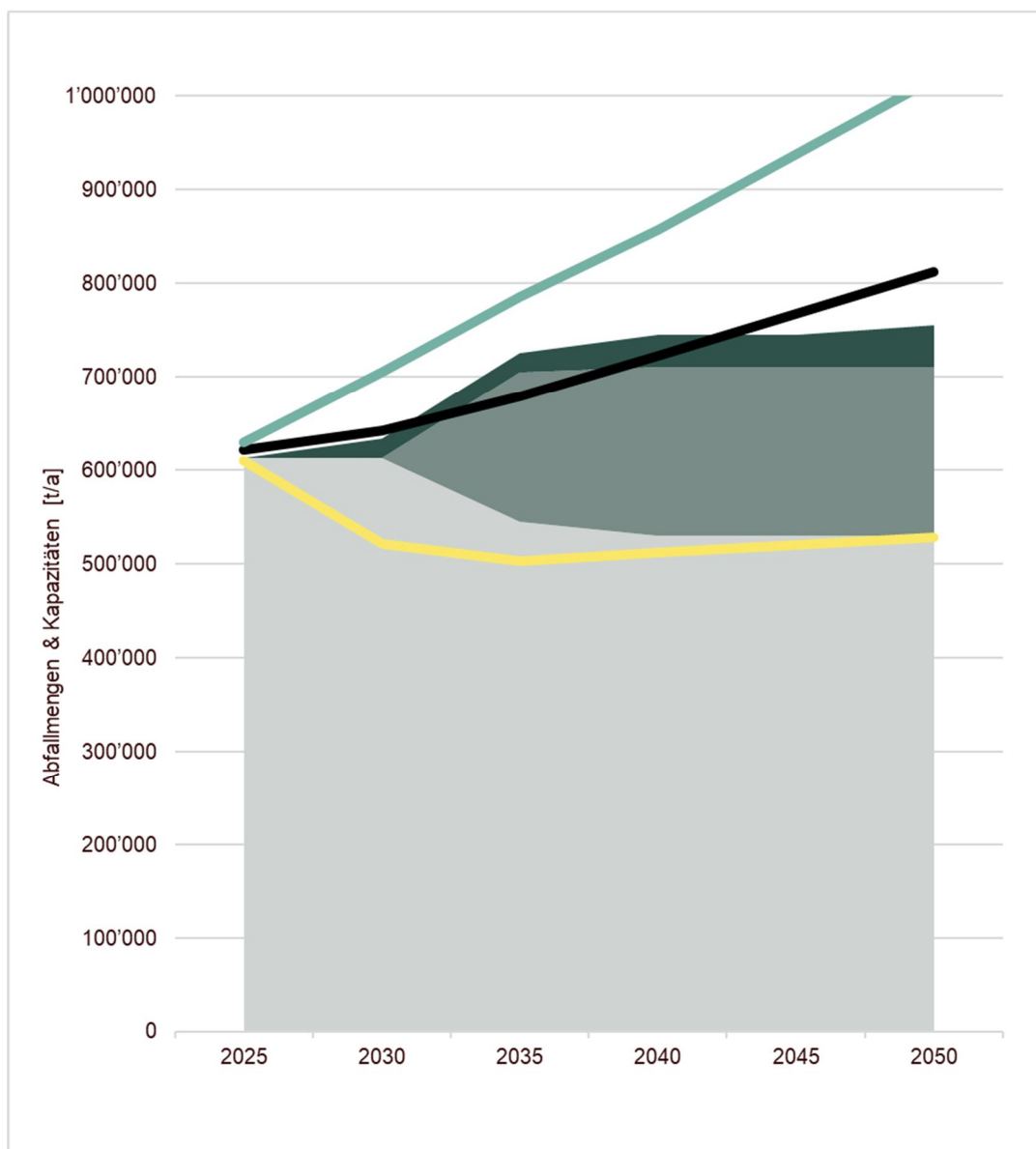


Bern, 10. Juni 2026

Auftraggeberin: AfU Aargau, Sektion Abfallwirtschaft, Altlasten, Umweltlabor und Oberflächengewässer

Analysebericht

KVA Kapazitäten Aargau und Zentralschweiz



Auftraggeberin

Departement Bau, Verkehr und Umwelt
Abteilung für Umwelt
Sektion Abfallwirtschaft, Altlasten, Umweltlabor und Oberflächengewässer
Entfelderstrasse 22
5001 Aargau
Tel 062 835 33 96
vertreten durch David Schönbächler und Martina Hagenbuch
david.schoenbaechler@ag.ch bzw. martina.hagenbuch@ag.ch

Vertretung für die Zentralschweizer Kantone: Silvan Rüttimann, Teamleiter Abfallbewirtschaftung Luzern

Auftragnehmerin

Rytec AG
Alte Bahnhofstrasse 5
3110 Münsingen
Tel 031 511 13 33
Fax 031 511 13 35
vertreten durch Daniel Ontyd, Urban Frei
Projektbeteiligte: Sarah Christ, Barbara Fuhrer, Urban Frei, Luca Neuenschwander, Christian Roth

Projektnummer: 6058.05

Version	Kontrolle	Freigabe
1	DO, UF	14.10.2025
2	DO, UF	20.11.2025
3	DO, UF	15.12.2025
4 – Anregungen KVA eingearbeitet	LN, UF	30.03.2026
5 – Finale Version	LN, UF, FS, SD	10.06.2026

Zusammenfassung

Dieser Analysebericht zur Entwicklung der Abfallmengen und der thermischen Verwertungskapazitäten im Betrachtungsperimeter Aargau und Zentralschweiz beleuchtet die Frage, ob der geplante Ersatzneubau der Kehrichtverwertungsanlage (KVA) Oftringen mit der regionalen Abfall- und Kapazitätsentwicklung vereinbar ist oder ob dadurch Überkapazitäten mit Auswirkungen auf Nachbarkantone, Nachbaranlagen und die Schweizer Abfallwirtschaft entstehen. Dazu liess die AfU Aargau in Zusammenarbeit mit dem uwe Luzern eine kantonsübergreifende Analyse der Abfallmengen und Entsorgungskapazitäten bis 2050 durchführen. Ziel war eine objektive, datenbasierte Entscheidungsgrundlage, um die künftige Entsorgungssicherheit im Kanton Aargau und den Nachbarkantonen zu gewährleisten.

Für die Abfallmengenentwicklung wurde ein erprobtes Prognosemodell (Zürich, Ostschweiz, Tessin) verwendet. Es berücksichtigt kantonsspezifische Entwicklungsparameter wie Bevölkerungs- und Wirtschaftswachstum und regionale Einflussfaktoren auf die Abfallwirtschaft. Bei den KVA wurden die geplanten Kapazitätsentwicklungen (auch in angrenzenden Regionen), sowie die Entsorgungswege der Verbrennungsrückstände erhoben. Der Vergleich zwischen Abfallmengen- und Kapazitätsentwicklung in den diversen Szenarien ermöglichte die Identifikation von Ungleichgewichten. Auf der Grundlage des gewonnenen Überblicks konnten auch deren Auswirkungen auf die regionale und nationale Entsorgungssituation bewertet werden.

Die Abfallmengenprognose zeigt im «Basis-Szenario» ein jährliches Wachstum von rund 1 % bis 2050, was auch dem Trend der vergangenen Jahre entspricht. Die bestehenden KVA im Betrachtungsperimeter sind bereits heute ausgelastet und können darum das erwartete Wachstum bis zur Inbetriebnahme des Ersatzneubaus in Oftringen nicht auffangen. Erst nach der Inbetriebnahme der neuen Anlage (2032) kann der Betrachtungsperimeter sein Abfallaufkommen wieder eigenständig verwerten und schafft Kapazitätsreserven. Zur vollständigen Auslastung der KVA in Oftringen sind in den ersten Betriebsjahren Verschiebungen von Abfallmengenflüssen, welche bis dahin vermehrt aus dem Perimeter herausfliessen, notwendig. Ab etwa 2045 wird das Mengenwachstum im Perimeter die Kapazitätsreserve vollständig beanspruchen, weshalb frühzeitig Erweiterungen in den übrigen Anlagen geprüft werden sollten.

Die Analyse zeigt, dass der Ersatzneubau der KVA in Oftringen für die Entsorgungssicherheit des Perimeters, der Nachbarkantone und der Schweiz eine Notwendigkeit ist.

Aus der Analyse ergeben sich zwei zentrale Herausforderungen für die Periode bis ca. 2035:

- Bis zur Inbetriebnahme des Ersatzneubaus KVA Oftringen muss ein Teil des wachsenden Abfallaufkommens Aargau/Zentralschweiz ausserhalb des Perimeters verwertet werden. Bereits heute fliessen mehr Abfälle in die Nachbarkantone als umgekehrt. Eine Mehrbelastung der Nachbarkantone ist absehbar.
- Mit der Inbetriebnahme der neuen Anlage 2032 stehen grössere Veränderungen in der Abfalllogistik an, da die angewachsenen Abfallströme in die Nachbarregionen entfallen und sich teilweise umkehren.

Es wird empfohlen, diese Übergangseffekte in einem nächsten Schritt gemeinsam mit den betroffenen Kantonen und KVA zu diskutieren, um geeignete Massnahmen zu erarbeiten.

Die Entsorgungswege für die Rückstände aus der Rauchgasreinigung werden sich in den kommenden Jahren stark verändern. Es sind jedoch keine Engpässe zu erwarten. Etwas differenzierter zu betrachten sind die Schlacken. Die zu deponierenden Schlackenmengen bleiben (wenn sich die erhoffte Ausschleusung der mineralischen Fraktion realisieren lässt) insgesamt stabil oder steigen leicht. Unabhängig vom Ersatzneubau Oftringen ist im Betrachtungszeitraum bis 2050 die Schaffung von ausreichenden Deponiekapazitäten notwendig. Für eine autarke Schlackendeponierung im Perimeter sind die geplante Erweiterung der Deponie Seckenberg und eine langfristige Lösung für die Rückstände der KVA Perlen zentral.

Glossar

ABA	Abwasserbehandlungsanlage
AfU	Abteilung für Umwelt, Departement Bau, Verkehr und Umwelt des Kantons Aargau
BAFU	Bundesamt für Umwelt
BfS	Bundesamt für Statistik
ENE	Energetische Netto-Effizienz
FLUREC	Verfahren zur Rückgewinnung von Schwermetallen aus der Flugaschenwäsche
FLUWA	Saure Filter- und Flugaschenwäsche
KVA	Kehrichtverwertungsanlage
LVA-Code	Klassierung gemäss der Verordnung über Listen zum Verkehr mit Abfällen (UVEK)
RGR	Rauchgasreinigung
UTD	Untertagedeponie
uwe	Dienststelle Umwelt und Energie, Bau-, Umwelt- und Wirtschaftsdepartement des Kantons Luzern
VBSA	Verband der Betreiber Schweizerischer Abfallverwertungsanlagen
VVEA	Verordnung über die Vermeidung und die Entsorgung von Abfällen

Abfallkategorien (nur brennbare Fraktionen)

SA_ext	Siedlungsabfall extern (übrige Schweiz, EU)
MK_ext	Marktkehricht extern (übrige Schweiz + EU)
MK_Zem	Marktkehricht Zementindustrie (Betrachtungssperimeter, übrige Schweiz, EU)
MK_Ind	Marktkehricht industrielle Feuerungen (Betrachtungssperimeter, übrige Schweiz, EU)
SA	Siedlungsabfall der im Perimeter anfällt
MK	Marktkehricht der im Perimeter anfällt
BrBA	Brennbare Bauabfälle (Betrachtungssperimeter, übrige Schweiz, EU)
SoA	Sonderabfälle (Betrachtungssperimeter, übrige Schweiz, EU)

Szenarien für Mengen- und Kapazitätsentwicklung

«Minimal-Szenario»	Das minimale Szenario in der Abfallmengenprognose
«Basis-Szenario»	Das wahrscheinliche Szenario in der Abfallmengenprognose
«Maximal-Szenario»	Das maximale Szenario in der Abfallmengenprognose
«Tiefe Kapazität»	Das Kapazitätsszenario mit eher kleinen Anlagengrössen
«Mittlere Kapazität»	Das wahrscheinliche, mittlere Szenario in der Betrachtung der Anlagenkapazitäten
«Hohe Kapazität»	Die Anlagenkapazitäten sind hoch, die Anlagen werden auf hoher Last betrieben.

Inhaltsverzeichnis

Zusammenfassung	3
Glossar	4
1. Einleitung	6
1.1 Ausgangslage	6
1.2 Ziele der Auftraggeberin	6
1.3 Aufgabenstellung	7
1.4 Vorgehen und Methodik	7
2. Analyse, Modellierungen und Resultate	9
2.1 Abfallaufkommen und Mengenströme	9
2.2 Abfallmengenprognose	16
2.3 Entwicklung der thermischen Verwertungskapazität	24
2.4 Entwicklung der Rückstandsmengen bis 2050	34
3. Synthese der Resultate	43
3.1 Abfallmengen und Kapazitäten	43
3.2 Rückstandsmengen und Kapazität	49
3.3 Abfallmengen und Kapazitäten der alternativen thermischen Verwertungen	50
3.4 Auswirkungen des Ersatzneubaus KVA Oftringen	53
Anhang	57

1. Einleitung

Das Projekt stellt die Abfallmengenentwicklung und die KVA-Kapazitäten im Kanton Aargau und in der Zentralschweiz dar, die aufgrund der geplanten Erneuerung und Erweiterung der KVA Oftringen von besonderer Bedeutung sind. Verschiedene Anspruchsgruppen wie Nachbarkantone, Betreiber bestehender KVA sowie politische Entscheidungsträger haben ein direktes Interesse an einer objektiven Beurteilung des zukünftigen Mengenaufkommens und der Kapazitätsentwicklung. Auftraggeber des Projekts war das Departement Bau, Verkehr und Umwelt bzw. dessen Abteilung für Umwelt (AfU) des Kantons Aargau, Sektion Abfallwirtschaft, Altlasten, Umweltlabor und Oberflächengewässer.

1.1 Ausgangslage

Die Verantwortung für die Kapazitätsplanung von Abfallanlagen liegt in der Schweiz bei den Kantonen. Sie müssen sicherstellen, dass für die Entsorgung von Siedlungsabfällen jederzeit genügend Kapazitäten vorhanden sind und Überkapazitäten vermieden werden.

Im Kanton Aargau ist im Rahmen des Projekts Ersatzneubau KVA Oftringen eine Kapazitätserhöhung von rund 90'000 Jahrestonnen vorgesehen. Die zusätzlichen Mengen sollen gemäss den Projektträgern (erzo KVA und Renergia) durch eine leichte Zunahme des Siedlungsabfalls sowie durch Marktkehricht aus dem Einzugsgebiet des Kantons Aargau sowie der KVA Perlen gedeckt werden. Berechnungen im Auftrag des AfU¹ zeigen, dass die aktuelle KVA-Kapazität im Kanton Aargau nicht ausreicht, um die prognostizierten Abfallmengen des Kantons Aargau bis 2040 vollständig zu bewältigen.

Das Ausbauvorhaben wurde von Nachbarkantonen kritisch beurteilt. Befürchtet wird, dass der geplante Ausbau in Oftringen zu einem Überangebot an Verbrennungskapazitäten führen könnte. Die AfU hat in Zusammenarbeit mit dem uwe deshalb den Betrachtungsperimeter auf das von den Projektträgern (erzo KVA, Renergia) vorgeschlagene Gebiet (Aargau, Luzern, Nidwalden, Obwalden, Schwyz (nur Gemeinden mit Entsorgung in der Renergia), Uri, Zug) ausgeweitet und Modellrechnungen bis 2050 in Auftrag gegeben, um das Ausbauvorhaben und die Auswirkungen zu prüfen.

1.2 Ziele der Auftraggeberin

Mit dem Auftrag soll eine verlässliche Datengrundlage für die weiteren Gespräche, Verfahrensschritte und Entscheidungen im Zusammenhang mit dem geplanten Neubau und der Kapazitätserweiterung der KVA am Standort Oftringen geschaffen werden. Die Ergebnisse sollen es der AfU ermöglichen, Fragen zu beantworten, die Aussagen gegenüber den Anspruchsgruppen auf eine unabhängige, kantonsübergreifende Untersuchung zu stützen und das Vorhaben prognosebasiert beurteilen zu können. Weiter sollen die Ergebnisse als Entscheidungsgrundlagen für die kommenden Verfahrensschritte dienen.

Konkret gilt es, mit einem Prognosemodell für den Zeitraum 2025–2050 die zukünftigen Abfallmengen im Kanton Aargau und in den betroffenen Zentralschweizer Kantonen abzuschätzen. Die Resultate sollen aufzeigen, ob der geplante Kapazitätsausbau ohne negative Auswirkungen auf Nachbarkantone und -anlagen erfolgen kann. Dabei sind sowohl die Abfallmengen als auch die anfallenden Verbrennungsrückstände zu berücksichtigen.

Zusätzlich soll eine Einschätzung zur allgemeinen Kapazitätsentwicklung der thermischen Abfallverwertung im regionalen Umfeld erfolgen, dies unter Einbezug aktueller und geplanter Dimensionierungsentscheide anderer Anlagen.

¹ KVA-Kapazitäten im Kanton Aargau (Neosys AG im Auftrag der AfU Kanton Aargau, 2024)

1.3 Aufgabenstellung

Kern der Aufgabenstellung war die Entwicklung eines Prognosemodells, das auf den Mengenentwicklungen der letzten Jahrzehnte aufbaut, gleichzeitig aber auch externe Einflussfaktoren und grundlegende Veränderungen in der Abfallwirtschaft berücksichtigt. Dazu zählen insbesondere Bevölkerungs- und Wirtschaftswachstum, Fortschritte in der Abfallvermeidung und Kreislaufwirtschaft, Veränderungen der Abfallzusammensetzung sowie neue regulatorische und technologische Rahmenbedingungen.

Im Rahmen der Untersuchung sollten folgende Fragestellungen bearbeitet werden:

- **Abfallmengen Siedlungsabfälle:** Entwicklung bis 2050 unter verschiedenen Szenarien
- **Marktkehricht und übrige brennbare Abfälle:** Szenarien für die Entwicklung bis 2050
- **Abfallflüsse:** Darstellung der heutigen und künftigen Flüsse innerhalb des Betrachtungsperimeters sowie in angrenzende Regionen
- **KVA-Kapazitäten:** Abgleich der heutigen und geplanten Kapazitäten in AG und LU mit den prognostizierten Mengen.
- **Auswirkungen des Ausbaus KVA Oftringen:** Beurteilung im eigenen Perimeter, in den Nachbarkantonen sowie gesamtschweizerisch
- **Rückstände:** Prognose der Mengen an Schlacke und Rauchgasreinigungsrückständen sowie Beurteilung der Entsorgungskapazitäten

Der Betrachtungsperimeter umfasst die Kantone Aargau, Luzern, Uri, Nidwalden, Obwalden, Schwyz (nur Teil mit Entsorgung in der Renergia) und Zug. In zweiter Linie wurden die KVA der Nachbarkantone Bern, Basel-Landschaft, Basel-Stadt, Solothurn und Zürich berücksichtigt. Darüber hinaus waren die Auswirkungen auf die gesamtschweizerische Entsorgungssituation einzuordnen.

1.4 Vorgehen und Methodik

Zur Beantwortung der Aufgabenstellungen wurde mit der Begleitgruppe, bestehend aus Vertretenden der Kantone Aargau und Luzern, folgendes Vorgehen abgestimmt:

Datengrundlage der heutigen Abfallmengen

Es gibt aktuell zwei zentrale Erhebungswege zur Erfassung der Abfallmengen bei KVA. Einerseits sind die KVA verpflichtet, die angenommenen Abfallmengen im veva-online und im EGOV-System des Bundes gemäss Herkunft und Art aufgeschlüsselt anzugeben. Andererseits werden im Auftrag des BAFU, BfE und VBSA jährlich die Mengen- und Energiedaten «Energie- und Heizwert-Kennzahlen der Schweizer KVA» direkt bei den KVA-Betreibern abgefragt. Mit Genehmigung der teilnehmenden Kantone wurden die Daten bei der Methoden erfasst und verglichen. Während bei den Gesamtmengen die Datensätze übereinstimmen, gibt es Abweichungen bzgl. Herkunft und Art des Abfalls im Detail. Die Unterschiede lassen sich nicht erklären. Schliesslich wurden die Daten der «Energie- und Heizwert-Kennzahlen der Schweizer KVA» verwendet, da diese bereits seit vielen Jahren erhoben und geprüft werden und somit weniger Fehleingaben erwartet werden.

Ergänzend wurden Daten zu weiteren Verbrennungen (Industriefeuerungen, Zementindustrie) aus dem veva-online und dem EGOV ausgewertet.

Prognoseparameter der Abfallmengen

Zur Ermittlung der Prognoseparameter für die künftig anfallenden Abfallmengen wurde auf Grundlage von Erfahrungswerten mit bisherigen Abfallmengenprognosen eine Liste von Einflussfaktoren (siehe Kapitel 2.2.1) zusammen mit der Begleitgruppe und in Abstimmung mit den KVA und den weiteren Kantonen im

Betrachtungssperimeter erarbeitet. Neben der Erfassung von Kernfaktoren wie BIP- und Bevölkerungswachstum können so die spezifischen Einflussgrößen je Kanton und Anlage erfasst werden.

Verbrennungskapazitäten

Zur Ermittlung der aktuellen und zukünftigen Verbrennungskapazitäten und weiteren Faktoren wurden Abfragen und Interviews mit den Anlagenbetreibern der KVA und weiteren Experten und Expertinnen der Branche, sowie der Zementindustrie, durchgeführt.

Rückstandsmengen und Entsorgungswege

Neben der Analyse der heutigen Entsorgungswege und Mengen aus den Daten der «Energie- und Heizwert-Kennzahlen der Schweizer KVA»-Studie, wurden die Kantone des Betrachtungssperimeters und relevante Nachbarkantone zur erwarteten Entwicklung der Entsorgungs- und Deponiekapazität befragt.

Die folgenden Grundlagen und Quellen wurden für die Bearbeitung herangezogen:

- Abschätzung der Auswirkungen vermehrter Kunststoff-Separatsammlung auf Input-Mengen und -Energiegehalt von Kehrrichtverwertungsanlagen (Klotz für AWEL, 2022)
- Bericht Kapazitäts-Entwicklung der Schweizer KVA. Prognose bis 2035 (VBSA, 2020)
- Bericht KVA-Kapazitäten im Kanton Aargau (Neosys, 2024)
- Bericht Volumina in Deponien des Typs D in der Schweiz (VBSA, 2025)
- Diverse, teilweise öffentlich verfügbare Angaben von Bund und Instituten: Aktuell anfallende Abfallmenge, Bevölkerungsprognosen, Wirtschaftsprognosen
- Energie- und Heizwert-Kennzahlen der Schweizer KVA (Rytec AG, 2024)
- Erhebung Energie- und Mengendaten Schweizer KVA 2024 (Rytec AG, 2025)
- Jährliche Mengenerhebung der Abfallmengen je KVA (Rytec AG, 2020)
- KAR-Modell – Modellierung der Kies-, Rückbau- und Aushubmaterialflüsse (Rubli, 2020/2022)
- Mengenprognose für die brennbaren Abfälle in der Ost-Schweiz bis 2050 (Rytec AG, 2025)
- Mengenprognose für die brennbaren Abfälle im Kanton Tessin bis 2035 (Rytec AG, 2022)
- Modellierung der Entwicklung der brennbaren Bauabfälle aus dem Bauwerk des Kantons Zürich für den Zeitraum 2000–2035 (AWEL, 2011)
- Überprüfung der Abfallmengenprognose für die Kapazitäts- und Standortplanung der thermischen Verwertung von Abfällen im Kanton Zürich 2015 bis 2035 (Rytec AG, 2016)

2. Analyse, Modellierungen und Resultate

In diesem Kapitel wird die Ist-Situation der Abfallmengen, Kapazitäten der KVA und alternativer Verbrennungsanlagen sowie Rückstandsmengen aus den KVA dargestellt und die Entwicklung bis 2050 prognostiziert und analysiert, bevor in Kapitel 3 die Ergebnisse dessen zusammengeführt und analysiert werden.

2.1 Abfallaufkommen und Mengenströme

2.1.1 Betrachtungsperimeter

Wie in der Ausgangslage beschrieben, umfasst der Betrachtungsperimeter den Kanton Aargau und die Zentralschweizer Kantone Luzern, Nidwalden, Obwalden, Schwyz, Uri und Zug. In Abbildung 1 ist der Betrachtungsperimeter mit den umliegenden Kantonen grafisch dargestellt.



Abbildung 1 Karte Betrachtungsperimeter

Beim Kanton Schwyz ist eine detaillierte Betrachtung notwendig. Schwyz ist zwar als Kanton im Betrachtungsperimeter, jedoch gibt es innerhalb des Kantons zwei verschiedene Zweckverbände: Ein Teil der Gemeinden gehört dem Zweckverband Abfall Region Innerschwyz (ZKRI) an, die übrigen Gemeinden sind Mitglied beim Zweckverband für Kehrichtbeseitigung im Linthgebiet (ZKL). Das Gebiet des ZKRI ist in Abbildung 2 grün dargestellt.

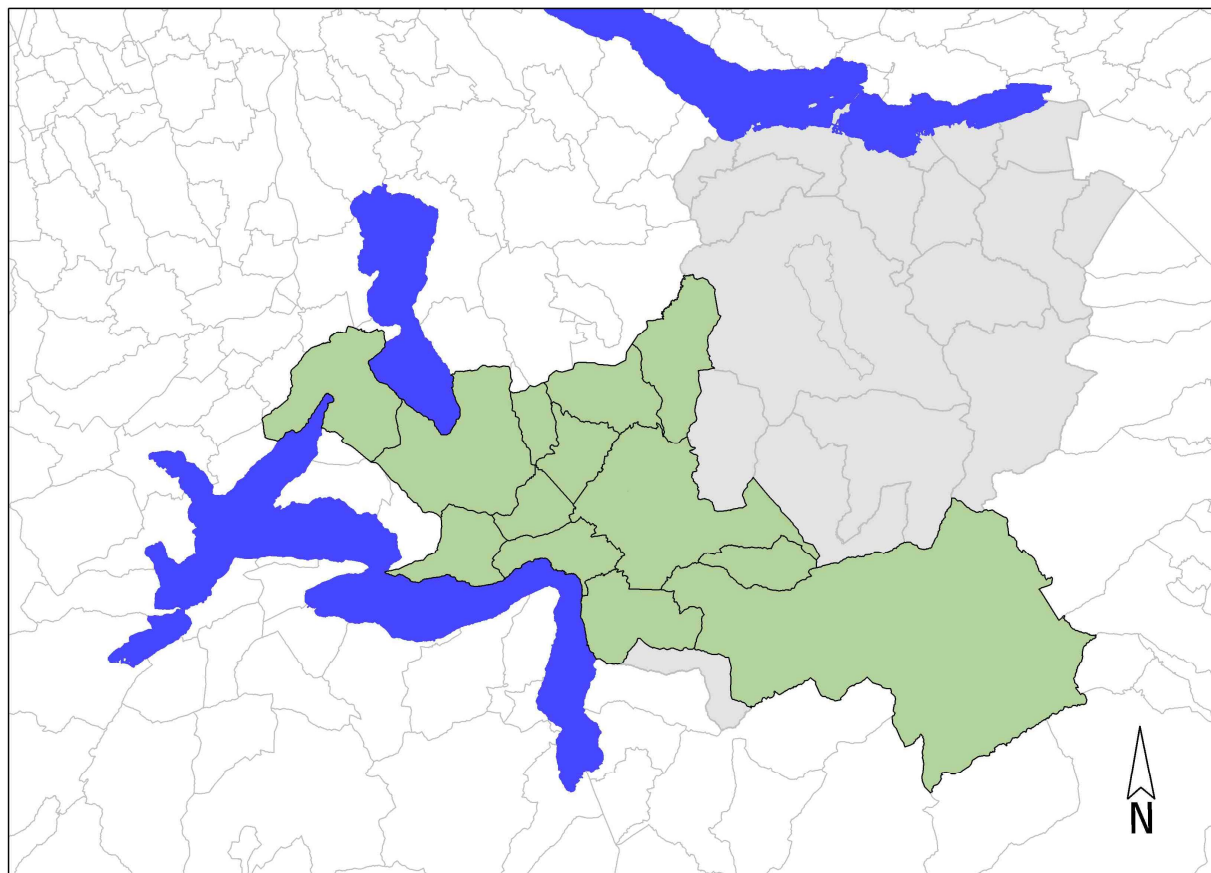


Abbildung 2 Verbandsgemeinden Zweckverband Abfall Region Innerschwyz ZKRI des Kantons Schwyz (Quelle: ZKRI)

Vom Kanton Schwyz sind nur die ZKRI-Gemeinden innerhalb des Betrachtungsperimeters. Die Abfälle aus den ZKL-Gemeinden zählen nicht zum Abfallaufkommen des Betrachtungsperimeters, Der ZKL ist Eigentümer der KVA Linth (KVA Niederurnen), deshalb wird das Abfallaufkommen auch langfristig in der KVA Niederurnen verwertet werden. Das bedeutet weiter auch, dass der Abfallfluss aus den ZKL-Gemeinden zur KVA Niederurnen nicht als ausgeführte Abfallmenge aus dem Betrachtungsperimeter eingerechnet wird.

