



Resultate 2025

Einheitliche Heizwert- und Energiekenn- zahlenberechnung der Schweizer KVA nach europäischem Standardverfahren

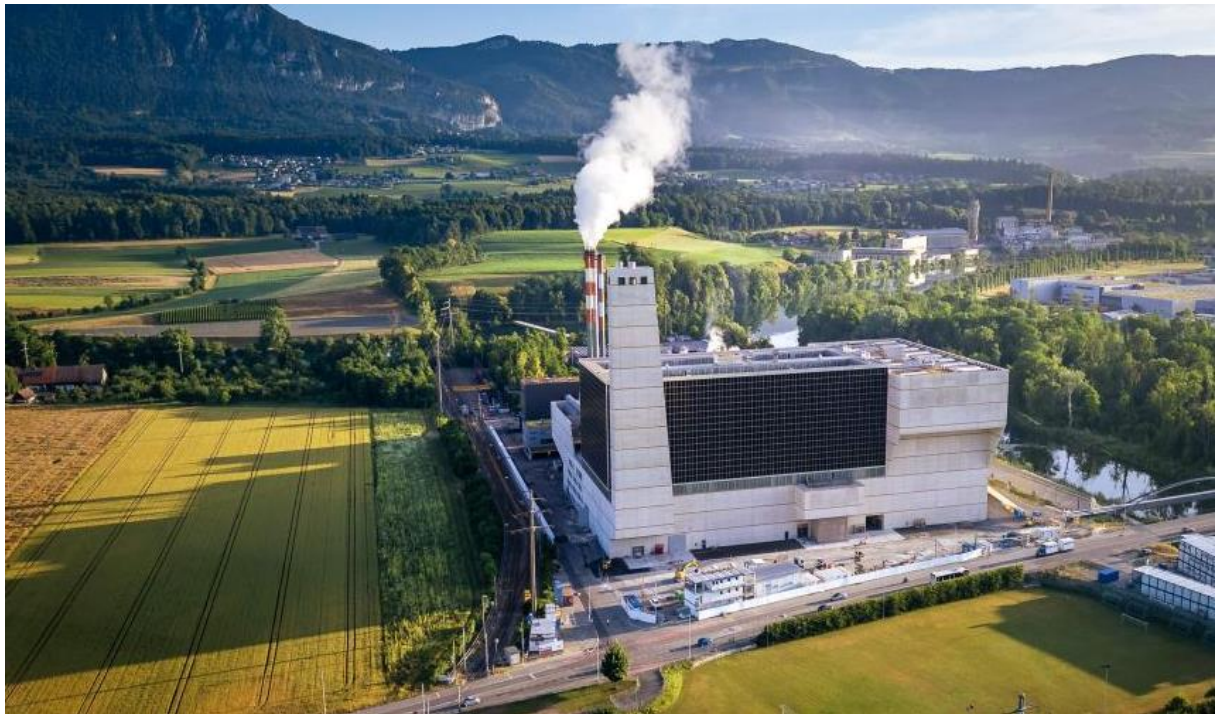


Abbildung 1: Luftaufnahme der neuen KVA kenova in Zuchwil. (Bildquelle: Regio Energie Solothurn).

VBSA
ASED
ASIR



Verband der Betreiber Schweizerischer Abfallverwertungsanlagen



Datum: 06. Mai 2026

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

Auftragnehmer/in: Rytec AG



Ansprechpersonen:

BFE, Matthias Bendig	matthias.bendig@bfe.admin.ch	058 464 76 79
BAFU, Elias Rehmann	elias.rehmann@bafu.admin.ch	058 467 34 57
VBSA, Robin Quartier	quartier@vbsa.ch	031 721 61 61
Rytec AG, Richard Chrenko	energieeffizienz@rytec.ch	031 511 13 22

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 Rytec 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 2025, 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 2010-2024¹ 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:

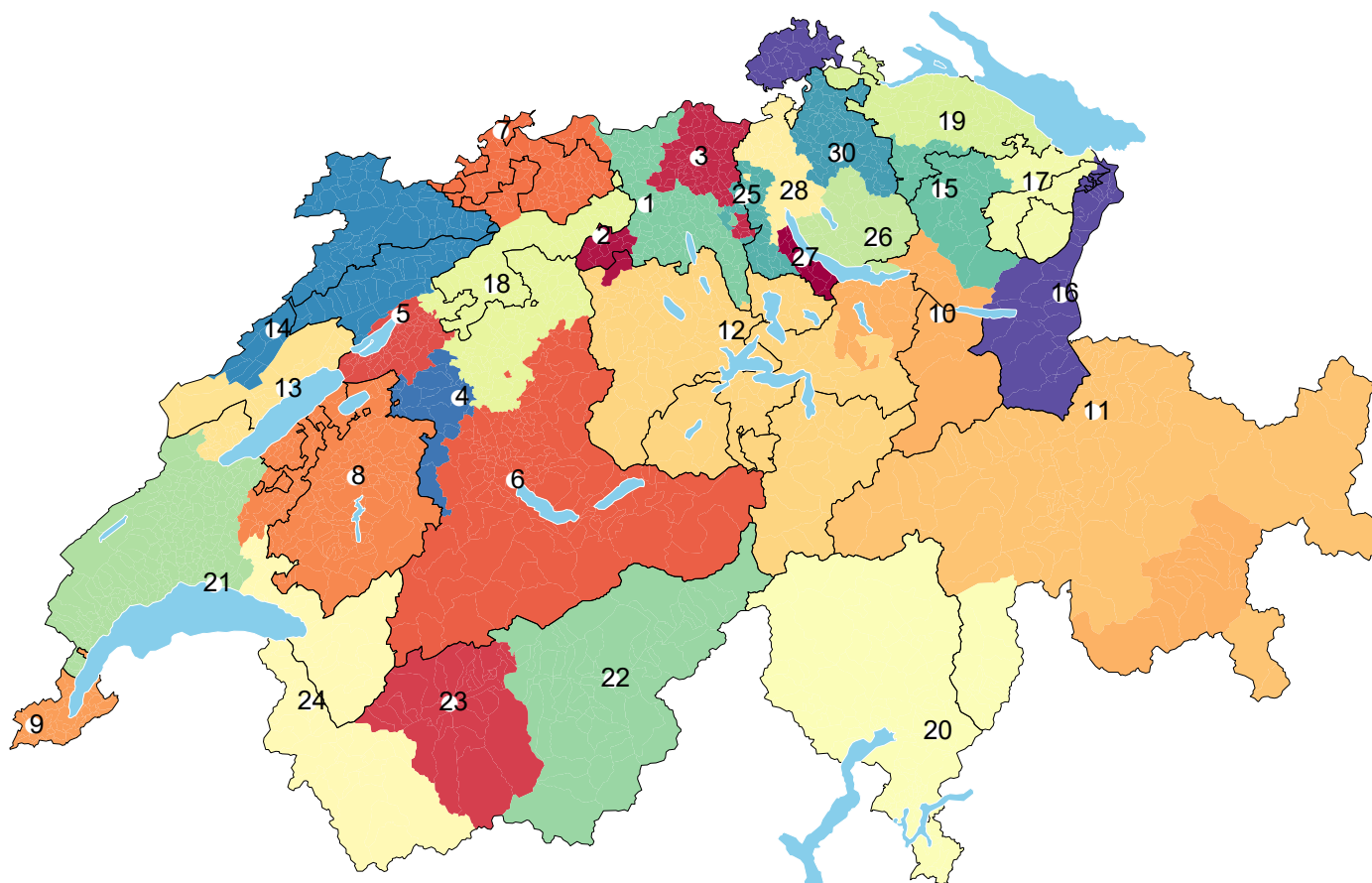


Abbildung 2: Einzugsgebiete der Schweizer KVA im Jahr 2020

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: Luftaufnahme der neuen KVA kenova in Zuchwil. (Bildquelle: Regio Energie Solothurn).....	1
Abbildung 2: Einzugsgebiete der Schweizer KVA im Jahr 2020	3
Abbildung 3: Zusammenstellung Energiekennzahlen 2025 (kompakt)	6
Abbildung 4: Zusammenstellung Energiekennzahlen 2025 (detailliert).....	7
Abbildung 5: Energienutzungsgrad nach EnV, 2025 und Auswirkung durch Sonderzustände	8
Abbildung 6: Energetische Nettoeffizienz ENE 2025 und Auswirkung durch Sonderzustände	9
Abbildung 7: Heizwert 2025 und 2024	10
Abbildung 8: R1-Faktor 2025 und 2024.....	11
Abbildung 9: Energetische Nettoeffizienz ENE 2025 und 2024.....	12
Abbildung 10: Kesselwirkungsgrad 2025 und 2024.....	13
Abbildung 11: Spezifischer Wärmeexport pro Tonne Abfall 2025.....	14
Abbildung 12: Spezifischer Wärmeexport pro Energieinput 2025	15
Abbildung 13: Spezifischer Wärmeeigenbedarf 2025.....	16
Abbildung 14: Spezifischer Stromexport 2025	17
Abbildung 15: Spezifischer Stromeigenbedarf 2025	18
Abbildung 16: Wärmenutzungsgrad 2025.....	19
Abbildung 17: Stromnutzungsgrad 2025	20
Abbildung 18: Energieflussdiagramm CH-KVA 2025.....	21
Abbildung 19: Massenflussdiagramm 2025	23
Abbildung 20: Angelieferte und verbrannte Abfälle 2025.....	24
Abbildung 21: Verbrennungsrückstände und entnommene Metalle 2025 in 1'000 Tonnen	24
Abbildung 22: Angelieferte Abfälle 2025 aufgeteilt nach Herkunft	24
Abbildung 23: Verbrennungsrückstände und entnommene Metalle 2025 in % der verbrannten Abfallmenge.....	24
Abbildung 24: Veränderung der angelieferten Abfallmengen von 2025 gegenüber 2024	25
Abbildung 25: Schema der Systemgrenzen des Stromeigenbedarfs.....	29

Vergleichstabelle Energiekennzahlen CH- KVA 2025 (kompakt)

