



Resultate 2020

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



Abbildung: KVA Buchs (SG): Der VfA Buchs hat 2020 rund 2 GWh an negativer Sekundärregelenergie bereitgestellt. KVA in der Schweiz können insgesamt knapp 20% der von Swissgrid benötigten negativen Sekundärregelleistung vorhalten und leisten knapp 4% der tatsächlich abgerufenen Regelenergie (Bildquelle: www.vfa-buchs.ch).



Datum: 26. April 2021

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

Auftragnehmer/in: Ryttec AG



Ansprechpersonen :

BFE, Daniel Binggeli	daniel.binggeli@bfe.admin.ch	058 462 68 23
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 38
Ryttec AG, Martin Kiener – Mengenzahlen	energieeffizienz@rytec.ch	031 511 13 38

BFE-Vertrags- und Projektnummer: SI/401777-01

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 2020, 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 2010-2019¹ 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:

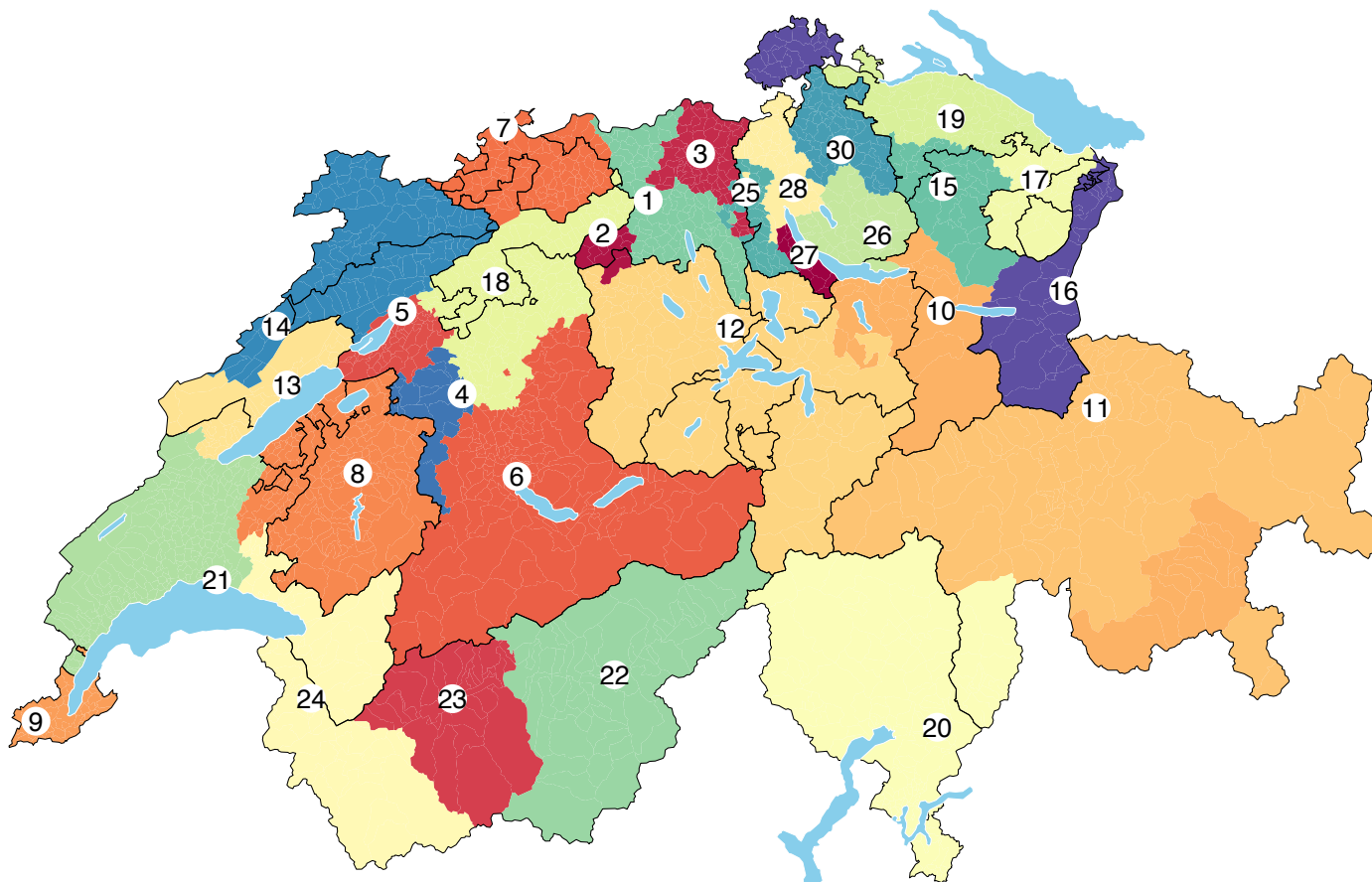


Abb. 1: Einzugsgebiete der Schweizer KVA im Jahr 2020

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>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>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>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

Abb. 1: Einzugsgebiete der Schweizer KVA im Jahr 2020	3
Abb. 2: Zusammenstellung Energiekennzahlen 2020 (kompakt)	6
Abb. 3: Zusammenstellung Energiekennzahlen 2020 (detailliert).....	7
Abb. 4: Energienutzungsgrad nach EnV, und Auswirkung durch Sonderzustände (Turbinen- und Generatorausfall, ausserplanmässiger Stillstand) für 4 Anlagen (rote Kreise und Pfeile)	8
Abb. 5: Energetische Nettoeffizienz ENE und Auswirkung durch Sonderzustände	9
Abb. 6: Heizwert 2020 und 2019	10
Abb. 7: R1-Faktor 2020 und 2019	11
Abb. 8: Energetische Nettoeffizienz ENE 2020 und 2019	12
Abb. 9: Kesselwirkungsgrad 2020 und 2019	13
Abb. 10: Spezifischer Wärmeexport 2020	14
Abb. 11: Spezifischer Wärmeeigenbedarf 2020	15
Abb. 12: Spezifischer Stromexport 2020	16
Abb. 13: Spezifischer Stromeigenbedarf 2020	17
Abb. 14: Wärmenutzungsgrad 2020	18
Abb. 15: Stromnutzungsgrad 2020	19
Abb. 16: Energieflussdiagramm CH-KVA 2020	20
Abb. 17: Energieflussdiagramm einer typischen KVA ohne CO ₂ -Abscheidung (links) und mit Abscheidung von 90% der emittierten CO ₂ -Menge auf Kosten der exportierten Wärmemenge (Mitte) resp. der exportierten Strommenge (rechts).....	21
Abb. 18: Massenflussdiagramm CHF-KVA 2020	24
Abb. 19: Angelieferte und verbrannte Abfälle (Differenz ist Lagerveränderung)	25
Abb. 20: Verbrennungsrückstände und entnommene Metalle in 1000 Tonnen (ab 2020 Schlacke als Trockenmasse)	25
Abb. 21: Verbrennungsrückstände und entnommene Metalle in % der verbrannten Abfallmenge (ab 2020 Schlacke als Trockenmasse).....	25
Abb. 22: Veränderung der angelieferten Abfallmengen von 2020 gegenüber 2019	26
Abb. 23: Schema der Systemgrenzen des Stromeigenbedarf	30

Vergleichstabelle Energiekennzahlen CH- KVA 2020 (kompakt)

	Abfallinput			Effizienz-Kennzahlen			Energie-Verwertung				Fremdenergie
	Verbrennte Abfallmenge	Heizwert nach Standardmethode	R1 nach AbfRRU	Energetische Nettoeffizienz (ENE)	Wärmenutzungsgrad nach EN1	Stromnutzungsgrad nach EN1	Wärmeabgabe (einkl. Eigenverbrauch)	Stromabgabe (einkl. Eigenverbrauch)	Wärmegenbedarf	Stromgenbedarf	Fremdenenergiebedarf
	[t/a]	[GJ/t]	[]	[]	[%]	[%]	[MWh/a]	[MWh/a]	[MWh/a]	[MWh/a]	[MWh/a]
01 AG Buchs (AG)	137'231	12.75	0.71	0.60	16.8%	19.5%	65'666	82'067	15'901	12'899	828
02 AG Oftringen ¹⁾	66'179	13.36	0.67	0.58	17.5%	20.2%	42'320	44'494	3'227	8'441	14'805
03 AG Turgi	120'864	12.09	0.74	0.60	19.4%	19.6%	64'749	63'692	13'787	15'969	43
04 BE Bern	144'032	13.12	0.81	0.70	27.8%	18.7%	142'502	77'655	3'165	20'388	0
05 BE Biel	50'285	12.60	0.53	0.42	18.4%	12.0%	28'951	15'507	3'387	5'897	235
06 BE Thun	147'149	9.77	0.79	0.68	18.2%	21.8%	67'252	73'104	5'659	14'090	599
07 BS Basel	223'192	11.75	1.01	0.89	63.9%	11.1%	461'297	51'735	7'189	30'051	5'226
08 FR Posieux	97'145	12.78	0.83	0.70	24.3%	20.7%	74'932	59'319	8'938	12'811	644
09 GE Genf	222'478	11.11	0.84	0.75	40.2%	14.8%	267'799	81'582	9'213	20'652	6'488
10 GL Niederurnen	112'610	11.83	0.66	0.50	7.1%	21.5%	14'242	63'036	12'133	16'437	9
11 GR Trimmis	114'678	11.89	0.71	0.56	25.7%	15.6%	83'024	43'489	14'192	15'637	36
12 LU Perlen	272'162	12.84	0.95	0.88	35.4%	20.3%	339'264	175'249	4'219	21'941	7
13 NE Colombier	66'545	11.68	0.62	0.48	14.3%	17.0%	24'762	28'578	6'028	8'247	115
14 NE La Chau-de-Fonds	52'652	11.33	0.89	0.67	44.9%	14.5%	66'711	13'732	7'720	10'474	580
15 SG Bazenheid ¹⁾	77'726	11.45	0.73	0.53	31.3%	15.7%	61'511	27'071	15'949	9'383	9'559
16 SG Buchs (SG)	176'692	12.65	0.94	0.79	48.0%	14.7%	274'718	67'938	23'533	23'668	1'038
17 SG St. Gallen ²⁾	83'026	10.89	0.72	0.54	50.6%	6.3%	109'763	5'953	17'416	9'927	2'157
18 SO Zuchwil	248'018	10.98	0.78	0.62	19.2%	21.0%	112'819	126'672	32'225	30'501	68
19 TG Weinfelden	150'024	11.85	0.83	0.70	40.4%	13.7%	185'158	51'393	14'361	16'323	36
20 TI Giubiasco ³⁾	167'119	11.61	0.72	0.58	14.9%	20.9%	60'347	92'588	19'948	21'703	944
21 VD Lausanne ²⁾	179'404	12.90	0.84	0.73	51.0%	10.6%	296'821	56'310	30'750	17'500	5'662
22 VS Gamsen	37'828	12.58	0.81	0.65	60.8%	5.0%	74'725	898	5'708	6'174	752
23 VS Sion ^{1,2)}	55'966	12.87	0.42	0.29	12.9%	13.5%	18'541	21'902	8'722	8'924	14'636
24 VS Monthey	180'213	10.83	0.92	0.73	18.7%	26.3%	80'124	113'575	21'496	29'003	0
25 ZH Dietikon	93'870	12.63	0.76	0.63	24.0%	18.3%	74'540	46'329	4'410	14'032	226
26 ZH Hinwil	187'632	12.52	0.66	0.56	9.6%	20.5%	57'258	111'906	5'562	22'007	0
27 ZH Horgen	36'536	12.56	0.88	0.80	34.8%	18.3%	43'756	19'585	663	3'761	228
28 ZH ZH Hagenholz	250'254	11.73	1.04	0.96	55.1%	15.6%	444'768	103'405	4'231	23'578	116
29 ZH ZH Josefstrasse	126'127	10.11	0.70	0.57	31.7%	12.8%	106'262	31'175	6'002	14'943	898
30 ZH Winterthur	194'005	12.53	0.85	0.73	29.0%	19.6%	184'727	105'548	11'284	26'938	229
Anlagen- Mittelwert	135'721	11.987	0.78	0.65	30.2%	16.7%	130'977	61'850	11'234	16'410	2'205
CH-Mittelwert		11.918	0.81	0.69	31.6%	17.3%					
CH-Mittelwert 2019 **		11.924	0.82	0.70	32.2%	17.3%					
CH- Summe	4'071'643						3'929'310	1'855'486	337'020	492'298	66'164
CH-Summe 2019	4'041'686					Nur Abfall, ohne	3'990'615	1'855'358	344'813	485'669	61'969
CH- Maximal	272'162	13.36	1.04	0.96	63.9%	26.3%	461'297	175'249	32'225	30'501	14'805
CH- Minimal	36'536	9.77	0.42	0.29	7.1%	5.0%	14'242	898	663	3'761	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. 4 und Beschrieb S. 23

tiefster Wert (= 0)

