

Rebound-Effekte in Unternehmen

Zum Zusammenspiel von Rebound-Effekten und Effizienzpolitik im industriellen Sektor

Anne Berner, Christian Lutz, Lara Ahmann, Maximilian Banning

Deutschland hat sich klimapolitisch zum Ziel gesetzt, die Treibhausgasemissionen bis 2030 um 55 Prozent im Vergleich zum Niveau von 1990 zu senken. Die Industrie hat in diesem Zusammenhang das Sektorziel, die Emissionen bis 2030 um rund 56 Millionen Tonnen (rund 29 Prozent) gegenüber 2018 zu senken und den Primärenergieverbrauch bis 2030 um 30 Prozent gegenüber 2008 zu reduzieren (BMW, 2019). Der Klimaschutzplan 2050 sieht Energieeffizienz unter dem Motto „Efficiency First“ als Hauptinstrument, um diese Klimaschutzziele bei gleichzeitigem Erhalt der Wettbewerbsfähigkeit der Industrie zu erreichen (BMU, 2016).

Dabei wird Energieeffizienz in der politischen Kommunikation oft als Instrument beschrieben, das insbesondere im industriellen Sektor zu einer Win-win-Situation führt: Einerseits wird durch die Effizienzverbesserung Energie eingespart, das Klima somit geschützt und gleichzeitig das Wachstum und die Wettbewerbsfähigkeit angekurbelt (BMW, 2021; 2021a). Dies gilt für das Unternehmen, das in mehr Energieeffizienz investiert, weil es durch Kostensenkung einen Wettbewerbsvorteil erzielt. Problematisch ist, dass die Effizienzverbesserungen Mechanismen in Gang setzen können, die zu einem Anstieg der Produktion und/oder des Konsums beitragen und damit wiederum den Energieverbrauch antreiben. Dieses Phänomen wird als Rebound-Effekt bezeichnet. Die Größe des Effekts wird üblicherweise als die Divergenz zwischen der tatsächlichen Reduzierung des Energieverbrauchs und dem technischen Potenzial zur Reduzierung des Energieverbrauchs definiert. Rebound-Effekte können im Unternehmen selbst, auf dem entsprechenden Markt und auf volkswirtschaftlicher Ebene stattfinden. Auf diesen Ebenen muss die Existenz von Rebound-Effekten klar kommuniziert und bei der Ausgestaltung von Politikmaßnahmen zur Effizienzförderung berücksichtigt werden.

1. **Eine klare Zielsetzung ist entscheidend für Effizienzpolitik:** Die möglichen Rebound-Effekte durch Förderung von Energieeffizienz in Unternehmen kommunizieren und bei Förderprogrammen berücksichtigen.
2. **Reinvestitionsentscheidungen auf Unternehmensebene:** Effizienzgewinne sollten möglichst umweltentlastend reinvestiert werden. Politische Effizienz-Förderprogramme können Reinvestitionserfordernisse an die Vergabe koppeln, um sicherzustellen, dass die Nutzung der Energiekosteneinsparungen für zusätzliche Effizienzinvestitionen im Unternehmen verwendet werden.
3. **Die Förderprogramme zur Energieeffizienz in der Industrie sollten durch einen Policy Mix flankiert werden, um Effizienz- und Klimaziele einzuhalten und Rebound-Effekte zu vermeiden.**

Problem: Rebound-Effekte in Unternehmen

Die grundsätzliche Logik von Rebound-Mechanismen ist, dass absolute Steigerungen der Energieeffizienz einen zusätzlichen Energieverbrauch induzieren, sodass das technisch machbare Potenzial zur Senkung des Energiebedarfs nicht realisiert wird. Die empirische Literatur zu Rebound-Effekten hat sich lange Zeit auf private Haushalte konzentriert. Bei den Haushalten ist die entscheidende Determinante für ihren Konsumkorb das reale Budget und ihre Präferenzen. Wenn die Energieeffizienz steigt, sinken die Kosten und somit die erforderlichen Ausgaben für einen ursprünglichen Konsumkorb. Damit steigt die Kaufkraft der Haushalte, wodurch bei konstanter Sparneigung gleichzeitig der Konsum steigt, der wiederum zusätzlichen Energieverbrauch verursachen kann.

