

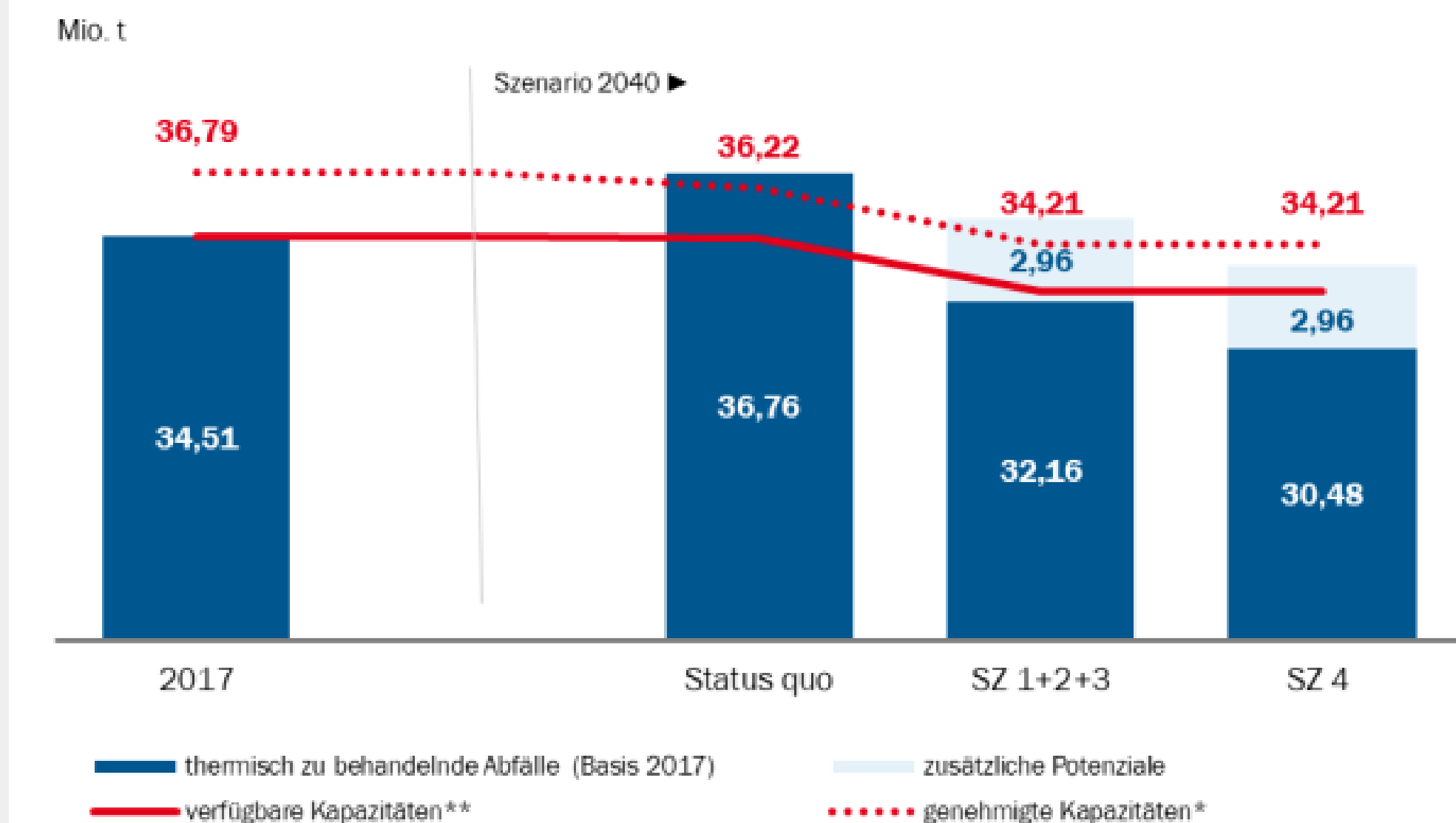
Zwischen CCS und Zirkularität

CCS an der thermischen Abfallbehandlung kompatibel mit einer ambitionierten Kreislaufwirtschaft fördern

Niklas Wagner | Bellona Deutschland

Auch in einer ambitionierten Kreislaufwirtschaft wird TAB-CCS benötigt

Abbildung 30: Zusammenfassung der Ergebnisse zur Status quo Prognose und den Mengen-Szenarien sowie Abgleich mit den zur Verfügung stehenden Kapazitäten

