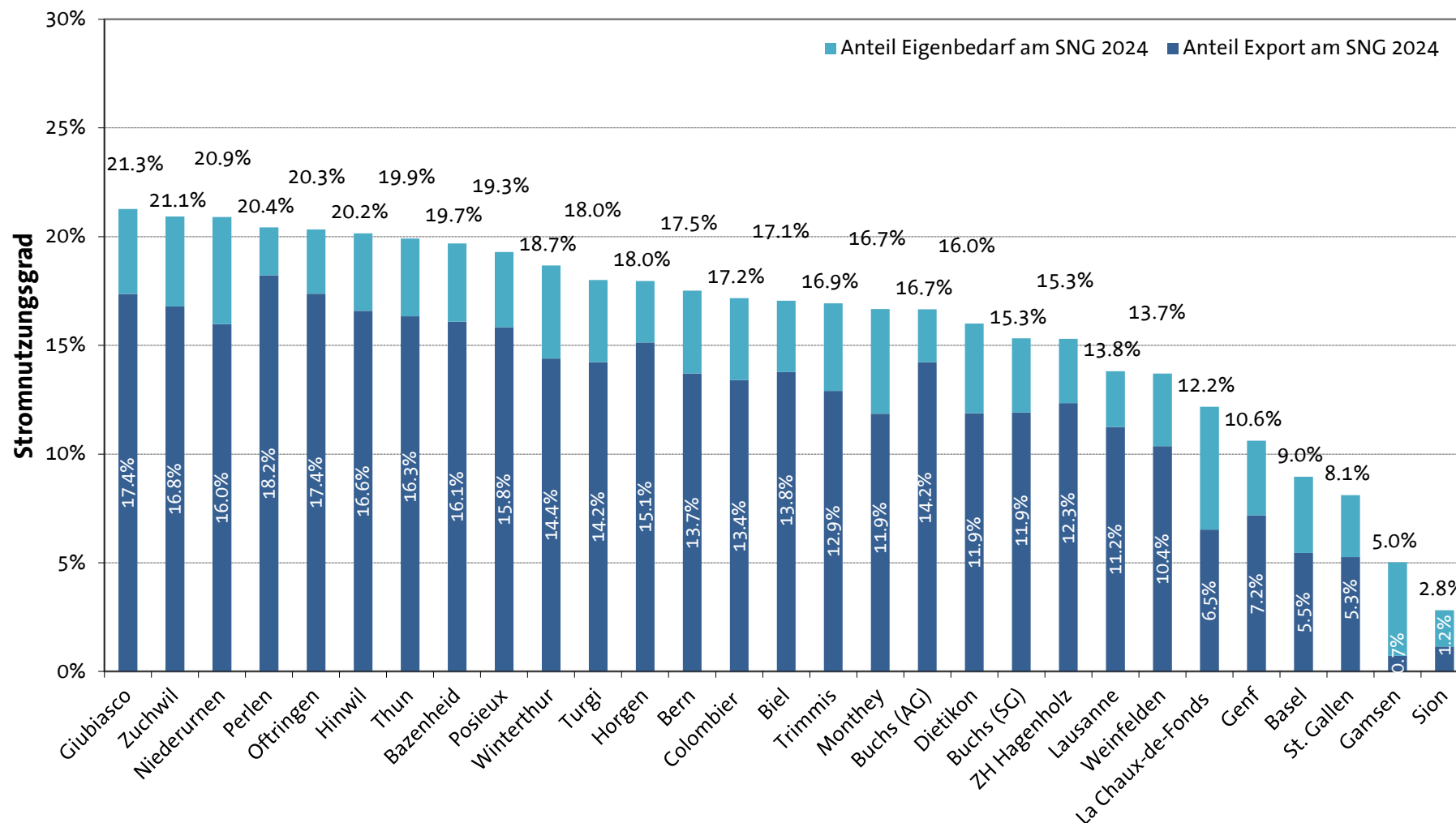


Abbildung 17: Stromnutzungsgrad 2024

Energiefluss der Schweizer KVA 2024

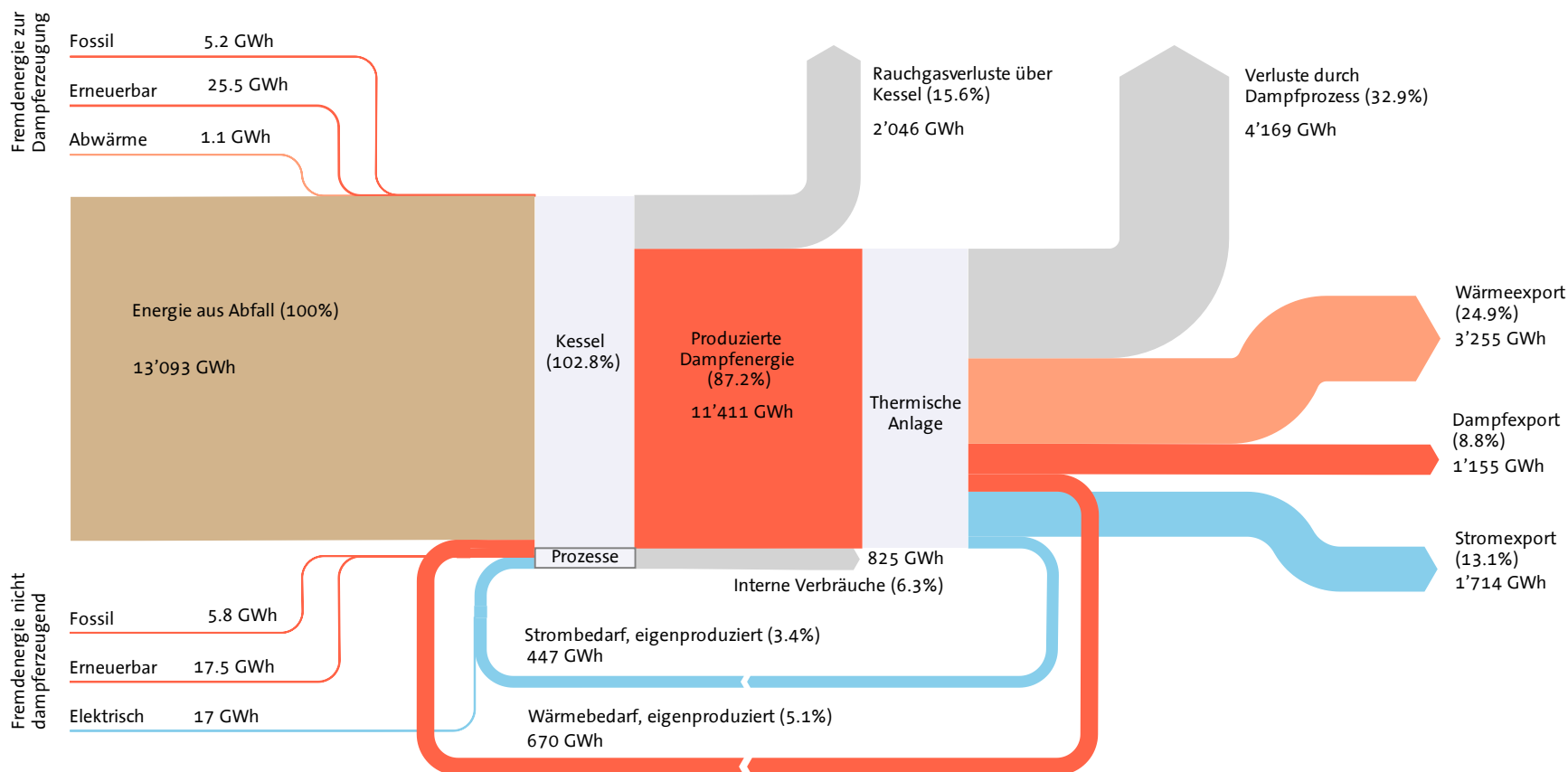


Abbildung 18: Energieflussdiagramm CH-KVA 2024

Hinweis: Die Entwicklung diverser Kennzahlen über mehrere Jahre kann auf der Webseite des VBSA angesehen werden

Die Fremdenergien setzen sich wie folgt zusammen:

- Fossil dampferzeugend: Öl-Stutzbrenner für den Startvorgang (Basel und Genf)
- Erneuerbar dampferzeugend: Abwärme aus dem Drehrohrföfen (Oftringen und Sion)
- Abwärme dampferzeugend: Abwärme aus der Industrie (Buchs SG)
- Fossil nicht dampferzeugend: Wiederaufwärmung der Rauchgase vor dem Katalysator mittels Gasbrenner, Betrieb Notstromaggregate (diverse)
- Erneuerbar nicht dampferzeugend: Dampf aus der Schlammverbrennungsanlage (Bazenheid)
- Elektrisch nicht dampferzeugend: Stromimporte (diverse)

Bemerkungen zu den Energiekennzahlen 2024

Allgemeine Veränderungen

Im Vergleich zu den letztjährigen Energiekennzahlen ergaben sich die folgenden auffälligen Veränderungen.