2.1.2 Definition der Begrifflichkeiten

Im ersten Schritt ist zu definieren, welche Abfallmengen in der Studie betrachtet werden. Das gesamte Abfallaufkommen umfasst neben den brennbaren Abfällen, welche heutzutage in KVA thermisch verwertet werden, noch brennbare Abfälle, die ausserhalb von KVA thermisch verwertet werden, zudem Abfälle, die separat gesammelt und recycelt werden sowie nicht brennbare Abfälle, die anderweitig verwertet werden. Im Rahmen dieser Studie werden nur brennbare Abfälle betrachtet und solche, die nicht heute schon dem Recycling zugeführt werden (z.B. Altreifen).

Darüber hinaus ist eine Unterscheidung zwischen der Herkunft des Abfalls und dem Ort seiner Verwertung zu machen: Die Abfälle, die in einem Kanton anfallen, werden nicht immer in diesem Kanton einer KVA zugeführt. In der Kapazitätsplanung wird in der Regel mit den im Betrachtungsperimeter anfallenden (Herkunft) Abfallmengen gerechnet, da die Kantone für diese Abfallmengen die Kapazitäten zu planen haben. Nicht destotrotz sind die Abfallströme in und aus dem Perimeter relevante Grössen. Die Mengen, die im Betrachtungsperimeter anfallen, werden im Folgenden als das Abfallaufkommen bezeichnet (gemeint sind hier nur die brennbaren Abfälle).

Aus den genannten Unterscheidungen ergeben sich die nachfolgenden Kategorien, welche in dieser Studie analysiert und prognostiziert werden.

Abfallaufkommen im Betrachtungsperimeter (vier Kategorien)

Der Kern der Prognose sind die im Betrachtungsperimeter anfallenden Abfallmengen (unabhängig davon, wo sie verwertet werden), da die Kantone des Betrachtungsperimeters für diese Abfallmengen die Entsorgung planen. Dabei werden nicht alle im Perimeter anfallenden Abfallmengen auch im Perimeter entsorgt.

- Siedlungsabfall (SA)
- Marktkehricht (MK)
- Brennbare Bauabfälle (BrBA)
- Sonderabfälle (SoA) (nur diejenigen Sonderabfallmengen, die in KVA verwertet werden)

Externe Abfälle zur thermischen Verwertung im Perimeter (2 Kategorien)

Weiterhin werden die Mengen betrachtet, welche heute ausserhalb des Perimeters anfallen, und im Perimeter thermisch verwertet werden. Diese gehen aber nur im Vergleich mit den aus dem Perimeter fliessenden Abfallmengen in die Prognose ein.

- Siedlungsabfall extern (SA_ext)
- Marktkehricht extern, übrige Schweiz + EU (MK_ext)

Abfälle in der Zementindustrie und in Industriefeuerungen (2 Kategorien)

Die Zementindustrie und weitere Industriefeuerungen nehmen für die Betrachtung der Abfallentsorgung inzwischen eine relevante Rolle ein. Der Anteil des Abfallaufkommens, der heute in diesen Anlagen und nicht mehr in KVA verwertet wird (vor allem Kunststoffe und Altholz), ist in den letzten 20 Jahren deutlich angestiegen. Daher sind diese Anlagen bei einer Prognose des Abfallaufkommens und der Entsorgung mitzubetrachten. Für die verwerteten Abfälle in diesen Anlagen liegen keine Herkunftsangaben vor, somit wird in der Studie nicht zwischen den Aufkommensorten unterschieden.

- Marktkehricht Zementindustrie (MK_Zem)
- Marktkehricht Industrielle Feuerungen (MK_Ind)

2.1.3 Darstellung des Ist-Zustands 2024

Abfallfraktionen

In der nachfolgenden Grafik sind alle im Rahmen dieser Studie betrachteten Abfallmengen, die im Betrachtungsperimeter im Jahr 2024 entweder angefallen oder entsorgt wurden, dargestellt, um eine Einordnung der relevanten Mengenverhältnisse zu geben.

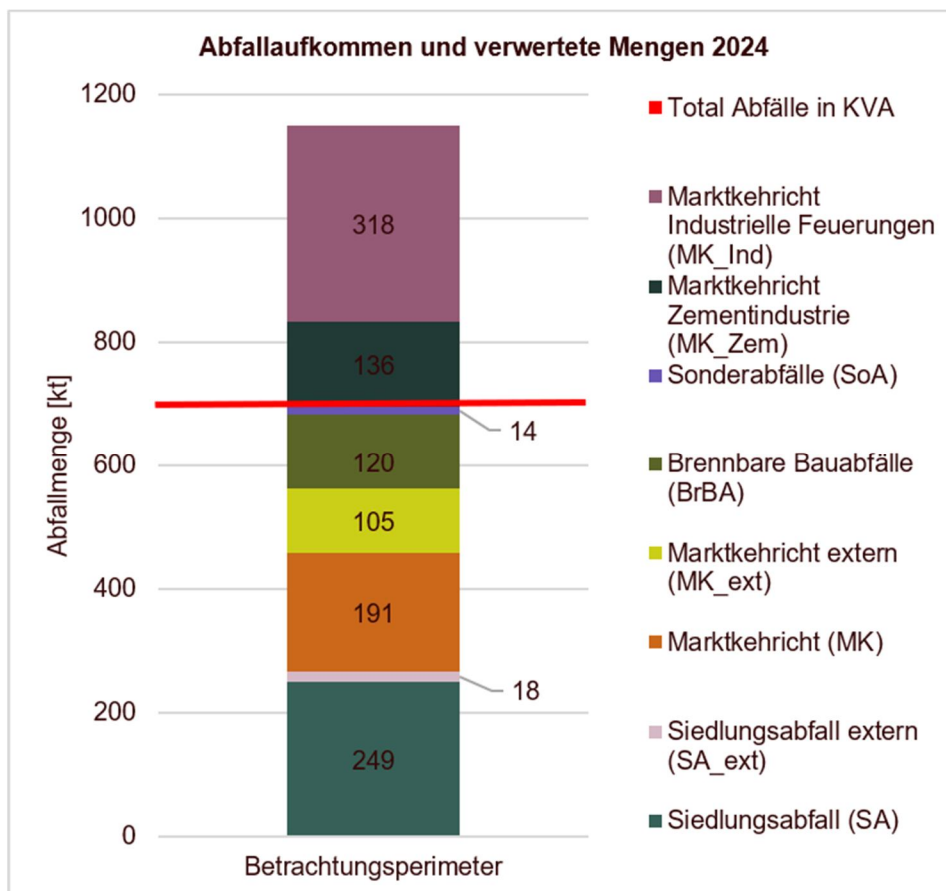


Abbildung 3: Abfallaufkommen und verwertete externe Mengen 2024 nach Abfallkategorien, Abfälle oberhalb der roten Linie werden nicht in KVA verwertet.

In Abbildung 3 ist ersichtlich, dass die im Betrachtungsperimeter anfallende Abfallmenge und die in den Betrachtungsperimeter eingeführte Abfallmenge von ausserhalb zu rund 60 % in KVA verwertet werden (Abfallmenge unterhalb der roten Linie). Die grössten für die KVA bestimmten Fraktionen sind Siedlungsabfall und Marktkehricht (dieser Begriff beinhaltet im erweiterten Sinne auch die brennbaren Bauabfälle, diese werden hier nur separat betrachtet, da die Entwicklungsparameter andere sind). Die restlichen 40 % werden in der Zementindustrie und in den industriellen Feuerungen (z. B. Altholzfeuerungsanlagen) verwertet: rund 65 % der Restmenge (318'000 t) in den industriellen Feuerungen und 35 % (136'000 t) in der Zementindustrie. Wie oben erwähnt, liegen von dieser Restmenge zwar keine Herkunftsangaben vor, die Abfallkategorien sind jedoch bekannt.

Die industriellen Feuerungen und die Zementindustrie verwerten mit Altholz und weiteren Holzabfällen (z. B. Verschnitt), Klärschlamm und Pneus sehr spezifische Fraktionen. Dies ist ökonomisch und ökologisch durchaus sinnvoll. Es soll explizit nicht angedeutet werden, dass diese Mengen mehr oder weniger in KVA verwertet werden sollen. Vielmehr wurden diese Fraktionen vor 15-20 Jahren noch hauptsächlich in KVA verwertet und in den letzten 20 Jahren immer stärker in diesen spezialisierten Verbrennungen verwertet. Somit wurde das Wachstum der Abfallmengen der vergangenen Jahre in der breiten Wahrnehmung unterschätzt, da diese spezialisierten Verbrennungen in der Betrachtung oft aussen vor gelassen und nur die KVA-Mengen betrachtet wurden. Die Mengen sind inzwischen so gross, dass sie ein relevanter Einflussfaktor in der Kapazitätsentwicklung sind.

Der Abfallfluss in industrielle Feuerungen (318'000 t) im Jahr 2024 setzt sich aus verschiedenen Kategorien zusammen: Spitzenreiter bei den Mengen sind Altholz und weitere Holzabfälle sowie Klärschlämme. Die Kategorien Altholz und weitere Holzabfälle machen dabei über 50 % der Menge aus, welche bei Bedarf auch in

KVA verwertet werden könnten. In der nachfolgenden Tabelle 1 ist aufgelistet, welcher Anteil der von industriellen Feuerungen verwerteten Abfallmengen auch in KVA verwertet werden könnte.

Tabelle 1 Brennstoffe der industriellen Feuerungen aus Sicht KVA

Einordnung aus Sicht KVA der Industriefeuerungs-Brennstoffe im Betrachtungsperimeter im Jahr 2024	[t/a]	[%]
Bei Bedarf auch in KVA verwertbar (bspw. Altholz)	168'000	53 %
Möglich, aber von den KVA-Betreibern ungewollt (bspw. Naturbelassenes Holz)	32'000	10 %
Können, dürfen oder sollten nicht in KVA verwertet werden (bspw. Klärschlamm)	118'000	37 %
TOTAL	318'000	100 %

Gefragte alternative Brennstoffe, welche in der Zementindustrie verwertet werden, sind Autoreifen, Kunststoffe aus Recyclingprozessen, sortierte Restmaterialien aus Industrien (meistens Kunststoffe) sowie Altholz. Eine Analyse der verwerteten Brennstoffe in der Zementindustrie anhand der LVA-Codes ergibt die in Tabelle 2 aufgelisteten Anteile, welche auch in KVA verwertet werden könnten. Die Gesamtmenge bezifferte sich im Betrachtungsperimeter 2024 auf 136'000 Tonnen, wovon 118'000 Tonnen aus dem Inland stammen.

Tabelle 2 Brennstoffe der Zementindustrie aus Sicht KVA (nur Inlandmengen berücksichtigt)

Einordnung aus Sicht KVA der Zementindustrie-Brennstoffe im Betrachtungsperimeter im Jahr 2024	[t/a]	[%]
Bei Bedarf auch in KVA verwertbar (bspw. Kunststoffe)	54'800	46 %
Möglich, aber von den KVA-Betreibern ungewollt (bspw. Naturbelassenes Holz)	22'500	19 %
Können, dürfen oder sollten nicht in KVA verwertet werden (bspw. Altreifen)	40'700	35 %
TOTAL	118'000	100 %

Herkunft und Verwertungsort der in KVA verwerteten Mengen

Zur vertieften Betrachtung der KVA-Abfallmengen sind in Abbildung 4 die Abfallmengenströme über die Perimetergrenzen hinaus dargestellt: Die im Perimeter anfallenden Siedlungsabfälle und der Marktkehricht, welche in einer KVA ausserhalb des Betrachtungsperimeters verwertet werden, sowie die Fraktionen SA_ext und MK_ext, welche ausserhalb des Perimeters anfallen und in einer KVA im Betrachtungsperimeter verwertet werden. Die Kategorien BrBA, SoA, MK_Zem und MK_Ind sind nicht abgebildet.



Abbildung 4 KVA-Abfallströme über die Grenzen des Betrachtungsperimeters 2024

Die Fraktionen SA_ext und MK_ext entsprechen in Abbildung 4 den Pfeilen in den Betrachtungsperimeter hinein. In Summe stammen rund 55 % der in den Betrachtungsperimeter eingeführten Abfallmengen aus dem Ausland (hauptsächlich DE) und 45 % aus der übrigen Schweiz.

Die Pfeile aus dem Betrachtungsperimeter in die übrige Schweiz hinaus bilden die Abfallmengen ab, welche im Betrachtungsperimeter anfallen und in einer KVA ausserhalb des Betrachtungsperimeters verwertet werden. Die grössten Flüsse aus dem Betrachtungsperimeter gehen zur KVA Basel (BS) und zur KVA Dietikon (ZH). Wie in Kapitel 2.1.1 beschrieben, werden die Abfallflüsse aus den Schwyzer Zweckverband-Gemeinden zur KVA Niederurnen nicht als aus dem Betrachtungsperimeter geführte Abfallmenge betrachtet. Die Bilanz der Abfallströme über die Grenzen des Betrachtungsperimeters ist in Abbildung 5 als Sankey-Diagramm dargestellt.

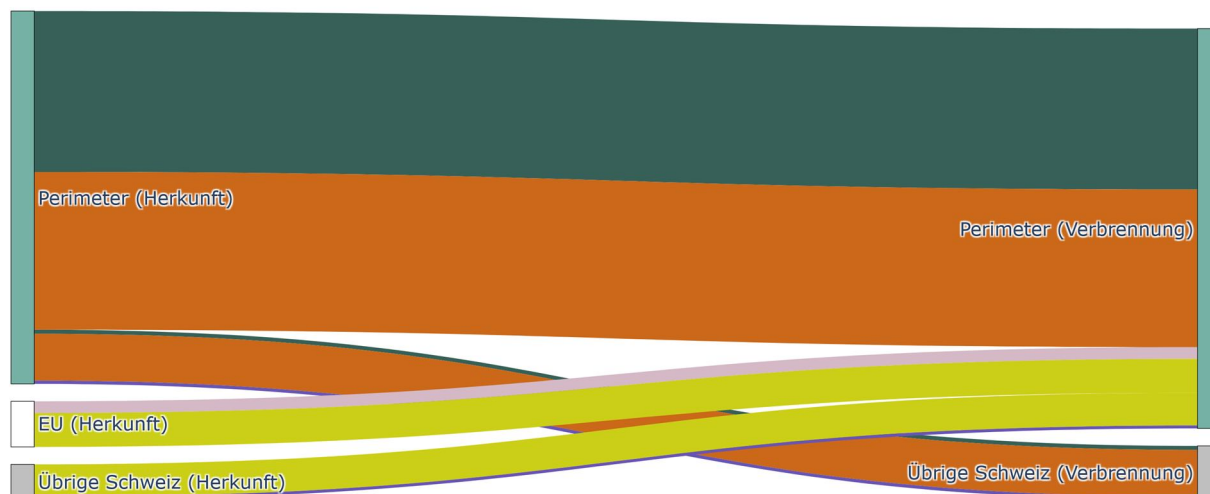


Abbildung 5 Sankey-Diagramm der Abfallströme 2024 auf der Ebene Betrachtungsperimeter (Farbcode wie in Abbildung 3)

Die in Abbildung 4 dargestellten Abfallströme über die Grenzen des Betrachtungsperimeters entsprechen in Abbildung 5 den Flüssen aus dem *Perimeter (Herkunft)* in die *übrige Schweiz (Verbrennung)* und von *EU/Übrige Schweiz (Herkunft)* in den *Perimeter (Verbrennung)*. Die Farben der Teilflüsse entsprechen den Abfallkategorien in Abbildung 3 (Hauptströme: dunkelgrün für Siedlungsabfall SA, orange Marktkehricht, gelb Marktkehricht extern). Das Sankey-Diagramm in Abbildung 5 zeigt, dass die anfallenden Abfallmengen und die verwerteten Abfallmengen im Betrachtungsperimeter fast ausgeglichen sind. Aber es fließen aktuell mehr Abfallmengen (knapp 30'000 t) aus dem Perimeter in die übrige Schweiz als Mengen aus der übrigen Schweiz in den Betrachtungsperimeter hineinfließen.

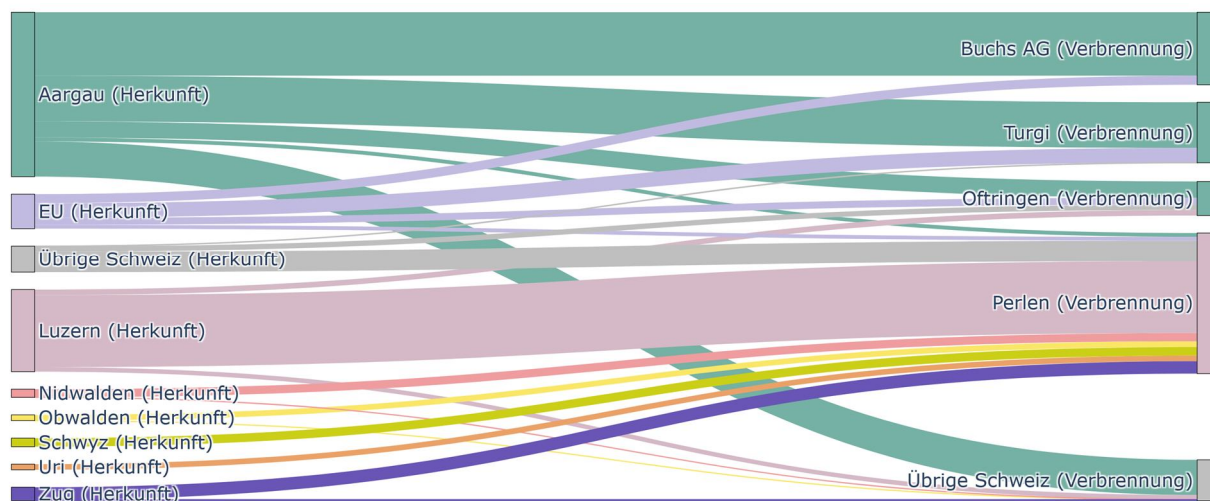


Abbildung 6 Sankey-Diagramm der Abfallströme 2024 auf der Ebene Kantone und KVA

Abbildung 6 liegen die gleichen Abfallströme wie Abbildung 5 zugrunde, jedoch ist die Herkunft der Abfälle aus dem Betrachtungsperimeter je Kanton und die Verbrennung im Betrachtungsperimeter je KVA aufgeschlüsselt. Die Farben entsprechen deshalb auch nicht mehr den Abfallkategorien. Es zeigt sich, dass die KVA Perlen vor allem die Abfälle der Zentralschweiz verwertet. Die KVA im Kanton Aargau verwerten primär Abfälle aus dem Kanton Aargau sowie Abfälle aus der EU.

2.2 Abfallmengenprognose

2.2.1 Einflussfaktoren der Prognose

Die Modellierung der Abfallmengen wird in drei Szenarien vorgenommen, um die Eventualitäten der Entwicklung abzudecken.

- **Basis-Szenario:** In diesem Szenario wird die aus heutiger Sicht wahrscheinliche Entwicklung abgebildet.
- **Maximum-Szenario:** In diesem Szenario wird für jeden Einflussfaktor die maximal zu erwartende Entwicklung angenommen. Es ist unwahrscheinlich, dass alle Einflussfaktoren sich parallel maximal entwickeln, sodass der Bereich zwischen Basis- und Max-Szenario als Betrachtungsraum für die maximalen Entwicklungen zu betrachten ist.
- **Minimal-Szenario:** In diesem Szenario wird für jeden Einflussfaktor die minimal zu erwartende Entwicklung angenommen. Es ist unwahrscheinlich, dass alle Einflussfaktoren sich parallel minimal entwickeln, sodass der Bereich zwischen Basis- und Min-Szenario als Betrachtungsraum für die minimalen Entwicklungen zu betrachten ist.

Anmerkung: Es werden, wie in Kapitel 2.1.1 beschrieben, nur Teile des Kantons Schwyz betrachtet. Wenn für einzelne Einflussfaktoren nur Daten für den gesamten Kanton vorlagen und nicht für die einzelnen Gemeinden (bspw. BIP-Prognose), wurden diese verwendet.

Im Folgenden sind die in der Begleitgruppe abgestimmten Einflussfaktoren auf Basis der Angaben der Kantone des Betrachtungsperimeters detailliert beschrieben. Die Einflussfaktoren sind in Tabellen je Kategorie (SA und SA_ext, MK und MK_ext, BrBA, SoA) aufgelistet. Gewisse Einflussfaktoren (z. B. das Wirtschaftswachstum) wirken sich auch auf mehrere Kategorien aus.

Die Abfallmengenprognose ist eine Mehrfaktorenberechnung. Zuerst wird das Abfallaufkommen proportional zum Bevölkerungswachstum (SA und SA_ext), zum Wirtschaftswachstum (MK, MK_ext, SoA) oder gemäss einem spezifischen Modell (BrBA) bis 2050 errechnet. Anschliessend führen die Einflussfaktoren und deren unterschiedliche Ausprägung zu den drei Szenarien. Durch die Einflussfaktoren ist das Abfallaufkommen nicht mehr direkt proportional an das Bevölkerungs- und Wirtschaftswachstum gekoppelt.

In Tabelle 3 sind die Einflussfaktoren auf SA und SA_ext aufgelistet, die Einflussfaktoren auf den MK und MK_ext folgen in Tabelle 4.

Tabelle 3 Einflussfaktoren auf die Mengenprognose Siedlungsabfall

Einflussfaktoren und Wirkung	Ausprägung pro Szenario		
	Minimal	Basis	Maximum
Bevölkerungswachstum: Aktuelle Daten BfS (neueste Version 2025) für SA und SA_ext	Tiefes Szenario BfS je Kanton	Referenzszenario BfS je Kanton	Hohes Szenario BfS je Kanton
Berücksichtigung Tourismus bei Tourismuskantonen (Logiernächte BfS Beherbergungsstatistik) für SA und SA_ext	Tourismus Wachstum gemäss Szenario «tiefes Produktivitätsniveau» vom BfS je Kanton	Tourismus Wachstum gemäss BIP-Referenzszenario vom BfS je Kanton	Tourismus Wachstum gemäss Szenario «hohes Produktivitätsniveau» vom BfS je Kanton

	Ausprägung pro Szenario		
Einflussfaktoren und Wirkung	Minimal	Basis	Maximum
Bevölkerungswachstum angrenzend (Schweiz) für SA_ext	Tiefes Szenario BfS für die Schweiz.	Referenzszenario BfS für die Schweiz.	Hohes Szenario BfS für die Schweiz.
Grüngut und Speiseabfälle Aktionsplan Food Waste (→ Abnahme Speiseabfälle im Abfall) für SA und SA_ext	Kapazitätsrelevante Reduktion des vorhandenen Food Waste um 50 % bis 2035. Dies entspricht dem gesetzten Ziel im Aktionsplan des BAFU (Verteilung über die 10 Jahre). Keine Veränderung der Grüngut-Mengen, da Separatsammlung etabliert.	Kapazitätsrelevante Reduktion des vorhandenen Food Waste um 25 % bis 2035. Dies entspricht der Hälfte des gesetzten Ziels im Aktionsplan des BAFU (Verteilung über die 10 Jahre). Keine Veränderung der Grüngut-Mengen, da Separatsammlung etabliert.	Keine Veränderung
Kunststoffrecycling Entwicklung der Kunststoffmengen und des Kunststoffrecyclings gemäss Studie Klotz für SA und SA_ext	Prognose gemäss Studie Klotz für das AWEL (Szenario: Max Zementindustrie. Die Zementindustrie nimmt so viel Kunststoff an wie möglich)	Prognose gemäss Studie Klotz für das AWEL (Szenario: 2017 Verhältnisse. Die Verhältnisse zwischen KVA und Zementindustrie bleiben konstant)	Prognose gemäss Studie Klotz für das AWEL (Szenario: 2017 Verhältnisse. Die Verhältnisse zwischen KVA und Zementindustrie bleiben konstant)
Abfallimporte Anpassungen in den Verträgen von Abfallimporten führen zu einer Änderung des SA_ext	EU verbietet Siedlungsabfall-Export: Siedlungsabfälle aus der EU entfallen ab 2029 (Übergangsfrist von 3 Jahren)	EU verbietet Siedlungsabfall-Export: Siedlungsabfälle aus der EU entfallen ab 2029 (Übergangsfrist von 3 Jahren)	EU-Verordnung wird angepasst und nicht für die Schweiz geltend. Verträge laufen weiter.

Tabelle 4 Einflussfaktoren auf die Mengenprognose Markttehricht

Einflussfaktoren und Wirkung	Ausprägung pro Szenario		
	Minimal	Basis	Maximum
Wirtschaftswachstum: Aktuelle BIP-Prognose für MK und MK_ext, Wirtschaftswachstum angrenzend (Schweiz) für MK_ext	Szenario «tiefes Produktivitätsniveau». Prognose je Kanton eines privaten Anbieters abgeglichen mit der BfS-Prognose für die gesamte Schweiz	Referenzszenario. Prognose je Kanton eines privaten Anbieters abgeglichen mit der BfS-Prognose für die gesamte Schweiz	Szenario «hohes Produktivitätsniveau». Prognose je Kanton eines privaten Anbieters abgeglichen mit der BfS-Prognose für die gesamte Schweiz
Kunststoffrecycling Entwicklung der Kunststoffmengen und des Kunststoffrecyclings gemäss Studie Klotz für MK und MK_ext	Prognose gemäss Studie Klotz für das AWEL (Szenario: Max Zementindustrie. Die Zementindustrie nimmt so viel Kunststoff an wie möglich)	Prognose gemäss Studie Klotz für das AWEL (Szenario: 2017 Verhältnisse. Die Verhältnisse zwischen KVA und Zementindustrie bleiben konstant)	Prognose gemäss Studie Klotz für das AWEL (Szenario: 2017 Verhältnisse. Die Verhältnisse zwischen KVA und Zementindustrie bleiben konstant)
Einfluss Zementindustrie Wenn Zementwerke einen grösseren Anteil des Abfallaufkommens verwerten, reduziert sich der MK / MK_ext Sollten die thermischen Verwertungsleistungen der Zementwerke konstant bleiben oder sinken, steigt der MK / MK_ext, da das Wachstum in die KVA fliesst.	Abnahme des Markttehrichts in KVA 10 % über 10 Jahre von 2026 - 2035	Keine Veränderung	Zunahme des Markttehrichts in KVA 10 % über 10 Jahre von 2026 - 2035
Kreislaufwirtschaft (Entkopplung von BIP) Einfluss auf prognostizierte Menge MK und MK_ext	Abnahme 10 % über 10 Jahre von 2026 – 2035	Kein Einfluss	Kein Einfluss
Abfallimporte Anpassungen in den Verträgen von Abfallimporten führt zu einer Änderung der Menge MK_ext	Markttehricht-Importe werden ab 2029 verboten.	Keine Veränderung	Keine Veränderung

Wie bereits erwähnt, wird die Entwicklung der brennbaren Bauabfälle mit einem spezifischen Modell berechnet (getrieben durch die Sanierungsrate). Diese nimmt je nach Szenario linear ab oder zu, die Wachstumswerte sind in Tabelle 5 aufgelistet.

Tabelle 5 Einflussfaktoren auf die Mengenprognose brennbare Bauabfälle

Einflussfaktoren und Wirkung	Ausprägung pro Szenario		
	Minimal	Basis	Maximum
Sanierungsrate: Modell Rubli für BrBA gemäss Rubli (2011) und Rubli (2022)	Modell Rubli: Sinkende Sanierungsrate, wachsender Gebäudepark: -1.8 %/a	Modell Rubli: Konstante Sanierungsrate, wachsender Gebäudepark: +1 %/a	Modell Rubli: Steigende Sanierungsrate, wachsender Gebäudepark: +2.3 %/a
Einfluss Industrielle Feuerungen Wenn industrielle Feuerungen einen grösseren Anteil des Abfallaufkommens verwerten, reduzieren sich die BrBA. Sollten die thermischen Verwertungsleistungen der industriellen Feuerungen konstant bleiben oder sinken, steigen die BrBA, da das Wachstum in die KVA fliesst.	Abnahme der BrBA in KVA 10 % über 10 Jahre von 2026 - 2035	Keine Veränderung	Zunahme der BrBA in KVA 10 % über 10 Jahre von 2026 - 2035

Abschliessend in Tabelle 6 die Einflussfaktoren für Sonderabfälle. Dieses Aufkommen wird wiederum mit dem Wirtschaftswachstum berechnet und von einer Verwertungsrate je Szenario beeinflusst.