Auf Unternehmensebene zeigen Lange et. al (2021) zwei Rebound-Mechanismen auf: Kurzfristig ermöglicht steigende Energieeffizienz Firmen, die zusätzlich verfügbaren Finanzmittel zur Ausweitung der Produktion zu nutzen und/oder andere Produktionsfaktoren durch Energie zu substituieren (Sorell, 2007, van den Bergh, 2011). Beide Mechanismen treten auf kurze Sicht auf, da sie durch Änderungen der (relativen) Preise ausgelöst werden. Langfristig können Unternehmen das ursprüngliche Produkt oder einige seiner Eigenschaften neu gestalten. Dieser Redesign-Effekt führt zum Beispiel dazu, dass durch effizientere Produktionsprozesse größere Autos hergestellt und verkauft werden können (Santarius, 2016).

Ausschlaggebend für die Überlegungen im Folgenden ist, dass insbesondere der Produktions- sowie der Redesign- und teils auch der Substitutions-Mechanismus sich in einer Produktionsausweitung widerspiegeln (Lange, 2021). Diese Ausweitung führt dazu, dass der Energieverbrauch nicht so stark reduziert wird, wie theoretisch in Folge der Effizienzsteigerung möglich wäre. Der Rebound-Effekt spiegelt damit zwei Effekte wider: Zum einen sinkt in Folge einer relativen Effizienzverbesserung der Energieverbrauch, da das effizientere Unternehmen weniger Energie pro Produktionseinheit benötigt. Zum anderen verbessert das Unternehmen seine Wettbewerbsposition und steigert damit den Absatz, was zu einem höheren Energieverbrauch führt. Im Zentrum steht daher die Überlegung, inwiefern Effizienzmaßnahmen den Energieverbrauch reduzieren und ob eine kosteneffizientere Produktion zu einem gesteigerten Energieverbrauch führt, der die potenziell möglichen Einsparungen verringert.

Empirische Studien zum Rebound-Effekt auf Unternehmensebene im Allgemeinen und in der verarbeitenden Industrie im Besonderen sind rar (Jenkins, 2011). Grepperud und Rasmussen (2004) verwenden ein CGE (Computable General Equilibrium) Modell, um eine makroökonomische Analyse des Rebound-Effekts auf Sektorebene in Norwegen durchzuführen. Sie finden einen signifikanten Rebound-Effekt im verarbeitenden Gewerbe. Koesler et al. (2016) betrachten autonome Steigerungen der Energieeffizienz in acht deutschen Industriesektoren in einem internationalen CGE Modell. Die Rebound-Effekte liegen bei gut 50 Prozent. Ökonometrische Studien, deren Schätzungen oft auf Energiepreisänderungen basieren, finden erhebliche Rebound-Effekte im produzierenden Teil der US-Wirtschaft (Saunders, 2013) und Rebound-Effekte von 30-80 Prozent in der energieintensiven Industrie in Schweden (Amjadi, 2018; Dahlquist, 2021). Die im folgenden Abschnitt näher vorgestellten Analysen (Berner et al., 2021, Lutz et al., 2021) sind somit eine der ersten, die sich mit Rebound-Effekten im verarbeitenden Gewerbe in Deutschland detaillierter befassen.

Analyse: Trade-off zwischen Energieeinsparung und Mehrverbrauch durch gesteigerte kosteneffizientere Produktion

Um Effizienzverbesserungen und ihre Auswirkung auf den Energieverbrauch im Unternehmen und den Produktionswert zu schätzen, wurde im Projekt Recap die Entwicklung von Produktion und Energieverbrauch mit Hilfe von amtlichen Firmendaten untersucht. Die Daten, die für den Zeitraum von 2003 bis 2014 erhoben wurden, stellen unter anderem Informationen der Unternehmen im verarbeitenden Gewerbe zum Wirtschaftszweig, zu Beschäftigtenzahlen, Umsatz, Investitionen, Löhnen, Energieverbrauch und zu den Kostenstrukturen bereit.

