

Aktuelle politische
Debattenbeiträge



IW-Policy Paper 23/21

Green Public Procurement: Potenziale einer nachhaltigen Beschaffung

Emissionsvermeidungspotenziale einer nachhaltigen öffentlichen Beschaffung am Beispiel klimafreundlicher Baumaterialien auf Basis von grünem Wasserstoff

Andreas Fischer / Malte Küper

Köln, 25.09.2021

Kontaktdaten Ansprechpartner

Andreas Fischer
+49 (0)221 / 4981 – 402
fischer@iwkoeln.de

Malte Küper
+49 (0)221 / 4981 – 673
kueper@iwkoeln.de

Institut der deutschen Wirtschaft Köln
Postfach 10 19 42
50459 Köln

Inhaltsverzeichnis

Zusammenfassung	5
1 Hintergrund	6
2 Nachhaltige öffentliche Beschaffung	8
2.1 Funktionsweise	8
2.2 Bisherige Anwendung und Praxisbeispiele	11
2.3 Umsetzungshindernisse	14
3 Grüner Wasserstoff: Energieträger der Zukunft	17
3.1 Notwendigkeit indirekter Elektrifizierung	17
3.2 Zielsektoren für grünen Wasserstoff	18
3.2.1 Stahl	18
3.2.2 Chemie	19
4 Emissionsvermeidungspotenziale durch GPP im Bausektor	21
4.1 Methodik	21
4.2 Ergebnisse	22
4.2.1 Stahlproduktion per Direktreduktion mit Wasserstoff	22
4.2.2 Kunststoffproduktion mit Wasserstoff (Methanol-to-Olefine)	24
4.2.3 Exkurs: Klimafreundlicher Zement	27
5 Erkenntnisse und Handlungsempfehlungen	28
5.1 Ergebnisse der Berechnung	28
5.2 Handlungsempfehlungen	29
Anhang	31
Abstract	34
Abbildungsverzeichnis	36
Literatur	37



JEL-Klassifikation:

H57 - Procurement

Q48 – Energy - Government Policy

Q58 – Environmental Economics – Government Policy

Hinweis:

Das diesem Bericht zugrundeliegende Forschungsvorhaben SCI4climate.NRW wird vom Ministerium für Wirtschaft, Innovation, Digitalisierung und Energie des Landes NRW gefördert. Die Verantwortung für den Inhalt dieser Veröffentlichung liegt allein bei den Autoren.



Zusammenfassung

Mit einem jährlichen Investitionsvolumen von knapp 500 Milliarden Euro geht von der öffentlichen Beschaffung in Deutschland ein enormes Potenzial für den Erwerb klimafreundlicher Produkte und Dienstleistungen aus. Auf diese Weise können durch öffentliche Investitionen nicht nur Treibhausgasemissionen vermieden, sondern auch erste Leitmärkte für klimafreundliche Produkte geschaffen werden. Neben positiven Effekten auf die Kostenentwicklung durch Skalen- und Lerneffekte, kann durch die Vorbildfunktion auch die Akzeptanz neuartiger Güter bei Privatkunden gestärkt werden. Die hierzu nötigen Rahmenbedingungen auf nationaler wie auch auf europäischer Ebene existieren bereits. Es bestehen allerdings Hemmnisse bei der Umsetzung, hauptsächlich aufgrund des hohen Informationsbedarfs und Verwaltungsaufwands sowohl für die zuständigen Behörden als auch für die betroffenen Unternehmen.

Trotz einzelner Positivbeispiele spielt die Berücksichtigung nachhaltiger Kriterien bisher noch eine untergeordnete Rolle. Dabei bleiben enorme Potenziale ungenutzt, die auf dem Pfad zur Klimaneutralität 2045 einen wichtigen Beitrag leisten könnten. Besonders hoch ist das Potenzial der nachhaltigen öffentlichen Beschaffung im Bausektor, welcher knapp 40 Prozent öffentlicher Großaufträge ausmacht (Chiappinelli/Zipperer 2017). Ein Großteil der durch den Bausektor verursachten Emissionen entsteht dabei bei der Produktion der benötigten Grundstoffe. Allein auf die Erzeugung und Verarbeitung von Stahl und Zement entfielen im Jahr 2018 etwa 16 Prozent der globalen THG-Emissionen (Chatham House, 2018; McKinsey, 2020). Alternative Technologien zur klimaneutralen Herstellung dieser Güter existieren zwar bereits – so können beispielsweise Stahl und Kunststoff durch den Einsatz von klimafreundlichem Wasserstoff nahezu CO₂-neutral („grün“) produziert werden – sind allerdings aufgrund hoher Investitions- und Betriebskosten bisher nicht wirtschaftlich. Unternehmen müssen davon ausgehen, dass ihre Kunden nicht bereit sind, den Aufpreis klimafreundlicher Produkte zu tragen.

Durch eine verpflichtende Quote auf grünen Stahl und Kunststoff bei der öffentlichen Beschaffung, könnten Bund, Länder und Kommunen erste gesicherte Absatzmärkte für klimafreundliche Grundstoffe und auf diese Weise auch Investitionssicherheit für Unternehmen schaffen. Wie diese Studie zeigt, könnten durch eine öffentliche Quote von 30 Prozent auf grünen Stahl und Kunststoff, jährliche CO₂-Einsparungen von knapp 1,9 Millionen Tonnen CO₂ erzielt werden. Demnach ließen sich Treibhausgase in Höhe der jährlichen Emissionen des nationalen Flugverkehrs vermeiden.



1 Hintergrund

Deutschland hat sich das ambitionierte Ziel gesetzt, bis zum Jahr 2045 klimaneutral zu sein. Die dazu notwendige Reduktion von Treibhausgasemissionen erfordert erhebliche Anstrengungen in allen Sektoren. Zur Erreichung der Klimaziele muss auch die Industrie einen Wandel hin zu einer klimaneutralen Produktion vollziehen und auf diesem Weg umfangreiche Investitionen tätigen. Neben den technischen Voraussetzungen zur erfolgreichen Umstellung von Prozessen und Technologien, muss auch die nötige Akzeptanz und Zahlungsbereitschaft der Konsumenten adressiert werden, denn klimaneutrale, grüne Produkte sind heute in vielen Fällen noch deutlich teurer als ihre auf fossilen Energieträgern basierenden Pendanten. Insbesondere bei standardisierten und international gehandelten Gütern wie Stahl, können bereits geringe Preisunterschiede die Kaufentscheidung zugunsten klimaschädlicherer Produkte beeinflussen. Daher ist das Angebot grüner Produkte für viele Unternehmen nicht nur mit einem hohen Investitionsbedarf verbunden. Zusätzlich besteht Unsicherheit darüber, ob sie für klimaneutrale Produkte zu höheren Preisen auch Abnehmer finden. Die Schaffung zuverlässiger Absatzmärkte kann hier zur nötigen Investitionssicherheit beitragen.

Die öffentliche Beschaffung birgt ein erhebliches Potenzial zur Schaffung solcher Märkte. Bund, Länder und Kommunen kaufen jährlich für insgesamt knapp eine halbe Billion Euro ein und können durch die gezielte Nachfrage nach nachhaltigen Produkten einen signifikanten Einfluss auf die Marktanteile eben jener Produkte ausüben (BMU, 2020). Der resultierende Mengenhebel kann genutzt werden, um erste Leitmärkte für grüne Produkte zu schaffen und Innovationen gezielt zu fördern (McKinsey, 2008). Ebenso regt die stärkere Nachfrage nach diesen Produkten die dauerhafte Senkung der Produktionskosten durch Lern- und Skaleneffekte an und stärkt somit deren Wettbewerbsfähigkeit. Daneben übt die öffentliche Nachfrage auch eine Vorbildfunktion aus und kann somit beim privaten Sektor für zusätzliches Interesse an grünen Produkten werben, indem die starke öffentliche Nachfrage auch als Qualitätssignal gewertet wird.

Um den Markthebel der öffentlichen Beschaffung zu nutzen und den Absatz klimafreundlicher Produkte zu incentivieren, können Nachhaltigkeitskriterien, wie zum Beispiel der CO₂-Fußabdruck oder Recyclingquoten, in die Beschaffungsrichtlinien integriert und so ökologische Beschaffungsstandards etabliert werden. Ein mögliches Anwendungsgebiet sind dabei öffentliche Bauprojekte, die zwischen 2009 und 2015 knapp 40 Prozent der Verträge öffentlicher Großprojekte ausmachten (Chiappinelli/Zipperer, 2017). Durch die Vorgabe nachhaltiger Kriterien können hier signifikante Treibhausgasemissionen eingespart und die Grundlage für klimafreundliche Produkte in der Bauindustrie gelegt werden. Zusammen waren die produzierenden Branchen der Stahl-, Chemie- und Zementindustrie, welche zu großen Teilen Materialien für den Bausektor fertigen, im Jahr 2019 durch ihre direkten Emissionen für etwa 9 Prozent der nationalen CO₂-Emissionen verantwortlich (Agora Energiewende/Wuppertal Institut, 2019; BMU, 2021a).



In der vorliegenden Studie wird eine Betrachtung möglicher Emissionsvermeidungspotenziale durch die Berücksichtigung nachhaltiger Kriterien im Rahmen der öffentlichen Beschaffung in Deutschland vorgenommen. Neben einer Untersuchung der bisherigen Anwendungsbeispiele der nachhaltigen öffentlichen Beschaffung (engl. Green Public Procurement, GPP) und der möglichen Hindernisse bei dessen Umsetzung wird zur Bestimmung dieser Potenziale der Einfluss einer verbindlichen Quote auf grünen Stahl und Kunststoff ab dem Jahr 2025 bis 2030 betrachtet und quantifiziert. Als grün werden in diesem Zusammenhang Produkte bezeichnet, die mittels klimafreundlicher Verfahren erzeugt wurden und deutlich geringere Treibhausgasemissionen aufweisen. Dabei liegt der Fokus auf dem Einsatz von grünem Wasserstoff bei der Erzeugung der nachgefragten Baumaterialien. Auf diese Weise können die potenziellen THG-Einsparungen, aber auch die resultierenden Mehrkosten für die öffentliche Hand, ermittelt werden.



2 Nachhaltige öffentliche Beschaffung

2.1 Funktionsweise

Durch das hohe Marktvolumen der öffentlichen Beschaffung besteht ein großes Potential, um die Nachfrage nach klimafreundlichen Produkten zu steigern (Schneider/Schmidt, 2020), eine Lenkungswirkung zu erzeugen, Innovationen zu fördern und Emissionen zu senken. Bei der nachhaltigen öffentlichen Beschaffung wird dieser Markthebel genutzt, um den Absatz grüner Produkte zu erhöhen und erste Leitmärkte zu schaffen. Konkret werden gezielt Produkte und Dienstleistungen von der öffentlichen Hand nachgefragt, die zuvor definierte Kriterien im Bereich der Nachhaltigkeit erfüllen. Beispielsweise können Nachhaltigkeitskriterien wie eine Begrenzung der CO₂-Emissionen einzelner Produkte, Anforderungen an den Energieverbrauch oder Recyclingquoten in die Beschaffungsrichtlinien integriert werden. Dies schafft zumindest in einem gewissen Rahmen eine konstante Nachfrage für nachhaltigen Produkte und somit erste sichere Absatzmöglichkeiten für deren Anbieter. Damit wird die Markteinführung grüner Produkte gefördert und das Risiko der Unternehmen bei Investitionen in neue Technologien reduziert. Zu den relevanten Bereichen der öffentlichen Beschaffung zählen laut McKinsey (2008) insbesondere der Gebäudesektor, die Energie- und Wasserwirtschaft, der Transport- und Verkehrsbereich sowie IT- und Elektrogeräte.

Das GPP adressiert damit das Problem vieler Hersteller nachhaltiger Produkte, die aufgrund vergleichsweise hoher Kosten, Nachteile im Wettbewerb mit konventionell gefertigten Produkten befürchten müssen. Zwar zeigen Erkenntnisse aus einer Untersuchung im Land Berlin, dass nachhaltigere Produkte nicht zu einer Erhöhung der Kosten für die öffentliche Hand führen müssen (Öko-Institut, 2015). Allerdings geht die Umstellung auf innovative nachhaltige Prozesse in vielen Fällen mit hohen Investitions- und Betriebskosten einher. Dadurch ergeben sich nicht nur höhere Preise für die Kunden, sondern auch Risiken für die Unternehmen, da sie nicht davon ausgehen können, dass die Kunden bereit sind, den Aufschlag für klimafreundlichere Produkte zu bezahlen.