	Abfallinput			Effizienz-Kennzahlen				Energie-Verwertung				Fremdenergie
	Vergrabte Abfallmenge	Heizwert nach Standardmethode	R1 nach AbRRL	Energetische Nettoeffizienz (ENEG)	Wärmennutzungsgrad nach ENY	Stromnutzungsgrad nach ENY	Wärmeeingabe (exkl. Eigenbedarf)	Stromeingabe (exkl. Eigenbedarf)	Wärmeeigenbedarf	Stromeigenbedarf	Fremdeigenbedarf	
	[t/a]	[GJ/t]	[-]	[-]	[%]	[%]	[MWh/a]	[MWh/a]	[MWh/a]	[MWh/a]	[MWh/a]	
01 AG Buchs (AG)	143'484	12.36	0.80	0.70	32.5%	16.1%	143'260	67'359	16'827	11'872	170	
02 AG Oftringen ¹⁾	68'824	13.89	0.66	0.60	15.7%	20.4%	42'578	49'956	1'439	8'016	14'472	
03 AG Turgi	119'778	12.05	0.75	0.60	24.1%	17.8%	80'828	56'201	15'765	15'003	53	
04 BE Bern	150'600	12.17	0.87	0.77	37.1%	16.8%	186'267	66'977	2'532	19'217	0	
05 BE Biel	51'527	12.02	0.65	0.56	19.3%	16.5%	30'585	23'634	2'707	5'363	667	
06 BE Thun	149'564	9.62	0.87	0.76	32.0%	19.1%	122'651	62'203	5'403	14'093	837	
07 BS Basel	231'399	11.47	0.98	0.88	62.5%	10.6%	455'313	53'361	7'178	26'365	4'340	
08 FR Posieux	97'029	12.67	0.84	0.71	27.1%	19.9%	83'821	56'223	8'922	12'492	574	
09 GE Genf	226'390	10.75	0.80	0.70	45.0%	11.1%	295'362	53'646	9'884	21'830	5'018	
10 GL Niederurnen ²⁾	97'956	11.72	0.49	0.31	14.5%	12.3%	34'652	22'055	11'691	17'046	50	
11 GR Trimmis	132'899	12.18	0.77	0.60	27.0%	17.3%	102'847	57'649	18'424	20'109	41	
12 LU Perlen	277'910	12.86	0.98	0.91	38.5%	20.5%	376'479	178'702	5'298	22'163	44	
13 NE Colombier	68'077	11.40	0.62	0.49	14.3%	17.2%	24'396	28'808	6'535	8'275	75	
14 NE La Chaux-de-Fonds	54'451	11.28	0.86	0.67	48.9%	11.6%	75'699	10'561	7'747	9'294	456	
15 SG Bazenheid ¹⁾	120'710	10.79	0.75	0.57	26.4%	18.7%	73'213	52'964	22'319	12'843	16'786	
16 SG Buchs (SG)	189'934	12.07	0.96	0.83	50.3%	14.6%	295'954	71'570	25'071	21'268	1'081	
17 SG St. Gallen	84'820	10.71	0.98	0.82	62.0%	10.5%	140'756	18'049	15'646	8'258	106	
18 SO Zuchwil ²⁾	253'182	9.42	0.84	0.65	24.2%	21.1%	130'859	106'501	29'520	32'566	0	
19 TG Weinfelden	148'239	11.82	0.83	0.72	41.9%	13.4%	190'442	49'348	13'639	16'001	29	
20 TI Giubiasco	190'473	10.82	0.76	0.61	16.8%	21.2%	74'231	99'146	22'047	22'579	0	
21 VD Lausanne	180'288	12.43	0.93	0.81	50.8%	13.5%	285'479	67'407	30'557	17'235	807	
22 VS Gamsen	41'029	12.31	0.87	0.70	65.1%	5.1%	85'264	1'253	5'992	6'257	571	
23 VS Sion ^{1,2)}	57'837	11.86	0.21	0.18	27.4%	2.2%	46'952	6'287	8'509	5'671	20'062	
24 VS Monthey	166'009	10.91	1.06	0.88	47.7%	19.5%	219'159	71'801	20'632	26'245	149	
25 ZH Dietikon	91'995	12.15	1.03	0.90	57.0%	14.7%	171'695	32'661	5'744	12'992	1'649	
26 ZH Hinwil	188'767	12.28	0.64	0.55	9.3%	19.9%	56'469	107'061	3'355	21'401	0	
27 ZH Horgen	36'269	12.36	0.89	0.80	36.9%	17.8%	45'211	18'367	743	3'926	200	
28 ZH ZH Hagenholz	257'575	11.14	1.09	1.01	58.6%	15.8%	462'870	103'846	4'079	22'872	617	
30 ZH Winterthur	215'072	11.55	0.87	0.75	32.9%	18.8%	218'307	101'694	8'811	28'874	660	
Anlagen- Mittelwert*	141'106	11.693	0.82	0.69	36.1%	15.7%	156'952	58'458	11'621	16'211	2'397	
CH-Mittelwert**		11.558	0.85	0.73	37.1%	16.4%						
CH-Mittelwert 2024 **		11.580	0.85	0.72	36.2%	16.5%						
CH- Summe	4'092'088						4'551'600	1'695'291	337'016	470'127	69'514	
CH-Summe 2024	4'070'174						4'410'306	1'713'880	337'136	464'266	72'222	
CH- Maximal	277'910	13.89	1.09	1.01	65.1%	21.2%	462'870	178'702	30'557	32'566	20'062	
CH- Minimal	36'269	9.42	0.21	0.18	9.3%	2.2%	24'396	1'253	743	3'926	0	

* gemittelt über Anzahl Anlagen

¹⁾ nur KVA ohne Schlammverbrennungsanlage

höchster Wert

** gemittelt über Abfallmenge bzw. Energieinput

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

tiefster Wert (= 0)

Abbildung 3: Zusammenstellung Energiekennzahlen 2025 (kompakt)

Energienutzungsgrad CH KVA 2025

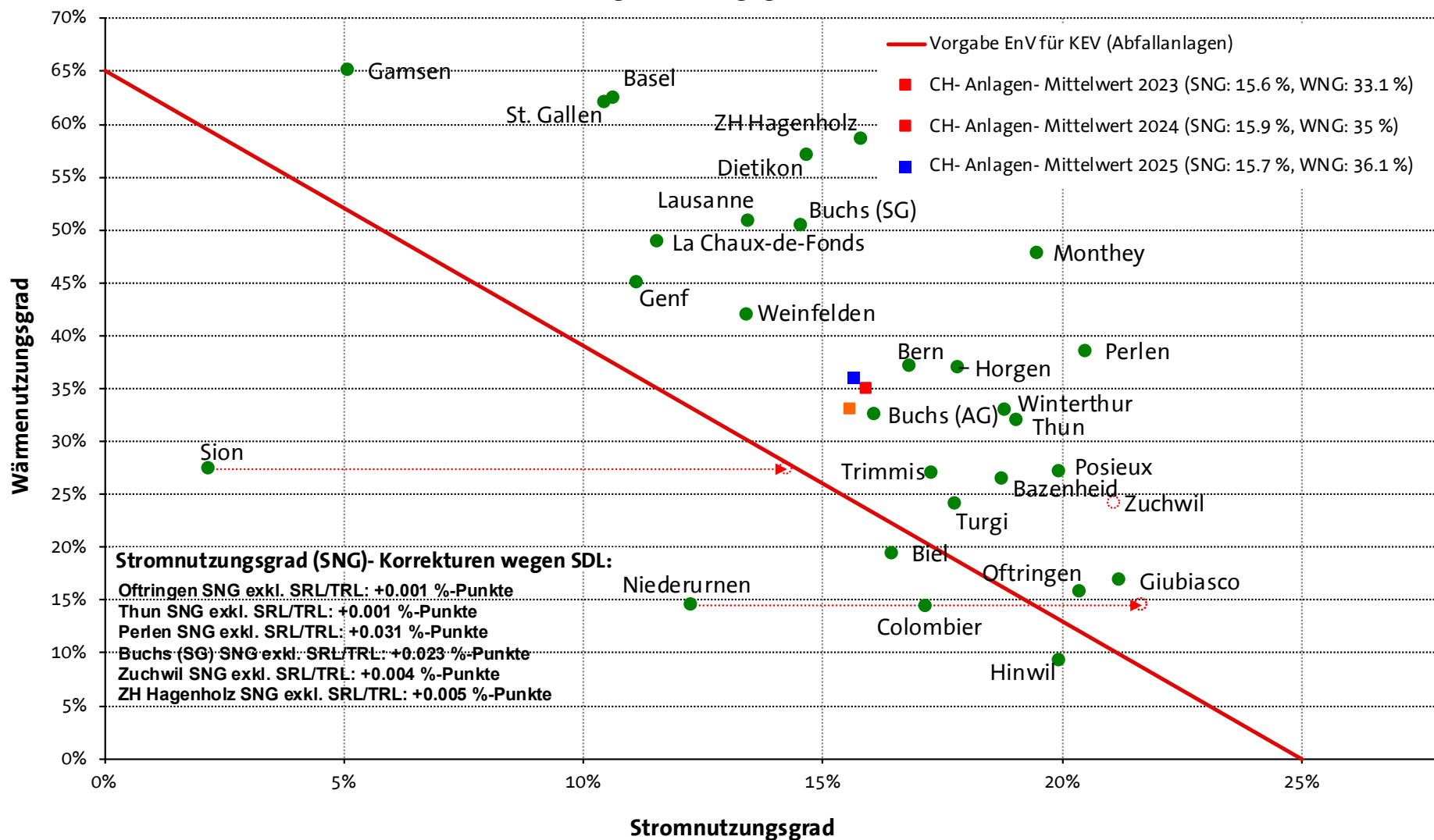


Abbildung 5: Energienutzungsgrad nach EnV, 2025 und Auswirkung durch Sonderzustände wie z. B. Turbinen- und Generatorausfall oder ausserplanmässigen Stillstand (rote Kreise und Pfeile)

Energetische Netto-Effizienz CH- KVA 2025

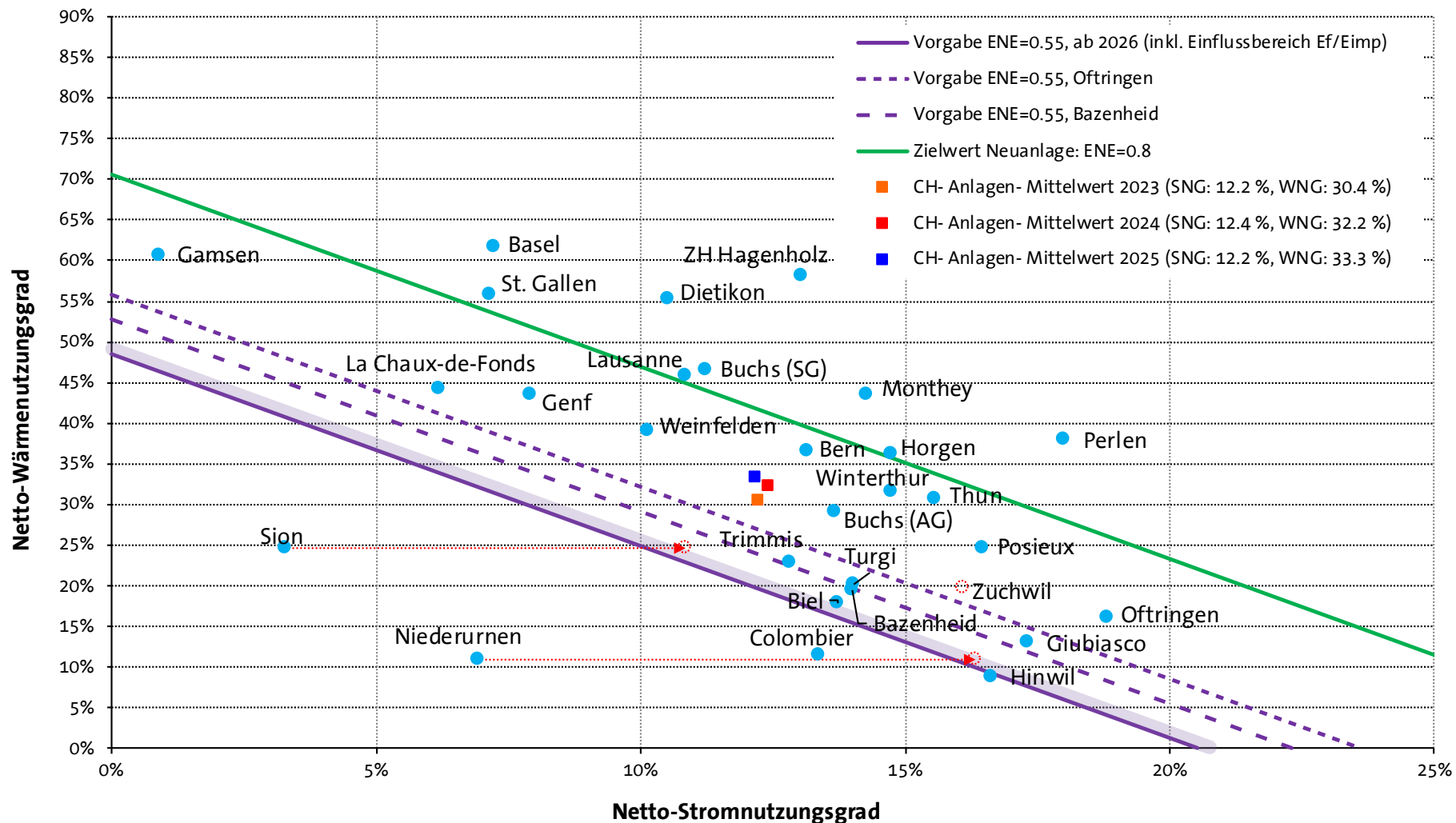


Abbildung 6: Energetische Nettoeffizienz ENE 2025 und Auswirkung durch Sonderzustände wie z. B. Turbinen- und Generatorausfall oder ausserplanmässigen Stillstand (rote Kreise und Pfeile)

