



Impulspapier

Midstreamer als Enabler des Wasserstoffhochlaufs: Herausforderungen, Möglichkeiten und Instrumente

im Auftrag von SEFE Securing Energy for Europe GmbH (SEFE)

Aachen/Berlin/Leipzig, 28.11.2025

B E T

Energie. Weiter denken

Aachen

Alfonssstraße 44 | D-52070 Aachen
+49 241 47062-0

Berlin

Krausenstraße 8 | D-10117 Berlin
+49 30 2418991-80

Leipzig

Floßplatz 31 | D-04107 Leipzig
+49 341 30501-0

B E T Consulting GmbH | Alfonssstraße 44 | D-52070 Aachen

Telefon: +49 241 47062-0 | www.bet-consulting.de | info@bet-consulting.de

Geschäftsführer: Dr. Alexander Kox | Dr. Olaf Unruh | **Generalbevollmächtigte:** Dr. Michael Ritzau | Dr. Wolfgang Zander
Sitz der Gesellschaft: Aachen | Registergericht: Aachen | Handelsregister: HRB 5731 | USt-IdNr.: DE161524830

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung.....	4
2	Midstreamer als Enabler des Wasserstoffhochlaufs	6
3	Herausforderungen beim Hochlauf der Wasserstoffwirtschaft.....	8
3.1	Zahlungslücke zwischen Angebot und Nachfrage	8
3.2	Volatile Wasserstoffpreise und kurzfristiges Preisrisiko	10
3.3	Counterparty Risk.....	10
3.4	Mengenrisiken.....	11
3.4.1	Temporäre Minderabnahme.....	11
3.4.2	Langfristiger Wegfall der Nachfrage	11
3.4.3	Temporäre Minderlieferung.....	11
3.4.4	Strukturierung	12
3.5	Infrastrukturrisiken	12
3.5.1	Verfügbarkeit der Pipelineinfrastruktur	12
3.5.2	Verfügbarkeit der Speicherinfrastruktur	13
3.5.3	Verfügbarkeit der Überseeimportinfrastruktur	13
3.6	Regulatorische und Standardisierungsrisiken.....	14
3.6.1	Veränderliche Regulierung	14
3.6.2	Regulatorische Commodity-Qualität und deren Nachweis	14
3.6.3	Physikalische Commodity-Qualität	15
4	Voraussetzungen zur Etablierung von Midstreamern für den Wasserstoffhochlauf.....	16
4.1	Allgemeine Anforderungen an die Rahmenbedingungen	16
4.2	Geeignete Instrumentenarten zur Herausforderungsbewältigung	16
4.3	Ausgestaltung: Instrumente zur Schließung der Zahlungslücke im Portfolio	18
4.3.1	Variante A: CfD fixe Menge	18
4.3.2	Variante B: CfD mit Mengen-Cap & -Floor	20
4.3.3	Variante C: CfD mit Gap Cap und Mengen-Cap & -Floor.....	21
4.3.4	Variante D: Fixe Prämie	23
4.3.5	Bewertung der Instrumente für den Wasserstoffhochlauf	24
4.4	Ausgestaltung: Garantieinstrumente zur Teil-Absicherung nicht beeinflussbarer Risiken.....	28
4.5	Mögliche Operationalisierung der Instrumente	30
4.5.1	Gezielte Förderung von Midstreamer-Rolle durch Teilnahmebedingungen	30
4.5.2	Mögliche Fördermengen und notwendiger Förderbetrag durch ein Instrument zur Schließung der Zahlungslücke.....	30

B E T

4.5.3	Finanzierungsmöglichkeiten	31
4.5.4	Genehmigungsfähigkeit und Ausschreibungsumsetzung (Luther)	31
5	Zusammenfassung	33
6	Literaturverzeichnis	39

1 Einleitung

Ohne einen Wasserstoff-Markthochlauf und entsprechenden Einsatz von klimafreundlichem Wasserstoff ist das gesetzlich verankerte Ziel der Klimaneutralität in Deutschland bis 2045 nicht zu erreichen. Insbesondere in Sektoren mit begrenztem Elektrifizierungspotenzial – wie der (Petro-)Chemie- und Stahlindustrie – ist Wasserstoff ein zentraler Energieträger und Rohstoff der Zukunft. Der Markthochlauf einer leistungsfähigen Wasserstoffwirtschaft setzt dabei weit mehr voraus als technologische Innovationen und Investitionen in Erzeugungsanlagen. Entscheidend ist der Aufbau stabiler, verlässlicher Marktstrukturen über die gesamte Wertschöpfungskette hinweg.

Für den Wasserstoffhochlauf bedarf es eines kohärenten regulatorischen und finanziellen Rahmens, der Investitionen entlang der gesamten Wertschöpfungskette ermöglicht und gleichzeitig Planungssicherheit für Marktakteure schafft. Der Staat übernimmt dabei eine zentrale Steuerungsfunktion. Er setzt die regulatorischen Leitplanken, fördert Infrastrukturinvestitionen und fördert den Markthochlauf durch gezielte Förderinstrumente.

Der Hochlauf der Wasserstoffwirtschaft in Deutschland bleibt jedoch bisher hinter den gesteckten Zielen zurück. Die bestehenden Förderinstrumente reichen nicht aus, um u. a. das 10 GW installierte Elektrolyseleistung-Ziel bis zum Jahr 2030 zu erreichen. Absehbar gibt es im Wasserstoffmarkt eine strukturelle Lücke zwischen den Produktionskosten und der Zahlungsbereitschaft bzw. Zahlungsfähigkeit auf der Abnehmerseite. Die Produktionskosten müssen so stark wie möglich reduziert werden, bspw. durch Vereinfachung der strikten EU-Kriterien an erneuerbaren Wasserstoff (RFNBO) als auch die Erhöhung der Zahlungsfähigkeit auf der Abnehmerseite durch die Etablierung von grünen Leitmärkten und/oder verbindlichen Quoten. Der Monitoringbericht [1] fasst es wie folgt zusammen: „*Aktuell gibt es trotz bestehender Instrumente kaum marktseitige Nachfrage nach Wasserstoff. Die kurz- bis mittelfristigen Bereitstellungskosten von erneuerbarem Wasserstoff liegen über den indikativen Zahlungsbereitschaften.*“

Die verstärkte Nutzung von kohlenstoffarmem Wasserstoff (Low-Carbon) lässt eine Reduktion der Zahlungslücke erwarten und ist im Sinne der Bundesregierung, die Bezahlbarkeit stärker in den Fokus der Energiepolitik zu rücken. Das BMWE hat diese Absicht u. a. mit der Aussage im 10-Punkte-Papier, dass kohlenstoffarmer Wasserstoff gleichberechtigt zu behandeln ist, deutlich zum Ausdruck gebracht [2]. Dennoch wird kurz- bis mittelfristig absehbar eine Zahlungslücke verbleiben. Diese zentrale Herausforderung der Überbrückung der Zahlungslücke kann nicht durch die Marktakteure allein gelöst werden, sondern bedarf staatlicher Unterstützung.

Der Midstreamer-Rolle kommt im Markthochlauf eine Schlüsselrolle zu. Sie bilden das Bindeglied zwischen Erzeugung (Upstream) und Verbrauch (Downstream) und sind damit Voraussetzung für die Bildung eines liquiden Marktes. Der Aufbau dieser Strukturen ist kapitalintensiv, technisch komplex und mit hohen regulatorischen Unsicherheiten verbunden. Gleichzeitig sind Midstreamer entscheidend, um Versorgungssicherheit, Netzintegration und Synergie- sowie Skalierungseffekte im entstehenden Wasserstoffsystem zu gewährleisten. Während die politische Aufmerksamkeit bislang stark auf die Erzeugungs- und Anwendungsseite gerichtet war und die fehlende Nachfrage bei den aktuellen Produktionskosten im Mittelpunkt steht, bedarf es einer gezielten Betrachtung der Midstreamer-Rolle und von Instrumenten, die ihre Etablierung im Markthochlauf ermöglichen. Dafür ist es notwendig, bestehende Förder- und Regulierungsmechanismen weiterzuentwickeln, ggf. abzulösen und ein ausgewogenes Verhältnis zwischen staatlicher Steuerung und marktwirtschaftlicher Dynamik zu finden, um die Rolle der Midstreamer langfristig und perspektivisch in einem liquiden Markt vorzubereiten.

Neben dem bisher dominierenden Top-down-Ansatz – geprägt durch politische Zielvorgaben und Förderprogramme – ist ein komplementärer Bottom-up-Ansatz erforderlich, der die tatsächlichen Umsetzungsrisiken und Investitionshemmnisse der Marktakteure berücksichtigt. Nur durch das Zusammenspiel beider Perspektiven kann ein tragfähiger Ordnungsrahmen entstehen, der den Hochlauf der Wasserstoffwirtschaft beschleunigt, die Wettbewerbsfähigkeit sichert und die Klimaneutralität bis 2045 ermöglicht.



Abbildung 1: Instrumentenentwicklung für Wasserstoff-Markthochlauf

Dieses Papier untersucht die Herausforderungen der Wasserstoffwirtschaft und der Hemmnisse für Midstreamer im Speziellen und diskutiert potenzielle Förder- und Absicherungsinstrumente, die die Etablierung der Midstreamer-Rolle unterstützen. Der Fokus liegt auf dem Energieträger Wasserstoff. Besonderheiten in Bezug auf Derivate sind nicht Gegenstand des Papiers, da diese noch einmal eine andere Infrastruktur, zumindest in den Importhäfen, voraussetzt. Dieses Papier hat nicht den Anspruch, alle existierenden Herausforderungen und Risiken beim Wasserstoff-Markthochlauf zu lösen, sondern entwickelt Lösungsimpulse für die dringlichsten Herausforderungen.

Die Ziele des Impulspapiers sind:

- Aufzeigen der Relevanz von Midstreamern für den erfolgreichen Markthochlauf von Wasserstoff (Kapitel 2)
- Systematische Bewertung von Herausforderungen und Risiken im Markthochlauf (Kapitel 3)
- Ableitung, Diskussion und vergleichende Bewertung von Instrumenten, die den Wasserstoff-Markthochlauf durch eine Etablierung der Rolle der Midstreamer ermöglicht (Kapitel 4)

Das Impulspapier ist auf Basis der Expertise von BET Consulting GmbH („BET“) im Auftrag der SEFE Securing Energy for Europe GmbH („SEFE“) entstanden. BET hat Interviews und Workshops mit SEFE durchgeführt, Expertise aus der Energiewirtschaft eingeholt und die Einschätzungen zu den Herausforderungen und Risiken sowie mögliche Lösungsansätze mit SEFE diskutiert. Zweck des Impulspapiers ist es, strukturiert Defizite in der aktuellen Situation aufzudecken und Lösungsvorschläge einzubringen, die im weiteren Prozess noch weiter zu operationalisieren sind. Zusätzlich hat die u. a. auf Energie-, Beihilfe- und Förderrechtsfragen spezialisierten Rechtsanwaltskanzlei Luther Impulse zu den entwickelten Lösungsoptionen zum Thema Beihilferecht und Kompatibilität zu anderen Förderinstrumenten eingebracht, welche BET bei der Weiterentwicklung der potenziellen Instrumente berücksichtigt hat. Für beide Themen konnte jedoch keine vollständige rechtliche Analyse erfolgen.

2 Midstreamer als Enabler des Wasserstoffhochlaufs

Der Hochlauf der Wasserstoffwirtschaft hängt entscheidend von politischen Weichenstellungen, geeigneten Förderinstrumenten und einem verlässlichen regulatorischen Rahmen ab. Gleichzeitig kann der Markthochlauf nur gelingen, wenn entlang der gesamten Wertschöpfungskette geeignete Marktakteure die entstehenden Strukturen aktiv mitgestalten und auch nach einer Zeit der staatlichen Anschubförderung den Markt nachhaltig nach marktwirtschaftlichen Kriterien bewirtschaften. Entlang dieser Wertschöpfungskette stehen alle Akteursgruppen, Upstreamer, Midstreamer und Downstreamer, vor spezifischen Herausforderungen. Upstream sehen sich die Erzeuger hohen Investitionskosten gegenüber, während Abnahmepfade, Zertifizierungsstandards und regulatorische Anforderungen noch nicht vollständig etabliert sind, was das Projektentwicklungsrisiko erhöht. Auch auf der Nachfrageseite bestehen Hürden, da neben den hohen Kosten volatile politische Vorgaben, technologische Unsicherheiten und mangelnde Planungssicherheit, z. B. hinsichtlich grüner Leitmärkte, den frühzeitigen Umstieg auf Wasserstoff erschweren und die Entwicklung der gesamtwirtschaftlichen Nachfrage verzögern.



Abbildung 2: Wertschöpfungskette der Wasserstoffwirtschaft

Rolle des Midstreamers

Midstreamer kommt eine zentrale Rolle beim Hochlauf zu: Sie fungieren als Bindeglied zwischen Erzeugung und Verbrauch von Wasserstoff und übernehmen die Koordination von Transport, Handel und Speicherung. Auf diese Weise tragen sie wesentlich zu effizienten Marktprozessen bei und verbinden staatlich gesetzte Rahmenbedingungen mit marktwirtschaftlicher Umsetzung, wodurch sie zu einem entscheidenden Enabler des Wasserstoffhochlaufs werden.

Midstreamer übernehmen dabei eine zentrale Markt- und Koordinationsfunktion. Auf der Angebotsseite sichern sie die Versorgung durch eine diversifizierte Beschaffung und den Abschluss von Verträgen mit unterschiedlichen Laufzeiten. Dadurch entsteht ein stabiles und resilient strukturiertes Portfolio, das Investitionssicherheit für Erzeuger schafft und langfristige Absatzperspektiven eröffnet. Auf der Nachfrageseite fungieren sie als Aggregatoren: Sie bündeln fragmentierte Nachfrage, schaffen Marktzugang für kleinere Abnehmer und ermöglichen eine effiziente Beschaffung. Damit tragen sie entscheidend dazu bei, den Markt zu strukturieren und eine breite Marktbeteiligung zu fördern. Schließen Upstreamer und Downstreamer direkt Verträge entstehen lediglich Einzelprojekte, jedoch keine Portfolioeffekte und kein Markt.

Operativ sieht die Midstreamer-Rolle vor, die Abwicklung von Beschaffung und Übernahme des Wasserstoffs am Erzeugungsort über den Import, Transport und Speicherung bis zur Lieferung an den Endkunden oder Weiterverteiler zu übernehmen. Dabei können sie auch die Verantwortung für die regulatorische Qualität und Zertifizierung übernehmen und gleichen kurzfristige Schwankungen zwischen Angebot und Nachfrage aus. Auf diese Weise leisten sie einen wichtigen Beitrag zur Stabilität des entstehenden Wasserstoffmarktes.

Durch ihre Schnittstellenfunktion zwischen Produktion und Verbrauch, ihre Rolle als Risikoausgleichs- und Koordinationsakteur sowie ihre Fähigkeit, Marktstandards zu etablieren, kommt Midstreamer eine Schlüsselfunktion für den erfolgreichen Hochlauf der Wasserstoffwirtschaft zu. Sie sichern Investitionen, professionalisieren Marktprozesse und gewährleisten Versorgungssicherheit in einer dynamisch wachsenden Wasserstoffökonomie.

B E T

Zusatznutzen eines Midstreamer Förderinstruments

Die bestehenden Förderinstrumente reichen nicht aus, um die strukturellen Herausforderungen des Wasserstoffmarkthochlaufs umfassend zu adressieren. Insbesondere fehlt es an Mechanismen, die eine koordinierte Entwicklung entlang der gesamten Wertschöpfungskette ermöglichen und die zentrale Rolle der Midstreamer berücksichtigen. Ein Förderinstrument, das die Funktion von Midstreamern unterstützt, könnte bestehende Lücken der bisherigen Förderlandschaft schließen und den Hochlauf der Wasserstoffwirtschaft effizienter und nachhaltiger gestalten.

Ein solcher Ansatz würde es ermöglichen, Verpflichtungen und Investitionsentscheidungen über mehrere Stufen der Wertschöpfungskette hinweg zu bündeln. Midstreamer könnten Risiken über längere Zeiträume und über verschiedene Schnittstellen, von der Produktion über Import und Transport bis hin zur Abnahme, innerhalb eines Portfolios tragen. Dadurch entstünde eine höhere Flexibilität, um Angebot und Nachfrage besser aufeinander abzustimmen und Investitionsentscheidungen zu stabilisieren.

Zudem würde ein wettbewerblich ausgestaltetes Midstreamer-Instrument die Marktdynamik fördern. Während heutige staatliche Fördermechanismen meist auf statischen Preisfestlegungen beruhen, erlaubt der Wettbewerb zwischen Midstreamern eine marktgerechtere Preisbildung und begünstigt Innovationen in Vertragsmodellen und Produktangeboten. So könnten sich langfristig wettbewerbliche Strukturen herausbilden, die den Übergang von einer förderbasierten Anlaufphase zu einem selbsttragenden Markt erleichtern.

Auch in operativer Hinsicht bieten Midstreamer erhebliche Effizienzvorteile. Sie verfügen über das notwendige Know-how zur Strukturierung physischer Lieferketten, zur Buchung von Transportkapazitäten sowie zur Einhaltung und Überprüfung regulatorischer Anforderungen etwa im Bereich der Zertifizierung und Sicherung der regulatorischen Wasserstoffqualität. Im Rahmen eines Portfolios lassen sich diese Aufgaben effizienter und kostengünstiger als auf isolierter Projektebene umsetzen.

Schließlich leisten Midstreamer einen Beitrag zur langfristigen Verfestigung der Marktstrukturen. Während staatliche Förderinstrumente wie H2Global typischerweise befristet sind und vor allem der Anschubfinanzierung dienen, bilden Midstreamer dauerhafte Marktakteure, die mit der Branche wachsen, Infrastruktur nutzen, Produkte weiterentwickeln und langfristige Kundenbeziehungen aufbauen können. Ihre Funktionen gehen damit weit über die reine Subventionierung oder Risikominderung einzelner Projekte hinaus. Sie schaffen die Grundlage für einen selbsttragenden, wettbewerbsfähigen Markt für erneuerbare und kohlenstoffarme Gase und sind somit ein wesentlicher Bestandteil einer nachhaltigen Wasserstoffökonomie.