Tabelle 6 Einflussfaktoren auf die Mengenprognose Sonderabfälle

Einflussfaktoren und Wirkung	Ausprägung pro Szenario		
	Minimal	Basis	Maximum
Wirtschaftswachstum: Aktuelle BIP-Prognose	Szenario «tiefes Produktivitätsniveau». Prognose je Kanton eines privaten Anbieters abgeglichen mit der BfS-Prognose für die gesamte Schweiz	Referenzszenario. Prognose je Kanton eines privaten Anbieters abgeglichen mit der BfS-Prognose für die gesamte Schweiz	Szenario «hohes Produktivitätsniveau». Prognose je Kanton eines privaten Anbieters abgeglichen mit der BfS-Prognose für die gesamte Schweiz

Einflussfaktoren und Wirkung	Ausprägung pro Szenario		
	Minimal	Basis	Maximum
Sonderabfall: Verwertung von Sonderabfälle (SoA) in KVA	Abnahme 10 % über 10 Jahre verteilt bis 2035 aufgrund von regulatorischen Anpassungen seitens Bund	Keine Veränderung	Zunahme 10 % über 10 Jahre verteilt bis 2035 aufgrund von regulatorischen Anpassungen seitens Bund

2.2.2 Prognose der Entwicklung je Abfallkategorie

Die Prognoseergebnisse zeigen ein differenziertes Bild je Kategorie und Szenario. Die Ergebnisse sind in Abbildung 7 dargestellt.

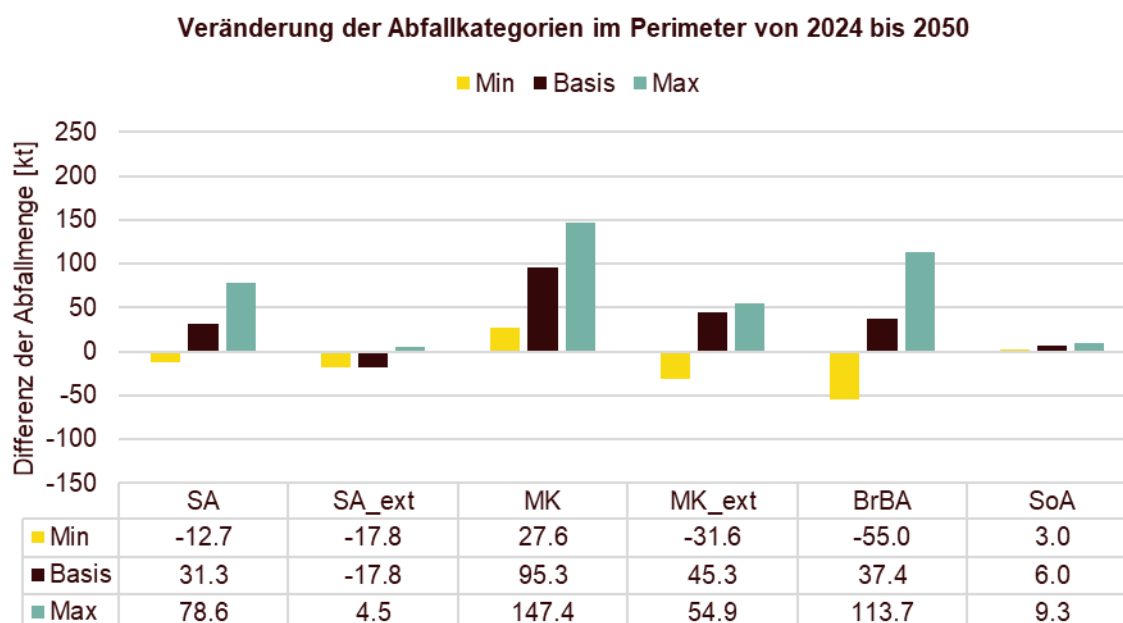


Abbildung 7: Veränderungen der Abfallmengen zwischen 2024 und 2050 je Kategorie und Szenario

Es zeigt sich im «Basis-Szenario» ein Wachstum in allen Kategorien ausser SA_ext, welche aufgrund des angenommenen Export-Verbots der EU entfallen. Das Wachstum der Siedlungsabfälle ist im Vergleich zum Marktkehricht kleiner, da einerseits das Bevölkerungswachstum geringer ausfällt als das BIP und andererseits Sondereffekte wie beispielsweise die Grüngutseparatsammlung speziell bei Siedlungsabfällen ansetzen. Dies führt auch dazu, dass der Anteil der Siedlungsabfälle am Abfallaufkommen und an der Entsorgungsleistung der KVA weiter abnehmen wird und die relativ flexiblen Marktkehricht-Abfälle an Relevanz zunehmen werden.

Eine weitere erkennbare Auswirkung der Einflussfaktoren ist beim externen Marktkehricht zu erkennen. Der angenommene Import-Stopp aus der EU führt hier zu einem moderaten Rückgang. Darüber hinaus sind starke Schwankungen in der Entwicklung der brennbaren Bauabfälle zu erkennen, welche auf die stark abweichenden Annahmen im «Minimal-» und «Maximal-Szenario» zurückzuführen sind.

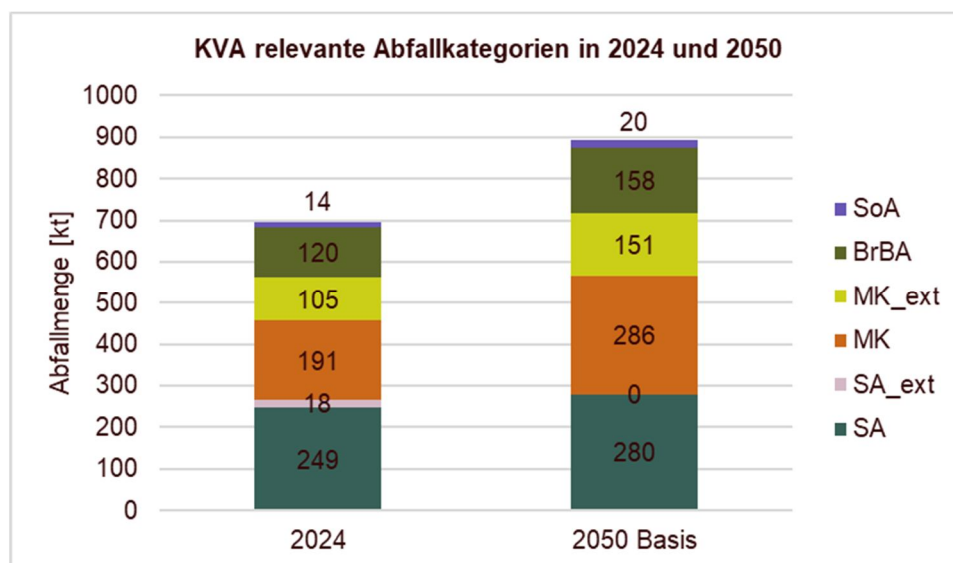


Abbildung 8: Abfallmengen je Abfallkategorie für 2024 und 2050

Insgesamt führen die Veränderungen zu einem Anstieg der Abfallmengen im «Basis-Szenario». In Abbildung 8 sind die KVA-relevanten Kategorien des Abfallaufkommens und der externen Abfälle aufsummiert dargestellt. Der Anteil der Siedlungsabfälle an den KVA-relevanten Abfallmengen sinkt von 44 % im Jahr 2024 auf 38 % im Jahr 2050. Die Abfallmengen, welche heute in der Zementindustrie und in Industriefeuerungen verwertet werden, nehmen gemäss der Prognose aufgrund des BIP-Wachstums und des Wachstums von brennbaren Bauabfällen bis 2050 zu, diese beeinflussen die Faktoren MK sowie BrBA.

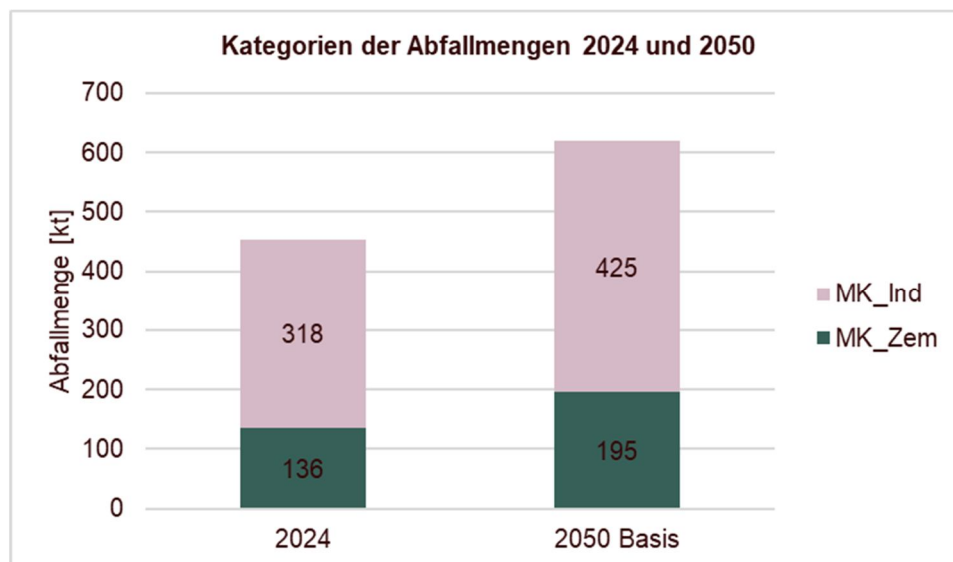


Abbildung 9: Entwicklung je Abfallkategorie der sonstigen Verbrennungen für 2025 und 2050

2.2.3 Entwicklung des Abfallaufkommens gemäss Szenarien

Für die Planung der KVA-Kapazität werden nicht alle der bisher dargestellten Kategorien betrachtet. Nur die in 2.1.2 definierten Kategorien des «Abfallaufkommens im Perimeter» sind primär relevant für die Planung der KVA-Kapazität im Perimeter. Denn wenn alle Kantone oder alle Zusammenschlüsse von Kantonen die Entsorgungskapazität für das Abfallaufkommen in ihrem Gebiet bereitstellen, gibt es in der Schweiz eine ausreichende und nicht zu grosse KVA-Kapazität.

In Abbildung 10 ist die Entwicklung des Abfallaufkommens im Betrachtungsperimeter für die drei Szenarien dargestellt. Im «Basis-Szenario» wächst das Abfallaufkommen in diesem Zeitraum knapp 1 % pro Jahr und insgesamt um 29 %, was in absoluten Mengen einem Wachstum von 573'000 t in 2024 auf 743'000 t in 2050 darstellt. Dies entspricht in etwa der Wachstumsrate der vergangenen 10 Jahre der in KVA verwerteten Mengen, wobei in dieser Zeit noch grosse Anteile des Abfallaufkommenswachstums in die spezifischen thermischen Verwertungen verlagert wurden.

Das «Maximal-Szenario» zeigt ein Wachstum von 1.8 %/a und ein Gesamtwachstum von bis zu 60 %, wogegen im «Minimal-Szenario» eine Reduktion der Mengen um 7 % möglich wäre.

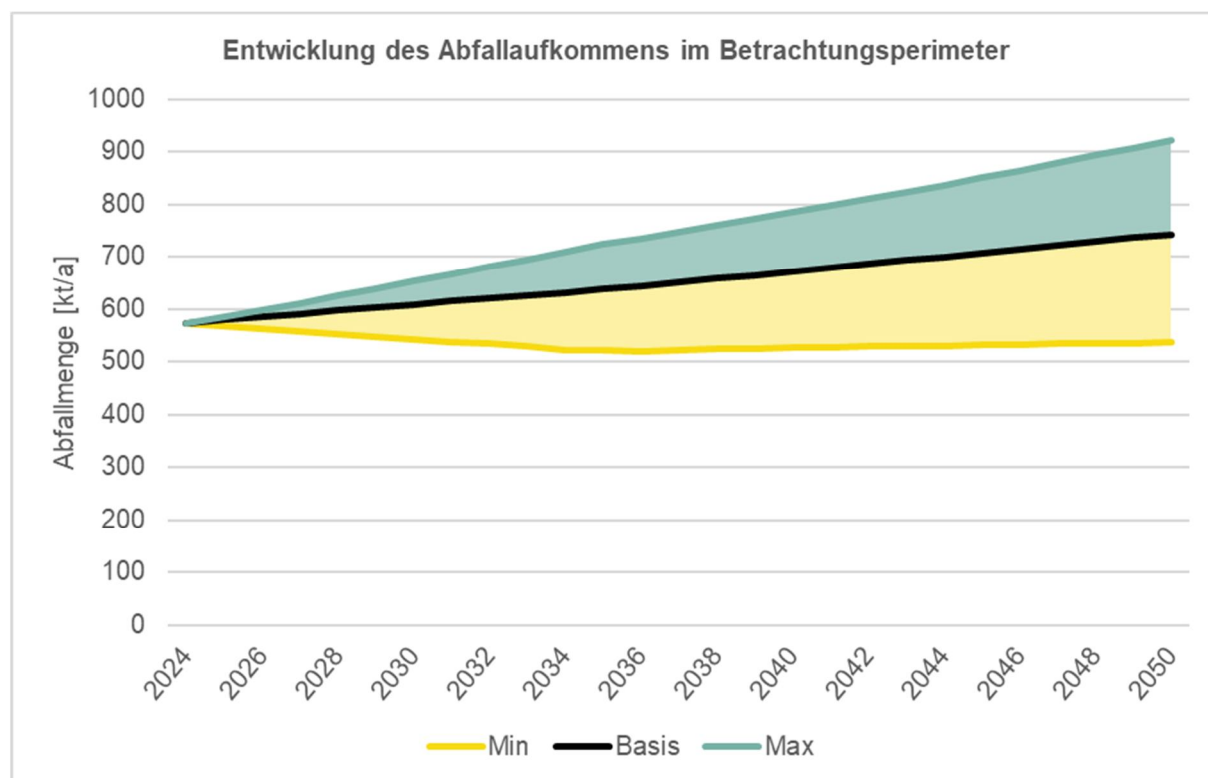


Abbildung 10: Entwicklung des Abfallaufkommens im Betrachtungsperimeter bis 2050

Hinweis: Die «Minimal-» und «Maximal-Szenarien» sind Extremszenarien, in denen alle erhöhenden bzw. senkenden Faktoren zusammenfallen. Die Wahrscheinlichkeit zum Eintreten der Maximalszenarien ist sehr gering. Es zeigt in den Flächen die möglichen Wege neben dem wahrscheinlichsten Szenario – Basis – an. Weiterhin sind «Minimal-» und «Maximal-Szenario» so gewählt, dass eine Abweichung oberhalb des Basis Szenarios genau so wahrscheinlich ist wie eine Abweichung ins «Minimal-Szenario».

2.2.4 Abfallzusammensetzung und mögliche Auswirkungen auf den Heizwert

Die Entwicklung der Abfallzusammensetzung stellt ein relevantes Thema für die Kapazitätsplanung dar, insbesondere im Hinblick auf den Heizwert (siehe 2.3.4). Es konnte aufgrund fehlender Datenlage für den Ist-Zustand und die Entwicklung keine Prognose in absoluten Zahlen durchgeführt werden; die folgenden Ergebnisse basieren auf einer Literaturrecherche und Diskussionen mit Anlagenbetreibern und Kantonen.

Gemäss der Studie Klotz wird erwartet, dass die **Kunststoffmengen** im Abfallaufkommen (inkl. Recycling) bis 2050 deutlich steigen. Gleichzeitig wird sowohl die Sammelquote als auch die Recycling-Quote zunehmen. Trotz dieses zunehmenden Recyclings (Recyclingrate von 22 % auf alle Kunststoffmengen, Sammelrate von 55 %) werden die verbleibenden Kunststoffmengen für die thermische Verwertung voraussichtlich weiter steigen. Denn mehr als die Hälfte der separat gesammelten Kunststoffe können nicht recycelt werden und müssen deshalb trotzdem thermisch verwertet werden. Dies führt dazu, dass die Abnahme, der thermisch zu verwertenden Menge aufgrund von zunehmender Separatsammlung, vom allgemeinen Wachstum der Kunststoffmengen übersteuert wird.

Die thermische Verwertung wird zukünftig, wie heute, in der Zementindustrie und in KVA stattfinden, wobei die zukünftige Aufteilung der Stoffströme unklar ist. Die beim Einflussfaktor "Kunststoffrecycling" herangezogene Klotzstudie betrachtet ein «Max Zementindustrie» Szenario, in dem die in der Zementindustrie verwerteten Kunststoffmengen maximiert werden (PVC in KVA, 55 % des restlichen Kunststoffs fliesst in die Zementindustrie). Selbst in diesem Szenario würden die Kunststoffmengen, welche in der KVA landen, mengenmässig nicht bedeutend sinken, da das Wachstum die verringerte Quote ausgleicht. Demnach gehen wir nicht von einer deutlichen Veränderung des Heizwertes infolge von Veränderungen der Kunststoffverwertung aus.

Weitere relevante Faktoren für den Heizwert sind **Grüngut und Lebensmittelreste**, die typischerweise einen niedrigeren Heizwert aufweisen.

Aktuelle Bemühungen, wie der Aktionsplan gegen die Lebensmittelverschwendung, zielen darauf ab, die Menge an Lebensmittelresten im Siedlungsabfall zu reduzieren. Basierend auf dem Aktionsplan und der «Kehrichtsackanalyse» befinden sich aktuell umgerechnet etwa 60'000 Tonnen Lebensmittelabfälle in den thermisch verwerteten Abfällen des Perimeters. Abhängig vom Szenario könnte diese Menge um 25 bis 50 % reduziert werden. Diese grosse Reduktion der Lebensmittelreste hat jedoch in der Gesamtmenge lediglich einen geringen Einfluss auf die Gesamtmenge des Abfallaufkommens.

Wie im vorherigen Teilkapitel beschrieben, sinkt der Anteil der Siedlungsabfälle an den in KVA verwerteten Abfällen bis 2050. Tendenziell haben, auch wenn es keine genauen Studien dazu gibt, **Marktkehricht und brennbare Bauabfälle** einen höheren Heizwert als Siedlungsabfälle. Aufgrund der schlechten Datenlage dazu werden an dieser Stelle aber keine Schlussfolgerungen für die Entwicklung des Heizwertes gezogen.

Zusammenfassend kann keine genaue Aussage über die zukünftige Entwicklung der Abfallzusammensetzung getroffen werden, da insbesondere die Zusammensetzung der grossen Fraktion des Marktkehrichts bereits für den Ist-Zustand weitestgehend unbekannt ist.

Ein massgeblicher Treiber für eine Veränderung des Heizwertes wäre gemäss Gesprächen mit KVA-Betreibern zukünftig das Kunststoffrecycling und die thermische Verwertung des Kunststoffs in der Zementindustrie. Allerdings zeigt die Studie von Klotz, dass diese Effekte durch die deutlich steigenden Mengen im gesamten Abfallaufkommen überlagert werden. Die Implikationen einer potenziellen Veränderung des Heizwertes werden in Kapitel 2.3.4 diskutiert.

Gemäss BAFU sind zum Ist-Zustand Untersuchungen geplant. Weiterhin werden in einzelnen KVA aktuell Analyse-Systeme zur Abschätzung des Heizwertes in Abhängigkeit vom Bunkermaterial ausgetestet. Dies könnte langfristig das Verständnis des Heizwertes verbessern.

2.3 Entwicklung der thermischen Verwertungskapazität

Im Rahmen der Kapazitätsentwicklung wurden die Kehrichtverwertungsanlagen im Betrachtungsperimeter (Buchs AG, Oftringen, Turgi, Luzern) sowie im erweiterten Perimeter (Dietikon, Basel, Zuchwil, Bern, Niederurnen) vertieft untersucht.

Zur möglichst genauen Abschätzung der tatsächlichen Verwertungskapazitäten wurden sämtliche KVA direkt kontaktiert. Ziel war es, ein fundiertes Verständnis der heutigen Anlagenkapazitäten, geplanten Projekte sowie potenzieller zukünftiger Auslastungsszenarien zu gewinnen.

Für einzelne Anlagen liegen bereits heute neben den aktuellen Leistungsdaten auch Feuerleistungsdiagramme und technische Details geplanter Erweiterungen vor. Bei anderen Anlagen befinden sich die Projektierungen noch in einem frühen Stadium und basieren auf bestmöglichen Annahmen. In wenigen Fällen sind Stand heute keine Erweiterungen beschlossen und die Kapazitäten konnten anhand der bestehenden Anlagen und deren Leistungsgrenzen definiert werden.

2.3.1 Drei Szenarien für die Kapazitätsentwicklung

Für die Entwicklung der KVA-Kapazitäten wurden drei verschiedene Szenarien angeschaut: Eine aus heutiger Sicht «Tiefe Kapazität», welche davon ausgeht, dass beantragte Projekte nicht bewilligt werden (für die KVA Oftringen gilt hier die Annahme, dass die bestehende Anlage ohne die Realisierung des Ersatzneubaus nach 2032 nicht mehr weiter betrieben wird). Das Szenario «Mittlere Kapazität» soll ein realistisches Szenario darstellen, bei welchem die beantragten Projekte wie geplant umgesetzt werden können. Das letzte Szenario «Hohe Kapazität» reizt die technischen sowie politischen Rahmenbedingungen der jeweiligen Standorte aus und soll als oberer Grenzwert verstanden werden, welcher wohl nicht wirklich erreicht werden kann. In den folgenden Kapiteln heissen die Kapazitätsszenarien «Tiefe», «Mittlere» und «Hohe Kapazität» – dies v. a., um sie von den Szenarien zur Abfallmengenprognose zu unterscheiden.

Tabelle 7 Einflussfaktoren in den Kapazitätsszenarien

Einflussfaktoren KVA- Kapazitäten	Tiefe Kapazität	Mittlere Kapazität	Hohe Kapazität
KVA Oftringen	Betrieb der bestehenden Anlage bis 2032 ohne Ersatzneubau	Mit Ersatzneubau	Mit Ersatzneubau
Übrige KVA im Perimeter	Keine Bewilligung von Kapazitätserhöhungen	Nominalauslastung wie von den KVA offiziell kommuniziert. Alle noch hängigen Projekterweiterungen werden bewilligt.	Reserven der KVA werden ausgereizt oder die Fahrweise der Anlage wird anhand des Feuerleistungsdiagrammes auf maximalen Durchsatz optimiert (sofern bekannt).
Heizwert	Gleichbleibend wie heute	Gleichbleibend wie heute	Heizwert sinkt. Heizwert auf max. Durchsatz optimiert, sofern relevant resp. dieser technisch den limitierenden Faktor darstellt.

2.3.2 Entwicklung der Kapazitäten im Betrachtungsperimeter

Im Kanton Aargau wird ausser dem Ersatzneubau der KVA Oftringen auch die KVA Turgi vollständig erneuert, dies jedoch gemäss heutigem Stand ohne Kapazitätserhöhung. Im Folgenden werden die Kapazitätsentwicklungen der Anlagen näher beleuchtet:

Im Rahmen des Ersatzneubaus der **KVA Oftringen** ist eine signifikante Erweiterung der Verwertungskapazität vorgesehen: Die bestehende Jahreskapazität von rund 65'000 Tonnen soll auf 160'000 Tonnen erhöht werden. Das Bauvorhaben hat ein limitiertes Kostenbudget und wird laut den Projektverantwortlichen unter anderem deshalb keine Kapazitätsreserven mit sich bringen. Einerseits aus technischer Sicht der Anlage, um eben diese Kosten einzuhalten und andererseits aufgrund von stark eingeschränkten Möglichkeiten für eine Erweiterung der Logistik rund um die geplante Anlage.

Für die Kapazitätsplanung im Betrachtungsperimeter ist auch die **KVA Turgi** relevant: Dort ist für das Jahr 2033 eine Erneuerung der bestehenden Linie vorgesehen. Die Kapazität wird bei 120'000 t/a (14.6 t/h) bleiben. Trotzdem kann bei vollständiger Ausreizung des Feuerleistungsdiagramms (maximale Ofenleistung in Abhängigkeit vom Abfalldurchsatz und vom Heizwert) mit einem Anstieg der Abfalldurchsätze gerechnet werden. Bei einem realistischen Heizwert von 12.5 MJ/t ist eine maximale Verwertung von 135'000 t/a bzw. 16.5 t/h realistisch.

Die **KVA Buchs** plant nach aktuellem Stand erst ab 2035 den Ersatz der Ofenlinie 1, wobei derzeit von gleichbleibenden Kapazitäten ausgegangen wird. Gleichzeitig wird die Anlage bereits heute bewusst nicht komplett ausgereizt und mit maximal 145'000 t/a, also ca. 5'000 Tonnen unter der möglichen Kapazität, gefahren, damit diese nicht unnötig belastet wird. Das bedeutet für die «Mittlere Kapazität» bei 150'000 t/a im Vergleich zu heute eine leichte Steigerung. Für die «Hohe Kapazität» kann auch hier bei einer Neuanlage mit bis zu 10 % Kapazitätsreserven gerechnet werden. Für die «Tiefe Kapazität» wird am Standort Buchs, aufgrund des weniger starken Anstiegs der Abfallmengen bis 2035, eine neugeplante Anlage mit einer verringerten Kapazität von 130'000 t/a angenommen.

Die **KVA Perlen** ist bereits heute mit den 280'000 t/a (34.1 t/h) voll ausgelastet und bietet technisch nur begrenzte Möglichkeiten zur Kapazitätserweiterung. Derzeit läuft eine UVP auf 300'000 t/a (36.6 t/h), um auf der Bewilligungsseite eine Reserve zu haben, weshalb hier für die «Hohe Kapazität» auch diese Durchsatzmenge angenommen wurde.

2.3.3 Entwicklung der KVA-Kapazität im erweiterten Betrachtungsperimeter

Für die Bewertung der Entwicklung der Kapazitäten wurden auch die Anlagen Dietikon, Basel, Zuchwil, Bern sowie Niederurnen genauer untersucht. Die Kapazitätsentwicklung in diesem Gebiet wird insbesondere durch die Erweiterungen der KVA Dietikon, der KVA Zuchwil sowie durch die Erneuerung der Ofenlinie 2 bei der KVA Niederurnen geprägt. In Dietikon wird die Anlage von den heutigen 90'000 t/a auf 160'000 t/a erhöht. Dabei sind die genauen Leistungsdaten noch nicht bekannt und es wird mit Kapazitätsreserven von gegen 10 % für den Höchstdurchsatz gerechnet. Dasselbe gilt bei der KVA Zuchwil, bei welcher stand heute die Erweiterung auf 265'000 t/a als gut ausgelasteter Wert angedacht ist und die Reserve mit nicht mehr als 5-10 % angenommen werden kann. Die KVA Niederurnen hat nach der Erweiterung der Ofenlinie 2 eine technische Gesamtkapazität von 150'000 t/a, davon sind jedoch nur 120'000 t/a bewilligt. 2040 wird entschieden, ob die Ofenlinie 1 stillgelegt wird und die Anlage dann mit 90'000 t/a laufen kann. Wird bis dahin gleich viel Kapazität benötigt wie heute oder soll diese sogar gesteigert werden, kann die Anlage auch mit einer Jahreskapazität von 120'000 t/a gefahren werden resp., wenn bewilligungsfähig, auch mit 150'000 t/a. Daher ergibt sich für diese Anlage vom Tiefst- zum Höchstwert eine Spannweite von 90'000 t/a bis 150'000 t/a.

In Basel wurde die Idee, die Anlage mit einer Ofenlinie 4 auf eine Gesamtkapazität von 400'000 t/a zu erweitern, verworfen. Nächste Gespräche für eine mögliche Erweiterung wurden in Richtung 2050 vertagt. Da die

heutige Anlage mengenmässig aufgrund des Ausbrands am Anschlag ist, kann der Durchsatz von gut 240'000 t/a nicht gesteigert werden.

Für die KVA Bern sind derzeit keine Pläne für eine Erweiterung bekannt. Bis 2050 ist allerdings eine Neuplanung realistisch. Heute wird die Anlage im Winter bis zu 120 % ausgelastet und im Sommer reduziert und damit als eine der wenigen Anlagen in der Schweiz mit saisonalem Gedanken betrieben. Mit dieser Fahrweise und den heutigen Jahresmengen von 150'000 t/a kann der Durchsatz realistisch gesehen nur bedingt gesteigert werden und der Höchstwert wird nach Rücksprache mit 10 % Kapazitätssteigerung angenommen.