- Der **Energieinput in den Kessel** ist leicht angestiegen (+ 2.7%). Der Grund dafür ist die Zunahme der Menge des verbrannten Abfalls (+ 3.8%) mit einem tieferen durchschnittlichen Heizwert (- 1.1%). Mit 11.58 GJ/t wurde der tiefste Wert der letzten 10 Jahre erreicht. Ob die niederschlagsreiche Witterung oder ein reduzierter Anteil hochkalorischer Abfallfraktionen wie Plastik und Altholz dafür verantwortlich ist, konnte nicht abschliessend eruiert werden.
- Die **Wärme- und Dampfabgabe** hat um 9.8% zugenommen (+ 395 GWh). Dabei nahm der Verkauf sowohl von Wärme (+10.6%) wie auch von Dampf (+ 7.9%) zu. Trotz der gleichbleibenden Anzahl Heizgradtage konnten mehr als die Hälfte aller KVA ihre Wärmeabgabe im zweistelligen Prozentbereich erhöhen. Lediglich drei KVA haben weniger Wärme geliefert, dabei betrug die grösste Reduktion lediglich 4%. Betreffend Dampflieferung konnte die KVA Monthey seit 2022 ihre Dampfabgabe an benachbarte Industrieunternehmen mehr als verdreifachen.
- Die **Stromabgabe** nahm im Vergleich zu 2023 um 3.9% zu (+ 64 GWh) zu, was ziemlich genau die Jahresproduktion der KVA Monthey nach dem ganzjährigen Ausfall im Jahr zuvor entspricht. Dementsprechend haben die 28 anderen KVA insgesamt gleich viel Strom produziert wie im Jahr 2023.
- Die **Rauchgasverluste** sind im Vergleich zum Vorjahr um 3.1% (- 65 GWh) gesunken. Die erstmalige Auswertung von Wärmerückgewinnungsmassnahmen zeigt, dass aus den Rauchgasen 132 GWh Wärme, die sonst ungenutzt an die Umwelt abgegeben worden wäre, an die Fernwärme übertragen wurde.

Sonderereignisse

Im Betriebsjahr 2024 sind bei drei Anlagen längere ausserplanmässige Ausfälle/Revisionen aufgetreten. Die genauen Hintergründe und abgeschätzten Auswirkungen sind hier erklärt:

- Bei der **KVA Sion** musste die Turbine im Mai zwecks Reparatur abgestellt werden. Bis dann wurde sie nur in Teillast (ohne Niederdruckstufe) betrieben. Dies hatte eine geschätzte Stromminderproduktion im Jahr 2024 von knapp 23 GWh zur Folge.
- Wegen eines grösseren Schadens fiel die Turbine der **KVA St. Gallen** für mehr als 2 Monate aus. Im Vergleich zu einem normalen Betriebsjahr entstand im Jahr 2024 eine Stromminderproduktion von etwa 3 GWh.
- Bei der geplanten Turbinenrevision bei der **KVA Basel** wurden Schäden entdeckt, welche die Stromproduktion viel länger als erwartet ausfallen liess. Aufgrund dieses Ausfalls wurden im Jahr 2024 etwa 15 GWh weniger Strom produziert als in einem normalen Betriebsjahr.