Die nachhaltige öffentliche Beschaffung kann eine signifikante Nachfrage mit hoher Bereitschaft, die entstehenden Mehrkosten zu tragen, bereitstellen. Anhand klar definierter Nachhaltigkeitskriterien der öffentlichen Beschaffung kann sich ein Unternehmen an die Anforderungen anpassen und den Umstieg auf klimaschonende Prozesse langfristig planen – Voraussetzung dafür ist allerdings eine dauerhafte Umsetzung des GPP. Die Unternehmen können in Anbetracht verbesserter Absatzchancen ihre Prozesse umstellen und langfristig auch die private Nachfrage mit klimaschonenden Gütern abdecken. Für die Unternehmen wird so das Hemmnis der fehlenden Planungssicherheit reduziert. Ebenso kann das GPP zu einer langfristigen Kostensenkung nachhaltiger Produkte beitragen. Mithilfe der öffentlichen Beschaffung wird somit der Markthochlauf dieser Produkte und Prozesse unterstützt, dieser führt wiederum zu Kostensenkungen, ausgelöst durch Lern- und Skaleneffekte bei den angewendeten Technologien.

Neben den Mehrkosten stellt die fehlende Erfahrung der Kunden mit klimafreundlichen neuen Produkten ein weiteres Hindernis dar. So vertrauen beispielsweise Architekten und Bauunternehmen auf bereits etablierte Baustoffe und deren Verlässlichkeit und Materialeigenschaften. Beim Umgang mit neuen Produkten fehlt es dagegen noch an der entsprechenden Erfahrung. Die öffentliche Hand kann mithilfe des GPP hier eine Vorreiterfunktion einnehmen und ein Qualitätssignal an den Markt senden. Demnach erhöht beispielsweise der erfolgreiche Einsatz von klimaschonenden Baustoffen in öffentlichen Bauprojekten die Akzeptanz dieser Produkte. Ebenso können durch derartige Projekte Erfahrungen im Umgang mit neuen Produkten gewonnen werden, wie beispielsweise durch die Anwendung recycelter Baustoffe beim Neubau eines Forschungsgebäudes der Humboldtuniversität in Berlin (btu, 2015). Zusätzlich können die gesetzten Standards der öffentlichen Beschaffung als Nachweis zur Nachhaltigkeit genutzt werden, um privaten Akteuren die Umweltverträglichkeit der Produkte plausibel zu machen. Insbesondere zur Schaffung von Akzeptanz und Vertrauen für die neuen nachhaltigen Produkte wurde vonseiten der Teilnehmer der Initiative SCI4Climate.NRW in verschiedenen Industriebranchen ein großer Mehrwert des Instruments gesehen.

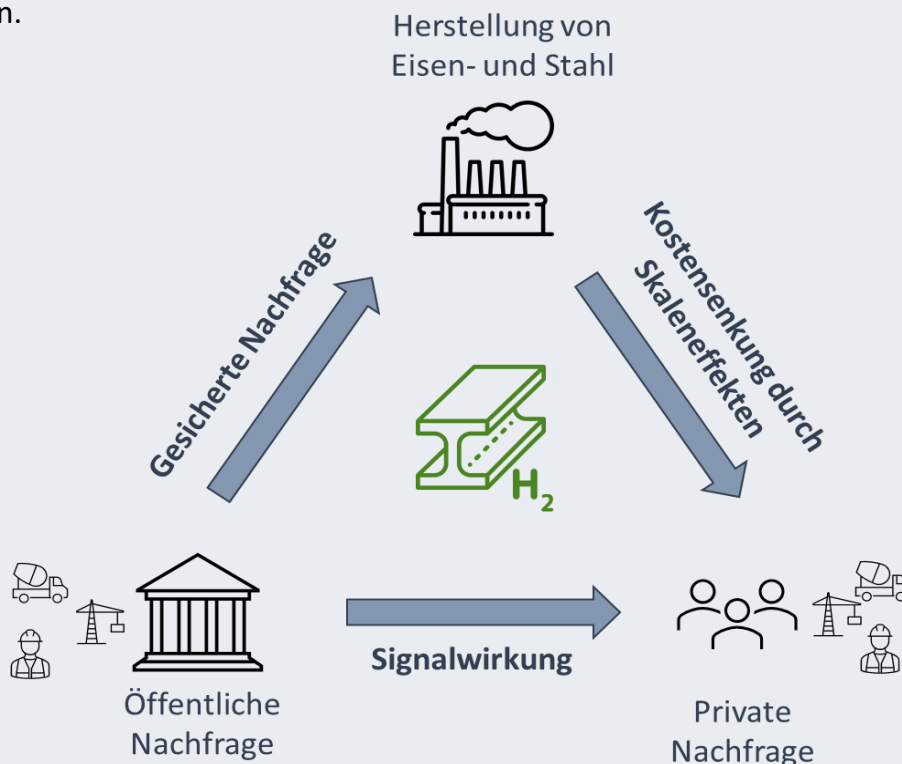
Somit wirkt das GPP direkt als klimapolitisches Instrument durch die Reduktion der THG-Emissionen in öffentlichen Projekten und zusätzlich indirekt, da durch den Vorbildcharakter dieser Projekte ebenso die Nutzung klimafreundlicher Güter im privaten Sektor etabliert werden kann. Ein steigender Absatz nachhaltiger Produkte auch auf privaten Absatzmärkten sorgt zudem für weitere Senkungen der spezifischen Produktionskosten aufgrund der steigenden Stückzahlen. Abbildung 2-1 verdeutlicht die Funktionsweise der nachhaltigen öffentlichen Beschaffung anhand des Beispiels grünen Stahls im Bausektor.

Abbildung 2-1: Funktionsweise GPP

Direkte und indirekte Wirkungsweise des GPP am Beispiel von grünem Stahl

Green Public Procurement – Funktionsweise

1. **Direkt:** Sichere Abnahmemärkte für nachhaltige Produkte mit der Bereitschaft die Mehrkosten nachhaltiger Verfahren zu tragen. Die entstehende Nachfrage setzt zudem Anreize für eine vollständige Umstellung der Fertigungsverfahren in den Unternehmen.
2. **Indirekt:**
 - Durch die Nachfrage der öffentlichen Hand entsteht eine Vorbildfunktion und Erfahrungen mit neuen Produkten. Eine Anwendung im Bausektor beispielsweise sorgt für Erfahrungen mit nachhaltigen Baustoffen und schafft Akzeptanz für die Anwendung im privaten Sektor.
 - Eine Kennzeichnung für nachhaltige Produkte in der öffentlichen Beschaffung ermöglicht gezieltes Labeling beim Verkauf an Privatkunden. Daher sollten zum Monitoring im Rahmen des GPP Zertifizierungsmöglichkeiten oder einheitliche Labels eingeführt werden, die auch außerhalb der öffentlichen Beschaffung die Nachhaltigkeit der Produkte belegen.
 - Durch den angekurbelten Absatz im öffentlichen wie auch im privaten Sektor, wird die Möglichkeit von Lern- und Skaleneffekten geschaffen, wodurch Kosten sinken und vorhandene Aufpreise im Vergleich zu konventionellen Verfahren reduziert oder gar beseitigt werden können.



Quelle: eigene Darstellung



2.2 Bisherige Anwendung und Praxisbeispiele

Sowohl auf EU-, als auch auf nationaler Ebene bestehen zahlreiche Regulierungen im Bereich der öffentlichen Beschaffung. Nachhaltigkeitskriterien spielen dabei bislang allerdings eine untergeordnete Rolle und es gibt keine Verpflichtung, CO₂-arme Produkte und Materialien zu beschaffen. Laut Chiappinelli und Zipperer (2017) wurden im Jahr 2015 nur 2,4 Prozent der Aufträge nach umweltrelevanten Kriterien vergeben. Vornehmlich werden öffentliche Aufträge auf Basis der entstehenden direkten Kosten vergeben. In Zukunft sollen Nachhaltigkeitsaspekte allerdings eine größere Rolle spielen, so wird beispielsweise im „Klimaschutzprogramm 2030“ der Bundesregierung eine klimaneutrale Bundesverwaltung bis 2030 angestrebt. Dazu wird unter anderem die Einführung einer Verwaltungsvorschrift zur klimafreundlichen öffentlichen Beschaffung gefordert (BMU, 2019). Auch in den Nachhaltigkeitszielen der Vereinten Nationen wird unter Maßnahme 12.7 explizit die Förderung nachhaltiger Vergabeverfahren aufgeführt (BMU, 2021b).

Vorgabe von Nachhaltigkeitskriterien in öffentlichen Aufträgen

In einigen Ländern werden bereits seit vielen Jahren Nachhaltigkeitskriterien bei der öffentlichen Beschaffung berücksichtigt. Dabei handelt es sich jedoch häufig um einzelne Projekte, Dienstleistungen oder Produkte sowie die Berücksichtigung einzelner spezifischer Nachhaltigkeitsaspekte. Insgesamt könnte hier durch eine umfängliche Berücksichtigung verschiedener Aspekte in möglichst allen betroffenen Produktgruppen ein noch deutlich größerer Effekt erzeugt werden. Auch in Deutschland wird bereits GPP zur Förderung klima- und umweltfreundlicher Produkte angewandt, vielfach findet dies dabei auf regionaler und kommunaler Ebene statt. Beispielsweise hat die Stadt Berlin beim Neubau des Forschungsgebäudes für Lebenswissenschaften der Humboldt Universität recycelten Beton eingesetzt (btu, 2015). Dieses Projekt sollte Erkenntnisse für einen umfassenderen Einsatz von klimaschonendem Beton in Hochbauten generieren. Ebenso verpflichtete sich das Land Berlin, im Rahmen der Bedarfsermittlung die ökologische Nachhaltigkeit zu berücksichtigen und verfügt über spezifische Anforderungskataloge für bestimmte Produkte (UBA, 2019).

Ein weiteres Beispiel für Standards im Rahmen der öffentlichen Beschaffung ist das Programm „ÖkoKauf“ der Stadt Wien, welches bereits im Jahr 1998 ins Leben gerufen wurde. Dieses Programm koordiniert die gezielte Nachfrage nachhaltiger Produkte und Dienstleistungen in verschiedenen Bereichen der öffentlichen Beschaffung. Dazu wurden Kriterienkataloge für die Ausschreibungen in verschiedenen Bereichen der öffentlichen Beschaffung erarbeitet. Dabei werden unter anderem Standards für einzelne Produkte vorgegeben, die Ansprüche an Aspekte wie Ressourcen- und Energieeffizienz formulieren ebenso berücksichtigen (Stadt Wien, 2021).

Derartige Vorgaben im Rahmen der öffentlichen Beschaffung stellen eine Möglichkeit dar, Akteure zum Einsatz klimafreundlicher Produkte zu verpflichten. Die Nachhaltigkeitskriterien können dabei auch an bestimmte Bedingungen geknüpft werden, die den Anbietern die Umsetzung



erleichtern sollen. So müssen die geforderten klimafreundlichen Produkte beispielsweise in ausreichenden Mengen und Qualitäten vorhanden sein. Ein derartiger Ansatz wird in Kalifornien verfolgt, wo im Rahmen der State Agency Buy Recycle Campaign (SABRC) vorgeschrieben wird, dass recycelte Produkte bevorzugt werden müssen, wenn diese zu vergleichbaren Kosten und in vergleichbarer Qualität verfügbar sind. Ebenso werden in Kalifornien nach dem Clean Buy California Act von 2017 Standards für die Emissionsintensität einzelner Baustoffe in Infrastrukturprojekten festgelegt (State of California, 2021; Krupnick, 2020).

Bei der Ausgestaltung des GPP können darüber hinaus auch Anreize gesetzt werden, so dass gesetzte Standards eingehalten werden müssen, eine Übererfüllung dieser sich für die Anbieter aber zusätzlich lohnt. So hat die Stadt Göteborg in einer Ausschreibung im Jahr 2005 die Nutzung emissionsarmer Busse vorgeschrieben und zusätzlich den Anbietern einen Bonus in Aussicht gestellt, falls die vorgegebenen Werte übertroffen werden können (OECD, 2013).

Abbildung 2-2: Internationale Beispiele

Anwendung von GPP bei Bau- und Infrastrukturprojekten



Die Stadt Berlin nutzte zum Bau eines Forschungsgebäudes der Humboldt-Universität gezielt Recycling-Beton und plant diesen zukünftig vermehrt für Hochbauten einzusetzen.



Die Stadt Wien erarbeitete im Rahmen des Programms "ÖkoKauf" Kriterienkataloge für verschiedene Bereiche der öffentlichen Beschaffung.



Ausschreibungen des niederländischen Infrastrukturministeriums berücksichtigen neben Klimaeffekten die Nachhaltigkeit anhand ganzheitlicher Lebenszykluskosten.



Bei Vergabe einer Autofährenverbindung wurden die eingereichten Angebote zu 40 Prozent nach der Energieeffizienz und Emissionsvermeidung bewertet und nur zu 60 Prozent nach dem Preis.



Vorgabe von emissionsarmen Busflotten in einer Ausschreibung der Stadt Göteborg, mit einem zusätzlichen Anreiz der Übererfüllung der Standards in Form eines Bonus.