2.3.4 Einfluss des Heizwerts auf den Ofendurchsatz

Der Heizwert des Abfalls hat direkten Einfluss auf den möglichen Abfalldurchsatz im Ofen.

- Sinkt der Heizwert, kann bei gleichbleibender thermischer Leistung mehr Abfall verwertet werden.
- Steigt der Heizwert, reduziert sich der mögliche Abfalldurchsatz, wenn die thermische Leistung des Ofens den Durchsatz limitiert.

Relevanz für die Kapazitätsberechnung

Für die Kapazitätsabschätzung spielt der Heizwert eine zentrale Rolle. In einigen KVA innerhalb des Betrachtungsperimeters kann bei sinkendem Heizwert ein höherer Abfalldurchsatz erzielt werden. Vorausgesetzt, die Anlagen sind nicht anderweitig technisch limitiert².

Da die neuen Anlagen in Turgi und Oftringen noch nicht gebaut sind und die Ofenerneuerung in Buchs AG erst angedacht ist, fehlen derzeit belastbare Erfahrungswerte zur tatsächlichen Leistungsfähigkeit bei steigendem Durchsatz. Die Feuerleistungsdiagramme aus der Planung liefern jedoch theoretische Anhaltspunkte zur Abschätzung der maximalen Durchsatzwerte. Dies gilt ebenso für die KVA im erweiterten Perimeter. Bei Neuanlagenplanungen wie in Dietikon, Niederurnen und Zuchwil liegen bislang keine empirischen Daten vor, die verlässliche Aussagen zu absoluten Höchstdurchsätzen erlauben.

Die Betreiber der KVA beurteilen die Entwicklung des Heizwerts als weitgehend konstant. Einflussfaktoren wie der Anteil an Marktkehricht, welcher typischerweise einen erhöhten Heizwert aufweist, sowie wetterbedingte Schwankungen, etwa durch feuchte Anlieferungen in den Bunker, werden als relevante Variablen genannt. Meist gleichen sich die Schwankungen im Jahresverlauf aus. Bei den in diesem Kapitel betrachteten neun KVA war der Heizwert der verwerteten Abfälle im Jahr 2024 durchschnittlich ca. 2.5 % tiefer als in den vorherigen Jahren. Um zu beurteilen, ob es sich dabei um eine Schwankung oder einen Trend handelt, muss die Auswertung der nächsten Jahre abgewartet werden. Weiter gilt zu berücksichtigen, dass sich der Heizwert nicht bei jeder KVA identisch entwickelt. Aus diesen Gründen wird der Heizwert in den nachfolgenden Betrachtungen als konstant angenommen.

² Zusätzliche Einschränkungen können neben der Ofentechnik auch durch den Ausbrand auf dem Rost, der Logistik im Umfeld der Anlage oder durch die Rauchgasreinigung entstehen.

2.3.5 Kapazitätsplanung für 2050

Aus diesen Erläuterungen ergeben sich folgende geplante Kapazitäten für das Jahr 2050:

Tabelle 8 Kapazitätsplanung 2050 für die KVA im und um den Betrachtungsperimeter

KVA-Kapazitäten 2050	Tiefe Kapazität		Mittlere Kapazität		Hohe Kapazität	
	[t/a]	[t/h]	[t/a]	[t/h]	[t/a]	[t/h]
Buchs AG	130'000	15.9	150'000	18.3	160'000	19.5
Ofringen	0	0.0	160'000	19.5	160'000	19.5
Turgi	120'000	14.6	120'000	14.6	135'000	16.5
Perlen	280'000	34.1	280'000	34.1	300'000	36.6
Dietikon	160'000	19.5	160'000	19.5	170'000	20.7
Basel	235'000	28.7	235'000	28.7	235'000	28.7
Zuchwil	265'000	32.3	265'000	32.3	290'000	35.4
Bern	150'000	18.3	150'000	18.3	160'000	19.5
Niederurnen	90'000	11.0	120'000	11.0	150'000	18.3
TOTAL	1'430'000	174.4	1'640'000	200.0	1'760'000	214.6

Den in Tabelle 8 dargestellten Kapazitäten liegen die folgenden Annahmen zugrunde:

Tiefe Kapazität

Die Standorte Buchs AG und Turgi fahren mit Minimalauslastung, der Ersatzneubau KVA Ofringen und die Erweiterung der ersten Ofenlinie der KVA Niederurnen werden nicht umgesetzt. Die Standorte Perlen, Bern und Basel fahren gemäss dem heutigen Niveau, Dietikon und Zuchwil werden mit der nominalen Auslegungskapazität betrieben.

Mittlere Kapazität

Die KVA Buchs AG hat eine erneuerte Ofenlinie, was zu einer Gesamtkapazität von 150'000 t/a (18.3 t/h) führt. Der Ersatzneubau KVA Ofringen wird umgesetzt, Turgi fährt mit der bisherigen Kapazität. Die Standorte Perlen, Bern, Basel fahren gemäss dem heutigen Niveau, Dietikon wird mit der Auslegungskapazität gemäss aktueller Planung betrieben. Die Standorte Niederurnen und Zuchwil verwerten die bewilligte Kapazität von 120'000 t/a bzw. 265'000 t/a.

Hohe Kapazität

Die KVA Buchs AG hat eine erneuerte Ofenlinie und der Ersatzneubau KVA Ofringen wird umgesetzt. Bei den Standorten Buchs AG, Ofringen, Turgi, Bern, Dietikon und Zuchwil wird eine Kapazitätsreserve gegenüber der mittleren Kapazität von ca. 10 % angenommen. Die KVA Basel fährt gemäss dem heutigen Niveau, da dieses die Anlage bereits ans Limit bringt. Die KVA Perlen wird gemäss dem Höchstwert der sich in Antrag befindenden UVP betrieben und in Niederurnen wird die technisch mögliche Kapazität von 150'000 t/a (18.3 t/h) ausgeschöpft und die Bewilligung dementsprechend erhöht.

In Abbildung 11 bis Abbildung 14 sind die Kapazitäten der einzelnen KVA im Betrachtungsperimeter grafisch dargestellt. Die Kapazitätsszenarien sind aufeinander aufbauend, d. h., die «Mittlere Kapazität» ist als die Summe der Flächen «Tief» und «Mittel» zu verstehen.

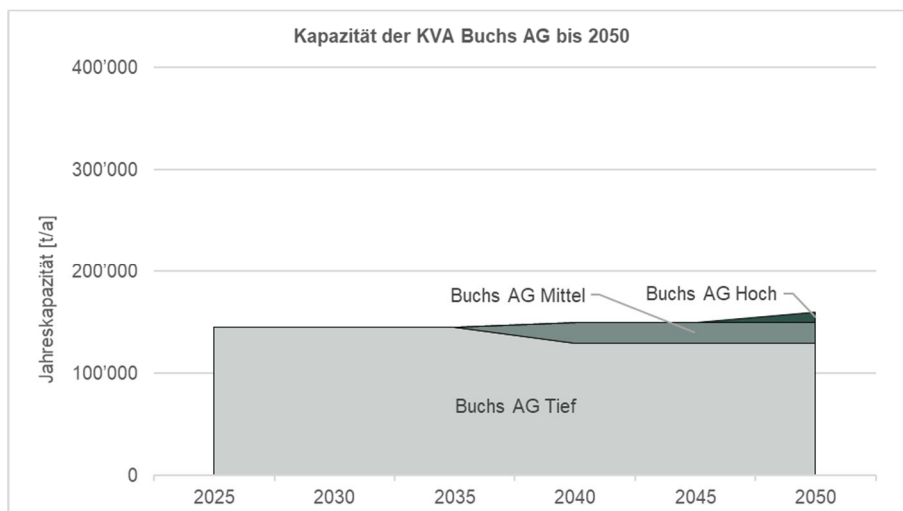


Abbildung 11 Kapazitätsentwicklung der KVA Buchs bis 2050

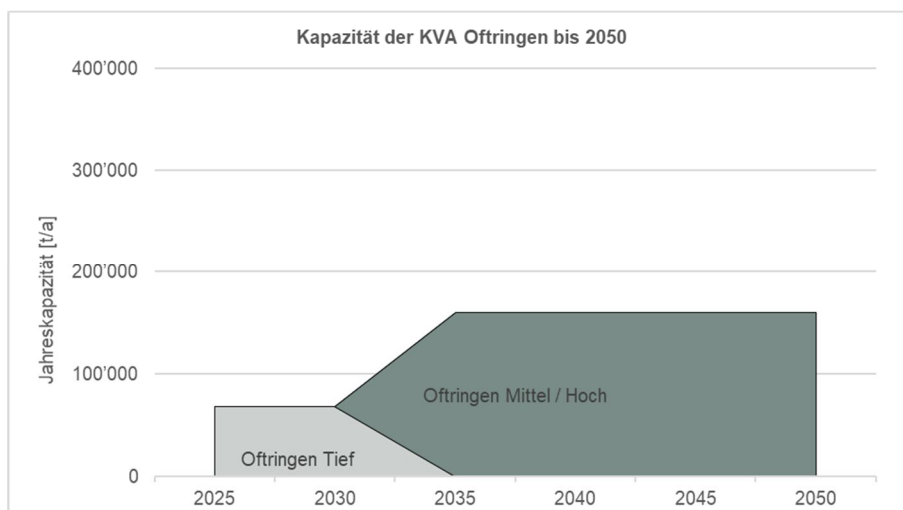


Abbildung 12 Kapazitätsentwicklung der KVA Oftringen bis 2050

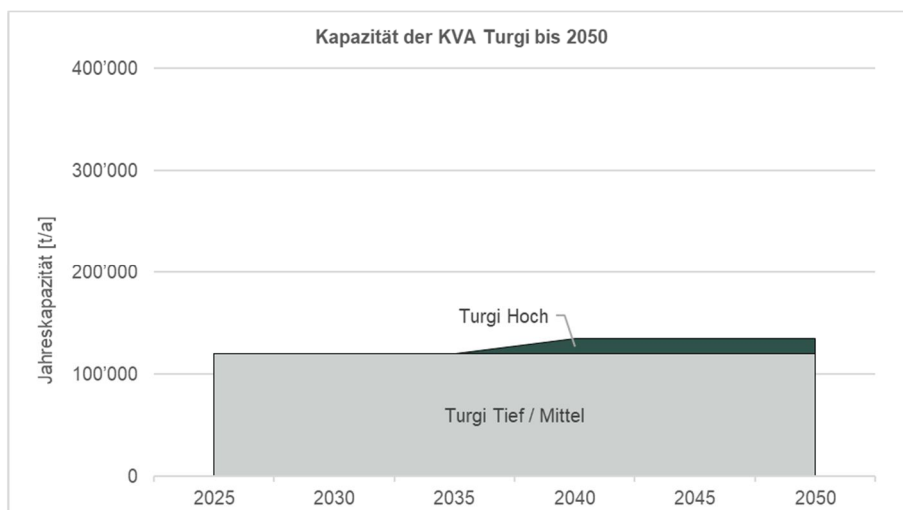


Abbildung 13 Kapazitätsentwicklung der KVA Turgi bis 2050

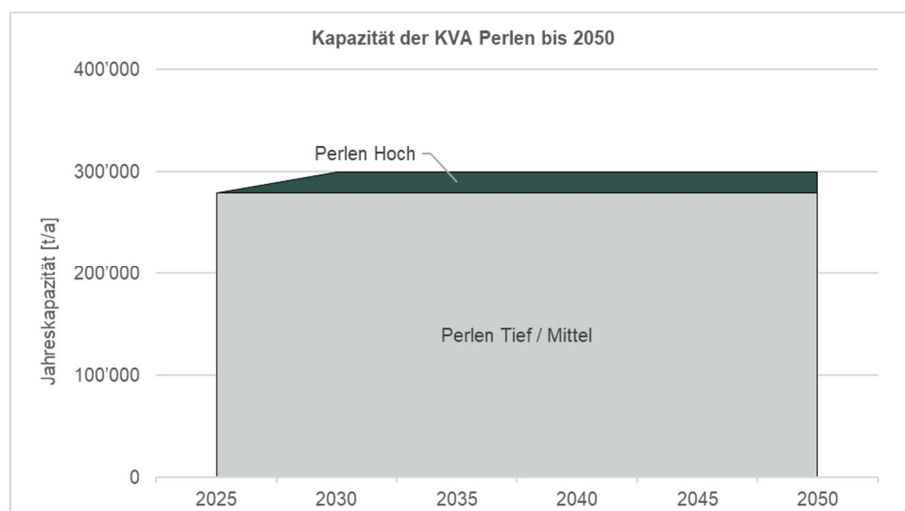


Abbildung 14 Kapazitätsentwicklung der KVA Perlen bis 2050

2.3.6 Saisonalität

Die thermischen Verwertungskapazitäten einer KVA in Jahrestonnen beschreiben die Leistungen der Anlagen nur bedingt genügend, auch wenn diese für den politischen Diskurs ausreichend erscheinen. Die Leistung und der Durchsatz eines Ofens werden im Feuerleistungsdiagramm genau beschrieben. In diesem sind die Eckpunkte für die thermische Leistung (in MW) und die Durchsatzmenge (in t/h) ersichtlich. In diesem Bereich kann die Anlage sicher betrieben werden und erreicht die erforderlichen Grenzwerte. So kann eine Jahresmenge entweder durch einen konstanten Betrieb an einem mittleren Arbeitspunkt oder durch zeitlich der Energienachfrage angepassten Arbeitspunkte erreicht werden: Im Sommer kann beispielsweise ein Ofen mit einer geringeren Durchsatzmenge betrieben werden als im Winter, wodurch sich die tatsächliche Jahresmenge aus verschiedenen Betriebspunkten zusammensetzt. In der Praxis wird etwa in der KVA Bern künftig eine saisonale Fahrweise angestrebt, bei der im Sommer die Auslastung auf rund 70 % reduziert und im Winter auf bis zu 120 % erhöht wird. Solche saisonalen Anpassungen verdeutlichen, wie wichtig Angaben zum minimalen und maximalen Abfalldurchsatz in Tonnen pro Stunde sind, insbesondere, wenn es um politische Entscheidungen zur optimalen Auslegung und Steuerung der Anlagen geht. Offiziell werden jedoch meistens nur die Jahreskapazitäten kommuniziert, obwohl eine differenzierte Betrachtung der Durchsatz- und Feuerleistung entscheidende Vorteile für die fachliche Bewertung und die Planung von Betriebsstrategien bietet. In Tabelle 9 sind verschiedene Betriebsstrategien einer fiktiven Anlage dargestellt.

Tabelle 9 Betriebsstrategien saisonale Fahrweise einer KVA, fett markierte Werte weichen vom «Dauerbetrieb» ab

	Jahreskapazität	Betriebsstunden	Durchsatz Winter	Durchsatz Sommer
Konstante Fahrweise	100'000 t/a	8'200 h/a	12.2 t/h	12.2 t/h
Saisonale Fahrweise	100'000 t/a	8'200 h/a	14.6 t/h	8.6 t/h
Saisonale Fahrweise mit verlängerter Sommer-Revision	100'000 t/a	7'500 h/a	14.6 t/h	12.2 t/h

Die konstante Fahrweise entspricht den heutigen Betriebsstrategien der meisten KVA in der Schweiz. Die Jahreskapazität wird mit einem gleichmässigen Durchsatz (Anlagenauslastung von 100 %) erreicht. Für die Revision müssen einzelne Linien, teils die gesamte Anlage, abgestellt werden.

Für die saisonale Fahrweise wurden die oben genannten Faktoren der KVA Bern übernommen, um einen Winter- und einen Sommerbetriebspunkt darzustellen.

Die dritte dargestellte Betriebsstrategie ist eine saisonale Fahrweise mit verlängerter Revision im Sommer.

In Abbildung 15 sind die drei Betriebsstrategien grafisch dargestellt. Die Revision beginnt in allen Strategien in der Kalenderwoche 25. Die Jahreskapazität (Fläche unter den Durchsatzlinien) ist trotz unterschiedlichen Betriebspunkten und -stunden bei allen drei Fahrweisen identisch.

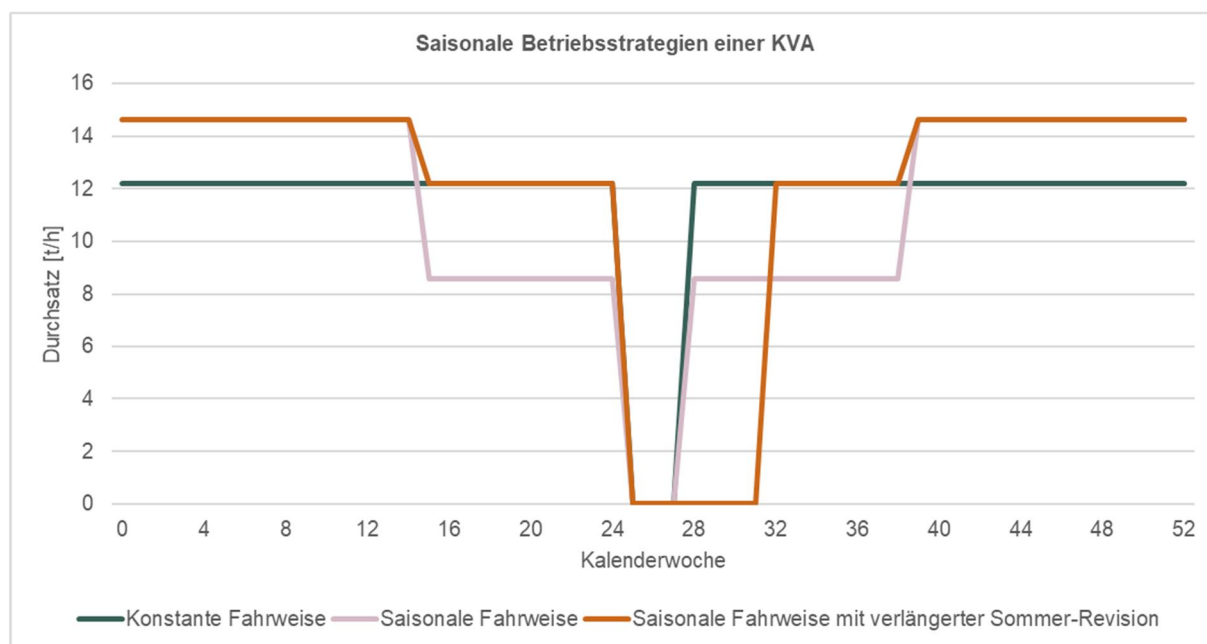


Abbildung 15 Grafische Darstellung von saisonalen Betriebsstrategien einer KVA

Während die maximale Ofenleistung (t/h) bei der konstanten Fahrweise in etwa dem durchschnittlichen Durchsatz von 12.2 t/h entspricht, liegt die maximale Ofenleistung in der saisonalen Fahrweise bei 14.6 t/h. Dieses Beispiel zeigt, dass zur Beschreibung einer Anlage die Jahreskapazität allein nicht ausreichend ist. Es verdeutlicht auch, dass für eine saisonale Fahrweise eine höhere Ofenleistung notwendig ist, welche bei konstanter Fahrweise eine Überkapazität bedeuten würde.

Die im Betrachtungsperimeter liegenden KVA, wie auch die meisten Anlagen schweizweit, werden jedoch durchgehend mit hoher Auslastung betrieben. Saisonale Fahrweisen sind derzeit dementsprechend noch kaum verbreitet. Abfall gezielt in den Winter zu verlagern, wird von den meisten KVA als herausfordernd eingeschätzt. Als Hindernisse werden insbesondere die begrenzten Bunkerkapazitäten, der zusätzliche Aufwand für die Zwischenlagerung (Ballieren, Transporte), die erheblichen Platzanforderungen für die Lagerung der Ballen und auch ökologische Herausforderungen bei der Lagerung (Geruch, Brandgefahr) genannt. Zudem wird eine konstante Fahrweise der Anlage als schonender bezeichnet als eine Fahrweise mit vielen Leistungsänderungen. Mit dem heutigen Abfallaufkommen sind die KVA in der Schweiz zu 100 % ausgelastet, es ist sowohl im Sommer wie auch im Winter so viel Abfall vorhanden, dass die KVA dauerhaft Volllast fahren müssen/können. Dementsprechend gibt es aktuell auch fast keine freien Kapazitäten, welche mit einer saisonalen Fahrweise bewirtschaftet werden könnten.

Weiter begünstigen auch die bestehenden Energielieferverträge eine konstante Betriebsweise. Allerdings könnten sich die Rahmenbedingungen in den kommenden Jahren verändern, zum Beispiel durch einen ansteigenden Fernwärmebedarf im Winter oder sinkende Stromvergütungen im Sommer. Dadurch könnte eine saisonale Leistungsanpassung attraktiver werden. Zu den möglichen, sich ändernden Rahmenbedingungen zählen auch die zukünftigen Betriebsbewilligungen für KVA. In diesen könnte die Jahreskapazität mit weiteren Vorgaben für eine saisonale Fahrweise ergänzt werden. Ein Beispiel dafür wäre die Vorgabe, dass die maximale Ofenleistung (t/h) einer neuen KVA (z. B. 20 %) grösser sein muss, als wenn die Jahreskapazität mit einer konstanten Fahrweise verarbeitet werden würde. Durch die Festlegung von Ofenleistung (t/h) und Jahreskapazität (t/a) würde damit auf ein ganzes Jahr gesehen keine Überkapazität, sondern eine (saisonale) Reservekapazität geschaffen. Da die saisonale Fahrweise bei den im Betrachtungsperimeter liegenden KVA wie erwähnt noch nicht verbreitet ist, wird sie in den folgenden Betrachtungen nicht miteinbezogen.

2.3.7 Kapazitäten der Zementindustrie im Kanton Aargau

Die Zementindustrie steht vor der Herausforderung, ihre CO₂-Emissionen zu senken. Ein Ansatz ist, fossile Brennstoffe durch alternative Brennstoffe zu ersetzen. Die Zementindustrie kann dazu verschiedene Brennstoffe nutzen, ist jedoch nicht komplett frei in der Wahl. Ein Grund dafür ist, dass die thermische Verwertung beim Inputmaterial, welches oft geschreddert wird, nur gewisse Stückgrössen erlaubt. Beim Siedlungsabfall sieht die Gesetzgebung resp. die VVEA vor, dass dieser ausschliesslich für KVA bestimmt ist. Daher ist auch eine Vorsortierung mit z. B. einer Entnahme von Kunststoffen aus gemischt gesammelten Siedlungsabfällen nicht möglich. Die Zementindustrie ist ausserdem an Materialien mit einem hohen Heizwert interessiert. Denn die Zementindustrie verfolgt (im Gegensatz zu den KVA) nicht das Ziel, ein möglichst grosses Abfallvolumen zu verwerten, sondern genügend Energie für ihre Herstellungsprozesse zu erzeugen.

Ein weiterer Ansatz, welchen die Zementindustrie verfolgt, ist die Reduktion des Klinkeranteils im Zement. Dies geschieht mit der Herstellung und Verwendung von kalzinierem Ton. Die Kalzinierung von Ton benötigt eine geringere Temperatur als die Kalzinierung von Kalkstein (800 °C anstatt 1450 °C). So wird einerseits weniger Brennstoff benötigt und es entstehen andererseits keine geogenen CO₂-Emissionen.

Die thermischen Verwertungskapazitäten für alternative Brennstoffe in der Zementindustrie werden stetig erweitert. Die folgende Prognose wurde basierend auf Gesprächen mit Akteuren der Zementindustrie erstellt. Dazu gehören auch etwaige thermische Verwertungen (z. B. von Holz oder Kunststoffen), die nicht im Kernprozess (Klinkerproduktion im Drehrohrofen) verwendet werden.

Tabelle 10 Kapazitätsprognosen 2050 für Zementindustrie im Betrachtungsperimeter

Kapazitätsprognose Zementindustrie	2024 [t/a]	2050 Tiefe Kapazität [t/a]	2050 Mittlere Kapazität [t/a]	2050 Hohe Kapazität [t/a]
Kapazitäten für alternative Brennstoffe	136'000	165'000	220'000	290'000

Der Vergleich der Szenarien in Tabelle 10 mit den im Jahr 2024 thermisch verwerteten Abfällen zeigt, dass in jedem Szenario von einer ansteigenden Menge an verwerteten Abfällen in der Zementindustrie im Betrachtungsperimeter ausgegangen wird. Der unterschiedliche Anstieg in den Szenarien wurde aus den Gesprächen abgeleitet und bilden einen leichten Anstieg («Tiefe Kapazität»), einen realistischen Ausbau («Mittlere Kapazität») und die maximal mögliche Kapazität («Hohe Kapazität») ab. Die Kapazitäten sind in Abbildung 16 ebenfalls grafisch dargestellt.

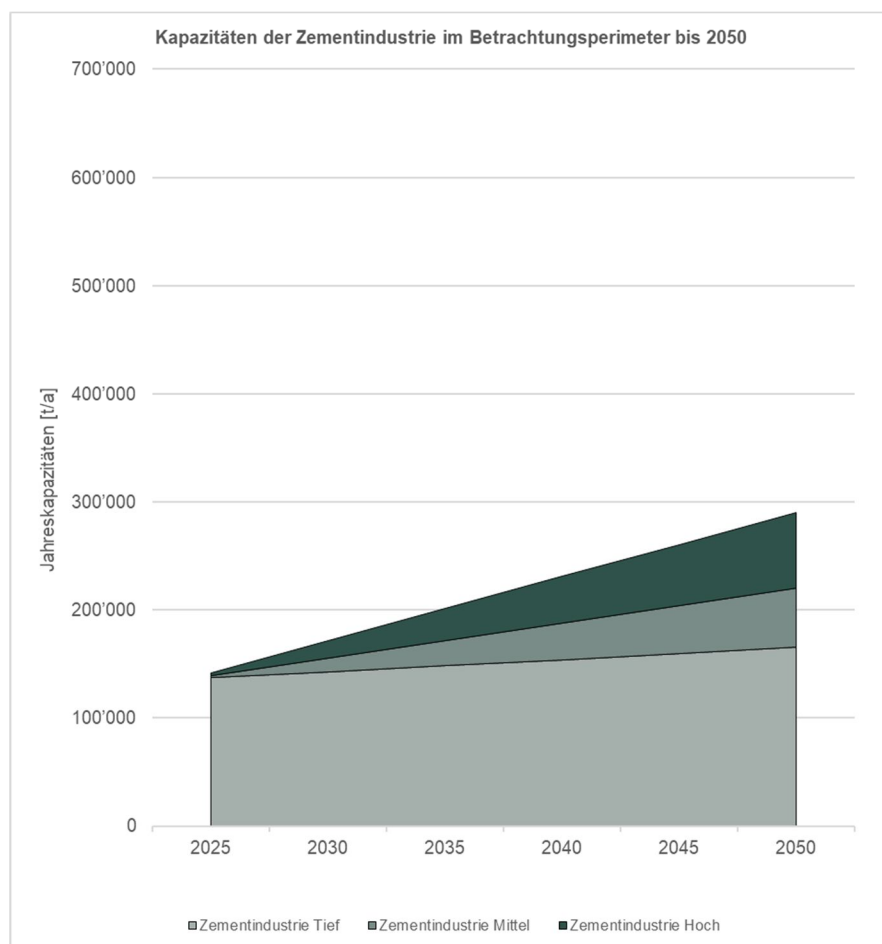


Abbildung 16: Kapazitäten der Zementindustrie im Betrachtungsperimeter bis 2050

2.3.8 Industrielle Feuerungsanlagen im Betrachtungsperimeter

In den letzten zehn Jahren haben Industriefeuerungen mit alternativen Brennstoffen stark an Bedeutung gewonnen und die Verwertungskapazität ist im Schnitt pro Jahr um 5 % gewachsen. In der Kategorie Altholz sind laut Holzenergie Schweiz im Kanton Aargau bereits wieder Projekte mit einer Gesamtkapazität von ca. 53'500 t/a in der Planung. Im gesamten Betrachtungsperimeter liegt die geplante Kapazität an neuen Altholz-anlagen bei gut 80'000 t/a. Da die Verwertungskapazität aber nicht bis ins Jahr 2050 weiter so wachsen kann, entspricht die Kapazitätsprognose in Tabelle 11 einer moderateren Wachstumsrate. Die Entwicklung der Kapazität der Industriellen Feuerungsanlagen hängt einerseits von der Verfügbarkeit von einfach zu verwertendem Brennstoff (Altholz, weitere Holzabfälle, Klärschlamm) ab. Andererseits von den Absatzmöglichkeiten der Energie in Form von Fernwärme oder Industriewärme. Für beide Parameter konnte im Rahmen dieser Studie keine detaillierte Prognose durchgeführt werden. Daher wurden vereinfacht Wachstumsraten mit Bezug auf das BIP angenommen.