Abb. 2: Zusammenstellung Energiekennzahlen 2020 (kompakt)

Energienutzungsgrad CH- KVA 2020

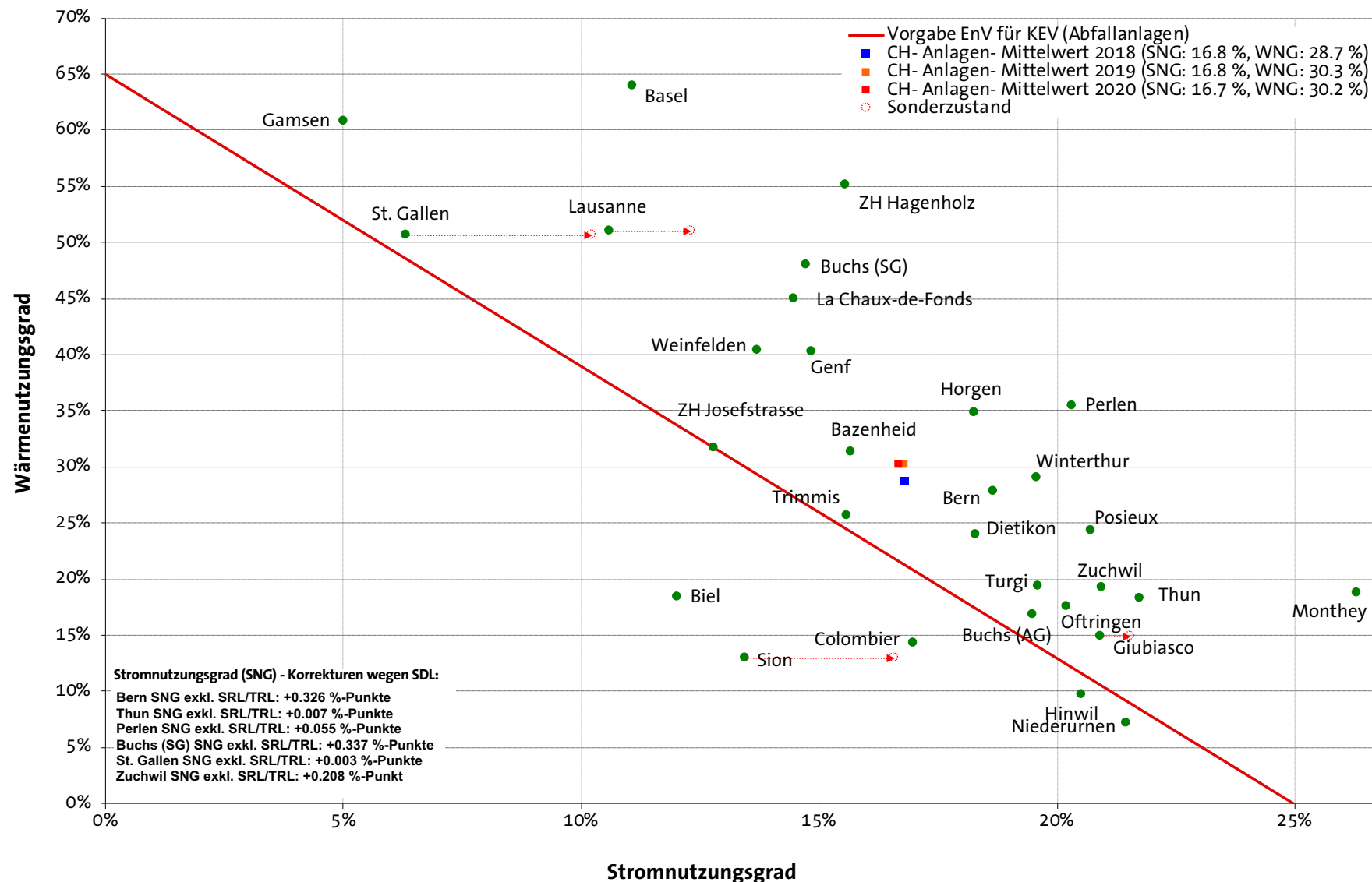


Abb. 4: Energienutzungsgrad nach EnV, und Auswirkung durch Sonderzustände (Turbinen- und Generatorausfall, ausserplanmässiger Stillstand) für 4 Anlagen (rote Kreise und Pfeile)

Energetische Netto-Effizienz CH- KVA 2020

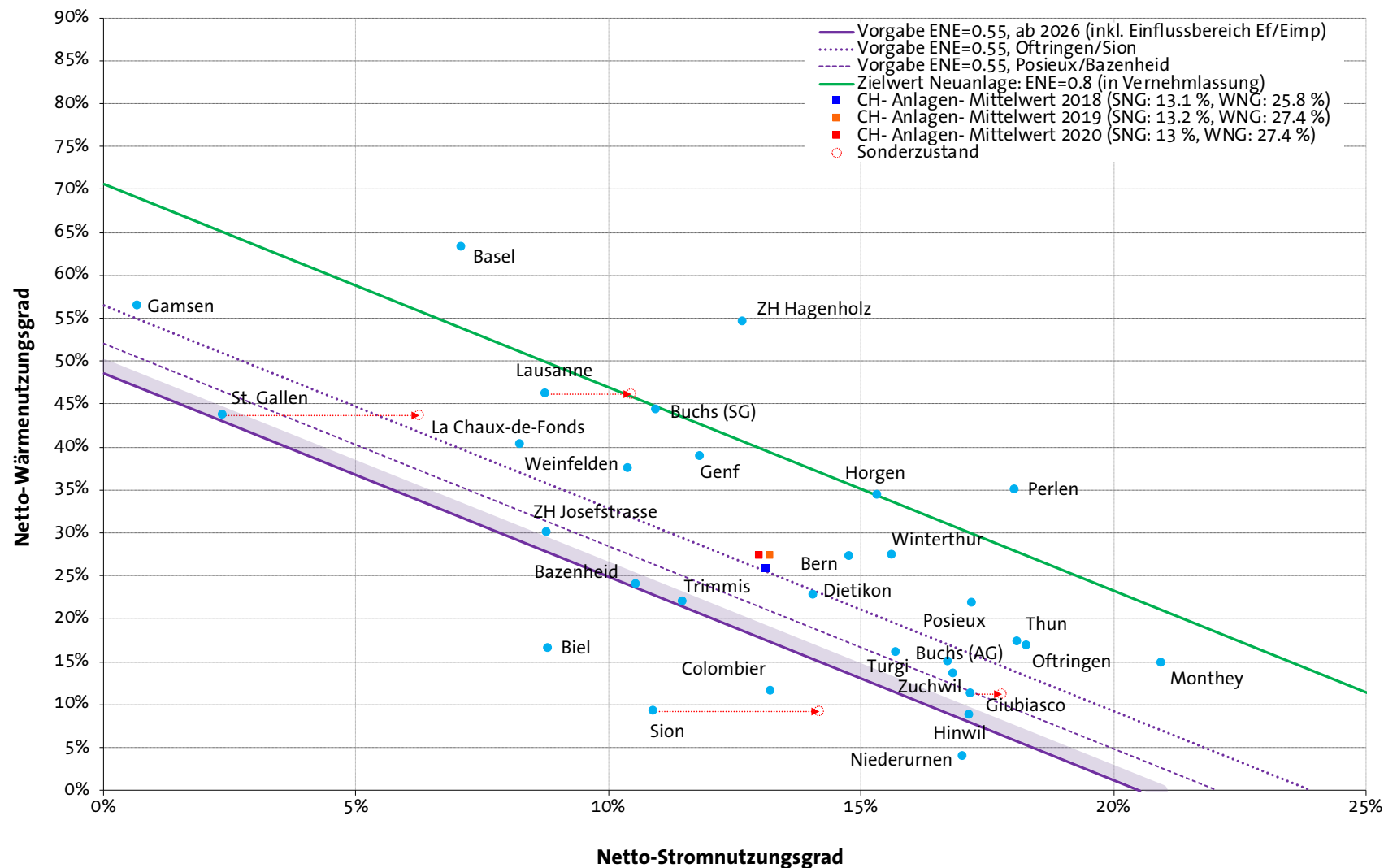


Abb. 5: Energetische Nettoeffizienz ENE und Auswirkung durch Sonderzustände

Hinweis: Die ENE-Formel ist auf Seite 29 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 (Hinwil und Trimmis erfüllen die Vorgabe). Auf Grund des hohen Anteils an Fremdenergie ist die Vorgabe für einen ENE-Wert von 0.55 für vier Anlagen deutlich höher. Die Anlage in Bazenhaid erfüllt die Vorgabe (gestrichelte Linie) deshalb nicht. Die Anlage in Oftringen erfüllt die Vorgabe (gepunktete Linie).