Kalifornien sieht eine Bevorzugung von recycelten Materialien als auch Standards zur Emissionsintensität von Baustoffen in Infrastrukturprojekten vor.

Quellen: OECD, Berlin (OECD, 2015, 2016, 2013; btu, 2015; Alan Krupnick, 2020; Chiappinelli/Zipperer 2017; State of California, 2021; Stadt Wien, 2021)

Einpreisung von Nachhaltigkeitskriterien in öffentlichen Ausschreibungen

Während in den bisherigen Praxisbeispielen Standards vorgegeben wurden, können Nachhaltigkeitskriterien auch direkt in Ausschreibungen berücksichtigt und in den eingereichten Geboten eingepreist werden. Dementsprechend muss der Zuschlag für ein Angebot nicht ausschließlich

anhand des genannten Preises erfolgen und dieser ist nur zu einem gewissen Anteil entscheidend, die restlichen Anteile der Gesamtbewertung bestimmen zusätzlich erhobene Kriterien. Ein Beispiel ist die Vergabe der Autofährenverbindung zwischen zwei Dörfern in Norwegen im Jahr 2010. Dort machte der gebotene Preis 60 Prozent der Wertung aus, während weitere Kriterien im Bereich der Energieeffizienz und der Vermeidung von Treibhausgasemissionen die restlichen 40 Prozent bestimmten (Chiappinelli/Zipperer, 2017).

Eine weitere Möglichkeit, nachhaltige Kriterien in Ausschreibungen zu berücksichtigen, besteht darin, den Anbietern Preisvorteile einzuräumen, wenn eine zusätzliche Einhaltung von Nachhaltigkeitskriterien erfüllt wird. So wird weiterhin der günstigste Preis als das entscheidende Kriterium zur Vergabe beibehalten. Allerdings wird anhand ex ante definierter Vorgaben festgestellt, wie umfangreich nachhaltige oder klimafreundliche Bemühungen in den Angeboten enthalten sind. Ein Beispiel dafür sind Projekte des niederländischen Infrastrukturministeriums. Hier wird einerseits die Nachhaltigkeit von Projekten in der Ausschreibung berücksichtigt, indem neben dem gebotenen Preis auch weitere externe Kosten, die mit dem Projekt einhergehen, eingepreist werden. Zudem wird aber auch die Klimafreundlichkeit mitbewertet. Die Anbieter haben die Möglichkeit, ihre Bemühungen zur Einsparung von THG-Emissionen entlang einer sogenannten „CO₂-Performance-Leiter“ zu belegen und ihr Angebotspreis wird um eine von fünf Stufen reduziert, wenn die jeweiligen Anforderungen erfüllt sind. Diese Stufen entsprechen jeweils einer Reduktion des Angebotspreises um ein weiteres Prozent und können proportional zu den Klimaschutzanstrengungen des Angebots erreicht werden (OECD, 2016).

Aufwand des Monitorings abhängig von der Ausgestaltung

Die Einhaltung nachhaltiger Kriterien muss im Rahmen des GPP überprüfbar sein und durch ein Monitoring begleitet werden. Es bieten sich vor allem zwei Arten an, die ökologische Nachhaltigkeit – in diesem Fall mit Bezug auf den CO₂-Abdruck – nachzuweisen. Erstens können Nachhaltigkeitskriterien definiert und anhand von Standards umgesetzt werden. Dazu eignet sich eine Zertifizierung, anhand derer im Rahmen der Angebote öffentlicher Ausschreibungen die Einhaltung dieser Kriterien belegt werden kann. Die spezifischen Kriterien und deren Ausmaß wird somit durch die vorherige Determinierung der Standards bestimmt. Alternativ können umfangreiche Bemessungen der Nachhaltigkeit anhand von Lebenszyklusanalysen genutzt werden. In diesem Fall werden ebenfalls Standards gesetzt und deren Einhaltung überprüft. Die Preise und Nachhaltigkeit der Angebote werden allerdings spezifisch anhand der entstehenden Kosten über den gesamten Lebenszyklus der nachgefragten Produkte und Dienstleistungen berechnet. Dadurch können externe Effekte eingepreist werden und die Kosten beinhalten neben der reinen Beschaffung auch Aspekte wie erbrachte Vorleistungen und die Entsorgung. Dies ermöglicht einen deutlich präziseren Vergleich der Nachhaltigkeit einzelner Angebote, es stellt allerdings auch einen signifikant höheren Aufwand für die öffentliche Verwaltung und die Unternehmen dar. Dazu benötigt es ebenso einen umfangreichen Datenbestand zu verschiedenen Herstellungsrouten einzelner Produkte. Die Umsetzung einer solchen Betrachtung und die Erfassung



der Daten variiert in ihrer Komplexität auch stark zwischen einzelnen Gütern. So ist die Erfassung von einzelnen Produktionsschritten bei der Stahlerzeugung deutlich einfacher als bei der Vielzahl von Zwischen-, Neben- und Endprodukten in der chemischen Industrie. Ein Praxisbeispiel für diesen Ansatz ist das Software Tool „DuboCalc“ aus den Niederlanden. Mithilfe dieses Tools und der zugrunde liegenden Datenbank bemisst das niederländische Infrastrukturministerium die Lebenszykluskosten einzelner Produkte und nutzt dies zur Bemessung der Nachhaltigkeit der eingereichten Angebote (OECD, 2016).

In jedem Fall benötigt die Umsetzung insbesondere auf regionaler Ebene zusätzliche koordinierende Unterstützung. So bietet es sich an, auf Landes-, Bundes- oder europäischer Ebene die nötige Unterstützung zur Verfügung zu stellen, um eine effiziente Ausführung auf kommunaler Ebene zu ermöglichen. Ein ähnliches Vorgehen gibt es in Schweden durch das Sustainable Public Procurement (SPP) Tool, das vor über zehn Jahren ins Leben gerufen wurde. Dies umfasst verschiedene Kriterien für unterschiedliche Produkte und Dienstleistungen, die jeweils für drei unterschiedliche Ambitionsstufen hinterlegt und öffentlich verfügbar sind. Diese Datenbank enthält allgemeine Informationen wie auch Hilfestellungen zur Verifizierung und Berechnungen zu Lebenszykluskosten einzelner Güter (OECD, 2015). Auch vom Umweltbundesamt (UBA) werden bereits Informationen und Tools zu Leitlinien für eine nachhaltige öffentlichen Beschaffung angeboten, beispielsweise zur Bestimmung von Lebenszykluskosten einzelner Geräte. Daneben wird eine Reihe von Best-Practice-Beispielen in Deutschland ausgewiesen. Eine derartige Plattform könnte weiter ausgebaut und zukünftig stärker als nationale Anlaufstelle für Informationen und Hilfsmittel zur Umsetzung auf regionaler Ebene dienen (UBA, 2021). Ebenso kann die im Oktober 2020 eingeführte Vergabestatistik bei der Umsetzung von GPP helfen und dessen Ausmaß genauer erfassen. Dort werden für alle Aufträge ab 25.000 Euro Informationen zur jeweiligen Kostenverteilung zwischen Bund, Ländern und Kommunen, zur Einbindung kleiner und mittlerer Unternehmen (KMUs) sowie zu angewandten Nachhaltigkeitskriterien elektronisch erfasst und an das statistische Bundesamt übermittelt (BfJ, 2016).

2.3 Umsetzungshindernisse

Insgesamt stellt GPP eine effektive Möglichkeit dar, öffentliche Investitionen für den Klimaschutz zu nutzen. Durch entsprechende Vorgaben können außerdem gezielt weitere Nachhaltigkeitskriterien abseits des CO₂-Ausstoßes adressiert werden. Gerade im Baubereich ist ein hohes Einsparpotenzial bei THG-Emissionen zu erwarten. Dies betrifft vor allem die Herstellung der benötigten Baustoffe. Zugrunde liegende Standards müssen allerdings regelmäßig aktualisiert werden, was zu langwierigen Verfahren führen kann. Ebenso ist ein weiterer Effekt durch einen Anstieg der privaten Nachfrage zwar zu erwarten, aber schwerlich zu bemessen. Die direkten Kosten in der öffentlichen Beschaffung können bei einigen Gütern durch klimafreundliche Vorgaben zumindest kurz- bis mittelfristig deutlich höher ausfallen. Durch den doppelten



Nutzen der öffentlichen Investition und bestehender Ausgabeposten kann auf diese Weise kosteneffiziente Klimapolitik betrieben und die gesellschaftliche Akzeptanz der Maßnahmen gestärkt werden. Der doppelte Nutzen der Ausgaben besteht darin, dass einerseits die benötigten Güter beschafft werden und andererseits die verwendeten Mittel zusätzlich zum Klimaschutz beitragen. Langfristig ist auch von einer Reduktion der zusätzlichen Kosten grüner Produkte auszugehen, wenn diese sich auf dem Markt etabliert haben. So sorgen Investitionen im Rahmen des GPP auch für eine günstigere nachhaltige Beschaffung in der Zukunft durch die Etablierung klimafreundlicher Güter.

Allerdings können neben höheren Beschaffungskosten auch bei der Verwaltung hohe Bedarfe an Ressourcen und Know-how anfallen, um ein Monitoring der Vorgaben zu ermöglichen. Die Definition effizienter Standards als auch die Zertifizierung und das Monitoring zu deren Einhaltung bedeuten einen hohen Verwaltungsaufwand sowohl für öffentliche Institutionen als auch für die Unternehmen. Dies betrifft vor allem die Umsetzung auf regionaler und kommunaler Ebene. Grundsätzlich bietet sich das GPP dabei als klimapolitische Maßnahme auch auf regionaler Ebene an, da ein großer Anteil der öffentlichen Beschaffung auf Landes- aber besonders auch auf kommunaler Ebene stattfindet (McKinsey, 2008). Um dies zu gewährleisten, braucht es allerdings eine Koordination und die Bereitstellung der nötigen Informationen und Ressourcen auf nationaler oder bestenfalls europäischer Ebene.

Abbildung 2-3: Vor- und Nachteile des Green Public Procurement

Bewertung des GPP anhand verschiedener Kriterien

	Kosten <ul style="list-style-type: none">+ "Doppelter Nutzen" öffentlicher Investitionen als Klimaschutzmaßnahme– Zusätzlicher Verwaltungsaufwand durch Umsetzung und Monitoring
	Umwelt <ul style="list-style-type: none">+ Signifikanter Klimaschutzeffekt durch die Nachfrage der öffentlichen Hand– Schwer messbarer Effekt auf die private Nachfrage
	Industrie <ul style="list-style-type: none">+ Garantie eines Absatzmarktes zum Aufbau einer nachhaltigen Produktion– Erheblicher Mehraufwand mit unterschiedlichen Möglichkeiten der Einpreisung
	Politik <ul style="list-style-type: none">+ GPP kann auf regionaler und kommunaler Ebene umgesetzt werden– Hoher Informations- und Koordinationsbedarf für ausführende Organe

Quelle: eigene Darstellung

Da der zusätzliche Verwaltungsaufwand ebenso bei den Unternehmen anfällt, ist zudem davon auszugehen, dass verschiedene Unternehmen über unterschiedliche Möglichkeiten verfügen, die Zusatzkosten für nachhaltige Produkte und Dienstleistungen in ihren Angeboten einzupreisen. Dies geschieht zum Beispiel dadurch, dass einige Unternehmen in verschiedenen Fertigungsstufen oder Aktivitätsbereichen tätig sind und sich die Investitionen in die technische Umstellung für mehrere Bereiche nutzen lässt. Ohnehin bedarf es eines transparenten Prozesses bei der Definition zugrunde liegender Kriterien als auch des Monitorings. Insgesamt stellt das Instrument allerdings durch das Angebot eines sicheren Absatzmarktes einen wichtigen Grundstein für die Etablierung nachhaltiger Güter.

Daneben muss bei der Anwendung des GPP auf die Wechselwirkung mit weiteren Förderinstrumenten geachtet werden. Um eine „Überförderung“ zu vermeiden, sollten man im Rahmen der öffentlichen Beschaffung nicht die Mehrkosten nachhaltiger Produkte finanzieren, die an anderer Stelle bereits über direkte Fördermittel kompensiert werden. Allerdings benötigen auch bereits geförderte Verfahren einen Absatzmarkt für die jeweiligen Endprodukte. Weiterhin fördert das GPP nicht nur die direkte Abnahme von Produkten, sondern wirkt durch die Vorbildfunktion und mögliche Qualitätssignale in mehrfacher Weise. Daher sollte bei der Kombination mit anderen Instrumenten einerseits eine potenzielle Überförderung bedacht werden. Grundsätzlich bietet sich GPP andererseits als komplementäres Förderinstrument an und kann insbesondere auf regionaler Ebene Handlungsoptionen schaffen.