Tabelle 11 Kapazitätsprognosen 2050 für industrielle Feuerungen im Betrachtungsperimeter

Kapazitätsprognose Industriefeuerungen	2024 [t/a]	2050 Tiefe Kapazität [t/a]	2050 Mittlere Kapazität [t/a]	2050 Hohe Kapazität [t/a]
Kapazitäten für alternative Brennstoffe	318'000	318'000	455'000	543'000

Das Szenario «Tiefe Kapazität» geht von einer gleichbleibenden Kapazität bei Industriefeuerungen bis 2050 aus. Dem Szenario «Mittlere Kapazität» liegt ein Anstieg gemäss dem prognostizierten BIP zugrunde, dieses steigt ca. 1.5 % pro Jahr. Für das Szenario «Hohe Kapazität» wird mit dem 1,5-fachen BIP-Anstieg gerechnet. Auch diese Szenarien sind zur Vergleichbarkeit mit den anderen Kapazitäten in Abbildung 17 grafisch dargestellt.

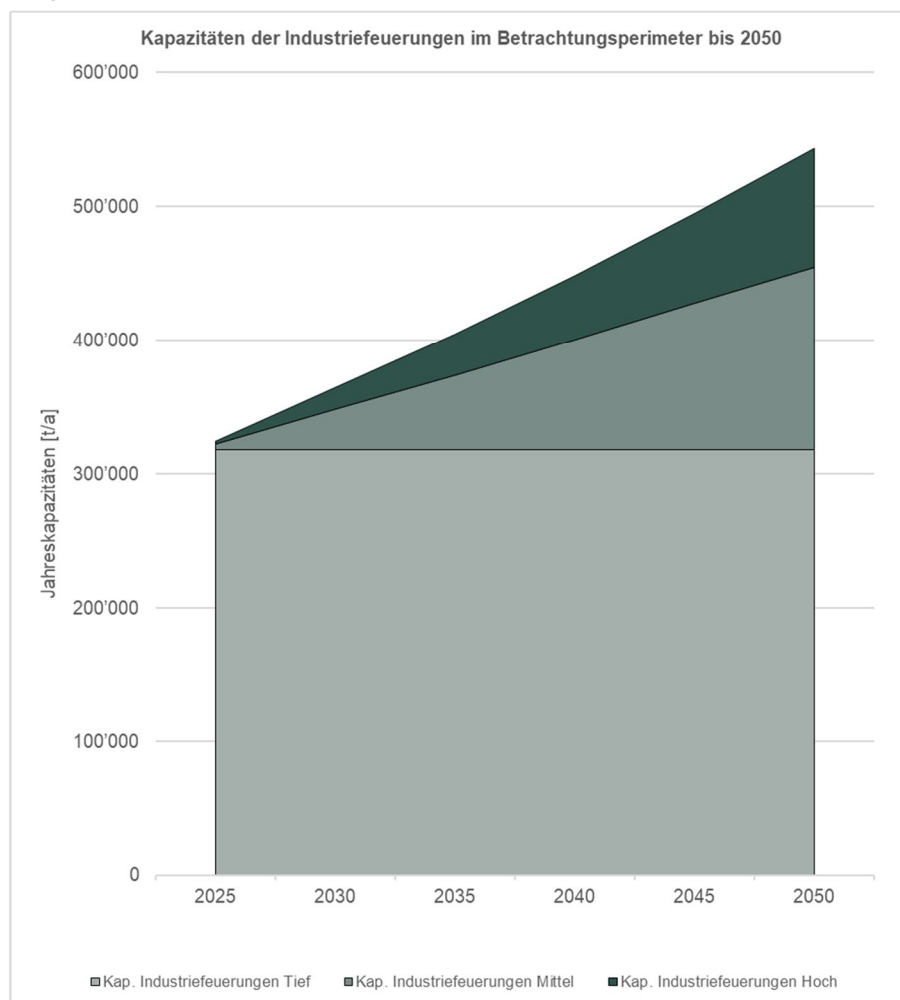


Abbildung 17: Kapazitäten der Industriefeuerungen im Betrachtungsperimeter bis 2050

2.4 Entwicklung der Rückstandsmengen bis 2050

2.4.1 Begrifflichkeiten, betrachtete Rückstände und Abgrenzung

Auch die Rückstände bzw. Outputs aus der thermischen Verwertung sind eine relevante Kenngrösse, wenn es darum geht, die Konsequenzen veränderter KVA-Kapazitäten zu eruieren. In der folgenden Übersicht sind die anfallenden, zu verarbeitenden und/oder zu deponierenden Rückstände aufgeführt, die hinsichtlich ihrer Relevanz für das Projekt betrachtet wurden:

Tabelle 12 Übersicht anfallender Rückstände bei KVA im Betrachtungsperimeter

Rückstand	Fällt in AG an ja/nein 2024/2050	Fällt in LU an ja/nein 2024/2050	Relevanz Studie ja/nein	Erläuterung der Relevanzeinschätzung für die Behandlung in dieser Studie
Schlacke entfrachtet (Entfrachtung auf KVA oder Deponie)	ja/ja	ja/ja	ja	- Grosse Mengen - Deponieengpässe CH-weit
Filterasche	ja/ja	ja/ja	ja	- Grössere Veränderungen in Verarbeitungswegen - Deponieknappheit und sich ändernde Deponievorschriften
Filterkuchen / Schlamm aus ABA	ja/ja	nein/nein	ja	- Relevante Mengen
Hydroxidschlamm zinkhaltig aus FLUWA (aus KVA-eigener oder anderer FLUWA)	ja/ja	ja/ja	ja	- Ab 2035 möglicher neuer Verarbeitungsweg (SwissZinc)
Hydroxidschlamm entfrachtet (aus Metallrückgewinnung)	ja/ja	ja/ja	ja	- Fällt 2050 nicht mehr zur Deponierung an, falls der gesamte Hydroxidschlamm durch SwissZinc verarbeitet wird
Natriumbicarbonat verunreinigt	nein/nein	ja/ja	ja	- Das Recyclingverfahren beinhaltet einen Schadstoffexport
Sonstige Rückstände wie Aktivkohle, Kalk, etc.	ja/ja	ja/ja	nein	- Verhältnismässig kleine Mengen
Abwasser	ja/ja	nein/nein*	nein	- Nicht im Fokus der Studie (*Nur Sanitär- und kein Prozessabwasser)
CO ₂	ja/ja	ja/ja	nein	- Nicht im Fokus der Studie

Im vorliegenden Bericht werden folglich die Mengenentwicklungen für die folgenden Fraktionen beschrieben:

- Schlacke
- Filterasche
- Filterkuchen/Schlamm aus der ABA
- zinkhaltiger und entfrachteter Hydroxidschlamm
- verunreinigtes Natriumbicarbonat

2.4.2 Grundannahmen

Für die Prognose der anfallenden Mengen an Rückständen, u. a. aus der Rauchgasreinigung (RGR), ist auch die zugrundeliegende Verarbeitungstechnik relevant. Folgende Annahmen gelten für die vier betrachteten KVA:

- Aktuell hat keine KVA im Betrachtungsperimeter eine eigene FLUWA; für Oftringen wird im Fall eines Ersatzneubaus danach von einer (ausreichend grossen) FLUWA bzw. von ausreichenden FLUWA-Kapazitäten ausgegangen.
- Aktuell hat die KVA Perlen eine trockene RGR und die Aargauer KVA haben nasse RGR; für Oftringen wird weiterhin von einer nassen RGR ausgegangen.

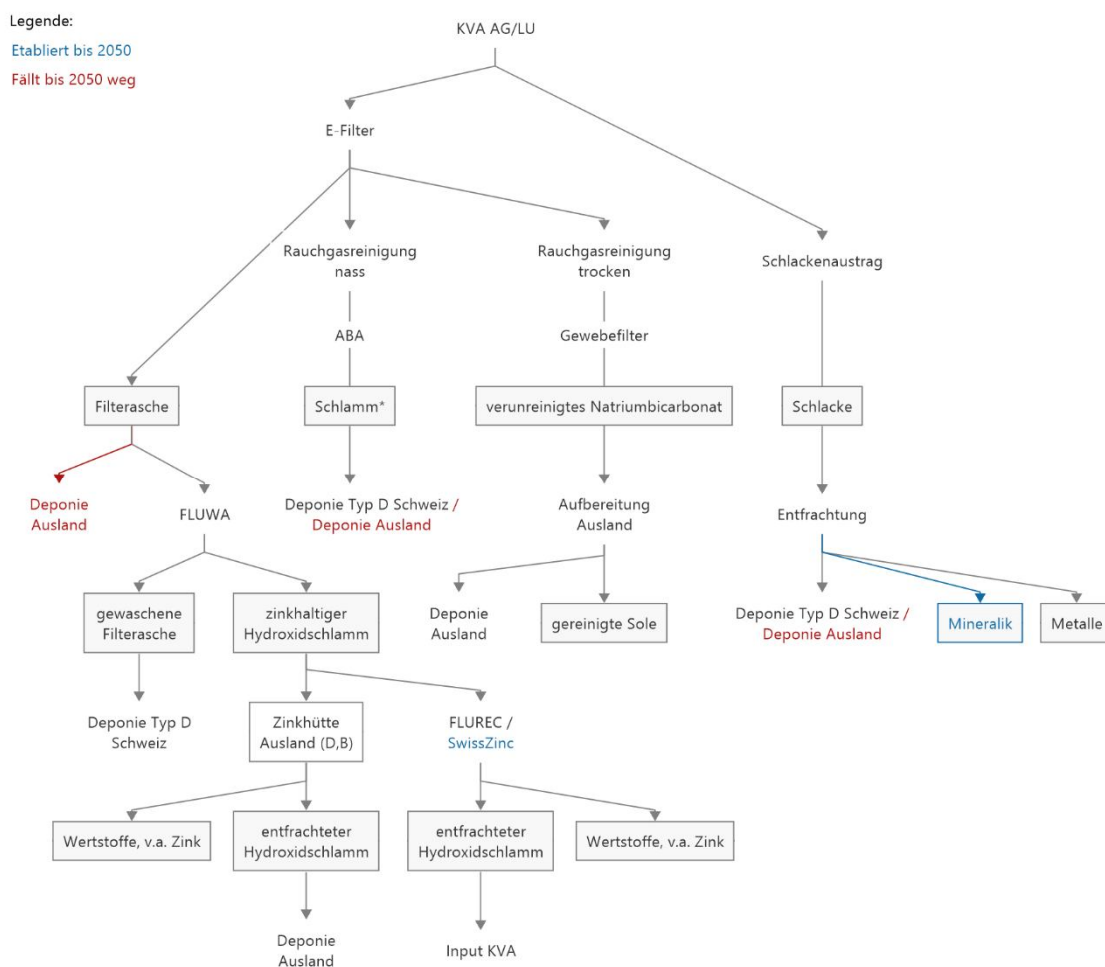
Dementsprechend fällt nur in Perlen verunreinigtes Natriumbicarbonat an.

Folgende Annahmen für die Berechnung der anfallenden Mengen an Rückständen gelten übergreifend:

- Metallrückgewinnungspflicht bei **Filterasche** für alle Schweizer KVA ab 2028
→ Alles an Filterasche wird behandelt. Die nach deren Behandlung in FLUWA anfallende sauer gewaschene Filterasche geht auf Schweizer Deponien (vorrangig des Typs D). Es gibt ab 2028 keine unbehandelte Filterasche mehr, die in UTD im Ausland geht.
- Möglichkeit zur Metallrückgewinnung aus dem **Hydroxidschlamm** für alle Schweizer KVA durch SwissZinc ab 2035
→ Für die Berechnung und Darstellung der Mengenströme wird angenommen, dass die gesamte Zinkrückgewinnung in der Schweiz erfolgt.
- Stopp von **Ex-/Import von Siedlungsabfällen** und deren Rückständen seitens der EU ab 2029
→ Kein anteiliger Rück-Export von Verbrennungsrückständen mehr.
 - Folge 1: Die Schlackenmenge in der Schweiz nimmt zu
→ Die wegfallenden Abfallmengen werden durch (das Wachstum der) Schweizer Abfallmengen kompensiert. Die anfallenden Schlackenmengen sind vollständig in der Schweiz zu deponieren.
 - Folge 2: Deponierung gewaschener Filterasche
→ Die behandelte Filterasche (nach FLUWA) wird mit der Schlacke auf Schweizer Deponien abgelagert.
 - Zinkhaltiger Hydroxidschlamm fällt nicht zur Deponierung an
→ Dieser wird aktuell im Ausland entfrachtet und deponiert oder via FLUREC behandelt, hierbei entstehen keine zu deponierenden Fraktionen. Für das Verfahren durch die SwissZinc wird analog wie bei FLUREC nicht von zu deponierenden Fraktionen ausgegangen.
 - Der Behandlungsweg von Natriumbicarbonat bleibt unverändert
→ Der Export ins Ausland wird auch ab 2029 noch möglich sein, da es derzeit keinen alternativen Verarbeitungsweg im Inland gibt.
 - Filterkuchen / Schlamm aus ABA kann zunehmen
→ Der Teil, der aktuell nach der Behandlung ins Ausland geht, könnte künftig in geeigneter Weise für die Deponierung in der Schweiz behandelt werden.
- Alternativer Verwertungsweg bei der Schlacke: Aktuelle Forschungsbestrebungen der Universität Bern deuten darauf hin, dass eine Reduktion der Schlacke um 25 % durch Entnahme für den Bau einsetzbarer Mineralik durchaus realistisch ist. Die Ausscheidung der verwendbaren Mineralik erfolgt analog der Metallrückgewinnung durch nachträgliche Entfrachtung. Ab wann dies tatsächlich möglich sein wird, ist noch unklar. Da sowohl Gesetzesanpassungen wie auch die technische Umsetzung auf der einen Seite ihre Zeit beanspruchen, andererseits aus den Kreislaufwirtschaftsbestrebungen und Deponieengpässen der Druck steigt, wurde das Jahr 2040 für die Modellrechnungen angenommen.

Diese Annahmen beeinflussen die Verarbeitungsverfahren und damit auch die Entsorgungswege der Rückstände. Die folgende Abbildung stellt diese zum besseren Verständnis grafisch dar. Die Veränderungen zwischen den aktuellen Entsorgungswegen (2024) und den für 2050 angenommenen sind farblich unterschieden.

Rückstände und Entsorgungswege aus den KVA 2024/2050



**"Filterkuchen" in Sankey

Abbildung 18: Rückstände und Entsorgungswege aus den KVA 2024 und 2050

Die in Abbildung 18 dargestellten Prozesse für 2024 und 2050 bilden die Grundlage für die Anpassung bzw. Berechnung der Mengenflüsse der jeweiligen Fraktionen bis zum Jahre 2050. Wie in Tabelle 12 angedeutet, gibt es mit SwissZinc im Jahr 2050 einen neuen möglichen Verarbeitungsweg für den zinkhaltigen Hydroxidschlamm. Da noch nicht klar ist, ob sich die KVA des Betrachtungsperimeters an SwissZinc beteiligen werden, sind auch für 2050 beide Verwertungswege (Zinkhütte Ausland und FLUREC/SwissZinc) dargestellt, obwohl für die nachfolgenden Mengenberechnungen von einer vollständigen Verarbeitung durch SwissZinc ausgegangen wird.

2.4.3 Methodik für die Mengenerrechnungen basierend auf Prognosedaten

Zur Ermittlung der aktuell und künftig anfallenden Rückstandsmengen wurden die erhobenen Ist-Zahlen der Rückstandsmengen sowie die prognostizierten Anlagenkapazitäten bis 2050 aus dem vorangegangenen Kapitel mit den drei Kapazitäten-Szenarien «Tiefe», «Mittlere» und «Hohe Kapazität» herangezogen. Mit der Erfahrung der letzten Jahre ist davon auszugehen, dass die Kapazitäten, welche im Betrachtungsperimeter zur Verfügung stehen, auch ausgeschöpft werden. Für die Modellierung der Rückstände wird deshalb von einer Anlagenauslastung von 100 % sowie einer mit heute vergleichbaren Abfallzusammensetzung ausgegangen. Die Ergebnisse daraus werden pro Szenario als Sankey-Diagramm dargestellt.

2.4.4 Methodik zur Beurteilung der künftigen Anlagen- und Deponiekapazitäten

Die genauere Betrachtung der künftigen Anlagen- und Deponiekapazitäten bezieht sich auf die Schlacke, die mit Abstand grösste anfallende Fraktion. Dafür wurden die gemäss den Kapazitätsszenarien pro Kanton und Jahr anfallenden **Schlackenmengen von 2025 bis 2050** aufsummiert, um die im Betrachtungsperimeter anfallenden Gesamtmengen zu erhalten. Diese Mengen sind bis 2050 zu deponieren. Für die Aufteilung auf die Kantone / Deponien wurde von der heutigen, prozentualen Verteilung der Schlacke ausgegangen und diese jeweils prozentual erhöht – eine rein rechnerische Annahme.

Der **SA-Importstopp aus der EU** – und somit der Exportstopp der entsprechenden Rückstände – wurde ebenfalls für die Berechnung der Schlackenmengen miteinbezogen. Bei den Anlagen, welche aktuell Rückstände zurück in die EU exportieren, wurden diese Schlackenmengen gleichmässig auf die übrigen Deponien, an welche die Anlagen liefern, verteilt.

Die **zukünftige Mineralientnahme** ab ca. 2040 führt zu einer Schlackenreduktion von 25 %.

Der Einfluss der laufenden VVEA-Revision u. a. zur Definition der Siedlungsabfälle – und damit verbunden ein mögliches, **kantonales Zuweisungsrecht von Schlacke** in die Ursprungskantone – wurde nicht berücksichtigt, da dessen Umsetzung sehr unklar und zum heutigen Zeitpunkt nicht bezifferbar ist.

Bei einer **Befragung der Kantone** (KVA-Standorte im Perimeter (AG, LU) und Kantone BE, UR, ZH, auf deren Deponien aktuell Rückstände aus dem Betrachtungsperimeter deponiert werden) wurden die berechneten Schlackenmengen aufgezeigt. Dazu wurden die folgenden Fragen gestellt:

- Ist es realistisch anzunehmen, dass die genannten Mengen, mit und ohne Wachstum, bei Ihnen im Kanton deponiert werden können?
- Haben Sie gewisse Mengen fest eingeplant?
- Gibt es Veränderungen in Ihrer Deponieplanung bis 2050, die Sie in diesem Zusammenhang als relevant für uns erachten und die Sie uns bereits mitteilen können?

Mögliche **Systemveränderungen bei der Schlackenentsorgung**: Sollte die Schlacke z. B. bzgl. Dioxine, TOC-Gehalt, PFAS-Belastung o. ä. nicht mehr den Deponieanforderungen entsprechen, müssten entsprechende Behandlungsschritte vorgesehen werden. Auch diese wären in den Kapazitätsüberlegungen zu bedenken. Der Mengeneffekt wäre wohl eher unwesentlich, doch durch die Veränderungen in der Beschaffenheit könnten sich Entsorgungswege ändern. Dazu sind aktuell keine gesicherten Aussagen möglich.

2.4.5 Darstellung der heutigen Entsorgungswege und Mengen

Für den aktuellen Stand zeigen sich folgende Verarbeitungs- und Entsorgungswege sowie Mengenströme:
Massenfluss der KVA im Betrachtungsperimeter 2024

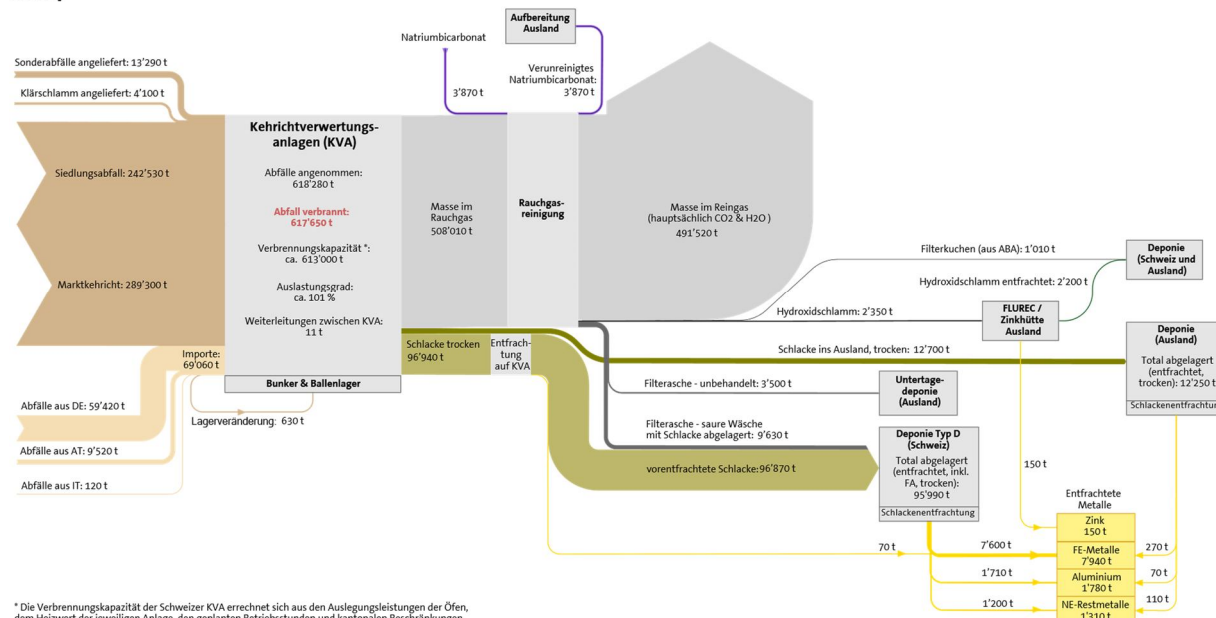


Abbildung 19: Sankey-Diagramm der im Betrachtungsperimeter angefallenen Rückstände 2024 (vergrösserte Version im Anhang)

In Abbildung 19 ist ersichtlich, dass aktuell die im Betrachtungsperimeter anfallende Schlacke und Filterasche sowohl in der Schweiz wie auch im Ausland aufbereitet und deponiert werden. Der Massenfluss der Schlacke ins Ausland (trocken) ist mit 12'700 t deutlich kleiner als die 96'870 t Schlacke (vorentfrachtet), welche in der Schweiz bleiben. Dasselbe gilt für die Filterasche mit einem Massenfluss von 3'500 t (unbehandelt) die im Ausland und 9'630 t (sauer gewaschen), welche in der Schweiz deponiert werden. Die Rückstandsfraktionen Filterkuchen und entfrachteter Hydroxidschlamm weisen deutlich kleinere anfallende Mengen auf und werden aktuell ebenfalls in der Schweiz und im Ausland deponiert. Weiter zeigt sich, dass fast die gesamte Schlacke auf den Deponien von Metallen (FE-Metalle, Aluminium und NE-Restmetalle) entfrachtet wird.

2.4.6 Zukünftige Entsorgungswege und Mengen 2050

Für 2050 zeigen sich veränderte Verarbeitungs- und Entsorgungswege sowie unterschiedliche Mengenentwicklungen je Szenario. Die Sankey-Diagramme für die Rückstände je Kapazitätsszenario sind ebenfalls im Anhang zu finden. Wie in Kapitel 2.4.2 beschrieben, wird als Grundannahme für die Berechnung der anfallenden Mengen an Rückständen angenommen, dass der anfallende Hydroxidschlamm komplett durch SwissZinc verarbeitet wird. Dementsprechend sind die in diesem Kapitel berechneten Mengen an Rückständen, als die maximal in der Schweiz anfallenden Mengen zu interpretieren. Nachfolgend ein Zusammenzug der Rückstandsmengen je Szenario:

Tabelle 13: jährlich anfallende Rückstände aus den KVA im Betrachtungsperimeter 2024 (effektiv) und je Kapazitätsszenario 2050 (gerundet)

Rückstand	Aktuell 2024	Tiefe Kapazität 2050	Mittlere Kapazität 2050	Hohe Kapazität 2050
Schlacke entfrachtet	86'360 t/a	63'100 t/a	85'600 t/a	92'300 t/a
Filterasche	13'130 t/a	11'300 t/a	15'100 t/a	16'300 t/a
Filterkuchen / Schlamm aus ABA	1'010 t/a	400 t/a	1'900 t/a	2'000 t/a
Hydroxidschlamm entfrachtet	2'200 t/a	1'900 t/a	2'500 t/a	2'700 t/a
Natriumbicarbonat verunreinigt	3'870 t/a	3'800 t/a	3'800 t/a	4'100 t/a

In Tabelle 13 ist ersichtlich, dass sich die anfallenden Rückstände nicht alle identisch entwickeln: Durch die KVA-Kapazitätsreduktion und die Rückgewinnung von Mineralik, ist die jährlich anfallende Schlackenmenge im Szenario «Tiefe Kapazität» im Jahr 2050 deutlich kleiner. Im Szenario «Mittlere Kapazität» gleichen sich die Kapazitätzunahme und die Rückgewinnung von Mineralik ungefähr aus. Im Szenario «Hohe Kapazität» steigt die Schlackenmenge gegenüber dem Jahr 2024 an. Die Rückstände Filterkuchen und Hydroxidschlamm entfrachtet entwickeln sich entsprechend der Kapazitätsentwicklung in den Szenarien. Bei der Filterasche und dem entfrachteten Hydroxidschlamm ist zu beachten, dass die Menge 2024 teilweise im Ausland deponiert wurde (siehe Abbildung 19), während 2050 die gesamte Menge der Filterasche in der Schweiz zu deponieren sein wird. Entfrachteter Hydroxidschlamm fällt 2050 zwar immer noch an, muss jedoch nicht mehr deponiert werden, da dieser zurück in eine KVA geführt wird (siehe Sankey-Diagramme 2050 im Anhang). Die Menge an verunreinigtem Natriumbicarbonat ist bei der «Tiefen» sowie der «Mittleren Kapazität» identisch, da dieser Rückstand nur bei der KVA Perlen (trockene RGR) anfällt, bei welcher in beiden Szenarien von derselben thermischen Verwertungskapazität ausgegangen wird.

2.4.7 Beurteilung der künftigen Anlagen- und Deponiekapazitäten

Der Bericht von Neosys (2024) hat bereits gezeigt, dass aktuell bis 2040 gesicherte Deponiekapazitäten bestehen und in diversen Kantonen intensive Bemühungen zum Erschliessen neuer Deponien im Gange sind. In Abbildung 20 sind die Deponievolumina Typ-D ersichtlich (Stand 2024). Es wird pro Kanton unterschieden zwischen in Betrieb und bewilligten (dunkelgrün), geplanten (grün) und projektierten Volumina (hellgrün).

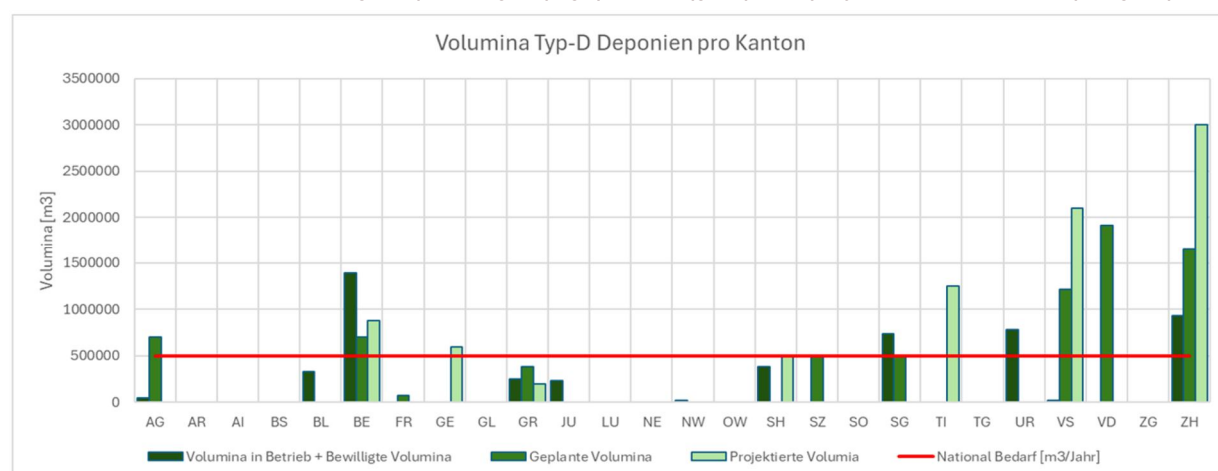


Abbildung 20 Zusammenstellung Deponievolumen pro Kanton, Stand 2024 (Quelle: Bericht Volumina in Deponien des Typs D in der Schweiz, VBSA, 2025)

Für die Berechnungen in dieser Studie wurden wie bereits erläutert folgende Annahmen getroffen: Der bisher anteilige Rückexport von Schlacken aus der Verwertung ausländischer Abfälle fällt weg, andere Fraktionen (z.B. Natriumbicarbonat) werden gemäss heutigem Wissensstand weiterhin im Ausland zu verarbeiten sein (hier wird davon ausgegangen, dass der Markt ausreichende Kapazitäten bereitstellen wird).

