



prognos



RAMBOLL

Studie zu den Auswirkungen des nationalen Brennstoffemissionshandels auf die Abfallwirtschaft

Auf Grundlage des Brennstoffemissionshandelsgesetzes (BEHG) wurde in Deutschland ab 2021 ein nationales Emissionshandelssystem (nEHS) eingeführt.

Die Berichtspflicht für Brennstoffemissionen aus Abfällen wird nach dem BEHG am 01.01.2023 wirksam. Zu den Auswirkungen des nEHS auf die Bereiche der kommunalen und privatwirtschaftlichen Abfallverbrennung hat das Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit (BMU) eine Studie in Auftrag gegeben.

Im Rahmen der Studie sind die möglichen Auswirkungen bei Einbeziehung der Abfälle in das nEHS zu untersuchen.

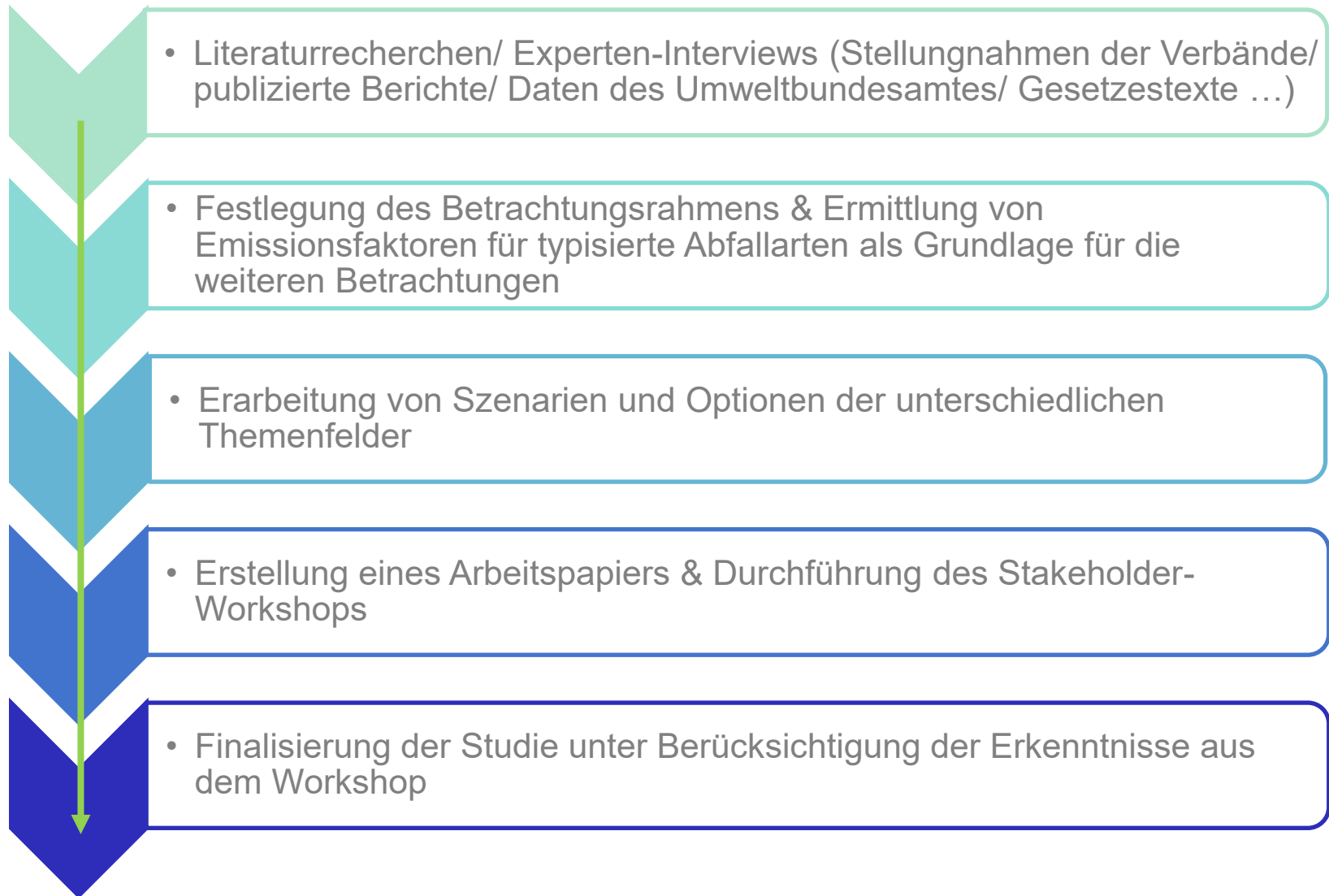
Die Studie untersucht die Auswirkungen:

- auf die Kosten und Gebühren sowie
- insbesondere auf die Abfallverbringungen ins Ausland.

Darüber hinaus dienen die gewonnenen Informationen als Grundlage, um im Rahmen der Evaluierung des BEHG im Jahr 2022 sachgerechte Durchführungsregelungen festlegen zu können.

Dies bezieht sich insbesondere auf die regulatorische Ausgestaltung:

- die Festlegung eines praxisorientierten Verfahrens zur Bestimmung der CO₂-Menge sowie
- Festlegungen zur Emissionsberichterstattung,
- zu eventuellen Ausnahmeregelungen und
- zur Bestimmung von Verantwortlichkeiten.



	Summe behandelt	Aus dem Ausland angeliefert
	Mio. t/2019	%
TAB (MVA / EBS-KW)*	~ 26,27	4,7 %**
Mitverbrennung***	8,03	3,5 %
Biomassekraftwerke	7,72	8,9 %
Sonderabfallverbrennung	1,33	10,0 %
Monoklärschlamm- verbrennung	2,16	1,8 %
Sonstige thermische Behandlung	1,26	1,8 %
Summe thermisch behandelt	46,77	5,2 %

Im Fokus der Studie
(maßgeblicher Entsorgungsweg für
häusliche und gewerbliche Abfälle)

Bereits über EU-ETS erfasst

Nicht im Fokus der Studie

- dennoch ggf. durch BEHG erfasst und von Auswirkungen betroffen (z.B. Klärschlamm mit Emissionsfaktor Null¹⁾)

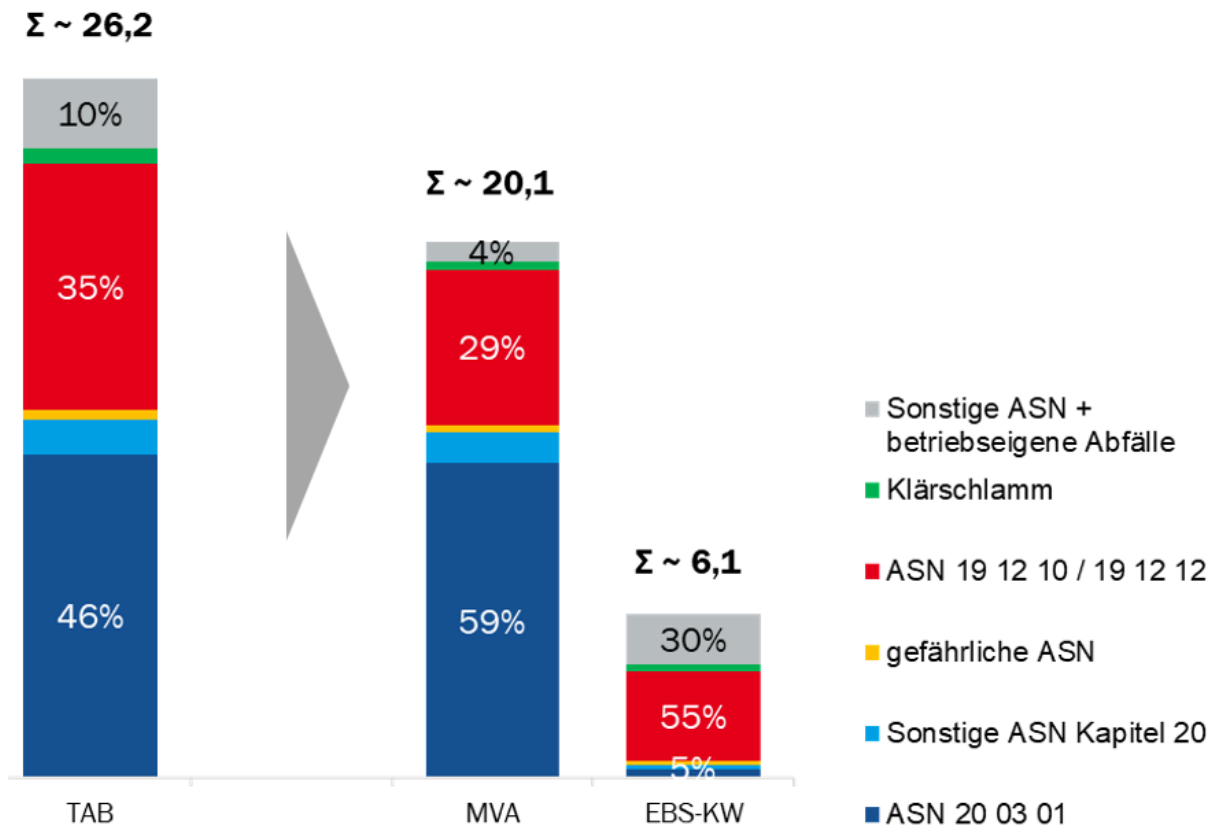
* Die Zuordnung eines Kraftwerkes zur Kategorie „EBS-KW“ bzw. „Industriekraftwerk“ weicht in wenigen Einzelfällen von der Zuordnung für diese Studie ab (Δ 0,4 Mio. t)

