

Eine pluralistische Untersuchung des gesamtwirtschaftlichen Rebound-Effekts: Theorien und Empirie zur zentralen Rolle des Wirtschaftswachstums

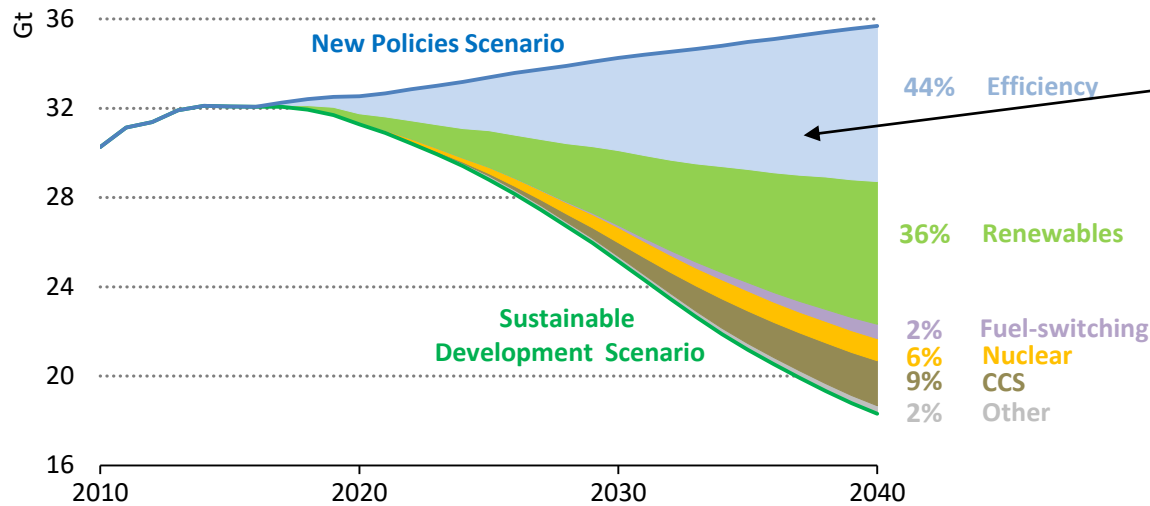
Fachkonferenz: Wie kann Energie- und Umweltpolitik Reboundeffekte reduzieren?

23.02.2021

Dr. Steffen Lange

Institut für ökologische Wirtschaftsforschung

1. Einleitung
2. Forschungsdesign
3. Theoretische Ansätze
4. Empirische Schätzung
5. Hauptergebnisse und Diskussion



IEA 2017, figure 3.15

- Rebound-Effekte wirken dieser Reduktion entgegen
- „Energy efficiency strategy: we must not lose sight of the rebound effect“ (BMW, 2016)
- Hypothese: Die Verhinderung von Rebound-Effekten reduziert auch das Wirtschaftswachstum

„improvements in energy efficiency may lead to higher-than-otherwise levels of consumption at the economy-wide level“

Definition (Berkhout et al. 2000):