Die jährlich anfallenden Mengen sind bereits in den vorherigen Kapiteln beleuchtet. Es wurden darüber hinaus die Gesamtmengen an Schlacke pro Kanton innerhalb des Betrachtungsperimeters berechnet (genauere Ausführungen zur Herleitung siehe Kapitel 2.4.4). Diese sind in der folgenden Tabelle als die anfallenden Gesamtmengen an Schlacke in Tonnen aus dem Betrachtungsperimeter (AG, LU) von 2025 bis 2050 aufsummiert.

Tabelle 14 Gesamtsumme der zu deponierenden Schlackenmengen je Kapazitätsszenario von 2025 bis 2050

Deponiestandort (Kanton)	Mengen wie 2024 unveränd.	Tiefe Kapazität 2050	Mittlere Kapazität 2050	Hohe Kapazität 2050
AG	540'000 t	550'000 t	650'000 t	670'000 t
UR	620'000 t	630'000 t	750'000 t	780'000 t
Übrige Schweiz	850'000 t	870'000 t	1'030'000 t	1'070'000 t

Alle in der Tabelle 14 aufgelisteten Mengen sind unter der Annahme berechnet, dass die prozentuale Verteilung der Schlacke aus dem Betrachtungsperimeter auf die verschiedenen Deponien bis 2050 identisch bleibt. Die «Mengen wie 2024» sind die Summen des von 2025 bis 2050 unveränderten Anfalls von Schlacke mit Berücksichtigung der Rückgewinnung von Mineralik ab dem Jahr 2040 und sollten den befragten Kantonen als Vergleichswert dienen. Wie bereits in den Sankey-Diagrammen pro Szenario (im Anhang) ist bei den zu deponierenden Schlackenmengen je Szenario ersichtlich, dass der Anstieg zwischen Szenario Tief und Szenario Mittel deutlich grösser ist als zwischen Szenario Mittel und Szenario Hoch. Weiter zeigt sich, dass knapp 60 % der im Betrachtungsperimeter anfallenden und in der Schweiz deponierten Schlacke auch im Betrachtungsperimeter deponiert wird. Das bedeutet, dass für die Schlackendeponierung nicht von einer Autarkie des Perimeters ausgegangen wird.

Für ein direktes sowie aktuelles Feedback wurden diejenigen Kantone befragt, welche aktuell Schlacke aus dem Betrachtungsperimeter zur Ablagerung annehmen. Die Rückmeldungen blieben vor allem qualitativ:

Kanton Aargau

Die Deponie Seckenberg ist bereits verfüllt; die Schlacken werden auf der bestehenden Deponieoberfläche zwischengelagert. Es besteht dort Kapazität bis 2030 und eine Erweiterung ist in Planung. Die Umsetzung der Erweiterung soll bis 2030 abgeschlossen sein. Es wird kein Engpass erwartet.

Zentralschweiz

Es bestehen langfristige Verträge zwischen der KVA Perlen und dem Kanton Uri zur Deponierung der Rückstände auf der Deponie Eielen. Es besteht dort theoretisch Deponievolumen für Schlacke aus der KVA Perlen für die nächsten 20 Jahre³. Zudem ist der Kanton Luzern bestrebt, in den nächsten 20 Jahren eine neue Deponie zu planen oder bestenfalls zu erstellen.

Kanton Zürich

Die kantonale Deponieplanung erfolgt nur für Abfälle aus dem eigenen Kanton, was eine Aussage schwer möglich macht. Zudem obliegt die Annahme der Abfälle dem freien Markt bzw. ist Sache der Deponien. Beschränkungen diesbezüglich seitens Kantons sind nicht geplant, aber bei Engpässen o.ä. nicht auszuschliessen. Grundsätzlich ist die Deponie in Lufingen am Vergrössern und es läuft momentan im Kanton eine Richtplanrevision mit 23 möglichen neuen Deponiestandorten. Zu den Deponiepreisen besteht die Ansicht, dass

³ Anmerkung Rytec: Dafür müssten wahrscheinlich die Schlackenmengen aus anderen Kantonen zurückgefahren werden (2024 wurden rund 8'000 t/a aus ZAV-Anlagen dort eingelagert)

wenige Anbieter auf dem Markt zu sehr hohen Deponiepreisen führen, was ein Risiko für die KVA darstellt. Aus Sicht des Kantons Zürich müssten aber die Preise nochmals deutlich höher sein, um die Kreislaufwirtschaft zu fördern.

Der Kanton selbst achtet darauf, dass sich Flüsse von zu deponierenden Rückstandsfraktionen über die Kantons Grenzen (momentan gelangt Schlacke in den Kanton und B-Material aus dem Kanton) etwa die Waage halten.

Empfehlungen des Kantons Zürich sind in erster Linie nachweisliche Bestrebungen der KVA zum Schaffen von Deponievolumen im eigenen Kanton, welches in etwa mit den thermischen Verwertungskapazitäten übereinstimmt. Zudem können langfristige Verträge mit Deponien Sicherheit geben.

Kanton Bern

Auch im Kanton Bern werden die Verträge zwischen den KVA und den (privatwirtschaftlichen) Deponiebetreibern ohne das Zutun des Kantons abgeschlossen. Daher gibt es keine kantonal eingeplanten Mengen aus dem Kanton Aargau und es kann keine Zusage seitens Kantons gemacht werden. Bzw. eine Zusicherung kann maximal bis 2030 in Aussicht gestellt werden; die Zusicherung bis 2050 hingegen wird als unrealistisch beurteilt.

Zur Erschliessung weiterer Deponieflächen sind diverse Erweiterungsprojekte im Gange, aber noch nicht genehmigt. Kommt es zu Verzögerungen, sind kantonsintern Ausweichkapazitäten sicherzustellen, welche prioritär zu behandeln sind. Ab 2040 wird die Entwicklung der Deponiekapazitäten im Kanton Bern als unsicher bezeichnet.

Der Kanton weist zudem auf die laufende Revision der VVEA bzgl. der Definition der Siedlungsabfälle hin: «Sollte die Variante 1 [d.h. alle Rückstände aus KVA gelten als Siedlungsabfälle] gewählt werden, bedeutet dies, dass alle anfallenden Schlacken durch die Kantone den Deponien zugewiesen werden könnten. Wird die Variante 2 [d.h. anteilmässige Anrechnung der Rückstände als Siedlungsabfälle] gewählt, wird das Zuweisungsrecht auf ca. die Hälfte (entsprechend dem Anteil Siedlungsabfälle) beschränkt. Die andere Hälfte wäre frei auf dem Markt (und erschwert damit erheblich eine sinnvolle Deponieplanung).»

2.4.8 Fazit

Der Vergleich der aktuellen und zukünftigen Entsorgungswege zeigt, dass sich vor allem bei den Rückständen aus der Rauchgasreinigung die Verwertungsprozesse und die Entsorgungswege in den nächsten Jahren sehr wahrscheinlich erheblich verändern werden. Unabhängig von diesen Veränderungen werden die Mengen der (zu deponierenden) Rückstände aus den KVA im Betrachtungsperimeter bei einer mittleren Kapazitätsentwicklung gleichbleiben oder leicht ansteigen.

Die Frage nach ausreichenden Deponiekapazitäten für Rückstände aus dem Betrachtungsperimeter kann unabhängig vom Ersatzneubau Oftringen nicht abschliessend beantwortet werden: Ein Hauptgrund für die Unsicherheiten ist die Trennung von Deponieplanung (kantonal) und Deponiebetrieb (privat), welche eine Einordnung der errechneten zu deponierenden Mengen erschwert. In wirtschaftlich attraktiven Zeiten können sich auch grosse Reservevolumina rasch füllen. Der Zeithorizont für (Privat-)Verträge zwischen den KVA und Deponien reicht nicht bis zum in dieser Studie behandelten Zieljahr 2050. Wie auf politischer und/oder kantonomaler Ebene mit den sich verändernden Rahmenbedingungen und Massenströmen umgegangen wird, ist zudem nicht eindeutig vorhersehbar.

Es zeigen sich jedoch zwei Hauptansatzpunkte für die Sicherung einer autarken Schlackendeponierung: Das ist erstens die Erweiterung der Deponie Seckenberg gemäss Planung und die Übernahme der Mengen der Aargauer KVA, die aktuell in andere Kantone fließen, auf die Deponie Seckenberg bzw. in den Kanton Aargau. Der zweite wichtige Faktor ist die Lösung für die Rückstände der KVA Perlen – sei es, wenn die Kapazitäten der Deponie Eielen tatsächlich ausreichend zur Verfügung stehen werden oder wenn der Kanton Luzern selbst eine eigene, geeignete Deponie erstellt.

Die aufgezeigten Mengen bilden den konkreten Handlungsbedarf bei der Suche und Schaffung von neuem Deponieraum ab. Eine weitere Erkenntnis ist, dass Kooperationen zwischen den Kantonen bestehen und auch weiterhin angestrebt werden, und darum eine Koordination sehr wünschenswert ist. Grundsätzlich wäre es vorteilhaft, wenn möglichst im Kanton oder in den Kantonen des Verbandsgebiet der KVA des thermischen Verwertungsstandortes auch entsprechende Deponiekapazitäten geschaffen und genutzt werden.

3. Synthese der Resultate

3.1 Abfallmengen und Kapazitäten

Die Prognosen der Abfallmengen und die Abfrage der geplanten Kapazitäten wurden unabhängig voneinander erstellt. Die Ergebnisse werden im Folgenden zur Abschätzung der Kapazitätsauslastung zusammengeführt.

In der weiteren Diskussion der Abfallmengen und Kapazitäten sollen die Bedenken und Herangehensweisen der benachbarten Kantone und KVA als Grundlage genommen werden. Diese lassen sich, auch mit Bezug auf die vorgängige Studie von Neosys (2024), zu folgenden Leitsätzen der Kapazitätsplanung zusammenfassen und wurden von der Begleitgruppe als Grundsätze bestätigt:

- Jeder Kanton oder Kantonsverbund soll die Entsorgungskapazität für sein eigenes Abfallaufkommen planen und keine zusätzlichen KVA-Kapazitäten schaffen, ohne dies zuvor mit den Abfallplanungen der angrenzenden Kantone abzustimmen. Neue Anlagen sollen in der Regel nur gebaut werden, wenn sie langfristig mit dem eigenen Abfallaufkommen ausreichend ausgelastet werden können.
- Es sollen langfristig keine Überkapazitäten geschaffen werden. Damit soll eine negative Preisentwicklung (Preiskampf um freie Abfallmengen) vermieden werden. Auch stehen KVA-Überkapazitäten regelmässig im Verdacht, die Recyclingsysteme bzw. Kreislaufwirtschaftskonzepte zu verunmöglichen⁴.
- Grundsätzlich wird von Bund und Kantonen eine Reserve von 5-10 % der KVA-Kapazität über das Abfallaufkommen hinaus als sinnvoll erachtet, um auf den Ausfall einzelner KVA oder auf besondere Ereignisse (z. B. Naturkatastrophen, die erhöhte Abfallmengen verursachen) reagieren zu können. Diese Überkapazität wird in der Regel mit Importen gefüllt oder von den Kantonen durch Vorgabe der Verbrennungskapazität festgesetzt.
- Abfälle sollen dort verwertet werden, wo sie auch energetisch optimal genutzt werden können (die minimale energetische Netto-Effizienz ist für Neuanlagen bzw. Kapazitätserhöhungen bereits in der VVEA auf 0.8 erhöht worden).

Kurz gefasst bedeutet dies, dass jede Region im langjährigen Mittel das eigene Abfallaufkommen autark und mit einer ausreichenden Kapazitätsreserve verwerten können soll. Zusätzliche Kapazitäten für Abfallströme von ausserhalb des eigenen Perimeters sollten mit dem Bedarf in den jeweiligen Abfallplanungen abgeglichen und – sinnvollerweise – vertraglich langfristig abgesichert werden.

Dies sind theoretische Auslegungsziele, welche zwischen den planenden Kantonen und Betreibern auszuhandeln sind. Aktuell gibt es beispielsweise Kantone ausserhalb des Betrachtungsperimeters mit Überkapazitäten von 15 % oder Unterkapazitäten von 20 %, die demnach durch Entsorgungsleistungen für andere Kantone und Importen aus der EU zu erklären sind. Der Perimeter hat im Jahr 2024 ohne Importe und Grenzflüsse eine Überkapazität von 7 %, welche durch Importe aufgefüllt wird.

3.1.1 Abfallaufkommen im Perimeter im Vergleich zu KVA-Kapazität

Im ersten Schritt der Analyse wird die KVA-Kapazität mit dem Abfallaufkommen im Perimeter verglichen, um dem Grundsatz der Planung für das eigene Abfallaufkommen zu entsprechen. Daher werden in der nachfolgenden Analyse die Importe und Mengenflüsse in/aus dem Perimeter vorerst vernachlässigt.

⁴ Die Möglichkeiten zur Verbesserung der Rolle von KVA in den Kreislaufwirtschaftskonzepten ist in diversen laufenden Projekten in Erarbeitung. Es zeigt sich, dass die Hürden und Herausforderungen nicht bei der Kapazitätsfrage anfangen, sondern sich hauptsächlich um Rücknahmesysteme, Produktqualität, Verwertungswege und Wertschöpfungsketten drehen. Unbestritten ist, dass ein höheres Preisniveau für die thermische Verwertung die Anreize für Sortiersysteme vergrössert. Doch die Sortier- und Aufbereitungssysteme müssen sorgfältig ausgestaltet und überwacht werden, um in der ökologischen Qualität der Schadstoffauschleusung keine empfindlichen Rückschritte hinnehmen zu müssen.

Abbildung 21 zeigt die prognostizierte Entwicklung des Abfallaufkommens aus Kapitel 2.2.3 und die geplante Entwicklung der KVA-Kapazitäten aus Kapitel 2.3.5 auf der Zeitachse bis 2050. Dabei sind die Kapazitäten und Abfallmengen in Fünfjahresschritten dargestellt, um keine falsche Genauigkeit in den langen Zeiträumen abzubilden. In weiteren Detailanalysen wird die Inbetriebsetzung des Ersatzneubaus in Oftringen auf 2032 angenommen.

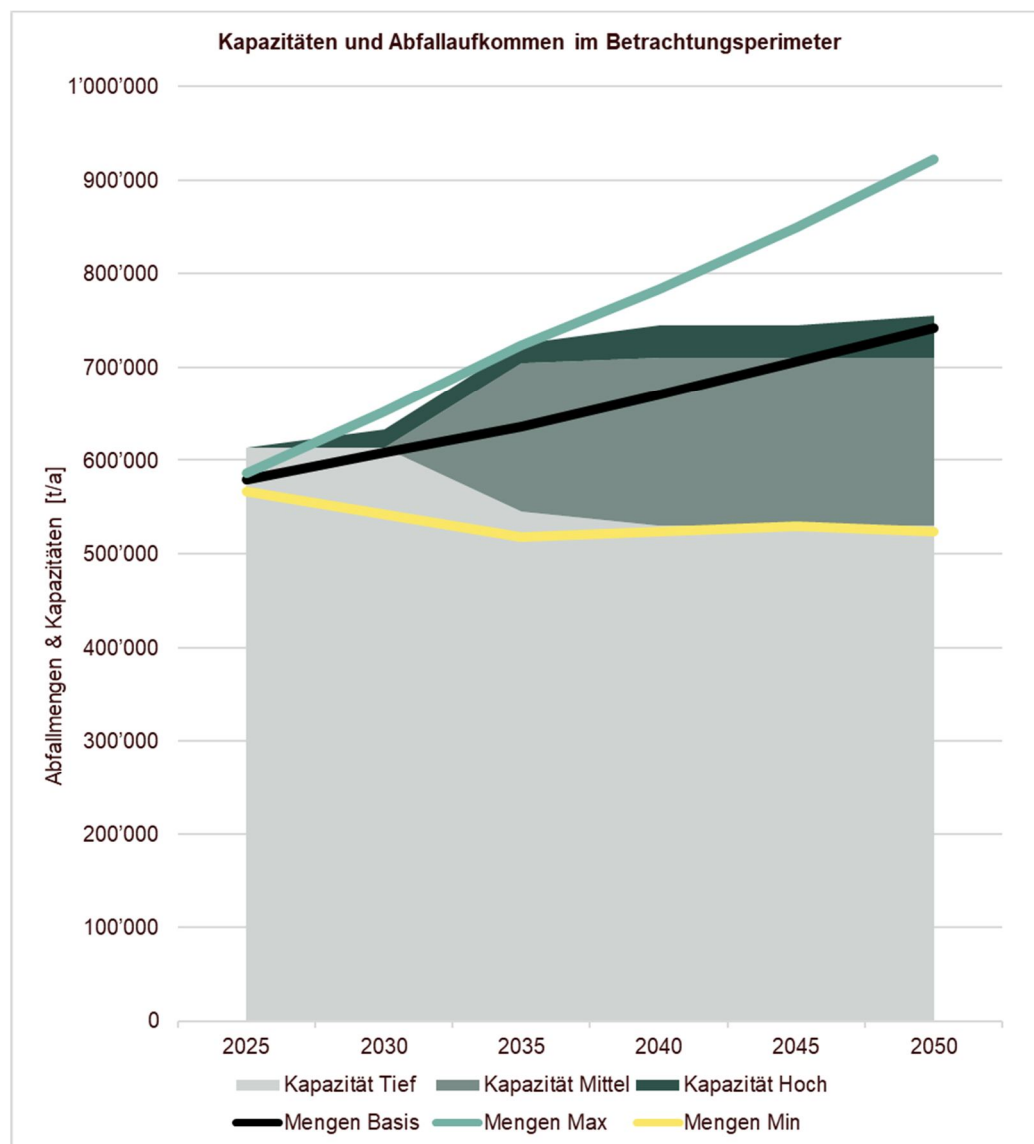


Abbildung 21: Vergleich der KVA-Kapazitätsszenarien (Flächen) mit den Szenarien des Abfallaufkommens (Linien)

Im Vergleich der beiden Hauptszenarien (**Abfallmengen «Basis-Szenario» / Anlagenkapazität «Mittlere Kapazität»**) lassen sich folgende Beobachtungen machen: Das Abfallaufkommen steigt in den kommenden Jahren zunehmend über die vorhandene Kapazität im Perimeter. Dies hätte zur Folge, dass grössere Mengen in KVA ausserhalb des Perimeters verwertet und die Importe aus der EU eingestellt werden müssten. Der Perimeter kommt in dieser Phase (ab 2030) den Grundsätzen der Entsorgungsautarkie nicht mehr nach und beansprucht Entsorgungskapazität im Umfeld. Mit der Inbetriebnahme des Ersatzneubaus KVA Oftringen liegt die Kapazität einige Jahre über den im Perimeter anfallenden Abfallmengen, bis diese ca. ab dem Jahr 2040 wieder das heutige Niveau erreichen wird. Eine Analyse dieser Differenzen im Zeitraum zwischen 2025 und 2040 wird nachfolgend durchgeführt. Von 2045 bis 2050 ergibt sich wieder eine Kapazität

unterhalb des Abfallaufkommens. Demnach erscheint die Auslegungsgrösse des Ersatzneubaus in Oftringen für den Perimeter mit Blick ausschliesslich auf das Abfallaufkommen zu gross.

Sollte allerdings der Ersatzneubau in Oftringen gar nicht umgesetzt werden (**Abfallmengen «Basis-Szenario» / Anlagenkapazität «Tiefe Kapazität»**), entsteht eine zunehmend grösser werdende Unterkapazität im Perimeter, die nicht mehr den Grundsätzen der Kapazitätsplanung entspricht. Das zeigt bereits, dass eine Erhöhung der Entsorgungskapazitäten im Perimeter notwendig ist.

Sollten die Mengen der thermisch zu verwertenden Abfälle näher am **«Maximal-Szenario»** verlaufen, würde selbst der maximale Ausbau der KVA nach heutigem Stand nicht ausreichen, um diese Mengen zu verwerten. Bei Bedarf hätte evtl. die KVA Buchs AG die Möglichkeit, in ihrem Erneuerungszyklus (ca. 2040/45) entsprechende Kapazitäten zu schaffen.

Das **«Minimal-Szenario»** der Abfallmengenentwicklung liegt nahe der KVA-Kapazitätsentwicklung «Tiefe Kapazität». Sollte sich in den nächsten Jahren zeigen, dass die Abfallmengen deutlich zurückgehen (z. B. Kombination aus fehlendem Bevölkerungswachstum, geringem Wirtschaftswachstum, erfolgreicher Kreislaufwirtschaft, erfolgreicher Separatsammlung, Wegfall aller Importe usw.), wäre eine Abfallentsorgung ohne eine neue Anlage in Oftringen möglich.

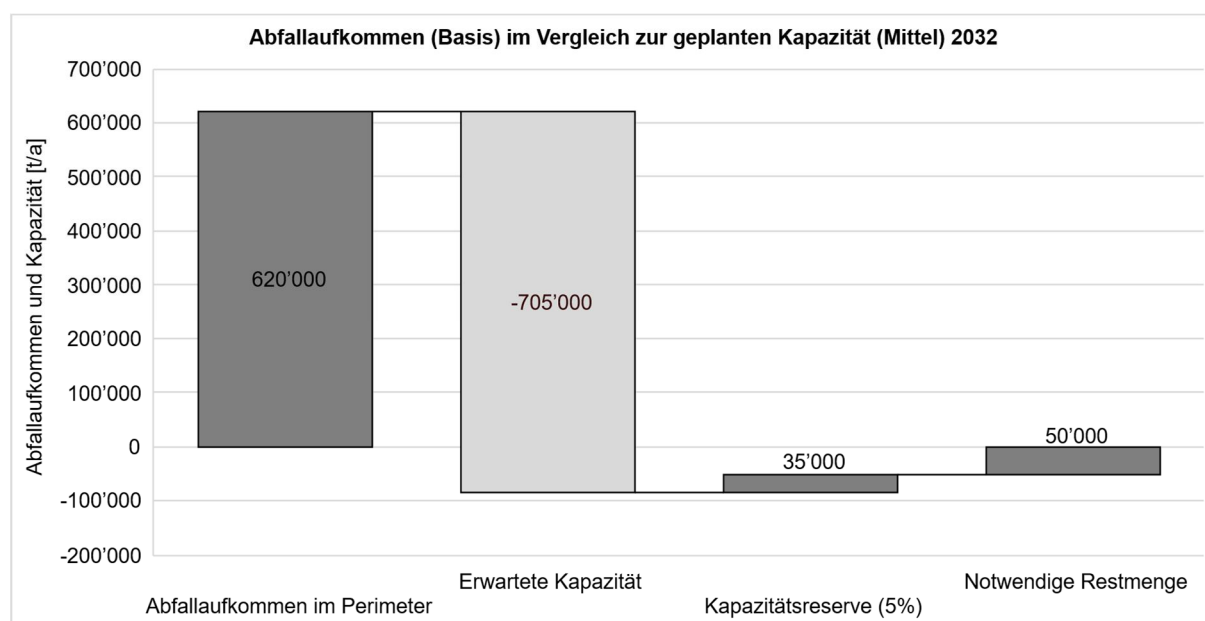


Abbildung 22: Vergleich des Abfallaufkommens mit der geplanten Kapazität im Inbetriebnahme-Jahr der neuen KVA Oftringen (2032)

In Abbildung 22 sind das Abfallaufkommen und die Kapazität für das Jahr 2032 im Detail dargestellt. Es zeigt sich, dass die Kapazität im kritischsten Jahr der ganzen Betrachtungsperiode ca. 85'000 Tonnen über dem Abfallaufkommen im Perimeter liegt. Unter Einbezug einer minimalen Kapazitätsreserve von 5 % verbleibt eine notwendige Restmenge von ca. 50'000 t für die «sinnvolle Auslastung». In dieser Zeit wäre der Perimeter demnach auf Importe aus dem Ausland oder auf eine Anpassung der Abfall-Grenzflüsse mit den Nachbarkantonen angewiesen.

Abbildung 23 zeigt die gleiche Darstellung für 2050. Am Ende des Betrachtungszeitraums liegt die «Mittlere Kapazität» 50'000 t unterhalb des Abfallaufkommens. Unter Einhaltung einer Kapazitätsreserve von 5 % wäre die Kapazität ca. 70'000 t zu gering. Demnach wäre in den Jahren zwischen 2040 und 2045 eine weitere Erweiterung der Kapazitäten sinnvoll. Hinweis: Eine negative «Notwendige Restmenge» ist als fehlende Kapazität zu verstehen.

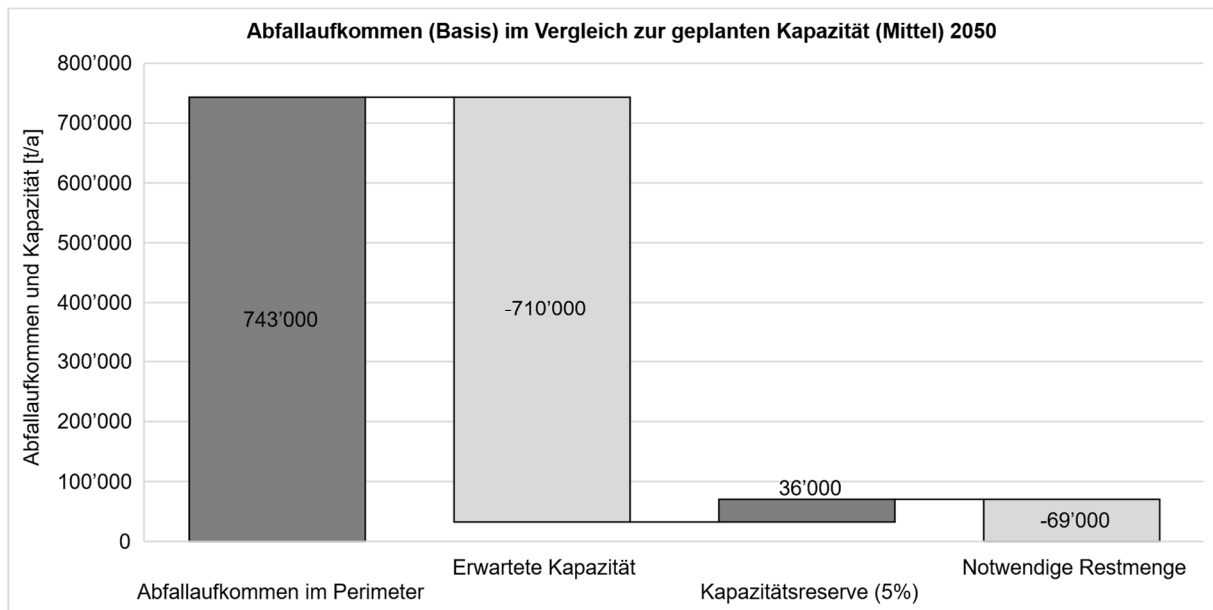


Abbildung 23: Vergleich des Abfallaufkommens im Vergleich mit der geplanten Kapazität im Jahr 2050

Bei linear steigenden Abfallmengen muss es zum Inbetriebsetzungszeitpunkt einer neuen KVA zwangsläufig zu einer gewissen Überkapazität kommen. Die im Zeitraum 2032-2040 erwarteten Überkapazitäten liegen prozentual gegenüber dem Abfallaufkommen bei 13.5 % im Jahr 2032, 10.5 % im Jahr 2035 und 6.0 % im Jahr 2040. Noch mit dem Ersatzneubau in Oftringen müssten bei Eintreten des «Basis-Szenarios» bereits 2040/45 neue Kapazitäten geschaffen werden.

3.1.2 Analyse der Mengenflüsse über die Perimetergrenzen

In Kapitel 2.1.3 wurde der Ist-Zustand der Mengenflüsse über die Perimetergrenzen 2024 dargestellt. Zur Einleitung der Diskussion zu den Mengenflüssen in der Prognose werden in Abbildung 24 noch einmal die Abfallmengenströme 2024 in den Perimeter hinein und aus dem Perimeter hinaus summiert dargestellt.