3 Herausforderungen beim Hochlauf der Wasserstoffwirtschaft

Die in Abbildung 3 dargestellten frühen Phasen des Wasserstoffmarkthochlaufs¹, Initialphase, illiquide beziehungsweise semi-liquide Aufbauphase sowie Ausprägungsphase, sind von zentraler Bedeutung, da in diesen Stufen die infrastrukturellen, regulatorischen und marktlichen Grundlagen für einen funktionierenden Wasserstoffmarkt gelegt werden. Die Grundvoraussetzungen für den Hochlauf bestehen insbesondere darin, die Diskrepanz zwischen den hohen Produktionskosten des Wasserstoffs und der derzeit begrenzten Zahlungsbereitschaft der Abnehmer zu überbrücken sowie Risiken entlang der Wertschöpfungskette zu reduzieren.

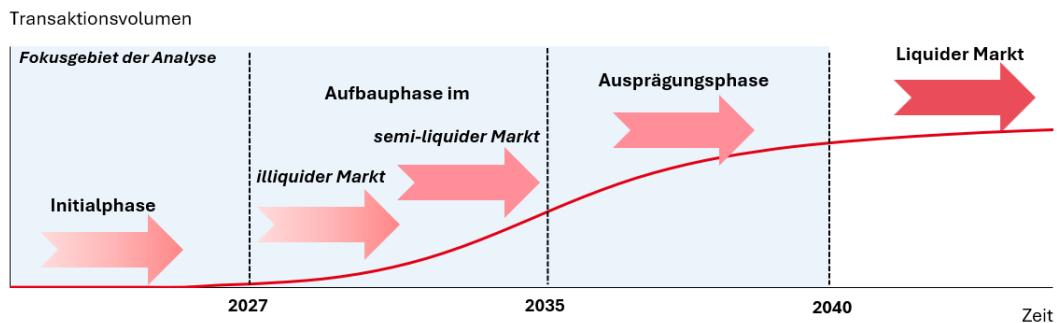


Abbildung 3: Marktliquidität Wasserstoff im Zeitverlauf (Anlehnung an das BDEW-Modell [3])

Für Midstreamer ergeben sich im Kontext der Wasserstoffwertschöpfungskette spezifische Herausforderungen, die aus ihrer Rolle als Bindeglied zwischen Erzeugung und Absatz resultieren. Die folgenden Unterkapitel folgen der Einteilung der identifizierten Herausforderungen anhand von sechs Kategorien:

- Zahlungslücke zwischen Angebot und Nachfrage (Kapitel 3.1)
- Volatile und veränderliche Preise (kurzfristiges Preisrisiko) (Kapitel 3.2)
- Counterparty Risk (Kapitel 3.3)
- Mengenrisiken (Kapitel 3.4)
- Infrastrukturrisiken (Kapitel 3.5)
- Regulatorische und Standardisierungs-Risiken (Kapitel 3.6)

In den jeweiligen Unterkapiteln werden diese Herausforderungen für erneuerbaren Wasserstoff (grün) und kohlenstoffarmen Wasserstoff (blau) für die verschiedenen Marktphasen visualisiert. Zur Einordnung erfolgt eine Einschätzung nach dem Grad der Beherrschbarkeit durch den Midstreamer im Ampelsystem:

- Rot: Große Herausforderung, nicht allein durch den Midstreamer beherrschbar
- Gelb: Große Herausforderung, jedoch allein durch den Midstreamer beherrschbar
- Grün: Moderate Herausforderung, allein durch den Midstreamer beherrschbar

Ergänzend werden mögliche Ansätze von Mitigationsstrategien aus Midstreamer-Sicht aufgezeigt, mit denen Risiken reduziert und Handlungsspielräume des Midstreamers gestärkt werden können.

3.1 Zahlungslücke zwischen Angebot und Nachfrage

Beschreibung: Zwischen den aktuellen Bereitstellungskosten von Wasserstoff und der Zahlungsbereitschaft auf der Nachfrageseite besteht eine erhebliche Lücke, die den wirtschaftlichen Markthochlauf derzeit hemmt. Diese Zahlungslücke resultiert aus den hohen Produktionskosten, der Unsicherheit über zukünftige Preisentwicklungen

¹ In Anlehnung an das BDEW-Phasenmodell

und der bislang geringen Bereitschaft, langfristige Abnahmeverträge zu fixen Preisen abzuschließen. Für erneuerbaren Wasserstoff liegen die Bereitstellungskosten bis 2030 meist über 200 €/MWh, oberhalb der aktuellen Zahlungsbereitschaft von 50 bis 100 €/MWh. Erst in den 2040er Jahren könnten Importe aus besonders kostengünstigen Regionen diese Grenze unterschreiten. Ohne gezielte Ausgleichsmechanismen bleibt die Finanzierungslücke hoch und verzögert den Markteintritt. Blauer Wasserstoff ist hingegen deutlich kostengünstiger (70 bis 180 €/MWh), liegt aber ebenfalls über der durchschnittlichen Zahlungsbereitschaft. Seine Marktchancen hängen stark von CO₂-Preisen, dem Erdgaspreis, Herkunftsachweisen und Akzeptanz ab. [1] Prognosen der Zahlungslücke sind aufgrund der Vielzahl an Einflussfaktoren mit Unsicherheiten behaftet. Wichtiger als die genaue Zahl ist jedoch die Erkenntnis, dass ohne Skaleneffekte bei den Produktionsanlagen sowie Umsetzung und Ausnutzung der Wasserstoffinfrastruktur keine Kostendegressionen zu erwarten sind. Entsprechend wird sich die Zahlungslücke im Zeitverlauf auch nicht schließen, wenn keine Anschubförderung diese Effekte im Markthochlauf stimulieren.

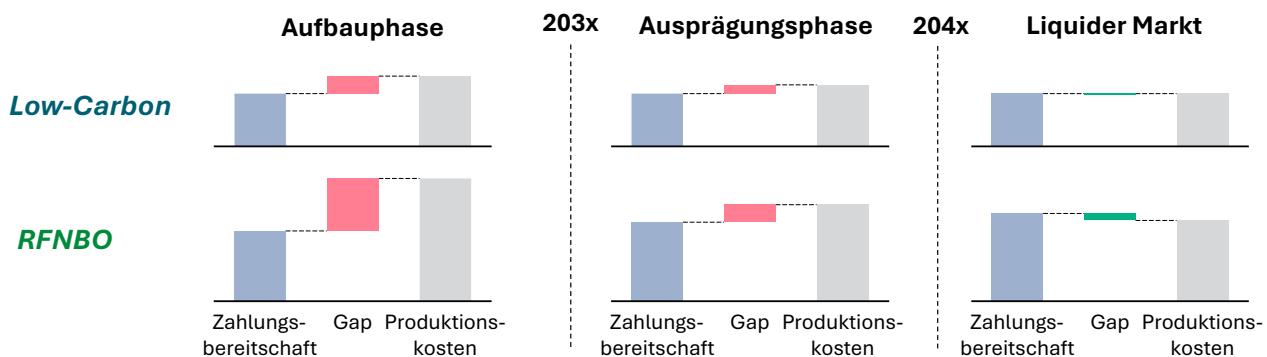
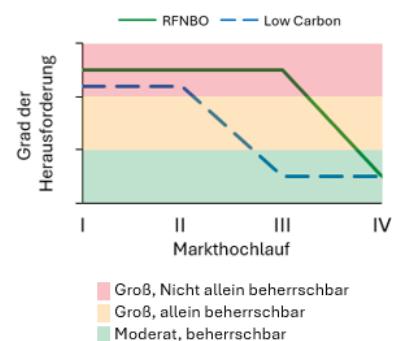


Abbildung 4: Schließung des Gaps Zahlungsbereitschaft vs. Produktionskosten im Zeitverlauf

Die zeitliche Abstimmung von Final Investment Decisions (FIDs) auf Upstream- und Downstreamseite ist ebenfalls eine große Herausforderung, die sich durch die bestehende Zahlungslücke begründet. Oft ist die Einigung auf einen langfristigen Liefervertrag zwischen beiden Parteien zu einem für beide Seiten passenden Zeitpunkt nicht möglich. Während Erzeuger (Upstream) ihre Investitionen in Erzeugungsanlagen häufig frühzeitig tätigen müssen, erfolgt die entsprechende Abnahmeeentscheidung auf der Verbrauchsseite (Downstream) zeitlich verzögert. Gleichzeitig ist die Bereitschaft, langfristige Abnahmeverträge mit fixen Preisen abzuschließen, auf Downstreamseite bislang gering. Entsprechend muss für einen erfolgreichen Markthochlauf die Möglichkeit bestehen, die FIDs Up- und Downstream zeitlich versetzt zu treffen. Für Midstreamer führt diese Asymmetrie zu temporär offenen Positionen mit Herausforderungen bei Preis und Menge; gleichermaßen sind sie die einzigen Player, die Erfahrung und Bereitschaft für solches Handeln besitzen.

Mitigationsstrategien: Eine mögliche Risikominderung besteht im Aufbau regionaler Clusterstrukturen, in denen Erzeugung, Transportinfrastruktur und Abnahme räumlich eng miteinander verzahnt werden. Zudem können Midstreamer durch ein breiter aufgestelltes Portfolio das Risiko einzelner Ausfälle oder Verzögerungen reduzieren.

Herausforderung je Marktphase: In den frühen Phasen des Markthochlaufs besteht voraussichtlich eine deutliche Lücke zwischen den Bereitstellungskosten von Wasserstoff und der Zahlungsbereitschaft. Diese Differenz wird sich erst mit zunehmender Marktliquidität und Standardisierung der Produkte sowie Skaleneffekte bei den Produktionseinheiten und Etablierung von Leitmärkten und Quotenregelungen verringern. Es ist jedoch zu erwarten, dass die Lücke für kohlenstoffarme Wasserstoff geringer ausfallen wird, da hier die Produktionskosten voraussichtlich niedriger sein werden.

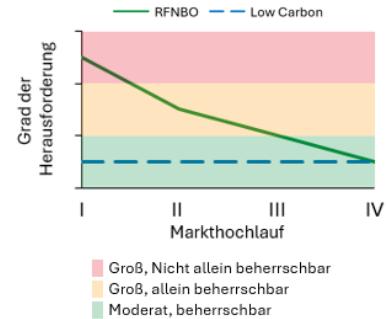


3.2 Volatile Wasserstoffpreise und kurzfristiges Preisrisiko

Beschreibung: Die potenziell hohe Volatilität kurzfristiger Wasserstoffpreise, insbesondere von erneuerbarem Wasserstoff, stellt eine zentrale Herausforderung dar. Sie kann sowohl durch marktinterne Faktoren als auch durch externe Einflüsse, insbesondere die Korrelation zum Strommarkt und dem Dargebot von Erneuerbaren Energien, verursacht werden. Herausfordernd ist bspw. der Umgang mit den Stromüberschussmengen aus Fixpreis-PPAs bei geforderter stündlicher Korrelation von Strom- und Wasserstofferzeugung sowie die Möglichkeiten kurzfristig „einfachen Netzstrom“ für die Erzeugung von erneuerbarem Wasserstoff zu nutzen z.B. bei Preisen unter 20 €/MWh oder im Rahmen von EnWG § 13k (Nutzen statt Abregeln). Zudem können bereits geringe Veränderungen im Verhältnis von Angebot und Nachfrage in einem noch wenig liquiden Wasserstoffmarkt erhebliche Preisausschläge auslösen mit entsprechenden Rückwirkungen auf mögliche Wasserstoffmarktindizes. Für Midstreamer erschwert diese Preisvolatilität die Kalkulation und Ausgestaltung wettbewerbsfähiger Preismodelle.

Mitigationsstrategien: Zur Reduzierung der Preisrisiken ist die sorgfältige Ausgestaltung von Hydrogen Purchase Agreements (HPA) und Hydrogen Supply Agreements (HSA) von zentraler Bedeutung. Flexible Preisgleitklauseln oder indexbasierte Preisbildungsmechanismen können helfen, extreme Preisschwankungen abzufedern. Darüber hinaus kann eine ausgewogene Preisgestaltung, die sowohl kurzfristige Marktbewegungen berücksichtigt als auch langfristige Planungssicherheit bietet, die Stabilität der Geschäftsmodelle erhöhen.

Herausforderung je Marktphase: Zu Beginn des Markthochlaufs mit nur wenigen Anbietern wirken Erzeugungspreisschwankungen stärker auf das Portfolio. Mit größerem Portfolio nimmt der Einfluss davon ab. Für kohlenstoffarmen Wasserstoff ist zudem von einem gut prognostizierbaren Preisniveau auszugehen, da die Erzeugungskosten stabiler und weniger von volatilen Strompreisen abhängig sind.

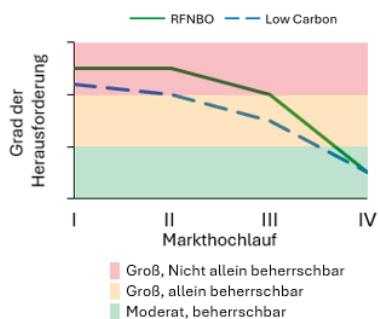


3.3 Counterparty Risk

Beschreibung: Im frühen Stadium des Wasserstoffhochlaufs besteht für Midstreamer eine hohe Abhängigkeit von wenigen Markakteuren. Da die Zahl der Erzeuger und Abnehmer zunächst begrenzt ist, können Zahlungsausfälle, Lieferverzögerungen oder Insolvenzen einzelner Partner, insbesondere während des Hochlaufs, er wirtschaftliche Folgen haben. Für Midstreamer bedeutet das große, möglicherweise gar existenzielle Risiken beim Ausfall einzelner Vertragspartner.

Mitigationsstrategien: Die Aufteilung von Vertragsvolumina auf mehrere Partner kann die Abhängigkeit reduzieren und das Risiko einzelner Ausfälle abfedern. Ergänzend können vertragliche Sicherheiten, Bürgschaften oder Bonitätsnachweise eingesetzt werden. Ein konsequentes „Know Your Customer“-Verfahren (KYC) unterstützt zudem die frühzeitige Bewertung der Bonität und Zuverlässigkeit potenzieller Gegenparteien und ermöglicht ein proaktives Risikomanagement.

Herausforderung je Marktphase: Durch eine mögliche Konzentration zu Beginn des Markthochlaufs auf eine geringe Anzahl an Verträgen auf Produktions- und Abnehmerseite sind Klumpenrisiken unausweichlich. Mit zunehmender Marktliquidität und einer breiteren Akteursbasis nimmt dieses Risiko schrittweise ab. Erst in den späteren Phasen können Midstreamer durch eine stärkere Diversifizierung ihres Portfolios und standardisierte Vertragsmechanismen eine wirksame Risikostreuung erreichen.



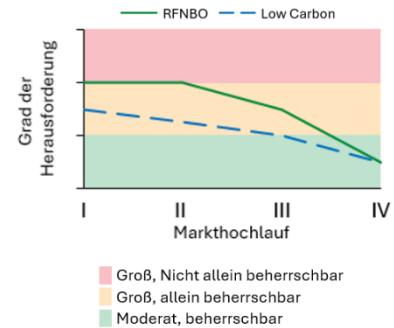
3.4 Mengenrisiken

3.4.1 Temporäre Minderabnahme

Beschreibung: Kurzfristige Abnehmerausfälle oder Mengenrisiken können im Wasserstoffhochlauf durch technische Störungen, regulatorische Verzögerungen oder Zahlungsprobleme entstehen. Für Midstreamer führt dies zu temporären offenen Positionen, da zugesagte Liefermengen kurzfristig nicht abgenommen werden.

Mitigationsstrategien: Zur Begrenzung des Risikos kann ein diversifiziertes Portfolio, bestehend aus mehreren Abnehmern, flexiblen Speicherlösungen und Mengenflexibilitäten, eingesetzt werden. Vertragliche Sicherheiten sowie Pönenal oder Vertragsstrafen erhöhen die Absicherung gegenüber kurzfristigen Ausfällen und tragen dazu bei, die wirtschaftlichen Auswirkungen zu begrenzen.

Herausforderung je Marktphase: In der Anfangsphase des Markthochlaufs fehlen kurzfristige Marktmechanismen, um Überschüsse auszugleichen. Mit zunehmender Marktliquidität und der Etablierung von Handelsplattformen wird es Midstreamern jedoch möglich sein, temporäre Minderabnahmen besser zu kompensieren und offene Positionen zu reduzieren.

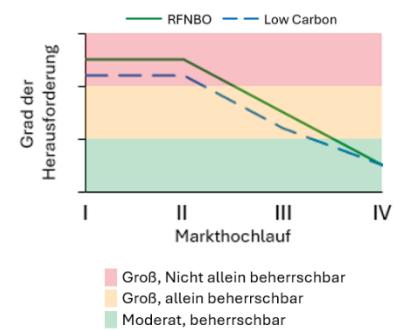


3.4.2 Langfristiger Wegfall der Nachfrage

Beschreibung: Ein Ausfall der Nachfrage kann eintreten, wenn Abnehmer auf günstigere Alternativen ausweichen oder sich regulatorische Vorgaben ändern, beispielsweise durch Anpassungen der RED II/III-Anforderungen bzw. Quotenzielien. Für Midstreamer führt dies zu einem langfristigen Ausfall von Abnahmenvolumina und damit zu offenen Positionen, die nicht kurzfristig kompensiert werden können.

Mitigationsstrategien: Zur Risikominderung empfiehlt sich eine Begrenzung der Vertragsvolumina pro Abnehmer sowie der Abschluss langfristiger Verträge, um die Abhängigkeit einzelner Partner zu reduzieren.

Herausforderung je Marktphase: Dieses Risiko bleibt über die ersten Phasen des Markthochlaufs signifikant hoch. Erst wenn durch die geschaffenen Rahmenbedingungen Wasserstoff auch ohne staatliche Förderung wettbewerbsfähig gegenüber (heute ggf. noch unbekannten) Alternativen ist, reduziert sich das Risiko des langfristigen Wegfalls der Nachfrage. Aufgrund der höheren erwarteten Produktionskosten bei erneuerbarem Wasserstoff ist die potenzielle Belastung für Midstreamer hier größer als bei kohlenstoffarmem Wasserstoff. Selbst eine zunehmende Diversifizierung der Abnehmerstruktur könnte bei günstigeren Alternativen das Risiko nur begrenzt minimieren.