** inkl. Sonderfall Emlicheim

*** primär Zement- und Kohlekraftwerke sowie sonstige Anlagen für andere Produktionszwecke

**** berücksichtigte Verfahren R1, D10 sowie R1 in Kombination mit anderen R-Verfahren

¹⁾ § 7 Abs. 4 BEHG

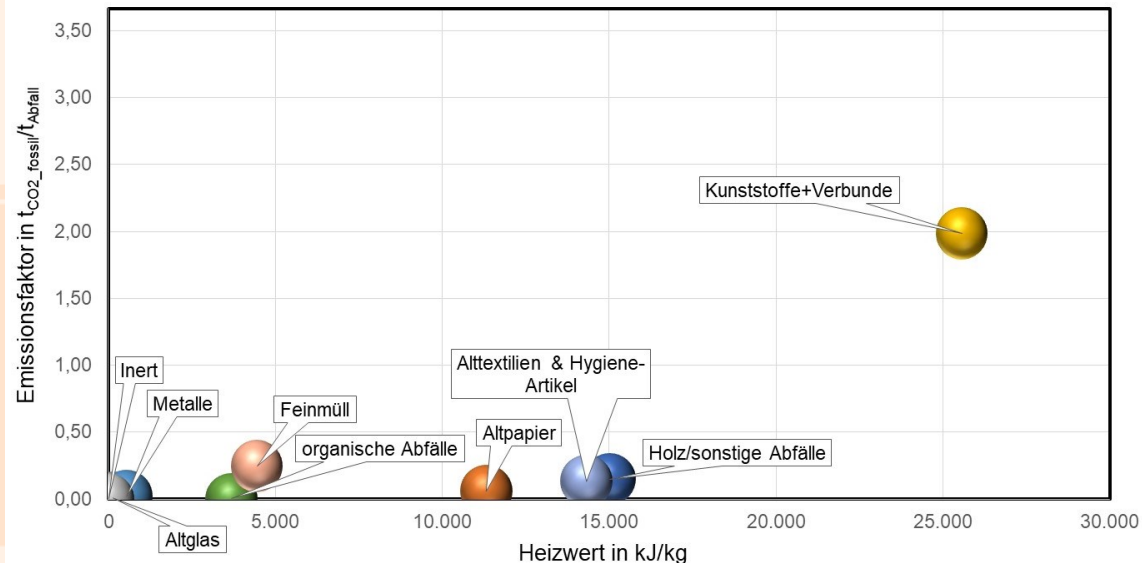
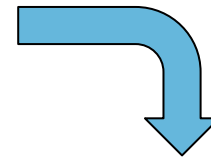
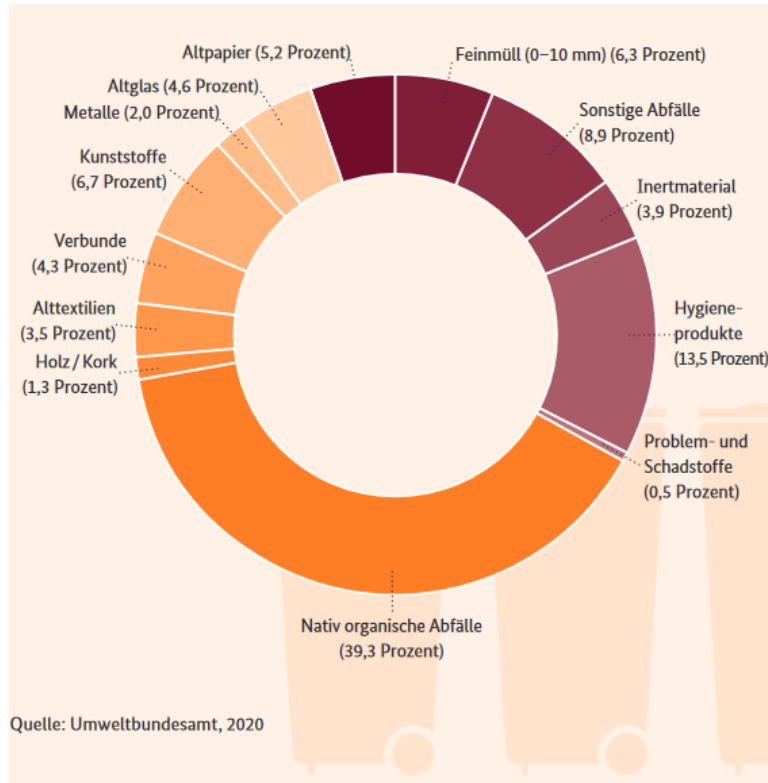


20 03 01: gemischte Siedlungsabfälle
 19 12 10: brennbare Abfälle (Brennstoffe aus Abfällen)
 19 12 12: sonstige Abfälle (einschließlich Materialmischungen) aus der mechanischen Behandlung von Abfällen mit Ausnahme derjenigen, die unter 19 12 11 fallen

Methodik:

- Die Hausmüllzusammensetzung wurde vereinfacht in 9 Abfallfraktionen aufgeteilt und den verschiedenen Abfallfraktionen fossile CO₂-Anteile zugeordnet.
- Zu berücksichtigen ist, dass bei den zugrunde gelegten Elementaranalysen¹⁾ Abfall-Fraktionen (meist Elementar-analysen aus Sortier-Fractionen) hinterlegt wurden und nicht die *Reinstoffe*.