3 Grüner Wasserstoff: Energieträger der Zukunft

3.1 Notwendigkeit indirekter Elektrifizierung

Damit Deutschland seine ambitionierten Klimaziele erreichen kann, werden in den kommenden Jahren sektorenübergreifend fossile Energieträger wie Öl und Gas vollständig durch erneuerbare Energieträger vornehmlich auf Basis von Wind und Sonne ersetzt werden müssen. Die aus technischer Sicht effizienteste Möglichkeit zur Defossilisierung stellt dabei der direkte Einsatz elektrischer Energie dar. Elektroautos, Wärmepumpen oder elektrische Wärme- und Dampferzeugung in der Industrie – wo möglich, sollte in Anbetracht begrenzter inländischer Potenziale für erneuerbare Energien zunächst eine Elektrifizierung von Prozessen und Technologien angestrebt werden, um so Verluste durch die weitere Umwandlung des Stroms weitestgehend zu vermeiden. In vielen Prozessen der energieintensiven Industrie, aber auch im Schwerlast-, Schiffs- oder Flugverkehr, werden allerdings auch zukünftig weiterhin molekulare Energieträger benötigt, da elektrische Antriebe beim heutigen Stand der Technik nicht die an sie gestellten Anforderungen (wie Reichweite, Betankungsdauer etc.) erfüllen. In diesen Bereichen kann die Substitution fossiler Energieträger durch den Einsatz von Wasserstoff sowie damit hergestellter synthetischer Kraftstoffe erfolgen. Damit lassen sich nicht nur zahlreiche Prozesse wie die Primärstahlerzeugung defossilisieren, bei der grüner Wasserstoff als Reduktionsmittel an Stelle von Koks Kohle eingesetzt werden kann, sondern es können auch die Vorteile molekularer Energieträger in Bezug auf Speicher- und Transportierbarkeit gegenüber Strom genutzt werden. So können synthetische Energieträger global dort erzeugt werden, wo optimale Standortbedingungen zur Gewinnung erneuerbarer Energie herrschen, um dann per Pipeline oder Schiffstransport zu den Verbrauchszentren in Deutschland transportiert zu werden.

Unter den synthetischen Energieträgern gilt Wasserstoff derzeit als vielversprechendster Vertreter. Wasserstoff ist dabei kein unbekannter Energieträger, denn bereits heute werden jährlich etwa 55 TWh fossil erzeugten Wasserstoffs mit Schwerpunkt in der Stahl- und Chemieindustrie eingesetzt. Dieser graue Wasserstoff unterscheidet sich durch die bei der Produktion entstehenden Treibhausgasemissionen erheblich von klimafreundlichem grünem Wasserstoff, der vor allem über die so genannte Wasser-Elektrolyse hergestellt werden wird, bei der Wassermoleküle unter Einsatz grünen Stroms in Wasserstoff und Sauerstoff aufgespalten werden. Einer Studie der Fraunhofer Institute ISI und ISE (2019) zufolge, wird die Wasserstoffnachfrage in Deutschland bis zum Jahr 2050 auf bis zu 800 TWh steigen.

Damit der heutige, fossile Wasserstoff in Zukunft sukzessive durch klimafreundlichen Wasserstoff ersetzt und gleichzeitig neue Anwendungsbereiche für Wasserstoff erschlossen werden können, bedarf es erheblicher Mengen des grünen Gases. Da es bisher keinen großskaligen Einsatz von grünem Wasserstoff gab, beschränkt sich die Erzeugungs- und Transportinfrastruktur ebenfalls auf wenige Pilot- und Demonstrationsanlagen. GPP bietet ein erhebliches Potential, um eine gesicherte Nachfrage nach klimafreundlichen Produkten auf Basis von Wasserstoff zu



schaffen und so erste Leitmärkte zu etablieren. Die für den Hochlauf einer Wasserstoffwirtschaft elementare Überwindung des Henne-Ei-Problems könnte so durch eine nachhaltige öffentliche Beschaffung beschleunigt werden. Im Folgenden werden mit den Sektoren Stahl und Chemie zwei besonders vielversprechende Anwendungsbereiche für grünen Wasserstoff näher vorgestellt, die auch im Hinblick auf die öffentliche Beschaffung im Bausektor eine zentrale Rolle einnehmen.

3.2 Zielsektoren für grünen Wasserstoff

3.2.1 Stahl

Im Jahr 2018 wurden in Deutschland rund 42 Millionen Tonnen Stahl produziert. Dabei erzielte die Branche einen Jahresumsatz von 44 Milliarden Euro und beschäftigte etwa 96.000 Personen (Destatis, 2020). Fast zwei Drittel der Stahlnachfrage in Deutschland entfielen auf den Bausektor (35 Prozent) und den Automobilbau (26 Prozent) (WV Stahl, 2020a). Bei der Stahlherstellung wird grundsätzlich zwischen Primär- und Sekundärstahlerzeugung unterschieden: während 70 Prozent der deutschen Produktion auf die Primärstahlerzeugung über die Hochofenroute und das so genannte Oxygenverfahren erfolgen, werden 30 Prozent im Rahmen der Sekundärstahlerzeugung aus Schrottstahl mittels Elektrostahlverfahren erzeugt (WV Stahl, 2020b). Bis zum Jahr 2050 könnte der Anteil der Sekundärstahlerzeugung laut einer Studie des Projekts *Hybrit* auf bis zu 50 Prozent steigen (Swedish Energy Agency et al., o. J.). Gleichzeitig wird Primärstahl weiterhin für besonders hochwertige Flachstahlprodukte (dena, 2018), aber auch aufgrund begrenzt verfügbarer Schrottstahlmengen erforderlich sein.

Während die Treibhausgasemissionen der strombasierten Sekundärstahlerzeugung mit steigendem Anteil erneuerbarer Energien im deutschen Strommix perspektivisch sinken werden, ist die Erzeugung von Primärstahl bisher weiterhin auf den Einsatz von fossilem Kohlenstoff zur Reduktion von Eisenerz angewiesen. Zwar konnten auch hier durch Effizienzsteigerungen in der Vergangenheit Emissionen gesenkt werden, um klimaneutralen Stahl zu erzeugen, bedarf es allerdings umfassenderer Anpassungen. Die Umstellung auf eine Direktreduktion (DRI) unter Einsatz von grünem Wasserstoff stellt eine Lösung dar, mit der die Emissionen pro Tonne Stahl um bis zu 97 Prozent reduziert werden können. Agora Energiewende (2019) schätzt, dass ein kommerzieller Einsatz ab dem Jahr 2025 möglich sein wird. Dabei wird zunächst von einem Einstieg mit Erdgas als Reduktionsmittel ausgegangen und einem stetig ansteigenden Wasserstoffanteil in den Folgejahren. Pro Tonne Rohstahl werden bei der Direktreduktion etwa 1,8 MWh Wasserstoff benötigt. Um die gesamte deutsche Primärstahlerzeugung klimafreundlicher zu gestalten, wären folglich knapp 54 TWh grüner Wasserstoff notwendig. Dies entspricht etwa der Hälfte des von der Bundesregierung in der Nationalen Wasserstoffstrategie prognostizierten Wasserstoffbedarfs im Jahr 2030.



3.2.2 Chemie

Die chemische Industrie¹ gehört mit einem Jahresumsatz von 149 Milliarden Euro (2018) zu den umsatzstärksten Branchen in Deutschland. Etwa 343.000 Beschäftigte arbeiteten 2018 in der Branche, die im selben Jahr für 42,4 Millionen Tonnen CO₂² verantwortlich war (VCI, 2020). Fast zwei Drittel des Gesamtumsatzes werden im Bereich der chemischen Grundstoffe erwirtschaftet. Zu den meistverkauften Produkten der chemischen Grundstoffindustrie zählen unter anderem Ammoniak, Methanol sowie die so genannten High-Value-Chemicals (HVC), die als Ausgangsstoff in der Kunststoffproduktion eingesetzt werden. Deren Erzeugung basiert zurzeit noch auf besonders treibhausgasintensiven Verfahren. In der Herstellung von Ammoniak und Methanol wird bereits heute fossiler Wasserstoff auf Basis von Erdgas eingesetzt. Dadurch entstehen große Mengen THG. Eine klimafreundliche Alternative stellt die Substitution durch grünen Wasserstoff dar, welcher durch die Wasserelektrolyse oder aus Dampfreformierung von Biomethan erzeugt werden kann. Eine andere Möglichkeit zur Reduzierung der Emissionen ist die Abscheidung und Speicherung des bei der fossilen Erzeugung anfallenden CO₂, das so genannte Carbon Capture and Storage (CCS). Aus Akzeptanzproblemen spielt diese Technologie in Deutschland allerdings bisher noch keine Rolle und es ist ungewiss, inwieweit zukünftig nennenswerte Kapazitäten zur Verfügung stehen werden.

High Value Chemicals, die als Ausgangsstoff zur Kunststoffproduktion dienen, können grundsätzlich in zwei Gruppen unterteilt werden: Olefine, zu denen zum Beispiel Ethylen und Propylen gehören, sowie die Aromaten Benzol, Toluol und Xylol (BTX). Die Herstellung dieser HVC erfolgt über die Spaltung langkettiger Kohlenwasserstoffe, meist wird dazu Naphtha als Ausgangsmaterial (Feedstock) verwendet, welches in Dampfspaltern (Steamcrackern) in kürzere Kohlenwasserstoffe aufgebrochen wird. Im nächsten Schritt, der Polymerisation, werden die HVC unter Zuführung von Dampf und thermischer Energie zu den verschiedenen Kunststoffsorten verarbeitet. Bei der Herstellung und anschließenden, energetischen End-of-Life-Verwertung (Verbrennung), entstehen im gesamten Prozess etwa 4,5 tCO₂/t_{HVC} (Agora Energiewende/Wuppertal Institut, 2019). Zur klimaneutralen Herstellung von Kunststoffen können HVC allerdings auch über alternative Verfahren auf Basis von synthetischem Methanol erzeugt werden. Methanol, einer der weltweit meistgenutzten Ausgangsstoffe in der Chemieindustrie, wird heutzutage fast ausschließlich über Erdgas erzeugt und verursacht dabei große Mengen CO₂. Wird Methanol allerdings auf Basis von grünem Wasserstoff erzeugt, können Treibhausgasemissionen fast vollständig vermieden werden. Ebenso wird hier das zugeführte CO₂ in den Produkten gebunden, das zuvor in anderen Industrieprozessen abgeschieden oder aus biogenen Kohlenstoffquellen gewonnen werden kann und zur Erzeugung des synthetischen Methans benötigt wird. Über das Methanol-to-Olefine (MTO) und Methanol-to-Aromatics (MTA)-Verfahren, können in der Folge

¹ Chemische Industrie ohne Pharma.

² Energiebedingte Emissionen ohne Prozessemissionen.



dann aus grünem Methanol CO₂-frei Kunststoffe hergestellt werden. Analog zur Herstellung von grünem Stahl befinden sich auch MTO/MTA in einem fortgeschrittenem technischen Entwicklungsstadium, so dass mit einem großtechnischen Einsatz ab dem Jahr 2025 gerechnet werden kann. Weitere Möglichkeiten zur CO₂-Reduktion sind auch hier der Einsatz von CCS, aber auch die Nutzung langkettiger Kohlenwasserstoffe biogenen Ursprungs.

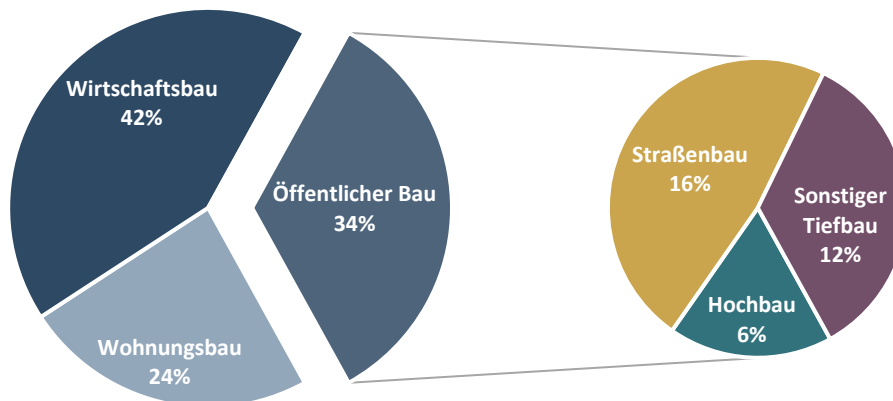
4 Emissionsvermeidungspotenziale durch GPP im Bausektor

4.1 Methodik

Die im vorherigen Kapitel dargestellten Branchenportraits für Stahl und Chemie zeigen, dass in beiden Sektoren bereits klimafreundliche Produktionsprozesse existieren. In beiden Fällen ermöglicht der Einsatz von grünem Wasserstoff die Herstellung nahezu CO₂-freier Grundstoffe. Derzeit verhindern aber noch hohe Kosten und fehlende Abnahmegarantien einen schnellen Technologiewechsel. Durch eine nachhaltige öffentliche Beschaffung können staatliche Akteure erste Leitmärkte für grünen Stahl und Kunststoff schaffen und so zu einer Kostenreduktion durch Skalen- und Lerneffekte beitragen, wodurch die klimafreundlichen Produkte auch für private Unternehmen zunehmend interessanter werden. Eine Schlüsselrolle spielt dabei der öffentliche Bau, der mit einem Anteil von 34 Prozent am Gesamtumsatz des Bauhauptgewerbes im Jahr 2018 zu den Hauptabnehmern von Stahl und Kunststoffen gehört. So entfallen knapp 35 Prozent der Stahlnachfrage und gut 25 Prozent der Kunststoffnachfrage auf den Bausektor (WV Stahl, 2020a).