Heizwert nach Standardmethode 2020 und 2019

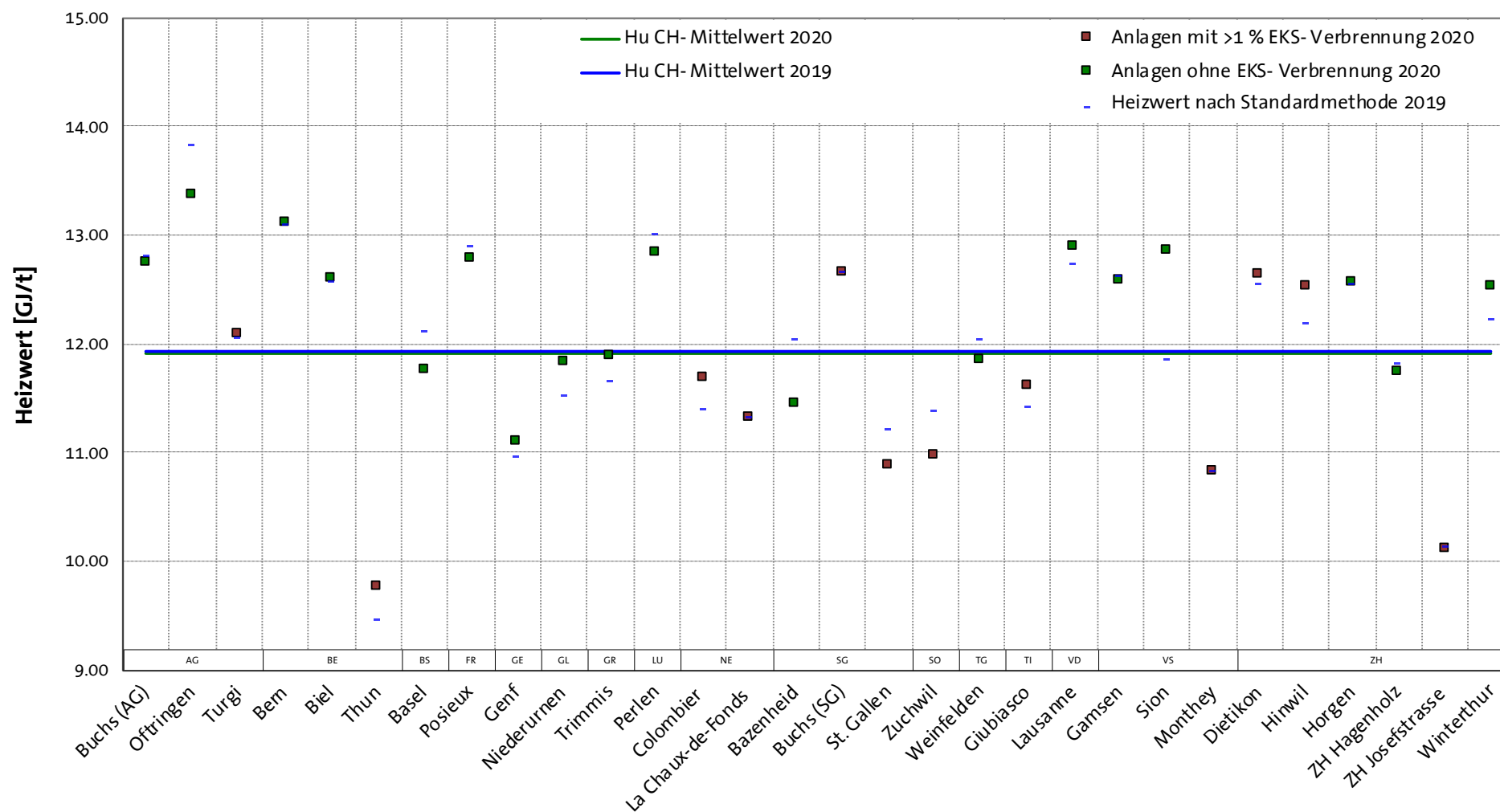


Abb. 6: Heizwert 2020 und 2019

R1- Faktor 2020 und 2019

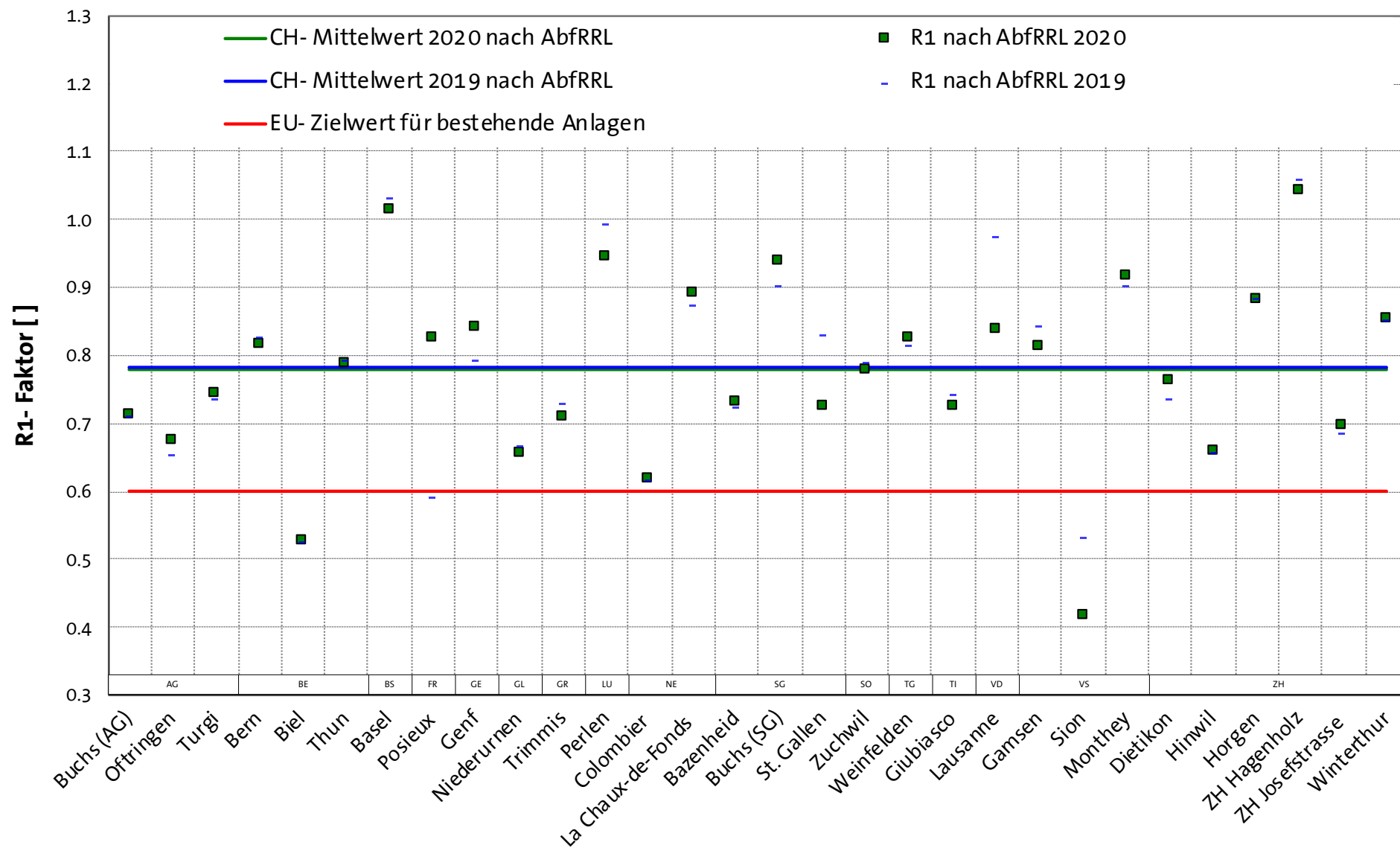


Abb. 7: R1-Faktor 2020 und 2019

Energetische Nettoeffizienz (ENE) 2020 und 2019

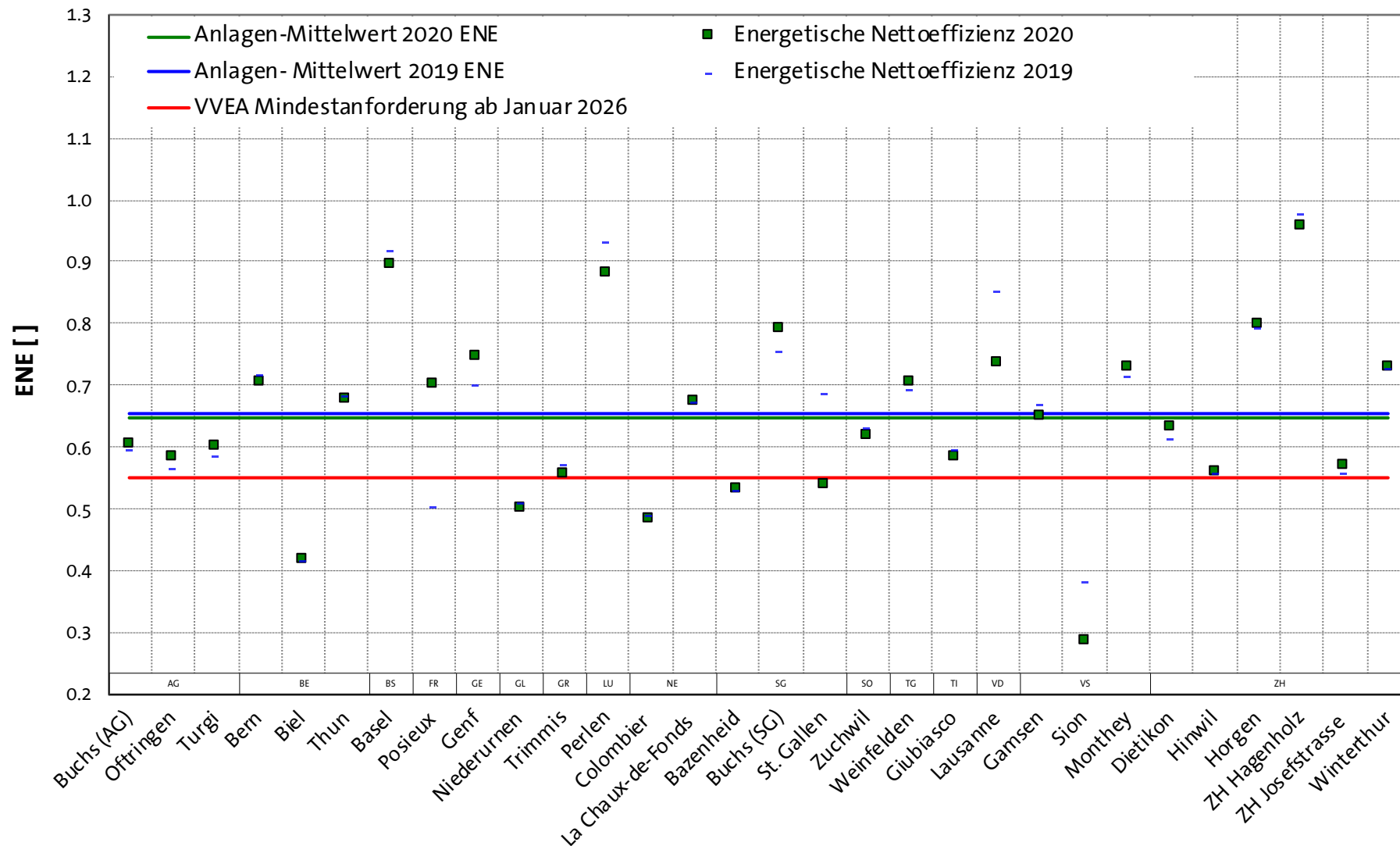


Abb. 8: Energetische Nettoeffizienz ENE 2020 und 2019

Kesselwirkungsgrad 2020 und 2019

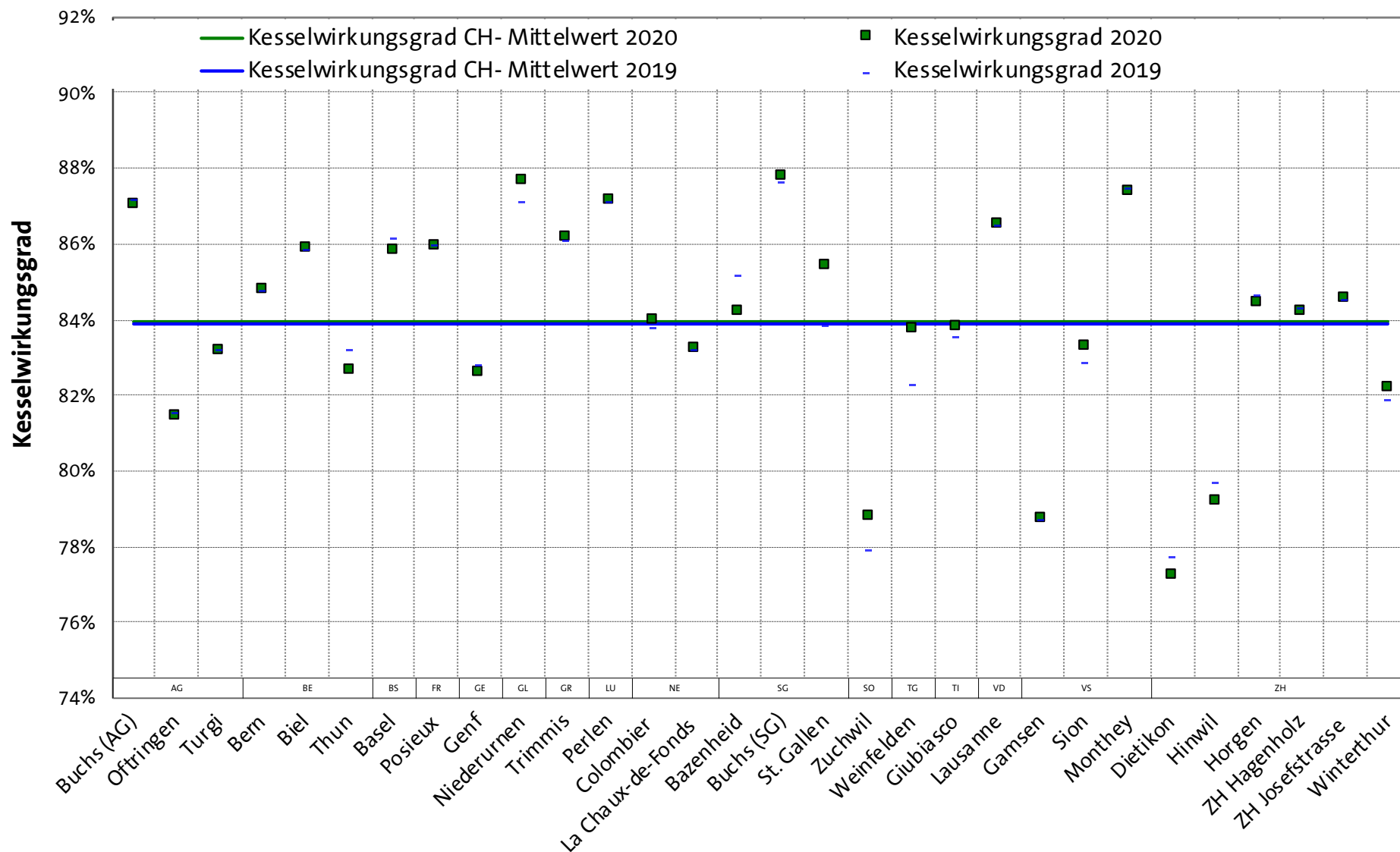


Abb. 9: Kesselwirkungsgrad 2020 und 2019

Spezifischer Wärmeexport 2020

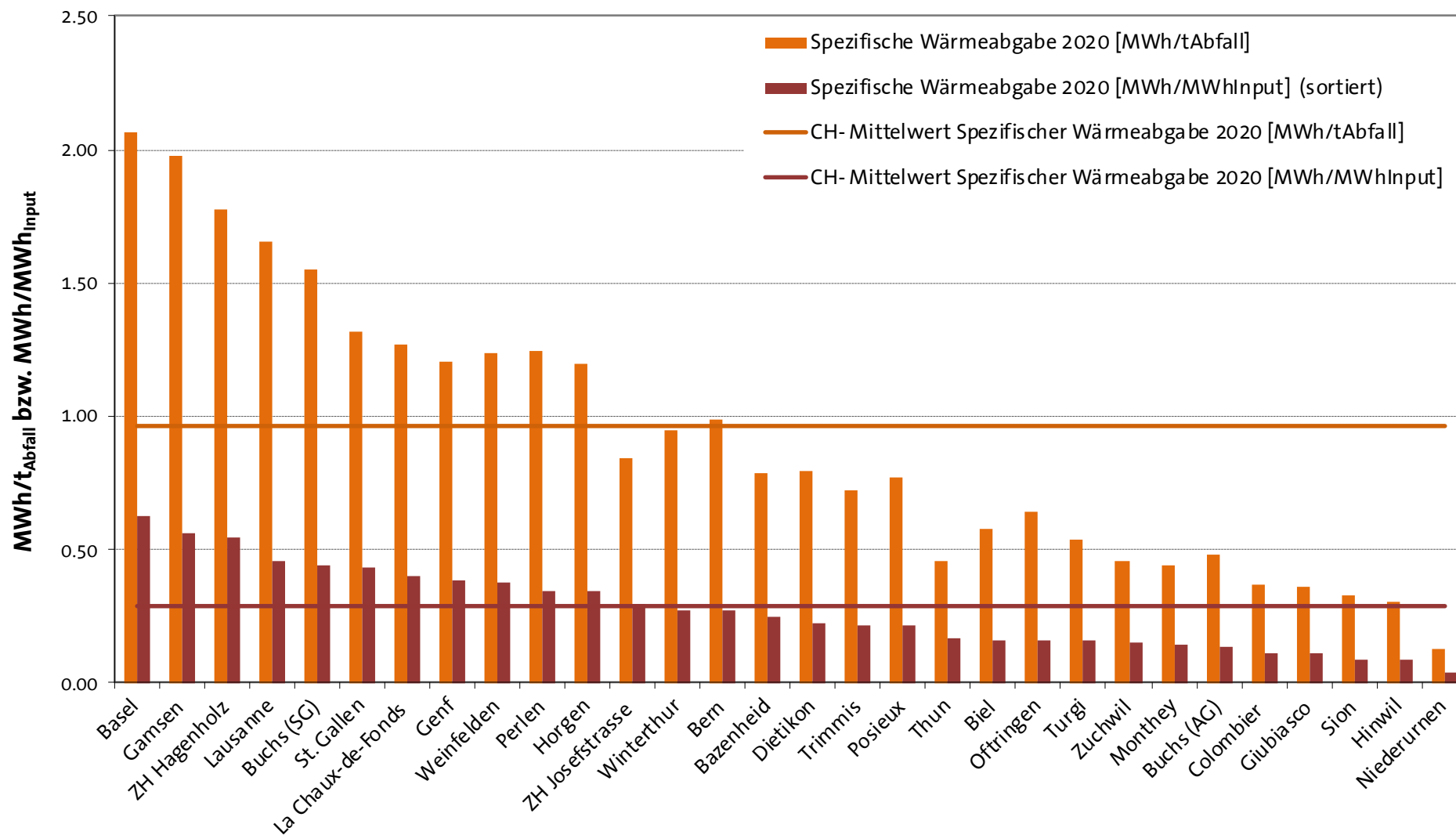


Abb. 10: Spezifischer Wärmeexport 2020

Spezifischer Wärmebedarf 2020

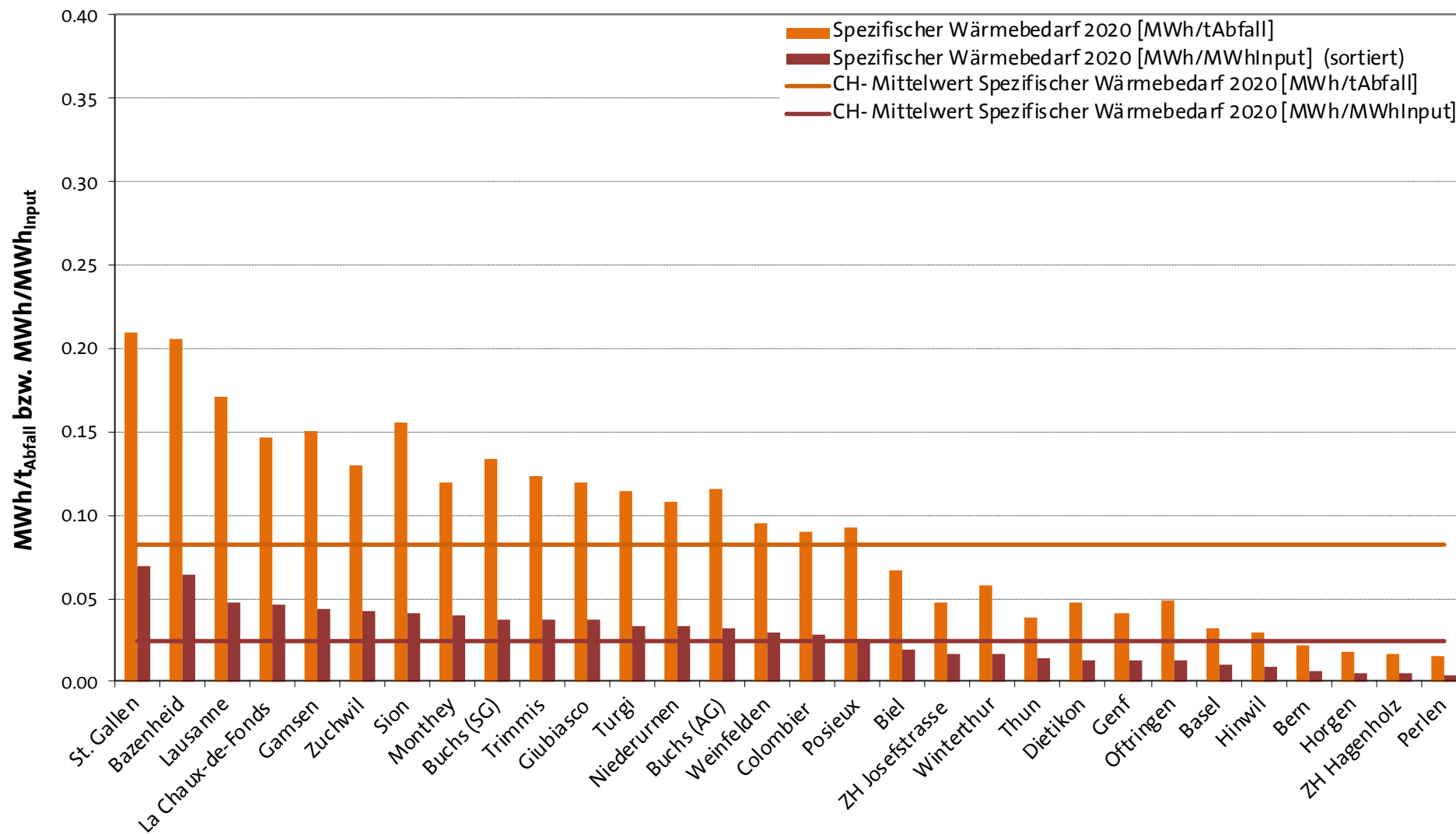


Abb. 11: Spezifischer Wärmeeigenbedarf 2020

Spezifischer Stromexport 2020

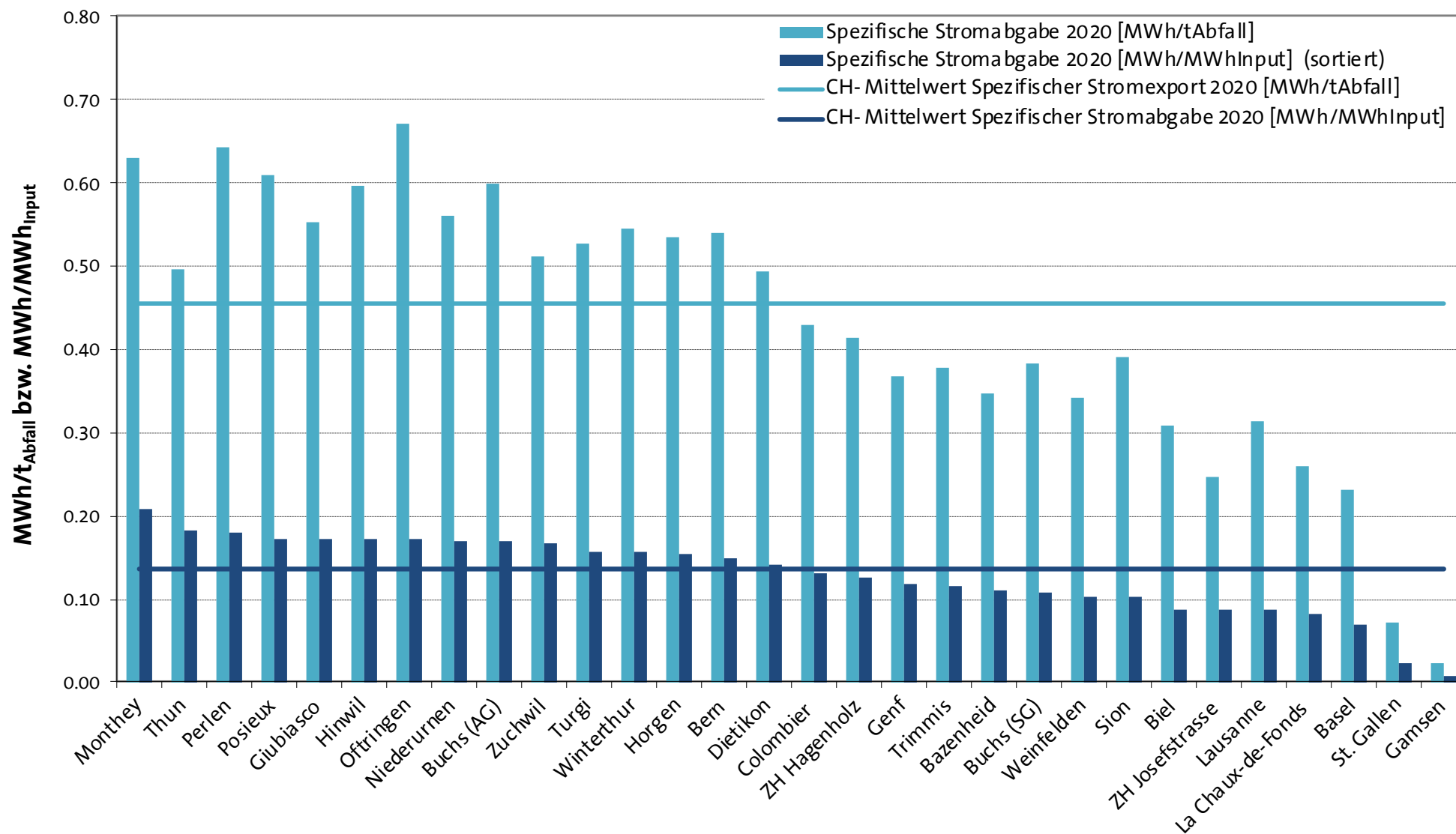


Abb. 12: Spezifischer Stromexport 2020

Spezifischer Strombedarf 2020

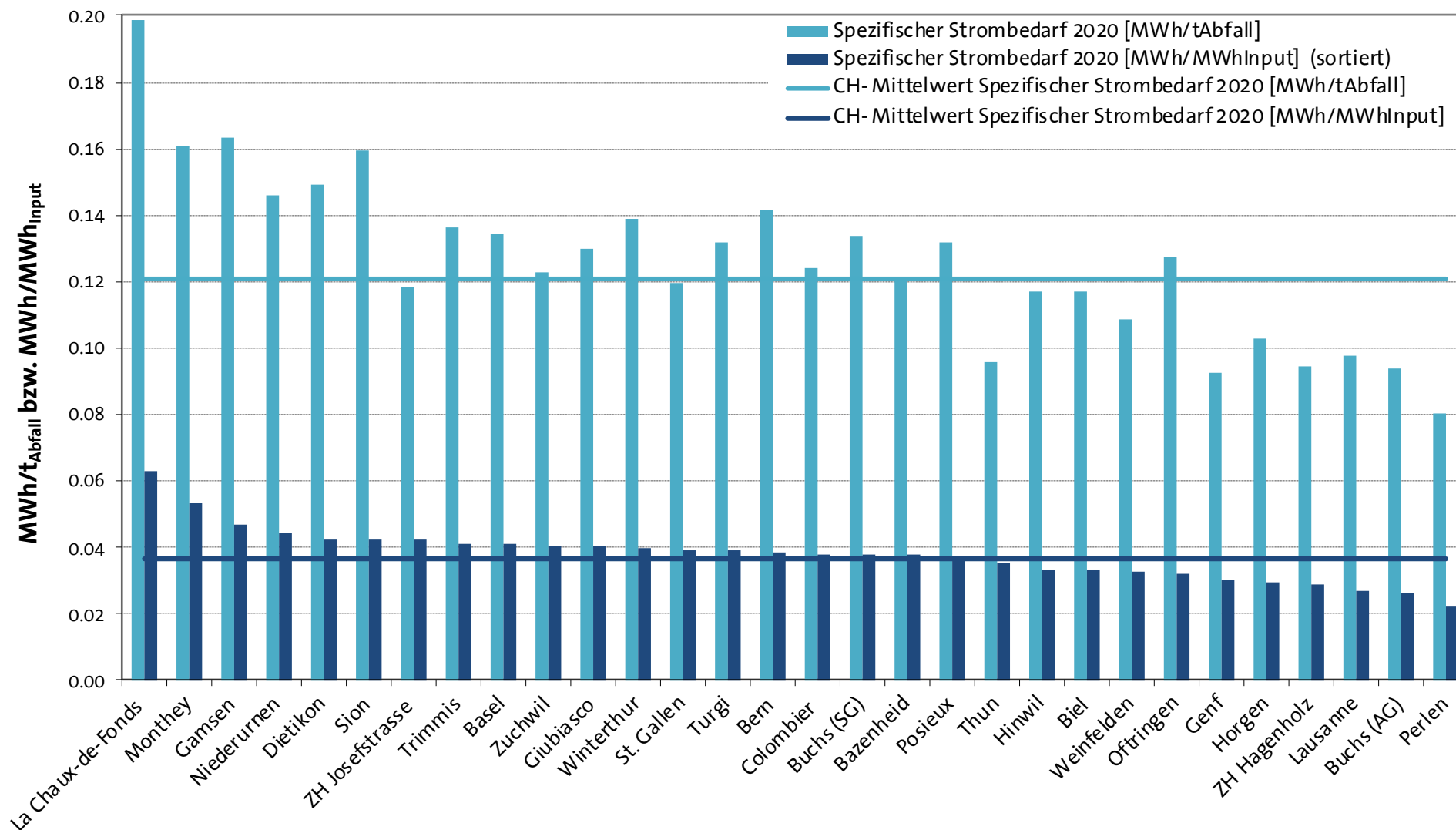


Abb. 13: Spezifischer Stromeigenbedarf 2020

