

# Renewables Pull – Verlagerung industrieller Produktion aufgrund unterschiedlicher Kosten erneuerbarer Energien

Sascha Samadi, Stefan Lechtenböhrer, Peter Viebahn und Andreas Fischer

*Angesichts des voranschreitenden Klimawandels und des damit einhergehenden politischen Handlungsdrucks ist zukünftig mit verschärften Maßnahmen für den Umbau der Energie- und Industriesysteme in Richtung Klimaneutralität zu rechnen. Folglich ist absehbar, dass die energieintensive Industrieproduktion weltweit immer stärker auf Energieträger und Rohmaterialien („Feedstocks“) umgestellt werden wird, die auf erneuerbaren Energien basieren bzw. mit ihnen hergestellt wurden. Da ein großer Teil der Grundstoffproduktion auf Weltmärkten gehandelt wird, ist zu erwarten, dass für künftig klimaneutral hergestellte Grundstoffe die Verfügbarkeit und die Kosten „grüner“ Energie zu einem relevanten Wettbewerbsfaktor und damit auch zu einem wichtigen Standortfaktor werden.*

## Definition von Renewables Pull

Unter „Renewables Pull“ verstehen wir in diesem Kontext das zunächst hypothetische (zukünftig möglicherweise aber auch empirisch nachweisbare) Phänomen einer Verlagerung industrieller Produktion von einer Region in eine andere Region als Folge unterschiedlicher Grenzkosten von erneuerbaren Energien oder auf erneuerbaren Energien basierenden Sekundärenergieträgern bzw. Feedstocks.

Entscheidend sind dabei die Kosten, die Unternehmen für die Nutzung dieser Energieträger entstehen. Diese Kosten enthalten neben den reinen Erzeugungskosten auch weitere Komponenten wie Steuern, Abgaben oder Netzentgelte. Einige der Faktoren, die diese Kosten bestimmen, können durch staatliches Wirken direkt (z. B. über Steuersätze) oder indirekt (z. B. durch eine Sicherstellung förderlicher Rahmenbedingungen für den Zubau von Anlagen zur Nutzung erneuerbarer Energien) beeinflusst werden. Andere wichtige Einflussfaktoren können allerdings nicht durch den Staat gesteuert werden. Hierzu zählen insbesondere die naturräumlichen und klimatischen Bedingungen, beispielsweise die Verfügbarkeit von Standorten mit hoher Solarstrahlung, guter Windhöffigkeit (on- und offshore) oder guten Wachstumsbedingungen für Biomasse. Auch die Entfernung eines Landes zu Regionen mit sehr guten entsprechenden Bedingungen kann durch staatliche Maßnahmen nicht verändert werden.

Eine Verlagerung industrieller Produktion kann dabei unterschiedliche Formen annehmen: Zum einen kann die Produktion in einer

Bild in "et", Heft 7-8, verfügbar

**Eine Verlagerung industrieller Produktion geht nur dann auf Renewables Pull zurück, wenn sie ohne eine bestehende Differenz bei den Grenzkosten grüner Energieträger nicht stattgefunden hätte**

*Bild: Adobe Stock*

bestehenden Anlage an einem Standort mit relativ hohen Kosten für erneuerbare Energien, auf erneuerbaren Energien basierende Energieträger oder Feedstocks (im Weiteren generell als „grüne Energieträger“ bezeichnet) aufgrund zu hoher operativer Kosten beendet werden. Bestehende Anlagen an Standorten mit relativ geringen Kosten grüner Energieträger würden hingegen weiter betrieben und ggf. stärker ausgelastet werden oder es werden dort sogar zusätzliche Kapazitäten als Ersatz der am anderen Standort eingestellten Produktion errichtet.