¹⁾ Literaturdatenbank ENVERUM, diverse Literaturquellen

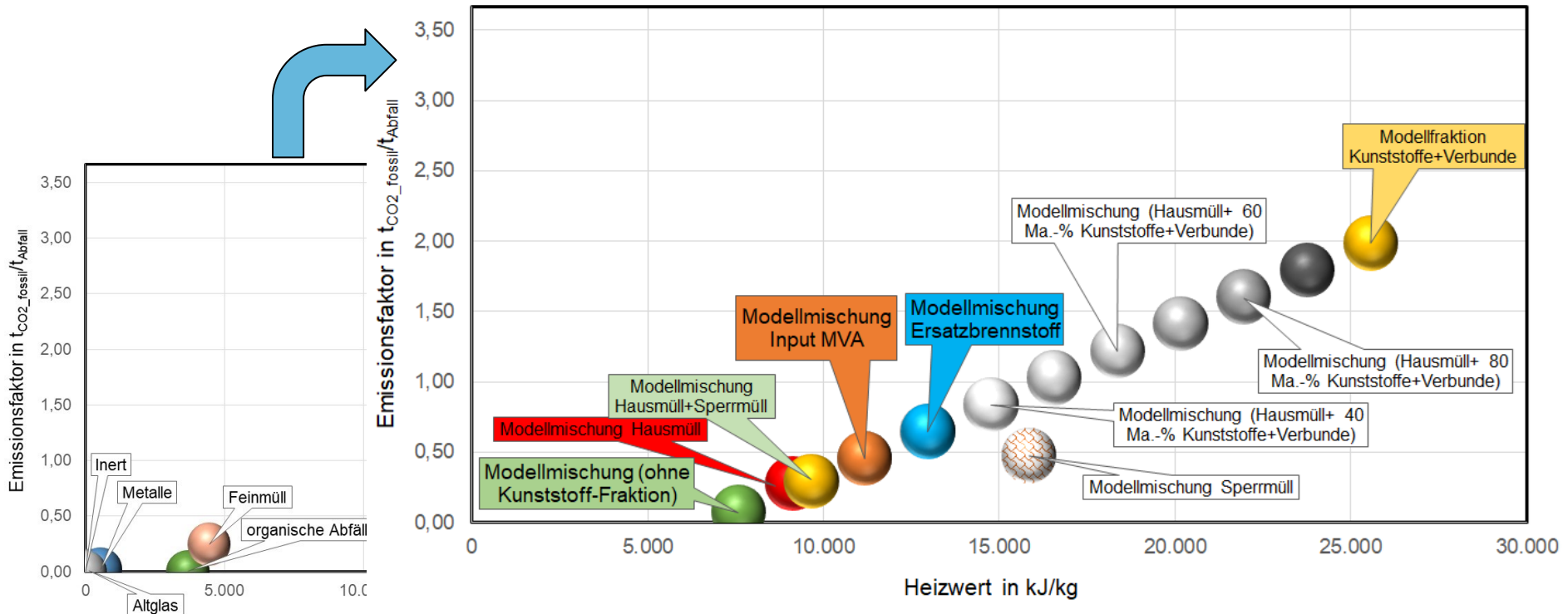


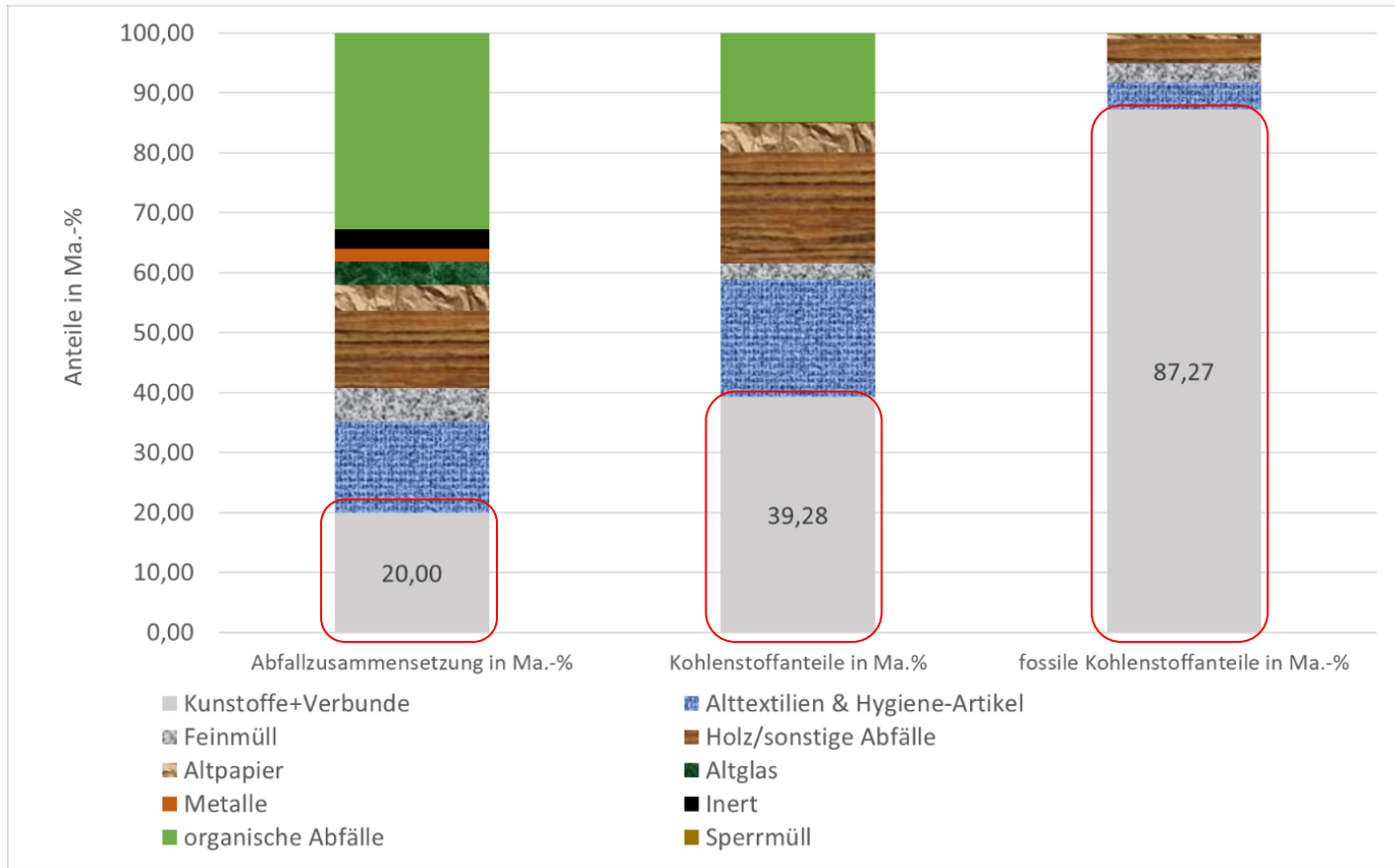
Methodik:

- Für die durchzuführenden Betrachtungen wurden die CO_2 – Emissionsfaktoren [$\text{t}_{\text{CO}_2 \text{ fossil}}/\text{t}_{\text{Abfall}}$], die Heizwerte [kJ/kg] sowie fossilen Kohlenstoffgehalte [Ma.-%] für verschiedene Abfallgemische¹⁾ berechnet.

¹eigene Berechnungen (ENVERUM) auf Grundlage diverser Literaturangaben

²Die Modellgemische Hausmüll und Ersatzbrennstoff wurden über die Kunststoffanreicherungen am Schnittpunkt ca. 11 MJ/kg und 13 MJ/kg ausgewählt. 11 MJ/kg und 13 MJ/kg sind dabei typische Heizwerte für MVA und EBS-Kraftwerke.





Thema 1

„Auswirkungen auf Kosten und Gebühren“



Auswirkungen der CO₂-Bepreisung auf die Kosten für typisierte Abfallarten

Nettokosten (bei Gebühren zzgl. MwSt.), ohne weitere Kosten (z. B. für Monitoring etc.)

- Durchschnittlicher Input in MVA und EBS-KW

Jahr	CO ₂ -Preis	Kosten für „Modell-“ MVA-Input	Kosten für „Modell-“ EBS-KW
		EF = 0,45 t CO _{2_fossil} /t Abfall	EF = 0,65 t CO _{2_fossil} /t Abfall
	[€/t CO ₂]	[€/t Abfall]	[€/t Abfall]
2023	35	15,93	22,63
2024	45	20,48	29,10
2025 / 2026	55	25,04	35,56
2026	65*	29,59	42,03
Annahme	75**	34,14	48,50
Annahme	100**	45,52	64,66

* Max.-Wert, ** gem. Aufgabenstellung

Auswirkungen der CO₂-Bepreisung auf die Kosten für typisierte Abfallarten

Nettokosten (bei Gebühren zzgl. MwSt.), ohne weitere Kosten (z. B. für Monitoring etc.)