Wärmenutzungsgrad 2020

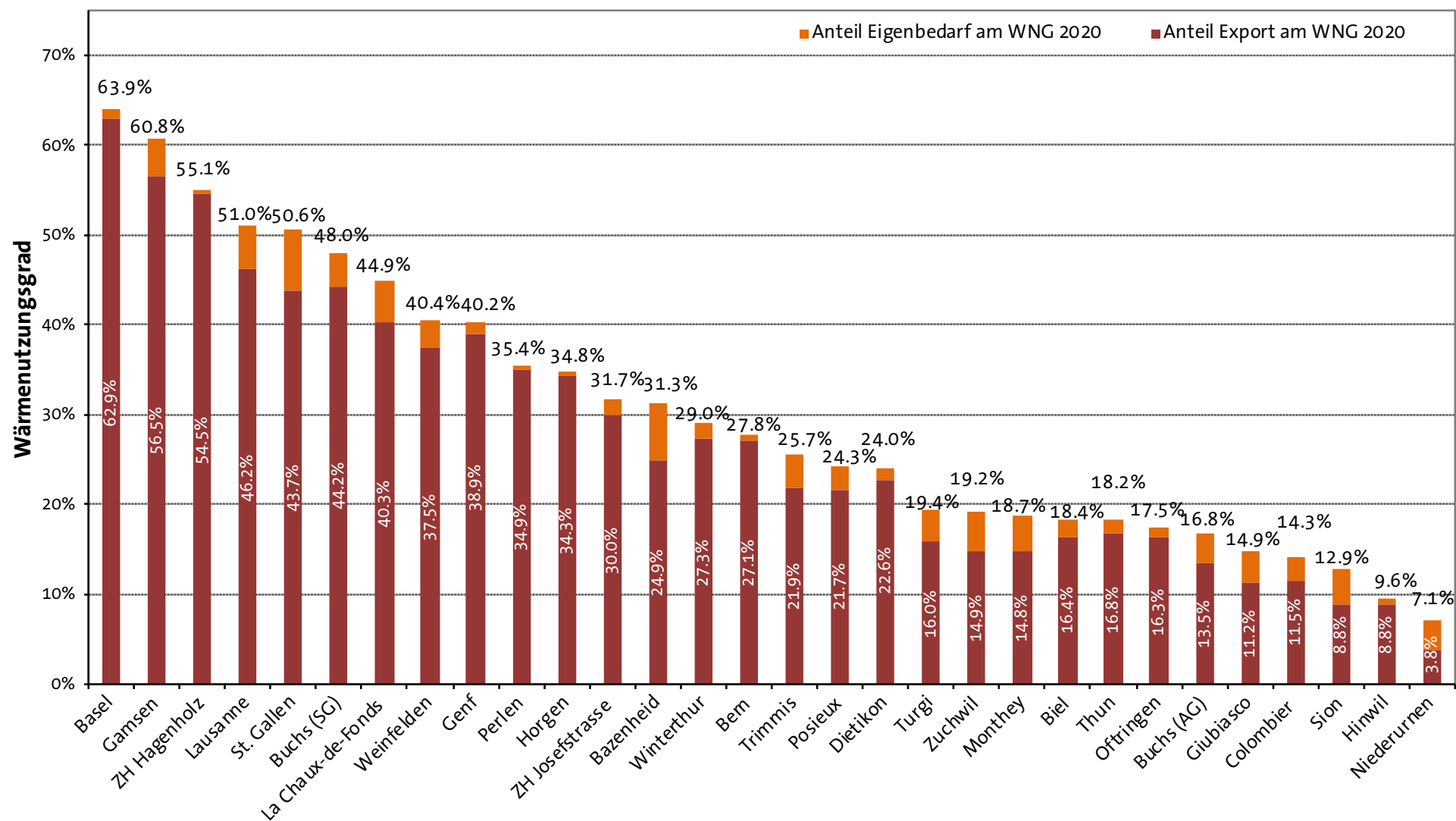


Abb. 14: Wärmenutzungsgrad 2020

Stromnutzungsgrad 2020

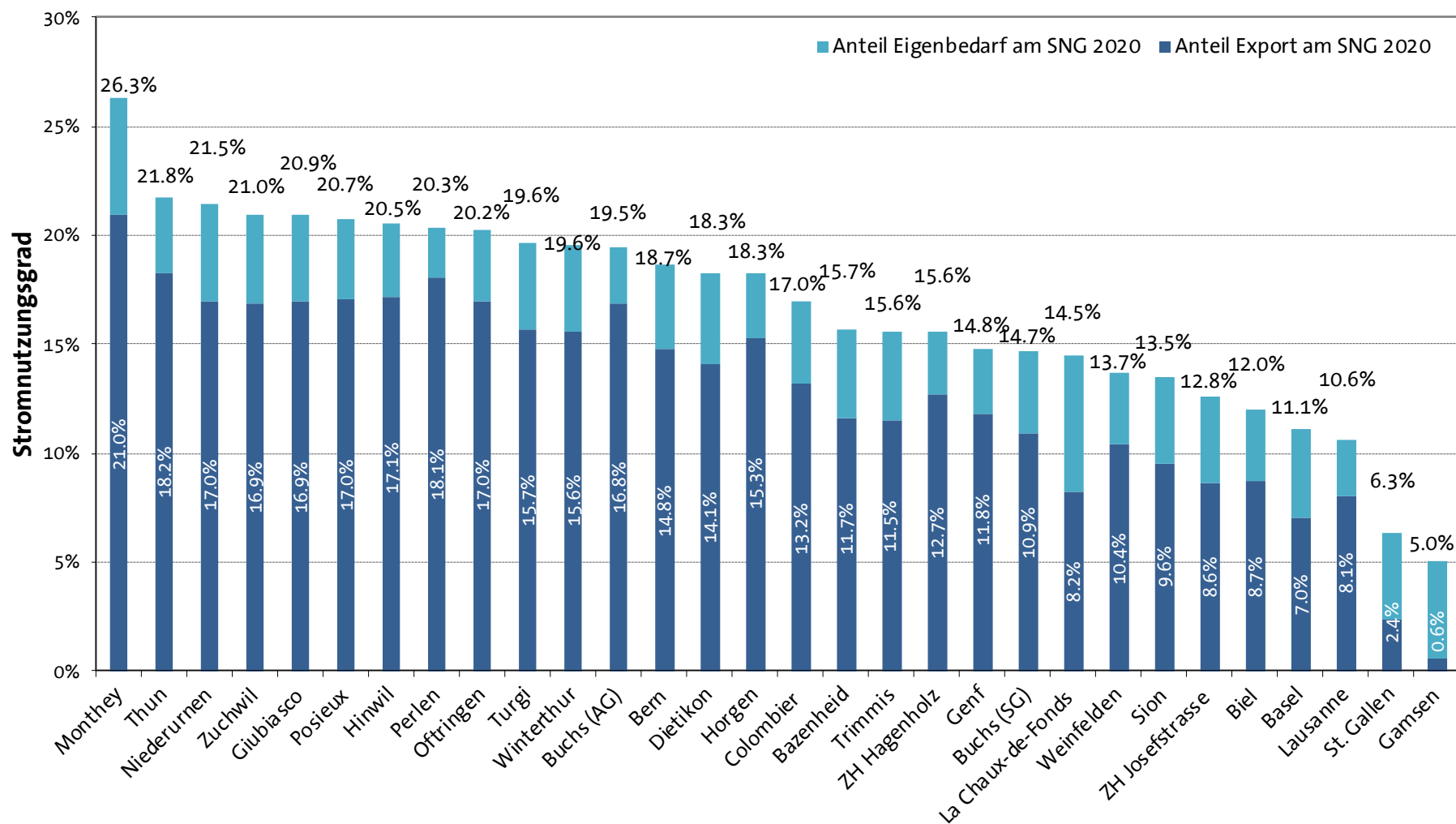


Abb. 15: Stromnutzungsgrad 2020

Energiefluss CH-KVA 2020

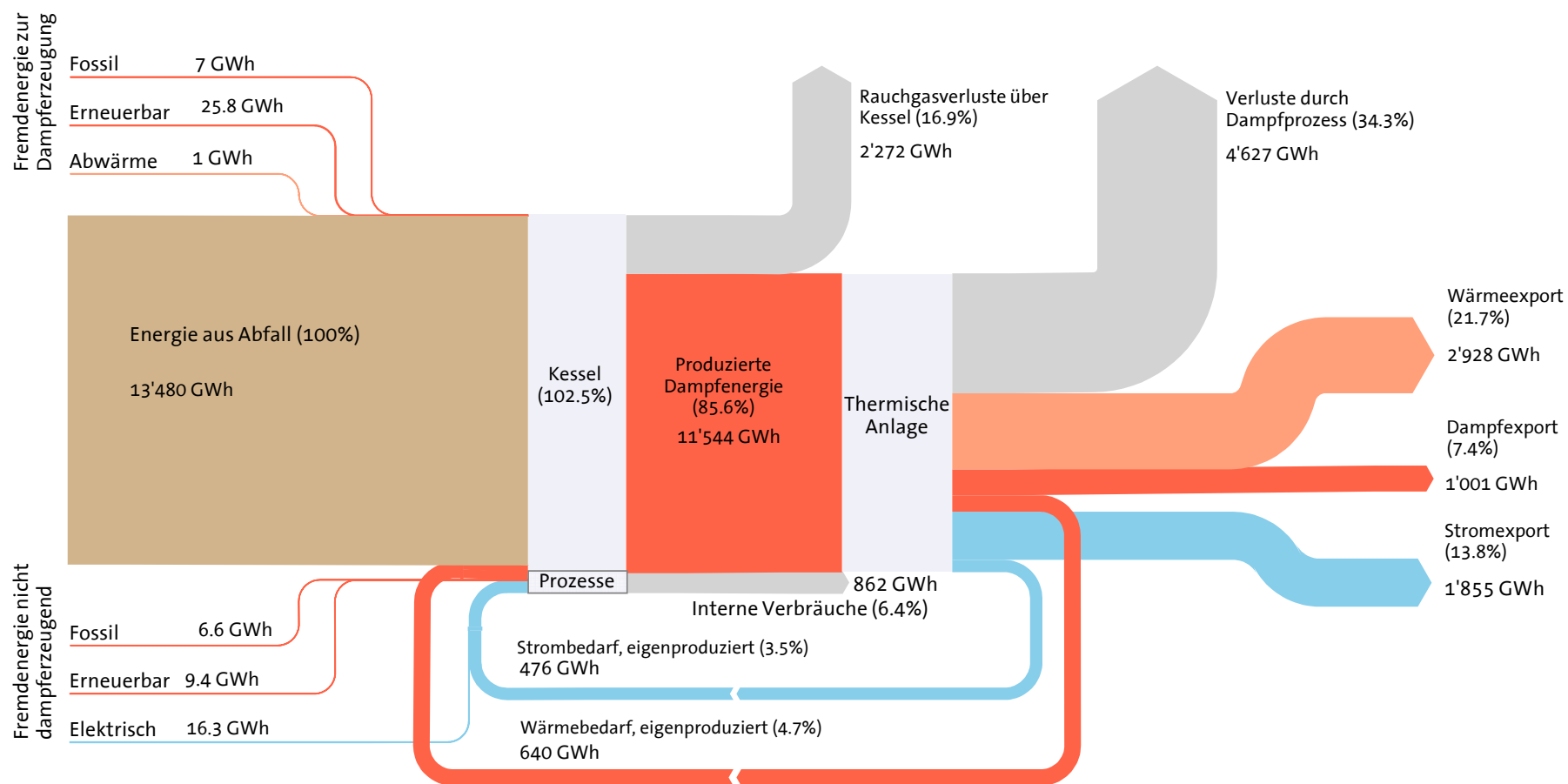


Abb. 16: Energieflussdiagramm CH-KVA 2020

Hinweis: Die Entwicklung diverser Kennzahlen über mehrere Jahre kann auf der Webseite des VBSA⁴ angesehen werden

Die Fremdenergien setzen sich wie folgt zusammen:

- Fossil dampferzeugend: Öl-Stutzbrenner für den Startvorgang (Basel und Genf)
- Erneuerbar dampferzeugend: Abwärme aus dem Drehrohrofen (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)

⁴ <https://vbsa.ch/fakten/energie-charts/>

Einfluss der CO₂-Abscheidung auf die Energienutzung bei einer KVA

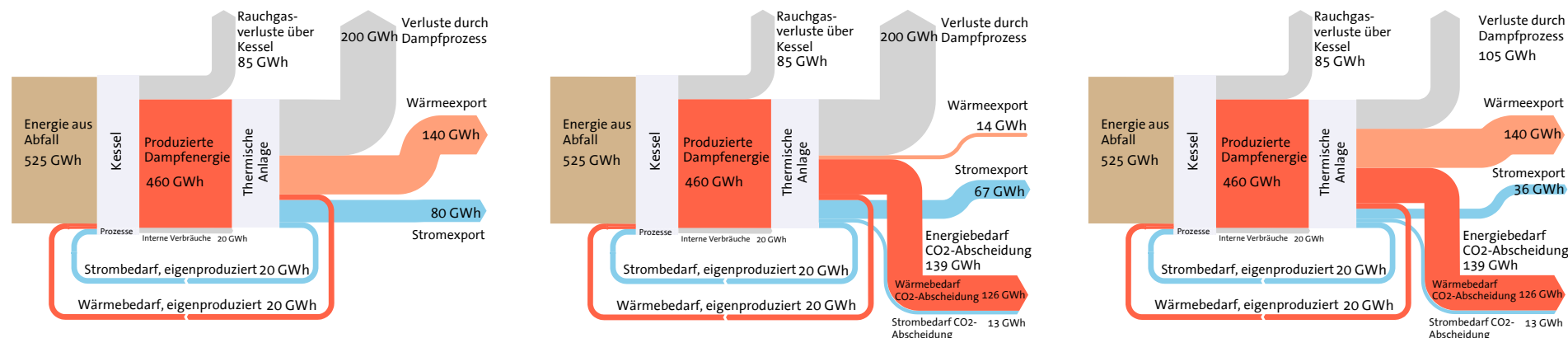