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 2025 und 2024

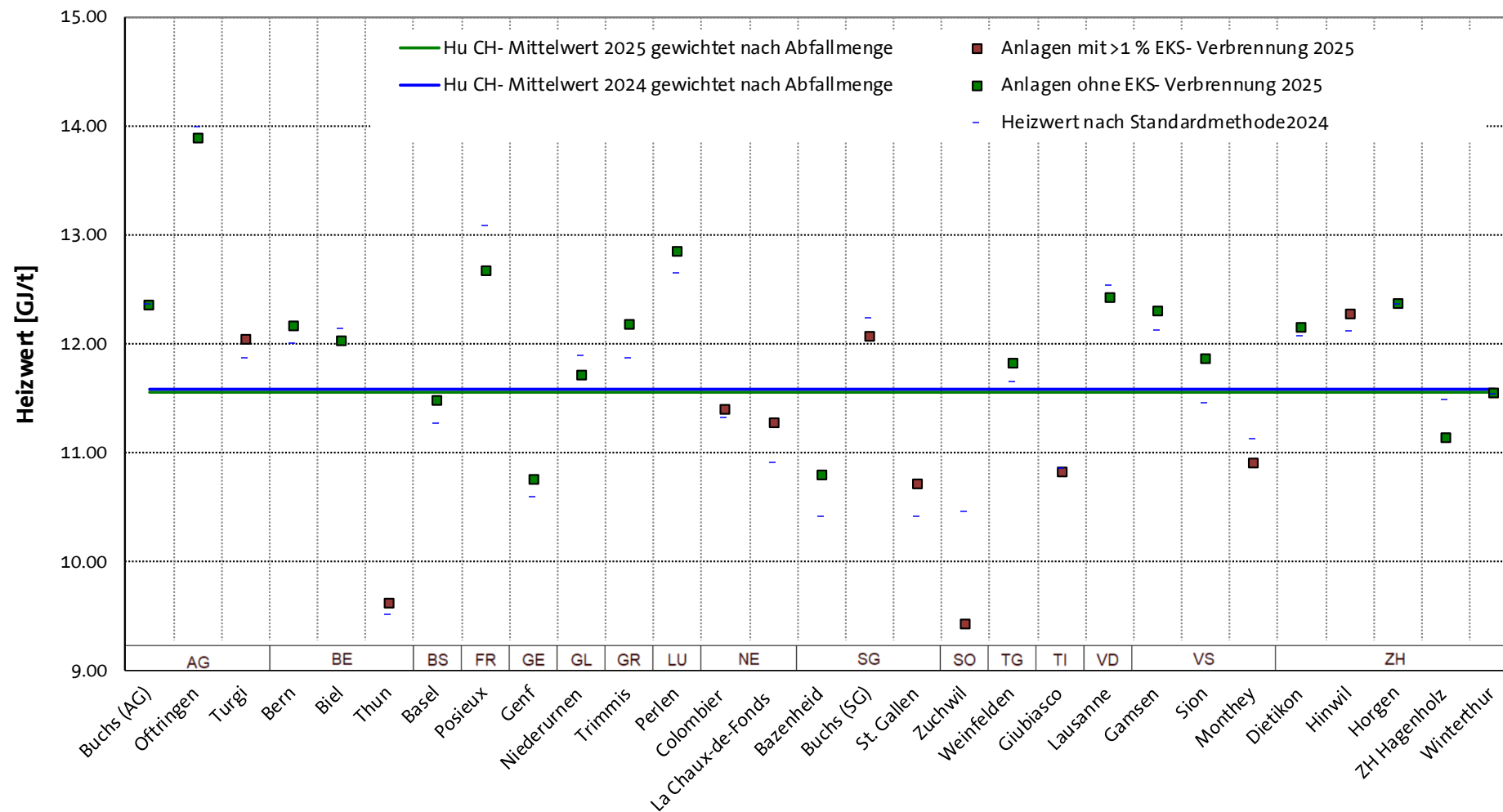


Abbildung 7: Heizwert 2025 und 2024

R1- Faktor 2025 und 2024

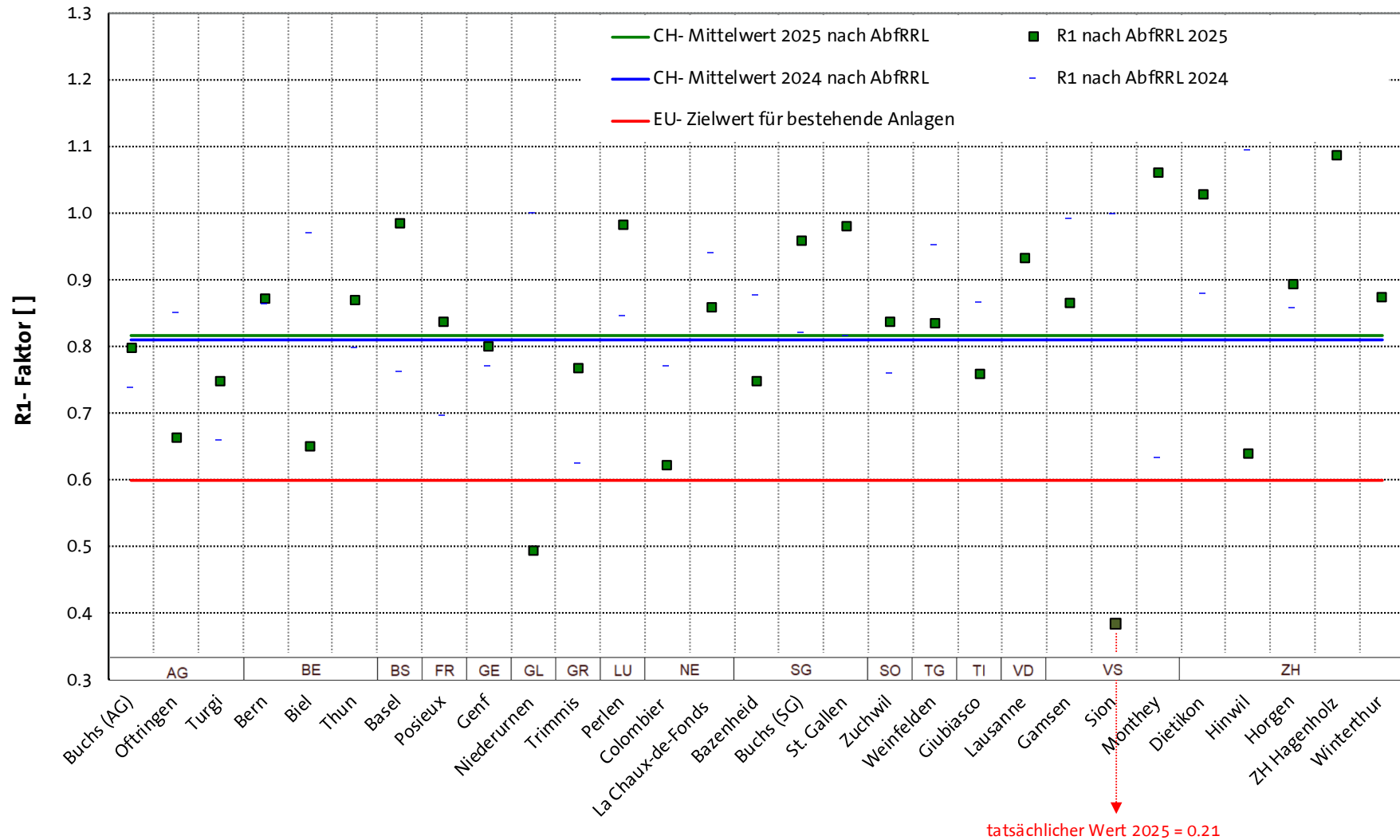


Abbildung 8: R1-Faktor 2025 und 2024

Kesselwirkungsgrad 2025 und 2024

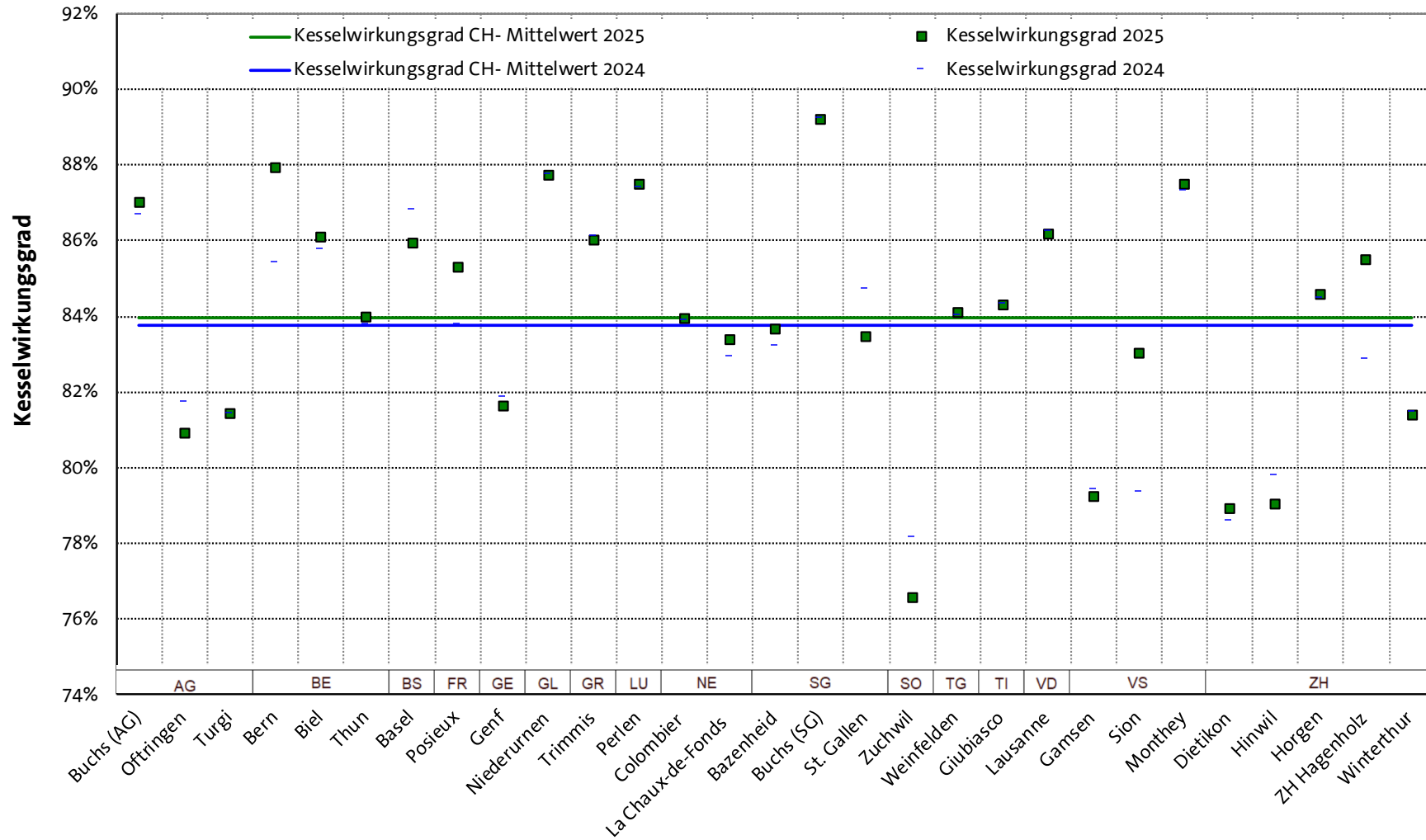


Abbildung 10: Kesselwirkungsgrad 2025 und 2024

Spezifischer Wärmeexport pro Tonne Abfall 2025

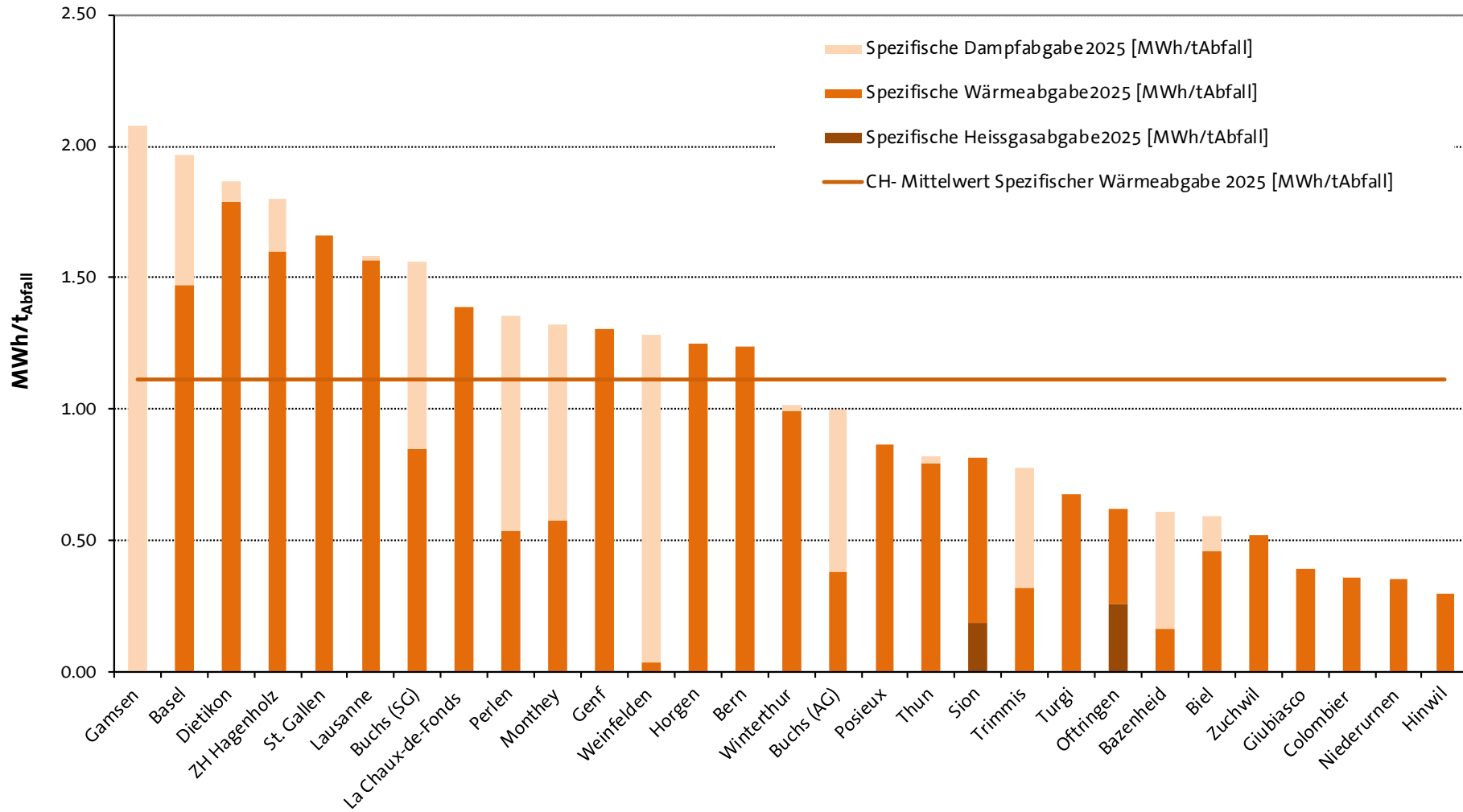


Abbildung 11: Spezifischer Wärmeexport pro Tonne Abfall 2025

Spezifischer Wärmeexport pro Energieinput 2025

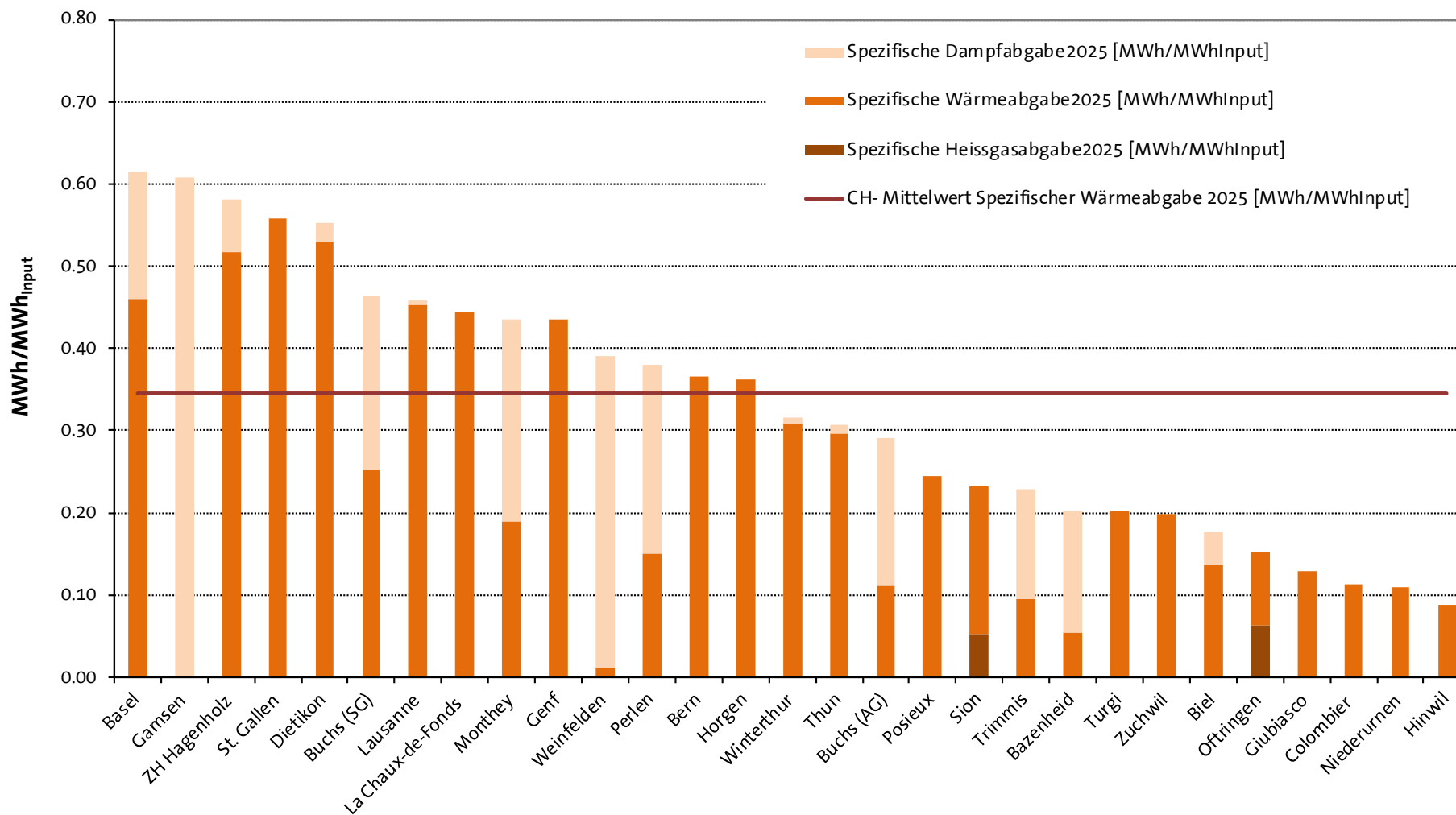


Abbildung 12: Spezifischer Wärmeexport pro Energieinput 2025

Spezifischer Wärmebedarf 2025

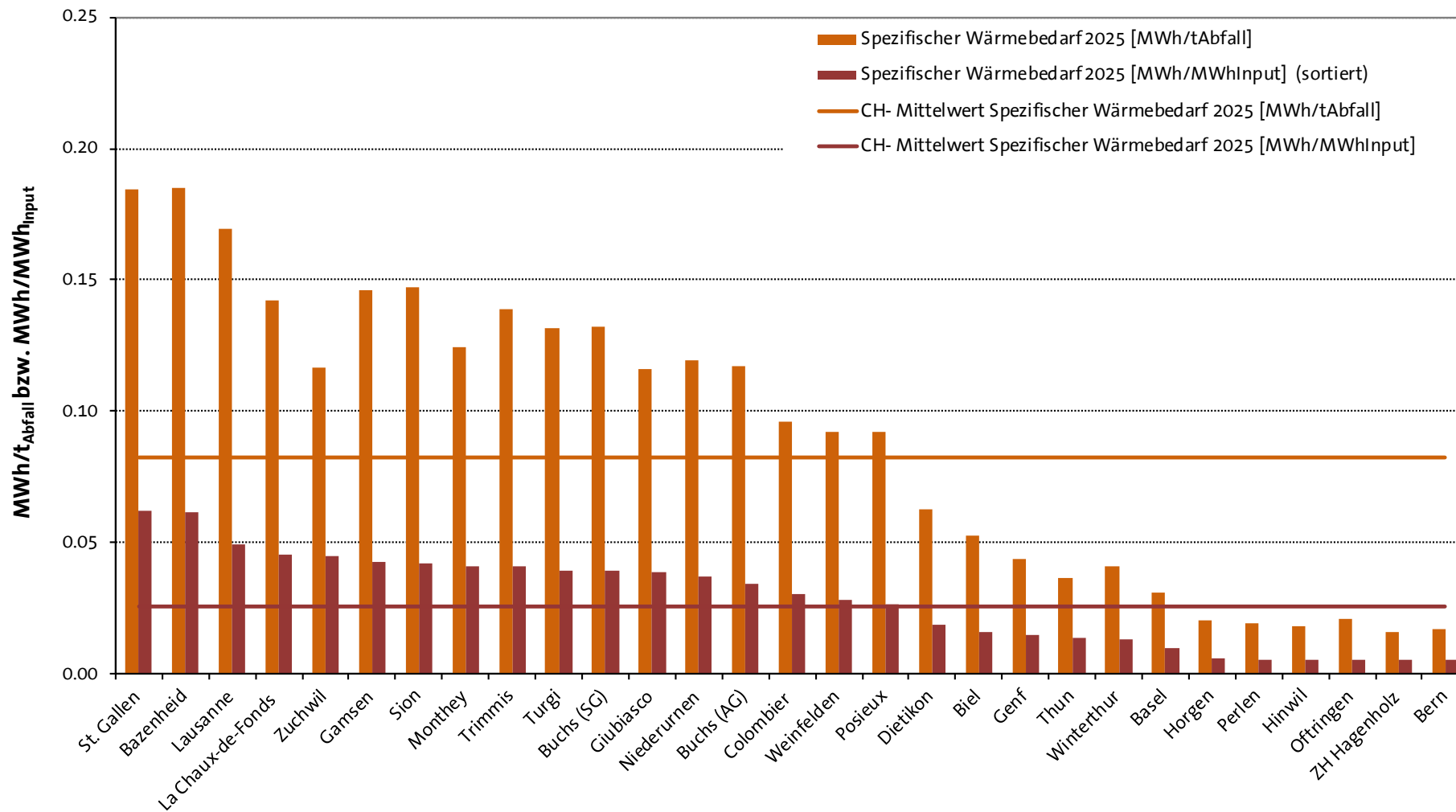