Eine Herausforderung bei der Quantifizierung von Rebound-Effekten ist die Bestimmung eines Energieeffizienz-Maßes. Die Hauptursache für Rebound-Mechanismen in Unternehmen ist, dass eine erhöhte Effizienz die Wettbewerbsposition im Vergleich zu anderen Unternehmen verbessert. Wettbewerbsfähigkeit ist immer relativ – und daher ist die relative Energieeffizienz entscheidender Antrieb für Rebound-Effekte, nicht die absolute. Die relative Effizienz eines Unternehmens wird durch einen Benchmarking¹-Ansatz bestimmt.

Die empirischen Ergebnisse der Panelregression zeigen, dass eine Erhöhung der relativen Effizienz von 1 Prozent gegenüber den konkurrierenden Unternehmen in einem durchschnittlichen Unternehmen mit einer Energieeinsparung von 0.8 Prozent verbunden ist, wenn angenommen wird, dass der Produktionswert eines Unternehmens konstant bleibt (Berner et al., 2021). Gleichzeitig führt dieselbe Effizienzverbesserung im Schnitt und unter sonst gleichen Bedingungen zu einer Erhöhung des Produktionswertes von 0.3 Prozent. Dies bedeutet zum einen, dass es in der Industrie ein Energieeinsparpotenzial gibt und zum anderen, dass Unternehmen ihre Produktion infolge einer relativen Effizienzverbesserung erhöhen. Letzteres wirkt den potenziellen Energieeinsparungen entgegen, kann aber auch der Antrieb für Effizienzverbesserungen sein. Der Rebound-Effekt, der laut Modell² im Durchschnitt aller Unternehmen 5-10 Prozent beträgt, spiegelt den Trade-off zwischen der Energieverbrauchsreduktion und dem Mehrverbrauch durch gesteigerte kosteneffizientere Produktion, der sich in Folge von Effizienzverbesserungen ergeben kann, wider. Das Vorhandensein eines Rebound-Effekts bedeutet, dass das individuelle Unternehmen von Effizienzverbesserungen profitieren kann, indem es die Auswahl an Inputs neu optimiert und sein Produktionsniveau erhöht. Da der Rebound-Effekt auf Unternehmensebene eher gering ist, ist der Mehrverbrauch an Energie durch die gesteigerte kosteneffizientere Produktion und damit der Rebound-Effekt auf Unternehmensebene klein.

Das Ausmaß des Rebound-Effekts in einzelnen Unternehmen hängt jedoch von den Eigenschaften und den Investitionsentscheidungen der jeweiligen Unternehmen ab. Auf Unternehmensebene zeigt die empirische Analyse, dass eine gleichzeitige Erhöhung der Ausgaben für Forschung und Entwicklung und des Investitionsanteils den Rebound-Effekt verringert, die alleinige Erhöhung der Ausgabenanteile, den Effekt jedoch erhöht (Berner, 2021). Diese Evidenz weist darauf hin, dass eine Verpflichtung zu einer zweckgebundenen (Re-)Investition von Effizienzgewinnen in die weitere Steigerung der Produktionseffizienz, mit der eine konstante Reduzierung des Energie- und Ressourcenverbrauchs angestrebt wird, ein möglicher Ansatzpunkt für die Ausgestaltung von Förderprogrammen sein kann. Auch eine Verwendung für weitere F&E-Maßnahmen dürfte in diese Richtung wirken.

Da der mit einer Produktionsausweitung assoziierte Rebound-Effekt auf Unternehmensebene nur einen Teil des Gesamt-Effekts auf Sektorebene abbildet, kann davon ausgegangen werden, dass die Rebound-Effekte in der gesamten Industrie deutlich höher sind. Modellierungsergebnisse auf Sektorebene weisen für die Industrie einen Effekt von insgesamt 13 Prozent aus (Ahmann et al. 2021). Hier sind deutliche Unterschiede zwischen den Sektoren festzustellen. So sind Rebound-Effekte in der Grundstoff- und sonstigen Chemie mit unter 5 Prozent verhältnismäßig niedrig. In der Metallverarbeitung und dem Fahrzeugbau beläuft sich die Höhe der Effekte dagegen auf über 20 Prozent. Die Effekthöhe wird unter anderem dadurch beeinflusst, wie sensitiv die Energienachfrage der Sektoren auf Energiepreisänderungen reagiert. Darüber hinaus zeigt sich, dass Effizienzsteigerungen in der Industrie über sinkende Energienachfrage und Energiepreise die Energienachfrage auch in anderen Teilen der Volkswirtschaft erhöhen, wo zusätzliche Maßnahmen ergriffen werden müssen.