$$R = 1 - AS/PS$$

R = Rebound-Effekt
AS = tatsächliche
Einsparungen
PS = potenzielle
Einsparungen

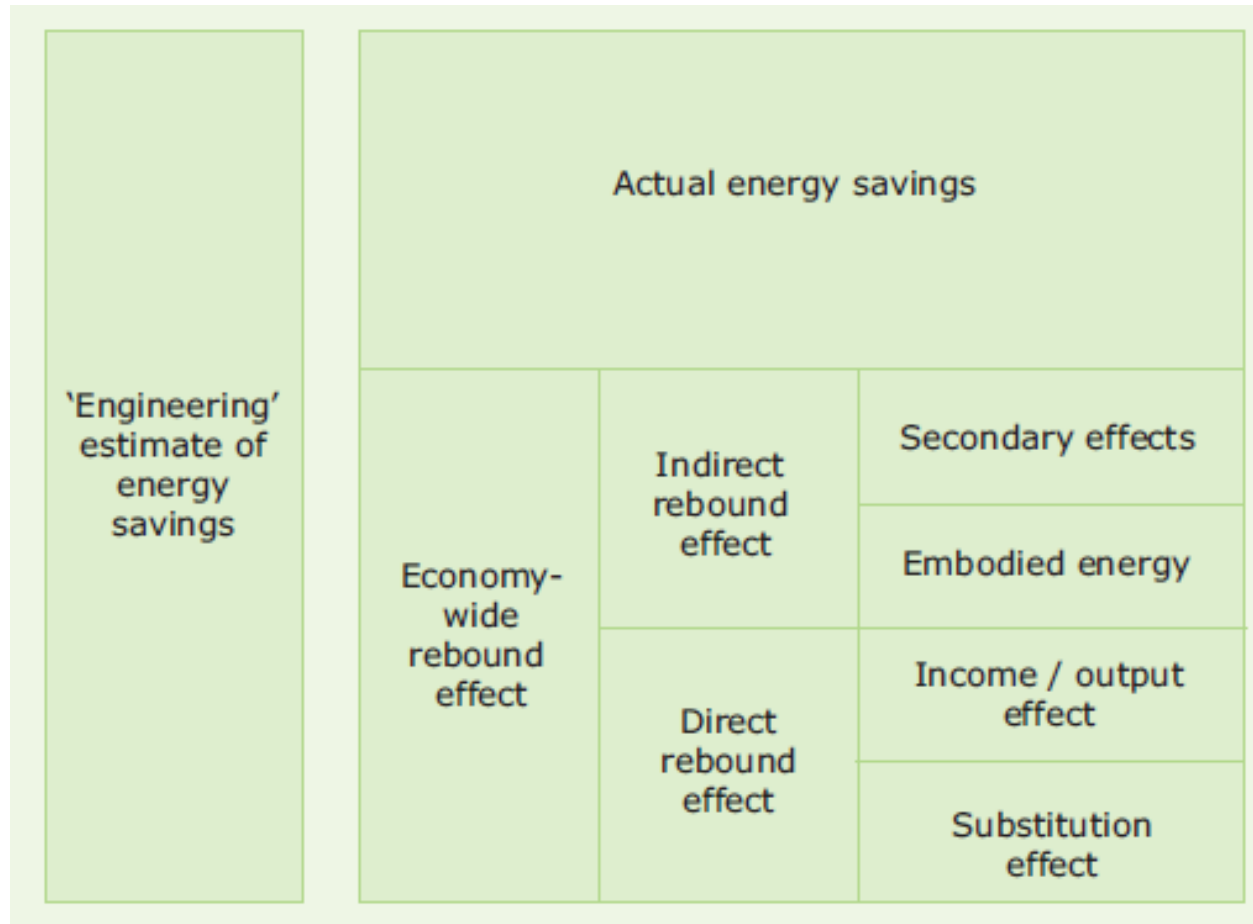
Forschungsfrage:

- Wie ist der Zusammenhang zwischen Rebound-Phänomen und Wirtschaftswachstum?