Abbildung 4-1: Umsätze im Bausektor 2018

Öffentlicher Bau nach Untergruppen



Quelle: Hauptverband der deutschen Bauindustrie 2019

Anhand der durch den öffentlichen Bau nachgefragten Stahl- und Kunststoffmengen werden im Folgenden die CO₂-Einsparpotenziale durch die Einführung einer verbindlichen Quote auf klimafreundliche Grundstoffe ermittelt. Neben der CO₂-Einsparung können dabei auch die Mehrkosten und die entstehende Wasserstoffnachfrage abgeleitet werden. Die Quote wird hier für beide Produkte aufgrund der erwarteten technischen Entwicklung erst ab dem Jahr 2025 eingeführt und bis zum Jahr 2030 fortgeführt. Von einer Modellierung für spätere Zeiträume wird aufgrund der Unsicherheiten bezüglich der zukünftigen Kostenentwicklungen abgesehen. Um eine möglichst hohe Vergleichbarkeit der Auswirkungen in den beiden Sektoren zu ermöglichen, wird in beiden Fällen eine Quote in gleicher Höhe angenommen. Zum Zwecke der Potenzialbemessung

wird von einer verpflichtenden Quote ausgegangen. Wie die vorherigen Abschnitte zeigen, gibt es allerdings eine Vielzahl an Ausgestaltungsmöglichkeiten des GPP, die in der Praxis Anwendung finden können. Dabei wird von einem Anstieg der Quote von 5 Prozent (2025) auf 30 Prozent im Jahr 2030 ausgegangen. Technologiespezifisch gilt des Weiteren:

- **Stahlproduktion:** Die Direktreduktion kann sowohl unter Einsatz von Wasserstoff als auch mittels Erdgas erfolgen. Da in den Anfangsjahren von einem geringem Angebot an grünem Wasserstoff ausgegangen werden muss, wird eine ansteigende Beimischung grünen Wasserstoffs berücksichtigt, wobei im Jahr 2030 ein Zielwert von 50 Prozent an der Produktion per DRI erreicht werden soll.
- **Kunststoffproduktion:** Der Großteil der im Bausektor verwendeten Kunststoffe gehört zur Gruppe der PVC-Kunststoffe, gefolgt von Polyethylen und Polyurethanen. Zur klimafreundlichen Herstellung dieser Kunststoffe über die High-Value-Chemicals wird für die folgende Berechnung das auf grünem Methanol basierende Verfahren MTO (siehe Kapitel 4.2.2) vorgesehen. Auf die genaue Methodik wird in Kapitel 8 eingegangen.

4.2 Ergebnisse

4.2.1 Stahlproduktion per Direktreduktion mit Wasserstoff

Die nachfolgende Abbildung 4-2 verdeutlicht, wie sich verschiedene Quoten auf grünen Stahl ab dem Jahr 2025 auf die vermiedenen CO₂-Emissionen, die entstehenden Mehrkosten und die resultierende Wasserstoffnachfrage auswirken würde. Dabei gibt die angenommene Quote vor, welchen Anteil des nachgefragten Stahls in öffentlichen Bauprojekten per DRI-Verfahren erzeugt werden muss. Die jährliche Höhe der Quote ist in Tabelle 4-1 aufgeführt, dabei wird mit einem steigenden Anteil von Wasserstoff in den Direktreduktionsanlagen gerechnet, der von 10 Prozent im Jahr 2025 auf 50 Prozent im Jahr 2030 ansteigt.

Tabelle 4-1: Entwicklung einer Quote für grünen Stahl im öffentlichen Bau

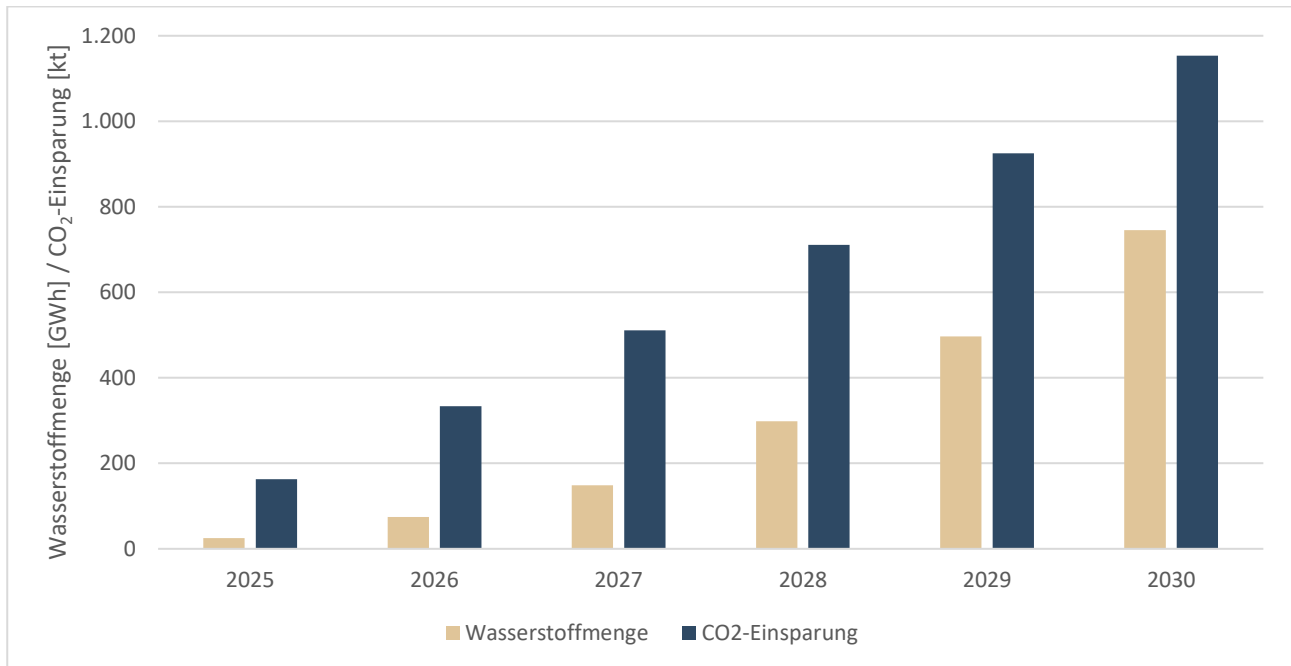
Höhe der Quote von 2025 bis 2030 in Prozent

Jahr	2025	2026	2027	2028	2029	2030
Verhältnis H ₂ /Erdgas	10/90	15/85	20/80	30/70	40/60	50/50
Quote in Prozent	5	10	15	20	25	30

Quelle: eigene Annahmen

Abbildung 4-2: Klimaschutzeffekt einer GPP-Quote für grünen Stahl

Entstehender Wasserstoffbedarf und CO₂-Einsparungen



Quelle: eigene Rechnung, Annahmen: Wasserstoffbedarf H₂-DRI 1,8 MWh/t_{Rohstahl}. CO₂-Einsparung: 97% (H₂-DRI), 66% (Erdgas-DRI).

Wie Abbildung 4-2 verdeutlicht, kann durch die Einführung einer Quote in Höhe von 5 Prozent im Jahr 2025 bereits eine CO₂-Einsparung von mehr als 150.000 Tonnen erzielt werden. Unter der Annahme, dass Erdgas mit einem Anteil von 90 Prozent zunächst der dominierende Energieträger in den DRI-Anlagen ist, beläuft sich die benötigte Menge grünen Wasserstoffs auf etwa 25 GWh. Um diesen Wasserstoffbedarf zu decken, reicht bereits ein Elektrolyseur mit einer Kapazität von 10 MW aus³, eine Größenordnung, die schon heute realisierbar ist. Die Mehrkosten für den Bezug klimaneutralen Stahls würden die öffentliche Hand mit 18 Millionen Euro belasten.

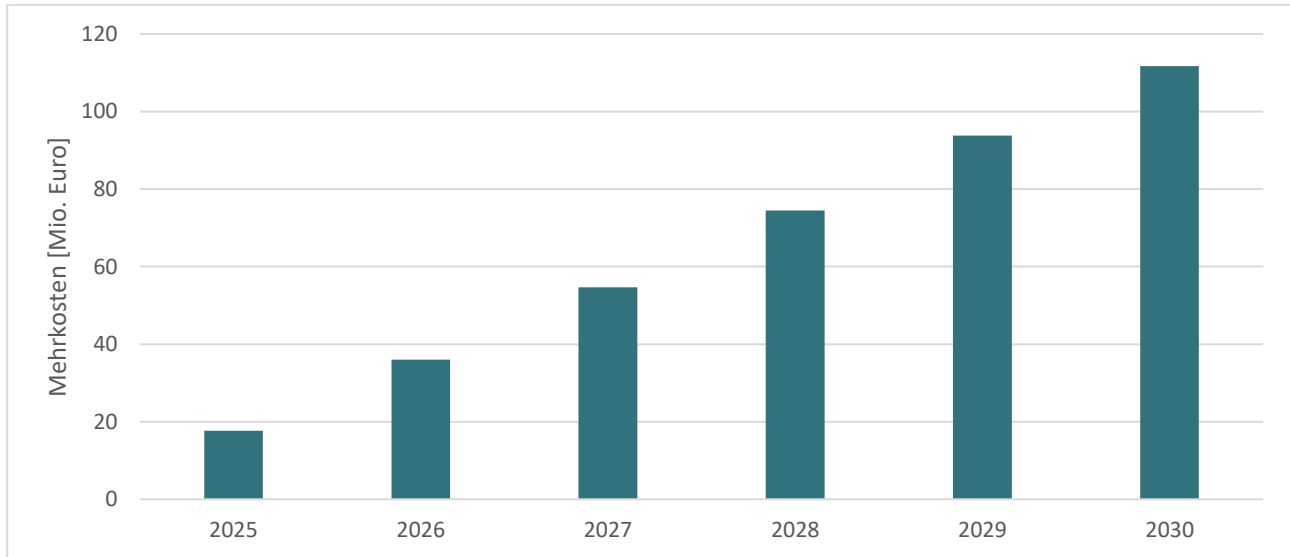
Im Zeitraum bis 2030 steigt der Wasserstoffanteil in den DRI-Anlagen auf 50 Prozent und die Quote auf grünen Stahl auf 30 Prozent an. Dadurch erhöht sich auch die öffentliche Nachfrage nach grünem Stahl auf circa 800.000 t, dies entspricht etwa 2 Prozent der heutigen deutschen Stahlproduktion und einer CO₂-Einsparung von fast 1,2 Millionen Tonnen. Dafür sind gemäß der Berechnungen etwa 0,7 TWh grüner Wasserstoff notwendig, was im Vergleich zum von der Nationalen Wasserstoffstrategie prognostizierten Bedarf von 90 bis 110 TWh im Jahr 2030 vernachlässigbar erscheint (BMW, 2020). Die benötigte Elektrolysekapazität von 250 MW entspricht 5 Prozent der laut NWS bis 2030 insgesamt vorgesehenen Erzeugungskapazitäten in Deutschland. Die verpflichtende Quote von 30 Prozent belastet die öffentliche Hand dabei mit Mehrkosten von 112 Euro Millionen, die sich durch die derzeit noch deutlichen Mehrkosten von

³ Unter der Annahme von 4.000 Volllaststunden und einem Elektrolysewirkungsgrad von 70 Prozent.

grünem Stahl gegenüber fossilem Stahl von etwa 40 bis 50 Prozent ergeben, siehe Abbildung 4-3. Zusammen mit der eingesparten CO₂-Menge ergibt sich so ein Vermeidungspreis von 108 (2025) beziehungsweise 97 Euro/tCO₂ (2030), der die erwartete Kostenreduktion bei der Produktion grünen Stahls widerspiegelt.

Abbildung 4-3: Entstehende Kosten einer GPP-Quote für grünen Stahl

Mehrkosten durch klimafreundliche Produktion



Quelle: eigene Rechnung, Annahmen: Mehrkosten 200 Euro (2025) – 150 Euro (2030) /t_{Rohstahl} (H₂-DRI), 120 Euro/t_{Rohstahl} Erdgas-DRI).