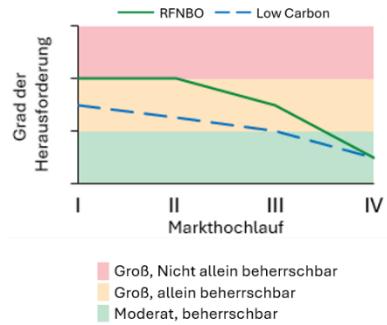


3.4.3 Temporäre Minderlieferung

Beschreibung: Kurzfristige Erzeugerausfälle oder Mengenrisiken können auftreten, wenn Produktionsanlagen wie Elektrolyseure oder CCS-Anlagen Verzögerungen bei der Inbetriebnahme erfahren oder ausfallen. Für Midstreamer entstehen dadurch temporäre offene Lieferpositionen, die kurzfristig ausgeglichen werden müssen.

Mitigationsstrategien: Zur Begrenzung der Risiken können ein diversifiziertes Portfolio, flexible Speicherlösungen, Mengenflexibilitäten sowie vertragliche Sicherheiten eingesetzt werden. Pönenal oder Vertragsstrafen in den Lieferverträgen tragen zusätzlich dazu bei, die wirtschaftlichen Auswirkungen von kurzfristigen Ausfällen zu begrenzen.

Herausforderung je Marktphase: Zu Beginn des Markthochlaufs fehlen kurzfristige Marktmechanismen, um Defizite effizient auszugleichen. Mit zunehmender Marktliquidität, Portfolio-Diversifizierung und Ausbau von Speicher- und Flexibilitätsoptionen nimmt das Risiko temporärer Minderlieferungen ab. Das Risiko ist bei kohlenstoffarmem etwas geringer als bei erneuerbarem Wasserstoff bewertet, da hier keine Dargebotsabhängigkeit zu Erneuerbaren Energien besteht und mehr Flexibilität möglich ist, die Produktion hochzufahren bzw. vor- oder nachzuholen.

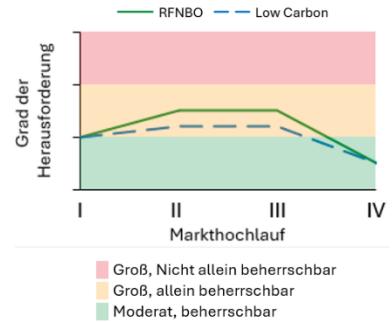


3.4.4 Strukturierung

Beschreibung: Unterschiede in Produktion und Belieferung der Verbraucher-Downstream führen zu Ungleichgewichten im Portfolio, insbesondere solange kein liquider Markt zur kurzfristigen Kompensation verfügbar ist. Für Midstreamer erfordert dies eine aktive Strukturierung des gesamten Portfolios, um Lieferverpflichtungen zuverlässig erfüllen und Mengen- sowie Preisrisiken steuern zu können.

Mitigationsstrategien: Eine Diversifizierung der Erzeuger- und Abnehmerstruktur bildet die Grundlage für eine robuste Portfoliostrategie. Flexible Vertragsgestaltung im Rahmen von HSA sowie der Einsatz von Speicherlösungen ermöglichen es, Schwankungen in Angebot und Nachfrage auszugleichen. Durch aktive Portfolio-Bewirtschaftung können Midstreamer die Belieferung effizient strukturieren und Risiken minimieren.

Herausforderung je Marktphase: Mit steigenden Vertragsvolumina und steigenden Anteilen des klimaneutralen Wasserstoffanteils in den Endkundenprozessen nimmt die Anforderung an die Strukturierung der Belieferung zunächst zu. Sofern ausreichend Speicher oder andere Flexibilitäten verfügbar sind, können Midstreamer diese Anforderungen erfüllen. Bei kohlenstoffarmem Wasserstoff ist der Strukturierungsaufwand aufgrund kontinuierlicher Erzeugung vergleichsweise geringer zu erwarten.



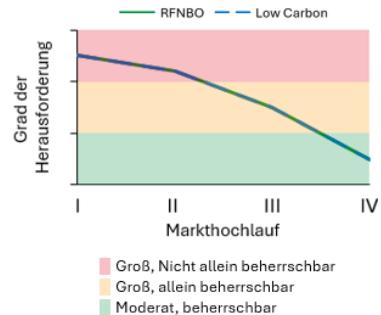
3.5 Infrastrukturrisiken

3.5.1 Verfügbarkeit der Pipelineinfrastruktur

Beschreibung: Verzögerungen beim Ausbau von Pipelines, Kernnetzen, CO₂-Netzen oder den letzten Meilen zu industriellen Abnehmern können die physische Bereitstellung von Wasserstoff erheblich beeinträchtigen. Für Midstreamer führt eine verzögerte Inbetriebnahme der Infrastruktur zu erheblichen Herausforderungen bei der Erfüllung vertraglicher Lieferverpflichtungen. Ohne verfügbare Leitungsinfrastruktur ist eine physische Lieferung des Wasserstoffs nicht möglich, wodurch vertragliche Zusagen gegenüber Abnehmern gefährdet werden.

Mitigationsstrategien: Zur Reduzierung dieses Risikos kann ein zeitlicher Puffer zwischen der Errichtung beziehungsweise Inbetriebnahme der Transportinfrastruktur und dem Abschluss von HPA oder HSA eingeplant werden. Sofern möglich – und gerade in regionalen Clustern – kann eine vorausschauende Abstimmung der Projektzeitschienen entlang der Wertschöpfungskette zu einer besseren Synchronisierung zwischen Netzverfügbarkeit und Vertragsbeginn führen.

Herausforderung je Marktphase: In den frühen Phasen des Markthochlaufs stellt die begrenzte Verfügbarkeit von Wasserstoff-Pipelineinfrastruktur einen Engpass dar. Mit der Umsetzung des geplanten Kernnetzes wird ein überregionales Transportnetz geschaffen. Wie bei allen Infrastrukturmaßnahmen besteht die Gefahr der verzögerten Umsetzung. Mit fortschreitender Marktentwicklung und der Realisierung der Kernnetzes sowie dem Ausbau ergänzender Netze wird die Verfügbarkeit der Infrastruktur zunehmen und das Risiko der Nichterfüllung von Lieferverpflichtungen aufgrund fehlender Pipelines sukzessive abnehmen.

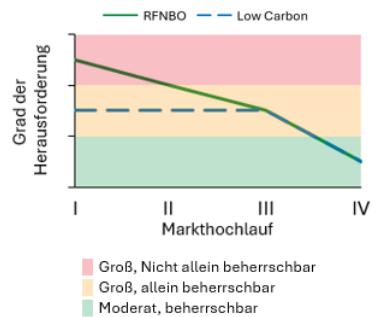


3.5.2 Verfügbarkeit der Speicherinfrastruktur

Beschreibung: Verzögerungen beim Ausbau der erforderlichen Speicherinfrastruktur können die Flexibilität und Strukturierungsmöglichkeiten der Midstreamer erheblich einschränken. Eine unzureichende Speicherinfrastruktur begrenzt die Fähigkeit der Midstreamer, Erzeugungs- und Nachfragespitzen auszugleichen und langfristige Lieferverpflichtungen, insbesondere Bandlastlieferung an die Industrie, zuverlässig zu erfüllen.

Mitigationsstrategien: Zur Verringerung dieser Risiken können Anforderungen an die Erzeugungsstruktur, insbesondere für kohlenstoffarme Wasserstoff, angepasst werden. Eine kontinuierlichere Erzeugung reduziert den Bedarf an großen Speicherkapazitäten. Darüber hinaus ist auch die Flexibilität auf der Abnahmeseite zu prüfen und möglichst in den Abnahmeverträgen zu nutzen.

Herausforderung je Marktphase: Der prognostizierte Speicherbedarf übersteigt in den ersten Phasen des Hochlaufs die bisher getroffenen FIDs für Speicherprojekte. Mit zunehmendem Ausbau der Infrastruktur steigt jedoch sukzessive die Verfügbarkeit der Speicherkapazitäten, wodurch die Flexibilität der Midstreamer verbessert wird. Bei kohlenstoffarmem Wasserstoff ist aufgrund einer kontinuierlicheren und weniger dargebots-abhängigen Erzeugung der Speicherbedarf zudem vergleichsweise geringer.

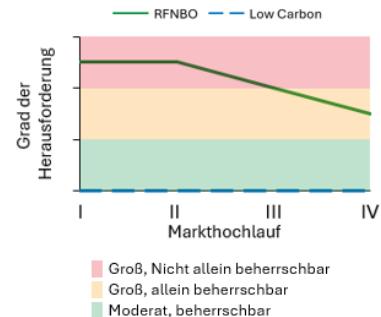


3.5.3 Verfügbarkeit der Überseeimportinfrastruktur

Beschreibung: Die Verfügbarkeit der erforderlichen Importinfrastruktur, wie Wasserstoff-Terminals oder Ammoniak-Cracker, ist für die sichere Versorgung mit Wasserstoff aus Übersee von zentraler Bedeutung. Verzögerungen beim Ausbau oder Umbau dieser Infrastruktur können die Fähigkeit der Midstreamer erheblich einschränken, vertragliche Lieferverpflichtungen zuverlässig zu erfüllen.

Mitigationsstrategien: Zur Reduzierung dieses Risikos empfiehlt sich die Einplanung eines zeitlichen Puffers zwischen der Fertigstellung der Infrastruktur und dem Abschluss von HPA und HSA. Eine frühzeitige Abstimmung mit den Betreibern der Importanlagen sowie eine flexible Vertragsgestaltung tragen zusätzlich zur Minimierung von Lieferrisiken bei.

Herausforderung je Marktphase: In der kurzen und mittleren Frist werden die Kapazitäten für Überseeimporte in Deutschland voraussichtlich aufgrund bereits gebuchter LNG-Kapazitäten begrenzt sein, sodass Midstreamer vorerst auf Pipeline-Erzeugung und Lagerung angewiesen bleiben. Ammoniak-Cracker sind noch nicht im großen Maßstab realisiert, sodass auch hier im weiteren Markthochlauf Unsicherheiten und Risiken bestehen bleiben, diese aber mit dem fortschreitenden Markthochlauf durch den Ausbau der Importinfrastruktur aus Übersee in Europa für Wasserstoff



B E T

und Derivate sinken. Für kohlenstoffarmen Wasserstoff ist eine überwiegend europäische, Pipeline-gebundene Versorgung zu erwarten.

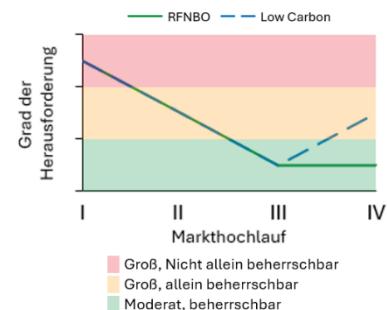
3.6 Regulatorische und Standardisierungsrisiken

3.6.1 Veränderliche Regulierung

Beschreibung: Änderungen regulatorischer Qualitätskriterien, wie etwa Anpassungen der RED II/III-Anforderungen, Zertifizierungen oder regulatorische Vorgaben aus WASABI² und WaKANDA³ nach FID, können die Wirtschaftlichkeit, Abnahme und Refinanzierung von Wasserstoffprojekten erheblich beeinflussen. Für Midstreamer bedeutet eine sich verändernde Regulierung, dass sie sich kontinuierlich an neue Anforderungen anpassen und diese in ihren Lieferketten umsetzen müssen.

Mitigationsstrategien: Zur Reduzierung regulatorischer Risiken empfiehlt sich die Gestaltung von HPA- und HSA-Verträgen mit dynamischen Verweisen auf den aktuellen Regulierungsrahmen. Ergänzend können flexible Preisgestaltung und Anpassungsklauseln implementiert werden, um wirtschaftliche Auswirkungen bei Änderungen der regulatorischen Anforderungen abzufedern.

Herausforderung je Marktphase: Zu Beginn des Markthochlaufs wird der regulatorische Rahmen etabliert und gegebenenfalls weiter angepasst. Mit fortschreitender Marktentwicklung etabliert sich ein klarer, verlässlicher Rahmen, der Planungssicherheit schafft. Dennoch könnten sich im Zuge der Erreichung der Klimaneutralität Anforderungen an kohlenstoffarme Wasserstoff oder dessen Akzeptanz (wieder) ändern.

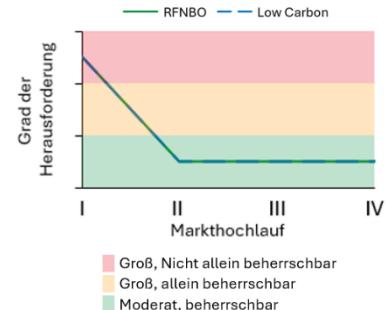


3.6.2 Regulatorische Commodity-Qualität und deren Nachweis

Beschreibung: Unklare Normqualitäten oder die Nicht-Erfüllung von Anforderungen durch den Erzeuger können dazu führen, dass eine Zertifizierung nicht erteilt wird und somit die rechtliche Wasserstoffqualität fehlt. Für Midstreamer entstehen dadurch Herausforderungen bei der zuverlässigen Erfüllung von Lieferverpflichtungen.

Mitigationsstrategien: Risiken können durch eine sorgfältige Ausgestaltung der Bezugsverträge sowie durch vertragliche Pönale oder Vertragsstrafen reduziert werden. Dies stellt sicher, dass die Zertifizierungsanforderungen eingehalten werden und die Lieferverpflichtungen rechtlich abgesichert sind.

Herausforderung je Marktphase: Zu Beginn des Markthochlaufs werden die Anforderungen an die rechtliche Wasserstoffqualität definiert und bei Bedarf angepasst. Mit der Etablierung von Zertifizierungsstellen und korrespondierenden Prozessen entstehen bereits in der frühen Phase des Markthochlaufs Transparenz und Sicherheit über die zu erfüllenden Anforderungen, sodass Midstreamer frühzeitig planen und Lieferverpflichtungen zuverlässig erfüllen können.



² Festlegungsverfahren der BnetzA zum Wasserstoff Ausgleichs- und Bilanzierungsgrundmodell

³ Festlegungsverfahren der BnetzA zum Wasserstoff Kapazitäten Grundmodell und Abwicklung des Netzzugangs

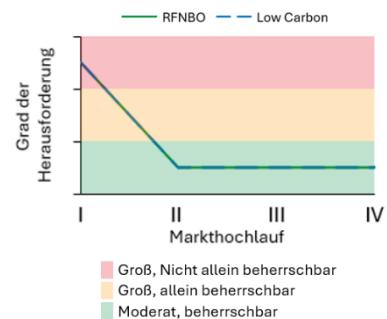
B E T

3.6.3 Physikalische Commodity-Qualität

Beschreibung: Unklare Normqualitäten oder die Nicht-Erfüllung von Anforderungen durch den Erzeuger können dazu führen, dass Wasserstoff nicht in das Transportnetz eingespeist werden kann. Für Midstreamer entstehen dadurch Herausforderungen bei der Erfüllung von Lieferverpflichtungen.

Mitigationsstrategien: Die Risiken können durch eine sorgfältige Ausgestaltung der Lieferverträge sowie durch vertragliche Pönale oder Vertragsstrafen gemindert werden. Dadurch wird sichergestellt, dass Qualitätsanforderungen eingehalten und Lieferverpflichtungen zuverlässig erfüllt werden können.

Herausforderung je Marktphase: Zu Beginn des Markthochlaufs werden die Anforderungen an die physikalische Wasserstoffqualität definiert und bei Bedarf angepasst, um eine zuverlässige Einspeisung in das Transportnetz zu gewährleisten. Bereits in dieser frühen Phase ist ein klarer Marktstandard erforderlich, der von allen Akteuren eingehalten werden muss und damit eine Grundlage für einheitliche Qualitätsanforderungen und sichere, planbare Lieferprozesse schafft.



4 Voraussetzungen zur Etablierung von Midstreamern für den Wasserstoffhochlauf

4.1 Allgemeine Anforderungen an die Rahmenbedingungen

Die im vorherigen Kapitel 3 skizzierten Herausforderungen gilt es für einen erfolgreichen Markthochlauf aufzulösen. Übergeordnet sind jegliche politische Maßnahmen für einen Wasserstoff -Markthochlauf anzustreben, um

- die Wasserstoff -Infrastruktur zu schaffen,
- die Produktionskosten zu senken, bspw. durch praktikablere EU-Kriterien für erneuerbaren oder kohlenstoffarmen Wasserstoff,
- für die Nachfrageseite die Technologieoffenheit und damit die politisch angestrebte Menge von kohlenstoffarmem Wasserstoff im Verhältnis zu erneuerbarem Wasserstoff festzulegen und
- Planungssicherheit herzustellen.

Wichtig ist somit die klare Definition politischer Ziele hinsichtlich Menge und regulatorischer Qualität, welche durch die Ausgestaltung von Quotenregelungen, Förderbedingungen und Leitmärkten durch den Staat gesteuert werden können.

Es ist Aufgabe des Staates bzw. der Europäischen Union, einen verlässlichen und langfristig konsistenten Rahmen für den Markthochlauf zu setzen und dessen Einhaltung sicherzustellen. Ein zentraler Bestandteil ist dabei die Schaffung eines effizienten und stabilen Regulierungsrahmens, der den Marktakteuren Planungssicherheit bietet. Vertrauen in diesen Regulierungsrahmen ist entscheidend, damit Investitionen getätigt und Projekte umgesetzt werden.

Insbesondere für First Mover müssen geeignete Sicherheiten bestehen, damit sie durch nachträgliche Anpassungen der regulatorischen Anforderungen nicht schlechter gestellt werden als vor der Anpassung der Regulatorik. Entsprechend sind Grandfathering-Regelungen bei zukünftigen Änderungen vorzusehen.