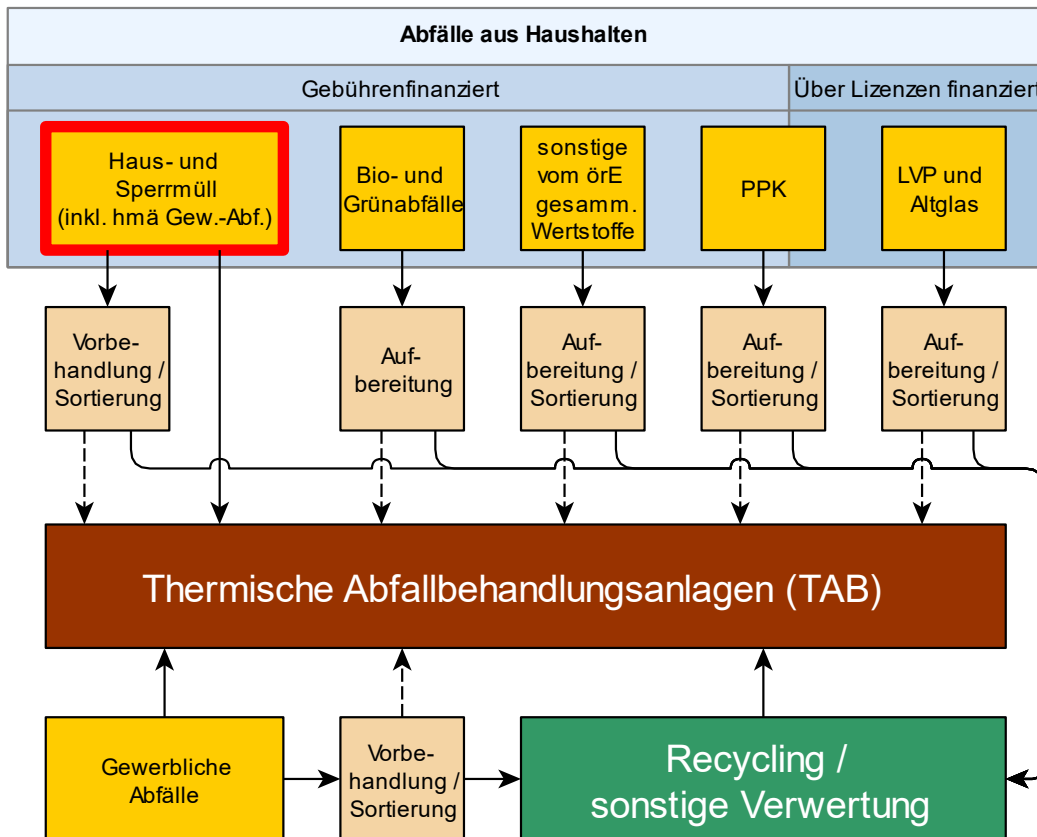
- Modellierte Abfallarten**

Jahr	CO ₂ -Preis	Kosten für „Modell-“ Hausmüll ohne Kunststoff/ Verbunde	Kosten für „Modell-“ Hausmüll	Kosten für „Modell-“ Sperrmüll	Kosten für „Modell-“ Kunststoffe/ Verbunde
		EF = 0,07 t CO _{2_fossil} /t Abfall	EF = 0,28 t CO _{2_fossil} /t Abfall	EF = 0,48 t CO _{2_fossil} /t Abfall	EF = 1,99 t CO _{2_fossil} /t Abfall
	[€/t CO ₂]	[€/t Abfall]	[€/t Abfall]	[€/t Abfall]	[€/t Abfall]
2023	35	2,54	9,75	16,69	69,52
2024	45	3,26	12,53	21,45	89,39
2025 / 2026	55	3,98	15,32	26,22	109,25
2026	65*	4,71	18,10	30,99	129,11
Annahme	75**	5,43	20,88	35,75	148,98
Annahme	100**	7,24	27,85	47,67	198,63

* Max.-Wert, ** gem. Aufgabenstellung

Auswirkungen der CO₂-Bepreisung auf die Gebühren

- Berechnung für die maßgeblich gebührenrelevanten Abfallarten
Haus- und Sperrmüll

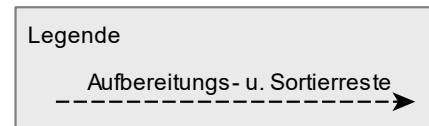


Weitere aus Haushalten stammende und gebührenfinanzierte TAB-Inputströme (ASN der Gruppe 19), z. B.

- Sortier-/Siebreste aus der Behandlung von Bioabfällen oder anderen Wertstoffen
- Teilstrome aus der Restabfall- und Sperrmüllvorbehandlung (MA, MBA)
- Abfälle aus dem öffentlichen Raum

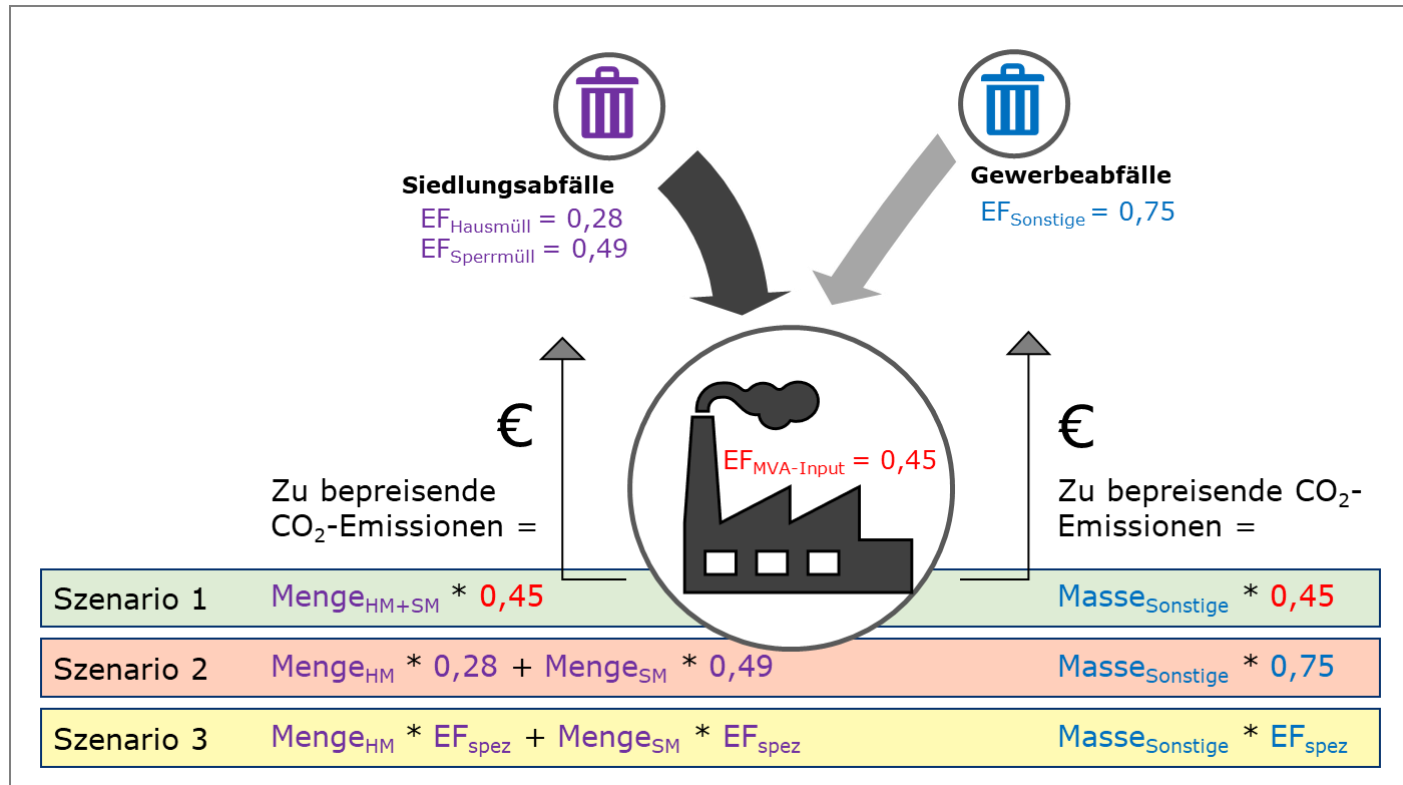
TAB-Input umfasst zudem auch

- aus Haushalten stammende nicht gebührenfinanzierte Stoffströme
- gewerbliche Stoffströme