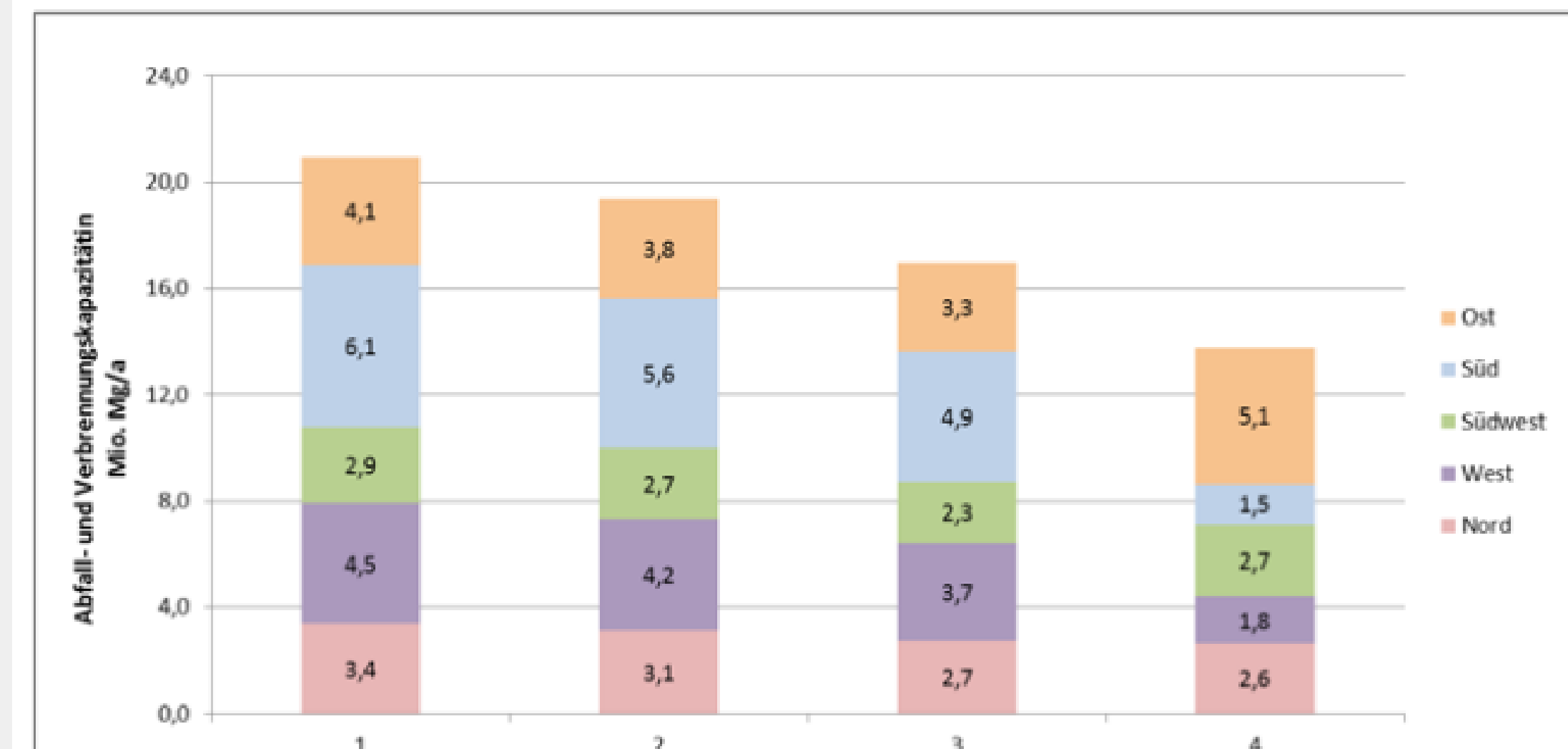


Hinweis: Abweichungen in der Darstellung der Mengen aufgrund von Rundungsdifferenzen möglich
 SZ 1+2+3: Umsetzung der gesetzlichen Rahmenbedingungen (VerpackG, GewAbfV, getrennte Erfassung Bioabfälle)
 SZ 4: zzgl. Umstellung der Berechnungsquote für Recycling bei Siedlungsabfällen zu einer Output-bezogenen Berechnung
 * Im Status quo Prognose werden nur die Schließungen der Kohlekraftwerke berücksichtigt, während in den beiden anderen Zusammenfassungen der Szenarien auch die Umwidmungen und Stilllegungen der M(B)A mit einbezogen wurden.
 Die absehbaren Entwicklungen bei den MVA- und EBS-Kraftwerken sowie Zementwerken sind in allen drei Szenarien gleich.
 ** Berücksichtigung von z. B. Revisionszeiten

Quelle: Prognos AG 2020

© Prognos 2020

Abbildung 10-5: Gegenüberstellung des Verbleibs an Abfallmengen zur energetischen Verwertung in MVA und EBS-KW nach den in den Szenarien berechneten Reduktionen mit den Kapazitäten in Anlagen ohne Modernisierungsbedarf bis zum Jahr 2030



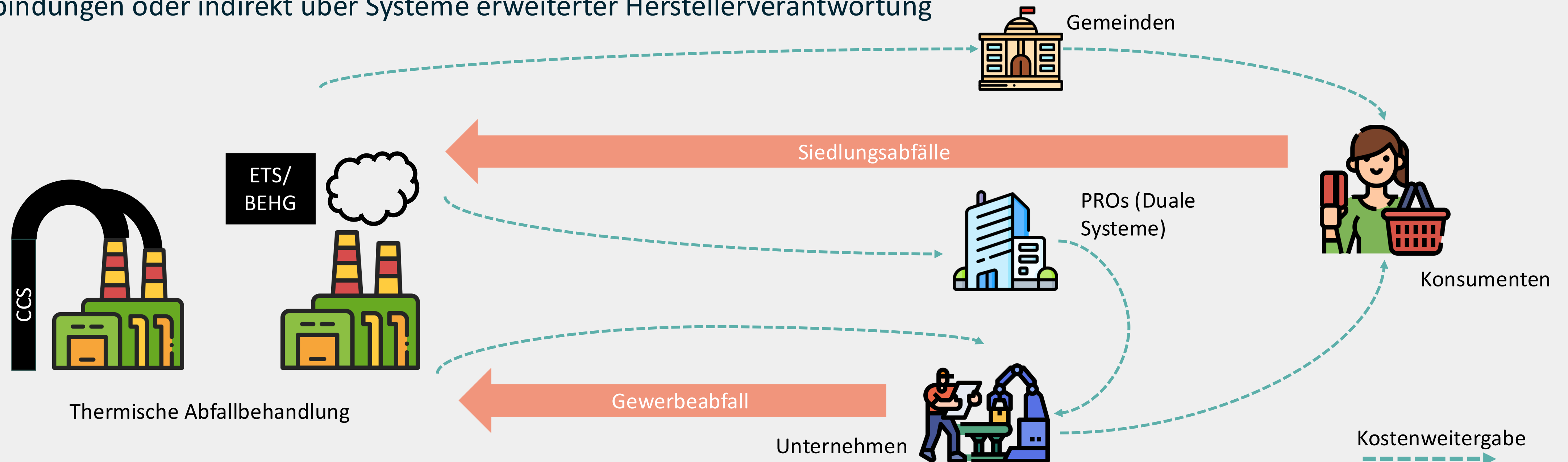
Verbleib der Abfälle zur energetischen Verwertung in MVA und EBS-KW nach Reduktion durch:

- 1: Erfüllung der Gesetze
- 2: Erfüllung der Gesetze und weitergehende Maßnahmen
- 3: Aktive, weitergehende Kreislaufwirtschaft, Demografie und EU-weite Umsetzung des Autarkie- und Näheprinzips