Zum anderen können im Falle einer wachsenden Nachfrage nach bestimmten Grundstoffen zusätzliche Produktionskapazitäten nur oder überwiegend an Standorten mit relativ geringen

Kosten grüner Energieträger errichtet werden – Renewables Pull könnte also auch dann wirksam sein, wenn es nicht zur Aufgabe bestehender Produktionskapazitäten an einem bestimmten Standort kommt. Bei entsprechenden Verlagerungen ist aber nur dann von „Renewables Pull“ die Rede, wenn und soweit die regionalen Unterschiede in den Grenzkosten erneuerbarer Energien eine wesentliche Ursache für die entsprechenden unternehmerischen Entscheidungen darstellen – und nicht etwa andere Standortfaktoren entscheidend sind. Anders ausgedrückt: Eine Verlagerung industrieller Produktion geht nur dann auf Renewables Pull zurück, wenn sie ohne eine bestehende Differenz bei den Grenzkosten grüner Energieträger nicht stattgefunden hätte.

## Auslöser und Wirkmechanismen von Renewables Pull

Renewables Pull kann prinzipiell durch drei verschiedene Effekte ausgelöst werden:

- Eine *verschärfte Klimaschutzpolitik* und damit einhergehende Instrumente (z. B. Einführung oder Erhöhung eines CO<sub>2</sub>-Preises) verteuern die fossil-basierte industrielle Produktion und könnten dadurch dazu führen, dass die industrielle Produktion auf Basis grüner Energieträger an guten Erneuerbaren-Standorten wettbewerbsfähig wird.
- Eine *Kostensenkung erneuerbarer Energien* – beispielsweise durch technische Fortschritte oder auch öffentliche Förderung – könnte dazu führen, dass deren Nutzung in bestimmten industriellen Anwendungen gegenüber der Nutzung fossiler Energieträger wirtschaftlich wird.
- Es kann sich auf dem Markt eine *explizite Nachfrage nach „grünen“ Grundstoffen* herausbilden, beispielsweise weil im Wettbewerb stehende Unternehmen ihren Kunden als Alleinstellungsmerkmal „grüne“ Produkte mit einem möglichst niedrigen CO<sub>2</sub>-Fußabdruck anbieten möchten.

Dabei ist zu bedenken, dass aufgrund der typischerweise sehr langfristigen Anlageninvestitionen gerade in der Grundstoffindustrie nicht nur die *gegenwärtigen* Ausprägungen der Klimaschutzpolitik, der Kosten erneuerbarer Energien sowie der Nachfragepräferenzen hinsichtlich möglicher Renewables-Pull-induzierter Verlagerungen relevant sind, sondern auch die von Unternehmen für die Zukunft erwarteten Änderungen dieser Ausprägungen.

Im Folgenden wird anhand eines einfachen Zwei-Länder-Modells der erstgenannte Fall näher erläutert, wie also eine verschärfte Klimaschutzpolitik Renewables Pull auslösen kann [I]. Dabei werden stets die folgenden Annahmen getroffen:

- Die industrielle Produktion auf Basis fossiler Energieträger in Land A und Land B ist in der Ausgangssituation gleich teuer und ohne eine Verschärfung der Klimaschutzpolitik in beiden Ländern günstiger als eine auf erneuer-

baren Energien basierende industrielle Produktion.

- Die Grenzkosten von grünen Energieträgern sind in Land B niedriger als in Land A.
- Die Transportkosten der industriell hergestellten Produkte zwischen beiden Ländern sind vernachlässigbar [II], nicht jedoch die Transportkosten der grünen Energieträger wie Strom, Wasserstoff oder Biomasse.
- In der Ausgangssituation findet ein gewisser Austausch der industriellen Produktion zwischen beiden Ländern statt.