Abbildung 13: Spezifischer Wärmeeigenbedarf 2025

Spezifischer Stromexport 2025

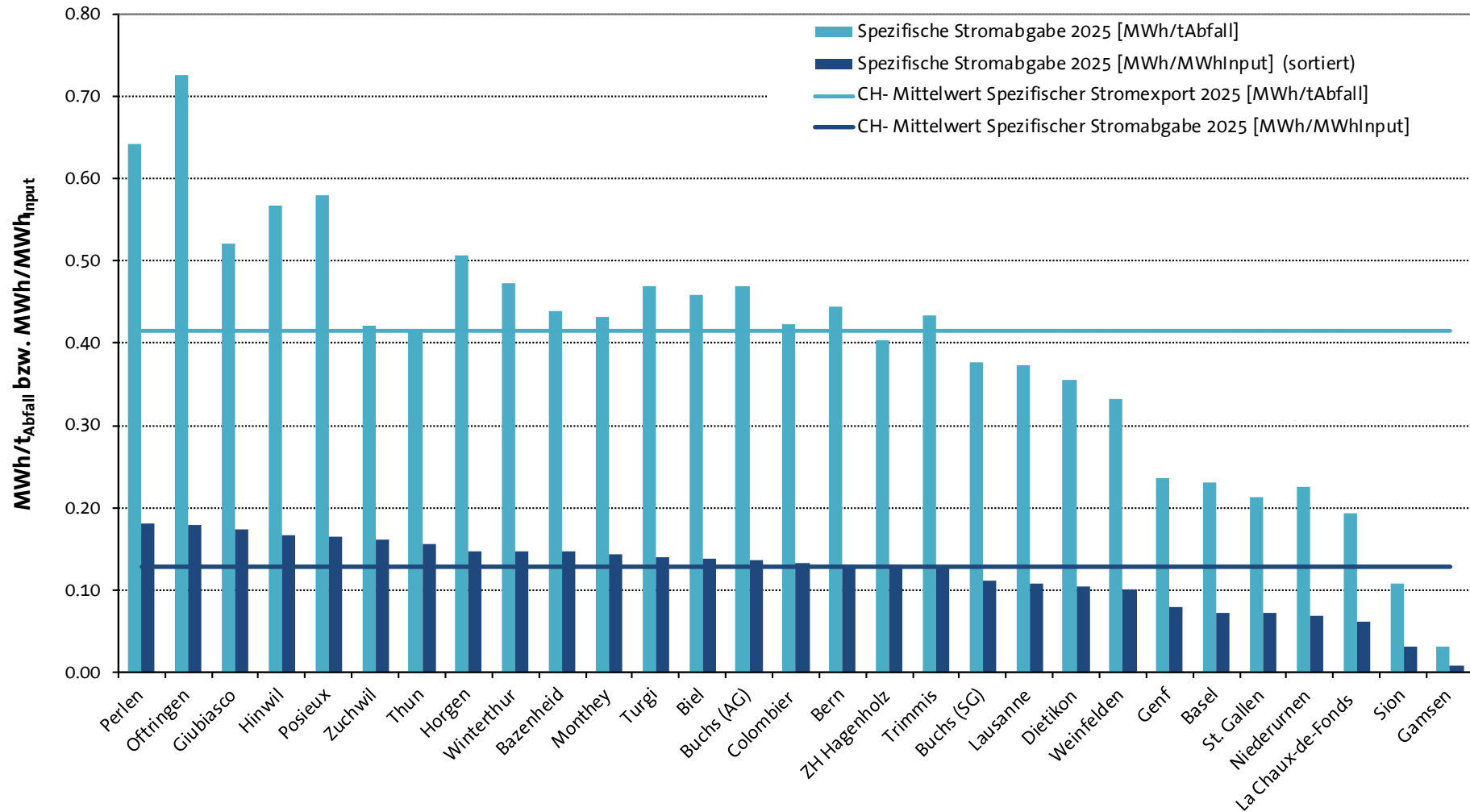


Abbildung 14: Spezifischer Stromexport 2025

Spezifischer Strombedarf 2025

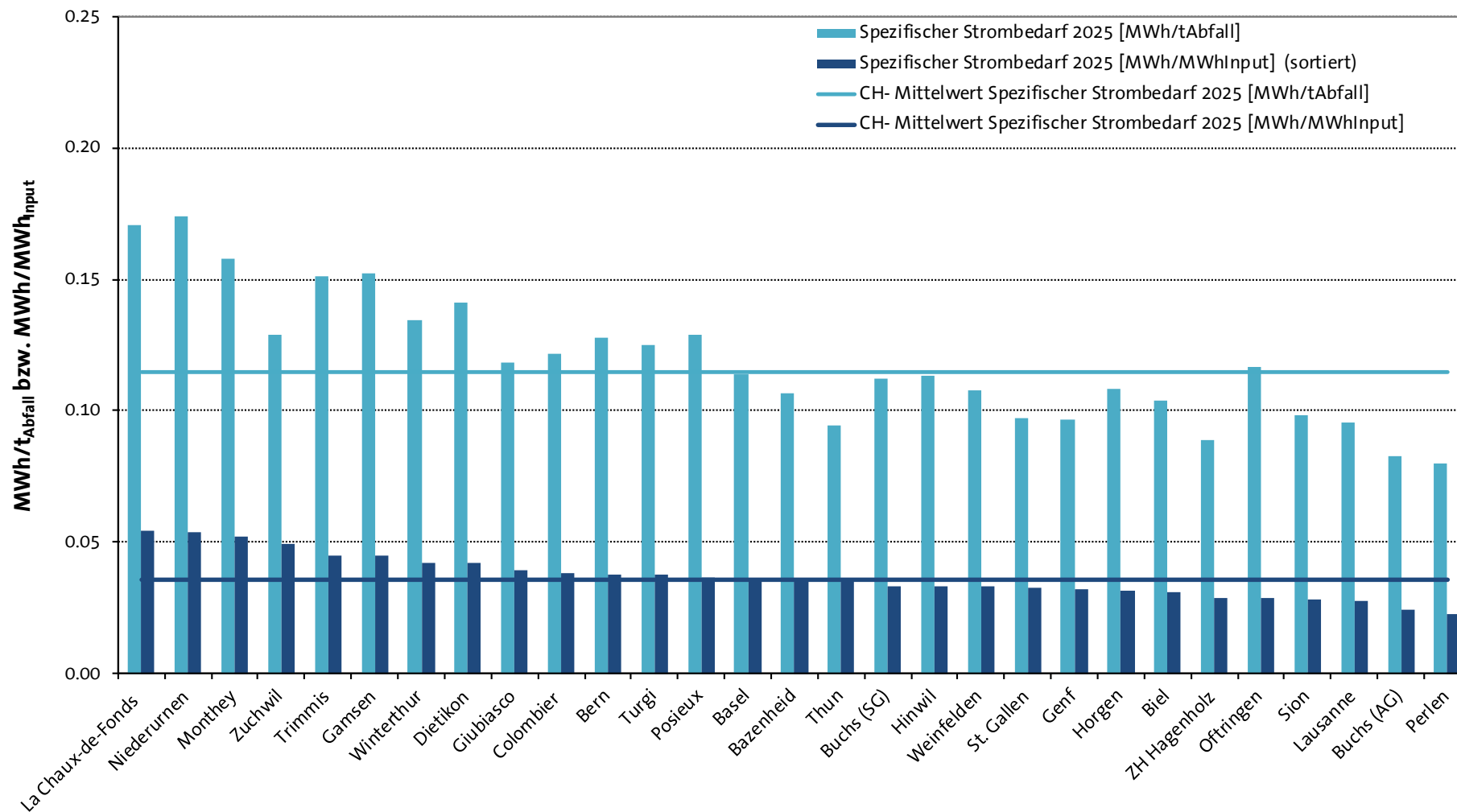


Abbildung 15: Spezifischer Stromeigenbedarf 2025

Wärmenutzungsgrad 2025

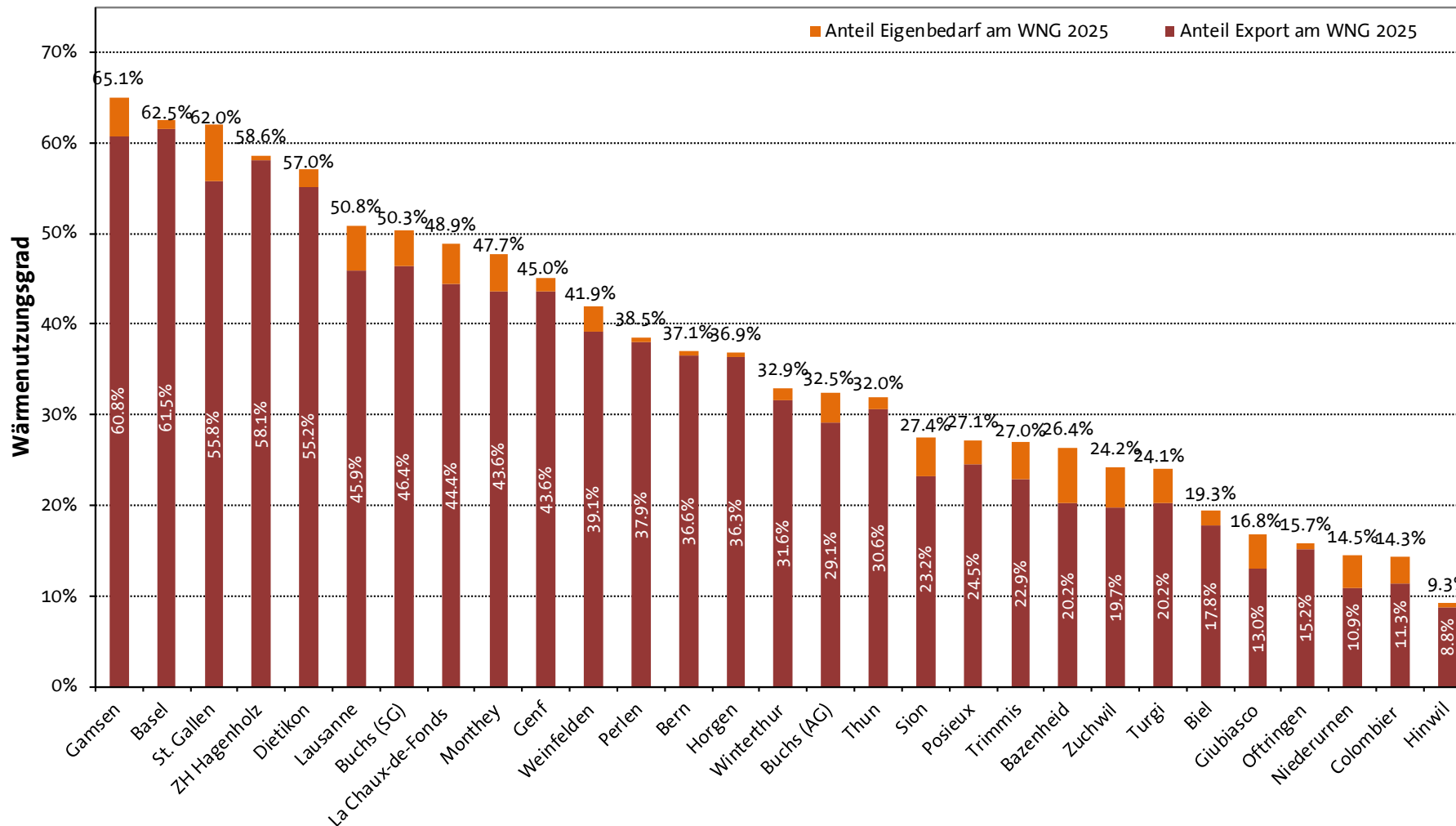


Abbildung 16: Wärmenutzungsgrad 2025

Stromnutzungsgrad 2025

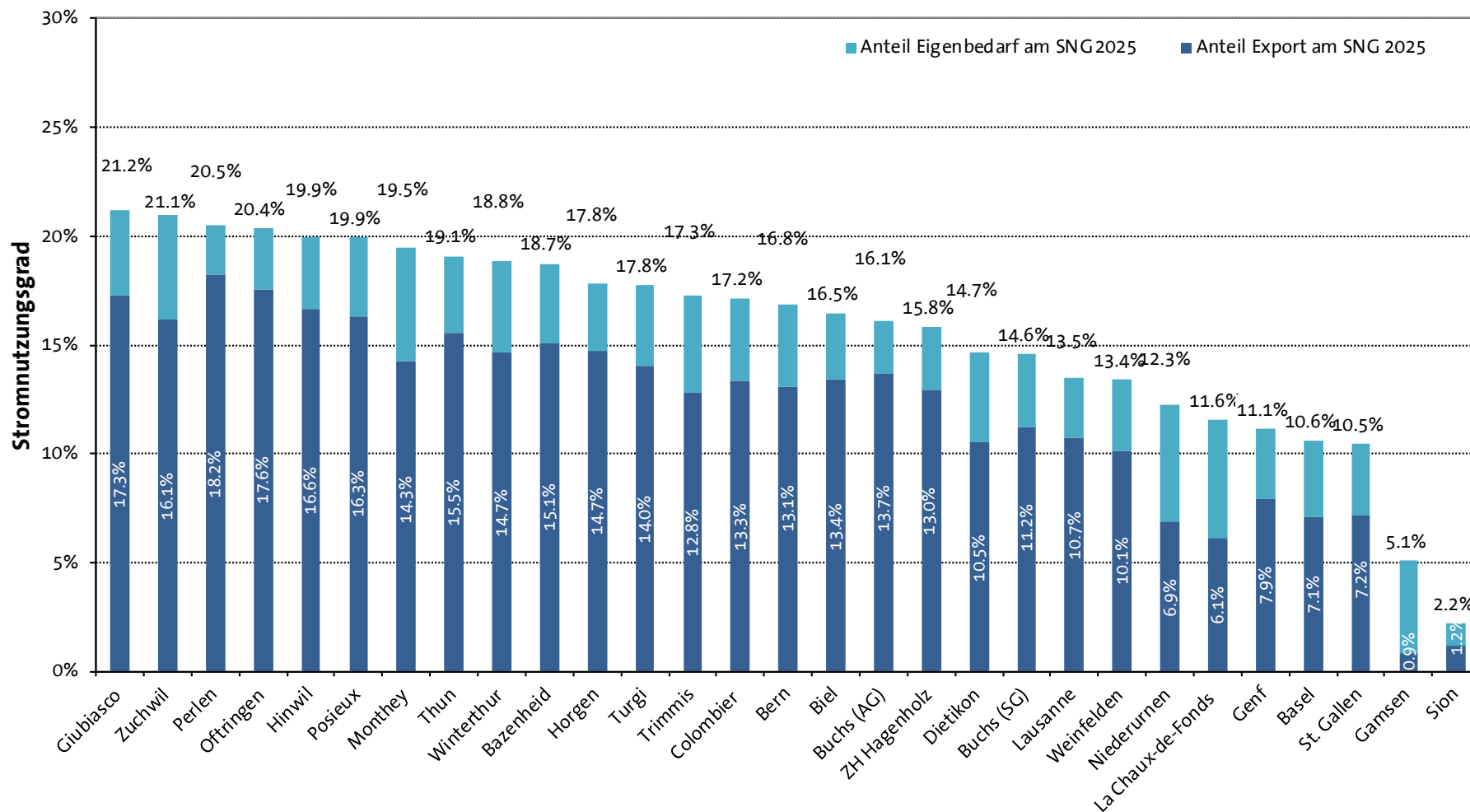


Abbildung 17: Stromnutzungsgrad 2025

Energiefluss der Schweizer KVA 2025

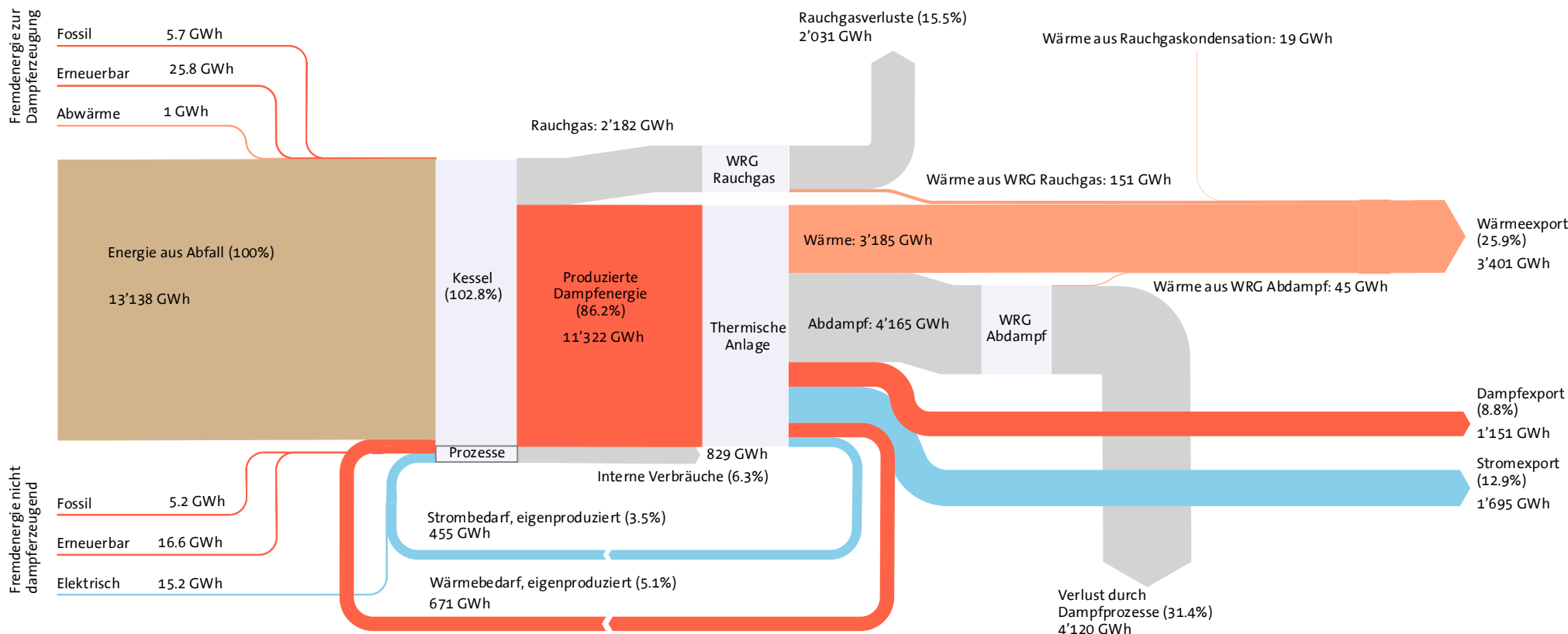


Abbildung 18: Energieflussdiagramm CH-KVA 2025

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 2025

Allgemeine Veränderungen

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