Die abgebildeten Quoten berücksichtigen einen Wasserstoffanteil an den DRI-Anlagen, der bis zum Jahr 2030 auf 50 Prozent ansteigt. Bei einer angenommenen deutlich höheren Verfügbarkeit von grünem Wasserstoff und einer vollständigen Umstellung der DRI-Stahlerzeugung auf Wasserstoff, können im Jahr 2030 sogar 1,4 Millionen Tonnen CO₂ eingespart werden. Analog dazu stiege der Wasserstoffbedarf auf fast 1,5 TWh, wodurch die sich die benötigte Elektrolysekapazität auf 500 MW verdoppeln würde und bereits 10 Prozent der insgesamt bis 2030 geplanten Anlagen in Deutschland in Anspruch nehmen würde. Durch die erwarteten höheren Kosten von grünem Wasserstoff gegenüber Erdgas steigen die Mehrkosten der öffentlichen Hand im Jahr 2030 um knapp 10 Prozent auf 124 Millionen Euro.

4.2.2 Kunststoffproduktion mit Wasserstoff (Methanol-to-Olefine)

Neben Stahl werden im öffentlichen Bau auch große Mengen Kunststoffe verbaut. Der Großteil der im Bausektor verwendeten Kunststoffe gehört dabei zur Gruppe der PVC-Kunststoffe, gefolgt von Polyethylen und Polyurethanen. Häufige Anwendungen dieser Produkte finden sich beispielsweise in Rohren oder Fenstern. Wie sich die Einführung einer Quote auf grüne Kunststoffe im öffentlichen Bau auf die CO₂-Emissionen, Mehrkosten und Wasserstoffnachfrage auswirken würde, zeigen die beiden folgenden Abbildungen. Ausgehend von einer niedrigen Quote im Jahr 2025 von 5 Prozent steigt die Verpflichtung zur Beschaffung klimafreundlichen Kunststoffs auf 30 Prozent im Jahr 2030 an.

Tabelle 4-2: Entwicklung einer Quote für grünen Kunststoff im öffentlichen Bau

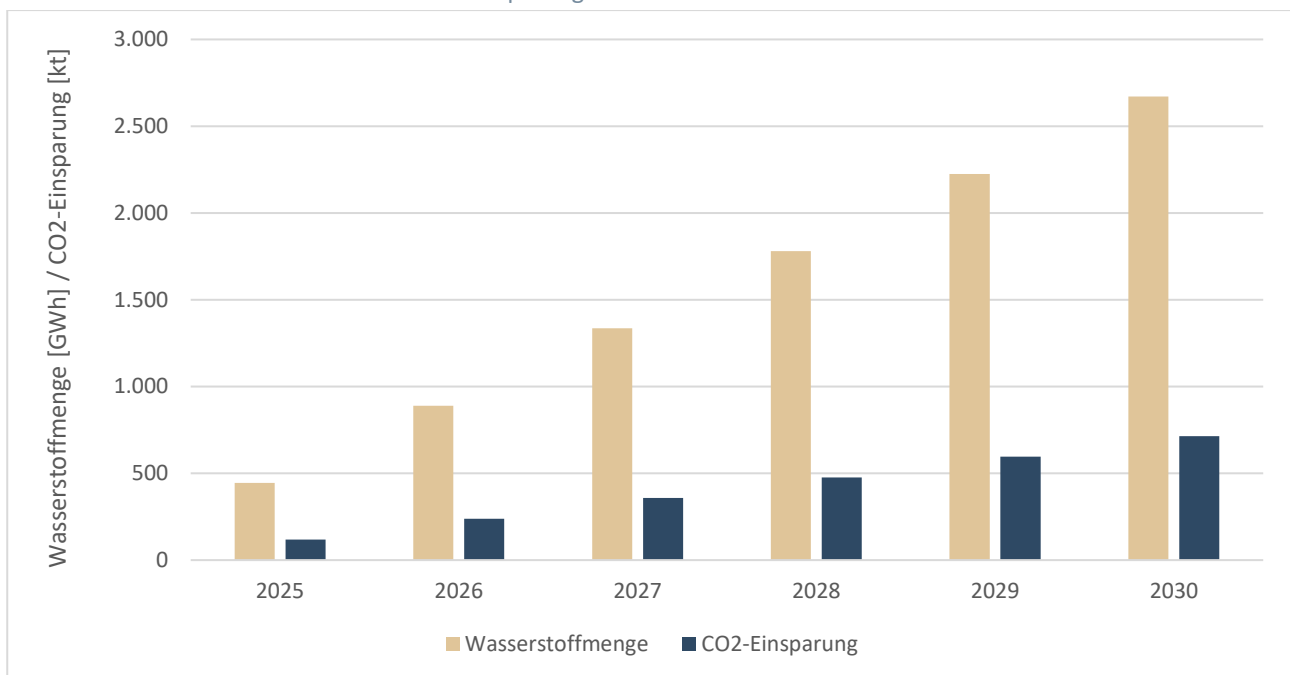
Höhe der Quote von 2025 bis 2030 in Prozent

Jahr	2025	2026	2027	2028	2029	2030
Quote in Prozent	5	10	15	20	25	30

Quelle: eigene Annahmen

Abbildung 4-4: Klimaschutzeffekt einer GPP-Quote für grünen Kunststoff

Entstehender Wasserstoffbedarf und CO₂-Einsparungen



Quelle: eigene Rechnung, Annahmen: Wasserstoffbedarf MTO 16,8 MWh/t_{olefin}. CO₂-Einsparung: 100 Prozent

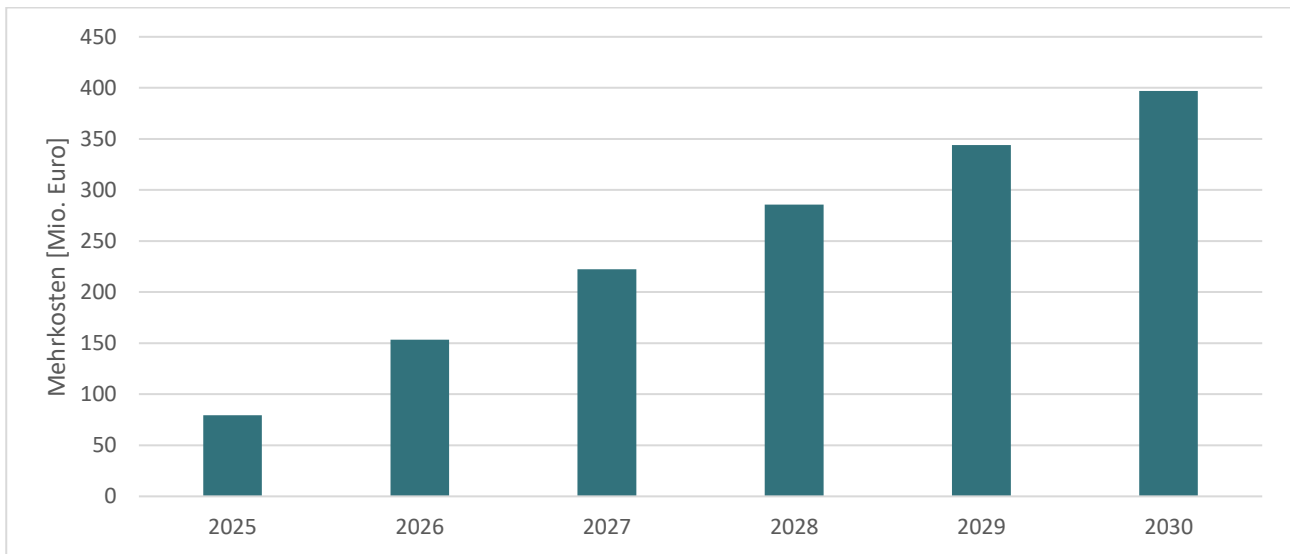
Durch die Einführung einer angenommenen Quote in Höhe von 5 Prozent im Jahr 2025, ergibt sich ein verlässlicher Absatzmarkt für 25.000 Tonnen grüne Kunststoffe (0,22 Prozent des gesamten Kunststoffverbrauchs 2019) und eine CO₂-Einsparung von etwa 120.000 Tonnen. Die Einsparungen liegen damit knapp unter den Ergebnissen einer vergleichbaren Quote auf grünen Stahl. Durch den hohen Wasserstoffbedarf des Herstellungsverfahrens, würden bereits im Startjahr der Quote fast 500 GWh Wasserstoff benötigt. Um diesen Bedarf zu decken, wären Elektrolyseure mit einer Kapazität von 180 MW erforderlich⁴, was einem Großteil der derzeit in Planung befindlichen Anlagen mit Fertigstellung im Jahr 2025 entspräche (IEA, 2020). Die Mehrkosten für die Beschaffung klimaneutralen Kunststoffs würden die öffentliche Hand mit zusätzlichen 80 Millionen Euro im Vergleich zu konventionellen Produkten belasten. Durch den Anstieg der Quote auf grünen Kunststoff auf 30 Prozent im Jahr 2030, steigt auch die öffentliche Nachfrage auf circa 160.000 Tonnen. Dies entspricht etwa 1,3 Prozent des deutschen Kunststoffverbrauchs und einer CO₂-Einsparung von fast 1,2 Millionen Tonnen. Die dafür benötigten 2,7 TWh grüner Wasserstoff entsprechen 2,5 – 3 Prozent des prognostizierten deutschen Bedarfs im Jahr

⁴ Unter der Annahme von 4.000 Vollaststunden und einem Elektrolysewirkungsgrad von 70 Prozent.

2030 und einer Elektrolysekapazität von 1 GW. Die Mehrkosten der 30-prozentigen Quote von etwa 400 Millionen Euro resultieren in einem CO₂-Vermeidungspreis von 550 Euro/tCO₂ und liegen knapp 100 Euro pro Tonne unter dem Vermeidungspreis im Jahr 2025, wodurch der angenommene Kostenrückgang durch Skalen- und Lerneffekte in den ersten Jahren ersichtlich wird.

Abbildung 4-5: Entstehende Kosten einer GPP-Quote für grünen Kunststoff

Mehrkosten durch klimafreundliche Produktion



Quelle: eigene Rechnung, Annahmen: Mehrkosten 3.000 Euro (2025) – 2.500 Euro (2030) pro t_{olefin}

Die unterschiedlichen Wasserstoffbedarfe und Mehrkosten der klimaneutralen Herstellungsverfahren von grünem Stahl und Kunststoff schlagen sich auch in den vorangegangenen Berechnungen nieder. So werden für die Produktion von grünem Kunststoff deutlich größere Mengen klimaneutralen Wasserstoffs benötigt. Im Hinblick auf die zunächst begrenzte Verfügbarkeit von grünem Wasserstoff, sollte dies bei der Ausgestaltung einer Quote berücksichtigt werden.

4.2.3 Exkurs: Klimafreundlicher Zement

Als Bindemittel ist Zement der wichtigste Bestandteil der Betonherstellung und eine der meistgenutzten Baustoffe weltweit. Insgesamt lag der Zementverbrauch in Deutschland im Jahr 2018 bei knapp 29 Millionen Tonnen, die CO₂-Emissionen der Herstellung mineralischer Produkte, zu der auch Kalk und Gips zählen, belief sich im gleichen Jahr auf 19,5 Millionen Tonnen CO₂ und damit knapp 10 Prozent der gesamten Industrieemissionen in Deutschland (VDZ, 2020). Bei der Herstellung einer Tonne Zement fallen etwa 0,6 Tonnen CO₂ an. Zwei Drittel dieser Emissionen resultieren dabei nicht aus dem Brennstoffeinsatz, sondern lösen sich im Prozess aus dem verarbeiteten Kalkstein. Diese, zum heutigen Stand der Technik unvermeidbaren Prozessmissionen, können im Gegensatz zur im Vorlauf beschriebenen Stahl- und Kunststoffproduktion nicht durch den Einsatz von grünem Wasserstoff vermieden werden, weshalb die Zementproduktion lediglich im Rahmen dieses kurzen Exkurses beschrieben werden soll. Um auch in der Zementherstellung langfristig CO₂-freie Grundstoffe herstellen zu können, werden die entstehenden Emissionen zukünftig abgeschieden und entweder gespeichert oder einer im Sinne der Kreislaufwirtschaft anderweitigen Nutzung zugeführt werden müssen. Durch die auch als Carbon Capture and Storage (CCS) bzw. Carbon Capture and Usage (CCU) bezeichneten Technologien, kann ein Großteil (ca. 95 Prozent) der Emissionen der Zementherstellung abgefangen werden. Die weitere Erforschung und der kommerzielle Betrieb dieser Anlagen scheiterten in Deutschland bisher vor allem an fehlender Akzeptanz. Andere Länder, wie Großbritannien und Norwegen, sind bereits deutlich weiter und arbeiten an einer großskaligen Realisierung von CCS, bei der abgeschiedenes CO₂ unterhalb der Nordsee gespeichert werden soll. Mit der Inbetriebnahme ist Mitte der 2020er Jahre zu rechnen (equinor, 2021).