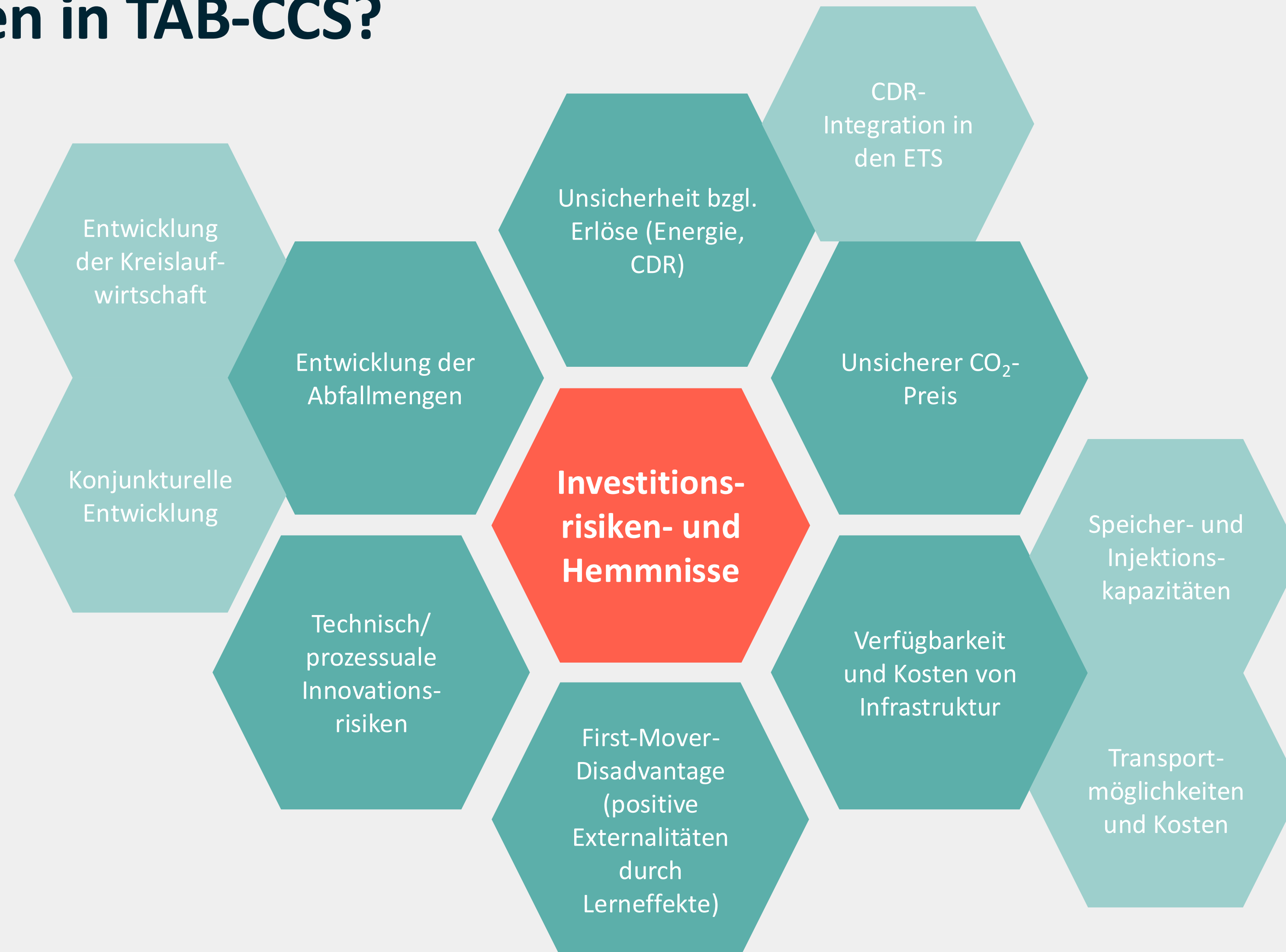
Anlagenkapazität zur energetischen Verwertung in MVA und EBS-KW
 4: ohne Modernisierungsbedarf bis 2030

Die TAB ist entscheidend für die Weitergabe von Signalen für die Kreislaufwirtschaft

- Kreislaufwirtschaftsansätze (Vermeidung, Materialeffizienz, Reparatur, Wiederverwendung, Recycling etc.) sind oft mit Mehrkosten im Vergleich zur Primärproduktion und Verbrennung verbunden
- **Der CO₂-Preis reduziert den Kostenunterschied** zwischen Verbrennung und zirkulären Geschäftsmodellen
- Die **TAB sollte das EoL CO₂-Preissignal in die Wertschöpfungskette geben**, bzw. die Mehrkosten der Emissionsvermeidung mit CCS, beides sollte zu mehr Zirkularität und Materialeffizienz führen, da die Kosten für die Verbrennung steigen
- Entscheidend für die Anreizsetzung sind funktionierende verursachergerechte „Preisketten“ i.d.R. durch direkte vertragliche Verbindungen oder indirekt über Systeme erweiterter Herstellerverantwortung



Reicht der CO₂-Preis als Anreiz für Investitionen in TAB-CCS?



Welche Fördermöglichkeiten gibt es bereits für TAB-CCS?

	Auszahlungsart	Anwendbarkeit auf TAB-CCS	Max. Betrag
CO ₂ -Differenzverträge	Deckt die Differenz zwischen Basisvertragspreis/ Gebot (~Vermeidungskosten) und dem CO ₂ -Preis + ggf. weitere Dynamisierung von Energieträgern	Emissionen aus der Abfallverbrennung bestehender Anlagen, wenn die Emissionen im Zusammenhang mit der Herstellung eines Zwischenproduktes, wie Prozesswärme, für ein industrielles Produkt entstehen oder bei der Herstellung von Industriedampf.	2,5 Milliarden Euro
Bundesförderung Industrie und Klimaschutz (BIK) insb. Modul 2	Investitionszuschuss	Allgemein anwendbar für TAB	30 Millionen Euro, Förderintensität beträgt bis zu 30 Prozent der förderfähigen Kosten

Theoretische industrieökonomische Annahmen

Für die Frage, inwiefern CO₂-Kosten oder Kosten für CCS weitergegeben werden können, ist eine Betrachtung der industriellen Organisation des TAB-Sektors notwendig

- Austritte und Eintritte in den Markt sind beschränkt und Kapazitäten können nicht kontinuierlich angepasst werden → Sektor schwankt zwischen (regionalen) Über- und Unterkapazitäten
- TABs bilden regionale Monopole (wesentlich beschränkt durch die Transportkosten), stehen aber in direkter Konkurrenz zu alternativen Verwertungswegen und Vermeidungsoptionen
- TABs erfahren Größenvorteile (Economies of Scale), aber die optimale Kapazität ist beschränkt u.a. durch Energieabnehmer, Logistik, Genehmigungen, Emissionsschutz