Darüber hinaus spielt der Aufbau einer leistungsfähigen Infrastruktur eine tragende Rolle. Sie bildet die physische Grundlage für eine Versorgung mit Wasserstoff und ist damit eine wesentliche Voraussetzung für den Markthochlauf. Verlassen sich Marktakteure auf den rechtzeitigen Ausbau der Infrastruktur, dieser jedoch nicht im notwendigen Umfang erfolgt, können sie die daraus entstehenden Konsequenzen weder beeinflussen noch tragen. Daher ist es Aufgabe des Staates, verlässliche Rahmenbedingungen zu schaffen, die allen Marktakteuren Planungssicherheit geben und sie vor untragbaren Risiken schützen. Ohne ein solches Maß an Verlässlichkeit wird der erfolgreiche Markthochlauf der Wasserstoffwirtschaft erheblich gefährdet.

4.2 Geeignete Instrumentenarten zur Herausforderungsbewältigung

Doch selbst bei Umsetzung dieser allgemeinen Anforderungen bleiben Teile der Risiken und Herausforderungen, die im Markthochlauf nicht von Marktakteuren getragen werden können bzw. den Hochlauf bremsen. Es ist jedoch auch festzuhalten, dass Marktakteure, wie in anderen Commodity-Märkten auch, einen Teil dieser Herausforderungen und Risiken im Hochlauf des Marktes für Wasserstoff verteilt tragen können und hierzu auch bereit sind.

Von den in Kapitel 4 identifizierten Herausforderungen können einige während des Markthochlaufs der Wasserstoffwirtschaft nicht ausschließlich durch Marktakteure gelöst werden. Dabei unterscheiden sich die einzelnen Herausforderungen nicht nur in Art, sondern auch in ihrer Dringlichkeit und den erforderlichen Maßnahmen. Einige Herausforderungen bedürfen spezieller Instrumente, um wirksam adressiert zu werden, andere betreffen ausschließlich erneuerbaren Wasserstoff. Wieder andere Risiken können auch ohne zusätzliche Instrumente von

B E T

Midstreamern selbst getragen und gesteuert werden. Welche Art von Instrument zur Bewältigung einer bestimmten Herausforderung geeignet ist, lässt sich der entsprechenden Übersichtstabelle entnehmen, in der zudem die Dringlichkeit der jeweiligen Maßnahme bewertet wird. In einem liquiden Markt hingegen können viele dieser Herausforderungen weitgehend vom Midstreamer selbst bzw. im Verhältnis mit den Vertragspartnern beherrscht werden, sodass die unterstützenden Instrumente in diesem Stadium nur noch eine untergeordnete Rolle spielen.

Herausforderung	Instrumentenbedarf	Dringlichkeit	Geeignete Instrumentenart
		<ul style="list-style-type: none"> ● akuter Handlungsbedarf ○ Handlungsbedarf ○ kein Handlungsbedarf 	
Zahlungslücke	✓	●	Finanzierungsinstrument der Zahlungslücke
Volatile Preise	✗	○	<i>Risiko wird vollständig von einem Midstreamer getragen</i>
Counterparty Risk	✓	●	Garantieinstrument zur Sicherung des Portfolios
Verfügbarkeit Pipelineinfrastruktur	✓	●	Garantieinstrument zur Sicherung des Portfolios
Verfügbarkeit Speicherinfrastruktur	✓ (tendenziell eher für RFNBO)	●	Garantieinstrument zur Sicherung des Portfolios
Verfügbarkeit Übersee-importinfrastruktur	✓ (vorwiegend für RFNBO)	○	<i>Geringerer Handlungsdruck, deswegen nicht im Fokus</i>
Temporäre Minderabnahme	✗	○	<i>Risiko wird vollständig von einem Midstreamer getragen</i>
Ausfall der Nachfrage	✓	●	Finanzierungsinstrument der Zahlungslücke
Temporäre Minderlieferung	✗	○	<i>Risiko wird vollständig von einem Midstreamer getragen</i>
Strukturierung	✗	○	<i>Risiko wird vollständig von einem Midstreamer getragen</i>
Veränderliche Regulierung	✗	○	<i>Kein Instrument notwendig, politische Entscheidung mit Grandfathering notwendig</i>
Physikalische Commodity-Qualität	✗	○	<i>Risiko wird vollständig von einem Midstreamer getragen, Entscheidung über Qualität notwendig</i>
Regulatorische Commodity-Qualität	✗	○	<i>Kein Instrument notwendig, politische Entscheidung mit Grandfathering notwendig</i>

Tabelle 1: Übersicht Herausforderungen inkl. geeignete Instrumentenart

Neben den Herausforderungen, die durch spezifische Instrumente adressiert werden können, bestehen weitere Herausforderungen, die kein zusätzliches Instrument benötigen, da die zugrunde liegenden Risiken, wie bereits in Kapitel 3 erläutert, durch vertragliche Ausgestaltung und geeignete Vereinbarungen wirksam mitigiert werden können.

Der Fokus liegt im Folgenden auf zwei zentralen Instrumenten, die einen beschleunigten Hochlauf der Wasserstoff-Wirtschaft ermöglichen können und, wie oben in Tabelle 1 dargestellt, auf mehrere zentrale Herausforderungen einzahlen.

Dabei geht es zum einen in Kapitel 4.3 um Möglichkeiten, die Zahlungslücke zwischen Angebot und Nachfrage möglichst effizient zu schließen, und zum anderen in Kapitel 4.4 um die Übernahme von staatlichen Garantien, um unvorhergesehene Situationen sei es auf Seiten der Produktion, Abnehmer oder Transportmöglichkeiten abzufedern, solange die Diversifikation der Wasserstoffportfolios im Markthochlauf noch begrenzt ist und sich die Infrastruktur noch im Aufbaustadium befindet.

4.3 Ausgestaltung: Instrumente zur Schließung der Zahlungslücke im Portfolio

In den folgenden Unterkapiteln werden unterschiedliche Varianten zur Schließung der Zahlungslücke auf Portfolio-Ebene der Midstreamer diskutiert. Dabei werden zunächst drei verschiedene Contract-for-Differences (CfD)-Instrumente diskutiert, die sich hinsichtlich der Mengenflexibilität, den zu bietenden Preisen (Einkauf- oder Verkaufspreisen) und Referenzpreisen unterscheiden sowie Instrumente für fixe Prämien.

4.3.1 Variante A: CfD fixe Menge

4.3.1.1 Variante A1: CfD fixe Menge mit Gebotspreis auf Upstreamseite

Ein CfD auf fixe Mengen kann als Instrument zur gezielten Schließung von Zahlungslücken im Wasserstoffmarkt eingesetzt werden.

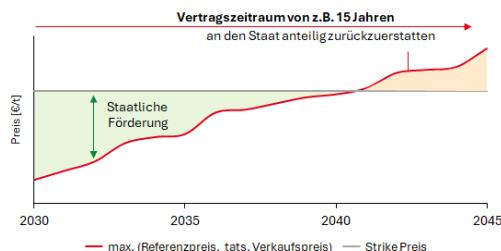


Abbildung 5: CfD fixe Menge Upstream-Ausgestaltung

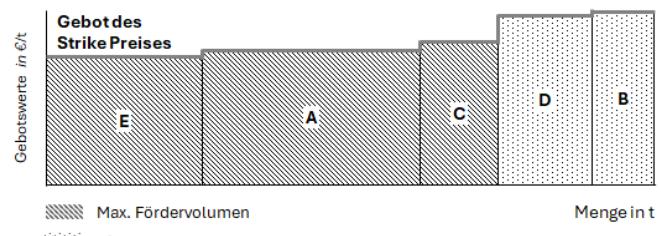


Abbildung 6: CfD fixe Menge Upstream-Fördervolumen

Gebot-Preis: Der Bieter gibt ein Gebot für den Strike-Preis ex ante ab, der sich aus den geplanten Beschaffungskosten und seinem Aufwand ableitet. Der Staat kann einen maximalen Gebotspreis je Jahr als Gebotshöchstgrenze definieren.

Gebot-Menge: Der Bieter gibt im Rahmen einer Auktion ein Gebot für eine (Plan-)Menge pro Jahr ab, die per CfD abgerechnet wird.

Referenzpreis: Als Referenzpreis dient ein staatlich definierter Index, zum Beispiel Erdgas plus CO₂-Kosten oder grauer Wasserstoff, der möglichst gut das Niveau der Zahlungsbereitschaft widerspiegelt. Der für die Aus- und Rückzahlungen maßgebliche Preis wird als Maximum von tatsächlichem Verkaufspreis und Referenzpreis festgelegt.

Fördervolumen: Die staatliche Unterstützung erfolgt mengenabhängig, wobei die Förderung für jede tatsächlich gelieferte Menge bis zur gebotenen Menge gewährt wird. Das Fördervolumen ergibt sich aus der Differenz zwischen Strike-Preis und Referenzpreis multipliziert mit der Menge, wobei sowohl Referenzpreis als auch damit das exakte Fördervolumen ex ante unbekannt sind.

Zuschlag: Die Vergabe erfolgt nach dem Prinzip der wirtschaftlichsten Angebote, beginnend mit dem minimalen Strike-Preis, aufsteigend geordnet, und innerhalb einer konservativen Gesamtvolumengrenze, berechnet als Strike-Preis multipliziert mit der gebotenen Menge.

B E T

Clawback und Pönale: Für den Fall, dass der Referenzpreis den Strike-Preis übersteigt, ist ein Clawback an den Staat vorgesehen. Die erzielten Verkaufserlöse sind regelmäßig, etwa einmal im Quartal, gegenüber dem Fördermittelgeber offenzulegen. Zusätzlich sollten Pönalen bei Mengenunterschreitung vorgesehen werden.

Anreizmechanismus: Um die Interessen von Staat (möglichst wenig Förderung) und Marktakteur (Gewinnerzielung) auch nach Zuschlag bei der Auktion gleichzurichten, erhält der erfolgreiche Bieter einen Anreiz, seinen tatsächlichen Verkaufspreis möglichst hoch und oberhalb des Referenzpreises zu erzielen. Damit erhält er einen Anreiz für harte Verhandlungen auf der Verkaufsseite über den gesamten Vertragszeitraum. Dies ermöglicht auch erst später, sich ausprägende „Green Premiums“ von Endprodukten und eine damit verbundene erhöhte Zahlungsbereitschaft fördermittelreduzierend zu nutzen. Der Anreiz erfolgt über die Differenz zwischen dem tatsächlich erzielten Verkaufspreis und dem Referenzpreis, wobei der Marktakteur von einer hohen positiven Differenz zwischen diesen beiden Werten profitiert. Damit kombiniert das Instrument sowohl Anreize für eine möglichst geringe anfängliche Förderlücke im Rahmen des Gebotsverfahrens als auch für die Optimierung der späteren realen Differenz. Dabei können die drei in Abbildung 7 skizzierten Fälle auftreten.

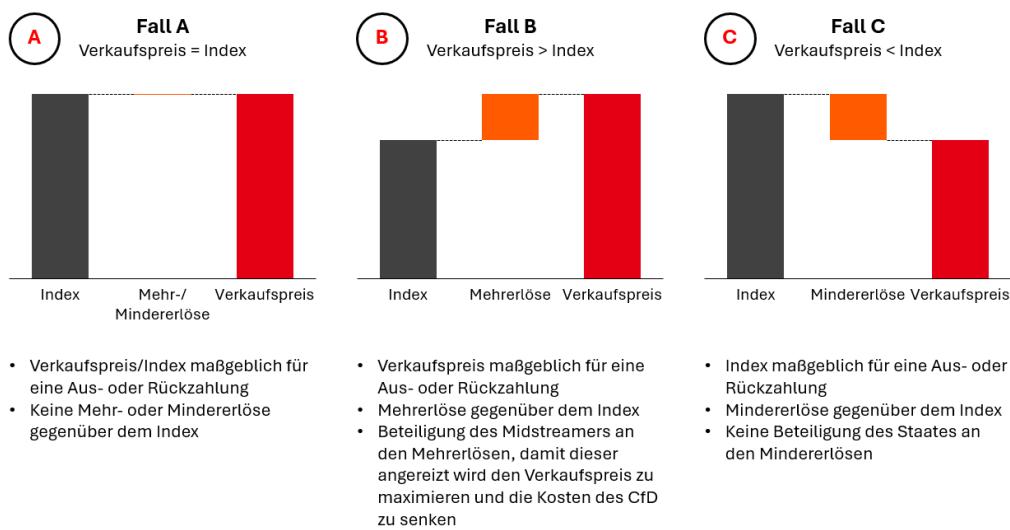


Abbildung 7: Abbildung des Anreizmechanismus für einen hohen Verkaufspreis

Ein CfD dieser Art ermöglicht dem Marktakteur, das Mengenrisiko zu tragen, reduziert aber gleichzeitig Unsicherheiten bei der Preisgestaltung. Die Gesamtförderkosten bleiben trotz der variablen Auszahlungen begrenzt, wodurch das Instrument eine gezielte Lücke im Portfolio schließen kann, ohne dass der Staat ein unbegrenztes Risiko übernimmt.

4.3.1.2 Variante A2: CfD fixe Menge mit Gebotspreis auf Downstreamseite

Alternativ ließe sich der Mechanismus auch spiegelbildlich auf der Downstream-Seite anwenden. Dabei bliebe die grundlegende Funktionsweise des CfD unverändert, jedoch würde die Förderung an die Abnahmeseite geknüpft.

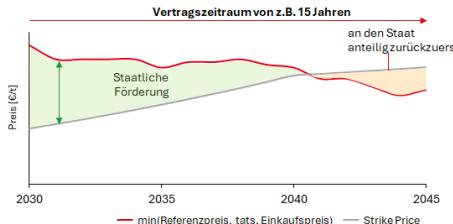


Abbildung 8: CfD fixe Menge Downstream-Ausgestaltung

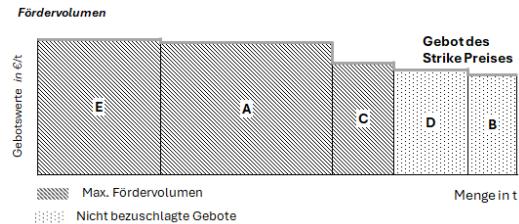


Abbildung 9: CfD fixe Menge Downstream-Fördervolumen

Gebot-Preis: Der Strike-Preis setzt sich in diesem Fall aus dem erwarteten Vertriebspreis abzüglich des erwarteten Midstream-Aufwands zusammen, sodass bei der Downstream-Variante umgekehrt der maximale Strike-Preis den Zuschlag erhalten würde.

Referenzpreis: Im Unterschied zur Upstreamvariante wird hierbei der Referenzpreis staatlich festgelegt, beispielsweise anhand eines Wasserstoffpreisindex (z. B. EEX Hydrix), idealerweise auf dem Niveau der Wasserstoff-Beschaffungskosten. Der für die Aus- und Rückzahlungen maßgebliche Preis wird als Minimum von tatsächlichem Einkaufspreis und Referenzpreis festgelegt.

4.3.2 Variante B: CfD mit Mengen-Cap & -Floor

4.3.2.1 Variante B1: CfD mit Mengen-Cap & -Floor auf Upstreamseite

Eine Erweiterung des zuvor in Kapitel 4.3.1 skizzierten CfD kann durch die Auflösung der starren Mengenbedingung erfolgen.

Gebot-Menge: Anstatt beispielsweise eine zuvor festgelegte fixe Menge, die jedes Jahr in den Markt gebracht werden muss, festzulegen, kann auch ein Korridor um die zu bietende Planmenge erstellt werden. Dieser kann aufgrund der höheren Unsicherheit zu Beginn auch deutlich größer sein als zum Ende des Förderzeitraums. Ein flexibler Mengenabweichungskorridor berücksichtigt anfängliche Unsicherheiten, z. B. $\pm 40\%$ zu Beginn, der schrittweise, um 2 %-Punkte pro Jahr, auf $\pm 10\%$ im Jahr 2045 reduziert wird. Dabei kann auch alternativ über einen Stufenverlauf des Mengenkorridors nachgedacht werden. Die Förderung erfolgt nur bis zur jährlichen maximalen Menge. Innerhalb des Mengenkorridors greift der CfD und der erfolgreiche Bieter erhält einen Ausgleich für die Differenz bzw. zahlt mittels Clawback-Mechanismus an den Staat. Eine Unterschreitung des Mengenkorridors muss mit einer Pönale belegt werden.

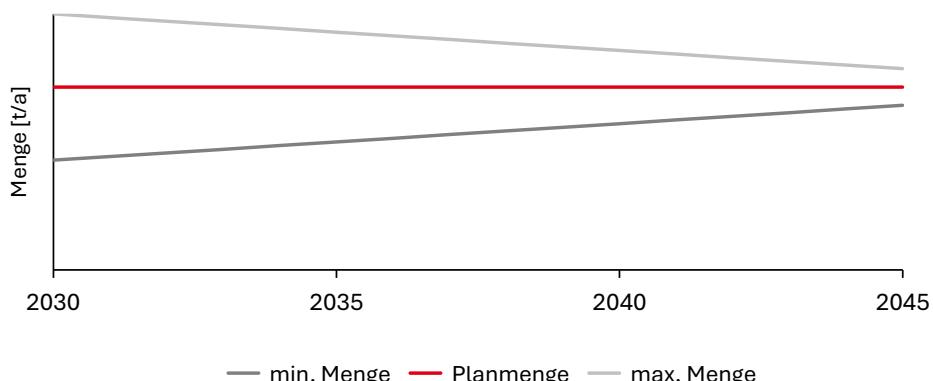


Abbildung 10: Verlauf der Menge inkl. Cap & Floor

Die Einführung eines Mengen-Cap & -Floor-Mechanismus bringt mehr Flexibilität für den Bieter indem ein Hochlauf im Portfolio abgebildet wird und den hohen Unsicherheiten, wieviel Menge in den Markt gebracht werden kann, in den ersten Jahren besser Rechnung getragen wird. Auch hier würde das Fördervolumen mengenabhängig berechnet, das Mengenrisiko verbleibt beim Marktakteur und die Gesamtförderkosten bleiben begrenzt, jedoch sind diese mit größeren Unsicherheiten behaftet als in einer Variante mit fixer Menge.

4.3.2.2 Variante B2: CfD mit Mengen-Cap & -Floor auf Downstreamseite

Auch diese Erweiterung des CfD ließe sich spiegelbildlich auf die Downstream-Seite wie in Kapitel 4.3.1 dargestellt anwenden und mit der Mengenflexibilität erweitern.