¹ Hier nutzen wir eine Quantilsregression mit Fixed-Effects, um heterogene Effekte in den Sektoren zu kontrollieren.

² Der Rebound-Effekt wird anhand von Elastizitäten berechnet, die mit Hilfe eines Random Intercept Modells geschätzt werden.

Empfehlungen für eine effektive Energieeffizienz- und Klimapolitik

1. Eine klare Zielsetzung ist entscheidend für Effizienzpolitik: Die möglichen Rebound-Effekte durch Förderung von Energieeffizienz in Unternehmen kommunizieren und bei Förderprogrammen berücksichtigen.

Die Existenz von Rebound-Effekten im verarbeitenden Gewerbe hat wirtschaftliche und ökologische Implikationen. Unsere Ergebnisse bekräftigen, dass ein Trade-off zwischen den beiden Zielen, Energieeinsparung und Produktionsausweitung, besteht. Das Vorhandensein von Rebound-Effekten impliziert, dass die in Industrieunternehmen bestehenden Energieeinsparpotenziale nicht vollständig ausgeschöpft werden, da es Anreize für Unternehmen gibt, ihre Produktion infolge einer relativen Effizienzsteigerung zu erhöhen. Letzteres mindert das maximale Energieeinsparpotenzial und führt auf Unternehmensebene zu einem relativ geringen Rebound-Effekt. Das deutet darauf hin, dass die Anreize für Firmen, einen komparativen Vorteil durch die Reduzierung ihres Energiebedarfs zu suchen, gering sind. Es besteht also eine Notwendigkeit Effizienzverbesserungen zusätzlich zu fördern. Dabei ist auf die Existenz von Rebound-Effekten im Unternehmen besonders hinzuweisen und es sind Möglichkeiten aufzuzeigen, die sie soweit möglich begrenzen können, etwa durch die Einführung von Energiemanagementsystemen. Bei der Ausgestaltung von Fördermaßnahmen können Rebound-Effekte durch einen Abschlag bei der Berechnung der Energieeinsparung von z.B. 5-10 Prozent berücksichtigt werden. Bei der Gestaltung der Effizienzpolitik sind Rebound-Effekte auf gesamtwirtschaftlicher Ebene durch einen Abschlag von z.B. 20 Prozent zu berücksichtigen. Bei der Kommunikation gegenüber der Industrie ist der Zusammenhang von Fördermaßnahmen, Rebound-Effekten und zusätzlich notwendigen Politikmaßnahmen zur Zielerreichung klar herauszustellen. Fördermaßnahmen sind nicht isoliert zu betrachten, sondern Teil der umfassenden Energieeffizienz- und Klimapolitik, zur der auch Preisinstrumente, Mengenbeschränkungen und weitere Maßnahmen in einem Policy Mix dazugehören.

Wer den absoluten Energieverbrauch senken will, muss Investitionen in Energieeffizienz fördern, aber dabei Rebounds mitdenken und deshalb auch weitere Maßnahmen wie höhere CO₂- und Energiepreise unterstützen und einsetzen.

2. Reinvestitionsentscheidungen auf Unternehmensebene: Effizienzgewinne sollten möglichst umweltentlastend reinvestiert werden.

Die Analyse des verarbeitenden Gewerbes zeigt, dass Unternehmen, die ihre Energieeffizienz relativ zu Mitbewerber/innen verbessern und gleichzeitig die Forschungs- und Entwicklungs-(F&E)-Ausgaben und ihren Investitionsanteil erhöhen, einen relativ geringen Rebound-Effekt aufweisen. Die aggregierten Firmendaten lassen keine detaillierten Rückschlüsse auf die Art der Investitionen zu, die diesen Zusammenhang begründen, jedoch kommen auch andere Studien zu dem Schluss, dass Reinvestitionen eine rebound-senkende Wirkung haben können (Wüst 2020). Diese Information sollte den Unternehmen, die eine Förderung beantragen, umfassend kommuniziert werden. Wenn durch zusätzliche Mechanismen entsprechende Investitions- oder F&E-Ausgaben angeregt werden können, sollte die Politik versuchen, durch Förderung und sanften Druck diese zusätzlichen Potenziale zur Energieeinsparung in den Unternehmen zu heben.