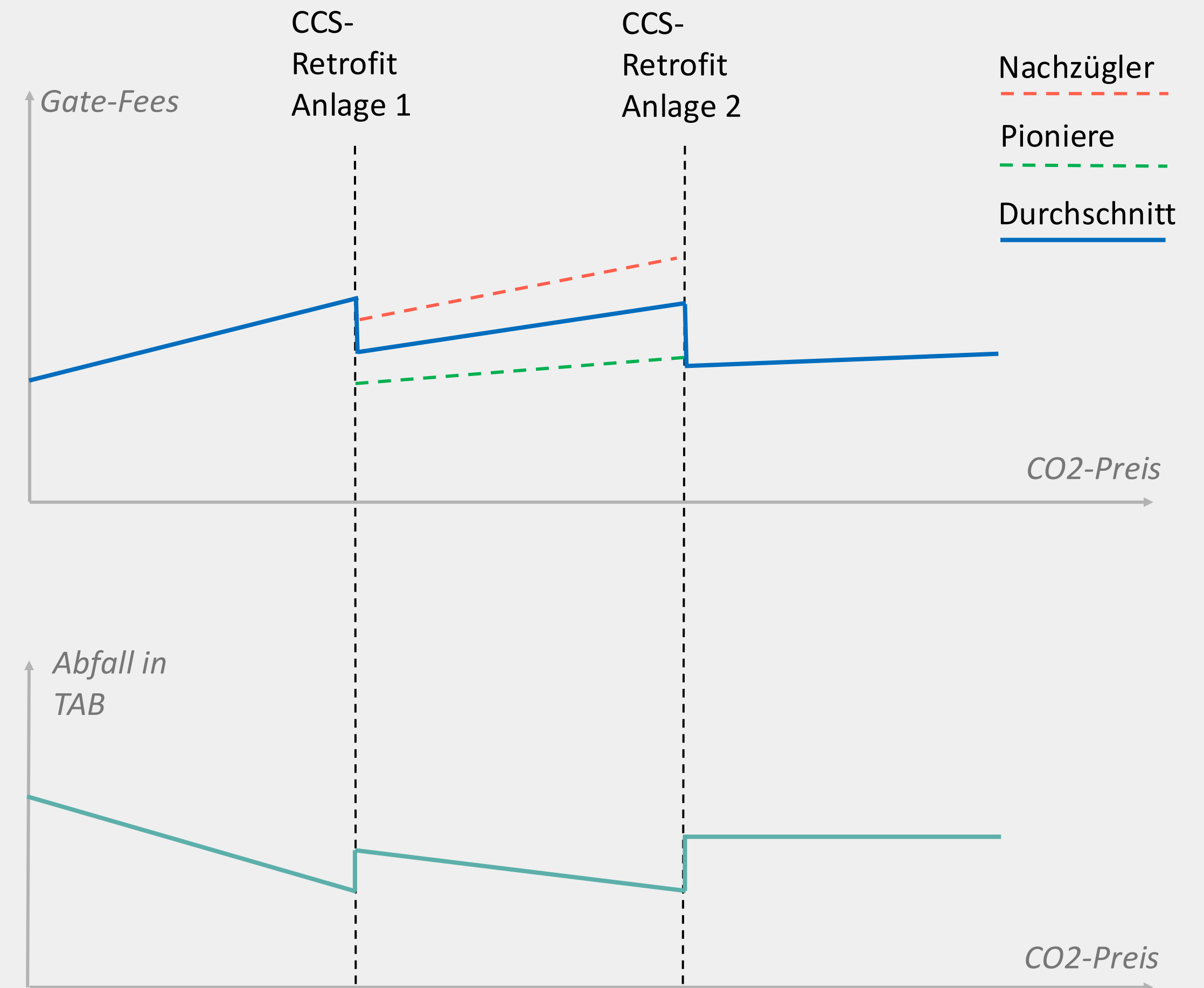
Der Sektor unterteilt sich grob in zwei Kategorien:

- **Öffentlich-rechtliche Anlagen** (kommunale Zweckverbände) legen i.d.R. die Durchschnittskosten (-Erlöse) für ihre Gate-Fee* an
- **Private Anlagen** können ihre Preise frei setzen: entscheidend dabei insb. variable Kosten (und Erlöse) bzw. die Grenzkosten im Zusammenhang mit der Auslastung und Marktmacht

*Gate-Fee: Preis für die Verbrennung von Abfall

„CCS-Rebound“ – TAB-CCS kann die Kreislaufwirtschaft schwächen

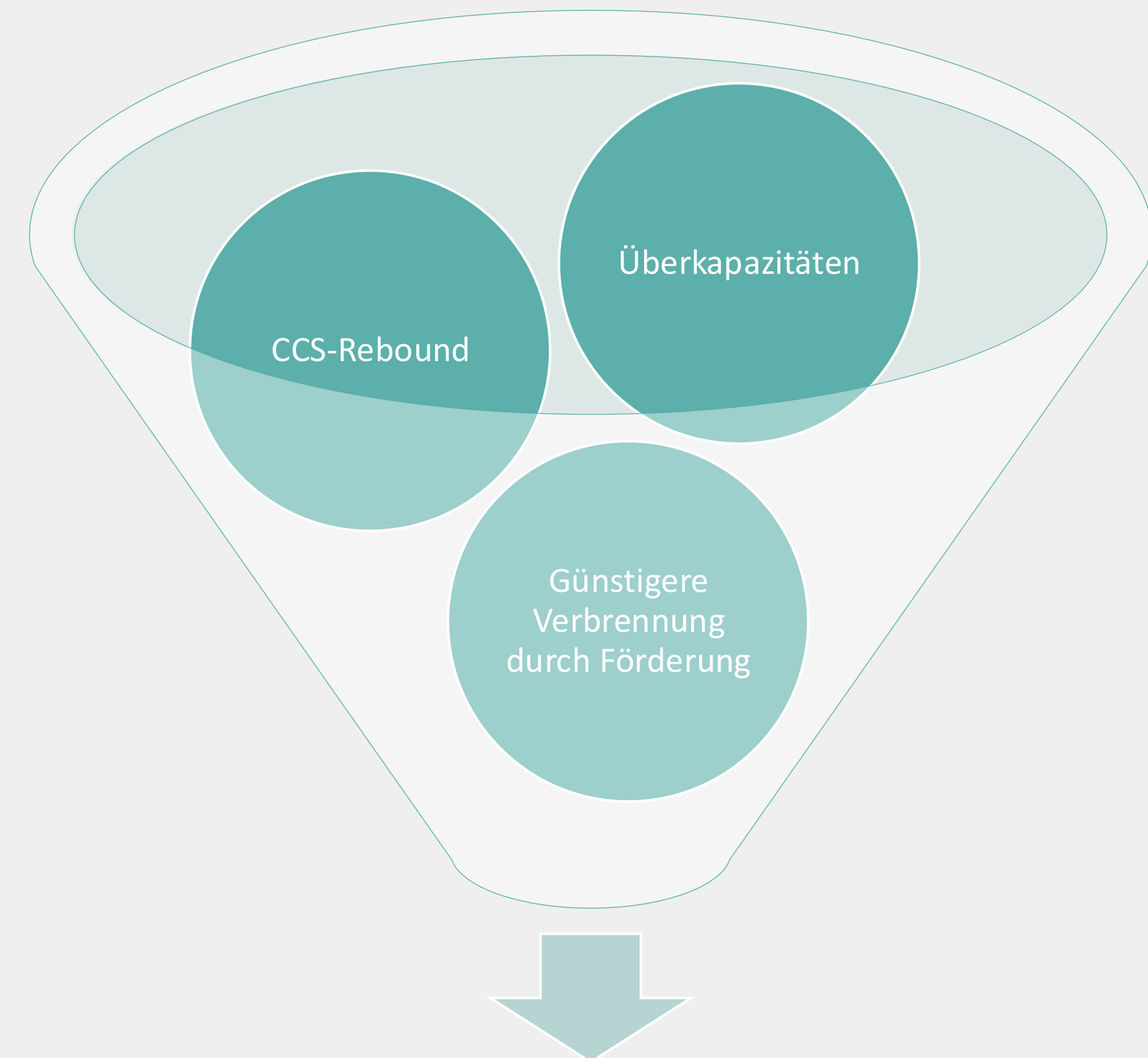
- Der Markt für TAB ist beschränkt insb. durch Ein- und Austrittsbarrieren in Verbindung mit Sunk-Costs, daher ist es unwahrscheinlich, dass sich langfristig und zuverlässig ein Marktgleichgewicht einstellt, welches die „optimale“ Kapazität für den Markt bereitstellt, indem Grenzkosten den Durchschnittskosten entsprechen
- Die CO₂-Kosten als variable Kosten sind Teil der Preisbildung, die Fixkosten der CCS-Nachrüstung sind es nicht; mit fortschreitender Verbreitung von TAB-CCS, sinken die Gate-Fees und damit Anreize für Materialeffizienz und Zirkularität
- Entscheidend ist die Veränderung der Kostenstruktur durch den Retrofit, nicht die Höhe der Kosten (geringere variable Kosten weil CO₂-Preis entfällt, aber höhere Fixkosten durch die Abscheideanlage)
- Der Effekt wird mit zunehmenden Überkapazitäten (bzw. intensiverem Wettbewerb) stärker
- Der Effekt ist insbesondere relevant für das private TAB-Segment