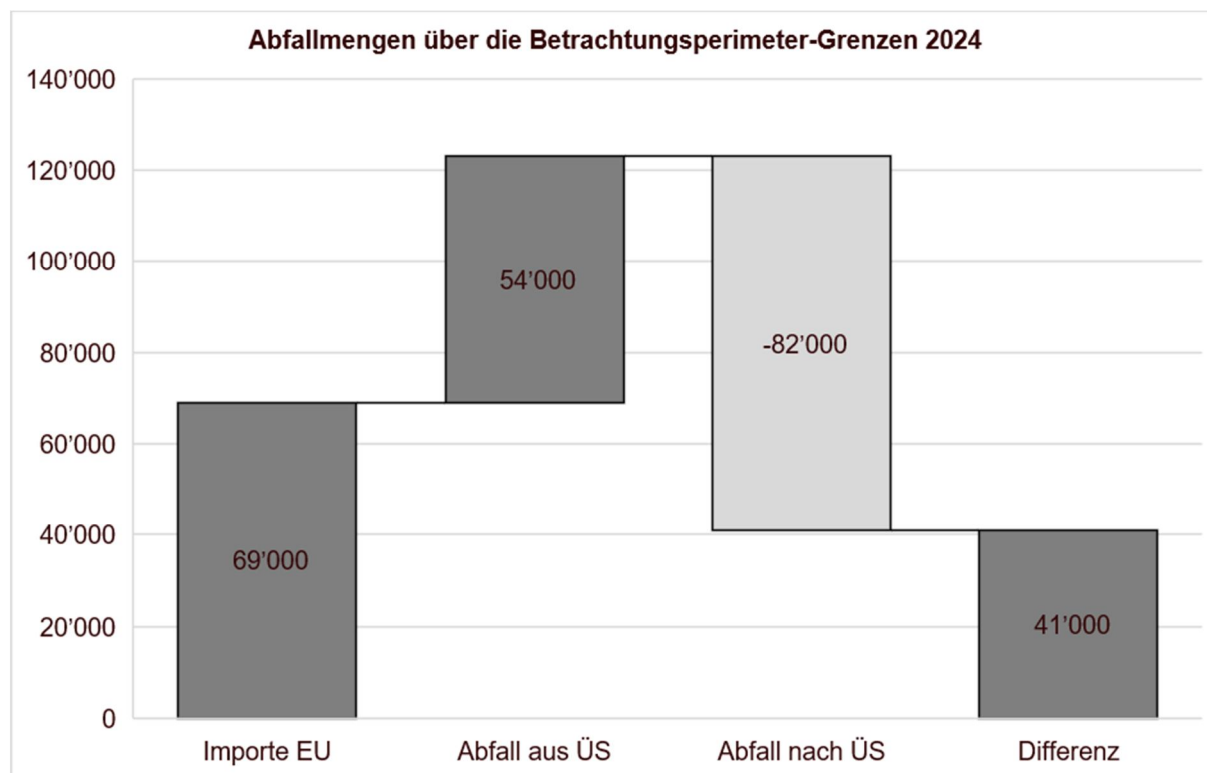


Abbildung 24: Abfallmengenflüsse über die Betrachtungsperimeter-Grenzen (EU, übrige Schweiz) im Jahr 2024

Es flossen im Jahr 2024 ca. 41'000 t mehr Abfälle in den Perimeter, als aus dem Perimeter herausflossen. Dies vor allem aufgrund der Importe aus der EU. Wenn nur die Abfallflüsse zur übrigen Schweiz betrachtet werden, fliessen ca. 28'000 t mehr Abfälle aus dem Perimeter hinaus als in den Perimeter hineinfließen. Gemäss den Grundsätzen der Kapazitätsplanung müsste dieses Ungleichgewicht behoben oder unter den Kantonen diskutiert werden. Gemäss dem im vorherigen Kapitel dargestellten Mengenzuwachs im Perimeter wird dieser Überschuss in den kommenden Jahren weiter zunehmen.

Unter der Annahme, dass die Mengenflüsse mit der übrigen Schweiz konstant bleiben, wurden diese in die Vergleichsgrafik Abbildung 25 übernommen. Abweichend zu 2024 entfallen ab 2029 im «Basis-Szenario» die Importe von Siedlungsabfällen aus der EU.

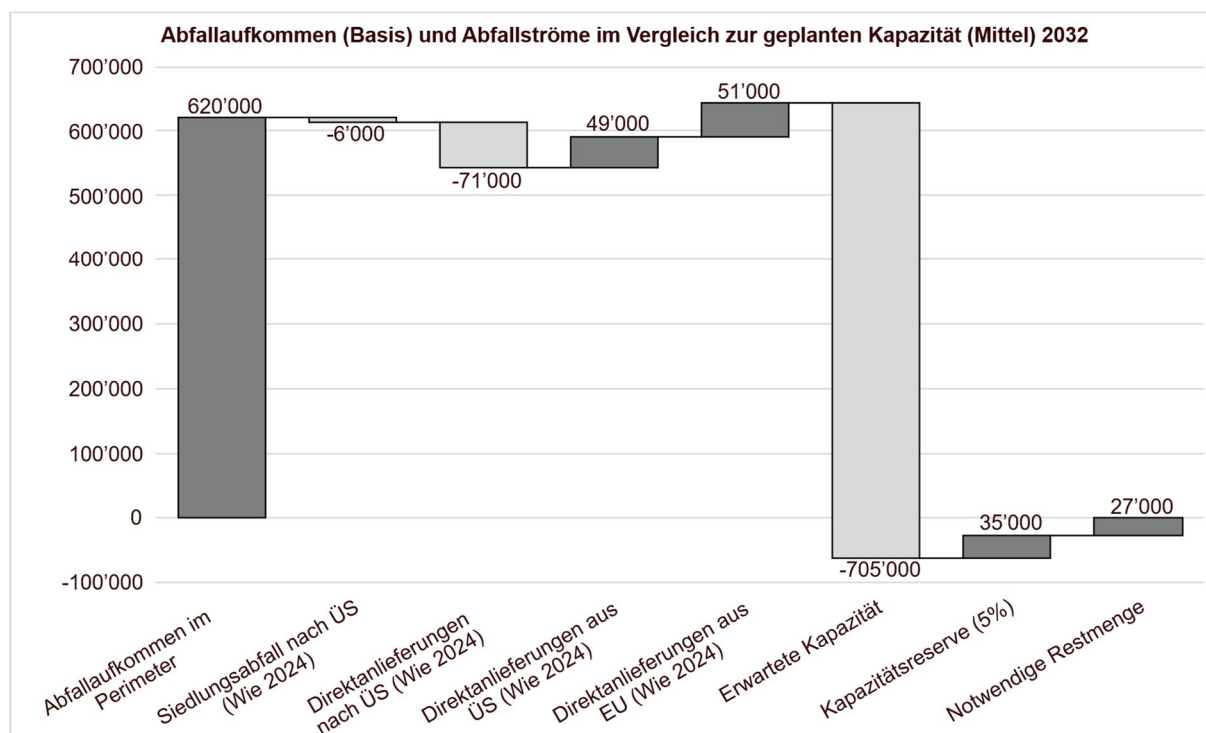


Abbildung 25: Abfallaufkommen (Basis) und Abfallströme im Vergleich zur geplanten Kapazität (mittel) im Jahr 2032

Unter Einbezug der Grenzflüsse über die Perimetergrenzen reduziert sich die notwendige Restmenge unter Berücksichtigung der Kapazitätsreserve im Jahr 2032 auf ca. 27'000 t. Diese notwendigen Mengen liessen sich durch eine Verringerung der Abfalllieferungen aus dem Perimeter heraus auflösen, da gemäss den Annahmen ca. 28'000 t mehr aus dem Perimeter in die übrige Schweiz fliessen. Sollten die umliegenden KVA durch Abfallmengenwachstum in ihren Regionen schon 2032 nicht mehr in der Lage sein, den Überschuss aus dem Betrachtungsperimeter aufzunehmen, würden die Kapazitäten im Betrachtungsperimeter mit Abfallaufkommen und Importen bereits ausgefüllt werden. Die Auswirkungen werden im nachfolgenden Kapitel diskutiert.

In Abbildung 26 ist erneut der Vergleich der KVA-Kapazitäten mit den Abfallmengen dargestellt, allerdings im Vergleich zu Kapitel 3.1.1 unter Einbezug der Grenzflüsse über die Perimetergrenzen, wie oben bereits dargestellt. Es zeigt sich, dass der Perimeter bis zur Inbetriebnahme des Ersatzbaus in Oftringen keine ausreichende Kapazität mehr aufbringen kann und daher die Grenzflüsse anpassen muss (Gegenüber der EU oder der übrigen Schweiz). Nach der Inbetriebnahme des Neubaus der KVA Oftringen hat der Perimeter für einen Zeitraum von wenigen Jahren einen erhöhten Bedarf an Grenzflüssen in den Perimeter, bevor ca. im Jahr 2040 ein Verhältnis wie heute erreicht wird. Gleichzeitig ist zu erkennen, dass eine Entsorgung der Abfallmengen ohne eine Kapazitätserweiterung in Oftringen nicht möglich wäre.

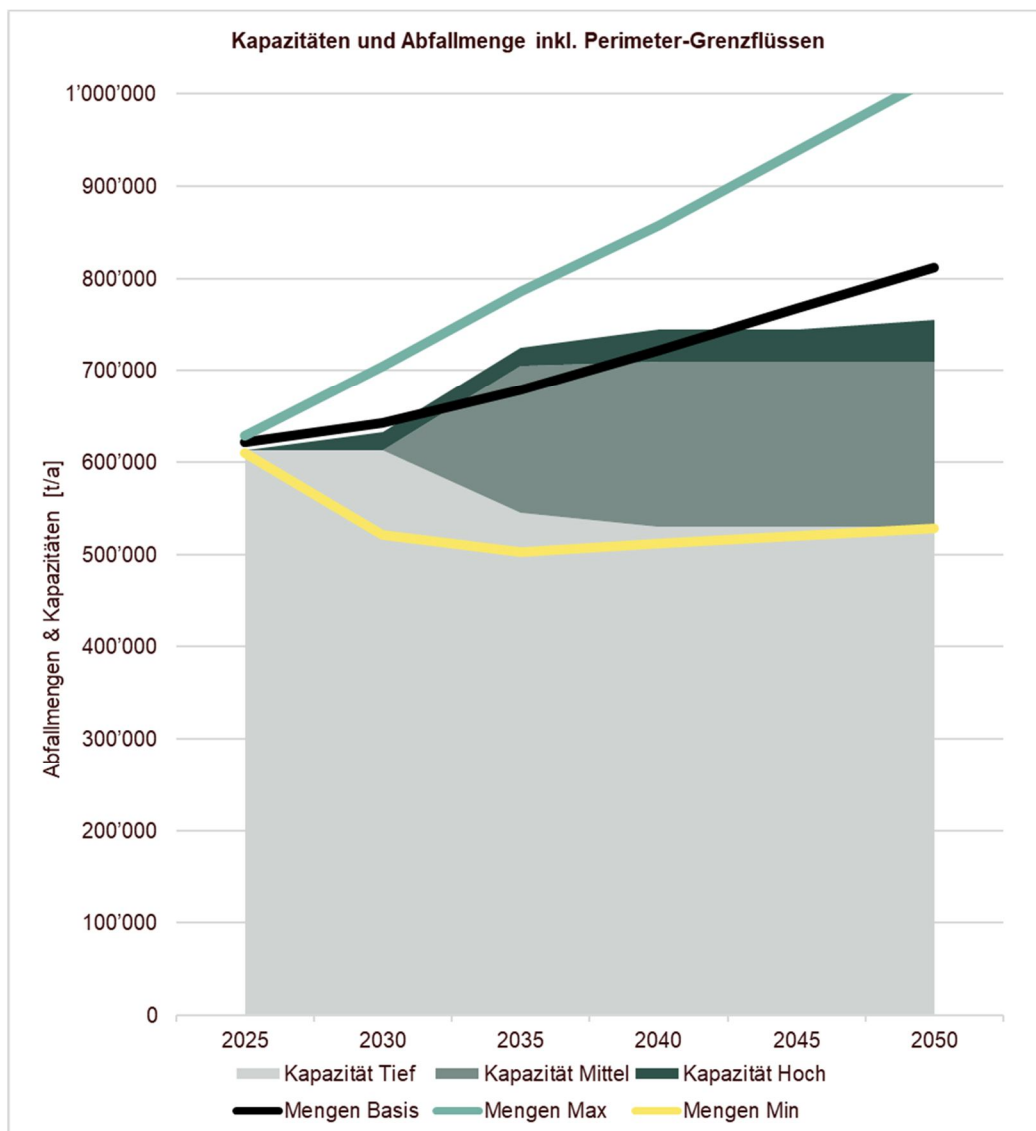


Abbildung 26: Vergleich der KVA-Kapazitätsszenarien mit den Szenarien der Abfallmengen (Abfallaufkommen + Grenzflüsse)

3.2 Rückstandsmengen und Kapazität

In Kapitel 2.2 wurde gezeigt, dass das Abfallaufkommen im Betrachtungsperimeter und die damit verbundenen Rückstände bis 2050 deutlich ansteigen werden. Ein wichtiger Faktor zur Reduktion der Rückstandsmengen sind die in Kapitel 2.4 beschriebenen Möglichkeiten zur optimierten Entfrachtung der Schlacken und Filteraschen.

Die Entwicklung der KVA-Kapazität hat in erster Betrachtung direkte Auswirkungen auf die anfallenden Rückstandsmengen im Betrachtungsperimeter. Wenn die Erweiterung der KVA in Oftringen nicht umgesetzt würde, könnten auch keine Rückstandsmengen zusätzlich im Betrachtungsperimeter anfallen. Allerdings müssen dann die Abfallmengen, wie in Kapitel 3.1.2 beschrieben, ausserhalb des Betrachtungsperimeters verwertet werden und die Rückstandsmengen würden in den Nachbarkantonen anfallen. Somit würde die Thematik des Deponieraums zu Lasten der Nachbarkantone verlagert.

3.3 Abfallmengen und Kapazitäten der alternativen thermischen Verwertungen

Die Zementindustrie und die Industrief Feuerungen verwerten heutzutage Abfallmengen und -arten, welche vor 20 Jahren noch grösstenteils in KVA verwertet wurden. Der nachfolgende Vergleich soll einen Hinweis darauf geben, welche Auswirkungen eine weitere Verschiebung der Entsorgungswege auf die Abfallmengen in KVA haben kann.

Aufgrund der unpräzisen Datenlage, der Vielzahl an Einzelanlagen und der damit verbundenen komplexen Struktur von Einflussfaktoren auf die Entwicklung der Kapazitäten dieser thermischen Verwertungsarten ist die nachfolgende Analyse als theoretische Diskussion potenzieller Entwicklungen zu verstehen. Weiterhin ist die Prognose der Abfallmengen für diesen Bereich – anders als bei den KVA – nicht erprobt und konnte noch nicht verifiziert werden. Somit sind die absoluten Zahlen der Kapazitätsentwicklung und Mengenprognose als wenig zuverlässig einzuschätzen.

Die Mengen, die heute in alternativen Verbrennungen thermisch verwertet werden, zeigen, dass diese Betrachtung zukünftig an Wichtigkeit gewinnt, da inzwischen ca. ein Drittel der brennbaren Abfälle in alternativen thermischen Verwertungen entsorgt wird. Es ist daher eine Beobachtung der Entwicklungen in diesem Bereich anzustreben.

In Abbildung 27 ist die Entwicklung der Kapazitäten und des Abfallaufkommens, basierend auf den Mengen von 2024, für Industrief Feuerungen im Betrachtungsperimeter bis 2050 dargestellt. Es ist zu erkennen, dass im Basis-Mengenszenario und im Szenario der «mittleren Kapazität» sowohl die Mengen als auch die Kapazitäten steigen. Dabei liegt das Wachstum der Mengen etwas unterhalb der erwarteten Kapazitäten. Insgesamt steigen die Mengen in diesem Bereich um ca. 100'000 t/a an, während die Kapazitäten um ca. 120'000 t/a zunehmen könnten. Somit könnten die Anlagen zusätzliche Mengen aufnehmen, die heute noch in KVA verbrannt werden, etwa durch eine Ausweitung der Sortierung von brennbaren Bauabfällen.

Sollten sich die Kapazitäten der industriellen Feuerungen jedoch nicht wie im mittleren Kapazitätsszenario, sondern wie im tiefen Kapazitätsszenario entwickeln, müssten die KVA das Wachstum der Abfallmengen aus diesem Bereich (100'000 t/a) zusätzlich verarbeiten. Umgekehrt könnten die Kapazitäten der KVA weiter entlastet werden oder es könnte zwischen 2030 und 2040 sogar zu Überkapazitäten bei den KVA kommen, wenn das Wachstum der industriellen Feuerungskapazitäten der hohen Kapazitätsentwicklung folgt und mehr Mengen aus den KVA in industrielle Feuerungen fliessen. Allerdings ist das Potenzial der Abfälle, die heute noch in KVA verwertet werden und zukünftig in industrielle Feuerungen fliessen könnten (Altholz, Klärschlamm), begrenzt.

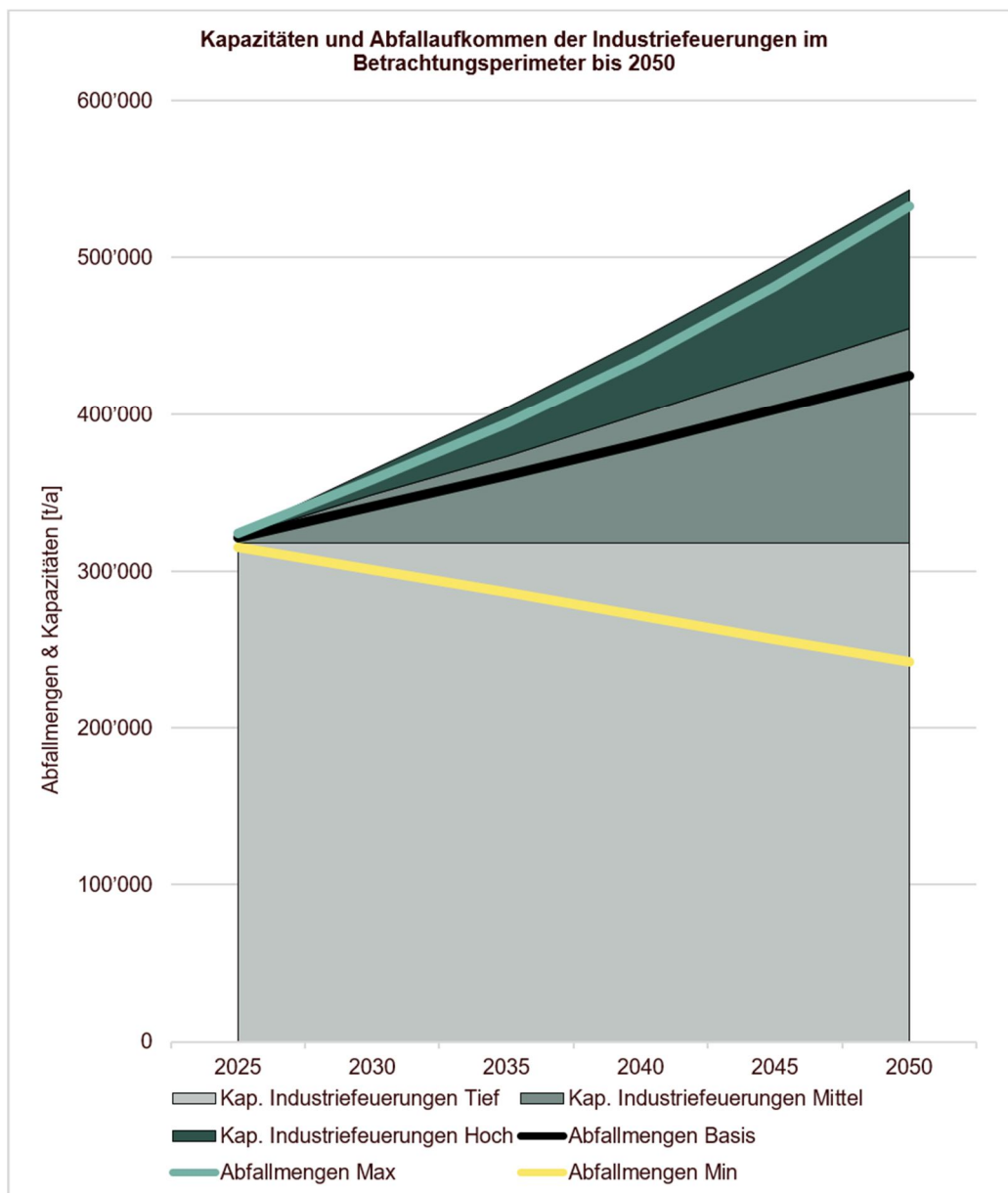


Abbildung 27: Entwicklung der Kapazitäten und des Abfallaufkommens der Industriefeuerungen im Betrachtungsperimeter

In Abbildung 28 ist die Entwicklung der Kapazitäten und des Abfallaufkommens, basierend auf den Mengen von 2024, für die Zementindustrie im Betrachtungsperimeter bis 2050 dargestellt. Es ist zu erkennen, dass im Basis-Mengenszenario und im Szenario der «mittleren Kapazität» sowohl die Mengen als auch die Kapazitäten steigen. Das Wachstum der Mengen liegt unterhalb der erwarteten Kapazitäten. Insgesamt steigen die Mengen in diesem Bereich um ca. 55'000 t/a an, während die Kapazitäten um ca. 80'000 t/a zunehmen könnten. Somit könnten die Anlagen einen noch grösseren Anteil des Abfallaufkommens aufnehmen. Etwa durch eine Ausweitung der Sortierung von gemischten Abfällen und Rückstände aus dem Kunststoffrecycling. Allerdings ist das Potential der Abfälle, die heute noch in KVA verwertet werden und zukünftig noch in Zementwerke fliessen könnten (Kunststoff, Klärschlamm, Altholz), begrenzt.

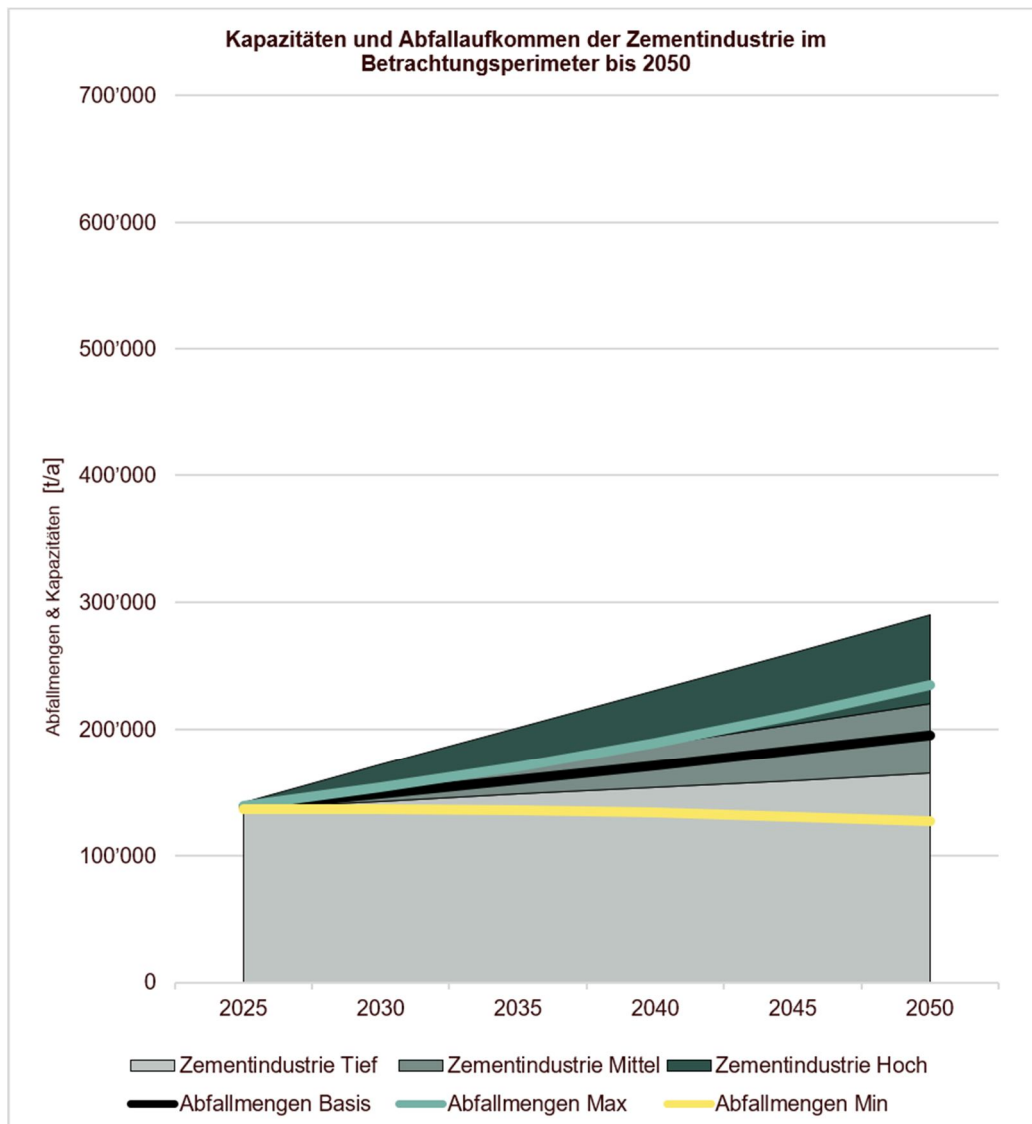


Abbildung 28: Entwicklung der Kapazitäten und des Abfallaufkommens der Zementindustrie im Betrachtungsperimeter

Sollten sich die Kapazitäten wie gezeigt entwickeln, würde im Jahr 2050 die kombinierte Kapazität der Zementindustrie mit 220'000 t Jahreskapazität und die ca. 450'000 t der industriellen Feuerungen gegenüber den 710'000 t der KVA mengenmässig eine ähnliche Rolle bei der Bewältigung des Abfallaufkommens einnehmen. Aufgrund der grossen möglichen Auswirkungen ist die Entwicklung der Abfallmengen und Kapazitäten in diesem Bereich in den kommenden Jahren genau zu beobachten. Es sind aber für die Entscheidung zum Ersatzneubau der KVA Oftringen keine direkten Schlussfolgerungen zu ziehen, da die schwierige Datenlage und die Komplexität der Einflussparameter keine zuverlässigen Prognosen für die Entwicklungen der alternativen Verbrennungen zulassen.

3.4 Auswirkungen des Ersatzneubaus KVA Oftringen

Nachfolgend werden die Auswirkungen der Abfallmengen- und Kapazitätsentwicklung unter dem Gesichtspunkt des Entscheids zum Erneuerungsprojekt der KVA in Oftringen auf den drei Ebenen «Betrachtungsbereich», «Nachbarkantone» und «Schweiz» diskutiert. Gegliedert sind die Überlegungen jeweils in die folgenden Teilfragen:

- Was sind die Auswirkungen bis 2032?
- Was sind die Auswirkungen ab 2032, wenn ein Ersatzneubau in Oftringen umgesetzt wird?
- Was sind die Auswirkungen ab 2032, wenn es in Oftringen keine KVA mehr gibt?

3.4.1 Auswirkungen im eigenen Betrachtungsbereich

Was sind die Auswirkungen bis 2032?

Bis 2032 nehmen die Überschüsse der zu entsorgenden Abfallmengen gegenüber den vorhandenen Kapazitäten zu. Wenn die steigenden Mengen nicht in den umliegenden Kantonen verarbeitet werden können, müssten bspw. die Importe aus der EU und/oder aus Kantonen ausserhalb des Betrachtungsbereichs eingestellt werden, um die eigenen Kapazitäten nicht weiter zu überlasten. Folglich kann der Betrachtungsbereich bis zum Ersatzneubau KVA Oftringen keine Kapazitätsreserve für die restliche Schweiz bereithalten und ist bei Engpässen sofort auf Nachbaranlagen und deren Flexibilität angewiesen.