Abb. 1 verdeutlicht zunächst, wie es durch eine verschärfte Klimaschutzpolitik zu Änderungen der Produktionskosten kommen kann und wieso in der Folge die Verlagerung industrieller Produktion von Land A zu Land B in Form von Renewables Pull möglich ist. Die Abbildung zeigt dabei den Fall einer gleichen bzw. ähnlichen Verschärfung der Klimapolitik in den Ländern A und B, die zu einem Anstieg der CO<sub>2</sub>-Kosten und damit zu einer Verteuerung der Nutzung fossiler Energieträger und Feedstocks führt (siehe schraffierte Flächen).

Durch die Verteuerung der Nutzung fossiler Energieträger steigt in beiden Ländern die Wirtschaftlichkeit grüner Energieträger, infolgedessen auch die Bedeutung regionaler Differenzen hinsichtlich der Verfügbarkeit und Grenzkosten erneuerbarer Energien für den Standortfaktor „Energiekosten“. Diese Differenzen können sich – neben regulatorischen Unterschieden wie abweichenden Steuersät-

zen – zum einen aus naturräumlichen und klimatischen Unterschieden ergeben. Zum anderen können sie (zusätzlich) auf Unterschiede in den Bezugskosten erneuerbarer Energien aus Regionen mit günstigen Erzeugungskosten zurückzuführen sein.

Aufgrund günstiger naturräumlicher und klimatischer Bedingungen in Land B können dort die steigenden Kosten fossiler Energieträger durch relativ günstige Grenzkosten erneuerbarer Energien teilweise kompensiert werden. Dies ist in Land A hingegen nicht möglich. Hier bleibt die Produktion auf Basis erneuerbarer Energien auch nach der Einführung der CO<sub>2</sub>-Kosten teurer als die Produktion auf Basis fossiler Energieträger. Die Energiekosten für die Produktion steigen daher in Land A stärker an als in Land B.

Der niedrigere Anstieg der Energiekosten in Land B stärkt (*ceteris paribus*) dessen Wettbewerbsposition gegenüber Land A. Eine Verlagerung industrieller Produktion von Land A zu Land B kann folglich insbesondere für Unternehmen der energieintensiven Industrie – unter Abwägung anderer Standortfaktoren – attraktiv werden, sowohl für die Deckung der Nachfrage in Land B als auch für den Export nach Land A.

Die angenommenen Unterschiede zwischen zwei Standorten können sich auch innerhalb einzelner Länder ergeben. Beispielsweise könnten Standorte im deutschen Binnenland sowohl bezüglich der Grenzkosten der Windenergienutzung als auch bezüglich des Zu-

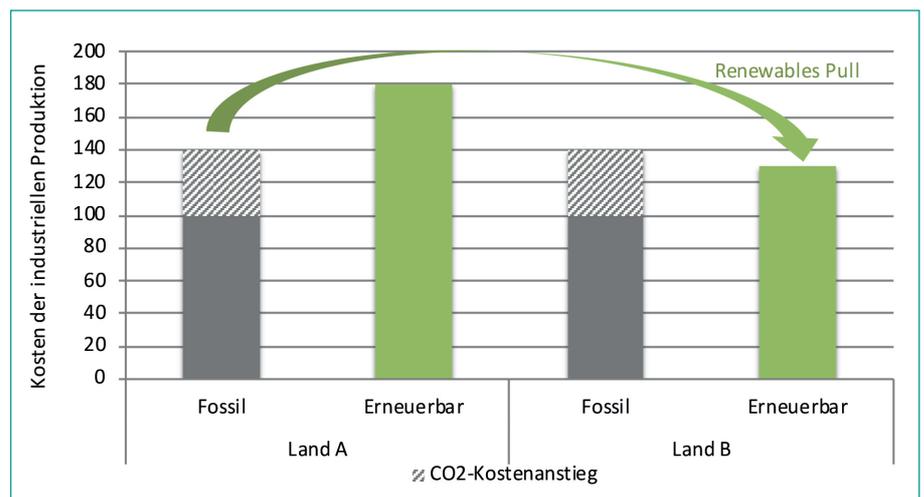


Abb. 1 Schematische Darstellung von Renewables Pull durch Produktionskostenänderungen infolge einer einheitlichen Verschärfung der Klimaschutzpolitik in den Ländern A und B