Einfaches Modell mit zwei räumlich getrennten TAB-Anlagen und zeitlich getrennter Nachrüstung von CCS

Ist die Förderung von CCS mit der Kreislaufwirtschaft kompatibel?

- **CCS-Rebound** kann insbesondere im privaten Segment zu einem Preisverfall der Verbrennung führen und damit zu einer erhöhten Abfallmenge, die der Verbrennung zugeführt wird
- **Überkapazitäten** führen zu sinkenden Gate-Fees, derselbe CO₂-Preis hat weniger Wirkung in einer solchen Situation verglichen mit einer Situation mit Unterkapazitäten bzw. höherer Auslastung der TAB;
 - außerdem verschlechtern sie die Voraussetzungen für die Amortisation einer CCS-Nachrüstung
- Eine **staatliche Förderung** der Abscheidung verhindert oder reduziert die Verteuerung der TAB
 - Diese ist aber ein entscheidender Anreiz für die Erhöhung der Materialeffizienz und Zirkularität von Produkten
 - Wie können die notwendigen Investitionsentscheidungen in TAB-CCS abgesichert werden, ohne die Abfallhierarchie zu verletzen?



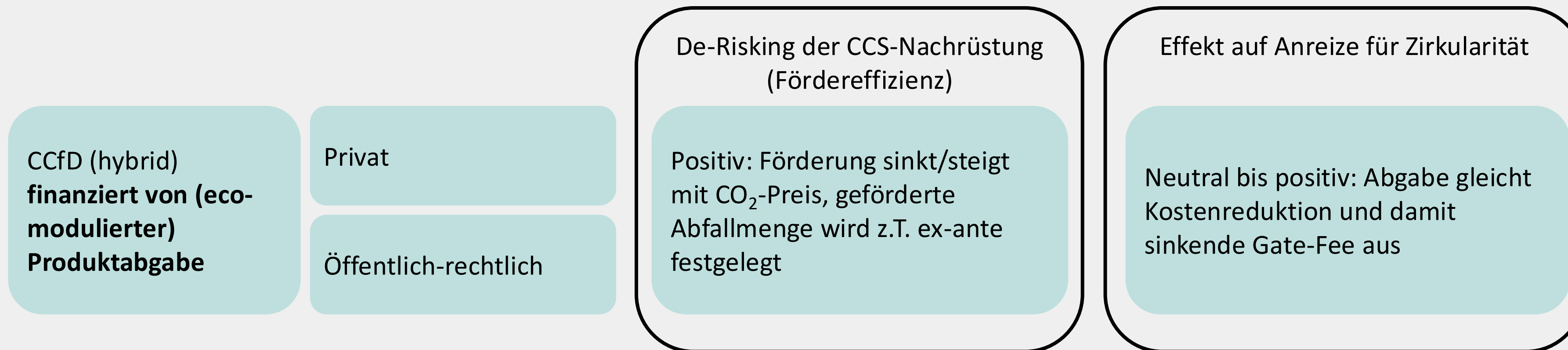
Schwächung der Signale für
Vermeidung und Zirkularität

Ist eine Förderung von CCS-Nachrüstungen mit der Kreislaufwirtschaft kompatibel?

		De-Risking der CCS-Nachrüstung (Fördereffizienz)	Effekt auf Anreize für Zirkularität
Investitionszuschüsse	Privat	Moderat: CO ₂ -Preisrisiken werden nicht gezielt adressiert	Neutral: Änderungen der Fixkosten beeinflussen Preise nicht
	Öffentlich-rechtlich		Negativ: Kostenersparnis wird direkt umgelegt
CCfD mit indexiertem Abfallvolumen	Privat	Positiv: Förderung sinkt/steigt mit CO ₂ -Preis, geförderte Abfallmenge wird ex-ante festgelegt	Neutral: Pauschale Transfers beeinflussen Preise nicht
	Öffentlich-rechtlich		Negativ: Kostenersparnis wird direkt umgelegt
CCfD mit realisiertem Volumen	Privat	Positiv: Förderung sinkt/steigt mit CO ₂ -Preis, sie bezieht sich auf die realisierte Abfallmenge	Negativ: Wirkt als Verbrennungssubvention; bzw. Kostenersparnis wird weitergegeben
	Öffentlich-rechtlich		

Hybrid möglich: Ex-ante festgelegter Korridor für absolute Emissionen bzw. deren Reduktion

Kreislaufwirtschaft und TAB-CCS zusammendenken



Anknüpfungspunkte und Implementierung:

- § 26a VerpackDG (vormals unter § 21 VerpackG) fordert die Schaffung von Vorgaben zur ökologischen Gestaltung der Lizenzentgelte, dies kann bspw. mit Hilfe eines Recyclingfonds geschehen (u.a. hier diskutiert vom [UBA](#))
- Im besten Fall können auch der Gewerbeabfall und sonstige Siedlungsabfälle an eine solche Infrastruktur anknüpfen
- Ausschreibungen sollten zukünftige Kapazitätsauslastung beachten und Förderung ggf. auch an Kapazitätsreduktion knüpfen bzw. über Emissionspfad vorgeben