4.3.3 Variante C: CfD mit Gap Cap und Mengen-Cap & -Floor

Ein CfD mit Gap Cap stellt ein Förderinstrument dar, das speziell darauf zugeschnitten ist, die Wasserstofferzeugung sowie -abnahme zusammenbringen. Die zentrale Idee dabei ist, die Marktakteure direkt auf die erwartete Zahlungslücke zwischen der Upstreamseite und der Downstreamseite bieten zu lassen – anstelle wie bei Variante A und B auf eine vereinfachende Annäherung der Zahlungslücke durch eine einseitige erzeuger- oder abnehmerseitige Indizierung.

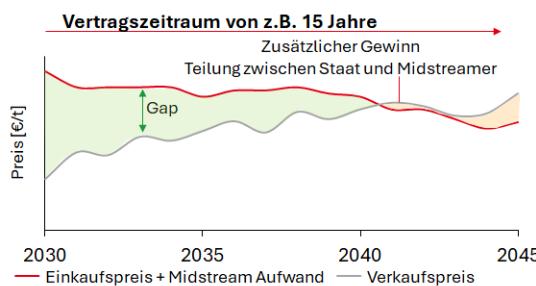


Abbildung 11: CfD mit Gap Cap-Ausgestaltung

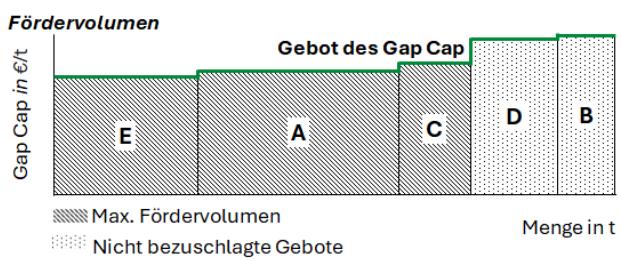


Abbildung 12: CfD mit Gap Cap-Fördervolumen

Gebot-Preis: Dafür bildet sich der Bieter zum einen eine Erwartung im Zeitverlauf von seinem durchschnittlichen Einkaufspreis des Portfolios zuzüglich der Aufwendungen für Strukturierung und Transportkosten. Zum anderen bildet er sich eine Erwartung an die erzielbaren Verkaufspreise. Entscheidend ist die Differenz zwischen beiden Positionen, woraus sich die erwartete Zahlungslücke („Gap“) ergibt. Im Wettbewerb wird im Rahmen einer Auktion ein jahresspezifisches maximales Gap für eine Planmenge mit Abweichungstoleranz (Jahresmindestmenge und Jahreshöchstmenge), die er jährlich in den Markt bringt, geboten. Dieses Gap Cap wird jahresspezifisch über den Förderzeitraum angegeben, wobei der Staat optional ein maximales Gap Cap je Jahr als Gebotshöchstgrenze definieren kann. Der Bieter verspricht mit dem Gebot eines Gap Cap, dass er eine größere Differenz – über das Cap hinaus – selbst tragen würde.

Referenzpreis: Wird nicht benötigt.

Gebot-Menge: Die Logik des Mengengebots folgt dem in Kapitel 4.3.2 beschriebenen Mengen-Cap- & -Floor-Ansatz. Um größeren Unsicherheiten zu Beginn des Markthochlaufs zu begegnen und einen Portfolioaufbau zu ermöglichen wird ein flexibler Mengenabweichungskorridor vorgeschlagen, mit z. B. $\pm 40\%$ zu Beginn, der schrittweise, um 2 %-Punkte pro Jahr, auf $\pm 10\%$ im Jahr 2045 reduziert wird. Dabei kann auch alternativ über einen Stufenverlauf des Mengenkorridors nachgedacht werden. Die Förderung erfolgt nur bis zur jährlichen maximalen Menge. Innerhalb des Mengenkorridors greift der CfD und der erfolgreiche Bieter erhält einen Ausgleich für die Differenz bzw. zahlt mittels Clawback-Mechanismus an den Staat.

Zuschlag: Für die Gebotsermittlung wird das arithmetische Mittel von Gap-Preis Cap und Planmenge über den Förderzeitraum herangezogen. Die Vergabe der Förderung erfolgt mengenabhängig auf Basis des minimalen Gap-

B E T

Caps, aufsteigend geordnet, innerhalb einer konservativen Gesamtvolumengrenze, berechnet als Gap Cap multipliziert mit der maximalen Menge.

Fördervolumen: Der Staat erstattet innerhalb des Förderzeitraums das Minimum von gebotemem Gap Cap und tatsächlich eingetretenem und nachgewiesenem Gap multipliziert mit der tatsächlich gelieferten Menge. Da die tatsächliche Zahlungslücke bei Förderbeginn unbekannt ist, ist auch das tatsächliche Fördervolumen unbekannt. Allerdings kann das maximal erforderliche Fördergeld durch die Multiplikation von Höchstmenge und Gap Cap berechnet werden.

Clawback und Pönale: Unterschreitet der Midstreamer seine jährliche Mindestmenge, wird eine Pönale fällig. Dreht sich das Vorzeichen des Gaps innerhalb des Förderzeitraums um, zahlen die Gewinner der Auktion den größten Teil an den Staat zurück. Die erzielten durchschnittlichen Einkaufs- und Verkaufspreise sowie die korrespondierenden Mengen sind regelmäßig, etwa einmal im Quartal, gegenüber dem Fördermittelgeber offenzulegen.

Anreizmechanismus: Um die Interessen von Staat (möglichst wenig Förderung) und Marktakteur (Gewinnerzielung) auch nach Zuschlag bei der Auktion gleichzurichten, erhält der Marktakteur einen Anreiz, die tatsächliche Zahlungslücke möglichst klein zu halten und damit einen Anreiz für harte Verhandlungen sowohl auf der Einkaufs- als auch auf der Verkaufsseite über den gesamten Förderzeitraum zu haben. Die Gewinner der Auktion werden motiviert, ein möglichst kleines Gap-Cap-Gebot abzugeben, da die Zuteilung nach minimalem Gap Cap erfolgt. Darüber hinaus wird später, nach Zuschlagserteilung, die tatsächliche Zahlungslücke jährlich berechnet (Beschaffungskosten + Midstream Aufwand – Vertriebspreis). Dabei ist der Midstream Aufwand als fixer Betrag bei der Gebotsabgabe anzugeben, sodass später die Nachweispflicht auf den durchschnittlichen Einkaufs- und Verkaufspreis des Portfolios beschränkt ist. Aus der Differenz zwischen dem ex ante gebotenen Gap Cap und der tatsächlichen Förderlücke erhält der Marktakteur einen Anteil, wodurch ein Optimierungsanreiz geschaffen wird. Dieses Vorgehen fördert den Anreiz einer Reduktion der realen Zahlungslücke durch aus Marktakteur-Sicht möglichst niedrige Einkaufspreise sowie möglichst hohe Verkaufspreise. Es ermöglicht dem Marktakteur also zusätzliche Gewinne, sofern es ihm gelingt, die Zahlungslücke möglichst klein zu halten. Somit kombiniert das Instrument sowohl Anreize für eine möglichst geringe anfängliche Förderlücke im Rahmen des Gebotsverfahrens als auch für die Optimierung der späteren realen Differenz. Dabei können die folgenden drei skizzierten Fälle auftreten.

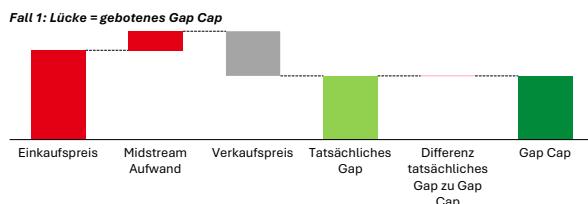


Abbildung 13: Anreizregelung Fall 1

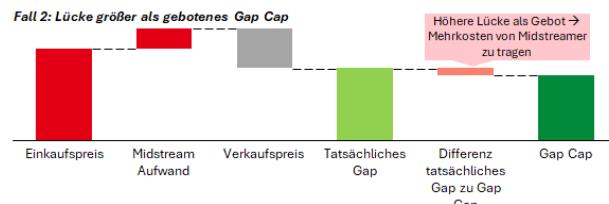


Abbildung 14: Anreizregelung Fall 2

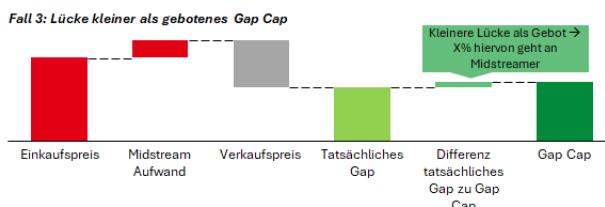


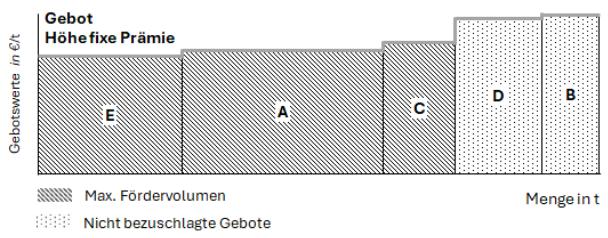
Abbildung 15: Anreizregelung Fall 3

Das Instrument ist so konzipiert, dass es einerseits eine belastbare Erwartung an die Zahlungslücke zwischen Beschaffung und Verkauf berücksichtigt und damit die finanziellen Unsicherheiten für den Midstreamer reduziert. Andererseits verbleibt das Mengenrisiko anteilig beim Midstreamer und die Gesamtförderkosten bleiben

begrenzt. Über den Förderzeitraum adressiert der Gap-Cap-Mechanismus zudem die abnehmenden Risiken im Markthochlauf, indem die Förderanreize flexibel an die Marktentwicklung angepasst werden.

4.3.4 Variante D: Fixe Prämie

4.3.4.1 Variante D1: Fixes Budget



Gebot-Preis: Bei dem Instrument der fixen Prämie gibt der Auktionsteilnehmer ein Gebot für eine feste Prämie in €/kg pro Jahr ab.

Mengen-Gebot: Parallel bietet der Marktakteur eine (Plan-)Menge pro Jahr.

Zuschlag: Die Vergabe erfolgt nach dem Prinzip der wirtschaftlichsten Angebote, beginnend mit der niedrigsten fixen Prämie.

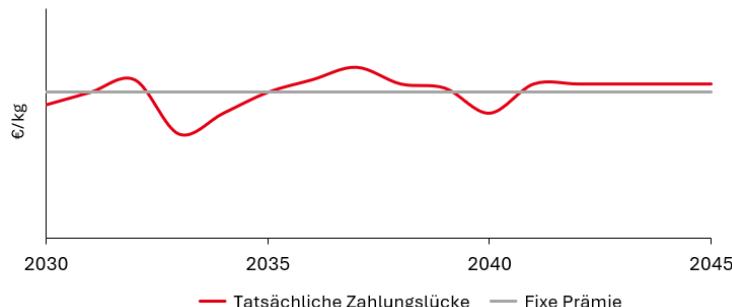
Fördervolumen: Das Fördervolumen ergibt sich aus der Multiplikation von Prämie und Menge, wobei beide Größen zu Beginn der Förderung bekannt sind.

Clawback und Pönale: Für den Fall, dass die gebotene Menge unterschritten wird, werden Pönalen fällig.

Diese Form der Förderung stellt eine mengenabhängige, pauschale Förderung dar, die pro tatsächlich in Verkehr gebrachten Kilogramm Wasserstoff ausgezahlt wird.

4.3.4.2 Variante D2: Einspeisevergütung

Alternativ kann die fixe Prämie in Form einer Einspeisevergütung ausgestaltet werden.



Preis-Gebot: Der Staat legt die Prämie in €/kg für jede eingespeiste Menge Wasserstoff fest.

Mengen-Gebot: Eine Mengenbegrenzung existiert nicht.

Fördervolumen: Das Fördervolumen ergibt sich ebenfalls aus der Multiplikation von Prämie und Menge, wobei die tatsächlich eingespeiste Menge zu Beginn unbekannt ist.

Clawback und Pönale: Eine Rückzahlung oder Pönale bei Mengenunterschreitung ist in dieser Variante nicht vorgesehen. Die Förderung erfolgt somit ebenfalls mengenabhängig, pro tatsächlich in Verkehr gebrachtem Wasserstoff, jedoch völlig ohne vorherige Begrenzung des maximalen Fördervolumens.

4.3.5 Bewertung der Instrumente für den Wasserstoffhochlauf

4.3.5.1 Risiko- & Aufgabenverteilung zwischen Staat und Midstreamer

Für die Bewertung der Förderinstrumente ist entscheidend, wie Risiken zwischen Staat und den Akteuren, wie z. B. dem Midstreamer, verteilt sind. Wesentliche Risikodimensionen betreffen dabei das Preisrisiko in der Beschaffung, das Preisrisiko im Vertrieb, das Mengenrisiko sowie die Strukturierungs- und Transportaufgabe. Während sich das Preisrisiko auf Veränderungen der Beschaffungs- bzw. Absatzpreise nach Zuschlag des Instruments bezieht, umfasst das Mengenrisiko die Verantwortung für Abweichungen von der geplanten Fördermenge. Struktur- und Transportaufgaben beziehen sich auf die operative Sicherstellung der Belieferung und der physischen Logistik entlang der Wertschöpfungskette.

Bei einem **CfD mit fixer Menge** verbleiben das Mengenrisiko sowie die Strukturierungs- und Transportaufgabe grundsätzlich bei einem Marktakteur (üblicherweise dem Midstreamer). Dieser ist verantwortlich für die verlässliche Bereitstellung und Lieferung der im Rahmen des CfD geförderten Portfoliomenge sowie für die Abwicklung zwischen Erzeuger- und Abnehmerseite. Die Verteilung der Preisrisiken hängt hingegen von der Ausrichtung des Instruments ab. Bei einer upstreamseitigen Ausgestaltung (Variante A1) trägt der Akteur zusätzlich das Preisrisiko auf der Beschaffungsseite, da der Strike-Preis auf den erwarteten Beschaffungskosten basiert. Das Preisrisiko im Vertrieb liegt in diesem Fall beim Staat, der durch die Festlegung des Referenzpreises das Absatzrisiko absichert. In der spiegelbildlichen, downstreamseitigen Variante verschiebt sich die Verantwortung: Hier trägt der Akteur das Preisrisiko im Vertrieb, da der Strike-Preis auf den geplanten Absatzpreis bezogen ist, während das Preisrisiko der Beschaffung vom Staat übernommen wird.

Beim **CfD mit Mengen-Cap & -Floor** entspricht die grundsätzliche Risikoallokation weitgehend derjenigen des CfD mit fixer Menge. Der Akteur ist weiterhin für die operative Umsetzung verantwortlich, also für Strukturierung und Transport der Wasserstoffmengen entlang der Wertschöpfungskette. Ebenso verbleiben die Preisrisiken je nach Ausgestaltung des Instruments (upstream- oder downstreamseitig) in gleicher Weise verteilt. Der wesentliche Unterschied liegt in der Behandlung des Mengenriskos. Während beim CfD mit fixer Menge das Mengenrisiko vollständig beim Akteur liegt, wird es im Fall des Mengen-Cap-Mechanismus zwischen Staat und Akteur geteilt. Durch die Einführung eines flexiblen Mengenkorridors kann der Akteur innerhalb definierter Grenzen von der geplanten Fördermenge abweichen, ohne dass die Förderung vollständig entfällt. Dadurch wird das Risiko von Mengenabweichungen, insbesondere in frühen Marktphasen mit hoher Unsicherheit, abgedeckt und gleichmäßiger zwischen beiden Parteien verteilt.

Beim **CfD mit Gap Cap und Mengen-Cap & -Floor** liegt die Risikoverteilung differenziert zwischen Staat und Akteur. Die Strukturierungs- und Transportaufgaben verbleiben vollständig beim Akteur. Im Gegensatz zu den CfD-Varianten mit fixer Menge oder Mengen-Cap wird das Preisrisiko sowohl auf der Beschaffungs- als auch auf der Vertriebsseite zwischen Staat und Akteur geteilt, wobei der größere Anteil der Verantwortung beim Akteur liegt. Der Staat trägt nur einen begrenzten Teil des Preisriskos über das vereinbarte Gap Cap, das die maximale Differenz zwischen Beschaffungs- und Vertriebspreisen definiert. Damit werden staatliche Fördermittel gezielt eingesetzt, während der Akteur permanent einen erheblichen Eigenanreiz zur effizienten Preisgestaltung behält. Das Mengenrisiko ist – analog zum CfD mit Mengen-Cap – zwischen Staat und Akteur geteilt. Der Mengenkorridor ermöglicht Abweichungen von der geplanten Portfoliogröße.

B E T

Bei der **Fixen Prämie** liegen nahezu alle Risiken beim Akteur. Dieser trägt die volle Verantwortung für die Beschaffungs- und Vertriebspreise, das Mengenrisiko (sofern eine fixe Menge vereinbart ist) sowie die Strukturierungs- und Transportaufgaben. Der Staat gewährt lediglich eine pauschale Förderung pro in Verkehr gebrachter Einheit Wasserstoff. Eine Ausnahme stellt die Variante der Fixen Prämie mit Einspeisevergütung dar. Hier liegt das Mengenrisiko beim Staat, da keine feste Planmenge vereinbart wird und die Förderung mengenabhängig ohne obere Begrenzung erfolgt. Der Staat trägt somit das Risiko, dass bei stark wachsender Einspeisung höhere Förderkosten entstehen. Die übrigen Aufgaben verbleiben jedoch weiterhin vollständig beim Akteur.

Risiken & Aufgaben		
	Staat	Midstreamer
Förderinstrumente	A CfD fixe Menge A1 Beschaffung A2 Abnehmer	Preisrisikobeschaffung Preisrisikovertrieb Mengenrisiko Struktur/Transportaufgabe
	B CfD mit Mengencap & -floor B1 Beschaffung B2 Abnehmer	Preisrisikobeschaffung Preisrisikovertrieb Mengenrisiko Struktur/Transportaufgabe
	C CfD mit Gap-CAP & mit Mengencap & -floor	Preisrisikobeschaffung Preisrisikovertrieb Mengenrisiko Struktur/Transportaufgabe
	D Fixe Prämie D1 Fixes Budget D2 Einspeise-vergütung	Preisrisikobeschaffung Preisrisikovertrieb Mengenrisiko Struktur/Transportaufgabe

Abbildung 19: Risiko- & Aufgabenverteilung zwischen Marktakteur und Staat

4.3.5.2 Anwendung der Bewertungskriterien auf Förderinstrumente

Die Bewertung der vorgeschlagenen Förderinstrumente erfolgt anhand definierter Kriterien, um deren Wirksamkeit und Effizienz für den Hochlauf der Wasserstoffwirtschaft zu prüfen und miteinander zu vergleichen. Dabei werden sechs zentrale Dimensionen herangezogen.

