

Bauermann, Tom; Stephan, Sabine; Watt, Andrew

Research Report

Inflation reduction act: Gut fürs Klima, schlecht für Europa? Erste empirische Befunde für die USA

IMK Report, No. 191

Provided in Cooperation with:

Macroeconomic Policy Institute (IMK) at the Hans Boeckler Foundation

Suggested Citation: Bauermann, Tom; Stephan, Sabine; Watt, Andrew (2024) : Inflation reduction act: Gut fürs Klima, schlecht für Europa? Erste empirische Befunde für die USA, IMK Report, No. 191, Hans-Böckler-Stiftung, Institut für Makroökonomie und Konjunkturforschung (IMK), Düsseldorf

This Version is available at:

<https://hdl.handle.net/10419/301199>

Standard-Nutzungsbedingungen:

Die Dokumente auf EconStor dürfen zu eigenen wissenschaftlichen Zwecken und zum Privatgebrauch gespeichert und kopiert werden.

Sie dürfen die Dokumente nicht für öffentliche oder kommerzielle Zwecke vervielfältigen, öffentlich ausstellen, öffentlich zugänglich machen, vertreiben oder anderweitig nutzen.

Sofern die Verfasser die Dokumente unter Open-Content-Lizenzen (insbesondere CC-Lizenzen) zur Verfügung gestellt haben sollten, gelten abweichend von diesen Nutzungsbedingungen die in der dort genannten Lizenz gewährten Nutzungsrechte.

Terms of use:

Documents in EconStor may be saved and copied for your personal and scholarly purposes.

You are not to copy documents for public or commercial purposes, to exhibit the documents publicly, to make them publicly available on the internet, or to distribute or otherwise use the documents in public.

If the documents have been made available under an Open Content Licence (especially Creative Commons Licences), you may exercise further usage rights as specified in the indicated licence.



<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>

REPORT

IMK Report Nr. 191, Juli 2024

Das IMK ist ein Institut
der Hans-Böckler-Stiftung

INFLATION REDUCTION ACT: GUT FÜRS KLIMA, SCHLECHT FÜR EUROPA?

Erste empirische Befunde für die USA

Tom Bauermann, Sabine Stephan, Andrew Watt

AUF EINEN BLICK

- Der Inflation Reduction Act (IRA) wird erheblich zur Dekarbonisierung der US-Wirtschaft beitragen, insbesondere im Energiesektor. Beim Ausbau von Photovoltaik, Batteriespeichern und der Wasserstoffproduktion zeigt er bereits Wirkung.
- Üppige Subventionen für die klimaneutrale Stromerzeugung tragen dazu bei, dass die realen Strompreise in den USA in den kommenden Jahren tendenziell sinken. Dies erleichtert der US-Wirtschaft die Dekarbonisierung durch Elektrifizierung. Günstige Strompreise machen die USA zu einem attraktiven Standort für energieintensive Produktionsverfahren (z.B. in der chemischen Industrie).
- Allerdings können der schleppende Windenergieausbau und der hohe Modernisierungs- und Ausbaubedarf beim Stromnetz die Wirkungen des IRA dämpfen.
- Großzügige Steuergutschriften sollen auch den Markthochlauf von Wasserstoff deutlich beschleunigen, was sich bisher vor allem beim Ausbau von Produktionskapazitäten für blauen Wasserstoff zeigt. Die Subventionen sollten langfristig die Produktion und auch den Export von klimafreundlichen Produkten und Wasserstoff stärken.
- Der IRA hat der Batteriefertigung in den USA einen enormen Schub verliehen. 2030 könnten die US-Produktionskapazitäten ausreichen, um sowohl den eigenen Bedarf an E-Autobatterien zu decken, als auch sie zu exportieren.
- Die Achillesferse der Wertschöpfungskette bleiben aber die Batteriekomponenten. Diese werden die USA auch längerfristig aus China importieren müssen.
- Die IRA-Subventionen können die Kosten einer in den USA gefertigten Batterie um etwa 30 % senken, wodurch diese annähernd so günstig wäre, wie eine derzeit in China gefertigte. Diese Konkurrenz dürfte den Aufbau einer europäischen Batterieproduktion sehr erschweren.
- Aufgrund des beträchtlichen Volumens und der Kopplung der Förderung an soziale Standards ist der IRA ein umfassendes und wirkungsvolles Maßnahmenpaket, auf das die europäische Politik eine Antwort finden muss.



AUDIOKOMMENTAR

Tom Bauermann zu den Auswirkungen des
Inflation Reduction Acts: <https://bit.ly/imkreport191>

INHALT

Einleitung	3
Die Investitionsoffensive der Biden-Regierung	3
Förderung von Strom- und Wasserstoffproduktion	5
Vorschriften des IRA für die klimaneutrale Energieversorgung	5
Zusammenspiel mit dem Infrastructure Investment and Jobs Act	6
Auswirkungen auf die Erzeugung von Strom und Wasserstoff	6
Grenzen des IRA: Mangelnder Netzausbau und lange Genehmigungsverfahren ..	14
Windenergie als Schwachpunkt	15
Batterie- und E-Autoproduktion	15
Warum ist die Batteriefertigung für Europa so relevant?	15
Batteriezellfertigung: Wo steht Europa?	16
From mine to factory – IRA-Vorschriften zur Förderung der Elektromobilität in den USA	16
Auswirkungen des IRA auf die Elektromobilität	20
US-Bundesstaaten buhlen um Megadeals	20
Beurteilung des IRA	21
Auswirkungen auf die Strom- und Wasserstofferzeugung	21
Auswirkungen auf die Batteriefertigung	22
Anhang	24
Förderregeln des IRA für Strom- und Wasserstoffproduktion	24
IRA-Vorschriften für Klimaschutztechnologien	26
Literatur	27
Impressum	30

AUTORENSCHAFT



Dr. Tom Bauermann

Referatsleitung Makroökonomie der sozial-ökologischen Transformation
tom-bauermann@boeckler.de



Dr. Sabine Stephan

Referatsleitung Außenhandel und Handelspolitik
sabine-stephan@boeckler.de



Dr. Andrew Watt

Referatsleitung Europäische Wirtschaftspolitik
andrew-watt@boeckler.de

EINLEITUNG

Mit der Verabschiedung des *Inflation Reduction Acts* (IRA) in den USA vor knapp zwei Jahren ist eine Debatte um Klima- und Industriepolitik in Europa entflammt. Nach der Europawahl wird nun eine der wesentlichen Aufgaben der neuen Europäischen Kommission sein, die Antwort der EU auf das US-Gesetz weiterzuentwickeln und umzusetzen.

Das Verhältnis der Europäer zum IRA ist ambivalent: Auf der einen Seite begrüßen sie, dass die US-Regierung erstmals ernsthaft versucht, die Treibhausgasemissionen der USA drastisch zu senken. Gleichzeitig befürchten sie aber, dass die von den Amerikanern gewählte Vorgehensweise – die Ansiedlung bzw. Förderung grüner (Zukunfts-)Technologien und die Produktion grüner Energien in den USA durch die Gewährung großzügiger Subventionen massiv zu unterstützen – Industrien und Arbeitsplätze in Europa gefährdet. Tatsächlich würde es die EU empfindlich treffen, wenn Unternehmen ihre Investitionen in klimafreundliche Technologien und Produktionsverfahren statt in Europa nun in großem Umfang in den USA tätigen würden, um dort von den üppigen Subventionen zu profitieren. Denn diese Investitionen werden in Europa dringend gebraucht, um die EU als Industriestandort zukunftsfähig aufzustellen, die Transformation sozialverträglich zu gestalten und die ambitionierten EU-Klimaziele zu erreichen.

In der öffentlichen Diskussion werden vor allem zwei Aspekte des IRA als große Risiken für den Wirtschaftsstandort Europa betrachtet: Zum einen geht es um die Frage, ob die massive Subventionierung des Auf- und Ausbaus der Stromproduktion aus erneuerbaren Quellen sowie der grünen¹ und blauen² Wasserstoffproduktion im Rahmen des IRA dazu führt, dass die Energiepreise in den USA dauerhaft so viel niedriger sind als in Europa, dass energieintensive Industrien Teile ihrer Produktion in die USA verlagern. Zum anderen geht es um die Auswirkungen, die die IRA-Fördermaßnahmen im Bereich der Elektromobilität auf die Fertigung von Batterien und Elektroautos (electric vehicles, EV) in Europa und damit auf das Gelingen der Transformation der europäischen Autoindustrie haben könnten.

Unmittelbar nach der Verabschiedung des IRA im August 2022 waren viele Details der Implementierung noch unklar. So mussten zahlreiche gesetzliche Regeln noch durch Ausführungsbestimmungen der Ministerien spezifiziert werden. Auch

herrschte beträchtliche Unsicherheit darüber, in welchem Ausmaß die Subventionen von den Unternehmen angenommen werden würden. Jetzt, fast zwei Jahre später, haben sich viele offene Punkte geklärt und es liegen erste empirische Daten zu den Auswirkungen des IRA auf den Ausbau der CO₂-neutralen Strom- und Wasserstoffherzeugung sowie der Batterie- und E-Autoherzeugung in den USA vor, die für eine Einschätzung der Auswirkungen des IRA auf den Wirtschaftsstandort Europa herangezogen werden können.

Unsere Untersuchung befasst sich mit den IRA-Vorschriften, die den Auf- und Ausbau der CO₂-neutralen Strom- und Wasserstoffherzeugung sowie der Batterie- und EV-Fertigung in den USA fördern. Ziel ist zum einen, die Funktionsweise des IRA zu erläutern und aufzuzeigen, welche Maßnahmen geeignet sind, um die von den USA postulierten industriepolitischen Ziele zu erreichen und was diese Zielerreichung behindern könnte. Zum anderen wird unter Einbeziehung von umfangreichem Datenmaterial dargestellt, wie sich der IRA in Bezug auf die Ausbauziele bereits auf die geförderten Branchen in den USA ausgewirkt hat und welche Entwicklungen bis zum Ende des Jahrzehnts erwartet werden.

DIE INVESTITIONSOFFENSIVE DER BIDEN-REGIERUNG

In den nächsten Jahren werden enorme Summen an staatlichen Fördermitteln in die US-Wirtschaft fließen: in die Modernisierung der Infrastruktur, in die Wasserstoffherstellung und die CO₂-freie Stromerzeugung sowie den entsprechenden Netzausbau, in den Aufbau industrieller Produktionskapazitäten für Photovoltaikanlagen, Windkraftanlagen und Elektrolyseure, in die Etablierung geschlossener Wertschöpfungsketten im Bereich der Elektromobilität, in die heimische Halbleiterproduktion sowie in wissenschaftliche und technische Innovationen. Hervorgegangen ist diese Investitionsoffensive aus den Gesetzesentwürfen eines *American Jobs Plans*, der mit einem Volumen von 2,3 Billionen US-Dollar die Infrastruktur verbessern sollte, und eines *Build Back Better Acts*, der mit einem Gesamtvolumen von ursprünglich 3,5 Billionen US-Dollar das Herzstück der sozial- und klimapolitischen Agenda der Biden-Regierung hätte bilden sollen. Nach Schwierigkeiten im Gesetzgebungsprozess wurden am Ende drei Gesetze verabschiedet, die die rechtliche Grundlage für die Investitionsoffensive bilden: der *Infrastructure Investment and Jobs Act* (IIJA), der *Creating Helpful Incentives to Produce Semiconductors and Science Act* (CHIPS Act) und der *Inflation Reduction Act* (IRA).

1 Grüner Wasserstoff wird durch Elektrolyse von Wasser hergestellt, wobei für die Elektrolyse Strom aus erneuerbaren Energien zum Einsatz kommt. Daher gilt er als CO₂-frei.

2 Blauer Wasserstoff wird aus Erdgas hergestellt. Das CO₂ wird bei der Erzeugung jedoch abgeschieden und gespeichert. Damit gilt dieser Wasserstoff als bilanziell CO₂-neutral.

- Der **Infrastructure Investment and Jobs Act**³, der am 15.11.2021 unterzeichnet wurde, zielt darauf ab, die US-Infrastruktur zu modernisieren und auszubauen. Dazu werden über einen Zeitraum von zehn Jahren finanzielle Mittel in Höhe von schätzungsweise 1,2 Billionen US-Dollar für Investitionen bereitgestellt, wovon 550 Mrd. US-Dollar bereits in den ersten fünf Jahren für neue Projekte in den Bereichen Verkehrsnetze⁴ (284 Mrd. US-Dollar) und zentrale Infrastruktur⁵ (266 Mrd. US-Dollar) ausgegeben werden sollen; rund 650 Mrd. US-Dollar sind für die Finanzierung bereits bestehender Programme und Projekte vorgesehen (Badlam et al. 2021).
- Der **CHIPS Act**, der am 9.8.2022 unterzeichnet wurde, zielt darauf ab, den Ausbau der Halbleiterproduktion in den USA zu beschleunigen. Außerdem soll er die Forschung und Entwicklung sowie die Kommerzialisierung von Spitzentechnologien wie Quantencomputing, künstliche Intelligenz, saubere Energieerzeugung und Nanotechnologie ankurbeln und neue regionale Hightech-Hubs sowie ein größeres und stärker vernetztes Arbeitskräftepotenzial in den MINT-Berufen (Mathematik, Informatik, Naturwissenschaft und Technik) schaffen. Der **CHIPS Act** sieht Ausgaben in Höhe von insgesamt 280 Mrd. US-Dollar über einen Zeitraum von fünf Jahren vor. Der Großteil davon – 200 Mrd. US-Dollar – ist für wissenschaftliche Forschung und Entwicklung sowie für die Kommerzialisierung innovativer Technologien und Produkte bestimmt. Etwa 52,7 Mrd. US-Dollar sind für die Halbleiterproduktion, Forschung & Entwicklung und die Qualifizierung von Arbeitskräften vorgesehen; weitere 24 Mrd. US-Dollar für Steuergutschriften.⁶ 3 Mrd. US-Dollar entfallen auf Programme, die Spitzentechnologie und drahtlose Lieferketten fördern (Badlam et al. 2022).
- Der **Inflation Reduction Act**, der am 16.8.2022 unterzeichnet wurde, sieht Steuergutschriften (Tax Credits), Zuschüsse und Darlehen für Investitionen in klimafreundliche Technologien sowie zu-

sätzliche Ausgaben im Gesundheitssystem⁷ vor. Die dafür notwendigen Ausgaben werden von der *Joint Commission on Taxation* (JCT) und dem *Congressional Budget Office* (CBO) auf 369 Mrd. US-Dollar bzw. 64 Mrd. US-Dollar geschätzt.⁸ Als Gegenfinanzierung enthält der IRA Vorschriften zu Mindestbesteuerung umsatzstarker Unternehmen, konsequentem Steuervollzug und einer Reform der Preisgestaltung für verschreibungspflichtige Medikamente, die nach Schätzungen von JCT und CBO zusätzliche Staatseinnahmen in Höhe von 739 Mrd. US-Dollar generieren sollen (Senate Democrats o. J.). Unter dem Strich soll durch den IRA das US-Haushaltsdefizit in den nächsten zehn Jahren um insgesamt rund 300 Mrd. US-Dollar sinken. Beim IRA werden die Fördermittel in erster Linie in Form von Steuergutschriften (66 %) und in geringerem Maße in Form von Zuschüssen (21 %) und Darlehen (10 %) vergeben; 3 % entfallen auf Förderprogramme bzw. Aktivitäten der Bundesstaaten. Der größte Teil der Förderung ist für den Energiesektor bestimmt (63,6 %) – es folgen Industrie (12,1 %), Umweltsektor (11,8 %), Transportsektor (einschließlich Elektro-Autos) (6 %), Landwirtschaft (5,3 %) und Wasserversorgung (1,2 %) (Kumar et al. 2022).

Das Gesamtvolumen dieser drei Programme wird auf etwa 2 Billionen US-Dollar (mehr als 7 % des nominalen US-BIP im Jahr 2023) geschätzt. Allerdings dürfte dies eher die Untergrenze sein. Die Ausgaben für den IRA könnten deutlich nach oben abweichen, weil die Förderung klimafreundlicher Technologien und Produktionsverfahren in erster Linie über Steuergutschriften erfolgt. Da diese meistens nicht gedeckelt sind und ihre Inanspruchnahme von den Investitions- und Konsumentscheidungen der Unternehmen und Haushalte abhängt, besteht eine beträchtliche Unsicherheit, wie groß die Mindereinnahmen des Staates aufgrund dieser Fördermaßnahmen am Ende tatsächlich sein werden. So sind die von Bistline, Mehrotra und Wolfram (2023) geschätzten Gesamtkosten für die Tax Credits in Höhe von 780 Mrd. US-Dollar fast dreimal so hoch wie vom CBO erwartet, wodurch sich die geschätzten Kosten für den IRA mehr als verdoppeln.

Der IRA, auf dem im Folgenden der Fokus liegt, zielt darauf ab, Wertschöpfungsketten für klimafreundliche Technologien und Produktionsverfahren in den USA aufzubauen.

Auf diese Weise wollen die Vereinigten Staaten

3 Die ursprüngliche Bezeichnung war INVEST in America Act. Nach Beratungen im Kongress wurde das Gesetz erweitert und in Infrastructure Investment and Jobs Act umbenannt. Es wird auch als Bipartisan Infrastructure Law bezeichnet.

4 Verkehrsnetze (alle Angaben in US-Dollar): Straßen und Brücken (110 Mrd.), Personen- und Güterverkehr (66 Mrd.), Flughäfen, Häfen und Wasserstraßen (42 Mrd.), öffentlicher Nahverkehr (39 Mrd.), E-Mobilität: Ladeinfrastruktur, Elektrifizierung der Busflotte (Schul- und Überlandbusse) (15 Mrd.), Verkehrssicherheit (11 Mrd.), Verbindung von Gemeinden, die durch Verkehrswege getrennt werden (1 Mrd.).

5 Zentrale Infrastruktur (alle Angaben in US-Dollar): Energieversorgung (73 Mrd.), Breitbandnetz (65 Mrd.), Modernisierung des Trinkwassernetzes (55 Mrd.), Schutz gegen Cyberattacken und Naturkatastrophen (47 Mrd.), Sanierung von Altlasten/Deponien (21 Mrd.), übrige Projekte (5 Mrd.).

6 Private Investitionen in den Auf- und Ausbau der US-Halbleiterproduktion werden mit einer Steuergutschrift in Höhe von 25 % gefördert.

7 Da das Augenmerk dieser Untersuchung auf der industriepolitischen Dimension des IRA liegt, werden die IRA-Maßnahmen, die das US-Gesundheitssystem betreffen, im Weiteren nicht betrachtet.

8 Die US-Regierung stützt sich bei den erwarteten Ausgaben für die verschiedenen Tax Credits auf Schätzungen von CBO und JCT, die auf Erfahrungen hinsichtlich der Inanspruchnahme von Steuergutschriften in der Vergangenheit beruhen (Ramseur 2023).

- ihre Treibhausgasemissionen massiv senken,⁹
- insbesondere bei Rohstoffen, Vorleistungen und Komponenten die Abhängigkeit von China reduzieren,
- Produktionskapazitäten bei klimafreundlichen Technologien auf- und ausbauen und dabei gut bezahlte, sichere und gewerkschaftlich organisierte Industriearbeitsplätze in den USA schaffen,
- die Kosten für erneuerbare Energien sowie für die dafür benötigten Technologien stark senken, so dass sie ihre Vormachtstellung als größter Energieproduzent langfristig sichern und mit niedrigen Energiepreisen ihre Attraktivität als Produktionsstandort erhöhen.

Besonders wichtig sind dabei zum einen die Förderungen von Strom- und Wasserstoffproduktion, zum anderen die Förderungen von E-Autos und Batteriezellen.

FÖRDERUNG VON STROM- UND WASSERSTOFFPRODUKTION

Vorschriften des IRA für die klimaneutrale Energieversorgung

Hohe und volatile Strompreise sind ein Problem für Investitionen in die Elektrifizierung der Produktion, da sie die Planungssicherheit für Unternehmen senken und die Kosten erhöhen. Der IRA versucht, dieses Problem anzugehen und damit die Transformation der Industrie durch die Elektrifizierung der Produktion sowie die Nutzung klimaneutraler Energie zu incentivieren (DOE 2022). Der Ausbau von Wasserstoff- und grüner Stromerzeugung soll schnell vorangehen und die Kosten beziehungsweise Preise für Abnehmer senken.