- Der **Energieinput in den Kessel** ist leicht angestiegen (+ 0.4%). Der Grund dafür ist die Zunahme der Menge des verbrannten Abfalls (+ 0.5%) mit einem tieferen durchschnittlichen Heizwert (- 0.2%). Wird jedoch der ungewöhnlich tiefe Heizwert bei der Anlage Zuchwil herausgefiltert (siehe Sonderereignisse unten), wäre der durchschnittliche Heizwert gegenüber dem Vorjahr um 0.4% gestiegen.
- Die **Wärme- und Dampfabgabe** hat um 3.2% zugenommen (+ 141 GWh). Dabei nahm der Verkauf von Wärme zu (+4.5%) aber der von Dampf leicht ab (- 0.4%). Allein wegen der Anzahl Heizgradtage wäre ein Anstieg des (Komfort-)Wärmebedarfs von ca. 5% zu erwarten gewesen. Das gewünschte Resultat der vielen KVA-Fernwärmeausbauprojekte lässt also (noch) auf sich warten. Beim Dampf konnten erhöhte Lieferungen an Industrieunternehmen in den Städten Basel und Zürich die reduzierten Lieferungen aus den KVA Perlen und Monthey nicht ganz kompensieren.
- Die **Stromabgabe** nahm im Vergleich zu 2024 um 1.1% (- 19 GWh) ab. Klammert man die Effekte der Sonderzustände bei den KVA Basel und St. Gallen im Jahr 2024 sowie bei den KVA Niederurnen und Zuchwil im Jahr 2025 aus, ist die Stromabgabe in den letzten Jahren nahezu konstant geblieben.
- Die **Verluste aus den Rauchgasen und dem Abdampf** sind im Vergleich zum Vorjahr um 1.0% (- 64 GWh) gesunken. Insgesamt wurde bei zurzeit 11 KVA Wärme mit Wärmerückgewinnungsanlagen an die Fernwärme übertragen, was ziemlich genau der gesamten Fernwärmeabgabe der KVA Winterthur entspricht.