Eine Möglichkeit wäre es, Reinvestitionserfordernisse an die Vergabe der Effizienz-Förderung zu koppeln, um sicherzustellen, dass die teilweise Nutzung der Energiekosteneinsparungen für zusätzliche Effizienzinvestitionen im Unternehmen verwendet werden oder Förderquoten zu erhöhen, wenn Unternehmen zusätzlich investieren oder Forschungs- und Entwicklungsausgaben tätigen. Dabei gilt es zu beachten, dass die Effizienzförderung mit einem möglichst geringen bürokratischen Aufwand für die Unternehmen gestaltet werden sollte, da die Förderprogramme ansonsten nicht nachgefragt werden und mögliche Einsparpotenziale nicht abgerufen werden (Peuckert & von Andrian 2019).

Ein richtungsweisendes Praxisbeispiel für Reinvestitions-Lenkung ist die Ende März 2021 vom Kabinett verabschiedete Verordnung zum Brennstoff-Emissionshandelsgesetz (BEHG). Hier wird festgelegt, dass erhaltene Kompensationszahlungen in wirtschaftlich umsetzbare Klimaschutzmaßnahmen reinvestiert werden müssen und zwar zu einem finanziellen Umfang von mindestens 50 bzw. 80 Prozent der Ausgleichszahlung.

3. Die Förderprogramme zur Energieeffizienz in der Industrie sollten durch einen Policy Mix flankiert werden, um Effizienz- und Klimaziele einzuhalten und Rebound-Effekte zu vermeiden.

Die bloße Förderung von technischen Innovationen, wie zum Beispiel bei Förderprogrammen der KfW für höhere Energieeffizienz in Unternehmen führen für sich zu einer verringerten Energienachfrage. Dadurch kann es im Unternehmen zu einer Produktionsausweitung und auf Energiemärkten zu Preisrückgängen kommen, die an anderer Stelle zu höherem Energieverbrauch führen. Modellierungen in ReCap zeigen gesamtwirtschaftliche Rebound-Effekte entsprechender Effizienzsteigerungen in einer Größenordnung von 19 Prozent (Ahmann et al. 2021). Es gibt aber auch eine Reihe von Maßnahmen, die diese Rebound-Effekte begrenzen können. Dazu gehören Preisinstrumente (wie CO₂-Preise, Energiesteuern), Caps (d.h. Mengengrenzungen für den Industriesektor/die Volkswirtschaft), die bereits genannten zweckgebundenen Re-Investitionen sowie Vorgaben für Energiemanagementsysteme in geförderten Unternehmen. Entscheidend ist am Ende, dass die Sektorziele für die Industrie und die Klimaziele auf nationaler Ebene erreicht werden. Dieser Zusammenhang von Fördermaßnahmen und weiteren Politikmaßnahmen muss bei der Politikgestaltung stärker kombiniert und nach außen kommuniziert werden.

ReCap-Forschungsergebnisse im Detail (Auswahl)

Ahmann, L., Banning, M., Lutz, C. (2021): Zusammenstellung der Modellierungsergebnisse der Politikmaßnahmen zur Vermeidung makroökonomischer Rebounds, ReCap Arbeitsbericht 5, <https://www.macro-rebounds.org/publikationen/>.

Berner, A., Lange, S., & Silbersdorff, A. (2021, unveröffentlichtes Manuskript). Relative Energy Efficiency, Competition and Rebound Effects in the Manufacturing Sector

Lutz, C., Banning, M., Ahmann, L. & Flaute, M. (2021): Catching the rebound effect in interindustry modelling. Submitted to Economic Systems Research.