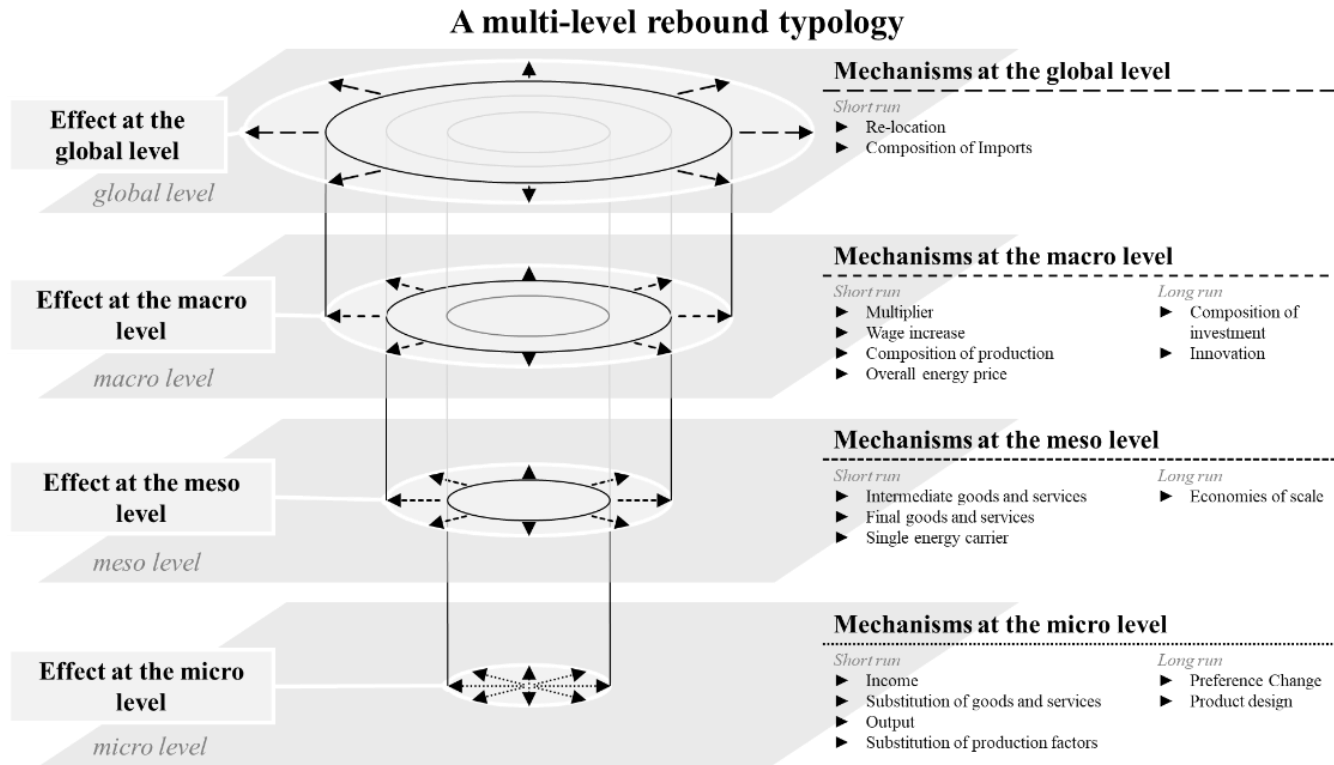
Forschungsmethoden:

- Theoretische Analyse von drei Arten von Literatur zu Rebound-Effekten
 - Rebound-Mechanismen
 - Plurale Theorien zu makroökonomischen Rebound-Effekten
 - Plurale Schätzungen des gesamtwirtschaftlichen Rebound-Effekts
- Empirische Schätzung der Rolle des Wirtschaftswachstums

Rebound-Mechanismen und Wirtschaftswachstum



Sorrell 2007



Lange et al. (forthcoming).

Auflistungen von Rebound-Mechanismen in der Literatur (u.a. van den Bergh, 2011; Lange, forthcoming)

- Ein eindeutig positiver Effekt auf das Wirtschaftswachstum (positiv): 14/23
- Ein wahrscheinlicher, aber unsicherer positiver Effekt auf das Wirtschaftswachstum (positiv/unsicher): 2/23
- Ein eindeutig negativer Effekt auf das Wirtschaftswachstum (negativ): 0/23
- Eine neutrale Auswirkung auf das Wirtschaftswachstum (neutral): 3/23
- Eine unklare Auswirkung auf das Wirtschaftswachstum (unklar): 4/23