Massenfluss der Schweizer KVA 2024

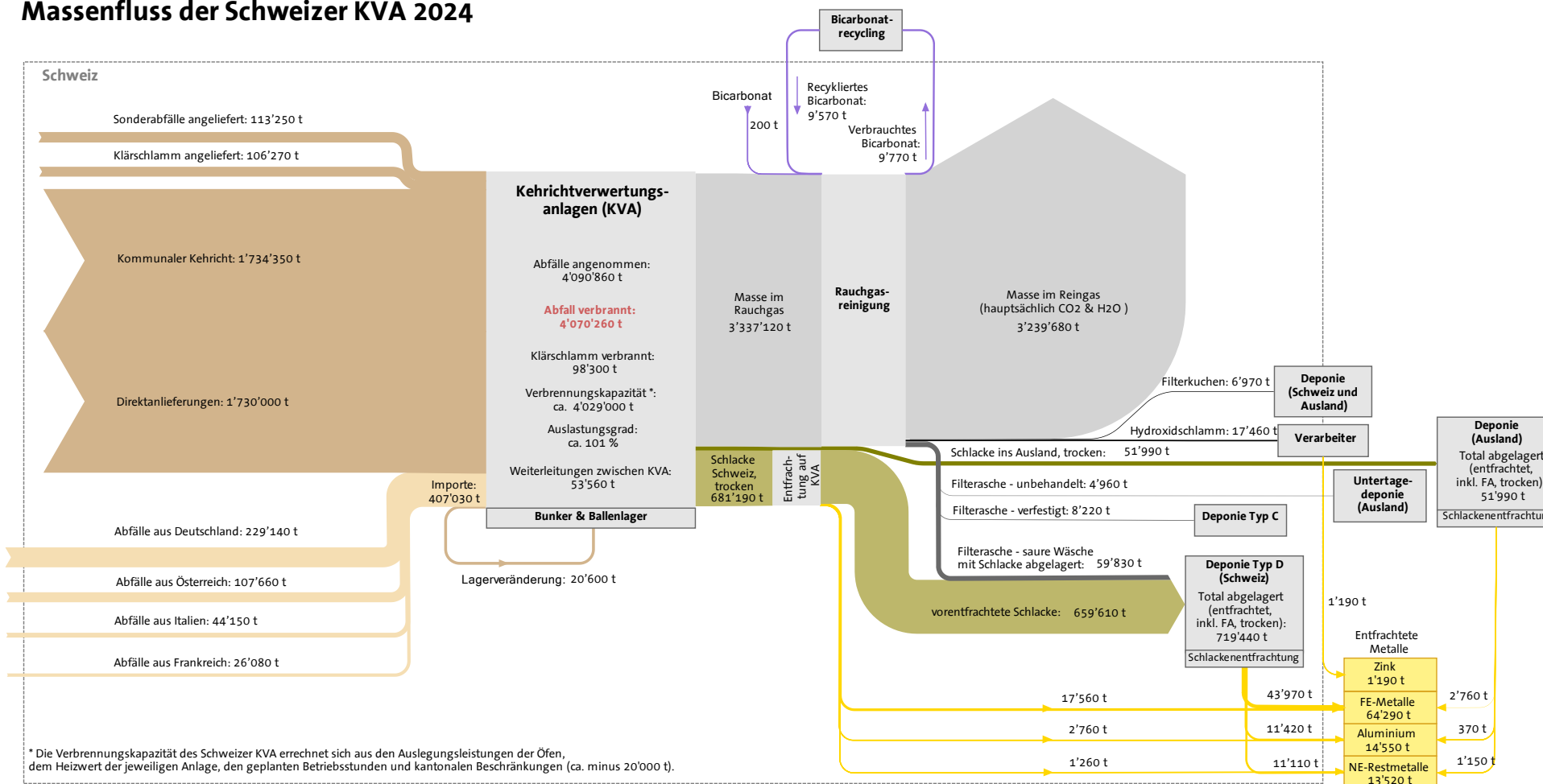


Abbildung 19: Massenflussdiagramm 2024

Hinweis: Die Schweizer KVA exportieren für die importierte Abfallmenge anteilmässig Schlacke ins Ausland. 2024 betrug die exportierte Schlackenmenge 51'990 t.

Angelieferte & verbrannte Abfälle [kt]

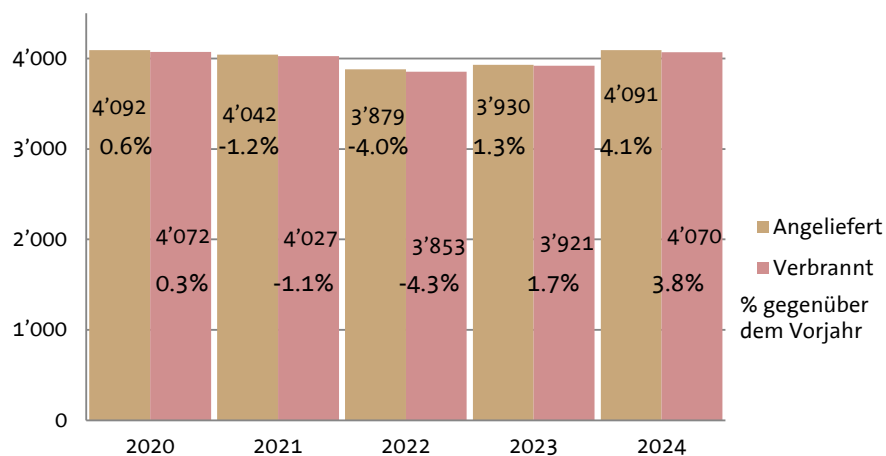


Abbildung 20: Angelieferte und verbrannte Abfälle 2024 (Differenz ist Lagerveränderung)

Rückstände & entnommene Metalle [kt]

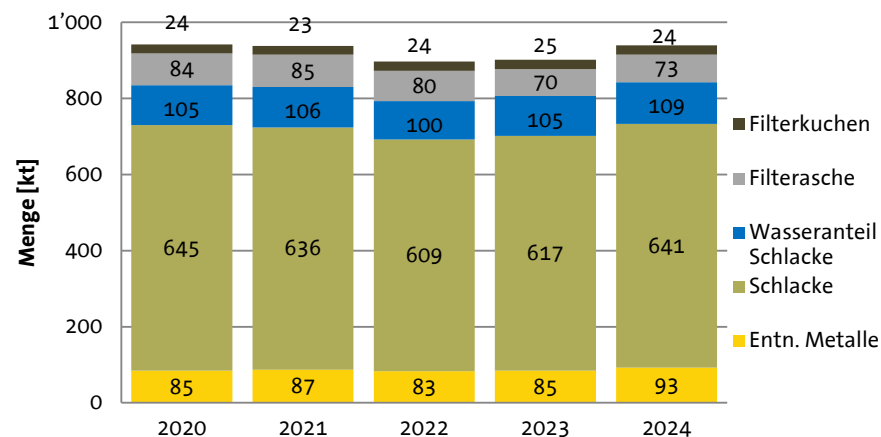


Abbildung 21: Verbrennungsrückstände und entnommene Metalle 2024 in 1'000 Tonnen (Schlacke als Trockenmasse)