5 Erkenntnisse und Handlungsempfehlungen

5.1 Ergebnisse der Berechnung

In den vorherigen Kapiteln konnten die Auswirkungen verpflichtender Quoten auf grünen Stahl und Kunststoff im öffentlichen Bausektor auf die entstehende Wasserstoffnachfrage, die eingesparten CO₂-Emissionen sowie die damit verbundenen Mehrkosten untersucht werden. So zeigt sich, dass mit der Umsetzung einer 30-prozentigen Quote auf grünen Kunststoff und Stahl, in Summe eine CO₂-Einsparung in der Größenordnung der jährlichen Emissionen des nationalen Flugverkehrs von fast 2 Millionen Tonnen erzielt werden kann. Zusätzliche positive Effekte ergeben sich durch die indirekte Wirkung der öffentlichen Nachfrage auf den privaten Sektor, die Etablierung klimafreundlicher Prozesse aufseiten der Anbieter der betrachteten Güter und die langfristige Kostensenkung dieser Prozesse.

Auch wenn für beide Produkte signifikante Einsparungen erreicht werden können, ergeben sich aufgrund der unterschiedlichen spezifischen Wasserstoffbedarfe und Mehrkosten von grünem Stahl und Kunststoff doch signifikante Unterschiede. So werden für die Realisierung der Quote auf grünen Kunststoff deutlich größere Mengen Wasserstoff benötigt (2,7 TWh), als bei Stahl (0,7 TWh). Im Hinblick auf die zunächst begrenzte Verfügbarkeit von grünem Wasserstoff in den kommenden Jahren, sollte dies bei der Ausgestaltung einer Quote berücksichtigt werden. Laut Plänen der Nationalen Wasserstoffstrategie, sollen im Jahr 2030 14 TWh grüner Wasserstoff in Deutschland erzeugt werden. Der ermittelte Gesamtbedarf einer 30-prozentigen Quote für grünen Stahl und Kunststoff von 3,4 TWh, würde demnach knapp ein Viertel dieses Bedarfs beanspruchen. Da die Bundesregierung den Einsatz von Wasserstoff auch in weiteren Sektoren und Branchen plant, müssen die berechneten Mengen als ambitioniert bezeichnet werden. Ein rascher Aufbau an Wasserstofferzeugungskapazitäten ist in jedem Fall unerlässlich, gleichzeitig muss auch der Import von grünem Wasserstoff aus besonders wind- und sonnenreichen Regionen der Welt forciert werden. Grundlage hierfür ist ein transparentes und kohärentes Nachweis- und Anrechenbarkeitssystem, mit dem die Klimafreundlichkeit von Wasserstoff nachgewiesen werden kann. Bisher fehlt ein solcher Regulierungsrahmen.

Auch wenn eine ausreichende Wasserstoffversorgung frühzeitig gewährleistet werden kann, liegt ein möglicher Flaschenhals bei der Umsetzung des GPP auf grünen Stahl und Kunststoff im zeitnahen Aufbau geeigneter Produktionsanlagen. Durch die hohen Investitionssummen und langen Investitionszyklen, bedarf es schneller Entscheidungen auf Basis geeigneter politischer Rahmenbedingungen, um bereits im Jahr 2025 erste Abnehmer bedienen zu können. Neben gesicherten Absatzmärkten durch eine nachhaltige öffentliche Beschaffung müssen dazu auch die erhöhten Investitions- und Betriebskosten der klimafreundlichen Produktionsstätten adressiert werden. Als geeignetes Instrument können in diesem Zusammenhang beispielsweise Differenzverträge (CCfD) zum Einsatz kommen, mit denen ein Ausgleich zwischen tatsächlichem CO₂-Preis und den Vermeidungskosten grüner Technologien angestrebt wird.



5.2 Handlungsempfehlungen

Neben der Anwendung des GPP für Stahl und Kunststoff im öffentlichen Bausektor, konnte anhand der in dieser Studie betrachteten internationalen Beispiele gezeigt werden, dass GPP auch bei anderen Technologien und Sektoren deutliche THG-Minderungen ermöglichen kann. Losgelöst von dem betrachteten Beispiel der Wasserstoffanwendung in der Grundstoffindustrie sollte das GPP daher technologieoffen gestaltet werden, um eine Bandbreite an klimafreundlichen Technologien zu berücksichtigen und frühzeitige Lock-In-Effekte zu vermeiden. Auf diese Weise werden eine umfangreiche Anwendung und der Wettbewerb zwischen verschiedenen Technologien und Prozessen ermöglicht. So sollten unter anderem auch Aspekte der Kreislaufwirtschaft berücksichtigt werden, um neben klimafreundlichen auch ressourcenschonende Prozesse zu fördern. Dies gilt beispielsweise auch für die Grundstoffe im Bausektor, bei denen sich andere Prozesse als die Anwendung von Wasserstoff zur Dekarbonisierung anbieten. So kann Recycling oder die Verwendung von geringeren Klinkeranteilen bei Zement gefördert werden, um auch hierdurch die Klimabilanz zu verbessern.

Darüber hinaus kann es in einigen Fällen auch sinnvoll sein, spezifische Technologien zu fördern. Auf diese Weise werden gezielt die Verfahren gefördert, deren Anwendung mittel- bis langfristig aller Voraussicht nach erforderlich sein wird. So ist beispielsweise Sekundärstahl, der deutlich geringere CO₂-Emissionen verursacht als Primärstahl, bereits im Markt etabliert. Dagegen besteht ein größerer Handlungsbedarf, Absatzmärkte für grünen Primärstahl zu generieren, welcher nur mit Hilfe umfangreicher Investitionen bereitgestellt werden kann. Durch die Förderung spezifischer Technologien können zudem Erfahrungen generiert werden, wie das Beispiel des Recycling-Zements in Berlin zeigt.

Die größten Hindernisse bei der Umsetzung des GPP sind in dem Aufwand für die öffentlichen Einrichtungen, aber auch für die Unternehmen zu sehen. Gerade auf regionaler und kommunaler Ebene verfügen die zuständigen Verwaltungen oft nicht über ausreichende Ressourcen, um umfassende Bewertungen anhand von Nachhaltigkeitskriterien zu definieren und zu kontrollieren. Deshalb erfordert die Umsetzung auf lokaler Ebene einer Unterstützung auf Landes-, Bundes- oder auch europäischer Ebene. Dazu bieten sich Informationsangebote und zentrale Leitlinien für die Umsetzung des GPP als auch eine direkte finanzielle Förderung an. Ebenso bedarf es einer zentralen eindeutigen Ausweisung von Nachhaltigkeitsaspekten einzelner Produkte, beispielsweise des CO₂-Abdrucks. Dies kann durch eine einheitliche Zertifizierung und den Einsatz von Labels geschehen. Letztere machen die nachhaltigen und klimafreundlichen Eigenschaften der Produkte klar erkennbar und können auch von privaten Kunden eindeutig zugeordnet werden. Für eine einheitliche Auszeichnung des CO₂-Abdrucks einzelner Güter und Prozessrouten kann auch eine Datenbank mit Lebenszyklusdaten der einzelnen Produkte zugrunde gelegt werden. Der damit verbundene Aufwand und Informationsbedarf hängen allerdings von den jeweiligen Produkten ab. So ist eine Ermittlung des tatsächlichen CO₂-Abdrucks bei einer



Tonne Primärstahl eher möglich als bei dem deutlich umfangreicheren und komplexeren Produktportfolio der chemischen Industrie. Bei der Ausgestaltung und Festsetzung der jeweiligen Kriterien muss daher der Verwaltungsaufwand für die ausführenden Institutionen und die geplante Unterstützung durch höhere Ebenen berücksichtigt werden. Bestehende Informationsangebote des Umweltbundesamtes könnten hier noch weiter ausgebaut werden, um regionalen Akteuren die notwendigen Hilfsmittel zur Verfügung stellen zu können (UBA 2021).

Zukünftig müssen die bestehenden Ansätze erweitert und in der kommenden Legislatur Richtlinien für ein effektives GPP im Rahmen der Klimaschutzpolitik erarbeitet werden. Umfassende zentrale Informationsangebote und Vorgaben können auch als Vorbild für die Vermarktung und perspektivische Zertifizierung klimafreundlicher Güter im privaten Sektor dienen. Dazu gilt es einerseits, elementare Technologien einer zukünftig klimaneutralen Industrie zu identifizieren, aber auch eine Bandbreite an technischen Lösungen zu fördern, um den Wettbewerb vielversprechender Technologien zu ermöglichen.

Anhang

Methodik und Annahmen zur Berechnung der Vermeidungspotenziale

Stahlproduktion

1. Ermittlung des Stahlbedarfs des öffentlichen Bausektors

Annäherung über Stahlbedarf des gesamten Bausektors und Anteil des öffentlichen Baus am gesamten Bausektor.

mit der Annahme $\frac{\text{Stahlbedarf}_{\text{Bausektor}}}{\text{Stahlbedarf}_{\text{öffentlicher Bau}}} = \frac{\text{Umsatz}_{\text{Bausektor}}}{\text{Umsatz}_{\text{öffentlicher Bau}}}$

und

$\text{Stahlnachfrage}_{\text{öffentlicher Bau}} = \text{Stahlnachfrage}_{\text{Deutschland,gesamt}}$

$\cdot \text{Anteil}_{\text{Stahlbedarf, Bausektor}} \cdot \text{Anteil}_{\text{öffentlicher Bau an Gesamtbau}}$

kann die gewünschte Menge klimaneutralen Stahls in Abhängigkeit der gewünschten Quote angegeben werden:

$\text{Grünstahlmenge} = \text{Stahlnachfrage}_{\text{öffentlicher Bau}} \cdot \text{Quote}(x)$.

2. Berechnung der CO₂-Einsparung

Durch die Umstellung der Primärstahlerzeugung auf Direktreduktion mit Wasserstoff können CO₂-Einsparungen von bis zu 97 Prozent erzielt werden (Agora Energiewende und Wuppertal Institut 2019). Unter Berücksichtigung der derzeit noch geringen Verfügbarkeit grünen Wasserstoffs ist allerdings nicht damit zu rechnen, dass Direktreduktionsanlagen ab dem Jahr 2025 bereits vollständig mit grünem Wasserstoff versorgt werden können. Daher wird im Folgenden angenommen, dass zunächst nur eine Beimischung des grünen Wasserstoffs ($\text{Anteil}_{\text{DRI,H}_2}$) erfolgt und der Großteil der Reduktion durch Erdgas erfolgt ($\text{Anteil}_{\text{DRI,Erdgas}}$). Dieses kann ebenfalls in den DRI-Anlagen zum Einsatz kommen und bereits für eine Reduzierung der Emissionen von bis zu 66 Prozent sorgen (Agora Energiewende und Wuppertal Institut 2019). Im späteren Verlauf wird eine höhere Verfügbarkeit von grünem Wasserstoff erwartet, wodurch der Erdgasanteil schrittweise gesenkt werden kann.

$\text{Emissionseinsparung} = \text{Grünstahlmenge} \cdot [\text{Anteil}_{\text{DRI,H}_2} \cdot (\text{Emissionen}_{\text{Primärstahlerzeugung}} - \text{Emissionen}_{\text{DRI,H}_2}) + \text{Anteil}_{\text{DRI,Erdgas}} \cdot (\text{Emissionen}_{\text{Primärstahlerzeugung}} - \text{Emissionen}_{\text{DRI,Erdgas}})]$.