Vorgegebenes Ziel ist die vollständige Dekarbonisierung der Elektrizitätserzeugung bis 2035. Im Jahr 2022 stammten 60 % der Stromerzeugung aus fossilen und 21 % aus erneuerbaren Energieträgern. Der Rest entfiel auf Kernkraft (EIA 2023b).¹⁰ Weitere Ziele betreffen den Aufbau von Kapazitäten zur CO₂-neutralen Wasserstoffherstellung und die damit verbundenen Produktionskosten. Der stetige Aufbau der Produktionskapazitäten soll so weit vor-

anschreiten, dass ab 2030 ca. 10 Mio. t CO₂-neutraler Wasserstoff pro Jahr hergestellt werden können. Ab 2040 sollen es dann ca. 20 Mio. t pro Jahr sein (White House 2021). Die Gesteherungskosten¹¹ für CO₂-neutralen Wasserstoff sollen auf 2 US-Dollar/kg bis zum Jahr 2026 und auf 1 US-Dollar/kg bis zum Jahr 2031 sinken (DOE 2023c). Im Jahr 2022 wurden bereits ca. 10 Mio. t (333 TWh) Wasserstoff produziert, allerdings handelte es sich dabei größtenteils um grauen Wasserstoff¹² (IEA 2022a).

Zur Erreichung der industrie- und energiepolitischen Ziele fördert der IRA sowohl die Produktion von CO₂-neutralem Strom und Wasserstoff als auch die Herstellung der dafür notwendigen Anlagen und Komponenten (z.B. Solarpanels und Elektrolyseure). Die Förderung wird im Folgenden nur überblicksweise beschrieben. Eine detailliertere Darstellung der relevanten Programme befindet sich im Anhang. Vorrangig genutzte Förderinstrumente im Rahmen des IRA sind Tax Credits, also Steuergutschriften/-rückerstattungen: *Production Tax Credits* (PTC) gewähren Steuergutschriften pro produzierter und verkaufter Kilowattstunde (kWh) Strom beziehungsweise pro Kilogramm (kg) Wasserstoff, wohingegen *Investment Tax Credits* (ITC) eine Steuergutschrift auf die Investitionskosten von Strom- beziehungsweise Wasserstoffprojekten gewähren. Antragsteller müssen sich zwischen PTC und ITC entscheiden. Zudem erhöht der IRA die Förderung für Einrichtungen, die CO₂ auffangen und speichern (*Carbon Capture and Storage, CCS*), was für Produzenten von blauem Wasserstoff relevant ist.

Bei den Tax Credits gibt es eine Basisrate, die sich durch Boni erhöht, wenn bestimmte Voraussetzungen erfüllt sind. Höhere Förderraten werden sowohl im Rahmen des ITC als auch des PTC gewährt, wenn die Investitionen vor allem aus in den USA gefertigten Komponenten bestehen (sogenannte *Domestic Content Requirements*) und wenn bestimmte Kriterien zur Mindestvergütung und Ausbildung (sogenannte *Prevailing Wage and Apprenticeship Requirements*) eingehalten werden. Die Domestic Content Requirements bestehen allerdings nicht bei ITC und PTC für Wasserstoff (das gilt vor allem für den *Clean Hydrogen Production Tax Credit*), sodass z.B. Elektrolyseure aus China oder Europa zum Einsatz kommen können, ohne dass Produzenten Steuergutschriften entgehen.

Weitere wichtige Charakteristika der Tax Credits sind *Elective Pay* (Auszahlbarkeit) und *Transferabili-*

⁹ Die Rhodium Group kommt zu dem Ergebnis, dass die IRA-Maßnahmen die Treibhausgasemissionen der USA bis 2030 um 29-42 % gegenüber dem Referenzjahr 2005 senken können. Dies ist zwar ein riesiger Schritt in die richtige Richtung, um aber das Ziel der Klimaneutralität bis 2050 zu erreichen, wäre eine Reduzierung um mindestens 50 % bis 2030 nötig (King et al. 2023).

¹⁰ Installierte Kapazitäten in den USA im Jahr 2022 bei den erneuerbaren Energien: Wind Onshore: 141 Gigawatt (GW), Wind Offshore: 0,4 GW und Photovoltaik (Frei- sowie Dachflächensolaranlagen): 111 GW (EIA 2023b).

¹¹ Wasserstoffgestehungskosten sind eine Maßeinheit, die die Kosten für die Errichtung und den jährlichen Betrieb von Anlagen zur Wasserstoffproduktion ins Verhältnis zur erzeugten Menge über die gesamte Lebensdauer der Anlagen setzt. Sie werden zumeist in US-Dollar/kg oder Euro/kg angegeben. Es sind aber keine Endnutzerpreise, da u. a. Netzkosten fehlen.

¹² Grauer Wasserstoff wird in der Regel aus Erdgas hergestellt. Dabei wird CO₂ ungenutzt in die Atmosphäre abgegeben, weshalb er nicht klimaneutral ist.

ty (Übertragbarkeit). Durch die Auszahlbarkeit kann die Steuergutschrift in einen Zuschuss umgewandelt werden, sodass auch staatliche Einrichtungen davon profitieren, die keine Steuern zahlen. Übertragbarkeit bedeutet, dass die Gutschrift an Steuerzahler, die sie besser nutzen können – z.B. mögliche Investoren – verkauft werden kann (Bistline, Mehrotra und Wolfram 2023).

Der ITC für die Stromherstellung aus erneuerbaren Quellen ist zwar befristet, aber zum jetzigen Zeitpunkt ist unklar, wann die Steuergutschriften tatsächlich enden werden. Geplant ist, dass sie ab 2033 jedes Jahr um 25 % reduziert werden und somit 2036 beendet wären, aber nur wenn bis Ende 2032 das Ziel einer Senkung des Treibhausgasausstoßes im Stromsektor um 75 % gegenüber 2022 erreicht wird. Sollte das nicht der Fall sein, könnten die Steuergutschriften so lange weiter in Anspruch genommen werden, bis das Reduktionsziel erreicht ist. Eine ähnliche Regelung besteht beim PTC für grünen Strom.¹³ Beim PTC für Wasserstoff (Bezugszeit bis zu 10 Jahren) werden nur Anlagen gefördert, die vor 2033 in Betrieb genommen wurden – ohne Nennung eines Emissionsziels.

Der IRA unterstützt mittels PTC und ITC nicht nur die Erzeugung klimafreundlicher Energien, sondern auch den Auf- und Ausbau der industriellen Fertigungskapazitäten der dafür benötigten Komponenten (Solarpanels, Windturbinen, Elektrolyseure etc.), z.B. mit Steuergutschriften pro Produktionseinheit (bspw. pro qm Solarzelle).¹⁴

Zusammenspiel mit dem Infrastructure Investment and Jobs Act

Der *Infrastructure Investment and Jobs Act* (IIJA) ergänzt den IRA. Der IIJA fördert bis 2028 Investitionen in die Strominfrastruktur. So sollen Übertragungs- und Verteilnetze modernisiert und ausgebaut werden. Zudem sollen sie an die wetterbedingt schwankende Einspeisung des Stroms aus erneuerbaren Energien angepasst werden. Eine wichtige Rolle im Infrastrukturaufbau spielt

¹³ Der PTC kann für einen Zeitraum von 10 Jahren bezogen werden. Sollte das Ziel der 75-prozentigen Reduktion der Treibhausgasemissionen bis Ende 2032 gegenüber 2022 erreicht werden, würden bestehende Anlagen die Förderung bis zum Ende der Bezugszeit erhalten. Neue Anlagen würden die Förderung zwar auch für einen Zeitraum von 10 Jahren erhalten, aber nur noch in reduzierter Form. Ab 2036 würde die Förderung für neue Anlagen gänzlich wegfallen. Wird das genannte Ziel hinsichtlich der Treibhausgasemissionen verfehlt, werden weiterhin PTC für neue Projekte in voller Höhe gewährt, bis das Ziel erreicht ist.

¹⁴ Neben Maßnahmen, die die Kosten für CO₂-neutrale Energie senken und damit die Nutzung dieser Energie anstelle von fossiler Energie anreizen sollen, gibt es noch auf bundesstaatlicher und nationaler Ebene zahlreiche Programme, die die Umstellung der Produktion in den Industriebetrieben fördern (AHK 2024).

die *Building a Better Grid Initiative*, die einen Netzausbauplan entwerfen und dabei helfen soll, organisatorische Hürden zu überwinden, die dadurch entstehen, dass der US-Strommarkt aufgrund regionaler Zuständigkeiten stark fragmentiert ist (EPA 2023c). Allerdings sind die dafür im IIJA veranschlagten finanziellen Mittel gering, sodass der unzureichende Netzausbau eine mögliche Hürde für die Versorgung von Wirtschaft und Haushalten mit Strom aus erneuerbaren Energien sein und somit die Wirksamkeit des IRA einschränken kann.

Der IIJA fördert ebenfalls F&E-Investitionen in Klimaschutztechnologien (z.B. Solarpanels). Zudem fördert er den Aufbau von sieben Wasserstoff-Hubs, bei denen Erzeuger, Verbraucher und Infrastrukturbetreiber zusammenkommen und den Ausbau der Produktionskapazitäten voranbringen sollen. Diese werden mit knapp 7 Mrd. US-Dollar unterstützt. Insbesondere die Dekarbonisierung der chemischen Industrie und des Transportsektors wird dabei in vielen Hubs forciert werden (DOE 2023c).¹⁵ Mit dem IIJA werden zudem der US-weite Ausbau der Elektrolyseurskapazität und die Wasserstoffforschung gefördert. Beides folgt dem Ziel, die Kosten der Wasserstoffherzeugung binnen weniger Jahre deutlich zu senken. Zudem sollen knapp 12 Mrd. US-Dollar in Projekte fließen, die CO₂ abscheiden und speichern (CCS) (Cornot-Gandolphe 2023).

Auswirkungen auf die Erzeugung von Strom und Wasserstoff

Mit seinen zum Teil beträchtlichen Fördersätzen hat der IRA das Potenzial, sowohl das Volumen der Strom- und Wasserstoffproduktion in den USA zu beeinflussen als auch die Marktpreise zu verändern.

Wirkungen auf Strompreise

Der IRA kann auf (mindestens) zwei Wegen die Strompreise für Industriekunden beeinflussen. Er kann sowohl die Preise für Endkunden über den Strom(groß)handel als auch die Preise für Direktlieferverträge (*Power Purchase Agreements*) senken.

Zunächst zu Ersterem: Der Großteil des Stroms aus erneuerbaren Quellen wird über den allgemeinen Stromgroßhandel verkauft. Nach gängigen Analysen werden aufgrund von technologischem Fortschritt die realen Investitions- und Betriebskosten für die Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien (insbesondere Windkraft- und Photovoltaikanlagen) sinken, während die Leistungsfähigkeit der Anlagen zunimmt (Bistline, Mehrotra und Wolfram 2023). Dadurch fallen die realen Stromgestehungs-

¹⁵ Industrie und Verkehr machen in etwa 54 % der Treibhausgasemissionen aus. Grundstoffproduktion (z.B. Ammoniak) und Raffinerien machen einen Großteil der Emissionen der Industrie aus (EPA 2023a).

kosten.¹⁶ Die PTC und ITC des IRA senken die realen Stromgestehungskosten und damit voraussichtlich die Angebotspreise auf den allgemeinen Strommärkten in den USA zusätzlich – zumindest für eine gewisse Zeit. Zudem erwarten Studien sinkende Erdgaspreise in den USA bis in die 2030er Jahre (EIA 2023a). Daher gehen EIA (2023a) und Bistline et al. (2024) weitgehend von sinkenden realen Strompreisen bis Mitte der 2030er Jahre für die Industrie und andere Verbrauchsgruppen aus. Mit Auslaufen der IRA-Subventionen dürften die realen Preise wieder langsam steigen.¹⁷ In den USA unterscheiden sich die Strompreise stark auf Bundesstaats- und Gemeindeebene.¹⁸ Die EIA (2023a) schätzt, dass vor allem die Preisentwicklungen in den industriellen Zentren wie Pennsylvania, dem Mittleren Westen (z.B. Ohio und Illinois) und im Süden (z.B. Texas) günstig verlaufen werden. In diesen Regionen liegen die Strompreise für die Industrie bereits jetzt zumeist unterhalb des Durchschnitts, und der IRA dürfte sie in den kommenden Jahren zunächst weiter senken (► **Abbildung 10 auf Seite 26**).¹⁹

Der zweite denkbare Wirkungskanal, über den der IRA die Entwicklung der Stromkosten für die Industrie beeinflussen kann, sind grüne *Corporate Power Purchase Agreements* (PPA). Das sind Direktlieferverträge zwischen Anbietern erneuerbarer Energien und abnehmenden Unternehmen, die in den USA weiter verbreitet sind als in Europa. So haben sich beispielsweise im Jahr 2022 Unternehmen in den USA eine Kapazität von knapp 20 Gigawatt (GW) an erneuerbarem Strom per PPA gesichert. Die PPA-Preise orientieren sich an den Stromgestehungskosten. Die Steuergutschriften, also PTC und ITC, können Stromanbieter wie eine Senkung der Gestehungskosten in ihre Projekte einkalkulieren. In kompetitiven Märkten geben Stromanbieter diese Kostensenkung in Form niedrigerer PPA-Preise an Ab-

nehmer weiter (Bolinger, Seel und Robson 2019). Allerdings beinhalten PPA-Preise neben den Gestehungskosten noch weitere Kosten (z.B. Risikoprämien). Je nachdem wie stark diese Kosten eingepreist werden, können sie das Potenzial des IRA, die PPA-Preise zu senken, dämpfen.

Basierend auf Bauermann (2023) zeigen die **Abbildungen 1 bis 3** Simulationsergebnisse für die Entwicklung der Stromgestehungskosten für Windkraftanlagen (Onshore und Offshore) und für Freiflächenphotovoltaikanlagen in Deutschland, den USA und an idealen Standorten Europas.²⁰ Die Balken geben eine Kostenspanne für die jeweilige Technologie an. Für Deutschland und die USA bezieht sich die Spanne auf die landestypischen Kosten und Bedingungen des jeweiligen Standorts. Für die idealen europäischen Standorte werden die durchschnittlichen Kosten von zwei verschiedenen besonders günstigen Standorten gemittelt. In den Abbildungen sind drei Zeitpunkte abgetragen: 2021 (vor dem IRA), 2030 (volle Wirkung des IRA und die kontrafaktische Situation, wenn es diesen nicht gäbe) und 2040 (nach Auslaufen des IRA). In der Analyse ist unterstellt, dass der IRA in den 2030er Jahren ausläuft, weil im Stromsektor das Einsparziel von 75 % der Treibhausgasemissionen gegenüber dem Jahr 2022 erreicht wurde (Steinberg et al. 2023). Im Rahmen des IRA bietet der PTC für Betreiber von Onshore-Windkraftanlagen sowie Freiflächenphotovoltaikanlagen und der ITC für Betreiber von Offshore-Windkraftanlagen die attraktivste Förderung, weshalb diese Varianten dargestellt werden.

Wie in den Abbildungen gezeigt, besteht ein langfristiger Trend zu sinkenden Gestehungskosten. Im Falle von Onshore-Windkraftanlagen und Photovoltaikanlagen sind die geschätzten Gestehungskosten in den USA (ohne IRA) geringer als in Deutschland, aber höher als an idealen Standorten in Europa. Die Wirkung des IRA zeigt sich im Jahr 2030, wenn die Tax Credits die Gestehungskosten in den USA für alle drei Technologien deutlich senken. Verglichen mit den Gestehungskosten ohne IRA beträgt die Senkung durch ITC und PTC zwischen 15 und 35 Euro₂₀₂₁/Megawattstunde (MWh). Damit wären die Kosten in den USA zeitweise niedriger als bei den idealen Standorten Europas. Im Jahr 2040 – wenn die IRA-Förderung annahmemaß ausgelaufen ist – haben sich die Gestehungskosten zwischen Europa und den USA wieder deutlich angenähert. Sollte der US-Stromsektor die Einsparziele hinsichtlich der Treibhausgasemissionen allerdings verfehlen, würden die Tax Credits weiterlaufen. In diesem Fall würde das Kostendifferenzial zwischen den USA und Europa länger bestehen.

16 Stromgestehungskosten sind ein Benchmark, um die wirtschaftliche Tragfähigkeit unterschiedlicher Erzeugungstechnologien zu bewerten. Zumeist angegeben in Euro/MWh oder US-Dollar/MWh sind die Stromgestehungskosten eine Maßeinheit, die die Kosten für die Errichtung und den jährlichen Betrieb einer Anlage ins Verhältnis zur Stromerzeugungsmenge der gesamten Lebensdauer der Anlage setzt.

17 Diese Analyse stützt sich neben Bistline et al. (2024) auf die Szenarien „Reference“ (erwartete Nutzung des IRA) und „High Uptake IRA“ (starke Nutzung des IRA) des Annual Energy Outlook 2023 (EIA 2023a). Das Szenario „Reference“ ist im **Anhang** für ausgewählte Regionen dargestellt.

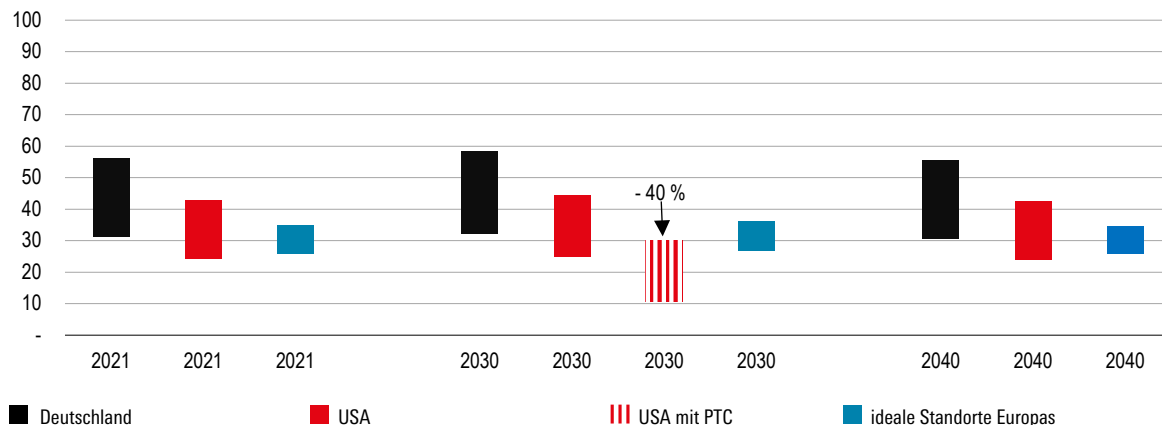
18 So werden die Preise in einigen Bundesstaaten (und dort teils auf Gemeindeebene) von regulierten, vertikal integrierten Unternehmen festgelegt (z.B. Montana, South und North Dakota), wohingegen in anderen Regionen weitgehend liberalisierte Märkte vorherrschen (z.B. Texas). Die meisten Regionen haben zudem Kapazitätsmärkte.

19 In diesen Regionen sind vor allem die chemische Industrie (inklusive z.B. Grundstoffchemie), die Kraftstoffproduktion und die Stahlindustrie ansässig (Global Energy Monitor 2023; EPA 2021).

20 Dänemark und Schweden wurden für Onshore-Windkraftanlagen, Dänemark und die Niederlande für Offshore-Windkraftanlagen und Spanien und Südfrankreich für Freiflächenphotovoltaikanlagen ausgewählt.