Angelieferte Abfälle [kt]

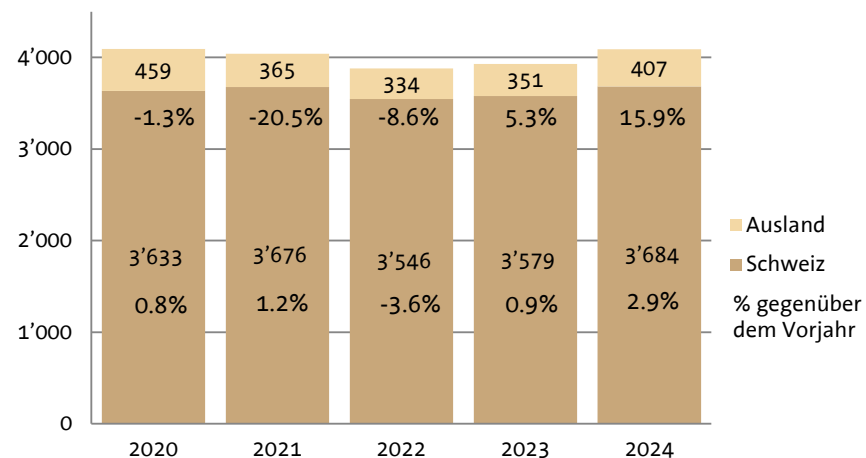


Abbildung 22: Angelieferte Abfälle 2024 aufgeteilt nach Herkunft (In- und Ausland)

Rückstände & entnommene Metalle [%]

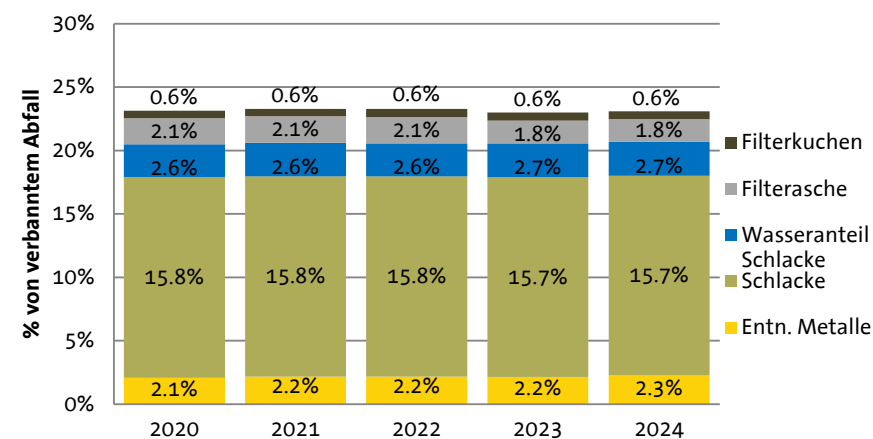


Abbildung 23: Verbrennungsrückstände und entnommene Metalle 2024 in % der verbrannten Abfallmenge (Schlacke als Trockenmasse)

Veränderung der angelieferten Abfallmengen 2023/24 [kt]