Die **Effektivität für erneuerbaren Wasserstoff (RFNBO)** bewertet, inwiefern das jeweilige Instrument Akteure in die Lage versetzt, erneuerbaren Wasserstoff unter tragbaren Risiken in den Markt zu bringen. Dabei fließt insbesondere die Frage ein, ob Mengenrestriktionen der Förderung oder Pönalen bei Nichterfüllung eine potenziell abschreckende Wirkung entfalten.

Analog wird die **Effektivität für kohlenstoffarmen Wasserstoff (Low Carbon)** bewertet. Hier steht im Vordergrund, ob die Akteure kohlenstoffarme Wasserstoff mit vertretbaren Risiken in den Markt einbringen können und ob restriktive Förderbedingungen oder Vertragsstrafen Hemmnisse erzeugen.

Die **Fördereffizienz** bewertet das Verhältnis von erwarteter Menge an gefördertem Wasserstoff (in Kilogramm) zu den eingesetzten Fördermitteln (in Euro). Damit kann abgeschätzt werden, wie ressourceneffizient ein Instrument zur Erreichung der Marktziele beiträgt.

Die **Planungssicherheit für den Staatshaushalt** bewertet die Vorhersagbarkeit des maximalen Finanzbedarfs aus Sicht des Staates, was für die Haushaltsplanung und Risikominimierung relevant ist.

Die **Kompatibilität mit bestehenden Förderinstrumenten** prüft, ob die vorgeschlagenen Mechanismen grundsätzlich mit bestehenden OPEX- oder CAPEX-Förderungen kombinierbar sind. Hierbei wurden relevante Förderinstrumente wie die Klimaschutzverträge (KSV), die Bundesförderung Industrie und Klimaschutz (BIK), H2Global, IPCEI-Projekte sowie die European Hydrogen Bank berücksichtigt.

B E T

Die vorgestellten Instrumente wurden in diesem Kontext auf Basis der genannten Kriterien gleichgewichtet bewertet. Dabei erfolgte die Prüfung der Kompatibilität mit bestehenden Fördermechanismen in Kooperation mit der auf Energie-, Beihilfe- und Förderrechtsfragen spezialisierten Rechtsanwaltskanzlei Luther.

Förderinstrumente	Bewertungskriterien						
	Effektivität RFNBO	Effektivität Low Carbon	Förder- effizienz	Planungs- sicherheit Staatshaushalt	Kompatibilität	Mittelwert Low Carbon	Mittelwert RFNBO
A	4	3	3	4	3	3,3	3,5
B	2	2	2	2	3	2,3	2,3
C	5	3	5	3	3	3,5	4,0
D	3	3	1	1	3	2,0	2,0
						4,0	3,5
						3,5	3,5
						2,5	2,5

Abbildung 20: Bewertung der Instrumente zur Schließung der Zahlungslücke

In der Folge wird insbesondere die Bewertung der Instrumente B1 und C erläutert, da diese als die am besten geeigneten Instrumente für erneuerbaren Wasserstoff beziehungsweise kohlenstoffarmen Wasserstoff eingestuft wurden. Ebenso wird auf Instrumente eingegangen, die innerhalb eines Kriteriums besonders gut abschneiden.

Bei der **Bewertung der Effektivität für den erneuerbaren Wasserstoff** schneidet Instrument B1 am besten ab. Grund dafür ist, dass ein Strike-Preis auf der Produktionsseite geboten wird, der auf Basis der Langfristigkeit der Bezugsverträge auf der Upstreamseite gut abgeschätzt werden kann. Durch den Referenzpreis auf der Downstream-Seite werden Marktpreisveränderungen durch den Mechanismus abgedeckt und müssen nicht bereits beim Gebot durch den Bieter abgeschätzt werden. Das Instrument hilft damit den Akteuren, effektiv Unsicherheiten zu begegnen. Die Flexibilität der Menge ermöglicht eine bessere Integration kurzfristiger Schwankungen als in Instrument A1, die durch die volatile Erzeugung von erneuerbarem Wasserstoff auf Basis erneuerbarer Energien entstehen. Auch Instrument D2 ist mit einer festen Einspeisevergütung für den Akteur sehr effektiv und planbar, sofern die Vergütung ausreichend hoch ist. Instrument C schneidet in der Bewertung schlechter ab. Dies ist damit begründet, dass es für den Bieter schwer ist, eine Zahlungslücke über mehr als eine Dekade zwischen Erzeugungskosten und Absatzpreisen vorherzusehen, da sich diese bei erneuerbarem Wasserstoff nicht gleichförmig oder an einen gemeinsamen Index orientierend in die Zukunft bewegen.

Instrument C weist für **kohlenstoffarme Wasserstoff** demgegenüber eine sehr hohe **Effektivität** auf. Die Produktionskosten werden, zumindest bei der Route über blauen Wasserstoff, maßgeblich durch die Erdgaskosten bestimmt und auch bei den Absatzpreisen ist von einer Korrelation mit den Erdgaspreisen als Alternative in vielen Industrien auszugehen. Die resultierende Zahlungslücke ergibt sich im Wesentlichen aus den Kosten für die Kapazitäten zur Erzeugung von kohlenstoffarmem Wasserstoff. Damit kann das Instrument den Unsicherheiten zwischen Bezugs- und Absatzpreisen effektiv begegnen. Ebenso ist das Instrument D2 als sehr effektiv in Bezug auf kohlenstoffarme Wasserstoff einzuschätzen. Auch Instrument B1 scheint ein effektives Instrument für kohlenstoffarme Wasserstoff zu sein, allerdings weniger effektiv als Instrument C, da die Bezugspreise für kohlenstoffarme Wasserstoff von den Kosten für Erdgas abhängen und ein Strike-Preis eine Erwartung über die (unsicheren) Kosten von Erdgas beinhalten müsste, was zu weiteren Risikoauflösungen führt. Die Flexibilität der Menge ist für beide Instrumente als praktikabel zu bewerten, auch wenn sie für kohlenstoffarme Wasserstoff weniger entscheidend ist als für erneuerbaren Wasserstoff.

B E T

In Bezug auf die **Fördereffizienz** sind die Instrumente B1 und C gleichermaßen gut bzw. am besten einzuschätzen. Beide Instrumente ermöglichen es, die zur Verfügung gestellten Mittel vollständig für die Überbrückung der Zahlungslücke zu nutzen, da der CfD in beiden Fällen so ausgestaltet ist, dass die Differenz zwischen Ein- und Verkaufspreis vergütet wird. Zudem ist der Midstreamer in beiden Fällen incentiviert, die Kosten für den CfD zu minimieren und somit das benötigte Kapital für die geförderte Menge an Wasserstoff zu senken. Instrumentenunabhängig ist ergänzend festzuhalten, dass aufgrund der erwarteten geringeren Produktionskosten von kohlenstoffarmem Wasserstoff im Vergleich zu erneuerbarem Wasserstoff die in den Markt gebrachte Menge Wasserstoff pro eingesetztem Fördergeld bei kohlenstoffarmem Wasserstoff höher sein dürfte.

Bei der **Planungssicherheit der Förderkosten** schneidet Instrument D1 am besten ab, da ein vorher definiertes Budget abgerufen wird, dessen Höhe vollständig bekannt ist, mit dem verbundenen Nachteil, dass die geförderte Menge dafür unbekannt ist. Bei Instrument B1 ist die Höhe zwar begrenzt, allerdings ist die genaue Höhe unsicher, was die Planung erschwert. Es ist absehbar, dass nicht jedes Jahr das vollständig vom Haushalt zur Verfügung gestellte Budget genutzt wird. Gleiches gilt auch für Instrument C.

Die Frage der **Kompatibilität** der Instrumente mit anderen, bereits bestehenden Förderungen ist differenziert zu betrachten. Es ist festzustellen, dass keine „klassischen“ Kumulierungen vorliegen, denn die anderen bestehenden Förderungen sind nicht an Midstreamer adressiert und stellen damit einen eigenen Empfängerkreis dar. Förderprogramme enthalten in der Regel nur Vorgaben zur „klassischen Kumulierung“ (Kumulierung verschiedener Förderungen bei derselben Partei) und es fehlen klare Regelungen zur Kompatibilität der vorgelagerten/nachgelagerten Förderungen im Vertragsumfeld (z. B. Förderungen von Vertragspartnern/Lieferanten) mit der eigenen Förderung. Eine Kompatibilität mit anderen Förderungen scheint daher auf der Konzeptebene nicht ausgeschlossen.

Die Prüfung der Kanzlei Luther hat ergeben, dass es auf der Konzeptebene keine Differenzierung zwischen den im Rahmen dieses Impulspapiers vorgeschlagenen Instrumenten hinsichtlich der Kompatibilität mit den Förderinstrumenten KSV, BIK, H2Global, IPCEI, EHB und THG-Quote gibt. Denn gegenwärtig schließt keines der genannten bestehenden Förderinstrumente (KSV, BIK, H2Global, IPCEI, EHB und THG-Quote) auf der Downstream-Ebene die Inanspruchnahme der vorgeschlagenen Instrumente (A1, A2, B1, B2, C, D1 oder D2) auf der Midstream-Ebene juristisch direkt aus. Jedoch ist zu berücksichtigen, dass jeweilige Vorteile auf der Midstream-Ebene aus den vorgeschlagenen Instrumenten auf die Vorteile aus der Inanspruchnahme der bestehenden Förderinstrumente auf der Downstream-Ebene indirekt – zumindest faktisch beziehungsweise ökonomisch – „durchschlagen“. Dabei ist seitens Luther keine Differenzierung hinsichtlich der einzelnen Ausgestaltung der CfD-Instrumente (A1, A2, B1, B2 oder C) erfolgt, da insofern die konkreten Zuwendungsvoraussetzungen und spiegelbildlich die „(Abwehr-)Reaktion“ der Förderinstrumente KSV, BIK, H2Global, IPCEI, EHB und THG-Quote noch unbekannt sind. Entsprechend ist dieses Bewertungskriterium beim Vergleich der Instrumente nicht ausschlaggebend. Jedoch bestehen in der Einschätzung von Luther Unterschiede in der zu erwartenden Kompatibilität der Instrumente mit den jeweiligen bereits bestehenden Förderinstrumenten KSV, BIK, H2Global, IPCEI und EHB.

Dabei ist nach Einschätzung von Luther eine sehr gute Kompatibilität zur BIK-Förderung zu erwarten, weil es sich bei dieser um eine reine CAPEX-Förderung handelt und bei den in diesem Papier vorgeschlagenen Instrumenten um eine OPEX-Förderung. Entsprechend existiert keine Überschneidung der Förderung der OPEX-Kosten, was eine Kumulierung und Kompatibilität der beiden Programme ermöglicht. Diese Interpretation wird auch explizit in den FAQ der BIK-Förderung bestätigt. Dahingegen würde die mögliche Kompatibilität mit H2Global als deutlich schwieriger eingeschätzt. Hintergrund ist, dass im Rahmen des H2Global-Systems erhaltene Förderungen nicht mit anderen öffentlichen Fördermitteln für dieselbe Anlage, Infrastruktur oder Projektphase kumuliert werden dürfen. Dieses Förderinstrument verpflichtet den Zuwendungsempfänger zur Offenlegung sämtlicher direkter und indirekter Subventionen – unabhängig vom Empfänger der Förderung. Da prinzipiell aber mit den in diesem Papier vorgeschlagenen Instrumenten genauso wie dem H2-Global Mechanismus die Zahlungslücke geschlossen werden soll, könnte dies dem entgegenstehen. Die Förderinstrumente Klimaschutzvertrag, IPCEI, EHB und THG-Quote enthalten keine klare Regelung für den Umgang mit der „Kompatibilität“ anderer Förderungen, sodass dies im Rahmen der Kurzprüfung weder als gesichert noch ausgeschlossen eingewertet werden kann. Bezogen auf die THG-Quote ist zu berücksichtigen, dass Quotenhandelsberechtigter der – etwa von einem Midstreamer belieferter

B E T

– Tankstellenbetreiber ist. Insofern bestünde ein sehr mittelbarer (Zuwendungs-)Vorteil zugunsten des Midstreamers. Angesichts der Unbestimmtheit (Förderinstrumente KSV, BIK, IPCEI, EHB) beziehungsweise der Offenheit (Förderinstrument H2Global) der Kompatibilitätsanforderungen kommt Luther insofern jeweils hinsichtlich der THG-Quote unter konservativen Aspekten zu derselben Bewertung. Als zentraler Befund ist somit festzuhalten, dass sich die förderrechtliche Bewertung schwerpunktmäßig nicht in der Logik der „klassischen Kumulierung“ von Förderungen bewegt, sondern in einer bislang ungeklärten „Kompatibilitätslücke“ zwischen Industrie-, Wasserstoff- und Infrastrukturförderprogrammen. Es bedarf somit der Abstimmung und Rücksprache mit den jeweiligen Fördermittelgebern und rechtlicher Einzelfallprüfung.

CfD-Instrument bewertet von 1 (schlecht) bis 5 (gut)	KSV	BIK	H2Global	IPCEI	EHB	THG-Quote
CfD fixe Menge – Beschaffung (A1)	3	5	2	3	3	3
CfD fixe Menge – Abnehmer (A2)	3	5	2	3	3	3
CfD mit Mengencap & -floor – Beschaffung (B1)	3	5	2	3	3	3
CfD mit Mengencap & -floor – Abnehmer (B2)	3	5	2	3	3	3
CfD mit Gap-CAP & Mengencap & -floor (C)	3	5	2	3	3	3
Fixes Budget (D1)	3	5	3	3	3	3
Einspeisevergütung (D2)	3	5	2	3	3	3

Abbildung 21: Kompatibilität der diskutierten Instrumente mit bestehenden Förderinstrumenten

Wenn die Bundesregierung ihren Ausführungen einer Stärkung des Wasserstoffhochlaufs mit kohlenstoffarmem Wasserstoff folgt, so gibt es dafür bislang noch kein etabliertes Förderinstrument. Mit Instrument C „CfD mit Gap Cap und Mengen-Cap & -Floor“ könnte hier ein effektives und effizientes Instrument zur Schließung der Deckungslücke eingeführt werden, welches gleichzeitig die Entwicklung der Midstreamer-Rolle im Hochlauf der Wasserstoffwirtschaft unterstützt.

4.4 Ausgestaltung: Garantieinstrumente zur Teil-Absicherung nicht beeinflussbarer Risiken

Während der Staat den übergeordneten Rahmen für den erfolgreichen Hochlauf der Wasserstoffwirtschaft schafft, insbesondere durch verlässliche Regulierung und den rechtzeitigen Ausbau der Infrastruktur, bedarf es zusätzlich gezielter Instrumente, um die wirtschaftlichen Risiken einzelner Marktteure abzufedern. Speziell Midstreamer stehen in frühen Marktphasen vor erheblichen Unsicherheiten, da sie zwischen Erzeugern und Abnehmern vermitteln. Diese Unsicherheiten erschweren oder verhindern gar Vertragsabschlüsse und treiben die Preise durch Risikoaufschläge aus volkswirtschaftlicher Sicht unnötig nach oben. Auch können diese Risiken nicht effektiv und durch bestehende Marktinstrumente zu wirtschaftlich vertretbaren Konditionen abgesichert werden. Daher bietet sich ein Garantieinstrument als ergänzendes Instrument zu einem CfD an, das ein Risikoreduzierung der Geschäfte gestattet, Vertragsabschlüsse ermöglicht sowie Kosten und damit auch die Zahlungslücke reduziert. Damit könnten insgesamt die Kosten des CfDs für den Staat gesenkt werden.

Damit eine Garantie möglichst effizient genutzt werden kann, sollte diese nicht die Summe aller Einzelrisiken absichern, sondern Multiplikator für eine möglichst große Vertragsmenge eingesetzt werden. Auch sollte die Garantie auf die wesentlichen Risiken beschränkt werden, die anders nicht durch die Marktteure beherrschbar sind.

Dabei kann man sich den Portfolioeffekt zu Nutze machen, der wesentlicher Wertschöpfungshebel der Midstreamer ist und der bereits eine natürliche Risikostreuung ermöglicht. Die Absicherung müsste daher nicht auf einzelne Verträge oder Projekte beschränkt werden, sondern könnte das gesamte Portfolio (bestehend aus Bezugs-, Absatz-, Ausgleichs- und Transportverträgen) umfassen. So reicht es, nur einen kleinen Teil des Portfolios abzusichern, während die Garantie als Hebel für ein deutlich größeres Volumen wirkt. Das verbleibende Risiko für den allergrößten Teil des Portfolios trägt der Midstreamer selbst. Ein Portfolio-Garantieinstrument kann damit Risiken

B E T

höchst effizient reduzieren und die zentrale Rolle der Midstreamer für einen effizienten und funktionsfähigen Wasserstoffmarkt gezielt stärken.

Die Garantie würde Risiken aus Vertragsverletzungen (vornehmlich finanzielle Schäden oder Schadensersatzansprüche) absichern, die darin begründet sind, dass ein Vertragspartner des Midstreamers seine Verpflichtungen nicht eingehalten hat. Im konkreten Fall sollen damit Ereignisse wie der Ausfall von Vertragspartnern durch Insolvenz oder Zahlungsverzug (Counterparty Risiken) sowie die Nichterfüllung wesentlicher Vertrags-, Liefer- und Abnahmeverpflichtungen abgesichert werden. Zusätzlich sollen Risiken aus der verzögerten Inbetriebnahme von Infrastrukturen unter den Garantieschirm fallen. Die Garantie umfasst also die Verträge auf Upstream- und Downstreamseite sowie für Transport und Strukturierung. Die Garantie soll allerdings keine uneingeschränkte Risikoübernahme darstellen. Risiken wie eigene Pflichtverletzungen der Midstreamer, Marktpreisänderungen, höhere Gewalt oder regulatorische Anpassungen verbleiben im Verantwortungsbereich des Unternehmens und wären nicht von der Garantie abgedeckt.