Abb. 17: Energieflussdiagramm einer typischen KVA ohne CO₂-Abscheidung (links) und mit Abscheidung von 90% der emittierten CO₂-Menge auf Kosten der exportierten Wärmemenge (Mitte) resp. der exportierten Strommenge (rechts)

Eine KVA emittiert pro Tonne Abfall rund 1 Tonne CO₂. Davon ist rund die Hälfte fossilen Ursprungs und die andere Hälfte biogenen Ursprungs. Als Richtwert für die CO₂-Abscheidung wird mit einem Energiebedarf von rund 1 MWh/t_{CO₂} an Wärmeenergie und 0.1 MWh/t_{CO₂} Strom einem Abscheidewirkungsgrad von 90% gerechnet. Soll nun 90% der emittierten CO₂-Menge (d.h. der klimapolitische «Best Case») abgeschieden werden, benötigt der Abscheideprozess für diese typische KVA 126 GWh Wärme und 13 GWh Strom. Diese Energie kann dank der flexiblen Betriebsart einer KVA verschiedentlich zur Verfügung gestellt werden. In einem Szenario benötigt die CO₂-Abscheidung fast die gesamte zur Verfügung stehende Wärmeenergie und etwa 16% der exportierten Strommenge. In einem zweiten Szenario wird der Wärmeexport aufrecht erhalten aber der Stromexport nimmt um 55% ab.

Im Entwurf der Vollzugshilfe zur Energiegewinnung und -nutzung auf KVA wird der CO₂-Abscheidungsprozess als ausserhalb der Systemgrenze betrachtet. Die dafür aufzuwendende Energiemenge kann daher der genutzten Wärme- und Strommenge angerechnet werden.

Für das erste Szenario mit vermindertem Wärmeexport wird der Energienutzungsgrad, um die KEV-Mindestanforderungen zu erreichen, nicht beeinträchtigt. Ebenso bleibt die energetische Nettoeffizienz ENE konstant.

Beim zweiten Szenario mit gleichbleibendem Wärmeexport verschiebt sich der Betriebspunkt auf dem KEV-Nutzungsgrad-Diagramm nach links oben, hin zu höherem Wärmenutzungsgrad (da die für die CO₂-Abscheidung benötigte Wärmemenge der genutzten Wärmemenge angerechnet wird) aber tieferem Stromnutzungsgrad. Die ENE-Zahl nimmt von 0.69 auf 0.80 zu (der Grund für die Zunahme liegt in der verhältnismässig tieferen Gewichtung von Strom gegenüber Wärme).