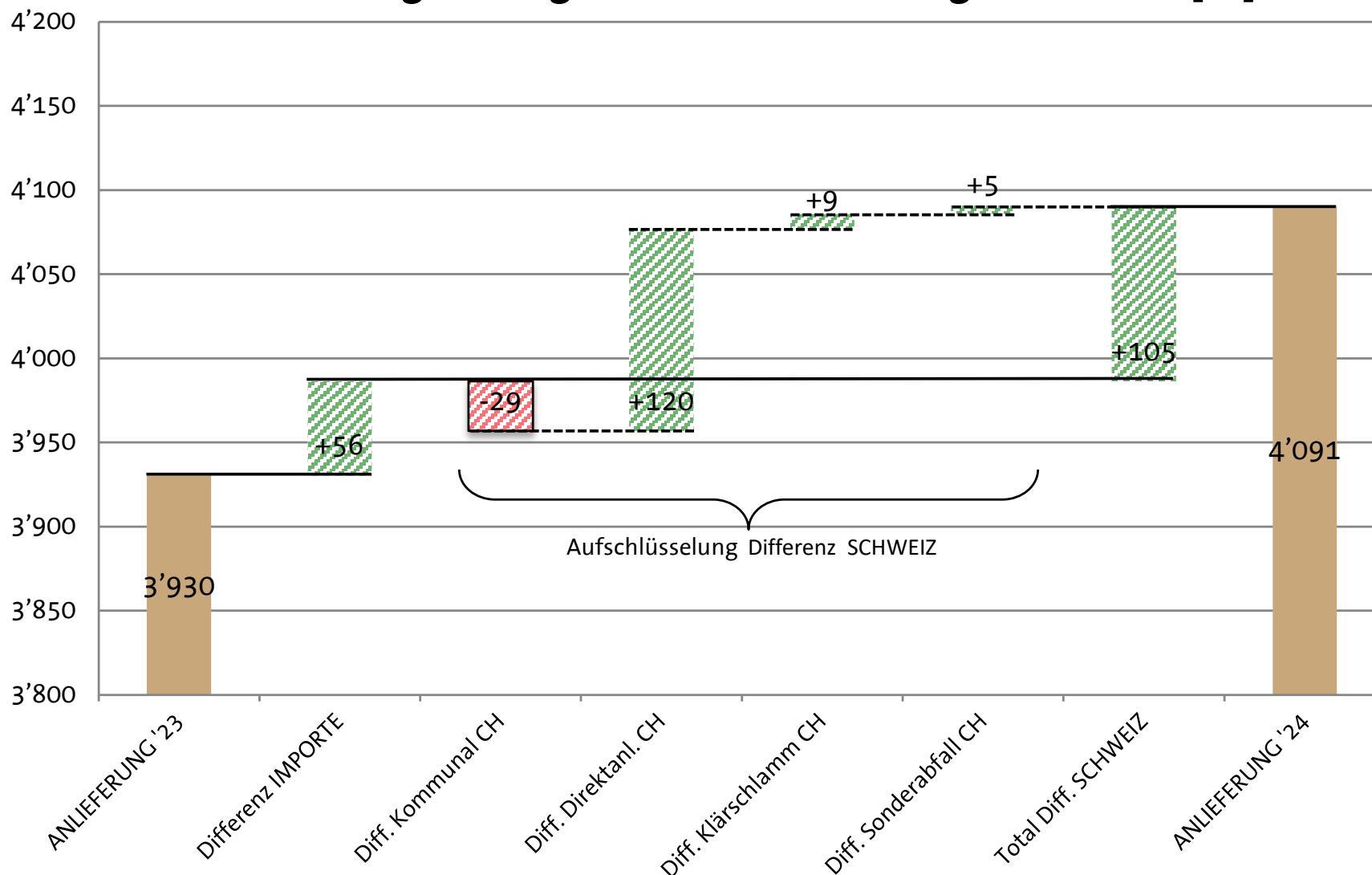


Abbildung 24: Veränderung der angelieferten Abfallmengen von 2024 gegenüber 2023

Bemerkungen zu den Mengenzahlen 2024

Der **angelieferte Abfall** nahm um **161'000 t (+ 4.1 %)** zu, dazu geführt haben (Veränderung zum Vorjahr bezogen auf die Gesamtmenge):

- Importe (DE, AT, FR, IT): + 56'000 t (+ 1.4 %)
- Inlandanlieferungen: + 105'000 t (+ 2.7 %)

Die **verbrannte Menge** Abfall nahm um **150'000 t (+ 3.8 %)** zu, dazu geführt haben (Veränderung zum Vorjahr auf die Gesamtmenge):

- Angelieferte Abfälle: + 161'000 t (+ 4.1 %)
- Differenz Änderung Bunker/Lager: - 11'000 t (- 0.3 %)

Die **Differenz der Inlandanlieferungen** kann wie folgt aufgeschlüsselt werden (Veränderung zum Vorjahr bezogen auf die Menge der jeweiligen Kategorie, Abweichung wegen Rundungseffekte):

- Sonderabfall: + 5'000 t (+ 4.8 %): In den letzten drei Jahren zeichnet sich eine Stabilisierung der Sonderabfallmengen bei etwa 110'000 Tonnen pro Jahr ab.
- Klärschlamm: + 9'000 t (+ 9.2 %): Erstmals seit 2018 gab es eine merkbare Erhöhung der Klärschlamm-mengen. Die Trockenmasse nahm 2024 um etwa 2'700 Tonnen zu. Gemäss Vorschlag des Bundes zur Anpassung der VVEA wird auch ab 1.1.2026 kein Verbot für die thermische Verwertung von Klärschlamm in KVA bestehen.
- Kommunale Anlieferungen: - 29'000 t (- 1.7 %): Die Abfallmengen aus Haushalten und Kleingewerbe sind seit 2018 bei etwa 1.7 Mio. t/a stabil.
- Direktanlieferungen: + 120'000 t (+ 7.4 %): Nach einem Covid-bedingten Einbruch im Jahr 2022 wachsen die Gewerbe- und Industrieabfälle wie in prä-Covid Zeiten kontinuierlich weiter.