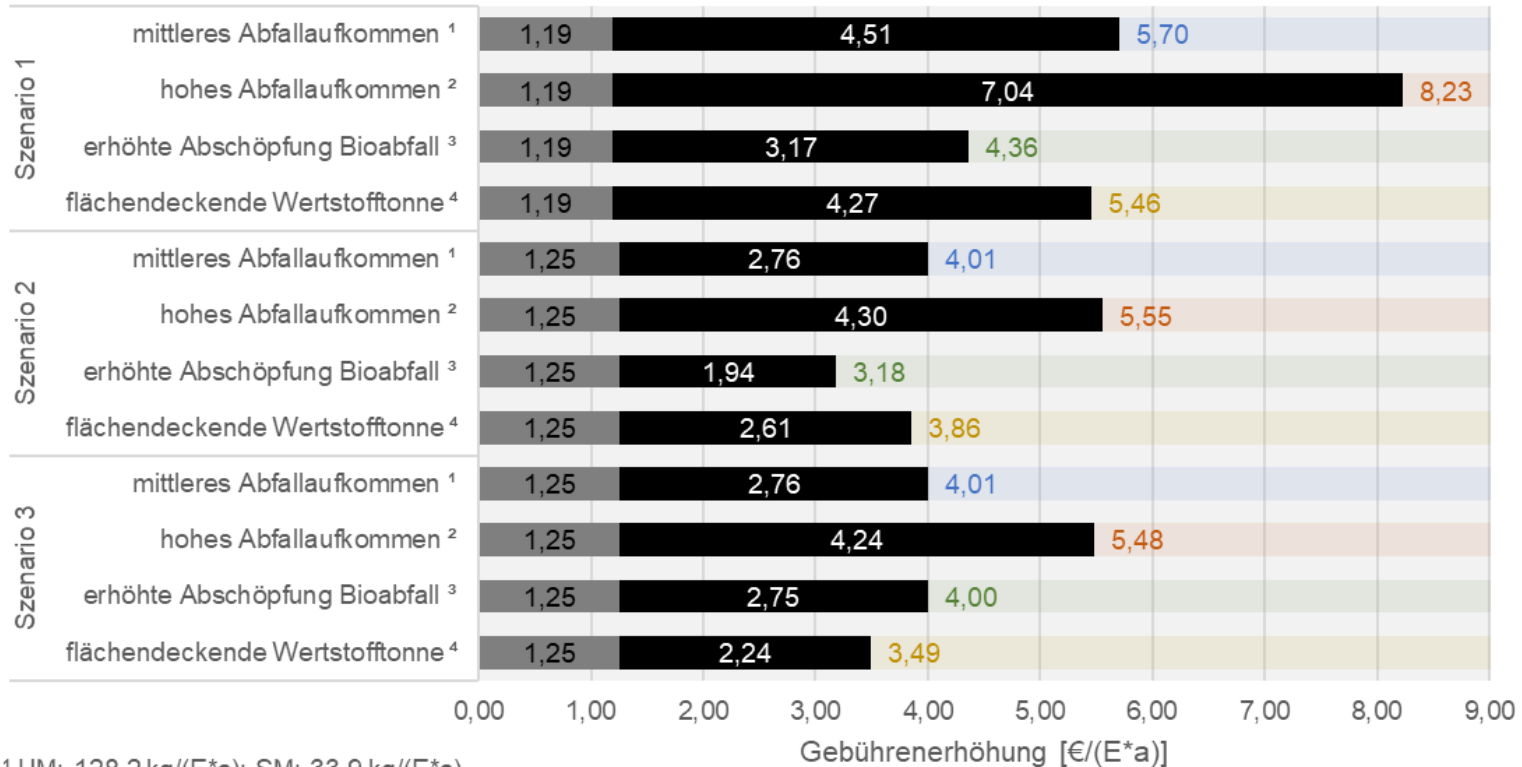


Berechnung von drei Szenarien für Umlage der Mehrkosten

- **Szenario 1:** einheitlicher Emissionsfaktor (ohne Differenzierung der Abfallarten)
- **Szenario 2:** abfallartenbezogene Emissionsfaktoren (Differenzierung Haus- und Sperrmüll)
- **Szenario 3:** spezifische, anlieferungsbezogene Emissionsfaktoren (anhand Zusammensetzung ermittelt bzw. gemessen)



Berechnete Gebührenerhöhungen in den Szenarien (bei einem CO₂-Preis von 65 €/t)



¹ HM: 128,2 kg/(E*a); SM: 33,9 kg/(E*a)

² HM: 200 kg/(E*a); SM: s. o.

³ HM: 90 kg/(E*a); SM: s. o.

⁴ HM: 121,3 kg/(E*a); SM: s. o.

■ Sperrmüll ■ Hausmüll

Bezug zur heutigen Gebührenhöhe

- Gebührensteigerung durch CO₂-Bepreisung bei mittlerem Aufkommen und CO₂-Preis von 65 €/t CO₂ in Abhängigkeit vom Szenario im Bereich von **3 – 8 %**
- im Einzelfall auch geringere und deutlich höhere Steigerungen möglich
- bei höherem CO₂-Preis entsprechend höhere Steigerungen
- zzgl. sonstige entstehende Kosten
 - für Monitoring etc.
 - für weitere Stoffströme

Thema 2

„Verlagerungsrisiken ins Ausland“

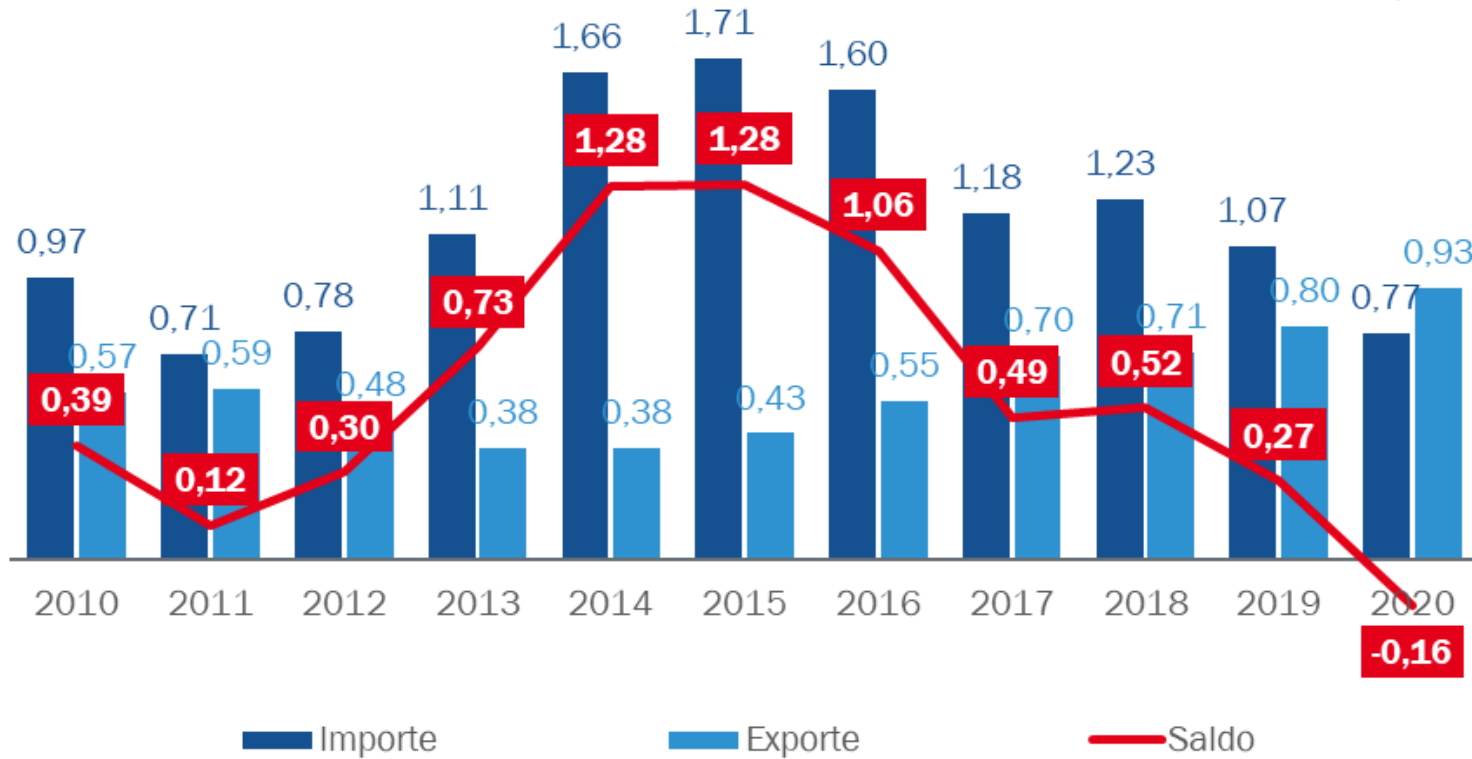


Ausgangssituation: Im- und Exporte brennbarer Abfälle*

Mio. t



Sonderfälle:
Emlichheim (Importe)
Schweiz (Exporte)



* hier: Fokus TAB-relevante ASN 191210, 191212 und 200301 mit dem Entsorgungsweg R1/D10

Auswirkungen des BEHG auf Exporte brennbarer Abfälle



Fragestellungen

KÖNNEN

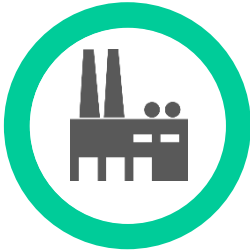
Sind Kapazitäten zur Aufnahme entsprechender Mengen vorhanden bzw. können sie aufgebaut werden?