Projektion der Stromgestehungskosten für Windkraftanlagen (Onshore)

In Euro₂₀₂₁/MWh



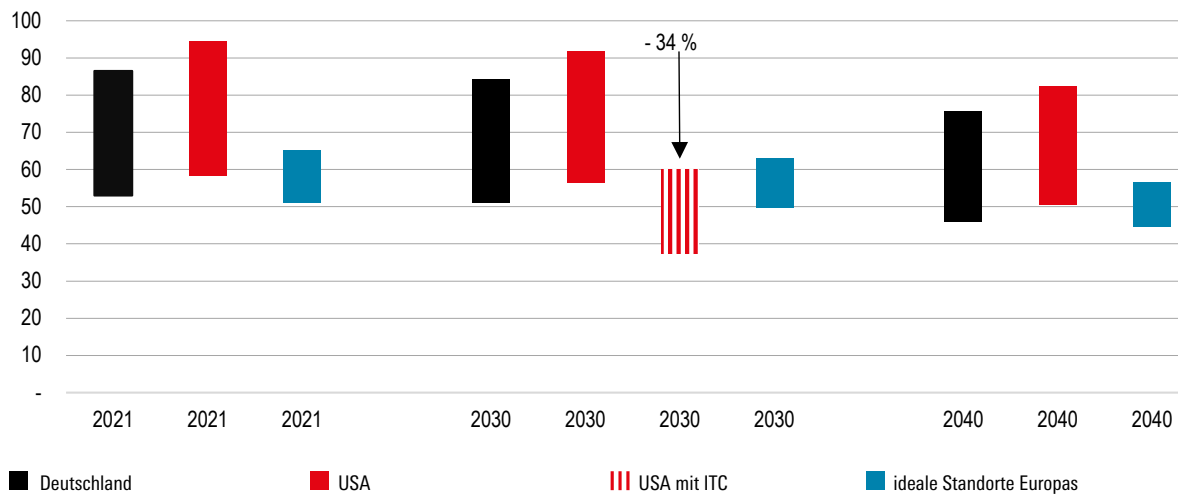
Hinweise: Abgebildet sind die Gestehungskosten an unterschiedlichen Standorten und zu verschiedenen Zeitpunkten. Für das Jahr 2030 wird der Effekt des IRA in Form des Production Tax Credits (PTC) dargestellt.

Quelle: Darstellung des IMK auf Basis von Bauermann (2023).



Projektion der Stromgestehungskosten für Windkraftanlagen (Offshore)

In Euro₂₀₂₁/MWh



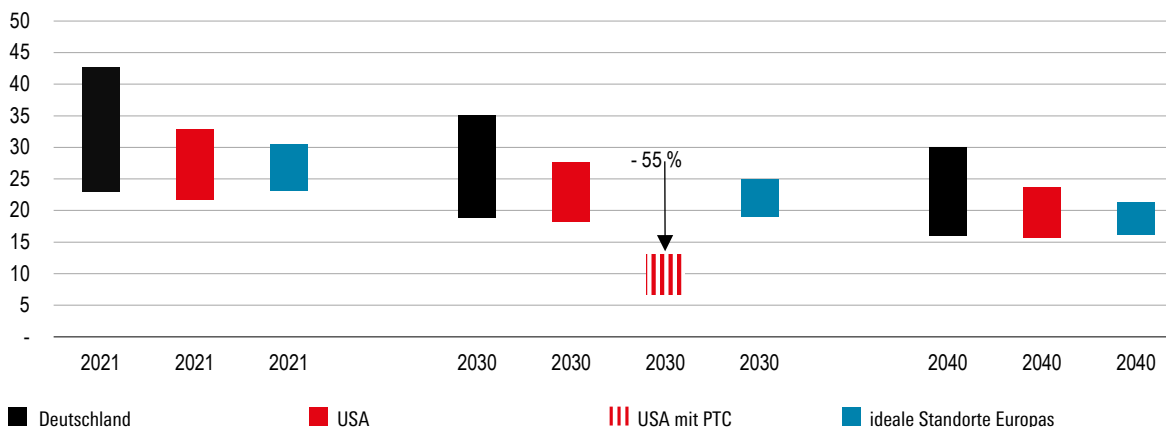
Hinweise: Abgebildet sind die Gestehungskosten an unterschiedlichen Standorten und zu verschiedenen Zeitpunkten. Für das Jahr 2030 wird der Effekt des IRA in Form des Investment Tax Credits (ITC) dargestellt.

Quelle: Darstellung des IMK auf Basis von Bauermann (2023).



Projektion der Stromgestehungskosten für Freiflächenphotovoltaik

In Euro₂₀₂₁/MWh



Hinweise: Abgebildet sind die Gestehungskosten an unterschiedlichen Standorten und zu verschiedenen Zeitpunkten. Für das Jahr 2030 wird der Effekt des IRA in Form des Production Tax Credits (PTC) dargestellt.

Quelle: Darstellung des IMK auf Basis von Bauermann (2023).

IMK

Wirkungen auf die Kapazitäten zur Stromerzeugung

Damit der IRA die Preis- und Klimaschutzeffekte entfalten kann, müssen auch die Kapazitäten für die Stromerzeugung auf Basis erneuerbarer Energien wachsen. Der IRA zeigt hinsichtlich des Kapazitätsausbaus schon jetzt in einigen Bereichen sowohl kurzfristig als auch auf längere Sicht Wirkung. So haben sich kurz nach seinem Bekanntwerden im Juli 2022 die Planzahlen für den Zubau an Freiflächenphotovoltaik und Großbatteriespeichern (Projekte mit installierter Kapazität >1 Megawatt (MW)) für das Jahr 2023 um 11 % beziehungsweise 8 % erhöht. Der tatsächliche Kapazitätszubau betrug im Jahr 2023 19,5 GW bei Freiflächenphotovoltaik und 7 GW bei Großbatteriespeichern, was die bis dato gültigen Ausbaurekorde deutlich übertraf (EIA 2024).²¹ Bei Windenergie war im Jahr 2023 lediglich ein Kapazitätszubau von 6,5 GW zu verzeichnen.

Abbildung 4 und Abbildung 5 zeigen den geplanten kumulierten Zubau großer Photovoltaik- und Windkraftanlagen sowie Batteriespeicher (jeweils >1 MW pro Projekt) für den Zeitraum 2024 bis einschließlich 2028, ausgehend vom jeweiligen Berichtsmonat in den Jahren 2022 und 2023 (EIA 2024).²² Sie verdeutlichen die Wirkung des IRA auf die längerfristige Kapazitätsentwicklung in zweier-

lei Hinsicht – zumindest für zwei der drei Technologien. Erstens wird ein sprunghafter Anstieg des geplanten Zubaus an Freiflächenphotovoltaik und Großbatteriespeichern ab Mitte 2022 ersichtlich, der mit der Verkündung des IRA zusammenhängt (Abbildung 4). Zweitens zeigt sich, dass das Wachstum des geplanten Kapazitätsausbaus auf einem merklich höheren Niveau seit Verkündung des IRA stattfindet. Bei Windenergie (Abbildung 5) sind leichte Anstiege ab Mitte des Jahres 2023 erkennbar. Das Wachstum ist aber geringer als bei den anderen beiden Technologien.

Um die beschriebenen geplanten Kapazitätserweiterungen einordnen zu können, kann man vereinfacht von der Annahme ausgehen, dass die Treibhausgasemissionen im Stromsektor bis Ende 2028 um 45 % gegenüber 2022 gesenkt werden sollten, um das angestrebte Ziel einer 75-prozentigen Reduktion bis Ende des Jahres 2032 zu erreichen. Mit den bislang angekündigten Kapazitätserweiterungen (Abbildungen 4 und 5) können bei Freiflächenphotovoltaik ca. 38 %, bei Windenergie ca. 12 % und bei Batteriespeichern ca. 46 % des dafür notwendigen Kapazitätszubaus abgedeckt werden.²³ Um das angepeilte Sektorziel zu erreichen, ist ein jährlicher Kapazitätsausbau von etwa 30-45 GW bei Freiflächenphotovoltaik, 20-40 GW bei Windenergie und 7-14 GW bei den Großbatteriespeichern notwendig (King et al. 2023; Steinberg et al. 2023; Bistline et al. 2024). Für das Jahr 2024 wurde ein Kapazitätszubau bei Freiflächenphoto-

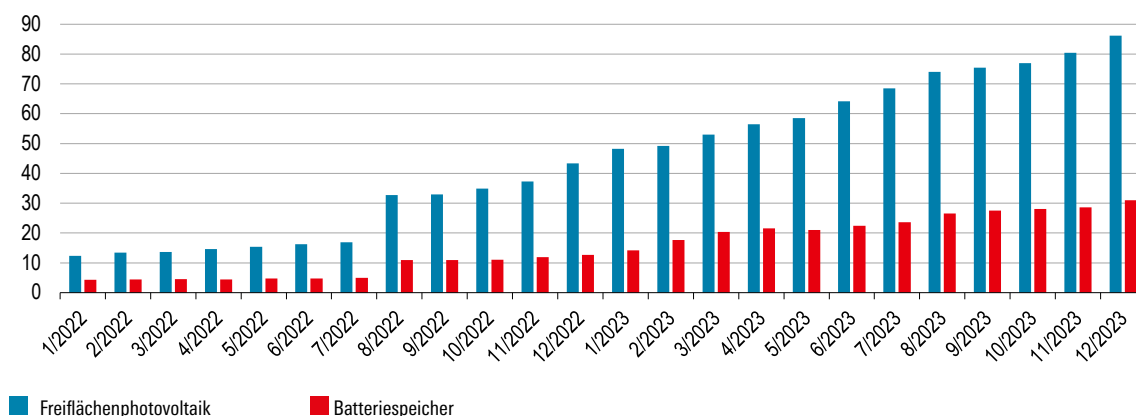
²¹ Hinzu kommen noch kleinere Anlagen (z.B. von Haushalten und Gewerbe), für die Zahlen voraussichtlich im Laufe des Jahres 2024 vorliegen werden. Es dürften 2023 schätzungsweise 8-9 GW Dachflächenphotovoltaik installiert worden sein.

²² Kleine Anlagen (z.B. Heimspeicher und Dachsolaranlagen) sind hier nicht erfasst, müssen aber bei einer umfassenden Betrachtung der Dekarbonisierung des Stromsektors beachtet werden.

²³ Für diese Abschätzung wurden die notwendigen Zubauzahlen aus Bistline et al. (2024) (Szenarien: EPS-EI Low, ReEDS und RIO-REPEAT) sowie King et al. (2023) entnommen und mit den bisherigen Ankündigungen aus EIA (2024) ins Verhältnis gesetzt.

Gepannter Kapazitätsausbau bei Freiflächenphotovoltaik und Großbatteriespeichern für den Zeitraum 2024-2028 (insgesamt)

In GW



Hinweis: Es wurden die angekündigten kumulierten Nennkapazitäten für Großanlagen (>1 MW installierte Leistung pro Projekt) für den Zeitraum 2024 bis einschließlich 2028 verwendet, ausgehend vom jeweiligen Berichtsmonat.

Quelle: Berechnungen des IMK auf Basis von EIA (2024).

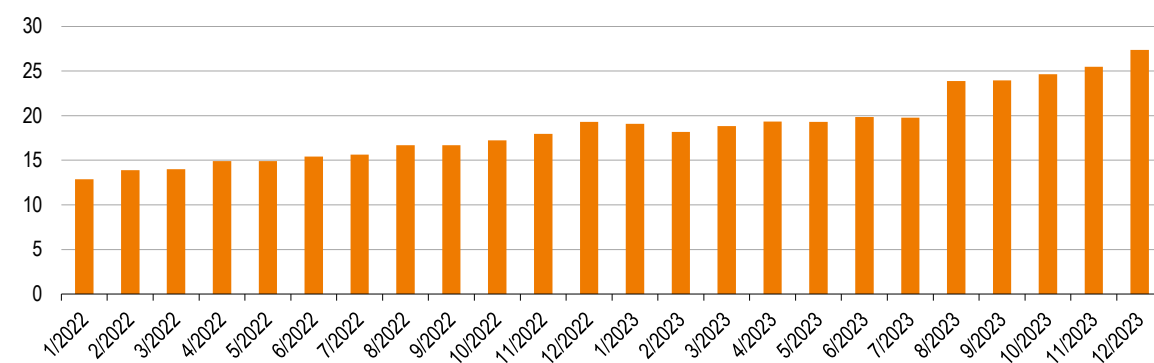
voltaik von 36,5 GW und bei Großbatteriespeichern von 14 GW angekündigt, was den Ausbau von 2023 nochmals deutlich übertreffen würde (EIA 2024). Vor dem Hintergrund relativ kurzer Planungszeiten und den bisherigen Entwicklungen bei Photovoltaik und Batteriespeichern, sind die oben genannten notwendigen jährlichen Ausbautzahlen durchaus erreichbar. Das heißt, auch wenn in den kommenden Jahren weitere Steigerungen beim jährlichen Ausbau notwendig sein werden, wachsen die Photovoltaik- und Großbatteriekapazitäten in Richtung des Pfades zur Erreichung des 75-Prozent-Ziels und würden damit die gewünschten Wirkungen des IRA unterstützen.

Bei Windenergie ist bislang ein Kapazitätsausbau von 8 GW für das Jahr 2024 geplant, was nur eine geringe Steigerung gegenüber 2023 wäre (EIA 2024). Der unzureichende Windenergieausbau kann die Zielerreichung des Stromsektors gefährden und die möglichen positiven Effekte des IRA auf die Strompreise und Emissionen schmälern. Der schleppende Ausbau der Windenergie hängt mit der aktuellen Krise der Branche zusammen – wovon auch Europa betroffen ist. Darauf wird in einem späteren Kapitel detaillierter eingegangen. Sollten die Probleme der Branche aber behoben werden, wie in IEA (2023b) angedeutet, dann sind auch deutliche Steigerungen beim Ausbau der Windenergie möglich.

Abbildung 5

Gepannter Kapazitätsausbau bei Windkraftanlagen für den Zeitraum 2024-2028 (insgesamt)

In GW



Hinweis: Es wurden die angekündigten kumulierten Nennkapazitäten für Großanlagen (>1 MW installierte Leistung pro Projekt) für den Zeitraum 2024 bis einschließlich 2028 verwendet, ausgehend vom jeweiligen Berichtsmonat.

Quelle: Berechnungen des IMK auf Basis von EIA (2024).

Wirkungen auf die Komponentenfertigung für Photovoltaik- und Windkraftanlagen sowie Batteriespeicher

Neben der Stromerzeugung haben auch die angekündigten Kapazitäten zur Herstellung von Anlagen und Komponenten zugenommen: Zwischen August 2022 und dem Jahresende 2023 wurden insgesamt über 120 sowohl neue Standorte als auch Erweiterungen bestehender Standorte angekündigt (ACP 2024). Gegenwärtig können pro Jahr Photovoltaikmodule mit einer Gesamtleistung von 6 GW, Batteriespeicher mit einer Gesamtleistung von 4 GWh und Windkraftanlagen mit einer Gesamtleistung von 7 GW hergestellt werden (IEA 2023d; ACP 2023). Die Kapazitäten werden durch den IRA perspektivisch deutlich steigen – bisher mit Ausnahme von Windenergie. Soweit die Ankündigungen realisiert werden, steigt der IEA (2023d) zufolge die Photovoltaikmodulfertigung auf eine Gesamtleistung von ca. 47 GW, die Batteriespeicherfertigung auf ca. 62 GWh, aber die Windkraftanlagenproduktion lediglich auf ca. 10 GW (Abbildung 6). Dem geplanten Ausbau steht ein geschätzter jährlicher Installationsbedarf bei Batteriespeichern (ca. 120 GWh inklusive kleinerer Anlagen, SEIA 2023a), Photovoltaik (ca. 30-45 GW Frei- und ca. 10-15 GW Dachflächenmodule) und Windenergie (ca. 20-40 GW) gegenüber. Dies bedeutet, dass der bislang geplante industrielle Kapazitätsausbau in den USA noch nicht ausreicht, um den erwarteten Bedarf zu decken. Gleichwohl werden sich die USA deutlich stärker mit grünen Technologien selbst versorgen

können, wodurch die Abhängigkeit von anderen Ländern sinkt.

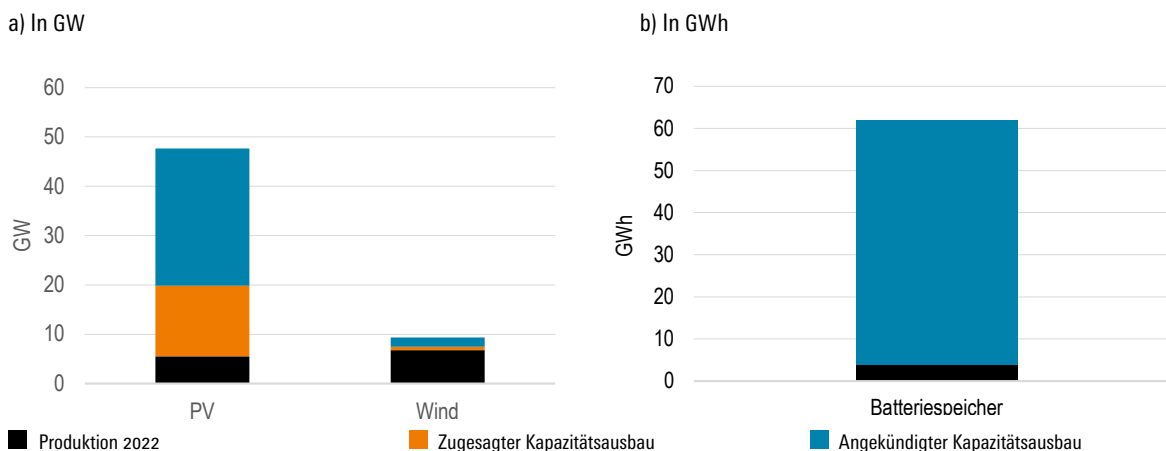
Wirkung auf Wasserstoffkosten

Die US-Regierung hat das Ziel formuliert, die Gesteuerungskosten für CO₂-neutralen Wasserstoff bis 2026 auf 2 US-Dollar/kg und bis 2031 auf 1 US-Dollar/kg zu senken (DOE 2023c), um ihn attraktiver als fossile Brennstoffe zu machen. Dies soll zunächst mithilfe von Subventionen für die grüne Wasserstoffherzeugung und CCS erreicht werden.

Nach Schätzungen von BCG (2023) und DOE (2023b) ist grüner Wasserstoff im Vergleich zu grauem Wasserstoff im Moment noch nicht wettbewerbsfähig (Abbildung 7). Subventionierter blauer Wasserstoff hat aber nach diesen Schätzungen bereits heute annähernd die gleichen Gesteuerungskosten wie grauer. Ab 2030 sollen diese für subventionierten grünen Wasserstoff dann wettbewerbsfähig gegenüber grauem und subventioniertem blauem Wasserstoff sein. Es gibt bisher wenige empirische Daten, aber Prognosen von BCG (2023) zufolge sind durch die Nutzung von Subventionen Gesteuerungskosten von ca. 1 US-Dollar/kg für CO₂-neutralen Wasserstoff in den USA im Jahr 2030 möglich. Sollten sich diese Preise realisieren und die EU-Mitgliedstaaten keine weiteren kostensenkenden Maßnahmen planen, könnte Wasserstoff in den USA deutlich günstiger erzeugt werden als in Europa. Gemäß aktueller Zahlen aus der ersten Auktion der Wasserstoffbank liegen die durchschnittlichen länderspezifischen Gesteuerungskosten

Abbildung 6

Aktuelle und geplante Produktionskapazitäten für grüne Stromtechnologien

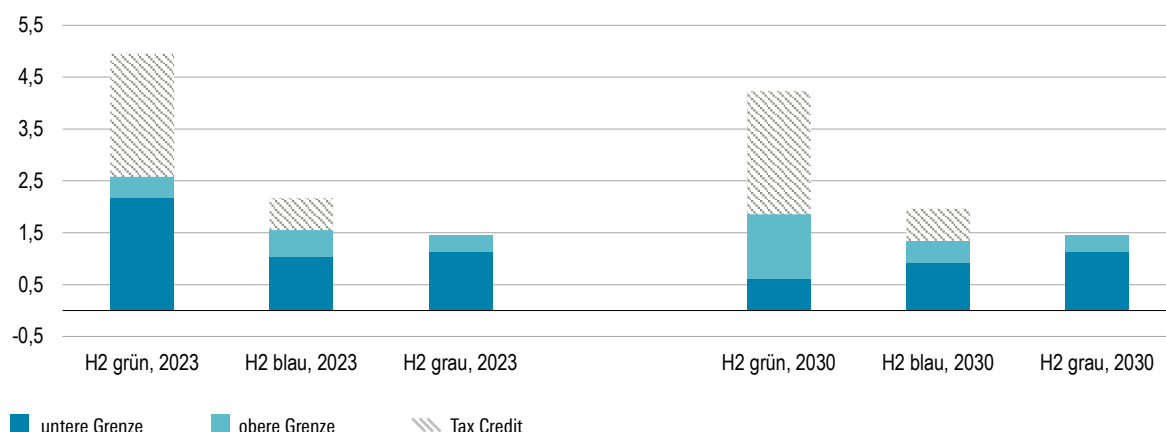


Hinweise: Abgebildet sind die aktuelle Kapazität sowie die perspektivische Kapazitätserweiterung zur Produktion von Photovoltaikmodulen (PV), Batteriespeichern und Windkraftanlagen (Wind) – ausgedrückt als installierbare Leistung pro Jahr (z.B. 6 GW Photovoltaik). Die Angaben beziehen sich auf Endprodukte. „Produktion 2022“ beschreibt Produktionskapazitäten bei tatsächlicher Kapazitätsauslastung in 2022. „Zugesagter Kapazitätsausbau“ beschreibt den fest geplanten Kapazitätsaufbau (mit gesicherter Finanzierung) und „Angekündigter Kapazitätsausbau“ den Kapazitätsausbau, der angekündigt ist, aber keine Finanzierungszusage hat. Es werden bei den letzten beiden 85 % Kapazitätsauslastung unterstellt. Photovoltaik wurde von GWdc in GWac umgerechnet. Bei Batteriespeichern gibt es keine detaillierten Daten hinsichtlich der Finanzierungssituation. Datenstand: November 2023.