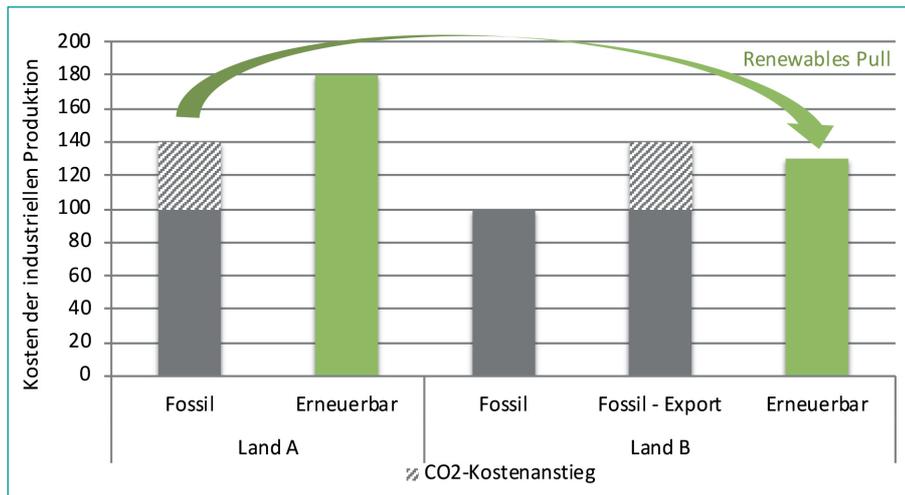


Abb. 2 Schematische Darstellung von Renewables Pull durch Produktionskostenänderungen bei einseitiger Verschärfung der Klimaschutzpolitik in Land A mit Einführung eines Grenzausgleichsmechanismus

gangs zu Seehäfen gegenüber norddeutschen Küstenstandorten benachteiligt sein.

Auch wenn in Abb. 1 angenommen wurde, dass in beiden betrachteten Ländern die Klimaschutzpolitik in ähnlichem Maße verstärkt wird, so kann Renewables Pull grundsätzlich auch dann auftreten, wenn nur ein Land eine verschärfte Klimaschutzpolitik betreibt (Abb. 2). Wird eine solche Verschärfung z. B. in Land A umgesetzt und dort gleichzeitig ein Mechanismus für einen CO<sub>2</sub>-Grenzausgleich („Carbon Border Adjustment“, CBA) [III] implementiert, um Carbon Leakage [IV] zu vermeiden oder zu minimieren, so könnte Land A eine Verlagerung von Teilen der industriellen Produktion infolge von Renewables Pull drohen (Abb. 2).

Dies wäre der Fall, falls es sich für einzelne Unternehmen lohnen würde, eine klimaneutrale oder klimaschonende Produktion auf Basis erneuerbarer Energien in Land B aufzubauen und die dort produzierten Güter nach Land A zu exportieren. Auf diese Weise könnten Unternehmen von den relativ geringen Grenzkosten der klimaschonenden Produktion in Land B profitieren und müssten – aufgrund der CO<sub>2</sub>-armen Erzeugung – beim Export keinen (bedeutenden) Grenzausgleich zahlen.

Ein CBA trägt also durch die erwünschte Verteuerung der fossil-basierten industriellen Produktion zu einer wirtschaftlicheren Produktion auf Basis erneuerbarer Energien bei und kann dazu führen, dass zwar Verlagerungen industrieller Produktion durch

Carbon Leakage verhindert, gleichzeitig jedoch Verlagerungen durch Renewables Pull induziert werden.