DÜRFEN

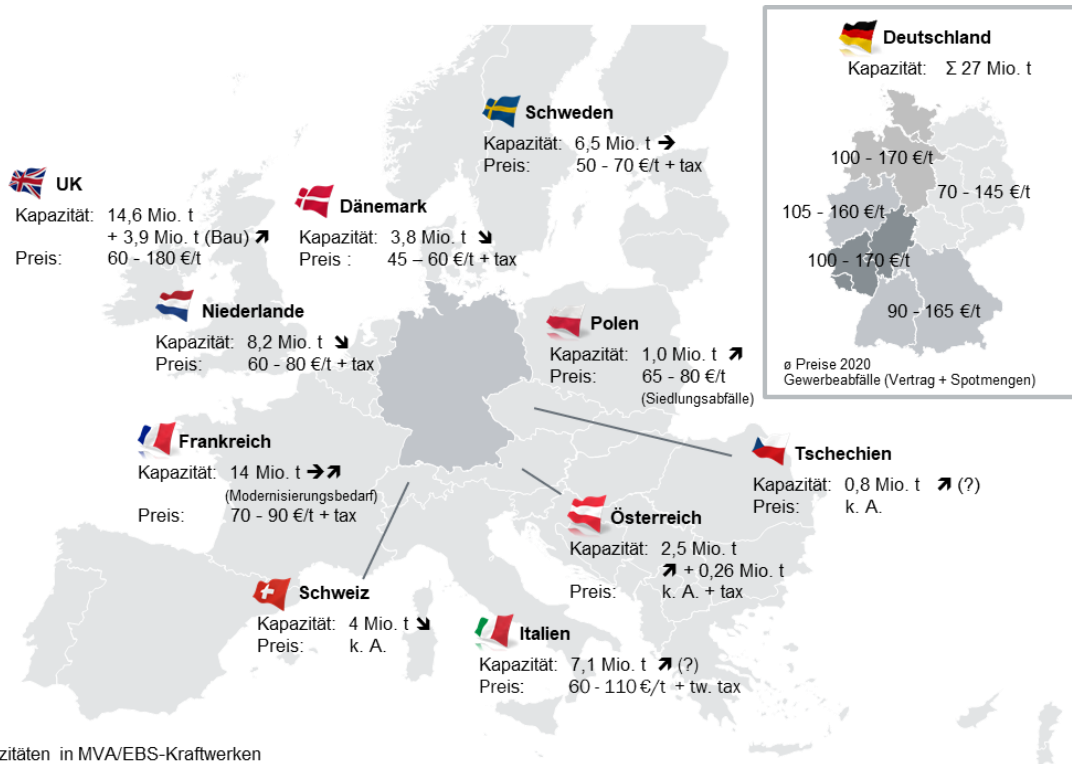
Werden entsprechende Notifizierungen für die Verbringung der brennbaren Abfälle erteilt?

WOLLEN

Wird es gegensteuernde Maßnahmen von Marktteilnehmern zur Vermeidung von Auslastungsdefiziten geben?



Die verfügbaren Kapazitäten zur thermischen Behandlung in angrenzenden Mitgliedsstaaten sind teilweise begrenzt



- Differenzierte Situation in Nachbarstaaten
 - Ausreichende Kapazitäten mit Trend zur Reduzierung aufgrund von Zero-Waste Konzepten
 - Neuaufbau für Eigenbedarf Erfüllung Deponieziel
- Anlagen mit Geschäftsmodell „Importe“ nicht auszuschließen, aber weitere Rahmenbedingungen zu beachten

Kapazitäten in MVA/EBS-Kraftwerken
 ↗↗ erwarteter Entwicklungstrend bei Kapazitäten



Exporte unterliegen den rechtlichen Regelungen des Abfallverbringungsgesetzes und der EU-Abfallverbringungsverordnung

Schätzung 4 -15 Mrd. €/a
Umsätze mit illegaler Entsorgung



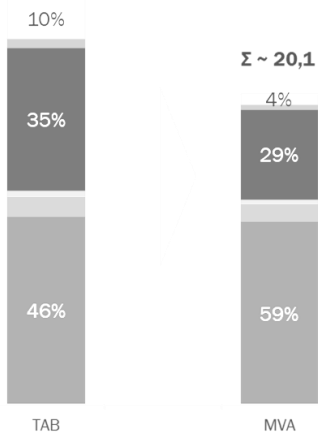
- Abfallverbringungsgesetz begrenzt Exporte brennbarer Abfälle zur **Deponierung**
- EU-Abfallverbringungsverordnung definiert neue und strengere Bedingungen für die Verbringung von Abfällen sowohl zur Verbrennung als auch zur Deponierung
- Flankierende Maßnahmen auf nationaler Ebene
- Risiko illegaler Abfallverbringung und Scheinverwertung vorhanden, wird aber durch reaktive Maßnahmen im Gesamtumfang begrenzt



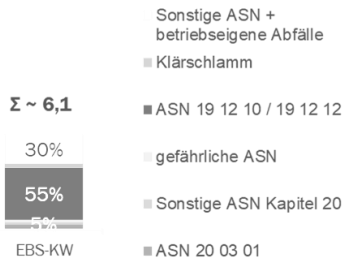
Über ihre Aufgabe als Schadstoffsenke ermöglichen die Thermischen Abfallbehandlungsanlagen die Substitution von fossilen Brennstoffen und erfüllen wichtige Aufgaben bei der Energieversorgung

Durchsatz in Mio. t/2019

Σ ~ 26,2



> 30 Mio. MWh p. a.
Energiebereitstellung
(Strom, Fernwärme, Prozessdampf)



20 03 01: gemischte Siedlungsabfälle
19 12 10: brennbare Abfälle (Brennstoffe aus Abfällen)
19 12 12: sonstige Abfälle (einschließlich Materialmischungen) aus der mechanischen Behandlung von Abfällen mit Ausnahme derjenigen, die unter 19 12 11 fallen

- Hochwertige energetische Verwertung geht mit Lieferverpflichtungen und damit einem stabilen Abfallaufkommen einher
- Bei Auslastungsdefiziten sind Reaktionen zur Reduzierung von Exporten erwartbar (z. B. flexiblere Beschaffungs- und Preisstrategien)



Fazit

- Ausweichstrategien, illegale Verbringungen und Scheinverwertungen sind nicht auszuschließen - bleiben aber zeitlich und im Umfang aufgrund erwartbarer (reaktiver) Maßnahmen begrenzt
- Nachhaltiger Export (auch bezüglich knapper werdende Transportkapazitäten und steigende Transportkosten) in großem Umfang tendenziell aus heutiger Sicht – auf Grundlage der verfügbaren Informationen – als begrenzt zu bewerten

Thema 3

„Regulatorische Ausgestaltung“



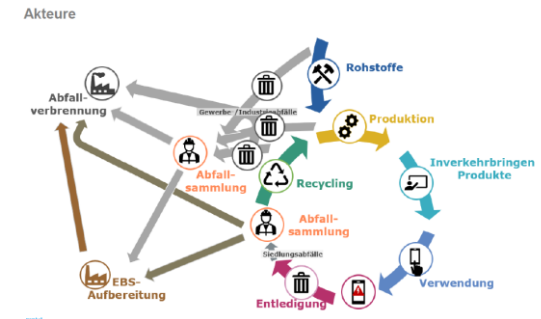
Kontext:

- EU ETS/TEHG setzen bei der **Anlage** an und nehmen **Betreiber** in die Pflicht
- BEHG setzt beim Brennstoff an und nimmt „**Verantwortliche**“ in die Pflicht, die Brennstoffe „**in Verkehr bringen**“ (Bezugnahme auf Energiesteuerrecht)

Fragen:

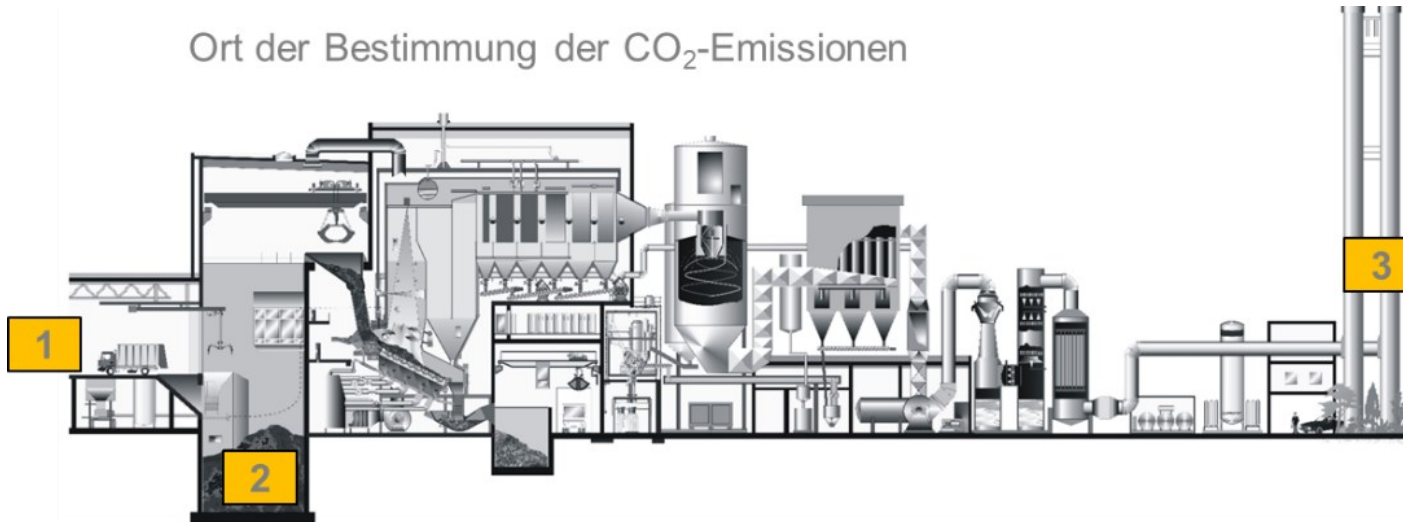
- Welche Akteure kommen – jedenfalls theoretisch – als Adressaten beim Prozess der Entsorgung von Haus- und Gewerbeabfällen in Betracht?
- Ab welchem Punkt lassen sich Abfälle eindeutig als Brennstoffe bewerten?

1. Inverkehrbringer von Produkten
2. Bürger / private Haushalte als Erzeuger/Besitzer von Abfällen
3. Gewerbliche Erzeuger/Besitzer von Abfällen
4. Öffentlich-rechtlicher Entsorgungsträger (örE)
5. **Anlieferer an Verbrennungsanlage**
6. **Betreiber der Verbrennungsanlage**



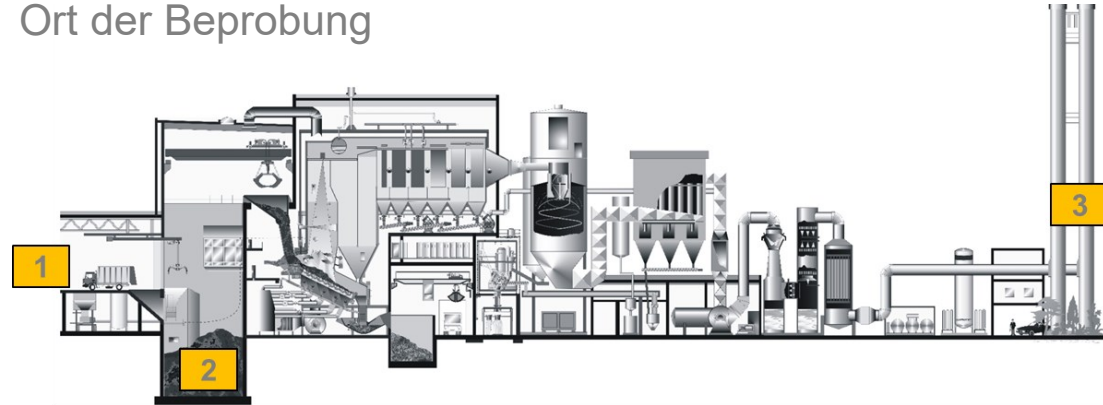
- Nach derzeitiger Bewertung sind mögliche points of regulation bei der Erfassung der Emissionen - und damit taugliche Berichtsverantwortliche - als Verantwortliche insbesondere die Akteure „**Anlieferer**“ und „**Anlagenbetreiber**“ nahe (weitere Akteure, wie Inverkehrbringer von Produkten oder Abfallerzeuger oder örE scheinen insofern weniger geeignet)
- Eine Einflussnahme auf den Entsorgungsweg durch die Verantwortlichen ist an dieser Stelle der Kette ausgeschlossen!