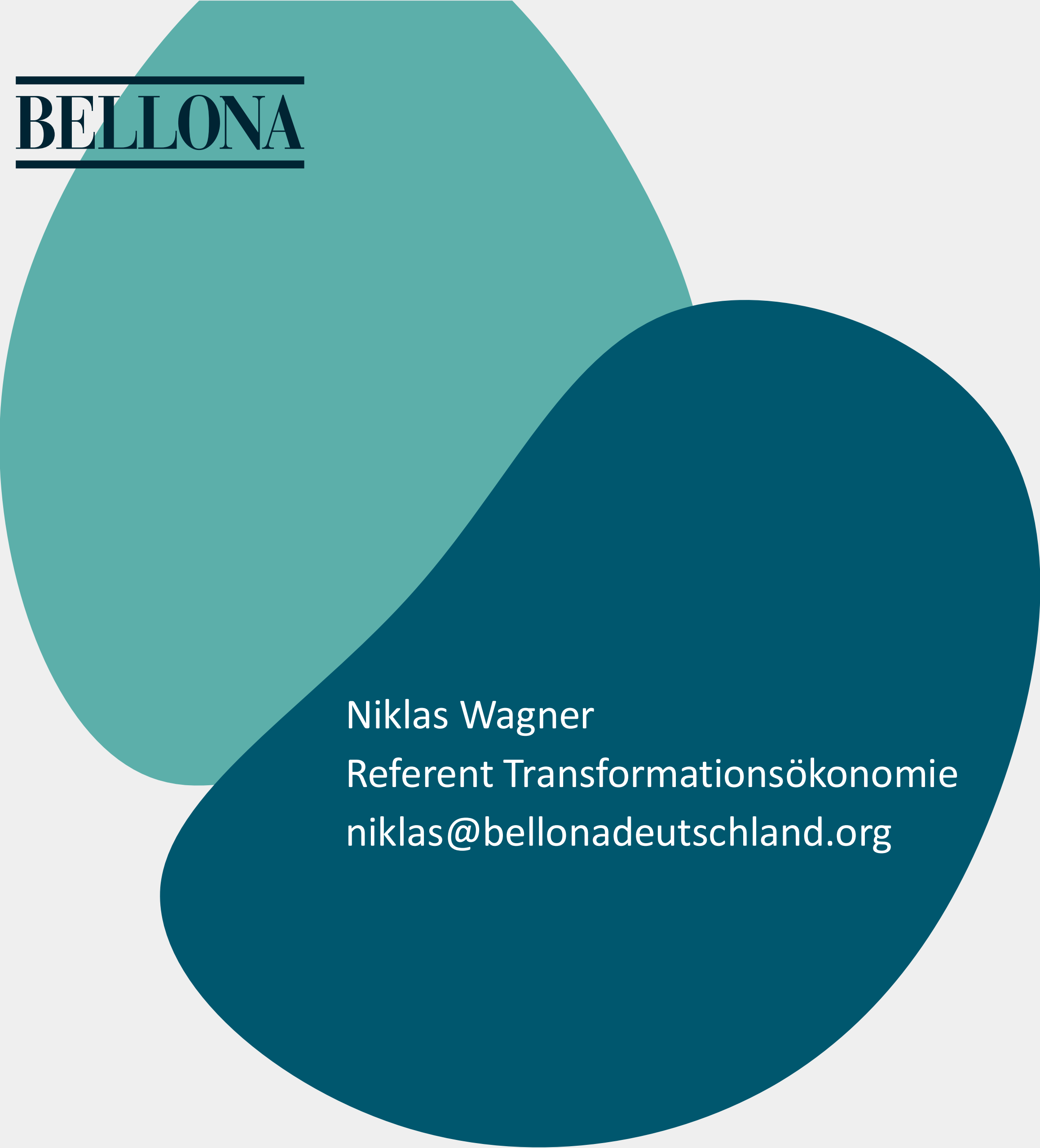
Weiterführende Informationen im Anhang

Fazit

- TAB-CCS-Förderung ist möglich, ohne die Entwicklung der Kreislaufwirtschaft zu behindern (teilweise) indexierte CCfDs finanziert aus einer eco-modulierten Produktabgabe
 - Die dafür benötigte Infrastruktur (Recyclingfonds) wird ohnehin benötigt, um Kreislaufwirtschaftsdefizite im Verpackungssektor auszugleichen
- TAB-Überkapazitäten schaden der Kreislaufwirtschaft langfristig und behindern die Nachrüstung von CCS; Stranded-Assets durch Modernisierung, Nachrüstung von CCS und neue Anlagen sollten verhindert werden → Förderung kann genutzt werden, um Kapazitätsentwicklung langfristig zu steuern
- Modellaussagen basieren auf Vereinfachungen und Annahmen (bspw. bzgl. Vertragsstrukturen oder Recyclingmarkt); tatsächliches Verhalten insb. Weitergabe von Kosten muss empirisch überprüft werden

The Bellona logo consists of the word "BELLONA" in a bold, serif, all-caps font. It is framed by two horizontal lines, one above and one below the text.

BELLONA

The background features two large, overlapping organic shapes. The top-left shape is a light teal color, and the bottom-right shape is a darker teal color. They overlap in the center of the slide.

Niklas Wagner
Referent Transformationsökonomie
niklas@bellonadeutschland.org

Vielen Dank!
Fragen?



*Zum Nachlesen enthält der Anhang der
Präsentation weitere Informationen und
Erklärungen*



Anhang

Abkürzungen

Abkürzung	Bedeutung
CDR	Carbon Dioxide Removal
CCfD	Carbon Contract for Difference
CCS	Carbon Capture and Storage
DS	Duale Systeme
TAB	Thermische Abfallbehandlung

Zu Folie 7: CCS-Rebound und Kapazitätsauslastung

Kann der CCS-Rebound auch im Falle von Unterkapazitäten und Knappheitsrenten entstehen?