Vier pluralistische Wirtschaftsansätze

Neoklassische Ökonomie I (u.a. Solow 1957; Denison 1979)

- Cost-Share-Theorem
- Geringe gesamtwirtschaftliche Rebound-Effekte

Vier pluralistische Wirtschaftsansätze

Neoklassische Ökonomie I (u.a. Solow 1957; Denison 1979)

- Cost-Share-Theorem
- Geringe gesamtwirtschaftliche Rebound-Effekte

Neoklassische Ökonomie II (Saunders 1992, 2000, 2008)

- Verschiedene Arten des technologischen Wandels
- Fast immer backfire

Vier pluralistische Wirtschaftsansätze

Neoklassische Ökonomie I (u.a. Solow 1957; Denison 1979)

- Cost-Share-Theorem
- Geringe gesamtwirtschaftliche Rebound-Effekte

Neoklassische Ökonomie II (Saunders 1992, 2000, 2008)

- Verschiedene Arten des technologischen Wandels
- Fast immer backfire

Historischer Ansatz (u.a. Jevons 1866; Brookes 2000)

- Verhältnis zur totalen Faktorproduktivität
- Backfire

Vier pluralistische Wirtschaftsansätze

Neoklassische Ökonomie I (u.a. Solow 1957; Denison 1979)

- Cost-Share-Theorem
- Geringe gesamtwirtschaftliche Rebound-Effekte

Neoklassische Ökonomie II (Saunders 1992, 2000, 2008)

- Verschiedene Arten des technologischen Wandels
- Fast immer backfire

Historischer Ansatz (u.a. Jevons 1866; Brookes 2000)

- Verhältnis zur totalen Faktorproduktivität
- Backfire

Ökologische Ökonomie (u.a. Ayres et al. 2013; Serrenho et al. 2014)

- Energieeffizienz und Exergie
- Backfire

Vier pluralistische Wirtschaftsansätze

Neoklassische Ökonomie I (u.a. Solow 1957; Denison 1979)

- Cost-Share-Theorem
- Geringe gesamtwirtschaftliche Rebound-Effekte

Neoklassische Ökonomie II (Saunders 1992, 2000, 2008)

- Verschiedene Arten des technologischen Wandels
- Fast immer backfire

Historischer Ansatz (u.a. Jevons 1866; Brookes 2000)

- Verhältnis zur totalen Faktorproduktivität
- Backfire

Ökologische Ökonomie (u.a. Ayres et al. 2013; Serrenho et al. 2014)

- Energieeffizienz und Exergie
- Backfire

→ Größe des gesamtwirtschaftlichen Rebound-Effekts hängt vom Verhältnis zwischen Energieeffizienz und Wirtschaftswachstum ab.

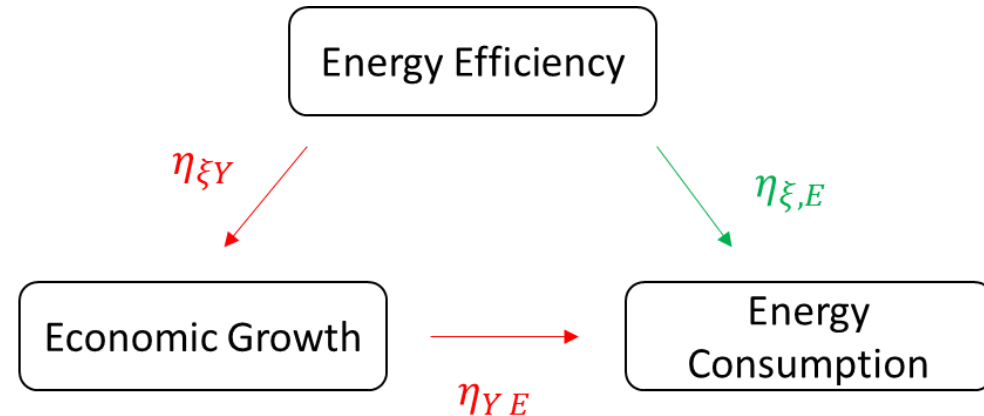
→ verschiedene ökonomische Denkschulen kommen zu unterschiedlichen Einschätzungen.