Quellen: Darstellung des IMK auf Basis von IEA (2023d), ACP (2023), NREL (2023) und SEIA (2023b).

Schätzung der Entwicklung der Wasserstoffgestehungskosten

In US-Dollar₂₀₂₃/kg



Hinweis: Darstellung der Gestehungskosten von Wasserstoff (H₂) gemäß BCG (2023). Untere (obere) gefüllte Flächen geben die untere (obere) Grenze der geschätzten Gestehungskosten an - bei blauem und grünem Wasserstoff nach Abzug der Tax Credits. Schraffierte Fläche gibt den Production Tax Credit an. Die Zahlen wurden mithilfe des BIP-Deflators in Preise von 2023 umgerechnet.

Quellen: Darstellung und Berechnung des IMK auf Basis von Worldbank (2024) und BCG (2023).



in Europa zwischen 5,5 und 13 US-Dollar/kg, wobei die Kosten von Projekten, die den Zuschlag erhalten haben, eher im unteren Bereich liegen dürften (Europäische Kommission 2024).²⁴

Gemäß DNV (2022) werden die Kosten für blauen Wasserstoff in Europa dauerhaft höher sein als in Nordamerika, vor allem wegen höherer Erdgaspreise. Die Abschätzung zeigt aber auch, dass sich die Kosten für grünen Wasserstoff zwischen Nordamerika und Europa in der langen Frist annähern werden. So können Regionen Europas (z.B. Spanien und Norwegen), die aufgrund ihrer geografischen Lage über günstigen erneuerbaren Strom verfügen, Wasserstoff zu ähnlichen Kosten produzieren wie Nordamerika ohne Subventionen. Der IRA vermag die Gestehungskosten für die USA aber zumindest bis in die 2030er Jahre hinein stark zu drücken. Offen sind aber noch wichtige Fragen zur Wasserstoffinfrastruktur. Die bisherigen Schätzungen umfassen nämlich zumeist nur die Produktionskosten, nicht aber Kosten für Verteilung (Netzausbau und -unterhaltung) und Speicherung. Auch die bisherigen Kostenabschätzungen für Europa berücksichtigen diesen Aspekt kaum.

Wirkungen auf die Produktionskapazitäten von Wasserstoff

Damit Wasserstoff langfristig die Märkte durchdringen kann und durch technologischen Fortschritt deutliche Kostensenkungen erreicht werden können, müssen IRA und IIJA auch positive Effekte auf den Kapazitätsausbau haben. Nach Verkün-

dung des IRA ist die Zahl der geplanten Wasserstoffprojekte deutlich angestiegen. Unter den Ankündigungen dominieren aber vor allem die blauen Wasserstoffvorhaben (Cornot-Gandolphe 2023; IEA 2023c). **Abbildung 8** zeigt die bereits produzierenden und die geplanten Wasserstoffprojekte. Die USA nutzen in geringem Maße bereits CCS für die Wasserstoffproduktion.²⁵ Während die geplanten Kapazitäten für blauen Wasserstoff in den USA die in der EU übertreffen, sind die Planungen zu den grünen Wasserstoffkapazitäten im Vergleich zu denen in der EU noch eher bescheiden.²⁶ Die amerikanischen Ambitionen entwickeln sich aber sehr dynamisch. So ist gegenüber 2022 eine Verdoppelung der angekündigten US-amerikanischen Kapazitäten erkennbar, die der IRA weiter steigern kann (IEA 2022a, 2023c).

Einen großen Beitrag zum Aufbau der Wasserstoffproduktion und -nachfrage sollen die sieben durch den IIJA staatlich geförderten regionalen Wasserstoff-Hubs leisten, die im Oktober 2023 ausgewählt wurden. Diese regionalen Verbünde aus staatlichen Institutionen, Infrastrukturbetreibern, Erzeugern und Abnehmern fokussieren sich unter anderem auf die industriellen Zentren (z.B. Texas im Verbund mit Louisiana, Pennsylvania und den Mittlerem Westen) und hier insbesondere auf die chemische Industrie, das Fracht- und Transportwesen sowie in geringerem Maße auf die Stahlindustrie. Derzeit ist aber noch unklar, ob in den

²⁴ Angaben aus Europäische Kommission (2024) wurden mit 1,05 US-Dollar/Euro umgerechnet (Deutsche Bundesbank 2024).

²⁵ Bereits 2022 besaßen die USA knapp 50 % (Kanada 30 %) der globalen Wasserstoffprojekte mit CCS. Weltweit waren es aber weniger als 0,5 Mio. t Wasserstoff. Dieser Wasserstoff entspricht allerdings nicht den Förderlinien des IRA.

²⁶ Bisher sind in der EU 3 Mio. t blauer Wasserstoff und 8,5 Mio. t grüner Wasserstoff geplant (jeweils inklusive bereits tätiger Wasserstoffproduktion).

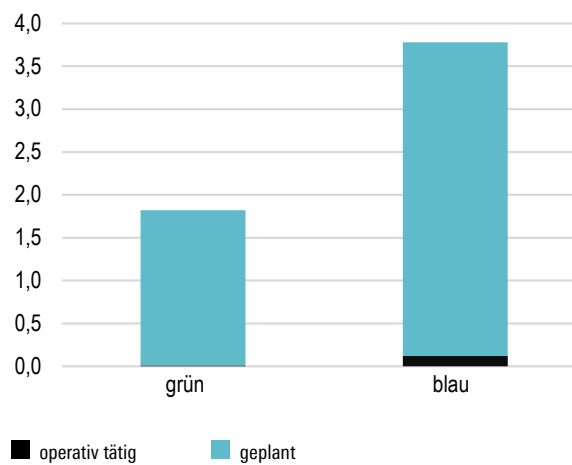
Hubs grüner oder blauer Wasserstoff produziert werden wird. So soll in vier von sieben Hubs auch Erdgas als Grundlage zur Wasserstoffproduktion zum Einsatz kommen (Krupnick et al. 2023; White House 2023a). Auch wegen dieser Hubs geht die US-Regierung davon aus, dass das Ziel, bis 2030 jährlich 10 Mio. t CO₂-neutralen Wasserstoff herzustellen, erreicht werden kann (White House 2023a). Noch ist aber Vieles vage, da sich ein Großteil der angekündigten Projekte in einem frühen Planungsstadium befindet (Abbildung 8). In der EU verhält es sich aber ähnlich.

Dass im Moment der Anteil blauen Wasserstoffs unter den geplanten Projekten dominiert, hat mehrere Gründe. Erstens orientieren sich viele Wasserstoffprojekte aufgrund noch fehlender Transport- und Speicherinfrastruktur am Status Quo. Sie zielen auf die Versorgung von Unternehmen vor Ort ab, die bereits grauen Wasserstoff beziehen und solche, die perspektivisch Wasserstoff einsetzen werden. Insbesondere für die chemische Industrie, die Kraftstoffproduktion und den Schwerlasttransport wurden bereits Projekte zur CO₂-neutralen Wasserstoffversorgung angekündigt. Produzenten blauen Wasserstoffs können derzeit vor Ort auf günstiges Gas (z.B. in Teilen des Mittleren Westens, in Pennsylvania und Texas) und die Förderung von CCS im Rahmen des IIJA und des IRA zurückgreifen. Neben der Versorgung der Industrie vor Ort dient die Produktion vor allem dem Export von blauen Wasserstoffderivaten, z.B. blauem Ammoniak. Günstige Wasserstoffpreise stärken nicht nur die internationale Wettbewerbsfähigkeit und die Produktion der chemischen Industrie in den USA, sondern können auch ein Anziehungspunkt für die europäische Chemieindustrie sein, ihre Produktion in den USA auszubauen – unter Umständen zu Ungunsten europäischer Standorte. Zweitens ist blauer Wasserstoff zunächst kostengünstiger. Später, wenn die Preise gefallen sind und die Produktionskapazitäten für grünen Wasserstoff ausreichen, kann auf grünen Wasserstoff umgestellt werden. Dafür sind aber höhere Investitionen in Forschung und Entwicklung sowie ein Markthochlauf der grünen Wasserstoffherzeugung nötig (Cornot-Gandolphe 2023).

Um den Ausbau grüner Wasserstoffkapazitäten zu beschleunigen, hat das Energieministerium (DOE) im Dezember 2023 eine neue, weitreichende Regelung vorgeschlagen, die die Auslegung der Richtlinie zur Förderung der Wasserstoffproduktion per *Clean Hydrogen Production Tax Credit* betrifft, einem Kernelement des IRA (IRS 2023b). Wasserstoff muss die strikten Kriterien Lokalität (*Deliverability*), Zusätzlichkeit (*Incrementality*) und stündliches Matching (*Hourly Matching*) erfüllen, um als grüner Wasserstoff die höchste Förderung (3 US-Dollar₂₀₂₂/kg) zu erhalten. Lokalität bedeutet, dass sich die grünen Stromkapazitäten in lokaler Nähe zur Wasserstoffproduktion befinden müssen. Zusätzlichkeit bedeutet, dass Anlagen zur Stromerzeugung frühestens 36 Monate vor Beginn

Geplante und operativ tätige grüne und blaue Wasserstoffproduktion bis 2030 (USA)

In Mio. t Wasserstoff



Hinweis: Geplante Projekte umfassen solche, die mindestens die finale Investitionsentscheidung erreicht haben (inklusive Projekte im Bau), die sich in einer Durchführbarkeitsstudie befinden oder die sich in einem sehr frühen Stadium befinden (z.B. nur eine Kooperationsvereinbarung zwischen den Beteiligten). Operativ tätige Projekte produzieren bereits. Nicht aufgeführt sind Projekte ohne festes Enddatum oder Projekte, die lediglich ein Konzept haben. Datenstand: Oktober 2023.

Quelle: Darstellung des IMK auf Basis von IEA (2023c).



der Wasserstoffproduktion in Betrieb genommen werden. Dadurch soll der Stromverbrauch für die Wasserstoffproduktion nicht mit der allgemeinen Stromproduktion in Konkurrenz stehen. Das Erfordernis des stündlichen Matchings bedeutet, dass Produzenten nachweisen müssen, dass der (grüne) Wasserstoff in der gleichen Stunde erzeugt wurde wie der klimaneutrale Strom, sodass im Grunde nachgewiesen wird, dass der Wasserstoff keine zusätzlichen Emissionen erzeugt. Nach Anhörungen im März und April 2024 befindet sich das Gesetz derzeit noch im Abstimmungsprozess und Änderungen an den Vorschriften sind noch möglich. Die strengen Vorgaben vom Dezember 2023 sehen aber auch jetzt schon eine Übergangsphase vor, in der schwächere Regeln gelten. So greift die Regelung zum stündlichen Matching erst ab 2028. Zudem sind bereits bestehende Wasserstoffproduktionsanlagen förderberechtigt, wenn sie umfassend umgebaut wurden.

Die strikten Regelungen des *Clean Hydrogen Production Tax Credit* werden den Standard für grünen Wasserstoff verschärfen. Dies wäre zwar für die Industrie zunächst eine Herausforderung, hätte aber zwei große Vorteile. Erstens würden strengere Standards den zusätzlichen Aufbau grüner Stromerzeugungskapazitäten befördern. Zweitens würden sich die amerikanischen Standards für die Wasserstoffherzeugung annähern, sodass langfristig mit diesem Wasserstoff in den USA erzeugte und exportierte Güter kaum von einem Grenzausgleichsmechanismus (CBAM) betroffen wären. Das bedeutet, dass die USA die Tax Credits auch strategisch nutzen, um langfristig ihren

Export von energieintensiven Gütern, Wasserstoff sowie Wasserstoffderivaten zu sichern (Piper et al. 2024). Der Aufbau der Produktionskapazitäten für grünen Wasserstoff wird sich aber noch etwas hinziehen.

Implikationen für die Downstream-Industrie

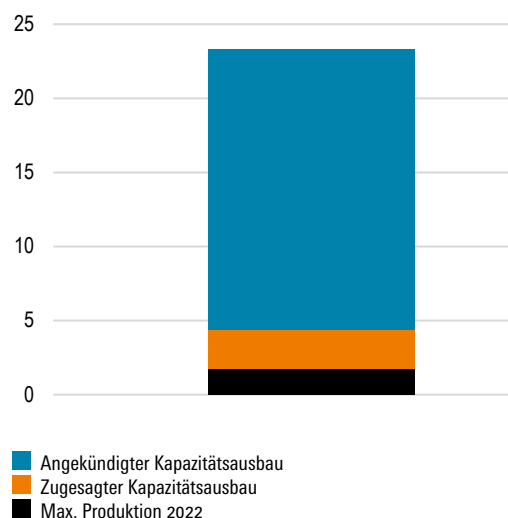
Die bisherigen Prognosen des Energieministeriums sehen große industrielle Abnehmer vor allem in der chemischen Industrie (insbesondere in der Ammoniak- und Methanolproduktion), der Kraftstoffproduktion, im Schwerlasttransport und in geringerem Maße in der Stahlbranche. Abnehmer dieser Branchen sind auch Teil der oben beschriebenen industrienahen Hubs im Süden, im Mittleren Westen und in Pennsylvania. Die Kostensenkung bei der Wasserstoffherstellung durch Tax Credits bietet Produzenten von emissions- und energieintensiven Produkten einen Anreiz, auf grünen oder blauen Wasserstoff umzusteigen. Durch eine deutliche Ausweitung der Wasserstoffherzeugung sollen Skaleneffekte erreicht und die Herstellungskosten auf mittlere und lange Sicht deutlich gesenkt werden. Dadurch soll die Wasserstoffnutzung langfristig günstiger werden als die Nutzung fossiler Kraftstoffe. Das DOE (2023b) ist zuversichtlich, dass die Abnehmer dauerhaft umrüsten werden. Voraussetzung ist aber, dass die Herstellungskosten von Wasserstoff gemäß den Prognosen (Abbildung 7) sinken und die nötige Infrastruktur bereitstehen wird. Ein geraumer Teil der Industrie wird den CO₂-neutralen Wasserstoff zudem für Exportprodukte nutzen, die damit einen Vorteil im internationalen Wettbewerb um klimafreundliche Produkte haben (Cornot-Gandolphe 2023).

Wirkungen auf die Fertigung von Elektrolyseuren

Bezüglich der Produktionskapazität für Elektrolyseure werden sich die USA in den kommenden Jahren deutlich steigern (Abbildung 9), soweit die Ankündigungen realisiert werden, und mit der europäischen Produktionskapazität mindestens mithalten (IEA 2024). Ein weiterer Vorteil im Zusammenhang mit den Tax Credits für Wasserstoff ist, dass keine Domestic Content Requirements bestehen.²⁷ Erzeuger können daher Elektrolyseure aus Europa oder China importieren, ohne dass ihnen Tax Credits entgehen. Der Wasserstoffproduktion in den USA sind somit keine Grenzen durch die heimische Elektrolyseursproduktion gesetzt, wenn sich diese nicht so entwickeln sollte wie geplant.

Aktuelle und geplante Produktionskapazitäten für Elektrolyseure

In GW



Hinweis: Abgebildet ist die Kapazität zur Produktion von Elektrolyseuren – ausgedrückt als installierbare Leistung pro Jahr (z.B. 4 GW Elektrolyseurskapazität). Die Angaben beziehen sich auf Endprodukte. „Max. Produktion 2022“ beschreibt Produktionskapazitäten bei (maximaler) Vollausslastung in 2022. „Zugesagter Kapazitätsausbau“ beschreibt den fest geplanten Kapazitätsaufbau (mit gesicherter Finanzierung) und „Angekündigter Kapazitätsausbau“ den Kapazitätsaufbau, der angekündigt ist, aber keine Finanzierungszusage hat. Es werden bei den letzten beiden 85 % Kapazitätsauslastung unterstellt. Datenstand: November 2023.

Quelle: Darstellung des IMK auf Basis von IEA (2023d).

IMK

Grenzen des IRA: Mangelnder Netzausbau und lange Genehmigungsverfahren

Die bestehende Stromnetzinfrastruktur der USA kann das Potenzial des IRA in Hinblick auf sinkende Strompreise limitieren. Größtenteils in den 1970er Jahren erbaut, hat das US-amerikanische Netz Grenzen bei der Einspeisung steigender Mengen erneuerbarer Energien, deren Produktion wetterbedingt schwankt. Abgesehen von den direkten wirtschaftlichen Schäden, die durch ein unzureichend angepasstes Stromnetz entstehen (z.B. durch sich häufende wetterbedingte Blackouts), kann der mangelnde Ausbau zu Verzögerungen beim Anschluss oder bei zu langen Wartezeiten unter Umständen dazu führen, dass Projekte nicht realisiert werden. Bisher dauerte es in den USA ähnlich lange wie in Europa, bis Projekte genehmigt, gebaut und angeschlossen wurden. Der Bau von Netzen dauerte länger (IEA 2023a). Bereits vor Inkrafttreten des IRA haben sich die Wartezeiten für Anschlüsse von stromproduzierenden Anlagen an das Stromnetz um knapp 1 Jahr erhöht (Penrod 2023; Feldman et al. 2023). Dementsprechend besteht die Gefahr, dass sich ohne Netzanpassungen die

²⁷ Siehe hierzu die Erläuterungen zum Clean Hydrogen Production Tax Credit im (► Anhang auf Seite 24).

positiven Auswirkungen des IRA auf den Strompreis in abgeschwächter Form realisieren.

Durch das amerikanische Strommarktdesign sind Strommärkte lokal sehr fragmentiert.²⁸ Lokale Netzbetreiber sind für den Netzausbau verantwortlich, weshalb der überregionale Netzausbau stocken kann. Dies hätte zur Folge, dass sich die preisdämpfenden Effekte der Erneuerbaren nur regional begrenzt auswirken (Popovich und Plumer 2023). Die seit Anfang 2022 bestehende *Building a Better Grid Initiative* des US-Energieministeriums soll wichtige (überregionale) Ausbaubedarfe im Netz identifizieren und mit lokalen Stakeholdern den Netzausbau voranbringen, sodass das organisatorische Problem (teils) behoben wird. Mit dem *Transmission Facilitation Program*, das durch die *Building a Better Grid Initiative* verwaltet wird, werden über mehrere Jahre hinweg überregionale Übertragungsnetze ausgebaut. Das Energieministerium soll dabei als Risikoabschirmer dienen, indem es den Projektierern bis zu 50 % der Netzleistung gesichert abnimmt oder selbst als Projektierer fungiert (DOE 2024a). Weitere Maßnahmen sollen wiederum die Genehmigungsverfahren für den Netzausbau deutlich verkürzen (auf maximal 2 Jahre) und Gemeinden wird Geld für mehr Personal bereitgestellt, sodass Verfahren effektiv beschleunigt werden können (DOE 2023a). IJA und IRA stellen bis 2028 insgesamt 20-30 Mrd. US-Dollar für Netzausbau und -anpassungen zur Verfügung (DOE 2024b). Der komplette Umbau wird jedoch mehr Zeit und finanzielle Ressourcen in Anspruch nehmen. In einer älteren Studie wurden die Kosten für den Umbau zu einem klimaneutralen Stromnetz bis 2050 auf 2 Billionen US-Dollar taxiert (Larson et al. 2021). Wird dies wie in der Vergangenheit vorwiegend über die Netzentgelte finanziert, werden Endverbraucher wahrscheinlich von höheren Kosten betroffen sein, was die Wirkung des IRA auf die Strompreise dämpfen kann. Die Netzkosten bleiben daher eine Unwägbarkeit für die zukünftige Strompreisentwicklung in den USA.