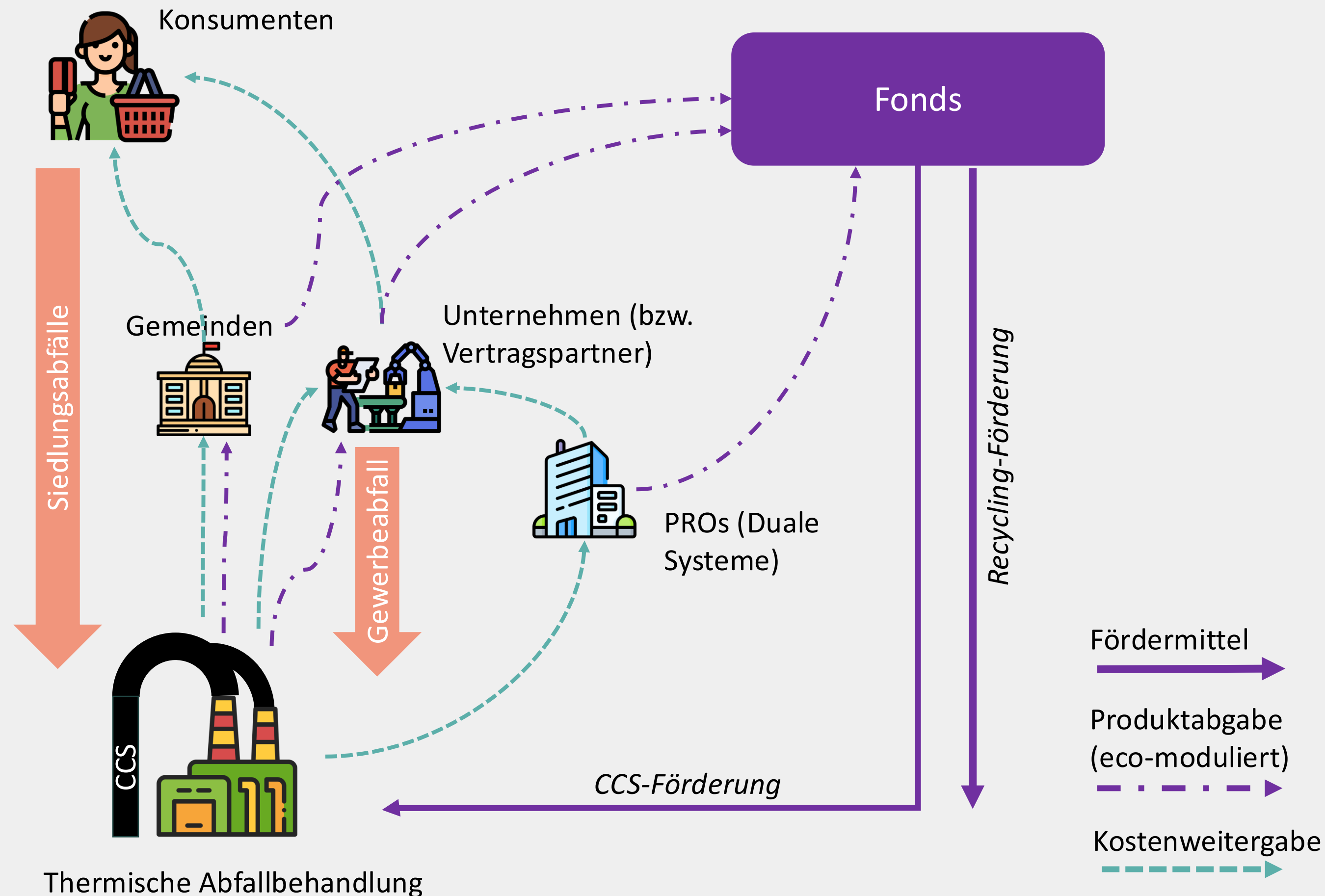
- Ja, wenn die Grenzkosten fallen, sinken diese unterhalb der Grenzerlöse, d.h. unterhalb des privaten Optimums, in welchem die Grenzkosten den Grenzerlösen entsprechen müssten.
- Praktisch bedeutet dies, dass eine Ausweitung der Verbrennung (damit steigende Grenzkosten) optimal wäre. Dafür muss die Gate-Fee relativ zum Pre-CCS-Status gesenkt werden.
- Die „steilere“ Ausprägung im Falle von Überkapazitäten hat zwei wesentliche Ursachen: es wird ein höherer CO₂-Preis benötigt, damit das Investitionskriterium erfüllt ist, dadurch ist der Sprung bei CCS-Einführung größer. Zusätzlich dämpft die Knappheit der Verbrennungskapazitäten den Wegfall der CO₂-Kosten.

Zu Folie 10 + 11: Der Wettbewerb der Dualen Systeme schränkt die Ökomodulierung der Lizenzentgelte ein

- Der Wettbewerb der dualen Systeme führt in Verbindung mit der gemeinsamen Sammelinfrastruktur zu einem Trittbrettfahrerproblem
- Die dualen Systeme sind privatwirtschaftliche Unternehmen, Inverkehrbringer von Verpackungen müssen diese bei einem System ihrer Wahl gegen ein Entgelt lizensieren, damit geht die Verantwortung für die Entsorgung und damit das Recycling auf das jeweilige System über.
- Wenn ein einzelnes System finanzielle Anreize für gut recycelbare Verpackungen setzt, trägt es die Kosten allein
- Die Vorteile – wie hochwertigere Sekundärrohstoffe oder sinkende Verwertungskosten – kommen jedoch über die gemeinsame Erfassung allen Wettbewerbern gleichermaßen zugute
- Ohne einen systemübergreifenden Ausgleich (wie einen Fonds) lohnt sich ökologisches Handeln für das einzelne System wirtschaftlich nicht; u.a. werden Problematik und Lösungsansätze in einer Studie des UBA beschrieben*

*Bulach, Winfried, Günter Dehoust, Alexandra Möck, et al. 2022. *Überprüfung der Wirksamkeit des § 21 VerpackG und Entwicklung von Vorschlägen zur rechtlichen Weiterentwicklung*. Umweltbundesamt. https://www.umweltbundesamt.de/system/files/medien/479/publikationen/texte_118-2022_ueberpruefung_der_wirksamkeit_des_ss_21_verpackg_und_entwicklung_von_vorschlaegen_zur_rechtlichen_weiterentwicklung.pdf.

Zu Folie 10: Transaktionskostenarme Ansatzpunkte für Abgabe



- Für Verpackungen kann die Abgabe über die Dualen Systeme (DS) organisiert werden, sie löst dabei auch Barrieren für die Modulierung der Entgelte, die aus der Wettbewerbssituation der DS und der geteilten Sammelinfrastruktur entstehen
- Die Inzidenz für Gewerbeabfall und sonstige Siedlungsabfälle (insb. Restmüll), kann direkt an der TAB entstehen
 - Tendenziell sind Vertragsstrukturen für Gewerbeabfall direkter und damit Kosten auf Verursacher zurückführbar
 - Für Restmüll können die Kosten vereinfacht bezogen auf die Masse auf der Erzeugerseite gewälzt werden

Zu Folie 10: Inzidenz einer Produktabgabe für Gewerbe und Rest-Siedlungsabfälle

- Für Restabfälle aus Siedlungen und Gewerbeabfälle kann die Inzidenz der Abgabe direkt bei der Abgabe zur Verbrennung entstehen und stellt somit eine simplifizierte Eco-Modulierung dar: Wenn verbrannt wird ist eine Zahlung fällig, wenn die Verbrennung vermieden wird, entfällt die Zahlung
- Die Idee ist, dass die Entsorgung von **Gewerbeabfällen** meist durch direkte vertragliche Strukturen sichergestellt wird, der Entsorger kann somit die Kosten für die Verbrennung und damit die Abgabe auf das Unternehmen wälzen, welches für den spezifischen verbrannten Abfall verantwortlich ist
 - Solche direkten Beziehungen bestehen meist nicht wenn Konsumenten die Abfallerzeuger sind (bspw. im Falle von Verpackungen).
 - Die Unternehmen können dann ihre Produktion anpassen, indem sie weniger Material nutzen oder Abfälle wiederverwerten usw. und so direkt ihre Kosten durch die Verbrennung senken.
 - Die produkt- und unternehmensspezifische Zuordnung ist entscheidend, da nach der Sammlung verschiedene Verwertungswege möglich sind und für einen effektiven Anreiz jenes Unternehmen von einer Kostenreduktion erfahren muss, welches auch die Kosten für die Anpassung trägt, die zu einer Vermeidung der Verbrennung geführt hat
- Für **Rest-Siedlungsabfälle** ist eine direkte Zuordnung an Konsumenten nur anhand der Masse oder des Volumens möglich (bspw. durch das Wiegen der Restmülltonnen oder annäherungsweise über das Volumen der Tonnen)
 - Da der Hauptverwertungsweg für Restabfälle die Verbrennung ist, ist dieses Signal ausreichend, da die Zusammensetzung des Restabfalls den Verwertungsweg (kaum) beeinflusst
 - Wenn das Preissignal an die Konsumenten weitergegeben wird, können diese ihre Abfalltrennung verbessern oder letztlich ihr Konsumverhalten anpassen, um ihre Kosten durch die TAB zu senken