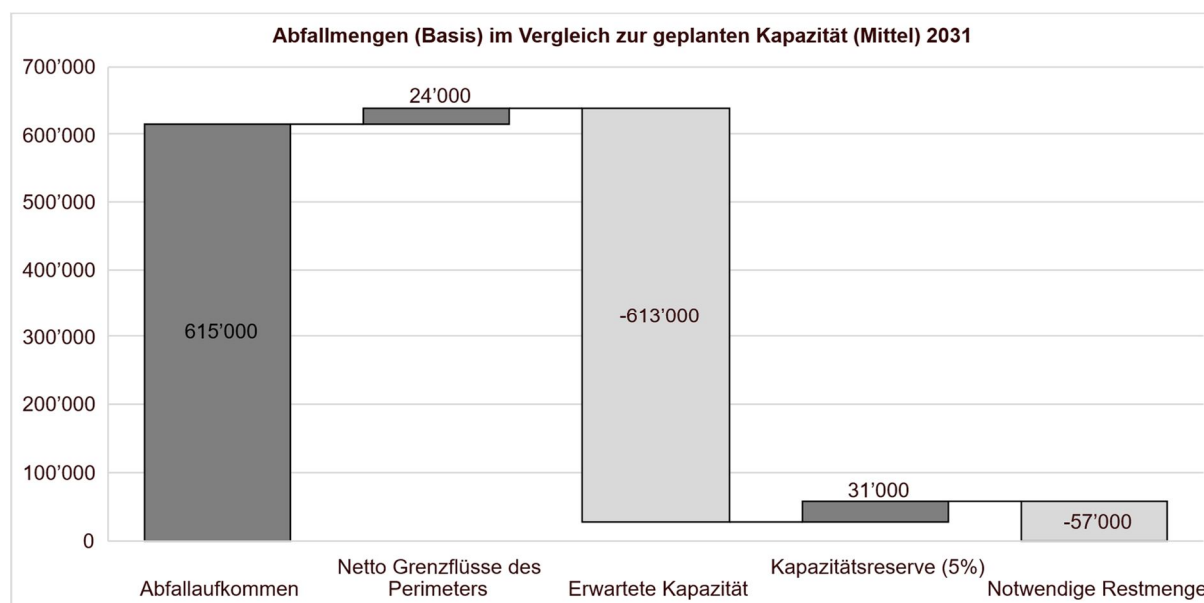


Abbildung 29: Abfallaufkommen im Vergleich zur geplanten Kapazität in 2031 (= Jahr vor der Inbetriebnahme des Ersatzneubaus Oftringen)

Es müssten im Jahr 2031, wie in Abbildung 29 zu erkennen, ca. 57'000 t Restmenge ausserhalb des Perimeters entsorgt werden, wenn eine Kapazitätsreserve eingehalten werden soll. Bei Vernachlässigung der Kapazitätsreserve müssen immer noch ca. 26'000 t ausserhalb des Perimeters entsorgt werden bzw. weniger aufgenommen werden.

Was sind die Auswirkungen ab 2032, wenn ein Ersatzneubau in Oftringen umgesetzt wird?

Im Jahr 2032 wäre der Betrachtungsperimeter mit der neuen KVA wieder in der Lage, das eigene Abfallaufkommen im Perimeter autark zu verwerten. Es entsteht eine Überkapazität, welche durch Importe oder eine Reduktion der Lieferüberschüsse aus dem Perimeter heraus gefüllt werden könnte.

Es würden sich starke Verschiebungen der Abfallogistik im Inbetriebsetzungsjahr ergeben, welche mit den Nachbarkantonen frühzeitig abzustimmen sind. Nach einer Zeit mit grossen Abfallströmen aus dem Perimeter heraus können diese ab der Inbetriebnahme des Ersatzneubaus Oftringen im Perimeter verwertet werden. Ebenfalls ist es möglich, mit Abfallströmen in den Perimeter hinein (in einem gewissen Mass) die umliegenden KVA zu entlasten. Durch die Verwertung des Abfallaufkommens im eigenen Perimeter steigt auch die im Perimeter anfallende Menge an Rückständen, die es zu entsorgen gibt. Entsprechend sinkt die Belastung der Nachbarkantone.

Was sind die Auswirkungen ab 2032, wenn es in Oftringen keine KVA mehr gibt?

Die Überschüsse der Abfalltransporte aus dem Perimeter heraus würden weiter zunehmen. Es wären intensive und frühzeitige Abstimmungen mit den Nachbarkantonen notwendig, inwiefern das Wachstum im Perimeter in anderen KVA abgefangen werden kann und die zusätzlich anfallende Schlacke dort deponiert werden kann. Die Kantone des Perimeters würden ihrem Ziel der Bereitstellung von ausreichender Entsorgungskapazität für das eigene Abfallaufkommen nicht nachkommen. Die Abfalltransporte würden durch die Entsorgung ausserhalb des Perimeters zunehmen. Für eine effiziente Logistik müssten wohl Umlade-Hubs eingerichtet werden.

3.4.2 Auswirkungen in den Nachbarkantonen**Was sind die Auswirkungen auf Nachbarkantone bis 2032?**

Die Netto-Lieferungen von Abfallmengen aus dem Perimeter in die Nachbarkantone werden bis 2032 laufend zunehmen und die Anlagen in der Nähe des Perimeters, welche schon heute gut ausgelastet sind, weiter belasten. Die Abstimmung mit diesen Anlagen hat gezeigt, dass keine deutliche Vergrösserung der Kapazitäten vor 2031 geplant ist: Einerseits wird die KVA Linth im Jahr 2028 ihre Kapazitäten vergrössern (und könnte wohl Mehrmengen aufnehmen), andererseits wird die Erweiterung der KVA Dietikon nicht vor 2031 zur Verfügung stehen und somit keine frühzeitige Erleichterung der Situation bringen. Eventuell könnten einige KVA die Importe aus der EU reduzieren, um die Abfälle aus dem Perimeter zu verarbeiten. Es wird in dieser Zeit für die Nachbarkantone zunehmend schwieriger, eigene Reservekapazitäten aufrechtzuerhalten.

In dieser Zeit ist eine laufend ansteigende Kapazitätsknappheit zu erwarten. Folglich wird eine intensive Absprache der Kantone in Zusammenarbeit mit den KVA empfohlen, um auch die Entsorgung von Marktkehricht zu vertretbaren Preisen und innerhalb vernünftiger Transportdistanzen sicherstellen zu können.

Was sind die Auswirkungen auf Nachbarkantone ab 2032, wenn ein Ersatzneubau umgesetzt wird?

Die Inbetriebnahme einer vergrösserten KVA Oftringen bringt Entlastung gegenüber der bis dahin angespannten Entsorgungslage. Das Entfallen der Abfallströme in die Nachbarkantone ergibt eine deutliche Umstellung in der Abfallogistik. Die bis zur Inbetriebnahme mit Abfällen aus AG/Zentralschweiz ausgelasteten Anlagen werden zum Zeitpunkt des Wechsels eine Abfallknappheit erfahren, wenn der Zeitpunkt nicht exakt getaktet ist. Generell ist darauf zu achten, dass die perimeterübergreifende Zusammenarbeit bis 2032 als temporäre Massnahme für die Übergangszeit zu verstehen ist. Wenn zuvor bspw. Importe reduziert wurden, um die Abfälle aus dem Betrachtungsperimeter aufzunehmen, könnten diese auf diesen Zeitpunkt hin wieder reaktiviert werden. Kurzfristig kann es zu Schwierigkeiten in der Logistik kommen und der Wegfall des Überangebots von Abfall kann kurzfristige Auswirkungen auf die Preise haben. Mittelfristig haben die KVA der

Nachbarkantone wieder die Möglichkeit, die wachsenden Mengen in ihren Kantonen zu verarbeiten und werden nicht mehr durch den Betrachtungsperimeter überlastet. Auch können wieder minimale Reservekapazitäten sichergestellt werden.

Was sind die Auswirkungen auf Nachbarkantone ab 2032, wenn es in Oftringen keine KVA mehr gibt?

Wenn der Ersatzneubau in Oftringen nicht umgesetzt wird, steigen die gelieferten Abfallmengen aus dem Perimeter weiter an. Die Kantone und KVA im Umfeld müssten rasch Optionen zur Kapazitätserweiterung, über die heutigen Erwartungen hinaus, prüfen. Dabei ist die Einhaltung der energetischen Mindestanforderungen an die Abwärmenutzung zu beachten. Vor allem in grossen Fernwärmenetzen oder in der Nachbarschaft von Industriebezügern kann eine Kapazitätssteigerung mit ENE 0.8 realistisch und ohne grosse Änderungen am gesamten Energiesystem gewährleistet werden.

Bei vermehrter ausserkantonaler Verwertung des frei werdenden Abfalls aus dem Betrachtungsperimeter, verschiebt sich die Verantwortung zum Umgang mit den Rückständen auf die Nachbarkantone. In Anbetracht des knappen Deponieraums sind Abstimmungen unter den Kantonen notwendig.

3.4.3 Auswirkungen in der Schweiz

Was sind die Auswirkungen auf die Schweiz bis 2032?

Die steigenden Netto-Lieferungen von Abfallmengen aus dem Perimeter werden über den Betrachtungsperimeter und die Nachbarkantone hinaus zu einer Reduktion der Reservekapazität in der Schweiz führen. Auf mögliche Ausfälle oder Sonderereignisse kann weniger flexibel reagiert werden. Eventuell können einzelne KVA die Importe aus der EU reduzieren, um auf Sonderereignisse zu reagieren.

Durch das erwartete Verbot für Exporte von Siedlungsabfällen aus der EU könnten in den grenznahen KVA Kapazitäten für die Aufnahme von Mehrmengen aus der Zentralschweiz freiwerden. Sollte dieses Verbot nicht in Kraft treten, wird der Mangel an Reservekapazität schweizweit zunehmen.

Was sind die Auswirkungen auf die Schweiz ab 2032, wenn ein Ersatzneubau umgesetzt wird?

Die Inbetriebnahme einer vergrösserten KVA Oftringen bringt Entlastung gegenüber der bis dahin angespannten Entsorgungslage. Die Verschiebung der Abfallströme wird auch über die Nachbarkantone hinaus in der Schweiz spürbar werden und sollte vorbereitet werden. Die entstehende Überkapazität im Betrachtungsperimeter in den ersten Jahren des Betriebs wird nur einen mittelfristigen Beitrag zur Schweizer Reservekapazität leisten können, da diese bis 2040 durch das weitere Abfallmengenwachstum wieder geschlossen wird. Somit kann der Ersatzneubau in Oftringen in den nächsten Jahren zwar entlasten, langfristig aber nicht zur Kapazitätsreserve beitragen.

Was sind die Auswirkungen auf die Schweiz ab 2032, wenn es in Oftringen keine KVA mehr gibt?

Wenn der Ersatzneubau in Oftringen nicht umgesetzt wird, steigen die gelieferten Abfallmengen aus dem Perimeter weiter an. Es müssten schweizweit rasch Optionen zur Kapazitätserweiterung, über die heutigen Erwartungen hinaus, geprüft werden. Die Kapazitätsknappheit würde sich über die Nachbarkantone hinaus in die weiter entfernten Kantone ausbreiten. Die Transportdistanzen für die Entsorgung der Abfälle würde im Durchschnitt zunehmen. Dies würde die Wahrscheinlichkeit erhöhen, dass die Mehrmengen nicht mehr energetisch optimal entsorgt werden, da die Energieabsatzmengen der KVA, vor allem im Sommer, begrenzt sind.

3.4.4 Notwendige Massnahmen zu den kritischen Auswirkungen

Die Betrachtung hat gezeigt, dass die Erweiterung des Ersatzneubaus in Oftringen gemäss der erwarteten Abfallaufkommensentwicklung langfristig eine Notwendigkeit ist. Zum Zeitpunkt der Inbetriebsetzung wäre eine Anlage mit bspw. 40'000 t weniger Kapazität ausreichend, aber bereits wenige Jahre später ist die volle Kapazität der KVA in Oftringen notwendig, um das Abfallaufkommen im Betrachtungsperimeter zu verarbeiten.

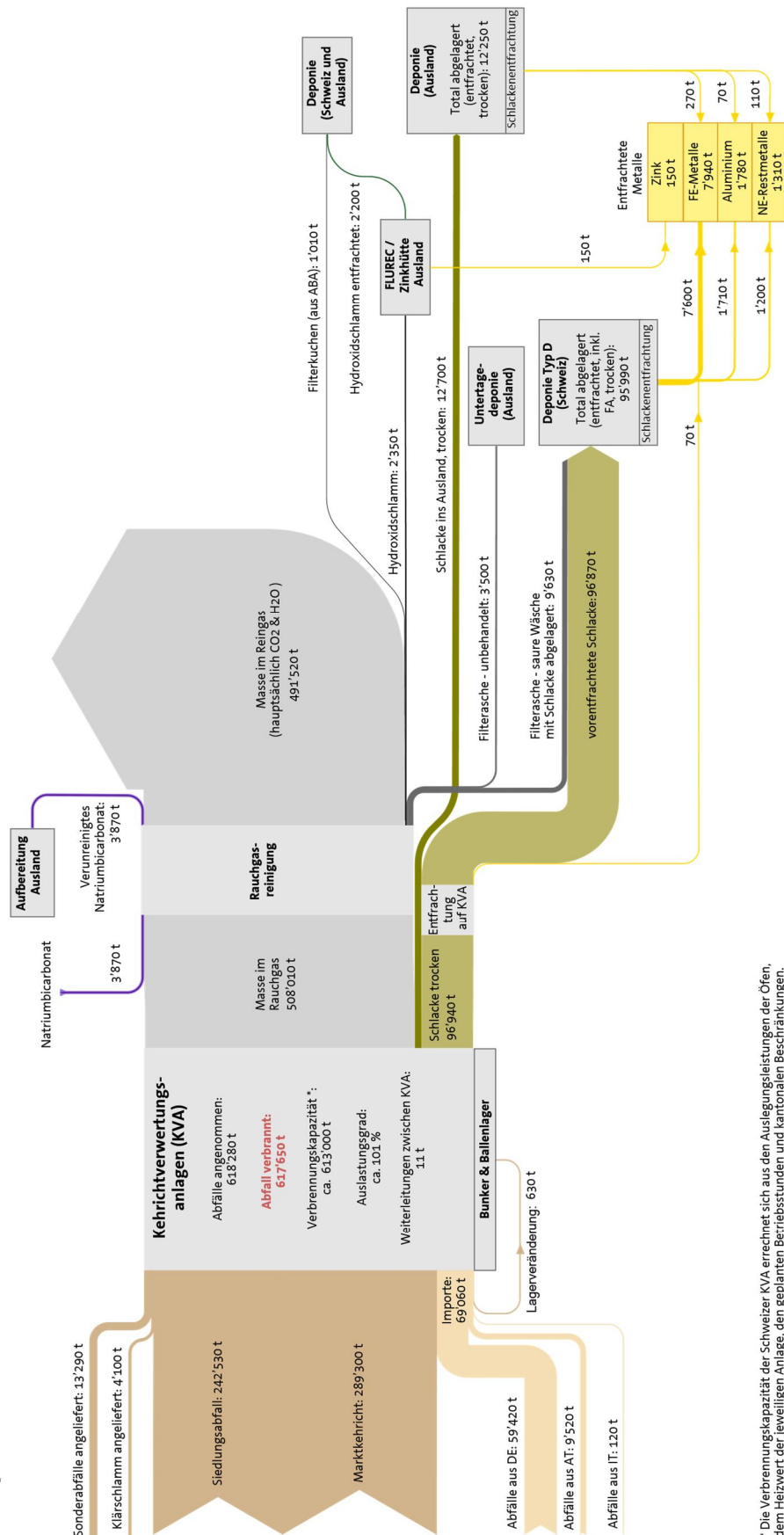
Gemäss der durchgeführten Betrachtung sind zwei absehbare Entwicklungen aus der Prognose besonders kritisch für den Betrachtungsperimeter und die umliegenden Kantone:

- **Die zunehmenden Abfallmengenüberschüsse aus dem Perimeter bis zur Inbetriebsetzung:** Es ist dringend abzuklären, ob die umliegenden Kantone und KVA die Mehrmengen aus dem Perimeter bis und mit 2031 aufnehmen können. Gemäss den im Rahmen des Berichts gemachten Befragungen wird in den benachbarten KVA nicht mit Mehrmengen aus dem Betrachtungsperimeter gerechnet. Es ist darüber hinaus eine schnelle Umsetzung des Projekts in Oftringen herbeizuführen, um die Kapazitätsknappheit frühzeitig zu beheben.
- **Die Verschiebungen der Abfallmengenströme nach der Inbetriebsetzung:** Es ist abzuklären, wie die raschen Verschiebungen der Lieferwege vorbereitet und abgedeckt werden können. Bspw. könnte die Anlage in Oftringen im Rahmen der Inbetriebsetzung einen verlängerten Teillastbetrieb fahren oder vorher aufgebaute Lagerbestände abbauen.

Darüber hinaus ist die Abfallmengenentwicklung in den kommenden Jahren zu beobachten und mit den in diesem Bericht gemachten Prognosen zu vergleichen. Wenn die Abfallmengenentwicklung das Basis-Szenario deutlich über- oder unterschreitet, sind die zu treffenden Massnahmen entsprechend anzupassen.

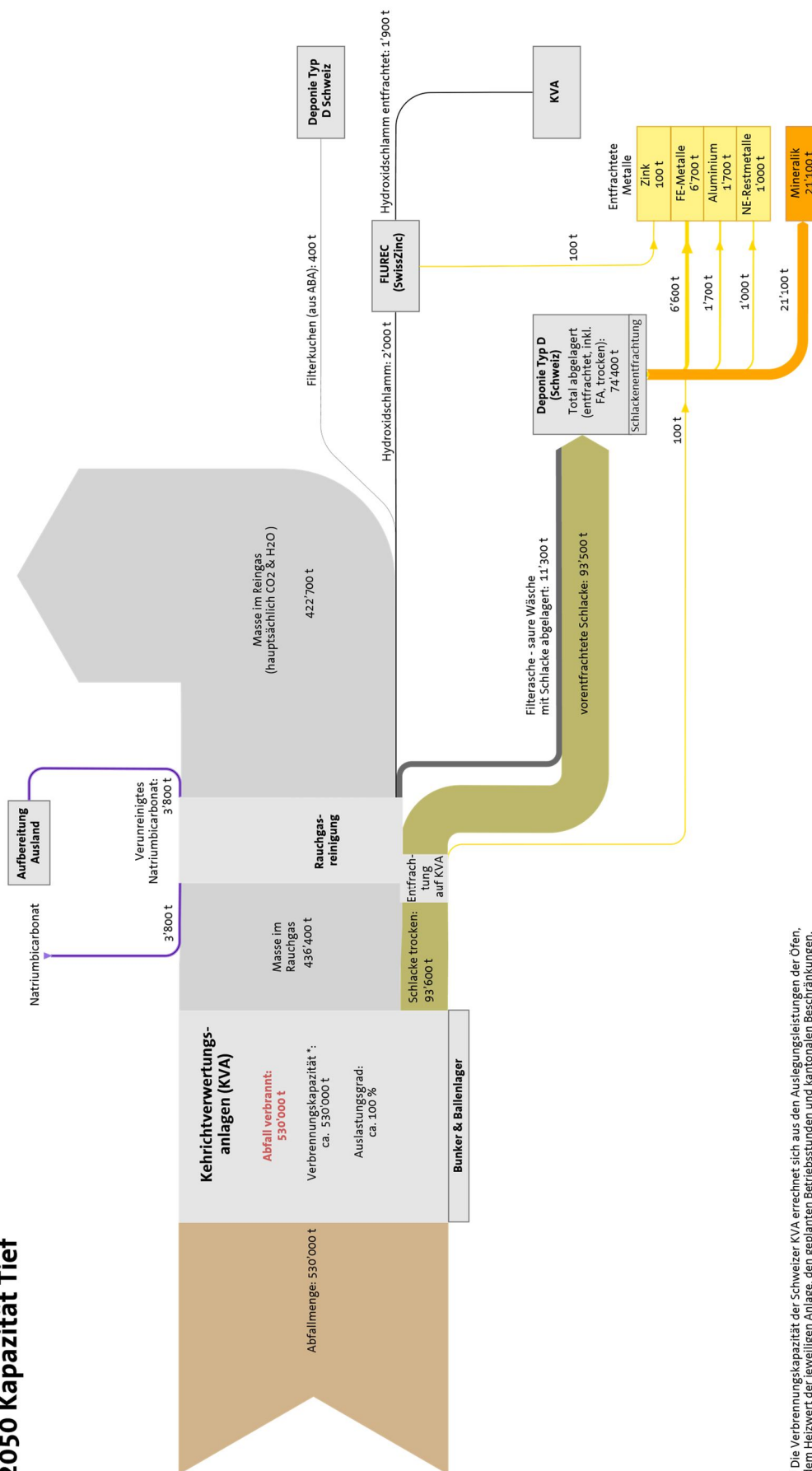
Anhang

Massenfluss der KVA im Betrachtungsperimeter 2024



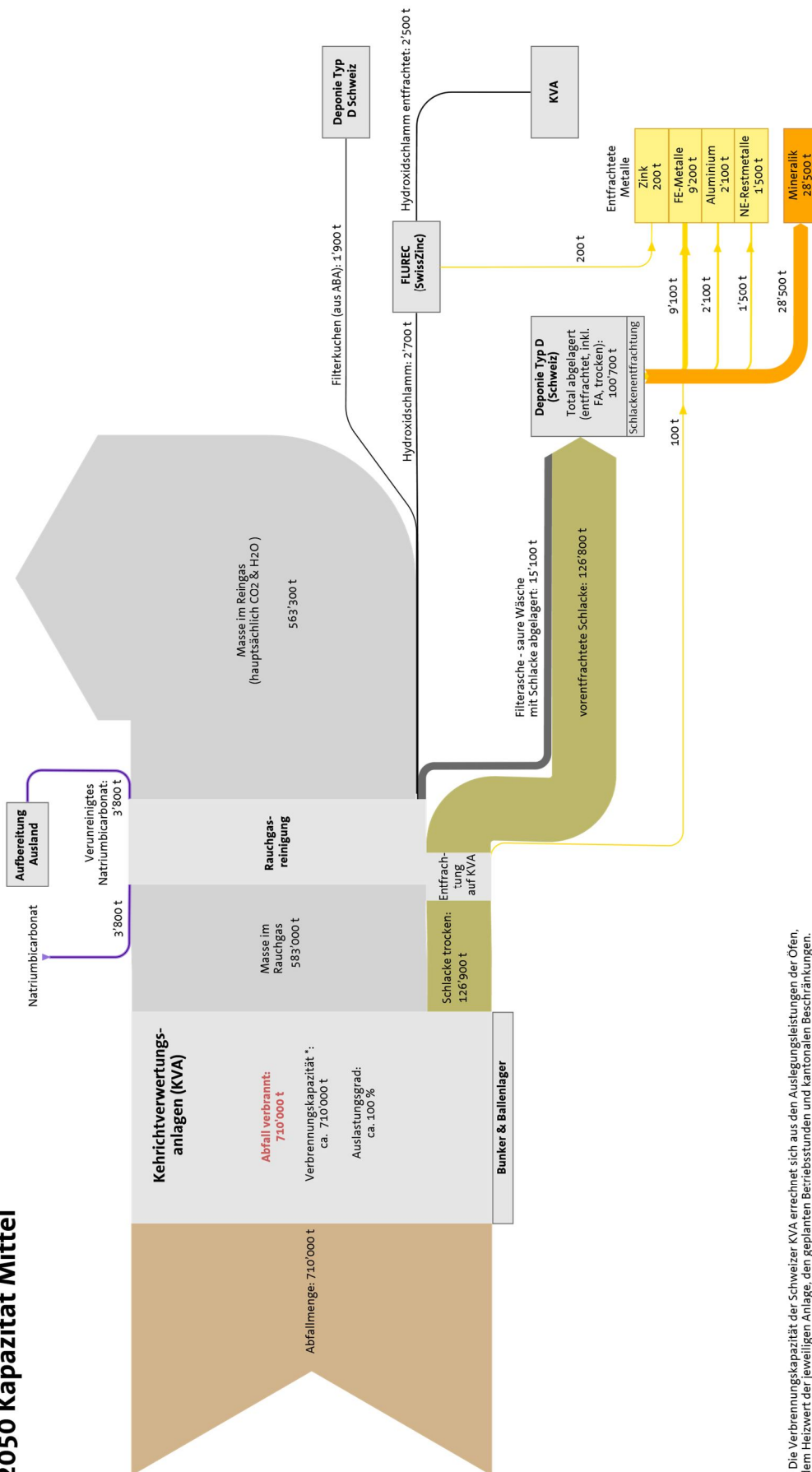
* Die Verbrennungskapazität der Schweizer KVA errechnet sich aus den Auslegungseinstellungen der Öfen, dem Heizwert der jeweiligen Anlage, den geplanten Betriebsstunden und kantonalen Beschränkungen.

Massenfluss der KVA im Betrachtungsperimeter 2050 Kapazität Tief



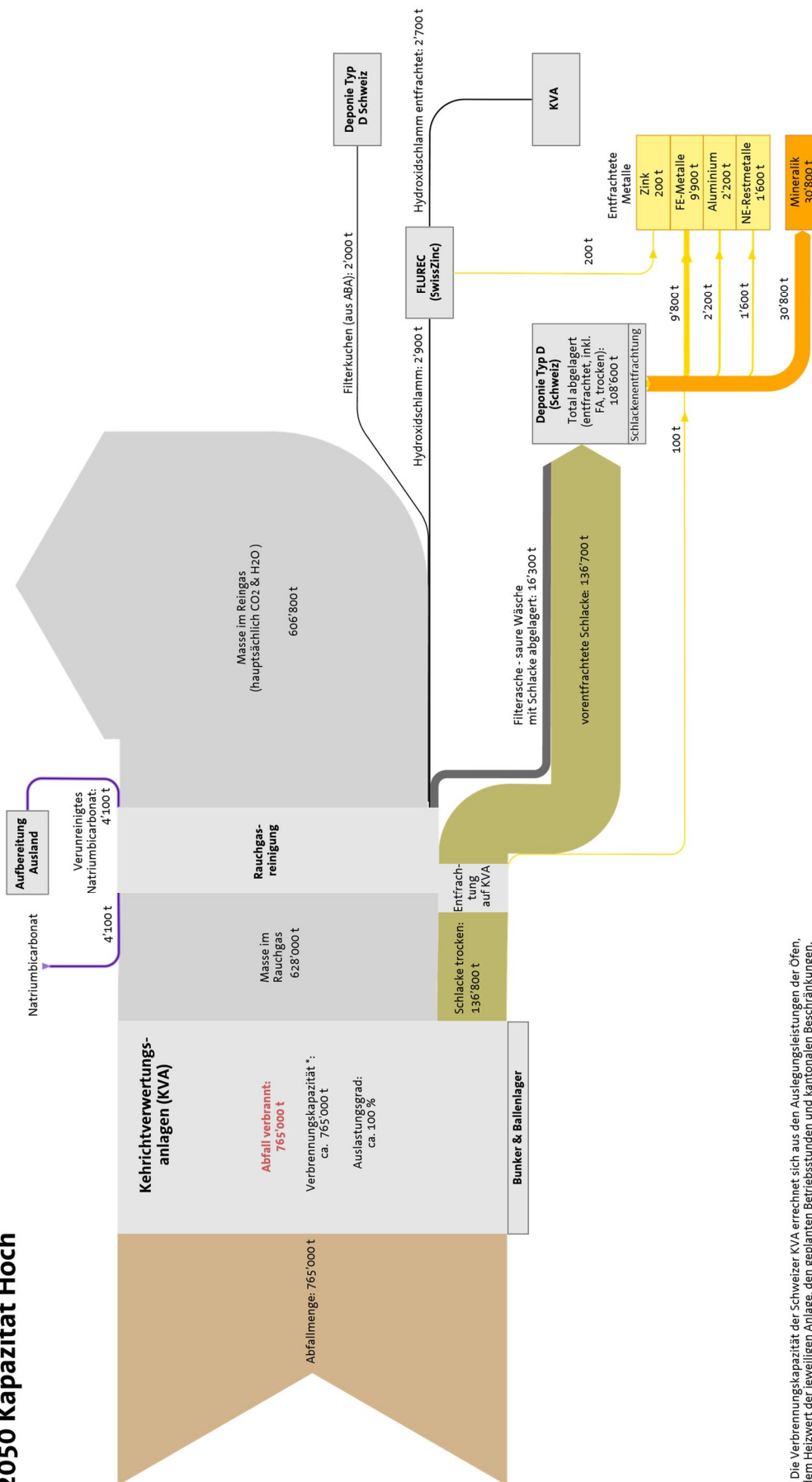
* Die Verbrennungskapazität der Schweizer KVA errechnet sich aus den Auslegungleistungen der Öfen, dem Heizwert der jeweiligen Anlage, den geplanten Betriebsstunden und kantonalen Beschränkungen.

Massenfluss der KVA im Betrachtungssperimeter 2050 Kapazität Mittel



* Die Verbrennungskapazität der Schweizer KVA errechnet sich aus den Auslegungseinstellungen der Öfen, dem Heizwert der jeweiligen Anlage, den geplanten Betriebsstunden und kantonalen Beschränkungen.

Massenfluss der KVA im Betrachtungsperimeter 2050 Kapazität Hoch



* Die Verbrennungskapazität der Schweizer KVA errechnet sich aus den Auslegungsleistungen der Öfen, dem Heizwert der jeweiligen Anlage, den geplanten Betriebsstunden und kantonalen Beschränkungen.