Windenergie als Schwachpunkt

Wie bereits dargestellt, stiegen die Installationen und Ankündigungen von Projekten zur Stromproduktion aus erneuerbaren Energien seit Verkündung des IRA deutlich an. Bei Windenergie zeigte sich dieser Anstieg jedoch bisher kaum. Die Gründe dafür liegen unter anderem darin, dass gestiegene Investitionskosten infolge von Zins- und Material-

kostenanstiegen dazu geführt haben, dass sich geplante Projekte nicht mehr rentieren – was auch für Europa gilt (Bauer mann 2023). Dies manifestiert sich unter anderem in gestiegenen PPA-Preisen und geringeren Realisierungen von Projekten. Die ursprünglich für 2024 geplanten 2,2 GW Offshore-Windenergie werden so im Jahr 2024 nicht mehr realisiert, wodurch der geplante Kapazitätsausbau für Offshore-Windenergie von über 6,4 GW in den nächsten vier Jahren auf unter 5,2 GW gedrückt wird (McDermott et al. 2023). Es besteht jedoch Hoffnung auf eine Verbesserung für den Windenergieausbau, wenn – wie von der IEA (2023b) erwartet – die Materialkosten ab 2024 wieder sinken sollten. Der schleppende Windenergieausbau hat unterschiedliche Effekte. Verzögerungen beim Ausbau der Windenergie könnten den kostensenkenden Effekt des IRA etwas dämpfen. Zudem könnten die Treibhausgasemissionen langsamer sinken als geplant. In diesem Fall würden die Tax Credits für die Stromerzeugung jedoch länger laufen. Damit würde sich dann auch der kostensenkende Effekt des IRA auf die Strompreise zeitlich verlängern.

BATTERIE- UND E-AUTOPRODUKTION

Ein Schwerpunkt des IRA ist die Schaffung möglichst geschlossener Wertschöpfungsketten in den USA im Bereich der Elektromobilität, um bestehende Abhängigkeiten – insbesondere von China – zu verringern. Deshalb wird der Auf- und Ausbau der heimischen Batterie- und E-Autoproduktion mit umfangreichen Maßnahmen gefördert, die nachfolgend beschrieben werden. Zunächst wird jedoch erläutert, weshalb diese Industriezweige auch für Europa von großer Bedeutung sind.

Warum ist die Batteriefertigung für Europa so relevant?

Mit dem European Green Deal hat sich die EU das ehrgeizige Ziel gesetzt, bis 2050 klimaneutral zu sein. Um dies zu erreichen, müssen die CO₂-Emissionen drastisch sinken, insbesondere im Verkehrsbereich. Deshalb wurden die EU-Grenzwerte für den CO₂-Ausstoß von Neuwagenflotten im Rahmen des „Fit-for-55“-Pakets noch einmal deutlich verschärft.²⁹ Für die Einhaltung der neuen Flottengrenzwerte ist es erforderlich, dass im Jahr 2030 bis zu 60 % der Pkw-Neuzulassungen in der EU E-Autos sind; ab 2035 dürfen dann nur noch emis-

²⁸ Das amerikanische Strommarktsystem basiert in erheblichem Maße auf lokaler Preissetzung (Nodal Pricing). Wie in Fußnote 18 beschrieben, sind die Strommärkte in einigen Bundesstaaten reguliert. Das heißt, dass die Tarife (z.B. in Michigan) von einer Behörde festgelegt werden. Dagegen sind die Märkte in anderen Regionen weitgehend liberalisiert (z.B. in Texas).

²⁹ Die Verschärfung der CO₂-Grenzwerte sieht vor, dass der CO₂-Ausstoß der Pkw-Neuwagenflotte im Jahr 2030 um 55 % statt um 37,5 % geringer ist als der Zielwert von 2021 (Europäische Kommission 2021).

sionsfreie Autos neu zugelassen werden (Transport & Environment 2023). Es bedarf also eines beschleunigten und verstärkten Hochlaufs der Elektromobilität in Europa.

Der Schlüssel für diese Mobilitätswende ist die Batterie. Bisher wurden Batteriezellen in großem Umfang aus Asien importiert, was zwei gravierende Nachteile hat: Zum einen stellt die Abhängigkeit von einzelnen Lieferanten und Regionen ein Risiko für die Versorgungssicherheit dar; zum anderen entgeht der EU durch den Import der Batteriezellen ein wesentlicher Teil der Wertschöpfung.³⁰ Hinzu kommt, dass die Umstellung der Produktion vom Verbrenner auf das E-Auto zu einer sinkenden Beschäftigung in der Autoindustrie im engeren Sinne führen wird, während rund um die Batterie (dazu zählen Anlagen- und Maschinenbau, Chemieindustrie, Recycling, Forschung & Entwicklung, Rohstoffverarbeitung, Fertigung von Batteriekomponenten und -zellen, Prüftechnik, etc.) neue Jobs entstehen. Es gibt also gewichtige ökonomische und strategische Gründe dafür, große Teile der Batteriewertschöpfungskette in der EU zu etablieren.

Batteriezellfertigung: Wo steht Europa?

Der Aufbau der Batteriezellfertigung in Europa verlief lange Zeit sehr schleppend, hat aber zuletzt deutlich an Fahrt gewonnen. Ende des Jahres 2022 verfügte Europa über Produktionskapazitäten, um Batterien mit einer Gesamtleistung von 69 GWh herzustellen.³¹ Legt man die von den Unternehmen angekündigten Investitionen zugrunde, könnten es Ende 2025 bereits 293 GWh und Ende 2030 dann 1.374 GWh sein (Transport & Environment 2023).³² Batteriekapazitäten von knapp 1.400 GWh würden ausreichen, um mehr als 18 Mio. Pkw pro Jahr mit einer 75 kWh-Batterie auszustatten, was deutlich mehr ist, als Europa in den kommenden Jahren

für die Elektrifizierung der Neuwagen im eigenen Markt bräuchte.³³

Ob die von den Unternehmen geplanten Investitionen allerdings in vollem Umfang getätigt werden, ist – neben anderen Faktoren wie dem gestiegenen Zinsniveau – vor allem wegen des IRA derzeit ungewiss. Denn angesichts üppiger US-Subventionen haben Unternehmen einen großen Anreiz, verstärkt in die Batteriefertigung in den USA zu investieren. Für die EU wird dies zu einem Problem, wenn dadurch geplante Projekte in Europa verzögert, in ihrem Umfang reduziert oder sogar ganz gestrichen werden. Da Batterie-Großprojekte umfangreichen Planungs- und Genehmigungsverfahren unterliegen, sind vor allem solche Projekte gefährdet, die sich derzeit in einem frühen Planungsstadium befinden. Von den Batterie-Großprojekten, die in Europa bis Ende 2030 fertiggestellt sein sollen, haben laut einer Studie von Transport & Environment (2023) 16 % ein hohes und 52 % ein mittleres Risiko, nicht realisiert zu werden. Sollten mehr als 25 % der geplanten Produktionskapazitäten entfallen, dürfte die EU ab 2035, wenn nur noch emissionsfreie Fahrzeuge neu zugelassen werden dürfen, Probleme haben, die für die Elektrifizierung der Neuzulassungen im eigenen Markt benötigten Batterien in Europa herzustellen.

From mine to factory – IRA-Vorschriften zur Förderung der Elektromobilität in den USA

Eines der strategischen Ziele, die die US-Regierung mit dem IRA verfolgt, ist der Aufbau geschlossener Wertschöpfungsketten für die E-Mobilität in den USA. Dazu bedient sie sich einer Kombination aus üppigen finanziellen Anreizen („Zuckerbrot“) und strengen Anforderungen („Peitsche“).

Die Verbreitung der Elektromobilität wird mit verschiedenen Tax Credits gefördert, die sowohl angebotsseitig als auch nachfrageseitig ansetzen.

Angebotsseitige Förderung

Investitionen in Produktionsanlagen zur Herstellung von Batterien und EVs (electric vehicles) können mit dem *Advanced Energy Project Credit* gefördert werden. Dieser ITC hat das Potenzial, die Wettbewerbsfähigkeit der US-amerikanischen Batteriezellfertigung entscheidend zu verbessern. Derzeit liegen die Investitionskosten, die für die Errichtung

30 Aktuell entfallen bei einem E-Auto bis zu 40 % der Wertschöpfung auf die Batterie.

31 Damit sind nicht nur Batterien für EVs gemeint, sondern auch solche zur Energiespeicherung. Eine Aufschlüsselung der Batterien nach Verwendungszweck wird in der Literatur typischerweise nicht vorgenommen. Allerdings dürfte es sich beim weit überwiegenden Teil um Akkus für EVs handeln (Mehdi und Moerenhout 2023a).

32 Transport & Environment (2023) weisen darauf hin, dass die von den Betreibern angekündigten Produktionskapazitäten neu gebauter Batteriefabriken in den ersten Jahren nur theoretisch bestehen, weil die Produktion in größeren Anlagen erst allmählich hochgefahren und zu Beginn relativ viel Ausschuss produziert wird. Deshalb verwenden sie für ihre Schätzungen eine angepasste Kapazitätsauslastung, die 78 % der theoretischen Kapazität entspricht.

33 Für eine einfache Übersichtsrechnung wird unterstellt, dass in der EU in den Jahren 2030 und 2035 jeweils 14 Mio. Pkw neu zugelassen werden. Um die Flottengrenzwerte einzuhalten, müssen davon 8,4 Mio. (2030) bzw. 14 Mio. (2035) EVs sein. Wollte die EU den damit verbundenen Bedarf an 75 kWh-Batterien vollständig mit Akkus aus heimischer Produktion decken, bräuchte sie dafür Kapazitäten in Höhe von 630 GWh im Jahr 2030 und von 1.050 GWh im Jahr 2035.

einer Gigafabrik in den USA aufgewendet werden müssen, im Durchschnitt bei etwa 90 Millionen US-Dollar/GWh und damit um ein Drittel höher als in China (Mehdi und Moerenhout 2023b). Der *Advanced Energy Project Credit* sieht bei Einhaltung der *Wage and Apprenticeship Requirements* eine Steuergutschrift auf die Investitionskosten in Höhe von 30 % vor, wodurch das derzeit bestehende Kostendifferenzial zwischen den USA und China beim Bau einer Gigafabrik annähernd verschwinden würde. Nach Angaben von Finanz- und Energieministerium war das Interesse an diesem ITC in den vergangenen Monaten gewaltig. So wurde das Volumen der ersten Tranche dieses Tax Credits in Höhe von 4 Mrd. US-Dollar von der Nachfrage seitens der Industrie um ein Vielfaches übertroffen (Pickrel 2024).

Gegenwärtig dominiert China alle Stufen der Batteriewertschöpfungskette: Abbau und Verarbeitung der wichtigen Mineralien, Herstellung des aktiven Batteriematerials (Kathode, Anode) sowie Batteriezellfertigung (IEA 2022b). Um dies zu ändern, bietet der IRA mit dem *Advanced Manufacturing Production Credit* Unternehmen, die in den USA kritische Mineralien abbauen oder verarbeiten, eine Steuergutschrift in Höhe von 10 % der Produktionskosten, und zwar nicht nur für jedes der 50 als kritisch eingestuft Mineralien, sondern auch für verschiedene Produktionsstufen. So kann z.B. ein Unternehmen, das in den USA Lithium abbaut, reinigt und weiterverarbeitet, für jeden dieser drei Produktionsschritte eine Steuergutschrift in Höhe von 10 % der jeweiligen Produktionskosten erhalten (Shahan 2022). Zudem ist die Förderung zeitlich unbefristet, so dass für große Investitionsentscheidungen eine langfristige Planungssicherheit besteht.

Des Weiteren fördert der IRA Unternehmen, die Batteriekomponenten, Batteriezellen oder Batteriemodule in den USA herstellen. Während die Produktion von Kathoden- und Anodenmaterial mit Steuergutschriften in Höhe von 10 % der Produktionskosten subventioniert wird, bekommen Hersteller von Batteriezellen bzw. -modulen eine Steuergutschrift in Höhe von 35 US-Dollar bzw. 10 US-Dollar pro kWh. Die Förderung wird für einen Zeitraum von 10 Jahren gewährt. Allerdings wird sie ab dem Jahr 2030 schrittweise reduziert.

Die IRA-Subventionen haben das Potenzial, die derzeitige Preisstruktur bei den Autobatterien substanziell zu verändern. Ende 2021 kostete eine in China hergestellte Lithium-Ionen-Batterie im Schnitt 111 US-Dollar pro kWh, während eine in den USA produzierte um 40 % (155 US-Dollar pro kWh) und eine in Europa gefertigte sogar um 60 % (178 US-Dollar pro kWh) teurer waren (Janzen, Jäger und Redeker 2023). Die geringeren Produktionskosten der chinesischen Anbieter beruhen maßgeblich darauf, dass ihre Unternehmen seit vielen Jahren und mittlerweile im großen Stil Batterien herstellen und dementsprechend deutlich weniger Ausschuss produzieren als ihre europäischen

und US-amerikanischen Konkurrenten (Kampker et al. 2023). Zudem profitieren sie von größenbedingten Vorteilen, sogenannten Skaleneffekten. Mit dem IRA kann ein Unternehmen, das in den USA Batteriezellen produziert und zu Modulen montiert, Subventionen in Höhe von 45 US-Dollar pro kWh erhalten, was knapp 30 % der Produktionskosten der Batterie entspricht. Batteriehersteller in den USA haben somit die Möglichkeit, ihre Preise signifikant zu senken, was zwei wichtige Implikationen hätte: Zum einen bestünde dann kein Preisunterschied mehr zwischen einer derart subventionierten Batterie aus US-Herstellung und einer in China gefertigten. Zum anderen würde der batteriebedingte Kostenunterschied zwischen der Verbrenner- und der E-Variante desselben Auto-Modells sehr stark reduziert. Damit würde ein großes Hemmnis für die Verbreitung der Elektromobilität in den USA nennenswert entschärft.

Der *Advanced Manufacturing Production Credit* bietet Unternehmen starke finanzielle Anreize für den Aufbau großer Teile der Batteriewertschöpfung in den USA – soweit das „Zuckerbrot“. Die „Peitsche“ besteht darin, dass die Biden-Regierung die großzügige Förderung des Kaufs eines E-Autos in den USA durch den *Clean Vehicle Tax Credit* an strenge Anforderungen an die Batterie knüpft, um eine starke Lenkungswirkung zu erzeugen.

Nachfrageseitige Förderung

Mit dem *Clean Vehicle Tax Credit* können Verbraucher für den Kauf eines Neuwagens mit elektrischem Antrieb in den USA eine Steuergutschrift in Höhe von bis zu 7.500 US-Dollar erhalten. Allerdings müssen dafür bestimmte Voraussetzungen erfüllt sein (Tabelle 1). Um zu verhindern, dass Personen in den Genuss der Steuergutschrift kommen, die keine finanzielle Förderung brauchen, gibt es eine Obergrenze beim Einkommen, beim Listenpreis sowie beim Gewicht des Fahrzeugs. Des Weiteren wird nur der Kauf von E-Fahrzeugen gefördert, deren Endmontage in Nordamerika (USA, Kanada oder Mexiko) stattgefunden hat.

Die Höhe der Steuergutschrift hängt von zwei Faktoren ab: Die eine Hälfte in Höhe von 3.750 US-Dollar wird gewährt, wenn ein bestimmter Anteil der Batteriematerialien in den USA oder in einem Land, mit dem die USA ein Freihandelsabkommen haben, extrahiert bzw. verarbeitet oder in Nordamerika recycelt wurde. Dieser Anteil steigt ausgehend von 40 % (2023) jedes Jahr um 10 Prozentpunkte auf 80 % (2027-2032). Die zweite Hälfte gibt es, wenn ein bestimmter Anteil der Batteriekomponenten in Nordamerika hergestellt wurde. Dieser Anteil steigt ausgehend von 50 % (2023) jedes Jahr um 10 Prozentpunkte auf 100 % (2029-2032).

Zudem gilt ein wichtiges Ausschlusskriterium: Von der Steuergutschrift ausgeschlossen sind alle EVs, deren Batterien Komponenten enthalten, die von einem FEOC (*foreign entity of concern*) herge-

Voraussetzungen für die Gewährung einer Steuergutschrift gemäß IRA Section 30D und 45W

Voraussetzungen	Clean Vehicle Tax Credit	Commercial Clean Vehicle Tax Credit
	(30D)	(45W)
Bruttogewicht des Fahrzeugs < 14.000 pounds (6,35 t)	x	x ¹
Empfohlener Verkaufspreis des Herstellers < 80.000 \$ für SUVs, Transporter und Pickups und < 55.000 \$ für Limousinen	x	
Einkommensobergrenze: 300.000 \$ für Paare, 150.000 \$ für Einzelpersonen	x	
Fahrzeug muss gewerblich genutzt werden		x
Endmontage des Fahrzeugs in Nordamerika	x	
Steuergutschrift in Höhe von 3.750 \$, wenn Anforderungen an kritische Mineralien erfüllt sind	x	
Steuergutschrift in Höhe von 3.750 \$, wenn Anforderungen an Batteriekomponenten erfüllt sind	x	
Batterie darf keine Komponenten (ab 2024) oder kritischen Mineralien (ab 2025) aus Ländern enthalten, die die USA als FEOC betrachten.	x	

¹ Fahrzeuge mit einem Gesamtgewicht von mehr als 14.000 pounds können gemäß Section 45W mit Steuergutschriften von bis zu 40.000 \$ gefördert werden.

Quelle: Bown (2023), Tabelle 2, S. 13; Darstellung des IMK.



stellt oder montiert wurden (ab 2024) oder die Mineralien enthalten, die von einem FEOC abgebaut oder verarbeitet wurden (ab 2025). Mit dem Begriff FEOC sind Unternehmen gemeint, die entweder in China, Russland, Nordkorea oder dem Iran (sog. *covered nations*) produzieren oder außerhalb dieser Länder produzieren, aber der direkten, indirekten oder tatsächlichen Kontrolle dieser Länder unterliegen (DOE 2023d). Eine Kontrolle liegt dann vor, wenn Regierungen oder Regierungsvertreter dieser Länder 25 % oder mehr der Sitze im Vorstand, der Stimmrechte oder des Eigenkapitals des betreffenden Unternehmens halten, oder wenn ein FEOC über einen Lizenzvertrag oder eine andere vertragliche Vereinbarung die Geschäftstätigkeit des betreffenden Unternehmens kontrollieren kann.³⁴ Mit der FEOC-Vorschrift wollen die USA vor allem erreichen, dass in ihren Batteriewertschöpfungsketten keine chinesischen bzw. von China kontrollierten Unternehmen eingebunden sind und China somit keine Möglichkeit hat, diese Wertschöpfungsketten durch Zwangsmaßnahmen wie z.B. Ausfuhr- oder Lieferbeschränkungen zu stören oder gar zu unterbrechen. Zudem wollen sie sicherstellen, dass keine Unternehmen in den Genuss der staatlichen Förderung kommen, hinter denen die Regierungen Chinas, Russlands, Nordkoreas oder des Irans stehen.

Da der US-Markt für E-Autos ein wichtiger Wachstumsmarkt mit hohem Wettbewerbsdruck ist, haben die Autobauer ein großes Interesse da-

ran, dass ihre Modelle die Voraussetzungen für die E-Auto-Prämie erfüllen. Das bedeutet, dass sie entweder Batterien von Zulieferern kaufen, die die entsprechenden Anforderungen erfüllen oder dass sie diese selbst produzieren, um die Lieferkette zu kontrollieren. Dementsprechend haben europäische und insbesondere deutsche Autohersteller, die ohnehin große Produktionsstandorte in den USA bzw. in Nordamerika haben, einen großen Anreiz, in den USA bzw. in Nordamerika in die Batteriefertigung zu investieren – gegebenenfalls zu Lasten von Batterieprojekten in Europa. Entsprechend groß war die Besorgnis in der EU, weshalb die EU-Kommission auf dem Verhandlungsweg versucht hatte, die US-Regierung zur Rücknahme dieser nachteiligen Regelungen bzw. zur Schaffung von Ausnahmeregelungen für Europa zu bewegen – auf den ersten Blick jedoch ohne Erfolg.