Eine Ausgestaltung könnte sich an der „First Loss Portfolio Guarantee“ des European Investment Fund orientieren [4]. Auch wenn der Anwendungsfall abweicht, würde das Instrument ähnlich genutzt, um ein großes Portfolio aufzubauen und eine Hebelwirkung zu erzielen. Die KfW könnte dabei einen geeigneten Sicherheitengeber für ein solches Instrument darstellen. Die zu stellende Sicherheit würde auf einen Teil des abzusichernden Portfolios begrenzt, beispielsweise einen festgelegten Prozentsatz (z. B. 10 – 20 %) oder alternativ auf einen absoluten Betrag (in Millionen Euro). Insgesamt wäre die Höhe der Sicherheit so zu wählen, dass nur ein kleinst notwendiger Anteil des gesamten Portfolios davon abgedeckt ist. Diese wäre im Falle der Inanspruchnahme nicht wieder aufzufüllen.

Sollte ein Garantiefall eintreten, greift zunächst die Garantie der KfW (First Loss) und deckt den Verlust ab (z.B. 100 % Abdeckung). Übersteigt der Garantiefall das Volumen der Garantie, ist der Midstreamer für den restlichen Schaden vollständig verantwortlich. Die Garantie wäre insgesamt in der Höhe begrenzt und zeitlich befristet. So mit kann Planbarkeit für die KfW gewährleistet werden.

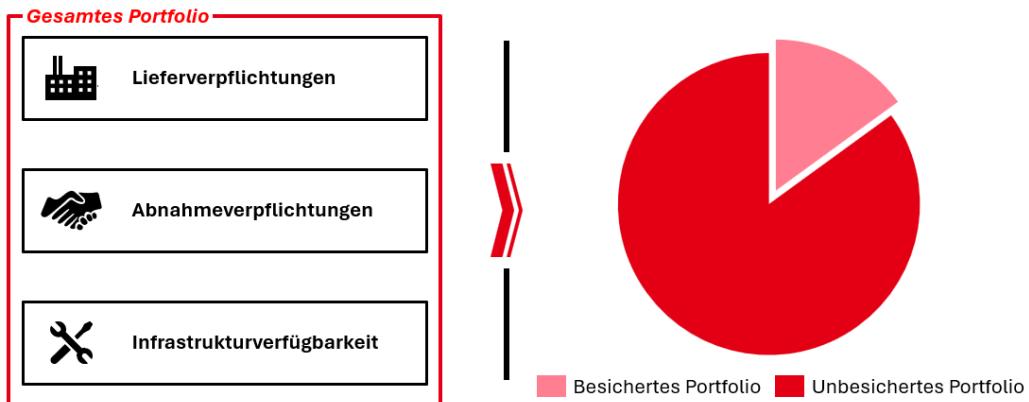


Abbildung 22: Garantieinstrument zur Teil-Absicherung des Portfolios

Voraussetzung für die Inanspruchnahme der Garantie ist der Nachweis, dass der Midstreamer zuvor alle ihm zuzutreibenden und verfügbaren Maßnahmen zur Risiko- und Schadensminimierung ausgeschöpft hat. So sollten z.B. Anforderungen an die Vertragspartner und die Vertragsgestaltung, etwa hinsichtlich Bonität oder Credit-Rating und zu stellenden Sicherheiten der Vertragspartner, Flexibilitäten der Lieferung und Abnahme sowie strikte Reportingpflichten zur Portfolioentwicklung und zum Risk-Assessment (Vorschlag: quartärlich) definiert werden. Ergänzend ist der Midstreamer durch die Ausgestaltung als nicht wieder aufzufüllende Sicherheit ohnehin interessiert, einen etwaigen Schaden zu minimieren. Damit sind die Interessen von KfW und Midstreamer bereits gleichgerichtet.

Für die KfW wäre das Instrument als Eventualverbindlichkeit zu verstehen, die nicht in voller Höhe haushaltswirksam wird. Eine Risikoanalyse zur Ermittlung der Eintrittswahrscheinlichkeit von Garantiefällen würde die

erforderliche Rückstellung bestimmen. Für die Bereitstellung der Sicherheit ist es zu erwägen, ob und in welcher Höhe der Midstreamer eine Risikoprämie zu entrichten hätten.

Es erscheint sinnvoll, das Garantieinstrument an alle Akteure auszustellen, die in der Ausschreibung des CfDs erfolgreich sind. Die Kombination der Instrumente kann die Differenzen in der Zahlungslücke überbrücken, die Vertragsschließung ermöglichen und die Kosten der CfDs senken. Zusätzlich könnte sich die Höhe der Garantie auch relativ an der Höhe des Ausschreibungsergebnisses bemessen.

4.5 Mögliche Operationalisierung der Instrumente

4.5.1 Gezielte Förderung von Midstreamer-Rolle durch Teilnahmebedingungen

Midstreamer spielen eine zentrale Rolle im Gasmarkt und werden voraussichtlich auch in einem liquiden Wasserstoffmarkt als Bindeglied zwischen Erzeugung und Abnahme unverzichtbar sein. Dabei übernehmen sie Risiken, die sonst kein anderer Marktteilnehmer tragen kann. Um die Etablierung der Rolle der Midstreamer zu ermöglichen und den Hochlauf des Wasserstoffmarktes effizient zu gestalten, sollte die Teilnahme an der Förderung an klar definierte Kriterien gebunden sein.

Mögliche Teilnahmekriterien könnten folgende Anforderungen umfassen:

- Förderung ausschließlich an Gesellschaften, die als Bindeglied zwischen Erzeuger und Verbraucher nachweislich klassische Aufgaben von Midstreamer übernehmen können bzw. bereits übernommen haben (Portfoliorisiken, Strukturierung, Transport u. a.)
- Hauptsitz der Gesellschaft im europäischen Wirtschaftsraum (EWR)
- Point of Delivery für den Abnehmer auch innerhalb Deutschlands
- Ausreichendes Credit Rating zur Sicherstellung der Finanzkraft

Die Festlegung klarer Rahmenbedingungen für die Förderung ist entscheidend, um eine effiziente Allokation der Mittel zu gewährleisten. Ziel ist es, die Midstreamer-Rolle zu stärken, den deutschen Wasserstoffmarkt zu stützen und gleichzeitig ein funktionierendes, marktorientiertes Förderumfeld zu schaffen.

4.5.2 Mögliche Fördermengen und notwendiger Förderbetrag durch ein Instrument zur Schließung der Zahlungslücke

Um dem Gedanken des Portfolioaufbaus durch Midstreamer sowohl Upstream als auch Downstream Rechnung zu tragen, bedarf es ausreichend großer Losmengen. Gleichzeitig sollte Ziel sein, möglichst mehrere Midstreamer zu fördern, um auf Dauer auch einen Wettbewerb zwischen verschiedenen Midstreamern zu etablieren.

Es besteht Unsicherheit darüber, wie sich die Kosten und Absatzpreise und demnach die Zahlungslücke für erneuerbaren und kohlenstoffarmen Wasserstoff entwickeln. Daher wird in der Folge auf Basis von einfachen exemplarischen Annahmen die mögliche jährliche Fördermenge an Wasserstoff in Abhängigkeit der eingesetzten finanziellen Mittel beleuchtet.

Bei einem jährlichen Förderbetrag von 1 Mrd. € und unter Annahme einer über den Zeitraum durchschnittlichen Zahlungslücke von 3 €/kg wäre eine jährliche Fördermenge von erneuerbarem Wasserstoff von 11 TWh (~ 333 kt) möglich. Dies entspricht in etwa der Wasserstoffmenge, die eine vollständige Dekarbonisierung von zwei bis drei DRI-Stahlrouten ermöglicht. Für kohlenstoffarme Wasserstoff ist eine geringere Zahlungslücke von 1,5 €/kg denkbar. Daraus ergibt sich in etwa die doppelte jährliche Fördermenge mit 22 TWh (~ 667 kt). Bei einer sich anders darstellenden Zahlungslücke, z. B. durch erhöhte Zahlungsbereitschaft, etwa durch Einführung von Quoten

B E T

oder Leitmärkten und sinkende Produktionskosten im Zeitverlauf, verändern sich sowohl die Fördermengen als auch die notwendigen Förderbeträge. Genau dieser Unsicherheit tragen die CfD-Instrumente Rechnung, um eine Über- oder Unterförderung zu vermeiden.

4.5.3 Finanzierungsmöglichkeiten

Die Bewertung und Ausgestaltung der Finanzierung der vorgeschlagenen Instrumente war nicht im Fokus dieses Impulspapiers. Letztlich erfordert dies eine politische Abwägung und kann je nach politisch gewünschter Kostenverteilung unterschiedlich erfolgen. Grundsätzlich könnten bspw. eine direkte Finanzierung aus dem Staatshaushalt, eine Umlagenfinanzierung (mit zeitlichem Amortisationskonto) oder als ergänzende Option steuerliche Entlastungen als Finanzierungsmechanismen in Erwägung gezogen werden. Sollte sich das Instrument erfolgreich etablieren und ein Markthochlauf erfolgen, kann perspektivisch auf weitere Förderinstrumente verzichtet werden.

4.5.4 Genehmigungsfähigkeit und Ausschreibungsumsetzung (Luther)

Die Förderinstrumente tragen zu energie- und industriepolitischen Zielen der EU bei. Beihilfen im Energiesektor mit Ziel der Dekarbonisierung industrieller Produktionsprozesse prüft die EU-Kommission grundsätzlich auf Grundlage ihrer Leitlinien für staatliche Klima-, Umweltschutz und Energiebeihilfen 2022 (2022/C 80/01, Leitlinien) oder dem Beihilferahmen für den Deal für eine saubere Industrie (C/2025/3602, Beihilferahmen). Dabei besteht Unsicherheit, ob die Förderinstrumente unter Leitlinien oder Beihilferahmen subsumiert werden können, da Leitlinien und Beihilferahmen auf die Förderung von Investitionen in umweltfreundliche Technologie und Produktion Upstream und Downstream zielen, wobei Betriebskosten in diesem Zusammenhang mitgefördert werden können. Die Midstreamer investieren mit den vorgeschlagenen Instrumenten jedoch nicht direkt in eine Technologie oder umweltfreundliche Produktion, die CO₂ einspart, sondern bezahlen die Investitionen der Produzenten bspw. in Elektrolysekapazitäten über Leistungspreise. Dies kann ggf. dazu führen, dass die EU-Kommission Förderinstrumente speziell für Midstreamer am Maßstab des EU-Primärrechts, Art.107 Abs. 3 c) AEUV, prüfen würde, was größere Hürden zur Folge haben könnte.

Für eine erfolgreiche Genehmigung ist u. a. sicherzustellen, dass

- die Förderinstrumente der Entwicklung eines Wirtschaftszweigs dienen und den Beihilfeempfängern Anreiz bieten, eine Tätigkeit auszuüben, die sie ohne Beihilfe nicht ausüben würden
- Förderinstrumente nicht gegen EU-Recht verstößen, insbesondere diskriminierungsfrei ausgestaltet sind,
- Förderinstrumente erforderlich und geeignet sind, das Förderziel zu erreichen (und zwar besser als andere oder alternative Instrumente)
- Förderung angemessen ist und nicht zu einer Überförderung führen
- Förderinstrument einem „Balancing-Test“ standhalten muss, d.h. positive Auswirkungen der Beihilfe müssen den negativen Auswirkungen überwiegen

Im Weiteren ist politisch abzuwagen, auf welche regulatorische Qualität von Wasserstoff der Fokus gelegt wird und ein Förderinstrument auch entsprechend darauf vorzugsweise ausgelegt wird und welche Voraussetzungen es ggf. aus der Genehmigungsfähigkeit gibt. Im Anwendungsbereich des Clean Industrial Deal State Aid Framework der EU immer eine mindestens 30%ige Förderung von erneuerbaren Wasserstoff erforderlich.⁴ Im Rahmen von Gesprächen zur Genehmigung durch die EU-Kommission ist zu eruieren, inwiefern separate Ausschreibungen

⁴ siehe Clean Industrial Deal State Aid Framework, 4.2. (74)

B E T

für erneuerbaren und kohlenstoffarmen Wasserstoff erfolgen können oder eine Gesamtausschreibung mit einem Mindestanteil von 30% erneuerbarem Wasserstoff anzustreben ist.

Eine effiziente Umsetzung der Förderung erfordert die Organisation zielgenauer Ausschreibungen. Eine staatliche Instanz bzw. ein damit beauftragter Projektträger ist für die sachgerechte Abwicklung und Monitoring über den Vertragszeitraum zwingend erforderlich.

5 Zusammenfassung

Für den erfolgreichen Wasserstoffmarkthochlauf braucht es verlässliche infrastrukturelle und möglichst pragmatische regulatorische Rahmenbedingungen. Darüber hinaus bedarf es vor allem einer Überbrückung der Zahlungslücke zwischen Produktionskosten und Zahlungsfähigkeit der Endverbraucher, sowie einer staatlichen Übernahme von Risiken, die für Marktakteure in den ersten Markthochlaufphasen nicht tragbar sind.

Midstreamer können einen wesentlichen Beitrag zur langfristigen Etablierung und Verfestigung von Marktstrukturen als Bindeglied zwischen Produktion und Abnahme leisten. Sie werden Infrastrukturen buchen und nutzen, Standardprodukte (weiter)entwickeln und langfristige Kundenbeziehungen aufbauen. Doch auch wenn Midstreamer im Portfolio Risiken besser als auf Einzelprojektebene managen können, sind die zentralen Herausforderungen auch für Midstreamer nicht ohne Anschubunterstützung möglich.

Entsprechend wurden in diesem Impulspapier verschiedene Instrumente für die Schließung der Zahlungslücke und eine First Loss Guarantee auf Portfolioebene diskutiert.

Instrument 1: Überwindung der Zahlungslücke

Es wurden verschiedene Instrumente, die eine Überwindung der Zahlungslücke ermöglichen, miteinander verglichen. Die Instrumente reichen von fixen Prämien bzw. fixen Budgets bis zu unterschiedlichen Ausgestaltungen von Contracts for Difference (CfD). Dabei eröffnen manche Instrumente auch die Nutzung von Synergien, die sich bei einem Portfolio aus mehreren Verträgen auf der Einkaufs- und Verkaufsseite ergeben, und zielen nicht nur singulär auf einzelne bilaterale Liefer-/Abnahmeverträge ab. Die Bewertung und der Vergleich der verschiedenen Instrumente basiert auf den Kriterien der Effektivität, Fördereffizienz, Budget-Planungssicherheit für den Staat und Kompatibilität mit bestehenden Förderinstrumenten. Zudem erfolgte eine Differenzierung nach kohlenstoffarmem und erneuerbarem Wasserstoff. Die Teilnehmer an dem Mechanismus müssten stets wettbewerblich über eine Ausschreibung ermittelt werden.

Für kohlenstoffarmen Wasserstoff ergibt sich als **vorzugswürdiges Instrument** ein **CfD mit direktem Gebot auf die maximal vom Staat zu tragende Zahlungslücke (Gap Cap) mit einer Mengenbedingung**. Bei diesem Konzept wird in einer wettbewerblichen Auktion auf eine maximal vom Staat zu finanzierende Zahlungslücke (Gap Cap) zwischen Produktionskosten und Midstream Aufwand (Strukturierung, Transportkosten, etc.) auf der einen Seite und dem Verkaufserlös auf der anderen Seite geboten. Bei kohlenstoffarmem Wasserstoff ist davon auszugehen, dass sowohl in den Beschaffungsverträgen als auch in den Abnahmeverträgen eine Erdgas- und ETS-Indexierung des Preises eine Rolle spielen wird, sodass sich die beiden Seiten in gewissem Maße gleichförmig in der Zukunft bewegen dürften. Entscheidend ist die Differenz zwischen beiden Positionen, woraus sich die erwartete Zahlungslücke (Gap) ergibt (s. Abbildung 23). Im Rahmen einer Auktion bieten nun verschiedene Wettbewerber ein maximales Gap (Gap Cap) für eine bestimmte Menge (s. Abbildung 24).

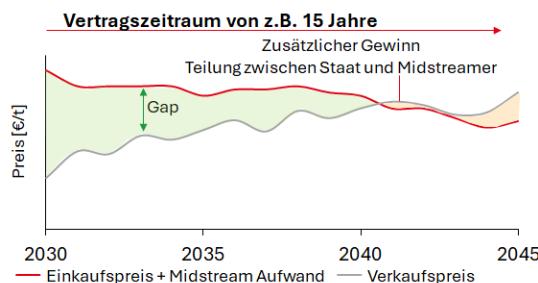


Abbildung 23: CfD mit Gap Cap-Ausgestaltung

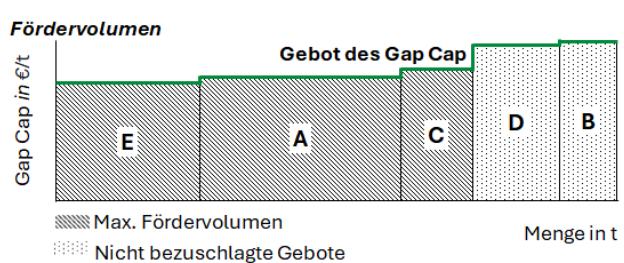


Abbildung 24: CfD mit Gap Cap-Fördervolumen

Die in den Markt zu bringende Menge liegt in einem definierten relativen Mengenkorridor (Mindest- und Maximallmenge, s. Abbildung 25), der sich über den Vertragszeitraum verengt. So wird hohen Unsicherheiten zu Beginn hinsichtlich der Menge Rechnung getragen und zugleich ein Hochlauf des Portfolios ermöglicht. Die niedrigsten Gap-Cap-Gebote erhalten den Zuschlag bis zur Ausschöpfung des zur Verfügung gestellten Fördervolumens. Der

Staat erstattet innerhalb des Förderzeitraums maximal den tatsächlichen für das Portfolio nachgewiesenen jährlich ermittelten Gap bis zur gebotenen Höchstgrenze (Gap Cap). Dreht sich das Vorzeichen des Gaps innerhalb des Förderzeitraums um, zahlt der Marktauktor den Überschuss an den Staat zurück. Den Ausgleich der Zahlungslücke erhält der erfolgreiche Bieter nur für Mengen bis zur jährlichen Mengenhöchstgrenze. Unterschreitet der Marktauktor seine jährliche Mindestmenge, wird eine Pönale fällig.