Auch eine einseitige Verschärfung der Klimaschutzpolitik in Land B könnte – bei dort gleichzeitig implementiertem CBA – zu einem Renewables-Pull von Land A zu Land B führen (Abb. 3). Dies könnte der Fall sein, falls für Teile der zunächst auf fossilen Energieträgern basierenden industriellen Produktion in Land A, die zuvor ihre Produkte nach Land B exportiert hat, infolge des nun für die Exporte zu zahlenden Grenz-ausgleichs die Erzeugung direkt in Land B auf Basis erneuerbarer Energien günstiger sein sollte.

### Gründe für eine eingeschränkte Wirksamkeit von Renewables Pull

Wichtig ist zu beachten, dass Renewables Pull nur dann wirksam werden kann, wenn die Energiekosten einen entscheidenden Standortfaktor darstellen. Dies dürfte am ehesten für die energieintensive Grundstoffindustrie gelten. Allerdings sind auch in der Grundstoffindustrie weitere Standortfaktoren mit ausschlaggebend für Standortentscheidungen. Bei diesen weiteren Standortfaktoren weisen jedoch gerade Länder mit günstigen Bedingungen für erneuerbare Energien oft Nachteile auf. So fehlen dort beispielsweise häufig ausgeprägte industrielle Strukturen (und somit Unternehmen, die in räumlicher Nähe Vorprodukte liefern und Endprodukte abnehmen könnten), verlässliche politische und rechtliche Rahmenbedingungen (was u. a. zu höheren Kapitalkosten und mangelnder Planungssicherheit führt), eine stabile Energieversorgung oder ausreichend qualifizierte Arbeitskräfte. Renewables Pull dürfte in diesen Fällen also nicht wirksam werden, solange die Vorteile bei den Preisen und der Verfügbarkeit grüner Energieträger diese Nachteile nicht kompensieren können und es bei diesen Standortfaktoren nicht zu entscheidenden Verbesserungen kommt.

Ebenfalls ist zu beachten, dass Renewables Pull nicht unbedingt zu einer Verlagerung ganzer Industriebranchen führt, sondern ggf. auch nur von Teilen der Wertschöpfungsketten, z. B. solcher, die einen hohen Energiebedarf aufweisen. Nachgelagerte Wertschöpfungsstufen, die von der Nähe zu den Kunden

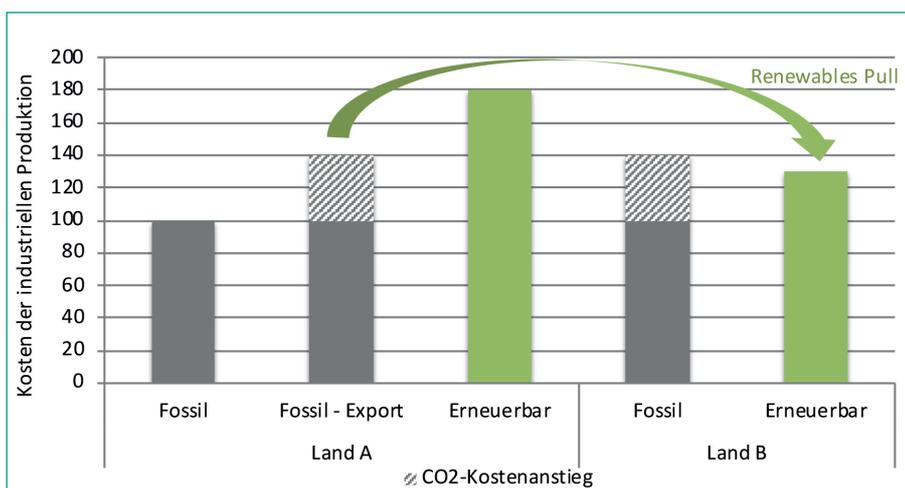


Abb. 3 Schematische Darstellung von Renewables Pull durch Produktionskostenänderungen bei einseitiger Verschärfung der Klimaschutzpolitik in Land B mit Einführung eines Grenzausgleichsmechanismus

und deren spezifischen Produktvorstellungen profitieren, dürften dagegen eher im Ursprungsland verbleiben.