Zentrale Formeln

Heizwert

Der Energiegehalt / Heizwert jeder gelieferten Charge Abfalls ist unterschiedlich. So variiert auch der mittlere Heizwert pro Anlage und Jahr und ist mittels Stichprobenmessungen praktisch nicht bestimmbar. Zur Näherung des Heizwertes des verbrannten Abfalls (H_u) wird das H_u -Berechnungsmodell nach BREF verwendet:

$$Hu [GJ/t] = (1.133 * \frac{E_{FD} \pm E_K}{m_w} + 0.008 * T_b) / 1.085$$

E_{FD} Energie des Frischdampfes [GJ] (Δ zum Speisewasser)

E_K Summe diverser Energieströme in oder aus der Brennkammer (z.B. Stützfeuerung E_f , Energie für Primärluft, Rostkühlung, Dampf für Ammoniak eindüsung, Wassereindüsung, vor der Frischdampfmesung entnommener Dampf, ...)

H_u Heizwert für den jeweiligen Brennstoff

m_w Gesamte verbrannte Abfallmenge [t]

T_b Rauchgastemperaturdifferenz nach Kessel [°C] bezogen auf 10°C

Die 0.008 [GJ/t*K] sind der spez. Energieinhalt im Rauchgas bei ϕ 5.7 Nm³ Rauchgas/kg_{Abfall} (bei Abweichungen grösser +/- 10% wird dieser Wert angepasst).

Die Faktoren 1.133 bzw. 1.085 [] der H_u -Berechnungsformel sind aus einer Regressionsrechnung entstanden. Sie sind Näherungsgrößen für die Heizwertberechnung, die sich aufgrund des Vergleichs der Variablen mit einer Vielzahl nach DIN ermittelten Heizwerten ergeben haben.

Speziell zu erwähnen ist die Frischdampfmesung als Grundlage für E_{FD} . Sie weist eine Messungenauigkeit in der Größenordnung von $\pm 5\%$ auf. Für eine gute Näherung des Heizwertes ist eine kalibrierte Frischdampfmessstelle zentral.

Stromnutzungsgrad

Der Stromnutzungsgrad ist der Quotient aus der am Generator produzierten elektrischen Energie (inkl. Eigenbedarf) dividiert durch die in den Kessel eingebrachte Energie:

$$\text{Stromnutzungsgrad [\%]} = \frac{E_{pe}}{(E_w + E_f)} * 100$$

E_f Importierte Energie zur Dampferzeugung (z.B. Stützfeuerung, externe Rauchgase, ...)

E_p Gewonnene Energie, genutzt (e = electricity, h = heat, st = steam)

E_w Energie aus Abfall

Wärmenutzungsgrad

Der Wärmenutzungsgrad ist der Quotient aus der genutzten Wärme dividiert durch die in den Kessel eingebrachte Energie:

$$\text{Wärmenutzungsgrad [\%]} = \frac{Ep_{h,st}}{(E_w + E_f)} * 100$$

R1-Faktor

Der R1- Faktor wird in Anhang II der Abfallrahmenrichtlinie (AbfRRL) der EU definiert. Er ist ein Mass der Nutzung des Energieinhaltes im Abfall in Anlagen, deren Zweck die Behandlung fester Siedlungsabfälle ist. Die Energieformen werden dabei gewichtet: Strom mit dem Faktor 2.6 und Wärme und Dampf mit 1.1. Anlagen gelten dann als Verwertungsanlage, wenn ihr R1-Faktor mindestens folgende Werte erreicht:

- 0.6 für in Betrieb befindliche Anlagen, die vor dem 1. Januar 2009 genehmigt wurden
- 0.65 für Anlagen, die nach dem 31. Dezember 2008 genehmigt wurden

Nur Anlagen mit dem Verwertungsstatus dürfen Abfall aus dem Ausland importieren und verwerten.

$$R1 = \frac{(2.6 * Ep_e + 1.1 * Ep_{h,st}) - (E_f + E_{imp})}{0.97 * (E_w + E_f)}$$

E_{imp} Importierte Energie nicht dampferzeugend (Z.B. Strom, Gas zur Wiederaufwärmung von Rauchgasen, ...), die Energieträger müssen gewichtet werden ($2.6 * e$, $1.1 * h$, st , $1 * \text{Primärenergieträger}$)

ENE – Energetische Nettoeffizienz

Die energetische Nettoeffizienz ist der in der Schweiz verwendete Indikator für die Energieeffizienz von KVA. Er wird grundsätzlich analog zum R1-Faktor berechnet, jedoch wird nur die exportierte Energie der KVA (Netto-Abgabe, ohne Eigenbedarf) angerechnet.