Ort der Bestimmung der CO₂-Emissionen



1. Bestimmung am Eingangstor der TAB
2. Bestimmung im Bunker der TAB
3. Beprobung im Abgas

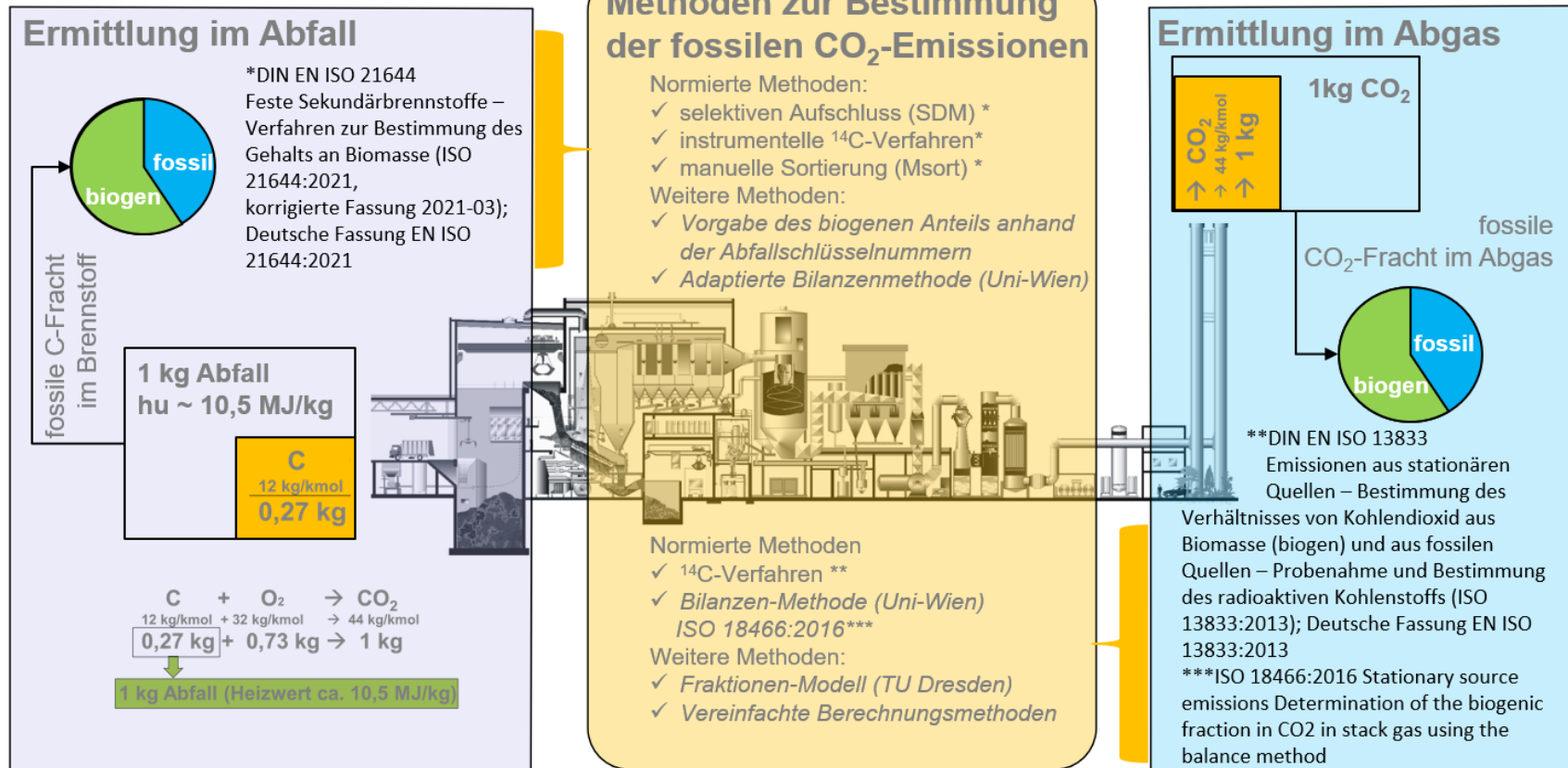
Ort der Beprobung



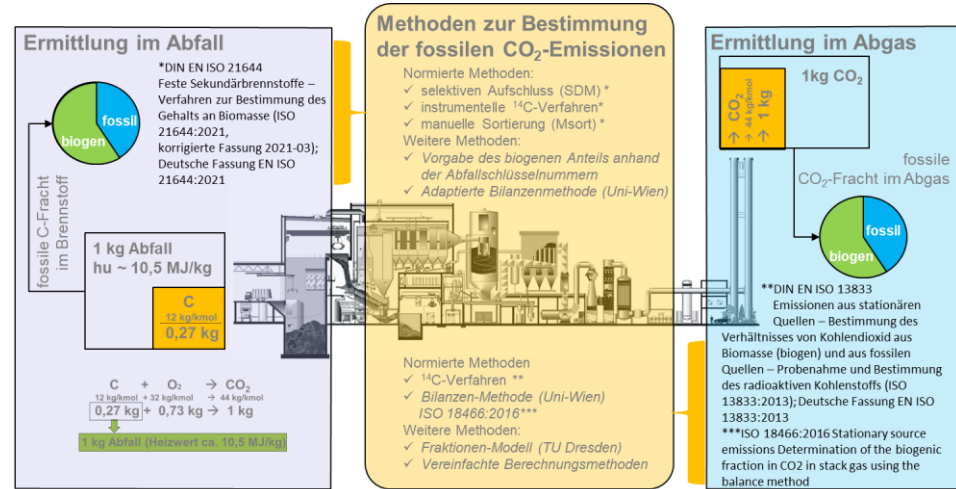
Bewertungskriterien

	Eingangstor	Bunker	Abgas
kontinuierliche bzw. quasikontinuierliche Beprobung/ Analyse	praktisch nicht möglich – nur diskontinuierlich	praktisch nicht möglich – nur diskontinuierlich	kontinuierliche Abgasanalytik
Probenqualität	heterogenes Abfallgemisch unterschiedlicher Abfall-Arten und Korngrößen	heterogenes Abfallgemisch unterschiedlicher Abfall-Arten und Korngrößen	weitestgehend homogenes Abgas
Aufwand Beprobung	sehr hoch / händisch	sehr hoch / händisch	automatisiert
Bezug zu Anlieferern möglich	ja	nein	nein

Methoden zur Ermittlung der fossilen CO₂-Emissionen aus Abfallstoffen



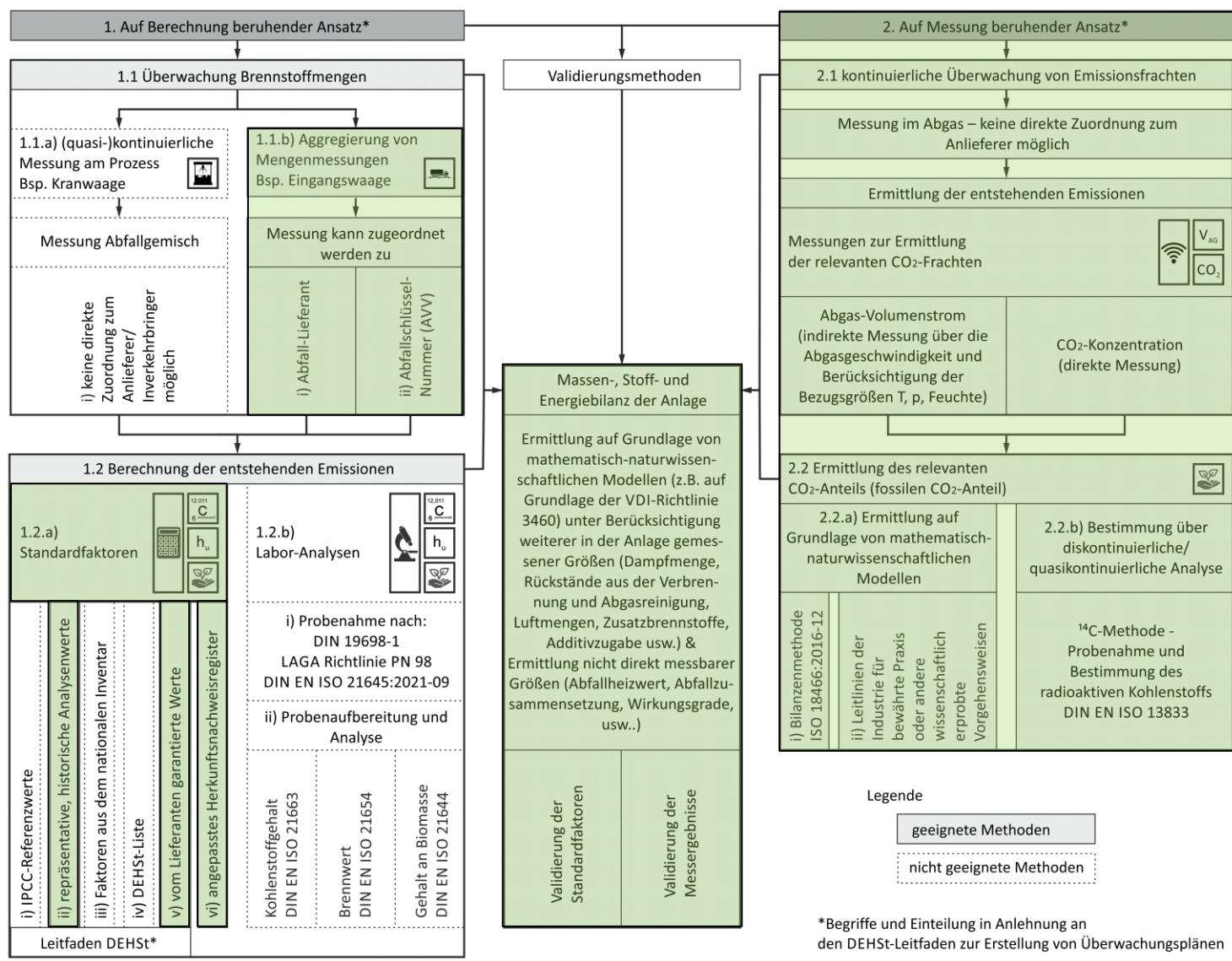
Methoden zur Ermittlung der fossilen CO₂-Emissionen aus Abfallstoffen



Bewertungskriterien

	Selektiver Aufschluss	¹⁴ C-Methode am Brennstoff	Manuelle Sortierung	¹⁴ C-Methode im Abgas	Berechnungsverfahren
Eignung für stark heterogene Abfallstoffe	ja, abhängig von repräsentativer Probenahme	ja, abhängig von repräsentativer Probenahme	bedingt, da Verwendung von Literaturdaten notwendig	ja	ja
Aufwand zur Bestimmung	hoch	hoch	mittel	hoch	gering
Bestimmungsgenauigkeit	gut, abhängig von repräsentativer Probenahme	gut, abhängig von repräsentativer Probenahme	größere Unsicherheiten	gut	Mathematisch/physikalisch korrekt – Messfehler der Anlagenmesstechnik problematisch
Zeitliche Auflösung	abhängig von Probenahme	abhängig von Probenahme	abhängig von Probenahme	abhängig von Probenahme	kontinuierlich

Wie muss der Verantwortliche die Emissionen erfassen und berichten



- Kostensteigerungen für die Behandlung von Abfällen sind abhängig vom noch festzulegenden Emissionsüberwachung und würden beispielsweise für den im Rahmen der Studie gewählten MVA-Input bei einer CO₂-Bepreisung von 65 €/tCO₂ um ca. 30 €/tAbfall steigen.
- Die relative Gebührenerhöhung durch die CO₂-Bepreisung in den Szenarien bei einem mittleren Abfallaufkommen und einem CO₂-Preis von 65 €/tCO₂ würden rechnerisch bei mind. 3 – 8 % liegen.
- Ausweichstrategien, illegale Verbringungen und Scheinverwertungen sind nicht auszuschließen - bleiben aber zeitlich und im Umfang aufgrund erwartbarer (reaktiver) Maßnahmen begrenzt.
- Nachhaltiger Export (auch bezüglich knapper werdende Transportkapazitäten und steigende Transportkosten) in großem Umfang tendenziell aus heutiger Sicht – auf Grundlage der verfügbaren Informationen – ist als begrenzt zu bewerten.
- Hinsichtlich der Ermittlung der CO₂-Emissionen wurden in der Studie in Anlehnung an die Monitoring-Verordnung im EU-ETS verschiedene Möglichkeiten beim Einsatz von Abfällen erarbeitet, welche im weiteren noch detailliert werden müssen.