3. Berechnung der benötigten Wasserstoffmenge

Durch das in Kapitel 4.2.1 beschriebene Verfahren der Wasserstoffdirektreduktion ergibt sich ein verfahrensspezifischer Wasserstoffbedarf von 1,8 MWh/t_{Rohstahl} (eigene Annahme). Daraus folgt der Gesamtbedarf in Abhängigkeit des erzielten Anteils an Wasserstoff (gegenüber Erdgas).

$$\begin{aligned} \text{Wasserstoffbedarf} \\ = \text{Grünstahlmenge} * \text{Anteil}_{DRI,H_2} * \text{Wasserstoffbedarf}_{\text{pro tonne Rohstahl}} \end{aligned}$$

4. Berechnung Mehrkosten⁵

Durch die Umstellung der Stahlherstellung auf die Wasserstoff-Direktreduktion entstehen erhebliche Mehrkosten, die im Folgenden mit 200 (2025) bis 150 (2030) Euro/t_{Rohstahl} beziffert werden. Auch wenn der Einsatz von Erdgas momentan noch günstiger ist, entstehen durch den kostenintensiven Neubau von DRI-Anlagen auch dabei Mehrkosten von etwa 120 Euro/t_{Rohstahl}. Die gesamten Mehrkosten ergeben sich folglich in Abhängigkeit der gewählten Anteile Wasserstoff/Erdgas:

$$\text{Mehrkosten} = \text{Grünstahlmenge} * (\text{Anteil}_{DRI,H_2} * \text{Mehrkosten}_{DRI,H_2} + \text{Anteil}_{DRI,Erdgas} * \text{Mehrkosten}_{DRI,Erdgas}).$$

Kunststoffproduktion

1. Ermittlung des Kunststoffbedarfs des öffentlichen Bausektors

Annäherung über Kunststoffbedarf des gesamten Bausektors und Anteil des öffentlichen Baus am gesamten Bausektor.

$$\text{mit der Annahme } \frac{\text{Kunststoffbedarf}_{\text{Bausektor}}}{\text{Kunststoffbedarf}_{\text{öffentlicher Bau}}} = \frac{\text{Umsatz}_{\text{Bausektor}}}{\text{Umsatz}_{\text{öffentlicher Bau}}}$$

und

$$\begin{aligned} \text{Kunststoffnachfrage}_{\text{öffentlicher Bau}} &= \text{Kunststoffnachfrage}_{\text{Bausektor}} * \\ &* \text{Anteil}_{\text{öffentlicher Bau an Gesamtbau}} \end{aligned}$$

kann die gewünschte Menge klimaneutralen Kunststoffs in Abhängigkeit der gewünschten Quote angegeben werden:

$$\text{Grüne Kunststoffmenge} = \text{Kunststoffnachfrage}_{\text{öffentlicher Bau}} * \text{Quote}(x).$$

⁵ Eigene Annahmen basierend auf Agora Energiewende/Wuppertal Institut, 2019; dena, 2018; Ferchau, 2020; Vogl et al., 2018.



2. Berechnung der CO₂-Einsparung

Durch die Umstellung der Kunststoffproduktion auf Wasserstoff kann eine vollständige CO₂-Einsparungen erzielt werden.

$$\text{Emissionseinsparung} = \text{Grüne Kunststoffmenge} * \text{Emissionen}_{\text{HVC, Steamcracker}}$$

3. Berechnung der benötigten Wasserstoffmenge

Durch das in Kapitel 4.2.2 beschriebene Methanol-to-Olefine-Verfahren ergibt sich ein verfahrensspezifischer Wasserstoffbedarf von 16,8 MWh/t_{Olefin}.

$$\text{Wasserstoffbedarf} = \text{Grüne Kunststoffmenge} * \text{Wasserstoffbedarf}_{\text{pro tonne Olefin}}$$

4. Berechnung Mehrkosten⁶

Durch die Umstellung der Stahlherstellung auf die Wasserstoff-Direktreduktion entstehen erhebliche Mehrkosten, die im Folgenden mit 3000 (2025) bis 2500 (2030) Euro/t_{Olefin} beziffert werden.

$$\text{Mehrkosten} = \text{Grüne Kunststoffmenge} * \text{Mehrkosten}_{\text{Methanol-to-Olefin}}$$

⁶ eigene Annahmen basierend auf dena, 2018



Abstract

With an annual investment volume of almost 500 billion euros, public procurement in Germany offers a significant potential for the acquisition of climate-friendly products and services. This way, public investments can not only help to avoid greenhouse gas emissions, but also create the first key markets for climate-friendly products. In addition to positive effects on cost reduction through economies of scale and learning effects, the acceptance of new types of goods by private customers can also be strengthened by setting a good example. The regulatory framework required for this already exists, both at national and at European level. However, obstacles on the way to implementation remain, mainly due to the high level of information required and the administrative burden for the relevant authorities and the companies concerned.

The consideration of sustainable criteria in public procurement does not yet play a major role, despite some positive examples. This leaves enormous untapped potential that could make an important contribution on the path to climate neutrality in 2045. The potential for sustainable public procurement is particularly high in the construction sector, which accounts for nearly 40 percent of large public orders (Chiappinelli/Zipperer, 2017). A major part of the emissions caused by the construction sector is produced during the manufacturing of the required raw materials. The production and processing of steel and cement alone accounted for about 16 percent of global GHG emissions in 2018 (Chatham House, 2018; McKinsey, 2020). While alternative technologies for the climate-neutral production of these goods already exist - steel and plastics, for instance, can be produced almost CO₂-neutrally ("green") by using climate-friendly hydrogen - they are not yet economically viable due to high investment and operating costs. Companies must expect consumers to be unwilling to bear the extra cost of climate-friendly products.

Government, state and local authorities could use a mandatory quota on green steel and plastics in public procurement, to initially provide first secure sales markets for climate-friendly basic materials and thus establish investment security for companies. As this study suggests, a public quota of 30 percent on green steel and plastics could achieve annual CO₂ savings of almost 1.9 million metric tons of CO₂. Accordingly, greenhouse gases equivalent to the annual emissions of the national aviation sector could be avoided.



Tabellenverzeichnis

Tabelle 4-1: Entwicklung einer Quote für grünen Stahl im öffentlichen Bau	22
Tabelle 4-2: Entwicklung einer Quote für grünen Kunststoff im öffentlichen Bau.....	25



Abbildungsverzeichnis

Abbildung 2-1: Funktionsweise GPP.....	10
Abbildung 2-2: Internationale Beispiele	12
Abbildung 2-3: Vor- und Nachteile des Green Public Procurement	16
Abbildung 4-1: Umsätze im Bausektor 2018	21
Abbildung 4-2: Klimaschutzeffekt einer GPP-Quote für grünen Stahl	23
Abbildung 4-3: Entstehende Kosten einer GPP-Quote für grünen Stahl	24
Abbildung 4-4: Klimaschutzeffekt einer GPP-Quote für grünen Kunststoff.....	25
Abbildung 4-5: Entstehende Kosten einer GPP-Quote für grünen Kunststoff.....	26

Literatur

Agora Energiewende / Wuppertal Institut, 2019, Klimaneutrale Industrie. Schlüsseltechnologien und Politikoptionen für Stahl, Chemie und Zement, Berlin

BfJ – Bundesamt für Justiz, 2016, Verordnung zur Statistik über die Vergabe öffentlicher Aufträge und Konzessionen (Vergabestatistikverordnung - VergStatVO). Online verfügbar unter <http://www.gesetze-im-internet.de/vergstatvo/BJNR069100016.html>, [26.7.2021]

BMU – Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit, 2019, Klimaschutzprogramm 2030 der Bundesregierung zur Umsetzung des Klimaschutzplans 2050, <https://www.bundesregierung.de/resource/blob/974430/1679914/e01d6bd855f09bf05cf7498e06d0a3ff/2019-10-09-klima-massnahmen-data.pdf?download=1>, [26.7.2021]

BMU, 2020, Umweltfreundliche öffentliche Beschaffung, <https://www.bmu.de/themen/wirtschaft-produkte-ressourcen-tourismus/produkte-und-konsum/umweltfreundliche-beschaffung/>, [26.7.2021]

BMU, 2021a, Infografiken zur Klimabilanz, <https://www.bmu.de/media/infografiken-zur-klimabilanz/>, [27.4.2021]

BMU, 2021b, SDG 12. Nachhaltig Produzieren und Konsumieren, <https://www.bmu.de/themen/europa-internationales-nachhaltigkeit-digitalisierung/nachhaltige-entwicklung/nachhaltigkeitsziele-sdgs/sdg-12-nachhaltig-produzieren-und-konsumieren/>, [27.4.2021]

BMWi – Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (Hrsg.), 2020, Die Nationale Wasserstoffstrategie, Berlin

btu – Brandenburgische Technische Universität, 2015, Dokumentation zum Einsatz von ressourcenschonendem Beton, https://www.berlin.de/senuvk/umwelt/abfall/rc-beton/download/dokumentation_einsatz_rc_beton_berlin_hul.pdf, [27.5.2021]

Chatham House, 2018, Making Concrete Change. Innovation in Low-carbon Cement and Concrete, <https://www.chathamhouse.org/2018/06/making-concrete-change-innovation-low-carbon-cement-and-concrete>, [27.4.2021]

Chiappinelli, Olga / Zipperer, Vera, 2017, Öffentliche Beschaffung als Dekarbonisierungsmaßnahme. Ein Blick auf Deutschland, <https://www.econs-tor.eu/bitstream/10419/173063/1/100933753X.pdf>, [27.5.2021]

dena – Deutsche Energie-Agentur, 2018, P-t-X Factsheets, https://www.dena.de/fileadmin/dena/Publikationen/PDFs/2019/181123_dena_PtX-Factsheets.pdf, [20.3.2021]

Destatis – Statistische Bundesamt, 2020, Anzahl Beschäftigte der Stahlindustrie, <https://de.statista.com/statistik/daten/studie/151390/umfrage/beschaeftigte-in-der-eisen--und-stahlindustrie-in-deutschland-seit-1950/#:~:text=Im%20Jahr%202019%20wurden%20in%20der%20deutschen%20Stahlindustrie%20rund%2097.000%20Besch%C3%A4ftigte%20gez%C3%A4hlt>, [20.3.2021]

Equinor, 2021, Northern Lights CCS, <https://www.equinor.com/en/what-we-do/northern-lights.html>, [15.4.2021]

Ferchau, 2020, Technologien, Grüner Stahl, <https://www.ferchau.com/de/de/blog/07-04-2020-gruener-stahl-4585>, [27.4.2021]

IEA – Internationale Energieagentur, 2020, Hydrogen Projects Database, <https://www.iea.org/reports/hydrogen-projects-database>, [27.4.2021]

Krupnick, Alan, 2020, Green Public Procurement for Natural Gas Cement and Steel, https://media.rff.org/documents/RFF_WP_20-17_Green_Public_Procurement_for_Natural_Gas_Cement_and_Steel.pdf, [27.4.2021]

McKinsey, 2008, Potenziale der öffentlichen Beschaffung für ökologische Industriepolitik und Klimaschutz, https://www.bmu.de/fileadmin/Daten_BMU/Download_PDF/Produkte_und_Umwelt/mckinseystudie.pdf, [27.4.2021]

McKinsey, 2020, Decarbonization challenge for steel, <https://www.mckinsey.com/industries/metals-and-mining/our-insights/decarbonization-challenge-for-steel#>, [26.5.2021]

OECD – Organisation für wirtschaftliche Zusammenarbeit und Entwicklung, 2013, Mapping out good practices for promoting green public procurement

OECD, 2015, Best Practices for Sustainable Procurement

OECD, 2016, Green Public Procurement in the Netherlands

Schneider, Thomas / Schmidt, Vanessa, 2020, Rechtsgutachten umweltfreundliche öffentliche Beschaffung, https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/5750/publikationen/2020_10_23_texte_188_2020_rechtsgutachten_umweltfreundliche_beschaffung.pdf, [27.4.2021]

Stadt Wien, 2021, Die Ziele von ÖkoKauf Wien und deren Umsetzung, <https://www.wien.gv.at/umweltschutz/oekokauf/beschaffung.html>, [27.4.2021]

State of California, 2021, Greening state procurement, <https://green.ca.gov/Buyer>, [27.4.2021]

Swedish Energy Agency et al., HYBRIT. Fossil-free steel, <https://www.hybritdevelopment.com/hybrit-toward-fossil-free-steel>, [17.2.2021]

UBA – Umweltbundesamt, 2021, Umweltfreundliche Beschaffung, <https://www.umweltbundesamt.de/themen/wirtschaft-konsum/umweltfreundliche-beschaffung>, [15.4.2021]



VCI – Verband der Chemischen Industrie, 2020, Chemiewirtschaft in Zahlen,
<https://www.vci.de/vci/downloads-vci/publikation/chemiewirtschaft-in-zahlen-print.pdf>,
[15.4.2021]

Vogl, Valentin / Åhman, Max / Nilsson, Lars J., 2018, Assessment of hydrogen direct reduction for fossil-free steelmaking, in: Journal of Cleaner Production, 5. Jg., Nr. 203, S. 736–745.

VDZ – Verein Deutscher Zementwerke, 2020, Zementverbrauch in Deutschland bis 2019,
https://www.vdz-online.de/fileadmin/wissensportal/publikationen/zementindustrie/VDZ-Zementindustrie_im_Ueberblick_2020_2021.pdf, [15.4.2021]

WV Stahl – Wirtschaftsvereinigung Stahl, 2020a, Anteil am Stahlbedarf in Deutschland,
[https://www.stahl-online.de/wp-content/uploads/2020/04/Anteil am Stahlbedarf April2020.png](https://www.stahl-online.de/wp-content/uploads/2020/04/Anteil_am_Stahlbedarf_April2020.png), [15.4.2021]

WV Stahl, 2020b, Stahlerzeugung in Deutschland, [https://www.stahl-online.de/wp-content/uploads/2020/04/Stahlerzeugung in Deutschland April2020.png](https://www.stahl-online.de/wp-content/uploads/2020/04/Stahlerzeugung_in_Deutschland_April2020.png), [15.4.2021]