Die IRA-Maßnahmen, die darauf abzielen, den Aufbau geschlossener Wertschöpfungsketten für die E-Mobilität in den USA zu fördern, haben mehrere Vorteile: Das Fördervolumen ist enorm groß, die Fördermittel können unkompliziert beantragt werden, die Regeln sind vergleichsweise einfach und klar und der Förderzeitraum langfristig. Gleichwohl bleibt die Frage, ob mit den gewählten Maßnahmen das anvisierte Ziel verlässlich erreicht werden kann. Der IRA-Gesetzestext enthält unbestimmte Formulierungen, die durch Auslegungsvorschriften verschiedener US-Ministerien präzisiert werden müssen. Dabei besteht das Risiko, dass die Auslegung in einer Art und Weise vorgenommen wird, die der Intention des Gesetzes zuwiderläuft und die eigentliche Zielsetzung konterkariert. Dies war der Fall bei der Entscheidung des US-Finanzministeriums Ende 2022, Leasing-Autos als *commercial vehicles* zu klassifizieren.

³⁴ Diese Regelung gilt allerdings nicht pauschal. Betroffene Unternehmen haben die Möglichkeit nachzuweisen, dass sie trotz eines (Lizenz-)Vertrags eine ausreichende Kontrolle über ihre Produktion haben und somit kein FEOC sind.

Leasing – ein trojanisches Pferd?

Der IRA stellt mit dem *Commercial Clean Vehicle Tax Credit* eine eigene Förderlinie für den Kauf umweltfreundlicher Nutzfahrzeuge (commercial vehicles) bereit. Unternehmen, die ein neues elektrisch angetriebenes leichtes Nutzfahrzeug (z.B. Pickup oder Transporter) erwerben, können eine Steuergutschrift von bis zu 7.500 US-Dollar erhalten; für schwere Nutzfahrzeuge wie z.B. Busse oder LKWs kann die Steuergutschrift bis zu 40.000 US-Dollar betragen. Voraussetzung ist, dass leichte Nutzfahrzeuge über eine Batteriekapazität von mindestens 7 kWh und schwere über eine von mindestens 15 kWh verfügen und an einer externen Stromquelle geladen werden können. Wie aus **Tabelle 1** ersichtlich, sind die Anforderungen für eine Steuergutschrift nach Section 45W wesentlich geringer als nach Section 30D.

Nach der harschen Kritik insbesondere aus Südkorea und der EU an den „local content“-Vorschriften des IRA, hatte die Biden-Regierung im Herbst 2022 deutlich gemacht, dass man das Gesetz nicht noch einmal aufschneiden werde, gleichzeitig aber signalisiert, dass es Spielraum bei den Auslegungsvorschriften gäbe. Ende 2022 erläutert die US-Steuerbehörde (IRS) in einem Factsheet, dass Leasingunternehmen den *Commercial Clean Vehicle Tax Credit* in Anspruch nehmen können (IRS 2022, Abschnitt G). Dies ist möglich, weil der Begriff „commercial vehicle“ im Sinne von „for business use“ ausgelegt wird. Da Leasingunternehmen (z.B. eine Autovermietung oder die Leasinggesellschaft eines Autoherstellers) ihre Fahrzeugflotten gewerblich nutzen, können sie für alle Neuwagen mit einem elektrischen Antrieb eine Steuergutschrift beantragen, solange diese Fahrzeuge die geringen Anforderungen nach Section 45W erfüllen. Die Auslegungsvorschrift zum Leasing, mit der die US-Regierung ihren wichtigen Handelspartnern und Verbündeten in Europa und Asien entgegengekommen ist, könnte eine beträchtliche Tragweite entfalten. Sie könnte nämlich wie eine Steuergutschrift für Verbraucher wirken, wenn das Leasingunternehmen seine Steuergutschrift über eine Reduzierung der Leasingraten an die Verbraucher weitergibt. Da diese Steuergutschrift – anders als beim *Clean Vehicle Tax Credit* – weder daran gebunden ist, dass das EV in Nordamerika montiert wurde, noch daran, dass die strengen Vorschriften für die Beschaffung der Batteriekomponenten und -minerale erfüllt sind, ist so gut wie kein geleastes EV von der Förderung ausgeschlossen. Hinzu kommt, dass auch die Einkommens- und Preisgrenzen nicht gelten, sodass sowohl Personen in den Genuss der Förderung kommen können, die finanziell gut situiert sind, als auch hochpreisige Modelle gefördert werden. Es besteht somit ein nennenswertes Risiko, dass durch diese Auslegungsvorschrift sowohl die angestrebten industriepolitischen als auch die sozialpolitischen Lenkungswirkungen des Gesetzes

in Hinblick auf den Ausbau der Elektromobilität in den USA nennenswert verwässert und die Fördermaßnahmen entsprechend teuer und ineffizient werden. Gleichzeitig dürfte diese Auslegung die Sorgen europäischer und asiatischer Autohersteller reduzieren, aber auch ihren Anreiz, in den USA zu produzieren.

In welchem Umfang Leasing tatsächlich als Schlupfloch genutzt wird, lässt sich derzeit noch nicht verlässlich sagen. Fakt ist allerdings, dass mit Inkrafttreten der strengen Vorschriften für die Beschaffung der Batteriekomponenten und -minerale die Liste der EV-Modelle, deren Kauf mit einer Steuergutschrift gefördert werden kann, sehr begrenzt ist, während die Nachfrage nach EVs wächst. Auch wenn die US-Verbraucher in der Vergangenheit den Kauf eines EV dem Leasing vorgezogen haben, ist es angesichts der hohen Nachfrage nicht unwahrscheinlich, dass Verbraucher, die ihr Lieblingsmodell nicht auf der Förderliste des Energieministeriums finden, nach Leasingmöglichkeiten schauen. Wie interessant die Leasingoption ist, hängt allerdings stark davon ab, in welchem Umfang die Leasingunternehmen die erhaltene Steuergutschrift in Form niedrigerer Leasingraten an die Kunden weitergeben. Der Druck, dies zu tun, dürfte in den vergangenen Monaten gestiegen sein, da Käufer eines neuen prämienberechtigten EVs seit dem 1.1.2024 die Steuergutschrift nicht mehr im Rahmen ihrer Steuererklärung beantragen müssen, sondern den Betrag bei Vertragsabschluss mit dem Kaufpreis des Neuwagens verrechnen lassen können. Zudem werden Autohäuser ihren Umsatz in Zukunft verstärkt mit Dienstleistungen wie Finanzierung und Leasing machen müssen, da die Umsätze, die sie derzeit noch mit der Wartung und Reparatur von Verbrennern erzielen, mit der Verbreitung der E-Mobilität stark zurückgehen werden.

Das „Leasing-Schlupfloch“ ist längst kein Geheimtipp mehr, sondern wird offen im Internet beworben. So stellt z.B. InsideEVs eine detaillierte Übersicht mit Leasingangeboten für rund 80 verschiedene EV-Modelle bereit, die monatlich aktualisiert wird. Aber auch Autohersteller nutzen dieses Instrument. So machen die beiden südkoreanischen Autohersteller Hyundai und Kia, deren EVs die Anforderungen für die Steuergutschrift derzeit nicht erfüllen, ihren Kunden vermehrt Leasingangebote (Dow 2023), die offenbar auch angenommen werden. So berichtete die *New York Times*, dass im vergangenen Jahr 40 % der EV-Neuwagen der Marke Hyundai nicht gekauft, sondern geleast wurden – vor Inkrafttreten des IRA waren es lediglich 5 % (Dayen 2023). Analysten des weltgrößten Automobildienstleisters *Cox Automotive* erwarten, dass der Anteil des Leasings an den EV-Verkäufen im Jahresdurchschnitt 2024 auf etwa 25 % steigen wird (Grzelewski 2024). Die Geschäftsführerin von Ford Motor Credit, dem Finanzdienstleister des Automobilherstellers, geht sogar davon aus, dass in naher Zukunft 60 % der Fahrer von Elektroautos

in den Vereinigten Staaten ihr Auto leasen werden, anstatt es zu kaufen (Hills 2023).

Auswirkungen des IRA auf die Elektromobilität

Wie erfolgreich war der IRA bislang in Bezug auf die Ausweitung der Elektromobilität in den USA? Bis Mitte Mai 2024 wurden 105 neue Großprojekte entlang der gesamten Wertschöpfungskette für die E-Mobilität (Abbau und Verarbeitung von Mineralien, Herstellung von Batteriekomponenten und -zellen, EV-Produktion, Recycling) mit einem Investitionsvolumen von insgesamt 90 Mrd. US-Dollar angekündigt. Mehr als 57.000 Arbeitsplätze sollen in diesem Zusammenhang neu entstehen (Turner 2024).

Bis zum Ende des Jahrzehnts dürften die USA über Produktionskapazitäten verfügen, um mehr als 5 Millionen EVs pro Jahr herzustellen. Interessanterweise haben die Autobauer bereits vor dem IRA mit einem deutlichen Ausbau der EV-Fertigung begonnen. Projekte, die nach Verabschiedung des IRA angekündigt wurden, werden nach derzeitigem Datenstand die Produktionskapazitäten für EVs in den USA nur um etwa 280.000³⁵ Fahrzeuge pro Jahr erweitern, wobei der Löwenanteil auf ein deutsches Unternehmen entfällt: Volkswagen baut in der Nähe von Columbia in South Carolina eine Elektroautofabrik für seine US-Marke Scout. Ab 2026 sollen dort elektrische Pickups und SUVs vom Band laufen; und zwar bis zu 200.000 Stück pro Jahr. Bei der Batteriezellfertigung hat der IRA hingegen einen wahren Investitionsboom ausgelöst: Ende dieses Jahrzehnts dürften die USA über Produktionskapazitäten von etwa 1.050 GWh verfügen, wobei 458 GWh – fast 44 % der geplanten Kapazitäten – nach Verabschiedung des IRA angekündigt wurden (Turner 2024).

Um den CO₂-Ausstoß im Verkehrsbereich signifikant zu reduzieren, sollen nach dem Willen der US-Regierung im Jahr 2030 50 % der in den USA neu zugelassenen Fahrzeuge emissionsfrei fahren (White House 2021b). Angenommen, die Neuzulassungen wären allesamt batteriebetriebene Fahrzeuge: Wie groß müssten die Produktionskapazitäten in den USA sein, wenn die EVs und Batterien aus heimischer Produktion stammen sollen? Für eine einfache Überschlagsrechnung gehen wir von folgenden Annahmen aus: Im Jahr 2030 werden

in den USA 17 Mio. Fahrzeuge neu zugelassen.³⁶ Davon sollen 8,5 Mio. E-Autos sein, die jeweils mit einer 75 kWh-Batterie ausgestattet sind.³⁷ Mit den bis dato geplanten Produktionskapazitäten könnten die USA am Ende des Jahrzehnts rund 5 Mio. EVs pro Jahr herstellen, d.h. dass knapp 60 % der EV-Neuzulassungen mit Fahrzeugen aus heimischer Produktion gedeckt werden könnten.

Bei der Batteriezellfertigung sieht es wie folgt aus: *Ohne* IRA würden die USA im Jahr 2030 vermutlich über Produktionskapazitäten in Höhe von etwa 592 GWh verfügen. Bei einer angepassten Kapazitätsauslastung³⁸ von 80 % würde dies ausreichen, um 6,3 Mio. EVs pro Jahr mit einer 75 kWh-Batterie zu bestücken. Damit wären die USA am Ende des Jahrzehnts in der Lage, 74 % ihres Bedarfs an EV-Batterien aus heimischer Produktion zu decken. *Mit* dem IRA dürften die Produktionskapazitäten auf etwa 1.050 GWh anwachsen, was bei gleicher Kapazitätsauslastung ausreichen würde, um 11,2 Mio. EVs pro Jahr mit einer 75 kWh-Batterie auszustatten. Das wäre deutlich mehr, als die USA nach den derzeitigen Plänen der Regierung für die Elektrifizierung der Neuwagen im eigenen Markt bräuchten.

Die einfachen Überschlagsrechnungen veranschaulichen, dass die USA infolge des IRA im Jahr 2030 in der Lage sein dürften, Batterien in beträchtlichem Umfang zu exportieren. Aufgrund der großzügigen Subventionen könnten diese zu einem ähnlich günstigen Preis auf dem Weltmarkt angeboten werden, wie derzeit Batterien aus chinesischer Produktion. Günstige Batterieimporte aus den USA und China erschweren der EU den Aufbau einer eigenen Batterieproduktion enorm und es ist unwahrscheinlich, dass einmal verschobene oder ausgesetzte Batterieprojekte doch noch zu einem späteren Zeitpunkt realisiert werden.

US-Bundesstaaten buhlen um Megadeals

Bislang lag der Fokus der Analyse auf der Förderung der E-Mobilität auf Bundesebene. Doch auch die US-Bundesstaaten locken EV- und Batteriehersteller mit üppigen Subventionen. In einer Studie listet die amerikanische NGO *Good Jobs First* 105 EV- und Batterie-Großprojekte auf, für die US-Bundesstaaten Subventionen in Höhe von insgesamt fast 14 Mrd. US-Dollar gezahlt haben (LeRoy, Tarczyńska und Ochojska 2022). Allerdings dürfte dies

35 In dieser Zahl ist nicht der kürzlich angekündigte Ausbau der Rivian-Fabrik in Illinois enthalten, weil dieser durch den gleichzeitigen Stopp des Baus der Fabrik in Georgia unter dem Strich zu keiner Erweiterung der EV-Produktionskapazitäten führt, sondern zu einer Reduzierung.

36 17 Mio. Neuzulassungen entsprechen in etwa dem Vor-Corona-Niveau, von dem die USA derzeit noch deutlich entfernt sind. In den Jahren 2020 bis 2022 lagen die Neuzulassungen im Durchschnitt bei 14,7 Mio. Fahrzeugen, 2023 waren es 16 Mio. Fahrzeuge.

37 Im Jahr 2023 wurden in den USA fast 1,2 Mio. EVs verkauft, was einem Anteil von 7,6 % an den Gesamtverkäufen entspricht (Kelley Blue Book 2024).

38 Vgl. hierzu **Fußnote 32**.

nur die Spitze des Eisbergs sein, da für die Hälfte dieser Projekte die Höhe der gezahlten Subventionen nicht bekannt ist. Dass die Bundesstaaten insbesondere in den vergangenen beiden Jahren so viel Geld ausgeben konnten, dürfte maßgeblich daran gelegen haben, dass sie zur Bewältigung der Folgen der Corona-Pandemie flexible staatliche Beihilfen in Höhe von einer halben Billion US-Dollar erhalten haben. In mehreren Bundesstaaten sind die EV- bzw. Batterie-Megadeals die größten Fördermaßnahmen in der Geschichte und immer wieder kommt es zum Subventionswettstreit zwischen einzelnen Bundesstaaten. Bemerkenswert ist, dass die Subventionen – anders als beim IRA – an keine nennenswerten Gegenleistungen der Unternehmen geknüpft sind. So ist z.B. das Subventionspaket von Kansas für *Panasonic* in Höhe von knapp 1,3 Mrd. US-Dollar weder an die Schaffung von Arbeitsplätzen noch an die Zahlung einer bestimmten Lohnhöhe oder die Gewährung von Sozialleistungen geknüpft. Georgias 1,5 Milliarden-Dollar-Deal für das EV-Start Up *Rivian* erlaubt es dem Unternehmen sogar, seinen Mitarbeitern lediglich 20 US-Dollar pro Stunde zu zahlen und das sogar bis zum Jahr 2046 (LeRoy, Tarczynska und Ochojska 2022).

Da viele große Volkswirtschaften gegenwärtig bestrebt sind, ihre Dekarbonisierung voranzutreiben und sich zugleich von einzelnen Regionen oder Anbietern unabhängiger zu machen, ist die Nachfrage nach klimafreundlichen Produktionstechnologien und der Wille, entsprechende Produktionsstandorte im eigenen Land zu haben, enorm. Dementsprechend sind die Hersteller von EVs und Batterien aktuell in einer äußerst komfortablen Situation und können Staaten und Regionen im Pokerring um die höchsten Subventionen gegeneinander ausspielen.

BEURTEILUNG DES IRA

Auswirkungen auf die Strom- und Wasserstoffherzeugung

Der IRA wird erheblich zur Dekarbonisierung der Energieversorgung der USA beitragen. Er führt zu einer deutlichen Ausweitung der geplanten industriellen Produktion im Bereich der Photovoltaikanlagen und Batteriespeicher in den USA. Er schafft zudem gute Rahmenbedingungen für einen zügigen Ausbau der Stromproduktion auf Basis erneuerbarer Energien. Es werden mit Tax Credits bis in die 2040er Jahre hinein die Kosten der klimaneutralen Stromerzeugung subventioniert. Das sollte nach bisherigen Studien dazu beitragen, dass die realen Strompreise für die Industrie und andere Verbraucher in den USA in den kommenden Jahren sinken werden – zumindest bis die Förderung durch den

IRA ausläuft und die realen Strompreise danach wieder langsam steigen. Die bereits vergleichsweise niedrigen und in den nächsten Jahren zunächst noch weiter sinkenden realen Strompreise – insbesondere in den Industrieregionen im Mittleren Westen und im Süden – incentivieren die Dekarbonisierung der Industrie durch Elektrifizierung und machen die USA zu einem attraktiven Produktionsstandort für die energieintensive Industrie.

Allerdings gibt es Unwägbarkeiten und Hindernisse, die für die Standortentscheidung ebenfalls eine Rolle spielen dürften: Während der Kapazitätsausbau bei Freiflächenphotovoltaik und Batteriespeichern aufgrund des IRA auf einen Pfad einschwenkt, der es ermöglicht, dass die Emissionen im amerikanischen Stromsektor bis 2032 oder zumindest bis Mitte der 2030er Jahre um 75 % gegenüber 2022 sinken, hinkt der Ausbau von Windkraftanlagen deutlich hinterher. Die Windkraft, die sehr kapitalintensiv ist, befindet sich aufgrund deutlich gestiegener Material- und Zinskosten derzeit in einer Flaute. Ein langsamerer Ausbau der erneuerbaren Energien könnte zwei gegenläufige Effekte zur Folge haben: Zum einen würden die Strompreise aufgrund geringerer Kapazitäten weniger deutlich sinken als erwartet. Zum anderen würde aber eine Verfehlung des Emissionsreduktionsziels im Stromsektor dazu führen, dass die Tax Credits über das Jahr 2032 hinaus weiterlaufen, wodurch sich der Zeitraum, in dem die Strompreise aufgrund der IRA-Subventionen niedrig sind, verlängern würde.

Neben dem Strompreis ist die Versorgungssicherheit ein relevantes Kriterium für die Standortwahl und hier könnten die USA aufgrund des recht alten Stromnetzes ein Problem bekommen. Das US-Stromnetz muss zeitnah und umfassend modernisiert und ausgebaut werden, um unter anderem bei der Einspeisung großer Mengen von Solar- und Windstrom, die wetterbedingt schwanken, stabil zu sein. Hier ist zu befürchten, dass der Ausbau aufgrund von langen Planungs- und Genehmigungsprozessen gemessen an der Dynamik des Ausbaus der Erneuerbaren zu schleppend verläuft. Zudem dürften die Kosten für den Ausbau und den Betrieb des Stromnetzes den Preissenkungsspielraum in gewissem Maße begrenzen. Um diese Probleme grundlegend anzugehen, gibt es von Seiten der US-Regierung zwar erste vielversprechende Initiativen zum Netzausbau und zur Verkürzung von Genehmigungsverfahren. Der Netzausbau und seine Kosten bleiben aber eine Unwägbarkeit.