Um im Fall von Land A Renewables Pull entgegenzuwirken, sind verschiedene industriepolitische Maßnahmen denkbar:

- Energiekosten können z.B. durch eine Senkung von Energiesteuern und -abgaben, den Ausbau der Energieinfrastruktur und einen möglichst kostengünstigen Kraftwerkspark – der nicht zuletzt das Erneuerbare-Energien-Potenzial optimal nutzt – gesenkt werden.
- Gleichzeitig können Länder prüfen, ob und wie über die Energiekosten hinausgehende weitere wichtige Standortfaktoren verbessert werden können.
- Land A kann zudem zur Minderung der Gefahren von Renewables-Pull-Effekten auch eine Maximierung der Recyclingraten von Grundstoffen anstreben. Denn die Sekundärproduktion von Grundstoffen ist in der Regel deutlich weniger energieaufwändig als die Primärproduktion. Folglich sinkt in der Sekundärproduktion (*ceteris paribus*) auch die Bedeutung der Energiekosten für Standortentscheidungen.

## Ähnlichkeiten und Unterschiede zu Carbon Leakage

Renewables Pull und Carbon Leakage sind unterschiedliche Phänomene. Zwei wichtige Gemeinsamkeiten sind jedoch, dass beide durch eine verschärfte Klimaschutzpolitik ausgelöst bzw. verstärkt werden können und beide zur Verlagerung industrieller Produktion führen. Ein grundsätzlicher Unterschied besteht hingegen in der Tatsache, dass Carbon Leakage aus klimapolitischer Sicht ein unerwünschtes Phänomen darstellt, da es effektiven Klimaschutzbemühungen einzelner Länder bzw. Regionen entgegenwirken kann, während Renewables Pull klimapolitisch durchaus erwünscht sein kann, da es dazu beiträgt, Emissionsminderungen in der Industrie auf kostengünstige Weise zu realisieren.

Grundsätzlich wird die Gefahr von Renewables Pull für Industriestandorte mit suboptimalen Bedingungen für die Erzeugung oder den Import grüner Energieträger größer, je ambitionierter die Klimaschutzpolitik ausfällt – und

zwar egal, ob dies einseitig in einem oder mehreren Ländern oder flächendeckend geschieht. Das Carbon-Leakage-Phänomen könnte hingegen längerfristig wieder an Bedeutung verlieren, sofern die derzeit zwischen Ländern bzw. Weltregionen bestehenden Unterschiede im Klimaschutz-Ambitionsniveau im Zeitverlauf abgebaut werden. Dagegen bleiben die Differenzen bei naturräumlichen und klimatischen Bedingungen dauerhaft bestehen.

## Relevante Forschungsfragen

Weitere Forschung sollte die gegenwärtige und zukünftige Relevanz von Renewables Pull untersuchen und diejenigen industriellen Branchen bzw. Wertschöpfungsstufen identifizieren, die in besonderem Maße von Renewables Pull betroffen sein könnten. In diesem Zusammenhang könnte auch näher untersucht werden, inwiefern einzelne aktuelle unternehmerische Entscheidungen bereits auf ein gegenwärtiges Wirken von Renewables Pull hindeuten. So prüft beispielsweise die Salzgitter AG mit Partnern derzeit den Aufbau einer Eisenerz-Direktreduktionsanlage mit vorgeschalteter Wasserstoff-Elektrolyse am Tiefwasserhafen Wilhelmshaven, wo zukünftig ein relativ günstiger Bezug von grünem Wasserstoff erwartet wird [2]. Der so gewonnene Eisenschwamm könnte dann per Bahntransport zum integrierten Hüttenwerk in Salzgitter geliefert werden.