Peuckert, J., & von Andrian, N. (2019): Politische Maßnahmen zur Eindämmung von Rebound-Effekten. Dokumentation des zweiten Stakeholder-Workshops des Projekts ReCap, Berlin, 21. November 2019. https://www.macro-rebounds.org/app/download/8123877463/ReCap+SW2+Workshop+++Dokumentation_offiziell.pdf

Literaturverzeichnis

Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (2021). Stellungnahme zum achten Monitoring-Bericht der Bundesregierung für die Berichtsjahre 2018 und 2019. URL: <https://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Downloads/S-T/stellungnahme-der-expertenkommission-zum-achten-monitoring-bericht.pdf>

Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (2019). Energieeffizienzstrategie 2050. URL: <https://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Publikationen/Energie/energieeffizienzstrategie-2050.pdf>

Bundesministerium für Umwelt, N. und N. S. (BMU). (2016). Klimaschutzplan 2050. Klimaschutzplan 2050, 1–96. URL: https://www.bmu.de/fileadmin/Daten_BMU/Download_PDF/Klimaschutz/klimaschutzplan_2050_bf.pdf

Grepperud, S., & Rasmussen, I. (2004). A general equilibrium assessment of rebound effects. *Energy Economics*, 26(2), 261–282.

Koesler, S., Swales, K., & Turner, K. (2016). International spillover and rebound effects from increased energy efficiency in Germany. *Energy Economics*, 54, 444–452. <https://doi.org/10.1016/j.eneco.2015.12.011>

Lange, S. und Berner, A. (2021, unveröffentlichtes Manuskript), The Growth Rebound Effect: A Theoretical-Empirical Investigation into the Relation Between Rebound Effects and Economic Growth.

Lange, S., Kern, F., Peuckert, J., & Santarius, T. (2021). The Jevons paradox unravelled: A multi-level typology of rebound effects and mechanisms. *Energy Research and Social Science*, 74, 101982. <https://doi.org/10.1016/j.erss.2021.101982>

Saunders, H. D. (2013). Historical evidence for energy efficiency rebound in 30 US sectors and a toolkit for rebound analysts. *Technological Forecasting and Social Change*, 80(7), 1317–1330.

Sorrell, S. (2007). The rebound effect: an assessment of the evidence for economy-wide energy savings from improved energy efficiency. UK Energy Research Centre. https://doi.org/10.1007/978-3-319-04978-6_3

Semmling, E., Peters, A., Marth, H., Kahlenborn, W., & de Haan, P. (2016). Rebound-Effekte: Wie können sie effektiv begrenzt werden? Umweltbundesamt.

Sorrell, S. (2007). The Rebound Effect: An assessment of the evidence for economy-wide energy savings from improved energy efficiency. UK Energy Research Centre London.

Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (2021). Energieeffizienz rechnet sich für Ihr Unternehmen. <https://www.deutschland-machts-effizient.de/KAENEF/Navigation/DE/Unternehmen/Energieeffizienz/energieeffizienz-in-unternehmen.html>

Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (2021a). Deutschland macht's effizient. <https://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Dossier/energieeffizienz.html>

AUTOR/INNEN & KONTAKT

Anne Berner
anne.berner@uni-goettingen.de

Dr. Christian Lutz
lutz@gws-os.com

Lara Ahmann
ahmann@gws-os.com

Maximilian Banning
banning@gws-os.com

FÖRDERHINWEIS

Dieses Policy Brief entstand im Forschungsprojekt „ReCap – Untersuchung der Rolle der Energie- und Ressourcenproduktivität für ökonomisches Wachstum und Entwicklung von politischen Instrumenten zur Eindämmung makroökonomischer Rebound-Effekte“. Das Projekt ist Teil der Fördermaßnahme „Rebound-Effekte aus sozial-ökologischer Perspektive“, gefördert vom Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) in der Sozial-Ökologischen Forschung (SÖF).

Förderkennzeichen 01UT170

GEFÖRDERT VOM



HERAUSGEBER

Institut für ökologische Wirtschaftsforschung GmbH (gemeinnützig)
Potsdamer Str. 105 | D-10785 Berlin
+49-(0)30 – 884 59 4-0 | mailbox@ioew.de
Wissenschaftlicher Geschäftsführer: Thomas Korbun
Kaufmännische Geschäftsführerin: Marion Wiegand

Berlin, April 2021
@ioew_de / www.ioew.de