- Gemäss VVEA Art.32, Bst a ist eine Anlage zur thermischen Behandlung von Abfällen so zu betreiben, dass "mindestens 55% des Energiegehalts ausserhalb der KVA genutzt wird". Die Richtlinie, welche die Erreichung dieser Anforderung definieren wird, ist noch in Erarbeitung. Für Neuanlagen gilt eine ENE von 0.8 als Zielwert (Art. 31, Bst c).

$$ENE = \frac{(2.6 * Eexp_e + 1.1 * Eexp_{h,st}) - (E_f + E_{imp})}{0.97 * (E_w + E_f)}$$

E_{exp} Exportierte Energie

Systemgrenzen Stromeigenbedarf

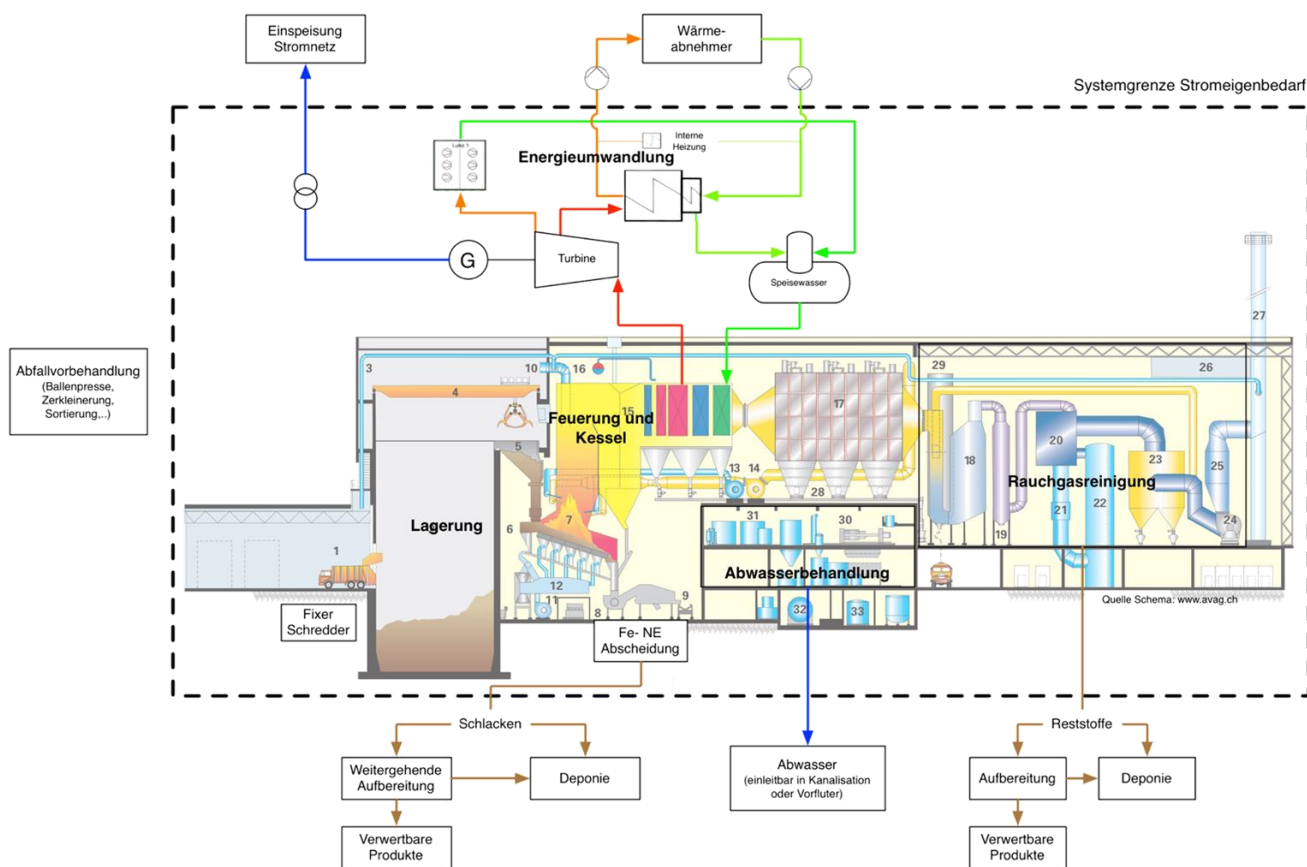


Abbildung 25: Schema der Systemgrenzen des Stromeigenbedarfs