Bei der Planung und dem Ausbau der Produktionskapazitäten für grünen Wasserstoff haben die USA gegenüber Europa derzeit Nachholbedarf, aber die US-Regierung verfolgt hier ebenfalls ambitionierte Pläne. Der geplante Aufbau von Kapazitäten zur Produktion von Elektrolyseuren wächst ebenfalls schnell. Aufgrund der großzügigen Subventionen im Rahmen des IRA dürften grüner und blauer Wasserstoff zunächst in den USA deutlich günstiger sein als in Europa. Dieser Kostenunter-

schied dürfte aber bei grünem Wasserstoff wieder schrumpfen, wenn die IRA-Subventionen in den 2040er Jahren vollständig auslaufen und die europäische Wasserstoffproduktion dort stattfindet, wo der zur Produktion eingesetzte Strom aufgrund geografischer Gegebenheiten besonders günstig ist. Die USA setzen bisher stark auf blauen Wasserstoff, weil sie über günstiges Gas verfügen, vorhandene Infrastrukturen nutzen können und bereits über Erfahrung mit der Speicherung und Verwendung von CO₂ verfügen. Die Expansion bei der Erzeugung blauen Wasserstoffs ist in Hinblick auf den Klimaschutz ein umstrittenes Vorgehen. Allerdings hat die US-Regierung in der aktuellen Vorlage zum Clean Hydrogen Production Tax Credit strikte Vorgaben gemacht, die bei der Erzeugung von grünem Wasserstoff eingehalten werden müssen. Dies kann zwar dazu führen, dass der Ausbau grüner Wasserstoffkapazitäten langsamer vorangeht, stärkt aber langfristig die Position der USA im internationalen Handel mit Wasserstoff und grünen energieintensiven Produkten – unter Umständen zu Ungunsten energieintensiver Industrien in Europa.

Vieles ist beim Wasserstoff noch im Fluss. Da der Großteil der Projekte bislang lediglich angekündigt ist, ist es derzeit nicht möglich, die Entwicklung der Wasserstoffproduktion in den USA – wie auch in Europa und China – verlässlich abzuschätzen.

Auswirkungen auf die Batteriefertigung

Der IRA hat der Batteriefertigung in den USA bereits einen enormen Schub verliehen. Ende des Jahrzehnts dürften die USA über ausreichend große Produktionskapazitäten verfügen, um nicht nur den eigenen Bedarf an EV-Batterien zu decken, sondern diese auch in nennenswertem Umfang zu exportieren. Die Achillesferse der US-Batteriewertschöpfungskette bleiben jedoch auf absehbare Zeit die kritischen Rohstoffe. So wird erwartet, dass die USA auch im Jahr 2032 noch mehr als 80 % der Kathoden und mehr als 90 % der Anoden aus Ländern außerhalb Nordamerikas importieren werden, vor allem aus China (Mehdi und Moerenhout 2023a). Das bedeutet, dass auch längerfristig nur ein kleiner Anteil der in den USA produzierten Akkus die strengen IRA-Anforderungen hinsichtlich der Herkunft der Batteriekomponenten und -minerale erfüllen dürfte. Vermutlich wird die US-Regierung zunächst an den strengen Anforderungen festhalten, um bei den Unternehmen für einen hohen Anpassungsdruck zu sorgen. Es ist aber nicht unwahrscheinlich, dass sie zu gegebener Zeit pragmatische Anpassungen vornehmen wird.

Wie berechtigt ist nun die Sorge, dass Unternehmen, die eigentlich in Europa in die Batteriewertschöpfungskette investieren wollten, dies stattdessen in den USA tun, weil sie dort von großzügigen Subventionen profitieren können? Das oftmals angeführte Argument, dass europäische Autobau-

er in den USA in die Batteriefertigung investieren müssten, damit ihre Modelle prämierechtigt sind, trägt nicht, denn aufgrund der Auslegungsvorschrift zum Leasing ist es möglich, dass EVs, die praktisch keine der strengen IRA-Vorschriften erfüllen, dennoch die Förderung bekommen. Mit dieser Auslegungsvorschrift sind die USA ihren wichtigen Handelspartnern und Verbündeten in Europa und Asien entgegengekommen. Allerdings ist sie vielen US-Politikern ein Dorn im Auge, sodass sie auch wieder geändert werden könnte. Das Leasing-Schlupfloch ist vermutlich keine Dauerlösung, aber es verschafft europäischen Autobauern Zeit, die sie benötigen, um auf dem schnell wachsenden US-Markt für EVs „den Fuß in der Tür“ zu behalten und gleichzeitig ihre Produktionsstrukturen anzupassen. Dabei besteht ein nicht unerhebliches Risiko, dass dabei auch Entscheidungen getroffen werden, die zu Lasten europäischer Standorte oder Investitionsvorhaben gehen.

Die üppigen Subventionen des IRA dürften insbesondere auf solche Unternehmen eine starke Anziehungskraft ausüben, die bereits einen Produktionsstandort in den USA erwogen oder den Ausbau bestehender Kapazitäten geplant haben, weil die USA für sie ein äußerst attraktiver Absatzmarkt sind und sie in räumlicher Nähe zu diesem Markt produzieren wollen. Dementsprechend sind es vor allem die großen international tätigen Unternehmen und Konzerne, die Investitionen in die Batterieproduktion in den USA angekündigt haben. Sie sind aktuell in der komfortablen Situation, dass sich der amerikanische Staat großzügig an Investitionen beteiligt, die sie in naher Zukunft (vielleicht) ohnehin getätigt hätten. Aber auch Unternehmen, die keinen Produktionsstandort in den USA anstreben, profitieren indirekt vom IRA, da sie ihn als Druckmittel verwenden können, um für sich bessere Investitionsbedingungen in Europa auszuhandeln.

Für den Aufbau der Batterieproduktion in Europa stellen die günstigen Importe aus China und perspektivisch auch aus den USA ein enormes Problem dar. Angesichts sich abzeichnender Überkapazitäten dürfte der Weltmarktpreis für Batterien in den kommenden Jahren weiter sinken, so dass sich eine europäische Batterieproduktion unter den gegebenen Bedingungen nicht rechnet. Es ist deshalb zu erwarten, dass einmal verschobene oder ausgesetzte Batterieprojekte in der EU nicht mehr nachgeholt werden.

Abschließend lässt sich festhalten: Der IRA ist ein sehr ausgeklügeltes Programm zur Förderung CO₂-neutraler Energieerzeugungs- und Klimaschutztechnologien. Er hat nicht nur für sich genommen ein großes Fördervolumen, sondern ist Teil einer groß angelegten Investitionsoffensive, deren Bestandteile einander ergänzen und sich damit verstärken. Unter der Annahme, dass in den kommenden Jahren keine großen Abstriche oder Einschränkungen beim IRA gemacht werden, dürfte er eine enorme Wirkkraft entfalten. Der IRA ist

kein bloßes Ausgaben- oder Investitionsprogramm, sondern ein wesentlicher Pfeiler der sogenannten Bidenomics. Dementsprechend adressiert die US-Regierung mit dem IRA nicht nur aktuell drängende industriepolitische, sondern auch klima-, sozial-, struktur- und geopolitische Herausforderungen und versucht, die grundlegende Transformation in einer Weise zu gestalten, die diese verschiedenen Perspektiven berücksichtigt und den damit verbundenen unterschiedlichen Interessen Rechnung trägt. Durch die Koppelung der Förderhöhe an die Einhaltung sozialer Standards, wie zum Beispiel angemessene Bezahlung und hohe Ausbildungsqualität, versucht die US-Regierung die Transformation sozialpolitisch zu gestalten und damit die Akzeptanz der klimapolitischen Maßnahmen zu erhöhen. Angesichts enormer Herausforderungen versucht die Biden-Regierung, Wirtschaft und Gesellschaft eine positive Perspektive zu geben. Bezeichnend ist der Ausspruch von US-Präsident Biden: „When I think about climate change, I think of jobs.“ Anders als in Europa, wo die grundlegende Transformation vor allem mit Sorge betrachtet wird, hat es die US-Regierung verstanden, die damit verbundenen Chancen und das vorhandene Gestaltungspotenzial in den Vordergrund zu stellen und mit dem IRA eine Aufbruchstimmung in der Wirtschaft zu erzeugen.

ANHANG

Förderregeln des IRA für Strom- und Wasserstoffproduktion

Im IRA sind eine Reihe von Fördermöglichkeiten für Strom- und Wasserstoffproduktion vorgesehen.

Investment Tax Credit for Energy Property/ Clean Electricity Investment Tax Credit

Die wichtigsten ITC zur Förderung der Stromerzeugung aus erneuerbaren Ressourcen (>1 MW installierter Leistung)³⁹ sind der *Investment Tax Credit for Energy Property* und der *Clean Electricity Investment Tax Credit*. Bis Ende 2024 gilt der *Investment Tax Credit for Energy Property*, bei dem die Höhe der Steuergutschrift von der Art der Ressource abhängig ist. Dieser wird ab 2025 durch den *Clean Electricity Investment Tax Credit* ersetzt, der eine technologieneutrale Steuergutschrift bietet. Die Berechnung des Tax Credits ist für beide ähnlich: Es gibt eine Basisrate, die sich durch Boni erhöht, wenn bestimmte Voraussetzungen erfüllt sind. Die Basisrate der ITC liegt bei 6 % der anrechenbaren Investitionen. Neben Windkraft- und Photovoltaikanlagen sind auch Speichertechnologien (vor allem Batteriespeicher) förderbar. Die Basisrate erhöht sich um den Faktor fünf, wenn das Projekt den *Prevailing Wage and Apprenticeship Requirements* genügt. Dazu müssen Steuerpflichtige (z.B. die Betreiber der Anlagen) nachweisen, dass bei allen Beschäftigten, die beim Bau der Anlage und dem Umbau oder der Reparatur eingesetzt werden, bestimmte Lohn- und Qualifizierungsstandards eingehalten werden. So muss sichergestellt werden, dass mindestens die vom Arbeitsministerium festgesetzte regional spezifische Mindestvergütung gezahlt wird, in ausreichendem Maße Ausbildungsstunden in einem qualifizierten Ausbildungsprogramm durchgeführt werden und genügend Auszubildende zu Qualifizierungszwecken Bau, Wartung und Reparatur der Anlagen begleiten (Shah, Elliott und Taylor et al. 2023). Verantwortlich sind die von den Tax Credits begünstigten Unternehmen sowohl für eigene Beschäftigte als auch für die von (Unter-)Auftragnehmern beschäftigten Personen. Dies stärkt Beschäftigte und Gewerkschaften, da der überwiegende Teil der Ausbildungsprogramme von Gewerkschaften durchgeführt wird und die vorgeschriebene Mindestvergütung (*Prevailing Wages*) tariflich geregelte Löhne nicht unterläuft.

Wenn Projekte die *Domestic Content Requirements* erfüllen oder Investitionen in sogenannten

39 Für Anlagen bis zu 1 MW installierter Leistung gelten andere Konditionen (DSIRE 2023a).

Energy Communities getätigt werden, erhöht sich die Gutschrift jeweils um 10 Prozentpunkte (White House 2023b). *Energy Communities* sind Gemeinden, die von der Energiewende stark betroffen sind oder sein werden.⁴⁰ Bei den *Domestic Content Requirements* geht es um den Anteil der Anlagen zur Stromerzeugung, der mit Stahl/Eisen und Bauteilen aus dem Inland gefertigt wurde (Bond et al. 2023). Die Anforderung verlangt erstens, dass alle wesentlichen Bauteile der Anlage, die aus Stahl/Eisen bestehen (wie z.B. Teile des Fundaments bei Windkraftanlagen), aus US-amerikanischer Produktion stammen.⁴¹ Die zweite *Domestic-Content*-Vorschrift verlangt, dass bis 2025 mindestens 40 % (ab 2026 55 %) der Bauteile einer Anlage (wie z.B. Windturbinen) in den Vereinigten Staaten hergestellt wurden. Bei Offshore-Windkraftanlagen müssen es vor 2027 20 % und danach 55 % sein (IRS 2023a).⁴² Zur Ermittlung des Anteils der inländischen Wertschöpfung werden die Kosten der in den USA erzeugten Bauteile zu den Gesamtkosten aller Bauteile ins Verhältnis gesetzt.

Wie im Hauptteil beschrieben ist geplant, dass der ITC für neue Anlagen ab 2033 sukzessive reduziert und ab 2036 gar nicht mehr gewährt wird, wenn bis Ende 2032 der Treibhausgasausstoß im Stromsektor um 75 % gegenüber 2022 gesunken ist. Sollte das nicht der Fall sein, könnten die Steuergutschriften so lange in voller Höhe weiter in Anspruch genommen werden, bis das Reduktionsziel erreicht ist.

Production Tax Credit for Electricity from Renewables/Clean Electricity Production Tax Credit

Bei *Production Tax Credits* (PTC) kann ein fester Betrag pro kWh klimaneutral erzeugten Stroms (>1 MW installierter Leistung)⁴³ von den Unternehmenssteuern abgezogen werden. Bis Ende 2024 ist im *Production Tax Credit for Electricity from Renewables* die Höhe des Betrags abhängig von der Ressource. Für die Windkraft- und Freiflächensolaranlagen, die seit 2022 in Betrieb sind, beträgt die Basiserstattung seit 2023 0,55 US-Dollar-Cent für jede produzierte und verkaufte kWh Strom (Shah, Elliott und Seltzer et al. 2023). Die Basiserstattung

40 Das sind z.B. ehemalige Industriegebiete und Gebiete, in denen Förderung, Verarbeitung oder Lagerung fossiler Brennstoffe für Beschäftigung und Steuereinnahmen von großer Bedeutung sind (IWG 2023).

41 Die Regel ist erfüllt, wenn alle Herstellungsverfahren der Komponente selbst in den USA stattgefunden haben und alle Bestandteile der Komponente US-amerikanischen Ursprungs sind. Ausnahmen sind Produkte aus metallurgischen Prozessen zur Veredelung.

42 Der IRS hat die wesentlichen Bestandteile der Anlagen aufgeschlüsselt und in Kategorien (Stahl/Eisen und Vorprodukte) eingeteilt.

43 Für Anlagen bis zu 1 MW installierter Leistung gelten andere Konditionen (DSIRE 2023b).

wird an die Inflation angepasst. Bei Einhaltung der *Prevailing Wage and Apprenticeship Requirements* wird die Basiserstattung mit dem Faktor fünf multipliziert. Werden *Domestic Content Requirements* eingehalten und in *Energy Communities* produziert, steigen die Tax Credits jeweils um 10 % (DSIRE 2023b).⁴⁴ 2025 ersetzt der *Clean Electricity Production Tax Credit*, eine technologieneutrale Gutschrift für stromproduzierende Anlagen, den zuvor beschriebenen Tax Credit. Die PTC können bis zu 10 Jahre bezogen werden. Im Gegensatz zum ITC werden keine Batteriespeicher gefördert. Beim PTC sind die Steuergutschriften ebenfalls übertragbar und auszahlbar. Wie beim ITC soll der PTC für neue Anlagen ab 2032 schrittweise auslaufen, wenn das Ziel einer 75-prozentigen Reduzierung der Treibhausgasemissionen im Stromsektor gegenüber 2022 erreicht wird. Neue Anlagen würden dann 10 Jahre lang Tax Credits in reduzierter Form beziehen. Ab 2036 würden keine PTC mehr für neue Anlagen gewährt, sodass nur noch bestehende Anlagen ihren PTC bis Ende des jeweiligen Bezugszeitraums beziehen. Wenn der Stromsektor seine Reduktionsziele jedoch nicht bis Ende 2032 erreicht, verschiebt sich der Prozess des sukzessiven Auslaufens des PTC.

Weitere Steuervergünstigungen für CO2-armen Strom

Es gibt weitere Steuervergünstigungen für CO2-armen Strom, die aber vom geschätzten finanziellen Ausgabenvolumen und vom CO2-Reduktionspotenzial geringer sind (Steinberg et al. 2023). Relevant sind insbesondere der *Zero-Emission Nuclear Power Production Credit* und der *Credit for Carbon Oxide Sequestration* (King et al. 2023 und CBO 2022). Für Ersteren kann bis Ende 2032 ein PTC von bis zu 1,5 US-Dollar-Cent/kWh für Strom aus bestehenden (produzierenden) Kernkraftwerken gewährt werden. Die Höhe hängt u. a. von den Einnahmen aus der Stromproduktion und sonstigen Subventionen ab (Bistline, Mehrotra und Wolfram 2023).

Mit dem *Credit for Carbon Oxide Sequestration* haben einige Industrie- oder Stromerzeugungsanlagen Anspruch auf bis zu 85 US-Dollar/t gespeichertes und 60 US-Dollar/t genutztes CO2. Anlagen, die ausschließlich zur Abscheidung und Speicherung (Carbon Capture and Storage, CCS) von CO2 gebaut werden, können bis zu 180 US-Dollar/t CO2 erhalten. Die Tax Credits können bis zu 12 Jahre bezogen werden (Bistline, Mehrotra und Wolfram 2023).

Clean Hydrogen Production Tax Credit, Energy Credit and Credit for Carbon Oxide Sequestration

Mit dem *Clean Hydrogen Production Tax Credit*, der von Unternehmen maximal 10 Jahre bezogen werden kann, und dem *Energy Credit* wird auch die Wasserstoffproduktion mithilfe eines PTC und eines ITC unterstützt, wobei sich die Produzenten für einen der beiden entscheiden müssen. Beide Tax Credits können auch dann in Anspruch genommen werden, wenn beispielsweise bereits der *Clean Electricity Production Tax Credit* oder der *Zero-Emission Nuclear Credit* genutzt werden, nicht jedoch, wenn bereits der *Credit for Carbon Oxide Sequestration* genutzt wird. Projekte müssen bis Ende 2032 in Betrieb genommen worden sein, um die Vergünstigung zu erhalten. Die Höhe der Gutschriften hängt von den Treibhausgasemissionen⁴⁵ ab, und davon, ob der Wasserstoffproduzent beim Bau der Anlage die *Prevailing Wage and Apprenticeship Requirements* erfüllt. **Tabelle 2** bildet die Steuergutschriften für Wasserstoffproduzenten ab, die diese Anforderungen einhalten. Domestic Content oder Energy Community-Boni gibt es nicht. Daher können auch Anlagen (vor allem Elektrolyseure) aus dem Ausland (inklusive China) bezogen werden, ohne dass Nutzern Steuernachlässe für den PTC und den ITC entgehen.

Auch bei der Wasserstoffproduktion spielt der *Credit for Carbon Oxide Sequestration* eine Rolle. Durch die Förderung des Abscheidens und Speicherns von CO2 können Unternehmen Subventionen zur Produktion von blauem Wasserstoff nutzen.

⁴⁵ Genutzt wird das Konzept der Lebenszyklus-Treibhausgasemissionen (IRS 2023b).

Tabelle 2

ITC und PTC für die Wasserstoffherstellung (H2)

Lebenszyklusemissionen (kg CO ₂ Äq/kg H ₂)	Investment Tax Credit (in %)	Production Tax Credit (US-Dollar/kg H ₂)
4–2,5	6 %	0,6
2,5–1,5	7,5 %	0,75
1,5–0,45	10 %	1
0,45–0	30 %	3

Für die dargestellten Werte sind die *Prevailing Wage and Apprenticeship Requirements* erfüllt. Werte geteilt durch fünf bilden die Basisrate der Tax Credits ab.

⁴⁴ Für eine Übersicht über die Steuervergünstigungen siehe EPA (2023b).

Quelle: Bergman und Krupnick. (2022).

Damit soll blauer Wasserstoff wettbewerbsfähig gegenüber fossilen Brennstoffen werden. Der Tax Credit wird nach bisherigen Ankündigungen von Firmen bei der Wasserstoffproduktion eine Rolle spielen, weil er eine Alternative zum *Clean Hydrogen Production Tax Credit* darstellen kann.