Sonderereignisse

Im Betriebsjahr 2025 ist bei einer Anlage ein längerer ausserplanmässiger Ausfall aufgetreten. Bei zwei weiteren Anlagen führten Umbau- bzw. Inbetriebnahmearbeiten zu einer unvollständigen Betriebsdatengrundlage. Die genauen Hintergründe und abgeschätzten Auswirkungen sind hier erklärt:

- Bei der **KVA Sion** war die Turbine längere Zeit zwecks Reparatur ausser Betrieb. Dies hatte eine geschätzte Stromminderproduktion im Jahr 2025 von knapp 24 GWh zur Folge.
- In Zusammenhang mit dem laufenden Umbau der **KVA Niederurnen** wurde eine der beiden Turbinen ausser Betrieb genommen. Im Vergleich zu einem normalen Betriebsjahr entstand im Jahr 2025 eine Stromminderproduktion von etwa 30 GWh.
- Wegen der Inbetriebnahme der neuen **KVA Zuchwil** zwischen August und Dezember 2025 wurden die Betriebsdaten von zwei unterschiedlichen Prozessleitsystemen aufgenommen. Weil das Zusammenfügen der beiden Datenreihen einen unverhältnismässig hohen Aufwand bedeutet hätte, wurden die besten verfügbaren Daten für die Berechnung der Jahreszahlen verwendet. Diese sind jedoch mit Vorsicht zu geniessen.

Massenfluss der Schweizer KVA 2025

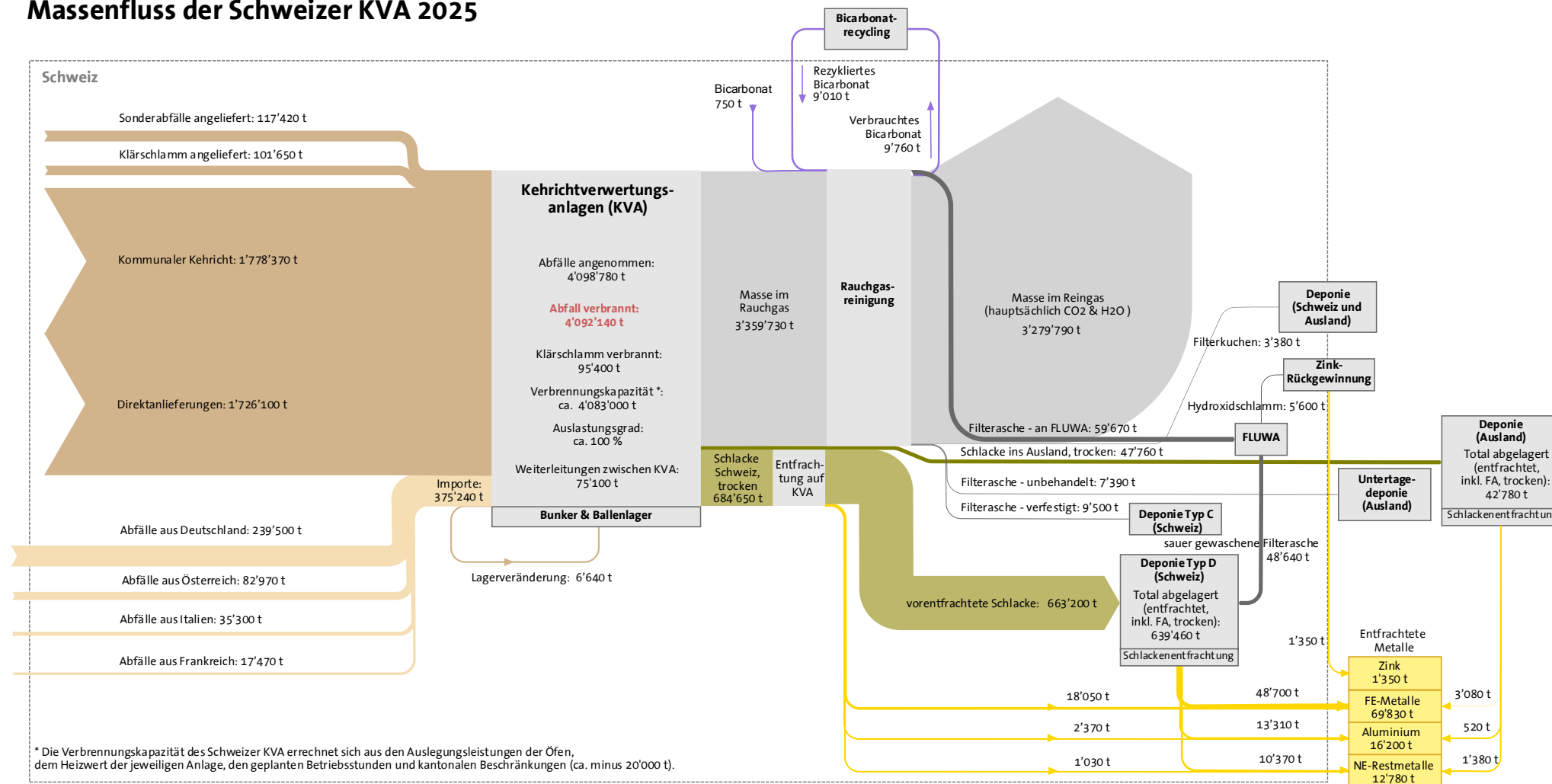


Abbildung 19: Massenflussdiagramm 2025

Hinweis: Die Schweizer KVA exportieren für die importierte Abfallmenge anteilmässig Schlacke ins Ausland. 2025 betrug die exportierte Schlackemenge 47'760 t; 42'780 t davon wurden nach der Metallentfrachtung abgelagert.

Angelieferte & verbrannte Abfälle [kt]

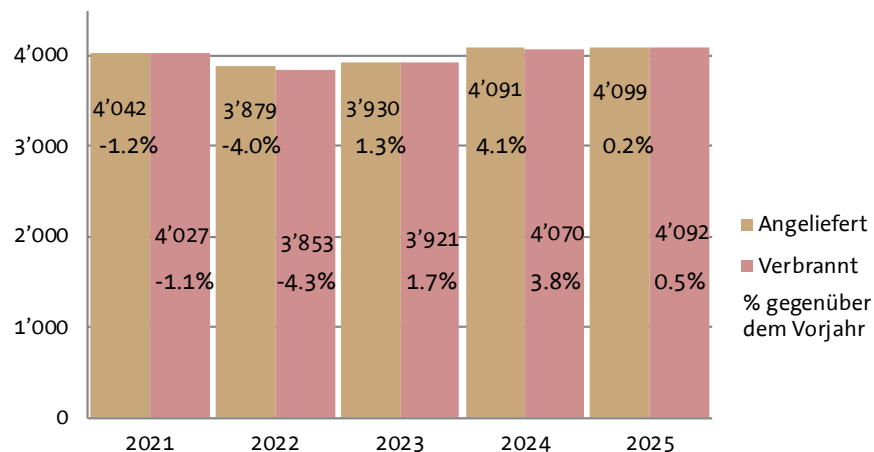


Abbildung 20: Angelieferte und verbrannte Abfälle 2025 (Differenz ist Lagerveränderung)

Rückstände & entnommene Metalle [kt]

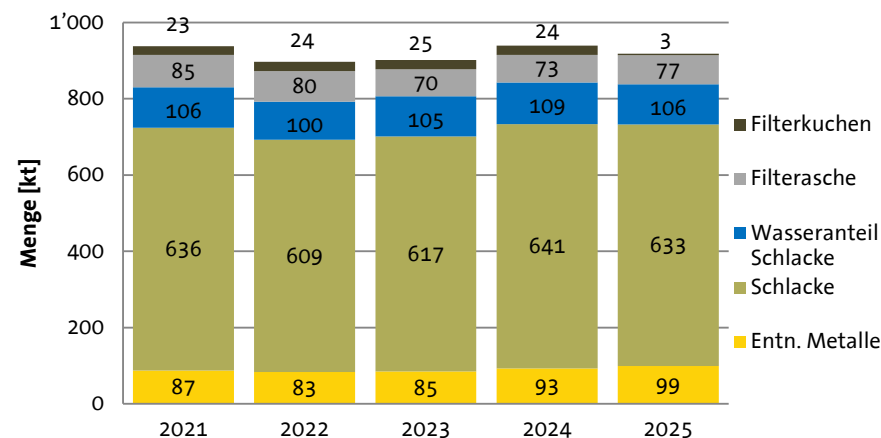


Abbildung 21: Verbrennungsrückstände und entnommene Metalle 2025 in 1'000 Tonnen (alle Angaben in Trockenmasse)

Angelieferte Abfälle [kt]

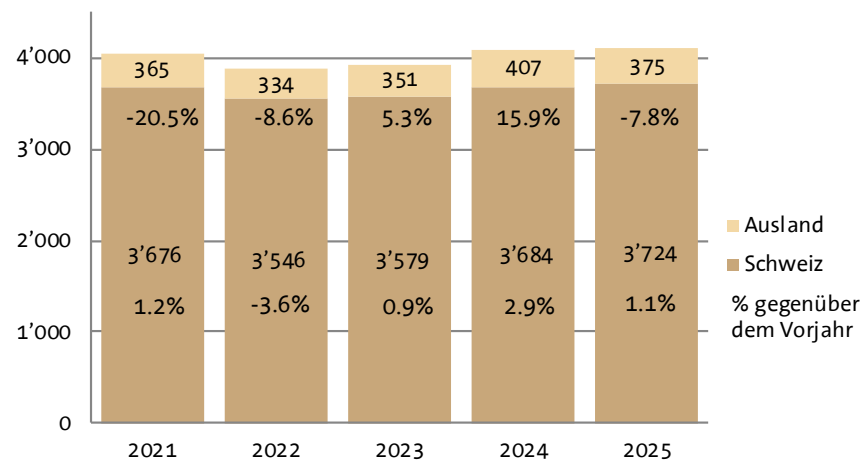


Abbildung 22: Angelieferte Abfälle 2025 aufgeteilt nach Herkunft (In- und Ausland)

Rückstände & entnommene Metalle [%]

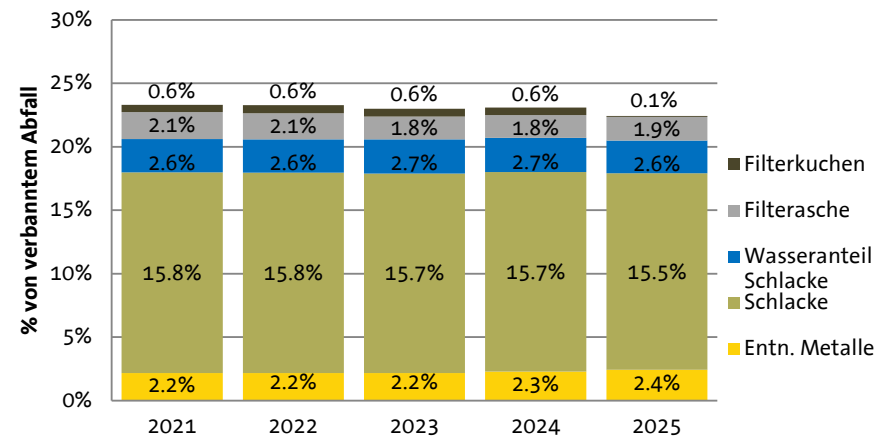


Abbildung 23: Verbrennungsrückstände und entnommene Metalle 2025 in % der verbrannten Abfallmenge (alle Angaben in Trockenmasse)