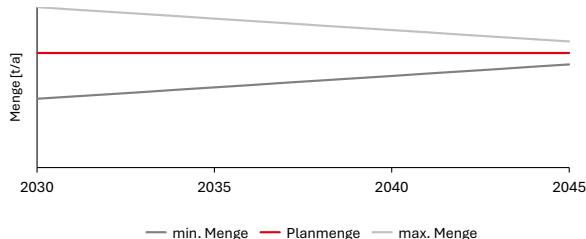


Abbildung 25: Verlauf der Menge

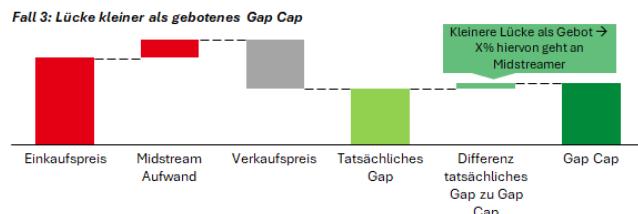


Abbildung 26: Anreizmechanismus

Um die Interessen von Staat (möglichst wenig Förderung) und Marktauktor (Gewinnerzielung) auch nach Zuschlag bei der Auktion gleichzurichten, erhält der Marktauktor einen Anreiz, das tatsächliche Gap möglichst klein zu halten bzw. das Vorzeichen umzukehren (s. Abbildung 26). Dies sichert einen Anreiz für harte Verhandlungen sowohl auf der Einkaufs- als auch auf der Verkaufsseite.

Für erneuerbaren Wasserstoff hat sich ein **CfD auf Basis eines fixen Gebots für die Beschaffungsseite und indexierten Referenzpreises auf der Absatzseite mit einer Mengenbedingung** als **vorzugswürdiges Instrument** gegenüber anderen Alternativen bei der Bewertung herauskristallisiert. Der Vorteil dieses Instruments für erneuerbaren Wasserstoff im Vergleich zum zuvor für kohlenstoffarmen Wasserstoff vorgestellten Instrument ergibt sich im Wesentlichen dadurch, dass bei der Erzeugung von erneuerbaren Wasserstoff auf der Abnehmerseite Erdgas inkl. ETS-Kosten auch eine Referenz im Sinne von Opportunitätskosten für den Abnehmer darstellen. Jedoch stehen diese auf der Produktionsseite nicht im Einklang mit den Herstellungskosten, die durch Strompreise bzw. oft fixe PPA-Preise bestimmt werden. Dementsprechend kann ein CfD sinnvoller sein, der den erwarteten Einkaufspreis sowie Aufwendungen für Strukturierung und Transportkosten auf der einen Seite abdeckt, auf der anderen Seite aber ein vorgegebener Referenzpreis steht, der sich aus Erdgaspreis- und ETS-Indexierung ergibt. Die vom Staat zu erstattende Differenz ergibt sich aus dem gebotenen Strike-Preis und dem Maximum von tatsächlich erlöstem Verkaufspreis und Referenzpreis (s. Abbildung 27). Zuschlagskriterium im Rahmen der Auktion ist der niedrigste gebotene Strike-Preis (s. Abbildung 28).

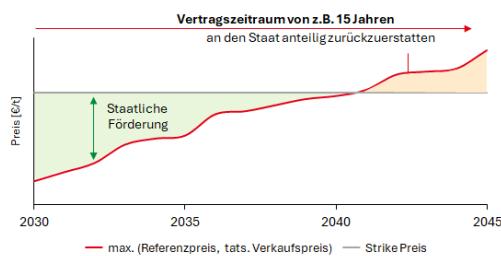


Abbildung 27: CfD Upstream-Ausgestaltung

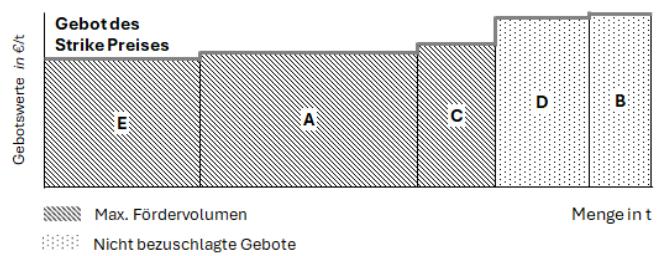


Abbildung 28: CfD Upstream-Fördervolumen

Für die gebotenen Mengen schlagen wir ebenfalls eine zulässige Abweichung vor, die im Zeitverlauf geringer wird, um sinkenden Risiken in späteren Marktphasen Rechnung zu tragen. Den Ausgleich der Zahlungslücke erhält der erfolgreiche Bieter nur für Mengen bis zur jährlichen Mengenhöchstgrenze. Unterschreitet der Marktauktor seine jährliche Mindestmenge, wird ebenfalls eine Pönale fällig. Dreht sich das Vorzeichen der Zahlungslücke innerhalb des Förderzeitraums, zahlt der Marktauktor den Überschuss an den Staat zurück. Um die Interessen von Staat (möglichst wenig Förderung) und Marktauktor (Gewinnerzielung) auch nach Zuschlag bei der Auktion gleichzurichten, erhält der Marktauktor einen Anreiz, die tatsächliche Zahlungslücke möglichst klein zu halten bzw. das Vorzeichen umzukehren. Dies sichert einen Anreiz für harte Verhandlungen auf der Verkaufsseite.

Instrument 2: Garantieinstrumente zur Teil-Absicherung des Midstreamer-Portfolios

Aufgrund des aktuellen Stands des Hochlaufs des Wasserstoffmarktes und der -infrastruktur bestehen weiterhin strukturelle Herausforderungen, die Vertragsschlüsse verhindern oder erschweren und die Preise erhöhen. Ein Garantieinstrument kann dabei helfen, Risiken zu reduzieren und Vertragsschlüsse zu ermöglichen.

Ein effektives Mittel ist ein Portfolio-Garantieinstrument, das nicht einzelne Projekte oder bilaterale Verträge, sondern einen kleineren Teil eines größeren Portfolios besichert. Das Garantieinstrument wird dabei als Hebel genutzt, der erst das größere Portfolio ermöglicht (s. Abbildung 29). Akteure wie Midstreamer bieten den Vorteil, dass sie ein solches Portfolio bereitstellen und durch dieses bereits viele Risiken selbst beherrschen können. So mit kann das Garantieinstrument auf die wesentlichen Herausforderungen, wie Insolvenzen oder Zahlungsausfälle der Vertragspartner und unplanmäßige Verzögerungen bei der Bereitstellung von Infrastruktur (z. B. Transportnetz), beschränkt werden und stellt keine uneingeschränkte Risikoübernahme dar. Eigene Pflichtverletzungen oder Preisänderungen (sowie weitere Ereignisse) sind nicht durch die Garantie abgedeckt und durch den Midstreamer selbst zu tragen.

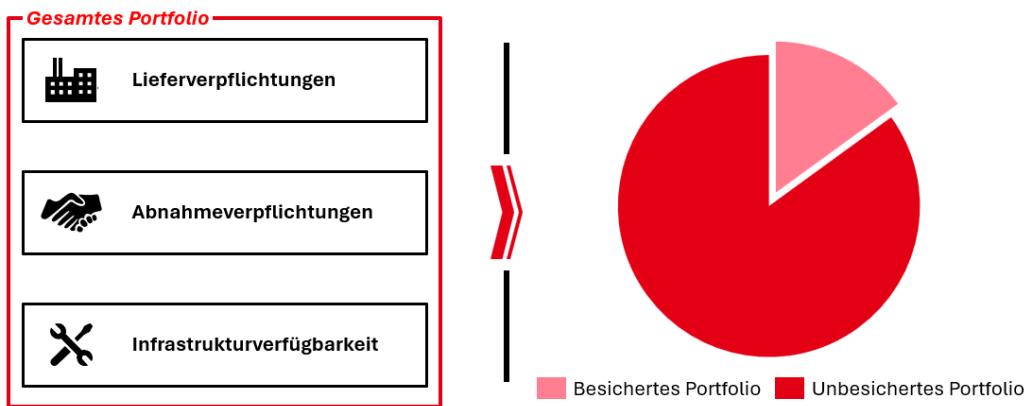


Abbildung 29: Garantieinstrument zur Teil-Absicherung des Portfolios

Der Midstreamer erhält strenge Auflagen und Anforderungen an die Vertragspartner und die Vertragsgestaltung, um die Risiken zu minimieren, Schäden vorzubeugen und potenziell bestmöglich selbst zu lösen/minimieren (z. B. wenn möglich durch Ersatzbeschaffung).

Die Ausgestaltung könnte sich an der „First Loss Portfolio Guarantee“ des European Investment Fund orientieren [4]. Die KfW könnte dabei einen geeigneten Sicherheitengeber für ein solches Instrument darstellen. Die zu stellende Sicherheit würde auf einen Teil des abzusichernden Portfolios begrenzt, beispielsweise einen festgelegten Prozentsatz (z. B. 10 – 20 %) oder alternativ auf einen absoluten Betrag. Sollte ein Garantiefall eintreten, greift zunächst die Garantie der KfW (First Loss) und deckt den Verlust ab (z.B. 100 % Abdeckung). Übersteigt der Garantiefall das Volumen der Garantie, ist der Midstreamer für den restlichen Schaden verantwortlich. Die Garantie wäre insgesamt in der Höhe begrenzt, zeitlich befristet und als Eventualverbindlichkeit nur bedingt haushaltswirksam.

Um Vertragsschlüsse zu ermöglichen und die Kosten des CfDs zu senken, sollte das Garantieinstrument in Kombination mit dem CfD vergeben werden. Dabei wäre es sinnvoll, die Höhe der Garantiesumme an das Ausschreibungsergebnis und die Höhe des CfDs zu koppeln und einen relativen Anteil davon absichern.

Operationalisierung

Um die Etablierung der Rolle der Midstreamer zu ermöglichen und den Hochlauf des Wasserstoffmarktes effizient zu gestalten, sollte die Teilnahme an der Förderung an klar definierte Kriterien gebunden sein. Mögliche Teilnahmekriterien könnte die Übernahme von Dienstleistungen, zwischen Erzeuger und Verbraucher, also nachweislich die Übernahme von klassischen Midstream-Aufgaben (Portfoliorisiken, Strukturierung, Transport u. a.) sein. Um die Nutzung der Förderung für den Hochlauf der deutschen Wasserstoffwirtschaft sicherzustellen, sind weitere

B E T

Kriterien wie der Point of Delivery für die Abnehmer des geförderten Portfolios innerhalb Deutschlands sowie ein ausreichendes Credit Rating zur Sicherstellung der Finanzkraft sinnvoll.

Bei einem jährlichen Förderbetrag von 1 Mrd. € und unter Annahme einer über den Zeitraum durchschnittlichen Zahlungslücke von 3 €/kg wäre eine jährliche Fördermenge von erneuerbarem Wasserstoff von 11 TWh (~ 333 kt) möglich. Dies entspricht in etwa der Wasserstoffmenge, die eine vollständige Dekarbonisierung von zwei bis drei DRI-Stahlrouten ermöglicht. Für kohlenstofffarmen Wasserstoff ist eine geringere Zahlungslücke von 1,5 €/kg denkbar. Daraus ergibt sich in etwa die doppelte jährliche Fördermenge mit 22 TWh (~ 667 kt). Bei einer sich anders darstellenden Zahlungslücke, z. B. durch erhöhte Zahlungsbereitschaft und sinkende Produktionskosten im Zeitverlauf, verändern sich sowohl die Fördermengen als auch die notwendigen Förderbeträge. In Kombination z.B. mit einer Quotenreglung bzw. einem Leitmarkt würden sich die Förderkosten tendenziell verringern. Genau dieser Unsicherheit tragen die CfD-Instrumente Rechnung, um eine Über- oder Unterförderung zu vermeiden.

Die Finanzierung von CfDs im Wasserstoffmarkt kann je nach politisch gewünschter Kostenverteilung unterschiedlich erfolgen. Es können eine direkte Finanzierung aus dem Staatshaushalt, eine Umlagenfinanzierung (mit zeitlichem Armotisationskonto) oder als ergänzende Option steuerliche Entlastungen als zusätzliche Finanzierungsmechanismen in Erwägung gezogen werden. Sollte sich das Instrument erfolgreich etablieren, kann perspektivisch auf weitere Förderinstrumente verzichtet werden.

Die vorgeschlagenen Instrumente tragen zu energie- und industriepolitischen Zielen der EU bei. Dennoch sind auf EU-Ebene genehmigungsrechtliche Hürden zu nehmen. Dabei ist politisch abzuwagen auf welche regulatorische Qualität von Wasserstoff der Fokus gelegt wird (erneuerbarer oder kohlenstofffarmer). Diese Entscheidung beeinflusst, auf welche regulatorische Qualität ein Förderinstrument vorzugsweise ausgelegt wird. Dabei sind Voraussetzungen der Genehmigungsfähigkeit zu berücksichtigen. Im Rahmen der Genehmigung durch die EU-Kommission ist entsprechend zu eruieren, inwiefern separate Ausschreibungen für erneuerbaren und kohlenstofffarmen Wasserstoff erfolgen können oder eine Gesamtausschreibung mit einem Mindestanteil von erneuerbarem Wasserstoff anzustreben ist.

Eine effiziente Umsetzung der Förderung erfordert neben den finanziellen Mitteln auch die Organisation umfangreicher Ausschreibungen. Eine staatliche Instanz bzw. ein damit beauftragter Projektträger ist für die sachgerechte Abwicklung und das Monitoring über den Vertragszeitraum erforderlich.

Fazit

Die erarbeiteten Ideen und Vorschläge zur Überwindung zweier zentraler Hemmnisse beim Wasserstoffhochlauf bieten die Chance den Markthochlauf staatlich effizient zu unterstützen. Durch staatliche Unterstützung in frühen Marktphasen und Etablierung aller Markttrollen kann langfristig ein liquider Markt entstehen.

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Instrumentenentwicklung für Wasserstoff-Markthochlauf	5
Abbildung 2: Wertschöpfungskette der Wasserstoffwirtschaft.....	6
Abbildung 3: Marktliquidität Wasserstoff im Zeitverlauf (Anlehnung an das BDEW-Modell [3])	8
Abbildung 4: Schließung des Gaps Zahlungsbereitschaft vs. Produktionskosten im Zeitverlauf	9
Abbildung 5: CfD fixe Menge Upstream-Ausgestaltung.....	18
Abbildung 6: CfD fixe Menge Upstream-Fördervolumen	18
Abbildung 7: Abbildung des Anreizmechanismus für einen hohen Verkaufspreis	19
Abbildung 8: CfD fixe Menge Downstream- Ausgestaltung.....	20
Abbildung 9: CfD fixe Menge Downstream- Fördervolumen	20
Abbildung 10: Verlauf der Menge inkl. Cap & Floor	20
Abbildung 11: CfD mit Gap Cap-Ausgestaltung.....	21
Abbildung 12: CfD mit Gap Cap-Fördervolumen	21
Abbildung 13: Anreizregelung Fall 1.....	22
Abbildung 14: Anreizregelung Fall 2.....	22
Abbildung 15: Anreizregelung Fall 3.....	22
Abbildung 16: Vergütung der fixen Prämie	23
Abbildung 17: Fördervolumen der fixen Prämie	23
Abbildung 18: Einspeisevergütung	23
Abbildung 19: Risiko- & Aufgabenverteilung zwischen Marktakteur und Staat	25
Abbildung 20: Bewertung der Instrumente zur Schließung der Zahlungslücke	26
Abbildung 21: Kompatibilität der diskutierten Instrumente mit bestehenden Förderinstrumenten	28
Abbildung 22: Garantieinstrument zur Teil-Absicherung des Portfolios.....	29
Abbildung 23: CfD mit Gap Cap-Ausgestaltung.....	33
Abbildung 24: CfD mit Gap Cap-Fördervolumen	33
Abbildung 25: Verlauf der Menge	34
Abbildung 26: Anreizmechanismus	34
Abbildung 27: CfD Upstream-Ausgestaltung.....	34
Abbildung 28: CfD Upstream-Fördervolumen	34
Abbildung 29: Garantieinstrument zur Teil-Absicherung des Portfolios.....	35

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Übersicht Herausforderungen inkl. geeignete Instrumentenart.....	17
---	----

Abkürzungsverzeichnis

B E T	BET Consulting GmbH
BMWE	Bundesministerium für Wirtschaft und Energie
BNetzA	Bundesnetzagentur
CfD	Contracts for Difference
EE	Erneuerbare Energien
EU-ETS	EU-Emissionshandel
EWR	europäischer Wirtschaftsraum
FID	Final Investment Decision
HPA	Hydrogen Purchase Agreement
HSA	Hydrogen Supply Agreement
IPCEI	Important Projects of Common European Interest
KfW	Kreditanstalt für Wiederaufbau
KSV	Klimaschutzverträge
KYC	Know Your Customer
LNG	Liquefied Natural Gas
RED	Renewable Energy Directive
RFNBO	Renewable Fuels of Non-Biological Origin
WaKANDA	Wasserstoff Kapazitäten Grundmodell und Abwicklung des Netzzugangs
WASABI	Wasserstoff Ausgleichs- und Bilanzierungsgrundmodell

6 Literaturverzeichnis

- [1] EWI & BET. (09 2025). Energiewende. Effizient. Machen. – Monitoringbericht zum Start der 21. Legislaturperiode, im Auftrag des Bundesministerium für Wirtschaft und Energie
- [2] Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (09 2025) Klimaneutral werden – wettbewerbsfähig bleiben. Von https://www.bundeswirtschaftsministerium.de/Redaktion/DE/Downloads/J-L/klimaneutral-werden-wettbewerbsfaehig-bleiben.pdf?__blob=publicationFile&v=24
- [3] BDEW Bundesverband der Energie- und Wasserstoffwirtschaft e.V. (07 2023). Diskussionspapier für ein Markt- design Wasserstoff
- [4] EIF. (11 2024). InvestEU Guarantee Products. Von <https://engage.eif.org/investeu/guarantees>