BEMERKUNGEN ZU DEN ENERGIEKENNZAHLEN 2020

Allgemeine Veränderungen

Im Vergleich zu den letztjährigen Energiekennzahlen ergaben sich nur geringfügige Veränderungen.

- Der **Energieinput in den Kessel** ist leicht angestiegen (+ 0.3%). Die Grund dafür ist die Zunahme der Menge des verbrannten Abfalls (+ 0.3%) bei gleichbleibendem Heizwert (+ 0.0%).
- Die **Wärme- und Dampfabgabe** hat um 1.5% abgenommen (- 61 GWh). Dabei nahm sowohl der Verkauf von Wärme (- 0.5%) als auch von Dampf (- 4.6%) ab, bei rund 3% tieferer Anzahl an Heizgradtagen 2020 (Ø Schweiz). Andere Sondereffekte sind nicht bekannt.
- Die **Stromabgabe** blieb im Vergleich zu 2019 konstant (+ 0 GWh). Im 2020 wiesen jedoch vier Anlagen eine nennenswerte Minderproduktion auf Grund eines Generatorausfalls auf. Gegenüber 2018 beträgt die Zunahme 1.4% (25 GWh).

Sonderereignisse im 2020

Im Betriebsjahr 2020 sind insbesondere bei zwei Anlagen ausserplanmässige Ausfälle/Revisionen aufgetreten. Die genauen Hintergründe und abgeschätzten Auswirkungen sind hier erklärt:

KVA St. Gallen

Ungeplante Reparaturen und COVID19-bedingte Verzögerungen bei der IBN führten zu einer Verlängerung der ordentlichen Revision. Zusammen mit Umbauarbeiten an der Elektro-Haupt einspeisung und einem Wasserschaden im Sommer blieb die Turbine insgesamt etwa 4 Monate länger als geplant still. Die Stromminderproduktion beträgt ca. 10 GWh.

KVA Giubiasco

Aufgrund unerwarteter Schäden an der Turbine wurde die ordentliche Revision um eine Woche verlängert. Dies hatte eine abgeschätzte Stromminderproduktion von knapp 3 GWh zur Folge.

KVA Lausanne

Die Revision der Turbine musste wegen COVID19-bedingten Schwierigkeiten, Spezialisten aus Deutschland in die Schweiz zu bringen, um 6 Wochen verlängert werden. Die geschätzte Stromminderproduktion liegt bei 11 GWh.

KVA Sion:

Die Turbogruppe blieb ab Anfang November auf Grund eines Alternatorschadens ausser Betrieb. Dies hatte eine abgeschätzte Stromminderproduktion von knapp 7 GWh zur Folge.

Bei einer Anlage wurde 2020 eine Ofenlinie stillgelegt. Da es sich hierbei nicht um einen Sonderzustand im Sinne eines ungeplanten Ereignisses handelt, wurden für diese Anlage keine hypothetischen Normalwerte errechnet. Der Vollständigkeit halber sind die Gründe aber hier erklärt:

KVA Bazenheid:

Ofenlinie 3 wurde im Juni 2020 ausser Betrieb genommen. Die Inbetriebnahme der Ersatzlinie soll Sommer 2021 erfolgen.

Massenfluss der Schweizer KVA 2020

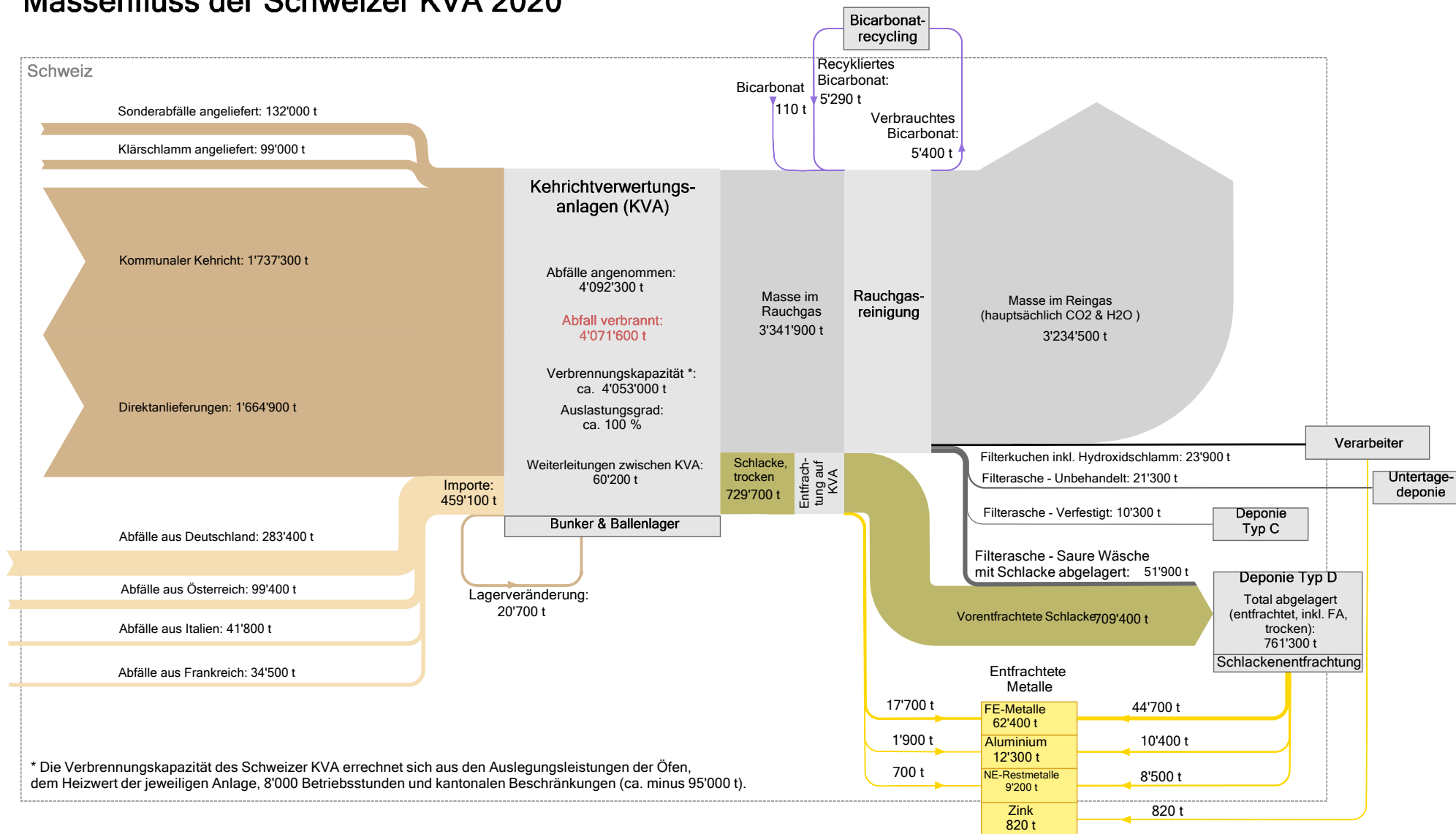


Abb. 18: Massenflussdiagramm CHF-KVA 2020

Hinweis: Die Schweizer KVA exportieren für die importierte Abfallmenge anteilmässig Schlacke ins Ausland. 2020 betrug die exportierte Schlackemenge 72'200 t

Angelieferte & verbrannte Abfälle [kt]

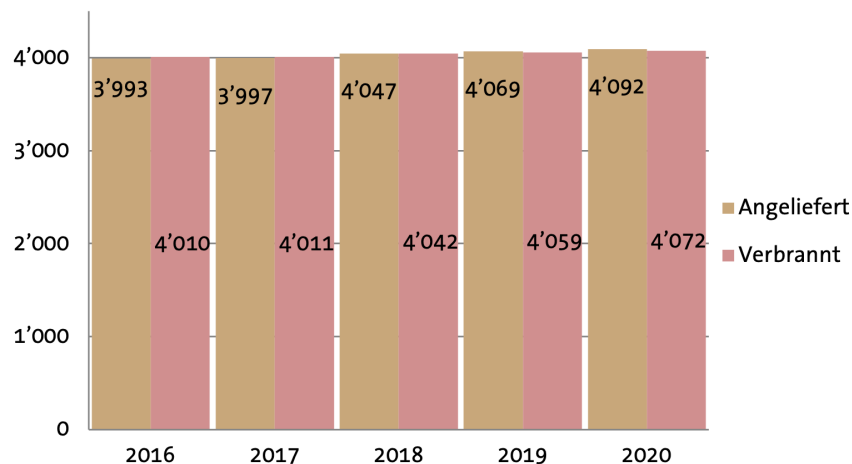


Abb. 19: Angelieferte und verbrannte Abfälle (Differenz ist Lagerveränderung)

Rückstände & entnommene Metalle [kt]

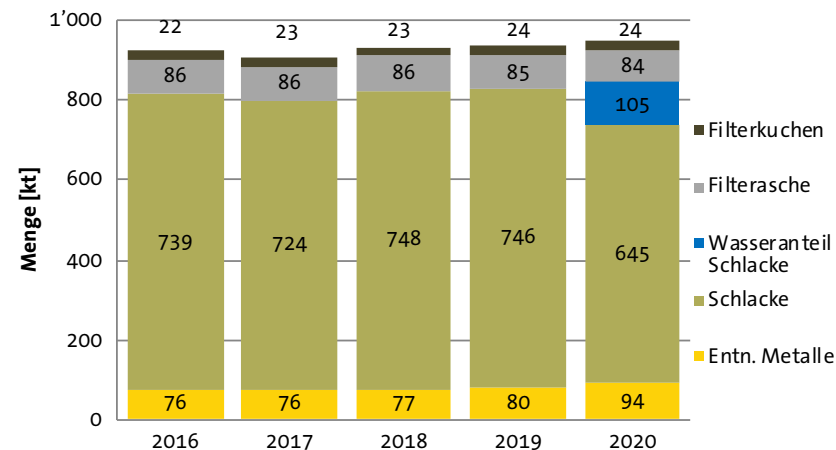


Abb. 20: Verbrennungsrückstände und entnommene Metalle in 1000 Tonnen (ab 2020 Schlacke als Trockenmasse)

Angelieferte Abfälle [kt]

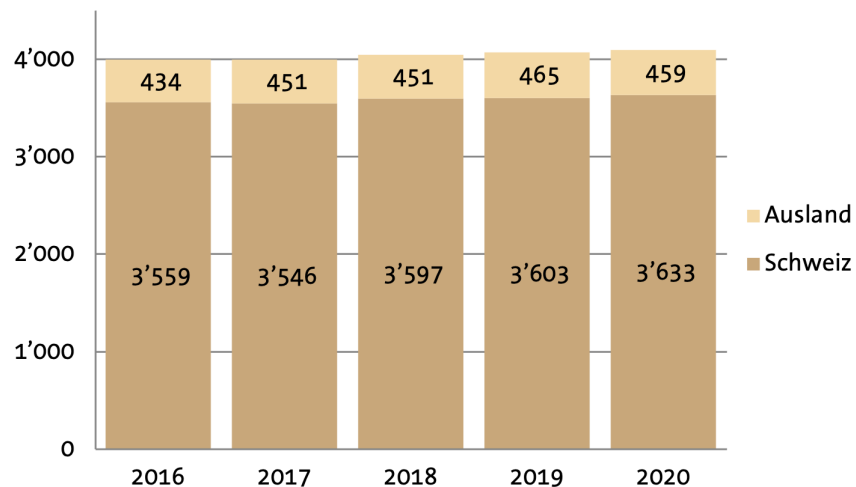


Abb.20: Angelieferte Abfälle aufgeteilt nach Herkunft (In- und Ausland)