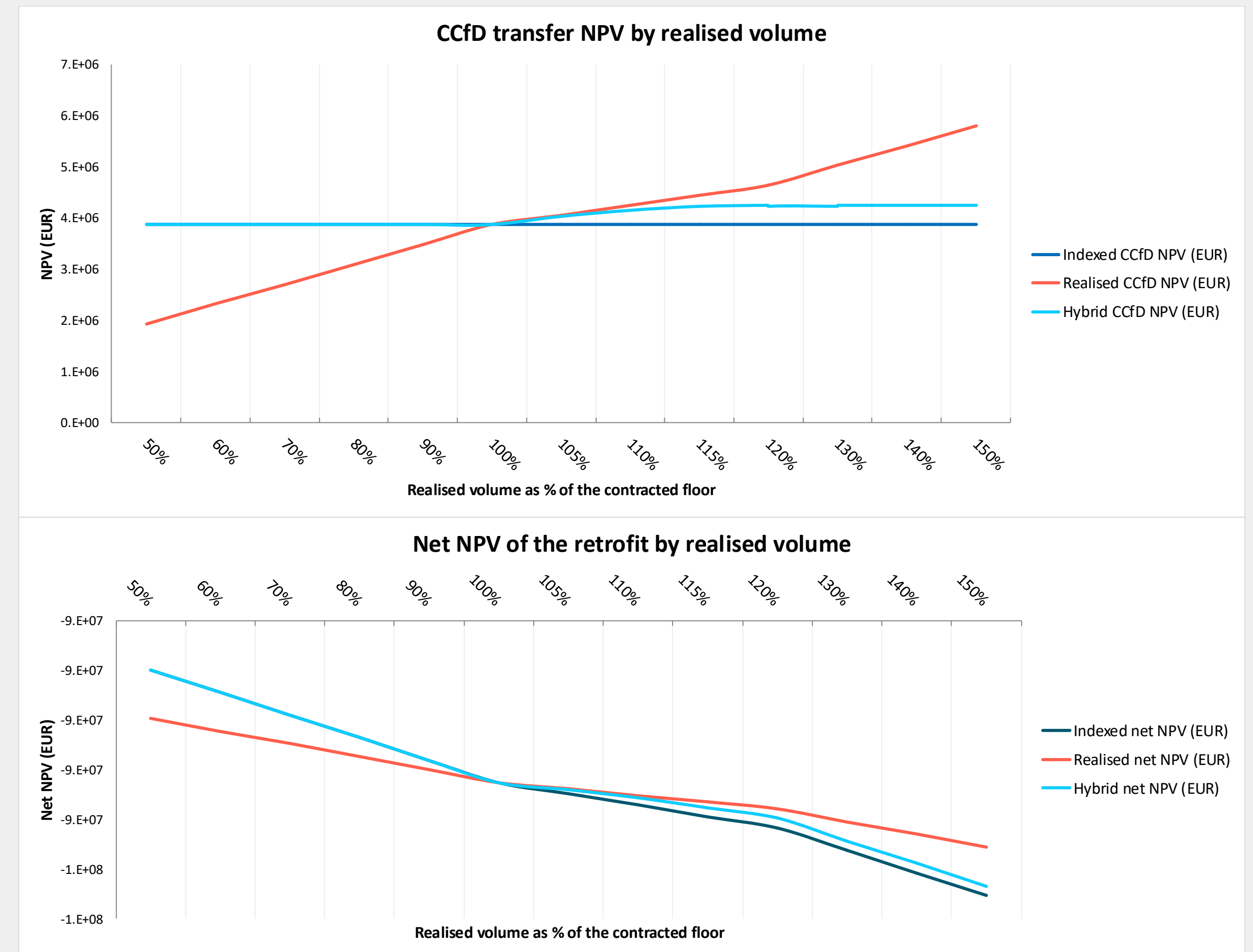
Zu Folie 9: CCfD auf der Basis der realisierten Menge ist eine implizite Verbrennungssubvention

Intuition:

- Ziel eines CCfD ist es, die Vermeidungskosten auszugleichen
- Basiert die Zahlung auf der realisierten Abfallmenge, wird jede Tonne subventioniert, die verbrannt wird
- Der CO₂-Preis alleine würde im Wesentlichen über zwei Kanäle wirken: 1) Reduktion der Emissionsintensität (d.h. CCS, Erhöhung der Capture-Rate), 2) Reduktion des Outputs (hier Reduktion der Verbrennung)
- Weil aber mit CCfD jede verbrannte Tonne eine Subvention erhält, ist es optimaler mehr zu produzieren, der Effekt, die Verbrennung (Output) zu reduzieren, wird gedämpft bzw. sogar umgekehrt

Zu Folie 9: CCfD Design – Variabilität der geförderten Menge

- Der CCfD gleicht die Vermeidungskosten durch den Einsatz von CCS aus, die nicht durch den CO₂-Preis abgedeckt werden, auch können Energieerlöse zusätzlich dynamisiert werden, ebenso wie T&S-Kosten für CO₂
- Anstelle der Vermeidungskosten eines Produkts (wie im Rahmen des aktuellen CCfD Programms des BMW) müssen die Vermeidungskosten der Verbrennung betrachtet werden, d.h. die Vermeidungskosten durch den Einsatz von CCS
- Die Vermeidungskosten ergeben sich aus den Mehrkosten im Vergleich zur konventionellen Referenzanlage und den eingesparten CO₂-Emissionen
- Die Förderung kann sich auf die realisierte Abfallmenge beziehen (d.h. jede verbrannte Tonne bzw. alle abgeschiedenen Tonnen CO₂ werden gefördert) oder auf eine im Vorfeld festgelegte Abfallmenge (die Zahlung variiert nur mit dem CO₂-Preis)
- Eine hybride Lösung gibt einen Korridor/ Toleranzbereich für geförderte Menge vor, bspw.
 - Eine minimale feste Menge als Absicherung der Ausgaben für die Fixkosten
 - Förderung X % höherer Abfallmengen, ggf. Dämpfung der Förderintensität bei Abweichung als Absicherung der variablen Kosten wie CO₂-T&S



Eine einfache Modellierung des Net Present Value (NPV) des CCS-Retrofits zeigt die Wirkung der beschriebenen CCfD Arten. Die Linien zeigen jeweils den NPV des CCfD (oder „Net NPV“ = NPV des CCfD – NPV der CCS-Kosten) über unterschiedliche Verhältnisse von ex-ante festgelegter Menge und tatsächlich verbrannter Menge.