IRA-Vorschriften für Klimaschutztechnologien

Analog zu den Produktionskapazitäten für die Erzeugung von klimaneutralem Strom und Wasserstoff unterstützt der IRA den Auf- und Ausbau der Fertigungskapazitäten für Komponenten wie Solarzellen und Windturbinen (*Advanced Manufacturing Production Credit* oder *Advanced Energy Project Credit*) und Elektrolyseure (*Advanced Energy Project Credit*). Die genannten Steuervergünstigungen sind nicht kombinierbar. Der *Advanced Energy Project Credit* gewährt bei Einhaltung der *Wage and Apprenticeship Requirements* eine 30-prozentige Steuergutschrift (bei Nichteinhaltung: 6 %) für eine Reihe von nachhaltigen Energietechnologi-

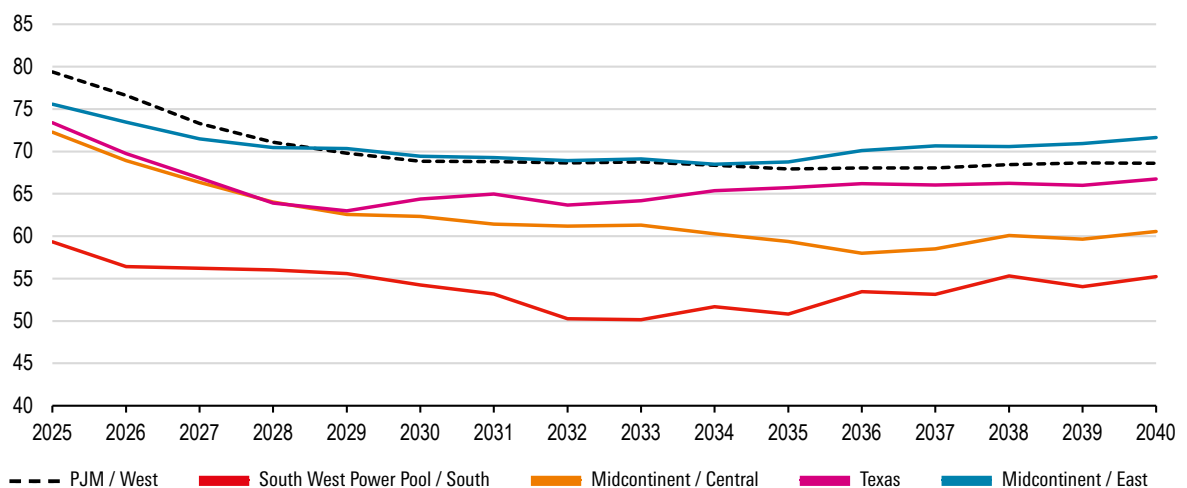
en, die vor allem dem Auf- und Ausbau von Produktionsanlagen dient. Das Gesamtvolumen liegt bei 10 Mrd. US-Dollar. Der *Advanced Manufacturing Production Credit* ermöglicht Herstellern von Wind-, Batterie- und Solarkomponenten eine Steuergutschrift pro Produktionseinheit (z.B. 12 US-Dollar pro qm Photovoltaik-Wafer).⁴⁶ Der *Advanced Manufacturing Production Credit* wird ab 2030 auslaufen – mit einer Ausnahme: Die Tax Credits für die (Weiter-)Verarbeitung kritischer Mineralien, die z.B. für Solaranlagen und Elektrolyseure wichtig sind, sind unbefristet. Dementsprechend ist das Volumen dieses PTC nicht gedeckelt. Das CBO schätzt, dass der Großteil der Steuergutschriften auf den nicht gedeckelten *Advanced Manufacturing Production Credit* und nicht auf den gedeckelten *Advanced Energy Project Credit* entfallen wird (Bistline, Mehrotra und Wolfram 2023).

⁴⁶ Für eine detaillierte Übersicht über die Förderung im Rahmen des Advanced Production Tax Credits siehe Bell et al. (2023).

Abbildung 10

Projektionen der Strompreise für Industriekunden bei erwarteter Nutzung des IRA

US-Dollar₂₀₂₂/MWh



Hinweis: Abgebildet sind die Strompreisprojektionen für Industriekunden für das Referenz-Szenario (Nutzung des IRA gemäß Erwartungen von EIA 2023a). Die Gebiete sind nach den Netzverbänden (NERC) ausgewiesen, die einen geräumten Teil der energieintensiven Industrie umfassen: Midcontinent/Central umfasst (vor allem) Illinois und Indiana; PJM/West umfasst Ohio, West-Virginia, Teile von Pennsylvania und kleine Teile Illinois; Midcontinent/East umfasst Michigan; Southwest Power Pool/South umfasst Oklahoma, Louisiana, kleine Teile von Texas und Arkansas; Texas umfasst den Großteil von Texas.

Quelle: Berechnungen des IMK auf Basis von EIA (2023a).



LITERATUR

- ACP – American Clean Power Association (2023):** [Clean Energy Investing in America](#). Report. ACP, o.O.
- ACP – American Clean Power Association (2024):** [Clean Energy Powers American Business](#).
- AHK - Deutsch-Amerikanische Handelskammern (2024):** [Factsheet USA. Energieeffizienz in der Industrie - Fokus auf Illinois und Michigan](#). AHK, Washington.
- Badlam, J. / Clark, S. / Gajendragadkar, S. / Kumar, A. / O'Rourke, S. / Swartz, D. (2022):** [The CHIPS and Science Act: Here's what's in it](#). McKinsey & Company.
- Badlam, J. / D'Emidio, T. / Dunn, R. / Kumar, A. / O'Rourke, S. (2021):** [The US Bipartisan Infrastructure Law: Breaking it down. What's in it? What does it aim to do?](#) McKinsey & Company.
- Bauermann, T. (2023):** Abschätzung der Gestehungskosten und ihrer Entwicklung für die grüne Stromproduktion in Deutschland, Europa und den USA. IMK Policy Brief Nr. 157. IMK, Düsseldorf.
- BCG – Boston Consulting Group (2023):** [Impact of IRA, IJJA, CHIPS, and Energy Act of 2020 on Clean Technologies](#).
- Bell, J. / Cook, J. D. / Flis, J. / McCloskey, C. L. / Princehorn, R. C. (2023):** [Inflation Reduction Act \(IRA\): Advanced Manufacturing Product Credit – A cheat sheet](#). Bricker & Graydon.
- Bergman, A. / Krupnick, A. (2022):** [Incentives for Clean Hydrogen Production in the Inflation Reduction Act](#). Report 22-13. Resources for the Future, Washington.
- Bistline, J. / Brown, M. / Domeshek, M. / Marcy, C. / Roy, N. / Blandford, G. / Burtraw, D. / Farbes, J. / Fawcett, A. / Hamilton, A. / Jenkins, J. / Jones, R. / King, B. / Kolus, H. / Larsen, J. / Levin, A. / Mahajan, M. / Mayfield, E. / McFarland, J. / McJeon, H. / Orvis, R. / Patankar, N. / Rennert, K. / Robson, S. / Roney, C. / Russell, E. / Schivley, G. / Shawhan, D. / Steinberg, D. / Victor, N. / Wenzel, S. / Weyant, J. / Wisner, R. / Yuan, M. / Zhao, A. (2024):** [Power Sector Impacts of the Inflation Reduction Act of 2022](#). In: Environmental Research Letters, Jg. 19, S. 1-13.
- Bistline, J. / Mehrotra, N. / Wolfram, C. (2023):** [Economic Implications of the Climate Provisions of the Inflation Reduction Act](#). NBER Working Paper No. 31267. NBER, Cambridge, MA.
- Bolinger, M. / Seel, J. / Robson, D. (2019):** [Utility-Scale Solar: Empirical Trends in Project Technology, Cost, Performance, and PPA Pricing in the United States – 2019 Edition](#). Lawrence Berkeley National Laboratory, Berkeley, CA.
- Bond, D. / Davis, J. / Rodgers, M. / Saccomanno, I. (2023):** [US Treasury Releases Domestic Content Guidance for Renewable Energy Tax Credits](#). White & Case.
- Bown, C. P. (2023):** [Industrial policy for electric vehicle supply chains and the US-EU fight over the Inflation Reduction Act](#). PIIE Working Paper 23-1. Peterson Institute for International Economics, Washington.
- CBO – Congressional Budget Office (2022):** [Estimated Budgetary Effects of H.R. 5376, the Inflation Reduction Act of 2022, as Amended in the Nature of a Substitute \(ERN22335\) and Posted on the Website of the Senate Majority Leader on July 27, 2022; revised 5.8.2022](#).
- Cornot-Gandolphe, S. (2023):** [IRA: Towards Clean Hydrogen Leadership in the U.S.](#) Notes de l'Ifri. Institut français des relations internationales, Paris.
- Dayen, D. (2023):** [The Leasing Loophole for EVs](#). The American Prospect.
- Deutsche Bundesbank (2024):** [Wechselkursstatistik. Aktualisierte Ausgabe](#). Statistische Fachreihe, Frankfurt am Main.
- DNV (2022):** [Hydrogen Forecast to 2050](#). Energy Transition Outlook 2022. DNV, Hovik.
- DOE – Department of Energy (2022):** [Industrial Decarbonization Roadmap Fact Sheet](#).
- DOE – Department of Energy (2023a):** [Coordinated Interagency Transmission Authorizations and Permits Program](#).
- DOE – Department of Energy (2023b):** [Pathways to Commercial Liftoff: Clean Hydrogen](#).
- DOE – Department of Energy (2023c):** [U.S. National Clean Hydrogen Strategy and Roadmap](#).
- DOE – Department of Energy (2023d):** [Interpretation of Foreign Entity of Concern](#). In: Federal Register, Jg. 88, H. 231, S. 84082-84089.
- DOE – Department of Energy (2024a):** [Transmission Facilitation Program](#).
- DOE – Department of Energy (2024b):** [Two Years of Building a Better Grid: What it Means for Communities](#).
- Dow, J. (2023):** [How to bypass nearly every restriction of the EV tax credit by leasing](#). Electrek.
- DSIRE – Database of State Incentives for Renewables & Efficiency (2023a):** [Business Energy Investment Tax Credit \(ITC\)](#).
- DSIRE – Database of State Incentives for Renewables & Efficiency (2023b):** [Renewable Electricity Production Tax Credit \(PTC\)](#).
- EIA – Energy Information Administration (2023a):** [AEO2023 Issues in Focus: Inflation Reduction Act Cases in the AEO2023](#).
- EIA – Energy Information Administration (2023b):** [Summary Statistics for the United States, 2011 - 2022](#).
- EIA – Energy Information Administration (2024):** [Preliminary Monthly Electric Generator Inventory \(based on Form EIA-860M as a supplement to Form EIA-860\)](#).
- EPA – Environmental Protection Agency (2021):** [Geographic Distribution of TRI-Reporting Chemical Manufacturing Facilities in 2021](#).
- EPA – Environmental Protection Agency (2023a):** [2022 Greenhouse Gas Emissions from Large Facilities](#).
- EPA – Environmental Protection Agency (2023b):** [Summary of Inflation Reduction Act provisions related to renewable energy](#).
- EPA – Environmental Protection Agency (2023c):** [Power Market Structure](#).

- Europäische Kommission (2021):** Vorschlag für eine VERORDNUNG DES EUROPÄISCHEN PARLAMENTES UND DES RATES zur Änderung der Verordnung (EU) 2019/631 im Hinblick auf eine Verschärfung der CO₂-Emissionsnormen für neue Personenkraftwagen und für neue leichte Nutzfahrzeuge im Einklang mit den ehrgeizigeren Klimazielen der Union (COM(2021) 556 final).
- Europäische Kommission (2024):** [Competitive bidding](#).
- Feldman, D. / Dummit, K. / Zuboy, J. / Margolis, R. (2023):** [Summer 2023 Solar Industry Update](#).
- Global Energy Monitor (2023):** [Global Steel Plant Tracker](#).
- Grzelewski, J. (2024):** [Analysts expect more EV leases thanks to tighter IRA rules](#). Tech Brew.
- Hills, C. (2023):** [EV Leasing In The US Is A No-Brainer Thanks To A Tax Loophole](#). TradeAlgo.
- IEA – International Energy Agency (2022a):** [Global Hydrogen Review 2022](#). Technology report. IEA, Paris.
- IEA – International Energy Agency (2022b):** [Global Supply Chains of EV Batteries](#). Technology report. IEA, Paris.
- IEA – International Energy Agency (2023a):** [Electricity Grids and Secure Energy Transitions](#). Report. IEA, Paris.
- IEA – International Energy Agency (2023b):** [Renewable Energy Market Update. Outlook for 2023 and 2024](#). Fuel report. IEA, Paris.
- IEA – International Energy Agency (2023c):** [Global Hydrogen Review 2023](#). Technology report. IEA, Paris.
- IEA – International Energy Agency (2023d):** [The State of Clean Technology Manufacturing. An Energy Technology Perspectives Special Briefing - November 2023 Update](#). Report. IEA, Paris.
- IEA – International Energy Agency (2024):** [Advancing Clean Technology Manufacturing. An Energy Technology Perspectives Special Report](#). Technology report. IEA, Paris.
- IRS – Internal Revenue Service (2022):** [Frequently asked questions related to new, previously-owned and qualified commercial clean vehicle credits](#). IRS Fact Sheet FS-2022-42. IRS, Washington.
- IRS – Internal Revenue Service (2023a):** [Domestic Content Bonus Credit Guidance under Sections 45, 45Y, 48, and 48E](#).
- IRS – Internal Revenue Service (2023b):** [Section 45V Credit for Production of Clean Hydrogen; Section 48\(a\)\(15\) Election To Treat Clean Hydrogen Production Facilities as Energy Property](#).
- IWG – Interagency Working Group on Coal and Power Plant Communities and Economic Revitalization (2023):** [Energy Community Tax Credit Bonus](#).
- Jansen, J. / Jäger, P. / Redeker, N. (2023):** [For climate, profits, or resilience? Why, where and how the EU should respond to the Inflation Reduction Act](#). Policy Brief. Hertie School Jacques Delors Centre, Berlin.
- Kampker, A. / Heimes, H. / Dorn, B. / Offermanns, C. / Frieges, M. / Wennemar, S. / Neb, D. / Kisseler, N. / Drescher, M. / Gorsch, J. / Späth, B. / Lackner, N. / Bernhart, W. / Hasenberg, J.-P. / Hotz, T. / Gallus, D. / Knoche, K. / Demir, I. / Achmadeev, T. (2023):** [Battery Monitor 2023: The value chain between economy and ecology](#). Roland Berger; PEM RWTH Aachen, o.O.
- Kelley Blue Book (2024):** [Americans Buy Nearly 1.2 Million Electric Vehicles to Hit Record in 2023, According to Latest Kelley Blue Book Data](#).
- King, B. / Kolus, H. / Dasari, N. / Gaffney, M. / van Brummen, A. / Herndon, W. / Hiltbrand, G. / Pastorek, N. / Alfredo, R. / Larsen, K. / Larsen, J. (2023):** [Taking Stock 2023. US Emissions Projections after the Inflation Reduction Act](#). Rhodium Group, New York.
- Krupnick, A. / Bergman, A. / Bioret, L. / Zhu, Y. / Nehrkorn, K. (2023):** [A First Look at the Hydrogen Hubs Decisions. Research for Future](#).
- Kumar, A. / O'Rourke, S. / Mehta, N. / Badlam, J. / Silvis, J. / Cox, J. (2022):** [The Inflation Reduction Act: Here's what's in it](#). McKinsey & Company.
- Larson, E. / Greig, C. / Jenkins, J. / Mayfield, E. / Pascale, A. / Zhang, C. / Drossman, J. / Williams, R. / Pacala, S. / Socolow, R. / Baik, E. / Birdsey, R. / Rick Duke / Jones, R. / Haley, B. / Leslie, E. / Paustian, K. / Swan, A. (2021):** [Net Zero America: Potential Pathways, Infrastructure, and Impacts. Final Report](#). Princeton University, Princeton NJ.
- LeRoy, G. / Tarczynska, K. / Ochojska, M. (2022):** [Will EVs Create Budget Potholes for States? Economic Development Megadeals for Electric Vehicles and Battery Factories. Good Jobs First](#).
- McDermott, J. / Daly, M. / Hill, M. / Catalini, M. (2023):** [Offshore wind project cancellations jeopardize Biden's clean energy goals](#). PBS News Hour.
- Mehdi, A. / Moerenhout, T. (2023a):** [The IRA and the US Battery Supply Chain: Background and Key Drivers](#). Center on Global Energy Policy at Columbia University.
- Mehdi, A. / Moerenhout, T. (2023b):** [The IRA and the US Battery Supply Chain_One Year On](#). Center on Global Energy Policy at Columbia University.
- NREL – National Renewable Energy Laboratory (2023):** [Electricity Annual Technology Baseline \(ATB\) 2023](#).
- Penrod, E. (2023):** [US grid interconnection backlog jumps 40%, with wait times expected to grow as IRA spurs more renewables](#). Utility Dive.
- Pickrel, K. (2024):** [First round of 48C Advanced Energy ITC dollars distributed by DOE](#). Solar Power World.
- Piper, A. / Martinez, M. / Weiss, T. / Krause, T. (2024):** [Clean Hydrogen Tax Credit \(45V\) Guidance Explained](#). Rocky Mountain Institute (RMI).
- Popovich, N. / Plumer, B. (2023):** [Why the U.S. Electric Grid Isn't Ready for the Energy Transition](#). New York Times.
- Ramseur, J. L. (2023):** [Inflation Reduction Act of 2022 \(IRA\): Provisions Related to Climate Change](#). CRS Report R47262 Version 3 updated October 26, 2023. Congressional Research Service, Washington.

SEIA – Solar Energy Industries Association (2023a): [Energizing American Battery Storage Manufacturing](#). U.S. Solar Manufacturing Whitepaper Series. SEIA, Washington.

SEIA – Solar Energy Industries Association (2023b): [Impact of the Inflation Reduction Act](#).

Senate Democrats (o.J.): [SUMMARY: THE INFLATION REDUCTION ACT OF 2022](#).

Shah, A. / Elliott, N. M. / Seltzer, B. M. / Nicholson, M. K. / Aksamit, R. / Odintz, D. J. / Strickland, D. G. / Provencher, R. T. / Parsons, K. W. (2023): [IRS Releases 2023 Section 45 Production Tax Credit Amounts](#). Holland and Knight.

Shah, A. / Elliott, N. M. / Taylor, T. / Seltzer, B. M. / Nicholson, M. K. / Aksamit, Roger David Odintz, Joshua David / Strickland, D. G. / Provencher, R. T. / Parsons, K. W. (2023): [Treasury, IRS Issue Proposed Regulations on IRA Prevailing Wage and Apprenticeship Requirements](#). Holland and Knight.

Shahan, Z. (2022): [The Really Big Battery Deal In The IRA That People Are Missing](#). Cleantechnica.

Steinberg, D. / Brown, M. / Wisner, R. / Donohoo-Vallett, P. / Gagnon, P. / Hamilton, A. / Mowers, M. / Murphy, C. / Prasanna, A. (2023): [Evaluating Impacts of the Inflation Reduction Act and Bipartisan Infrastructure Law on the U.S. Power System](#). Report 6A20-85242. National Renewable Energy Laboratory, Golden.

Transport & Environment (2023): [How not to lose it all. Two-thirds of Europe’s battery gigafactories at risk without further action](#).

Turner, J. (2024): [EV Supply Chain Dashboard](#).

White House (2021a): [FACT SHEET: President Biden Signs Executive Order Catalyzing America’s Clean Energy Economy Through Federal Sustainability](#).

White House (2021b): [FACT SHEET: President Biden Announces Steps to Drive American Leadership Forward on Clean Cars and Trucks](#).

White House (2023a): [Biden-Harris Administration Announces Regional Clean Hydrogen Hubs to Drive Clean Manufacturing and Jobs](#).

White House (2023b): [Clean Energy Tax Provisions in the Inflation Reduction Act](#).

Worldbank (2024): [GDP deflator \(base year varies by country\) - United States](#).

IMPRESSUM

Herausgeber

Institut für Makroökonomie und Konjunkturforschung (IMK)
der Hans-Böckler-Stiftung
Georg-Glock-Straße 18, 40474 Düsseldorf
Telefon +49 (211) 7778-312

imk-publikationen@boeckler.de
<http://www.imk-boeckler.de>

Pressekontakt

Rainer Jung, +49 (211) 7778-150
rainer-jung@boeckler.de

Autorenkontakt

Dr. Tom Bauermann, tom-bauermann@boeckler.de

Ausgabe

IMK Report Nr. 191 (abgeschlossen am 15.07.2024)

Redaktionsleitung: Peter Hohlfeld
Satz: Sabine Nemitz

ISSN 1861-3683



„Inflation Reduction Act: Gut fürs Klima, schlecht für Europa?“
von Tom Bauermann, Sabine Stephan und Andrew Watt ist unter
der Creative Commons Lizenz Namensnennung 4.0 International
lizenziert (BY).

Diese Lizenz erlaubt unter Voraussetzung der Namensnennung
des Urhebers die Bearbeitung, Vervielfältigung und Verbreitung
des Materials in jedem Format oder Medium für beliebige Zwe-
cke, auch kommerziell.

Den vollständigen Lizenztext finden Sie hier:
<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/legalcode.de>

Die Bedingungen der Creative Commons Lizenz gelten nur
für Originalmaterial. Die Wiederverwendung von Material aus
anderen Quellen (gekennzeichnet mit Quellenangabe) wie z. B.
von Abbildungen, Tabellen, Fotos und Textauszügen erfordert
ggf. weitere Nutzungsgenehmigungen durch den jeweiligen
Rechteinhaber.