Rückstände & entnommene Metalle [%]

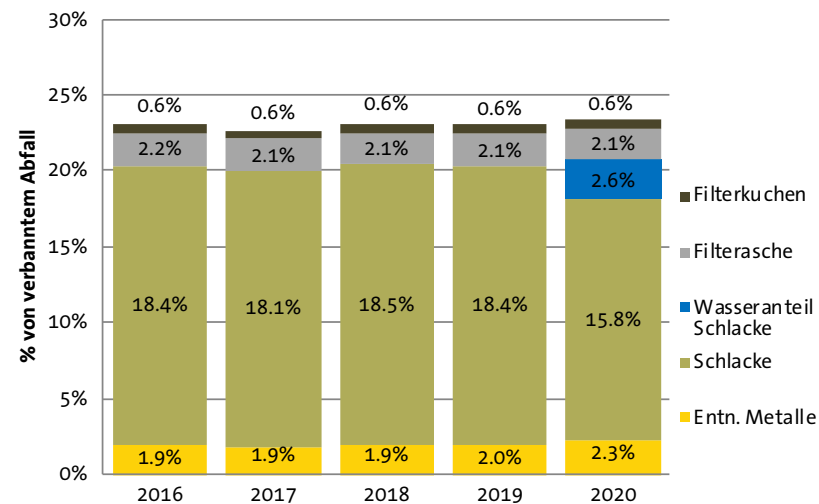


Abb. 21: Verbrennungsrückstände und entnommene Metalle in % der verbrannten Abfallmenge (ab 2020 Schlacke als Trockenmasse)

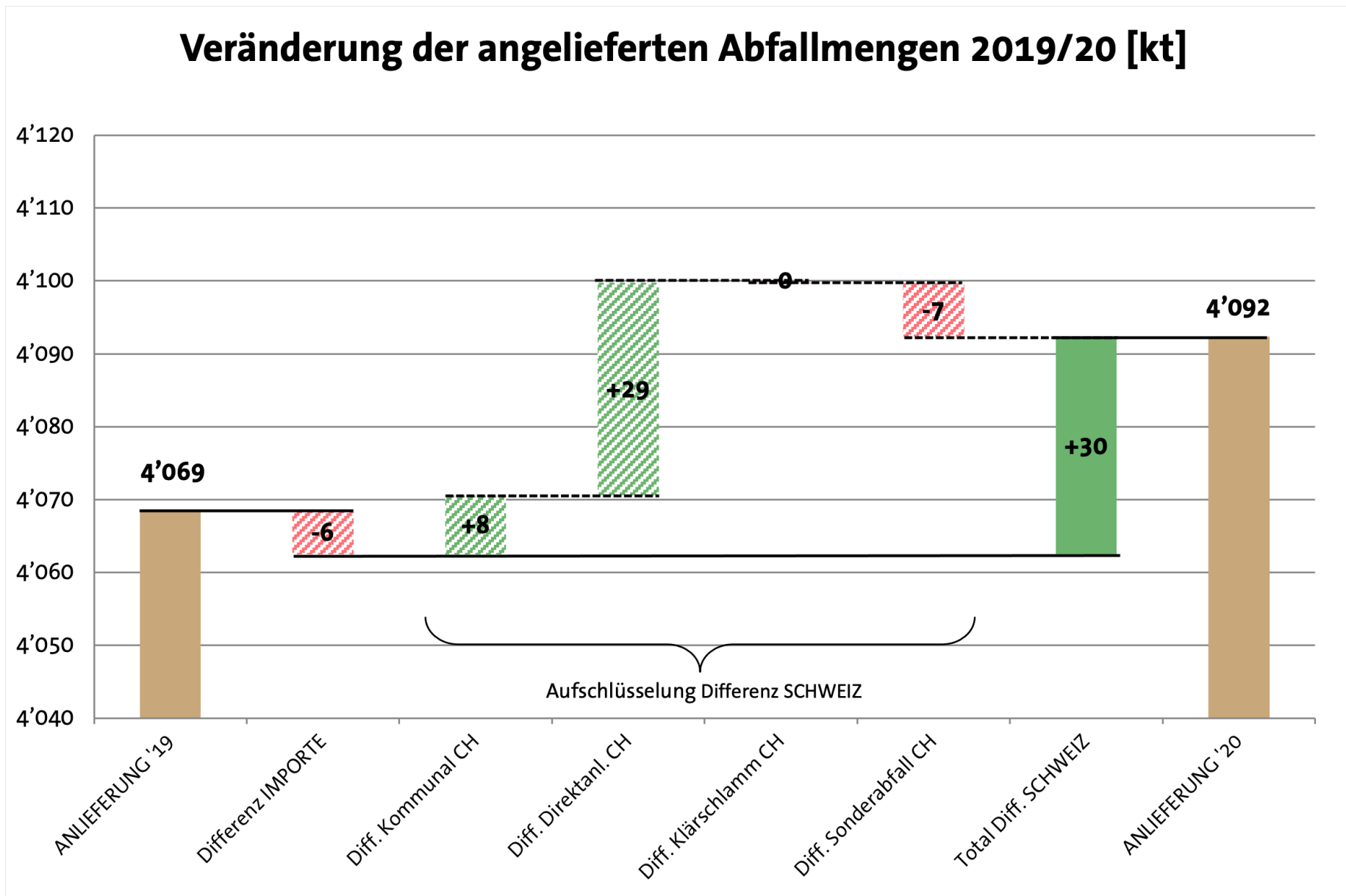


Abb. 22: Veränderung der angelieferten Abfallmengen von 2020 gegenüber 2019

BEMERKUNGEN ZU DEN MENGENZAHLEN 2020

Der **angelieferte Abfall** nahm um **24'000 t (+ 0.58 %) zu**, dazu geführt haben:

- Importe (DE, AT, FR, IT): - 6'000 t (- 0.15 %-Punkte, Veränderung zum Vorjahr, bez. Gesamtmenge)
- Inlandanlieferungen: + 30'000 t (+ 0.73 %-Punkte, Veränderung zum Vorjahr, bez. Gesamtmenge)

Die **verbrannte Menge** Abfall nahm um **12'000 t (+ 0.30 %) zu**, dazu geführt haben:

- Angelieferte Abfälle: + 24'000 t (+ 0.58 %-Punkte, Veränderung zum Vorjahr, bez. Gesamtmenge)
- Füllen von Bunkern und Lagern: - 12'000 t (- 0.28 %-Punkte, Veränderung zum Vorjahr, bez. Gesamtmenge)

Anlieferzahlen:

- **Sonderabfall:** - 7'300 t (- 5.3%): Mögliche Ursachen sind die 3% Reduktion der produzierten RESH-Mengen und eine erhöhte Konkurrenz für Altholz durch spezialisierte Altholzverbrennungsanlagen.
- **Klärschlamm:** - 60 t (- 0.2%): Die verbrannte Menge an Klärschlamm bleibt auf dem Vorjahresniveau.
- **Kommunale Anlieferungen:** + 8'100 t (+ 0.5%): Die Zunahme liegt im Rahmen der durchschnittlichen jährlichen Schwankungen.
- **Direktanlieferungen:** + 29'000 t (+ 1.8%): Tiefe Sekundärrohstoffpreise erhöhten die Attraktivität der Verbrennung von sonst verwertbarem Abfall.

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 Ammoniakendüsung, 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 Messgenauigkeit 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:

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

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:

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

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.

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

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 müssen KVA-Inhaber/innen ihre Anlage so betreiben, dass ab 1. Januar 2026 "mindestens 55% des Energiegehalts ausserhalb der KVA genutzt wird". Die Richtlinie, welche die Erreichung dieser Anforderung definieren wird, ist noch in Erarbeitung. Eine ENE von 0.8 für neue oder erweiterte Anlagen ist in der Vernehmlassung.

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

E_{exp} Exportierte Energie

Systemgrenzen Stromeigenbedarf

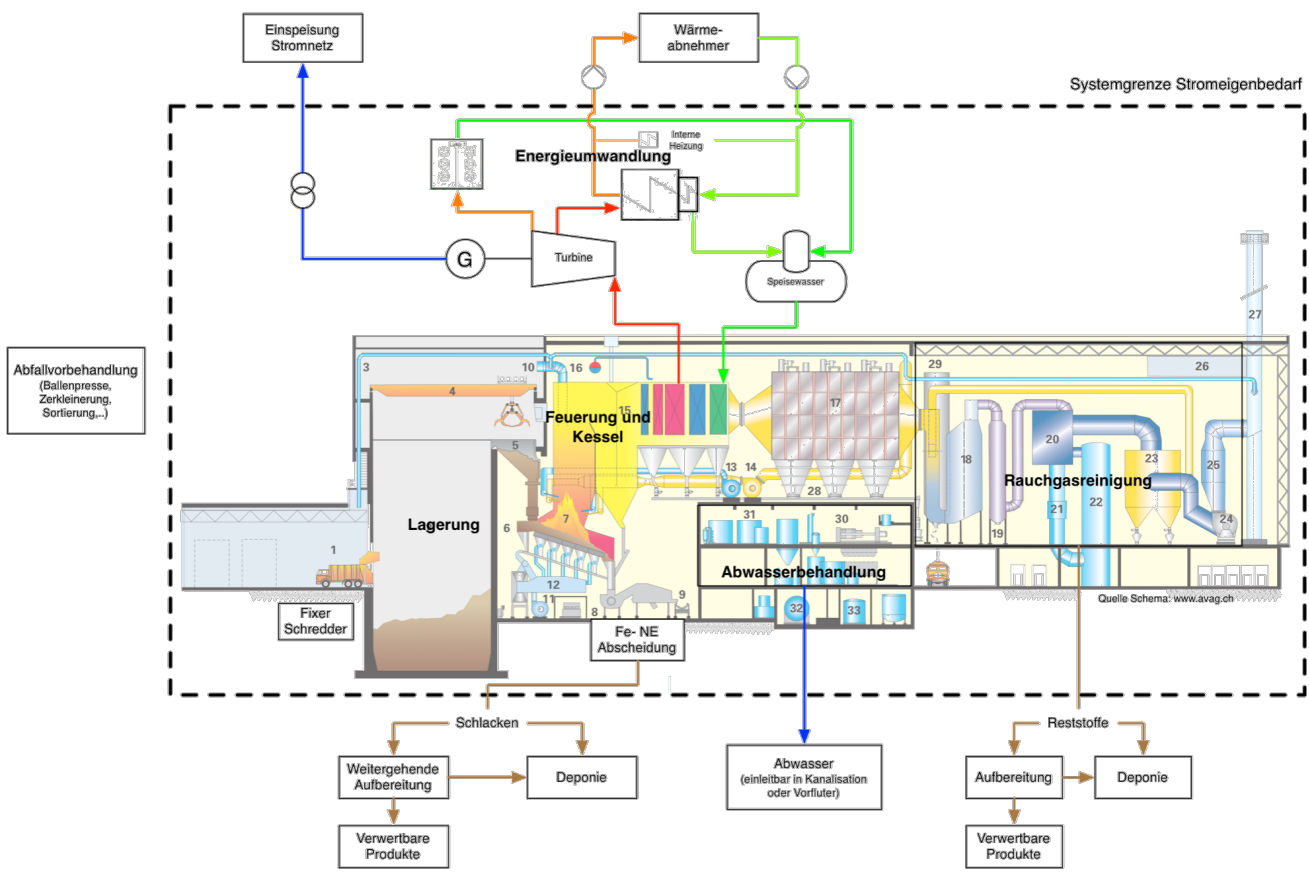


Abb. 23: Schema der Systemgrenzen des Stromeigenbedarf