Veränderung der angelieferten Abfallmengen 2024/25 [kt]

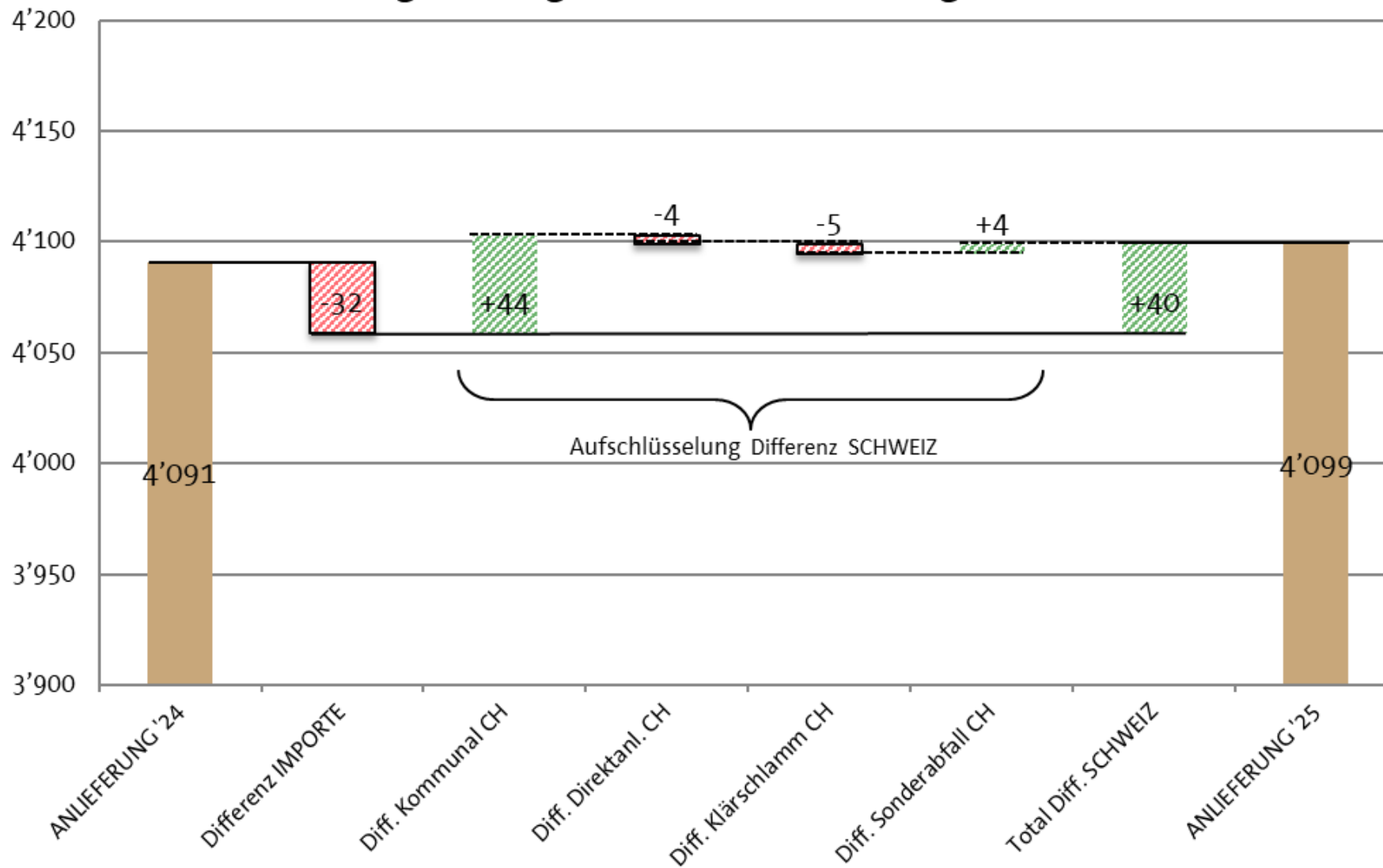


Abbildung 24: Veränderung der angelieferten Abfallmengen von 2025 gegenüber 2024

Bemerkungen zu den Mengenzahlen 2025

Der **angelieferte Abfall** nahm um **8'000 t (+ 0.2 %)** zu, dazu geführt haben (Veränderung zum Vorjahr bezogen auf die Gesamtmenge):

- Importe (DE, AT, FR, IT): - 32'000 t (- 0.8 %)
- Inlandanlieferungen: + 40'000 t (+ 1.0 %)

Die **verbrannte Menge** Abfall nahm um **22'000 t (+ 0.5 %)** zu, dazu geführt haben (Veränderung zum Vorjahr auf die Gesamtmenge):

- Angelieferte Abfälle: + 8'000 t (+ 0.2 %)
- Differenz Änderung Bunker/Lager: + 14'000 t (+ 0.3 %)

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

- Sonderabfall: + 4'000 t (+ 3.7 %): Seit der Klassifizierung von Altholz als Sonderabfall im Jahr 2016 ist kein eindeutiger Trend erkennbar. Allerdings schwanken die Mengen maximal +/- 15% um den Durchschnitt von ca. 120'000 Tonnen pro Jahr.
- Klärschlamm: - 5'000 t (- 4.3 %): Seit 2016 ist die Trockenmasse der Klärschlammengen leicht abnehmend (durchschnittlich -0.8 % pro Jahr). Allerdings ist auch in Zukunft kein Verbot für die thermische Verwertung von Klärschlamm in KVA absehbar.
- Kommunale Anlieferungen: + 44'000 t (+ 2.5 %): Die Abfallmengen aus Haushalten und Kleingewerbe sind seit etwa 10 Jahren bei ca. 1.7 Mio. t/a sehr stabil mit Schwankungen von maximal +/- 2% um den Durchschnitt.
- Direktanlieferungen: - 4'000 t (- 0.2 %): Zum ersten Mal seit 2018 (mit Ausnahme vom Covid-Jahr 2022) sind die Gewerbe- und Industrieabfälle nicht gestiegen. Allerdings beträgt das durchschnittliche Wachstum während dieser Zeit + 1.0 % pro Jahr (auch mit Berücksichtigung vom Covid-Jahr 2022).

Die **Importmengen** sind seit etwa 10 Jahren bei ca. 350'000 t pro Jahr relativ stabil. Gäbe es nicht einen Ausreisser von ca. + 50'000 Tonnen im Jahr 2024, wären die jährlichen Schwankungen im Bereich von +/- 5% geblieben. Allerdings verstecken sich hinter dieser Stabilität erhebliche Schwankungen der Importmengen aus den einzelnen Nachbarländern.

Bei den **Rückständen** werden die Stoffflüsse rund um die Zinkrückgewinnung erstmals im Detail dargestellt. Die im Elektrofilter abgeschiedene und zur Zinkrückgewinnung weitergeleitete Flugasche wird separat von der Flugasche erfasst, die nach dem Elektrofilter in einer gewöhnlichen Nasswäsche abgeschieden und anschliessend als «Filterkuchen» deponiert wird. Dementsprechend ist die Menge «Filterkuchen» in Abbildung 19 und Abbildung 21 um einiges kleiner als bisher. Wegen Messunsicherheiten und Annahmen insbesondere bei den Flugaschenwaschanlagen ist zurzeit nur eine grobe Massenbilanzierung der Zinkrückgewinnungsprozesse möglich.

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:

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

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 Ammoniakendüse, Wassereindüse, 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 Messungengenauigkeit in der Größenordnung von \pm 5% auf. Für eine gute Näherung des Heizwertes ist eine kalibrierte Frischdampfmesstelle zentral.

Stromnutzungsgrad

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

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

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 * 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

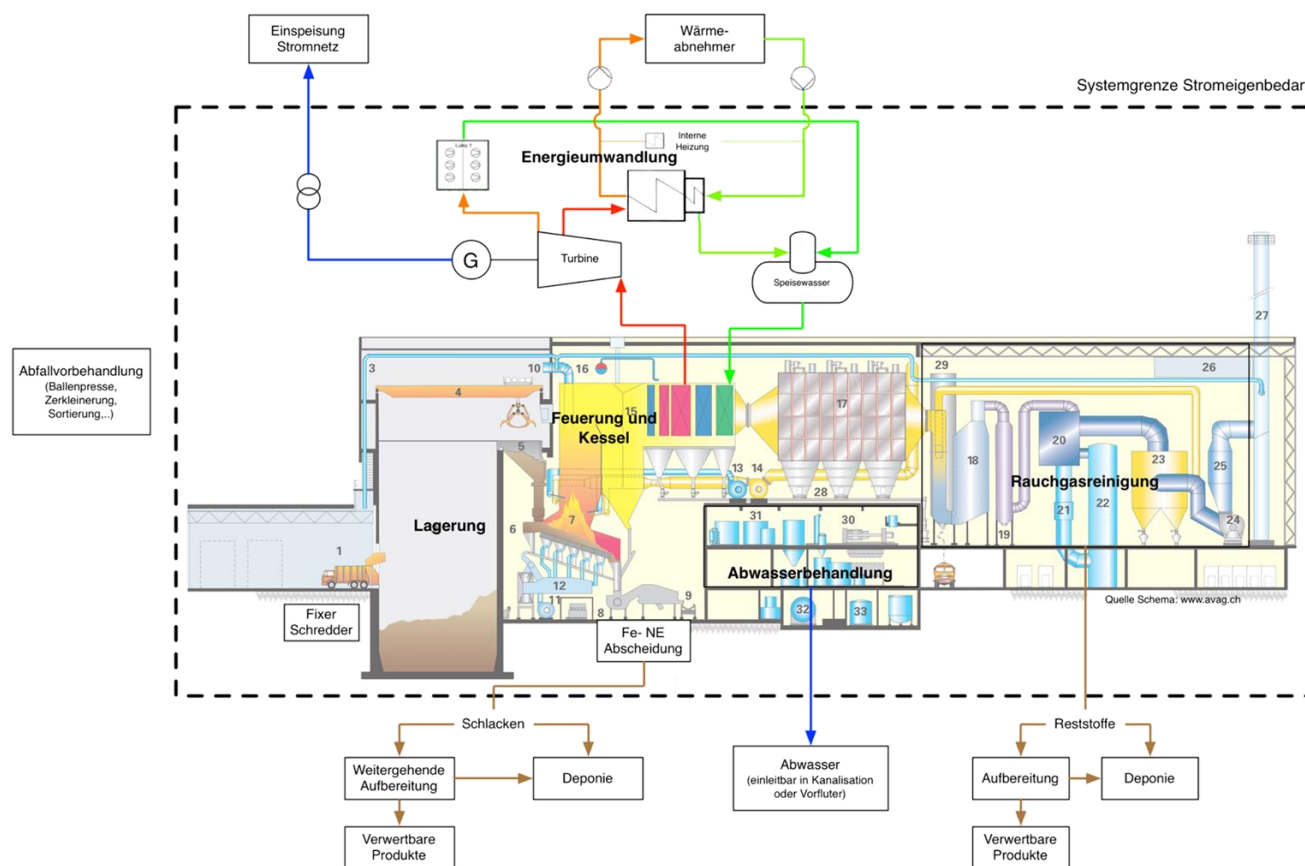


Abbildung 25: Schema der Systemgrenzen des Stromeigenbedarfs