Im Zuge der Umstellung der Primärstahlerzeugung auf Wasserstoff könnte also aus ökonomischen Gründen ein Teil der Wertschöpfungskette vom Binnenstandort Salzgitter an einen Küstenstandort verlagert werden. Auch könnte die im Februar 2021 bekanntgegebene Entscheidung der BMW Group, „ab sofort“ solarstrombasiertes Aluminium von einem Hersteller aus den Vereinigten Arabischen Emiraten zu beziehen, ein Hinweis auf einen (nachfrageinduzierten) Renewables-Pull-Effekt sein [3].

Neben der Erforschung der Relevanz von Renewables Pull wäre auch ein besseres Verständnis der Strategien und Maßnahmen wünschenswert, die seitens der Politik ergriffen werden könnten, um eine mögliche Abwanderung industrieller Produktion infolge von Renewables Pull zu vermeiden bzw. zu minimieren oder aber deren negativen Folgen abzufedern.

## Anmerkungen

- [I] Für eine nähere Erläuterung der anderen beiden genannten möglichen Auslöser (Kostensenkungen erneuerbarer Energien sowie explizite Nachfrage nach „grünen“ Grundstoffen) sei auf [1] verwiesen.
- [II] Diese Annahme wird in dem Modell lediglich zur einfacheren Veranschaulichung getroffen. Renewables Pull kann sich grundsätzlich auch bei Vorhandensein relevanter Transportkosten ergeben, wenn auch in dem Fall tendenziell in geringerem Umfang bzw. erst bei höherer Erneuerbaren-Kostendifferenz zwischen den Ländern.
- [III] Ein CBA verfolgt das Ziel, potenzielle internationale Wettbewerbsnachteile heimischer Unternehmen infolge einer strikteren Klimaschutzpolitik auszugleichen. Dies kann dadurch erfolgen, dass Importe aus Ländern bzw. Regionen, in denen Unternehmen keine oder geringere CO<sub>2</sub>-Kosten tragen, entsprechend ihrer CO<sub>2</sub>-intensität verteuert werden und für Exporte dorthin die CO<sub>2</sub>-Kosten (bzw. Teile davon) erstattet werden.
- [IV] Carbon Leakage bezeichnet eine Verlagerung industrieller Produktion von einem Land mit relativ strikter Klimaschutzpolitik und einhergehenden hohen CO<sub>2</sub>-Kosten in ein anderes Land mit niedrigeren CO<sub>2</sub>-Kosten.

## Literatur

- [1] SCI4climate.NRW: Konzeptualisierung des möglichen Renewables-Pull-Phänomens – Definition, Wirkmechanismen und Abgrenzung zu Carbon Leakage, Wuppertal 2021.
- [2] Salzgitter AG: Projektorganisation für Machbarkeitsstudie „Eisenerz-Direktreduktion in Wilhelmshaven“ ist etabliert, Pressemitteilung vom 15.09.2020.
- [3] BMW Group: Mit der Kraft der Wüstensonne: BMW Group bezieht mit Solarenergie hergestelltes Aluminium, Pressemitteilung vom 02.02.2021.

*Dr. S. Samadi, Senior Researcher, Prof. Dr. S. Lechtenböhrer, Leiter der Abteilung Zukünftige Energie- und Industriesysteme, Dr. P. Viebahn, Leiter des Forschungsbereichs Sektoren und Technologien, Wuppertal Institut für Klima, Umwelt, Energie gGmbH, Wuppertal; A. Fischer, Economist für Energie und Klimapolitik, Institut der Deutschen Wirtschaft, Köln*

**Hinweis** Dieser Artikel sowie die darauf beruhenden Erkenntnisse wurden im Rahmen des vom Ministerium für Wirtschaft, Innovation, Digitalisierung und Energie des Landes Nordrhein-Westfalen geförderten Forschungsprojekts „SCI4climate.NRW“ erarbeitet. Der vorliegende Artikel stellt eine gekürzte Fassung einer Projektveröffentlichung [1] dar.