Drei Ansätze mit jeweils heterogenen Schätzungen:

1. Computational approaches (u.a. Saunders 2015, Koesler et al. 2016):
 - Abhängig von der angenommenen Elastizität von Nachfrage und Angebot in Bezug auf Energieeffizienz.
2. Accounting approaches (u.a. Galvin 2014; Zhang & Lin Lawell 2017):
 - Verwendung der Energieintensität problematisch.
3. Ökonometrisch (u.a. Orea et al. 2014; Adetutu et al. 2016):
 - Abhängig davon, ob das Modell für Wirtschaftswachstum kontrolliert.

→ Ergebnisse aller drei hängen von Annahmen zum Wirtschaftswachstum ab.

- Vergleich der Einsparungen, wenn der Effekt über das Wachstum nicht berücksichtigt wird, mit den Einsparungen unter Einbeziehung des Effekts über das Wachstum.



- Dies wird als „Growth Rebound Effekt“ (GRE) bezeichnet

$$GRE = - \frac{\eta_{Y E} * \eta_{\xi Y}}{\eta_{\xi, E}} \quad (1)$$

R = Rebound Effekt
 η = Elastizität
 ξ = Energieeffizienz
E = Energieverbrauch
Y = Bruttoinlandsprodukt

Es wird der orthogonal reparameterization likelihood estimator (OPM) verwendet (Lancaster 2002).

Der Energieverbrauch wird als Funktion der Energiepreise (EP), der Produktionsmenge (Y) und der Energieeffizienz (ξ) geschätzt:

$$\ln E_{it} = \delta \ln E_{it-1} + \beta_1 \ln EP_{it} + \beta_2 \ln Y_{it} + \beta_3 \ln \xi_{it} + (\alpha_i + \nu_{it})$$

Der Output wird als eine Funktion von Arbeit, Kapital, Energie und der Energieeffizienz geschätzt:

$$\ln Y_{it} = \delta \ln Y_{it-1} + \gamma_1 \ln L_{it} + \gamma_2 \ln K_{it} + \gamma_3 \ln E_{it} + \gamma_4 \ln \xi_{it} + (\mu_i + \epsilon_{it})$$

E = Energieverbrauch

EP = Energiepreis

Y = BPI

ξ = Energieeffizienz

α = feste Effekte

ν = zufälliger

Fehlerterm

L = Arbeit

K = Kapital

μ = feste Effekte

ϵ = zufälliger

Fehlerterm

Daten für 30 Länder von 2000-2018.

Länder: EU plus Norwegen, Schweiz, Serbien

	Beschreibung	Mittelwert	Std.Abw.	Min	Max	Quelle
Y	BIP (zu Kaufkraftparitäten 2010)	425522.8	617787.10	7206.93	2733203.50	Odyssee, 2020
E	Gesamter Endenergieverbrauch	38.56	52.24	0.43	229.46	Odyssee, 2020
ξ	Technischer Energieeffizienz Index (ODEX)	15.09	9.51	0.00	39.48	Odyssee, 2020
L	Arbeit (in Tausend Arbeitsstunden)	8073.23	10482.16	156.74	43394.17	World Development Indicators
EP	Energiepreis Index (2010 = 100)	88.04	13.44	14.90	105.50	International Energy Agency
K	Bruttokapitalbildung (konstant 2010 Mio. USD)	123187.33	178816.58	1050.25	790141.44	World Development Indicators

	Variable	Energieelastizität
ξ	Energieeffizienz	-0,001
Y	Output	0,137
E	lag Energieverbrauch	0,769
EP	Energiepreis	-0,104

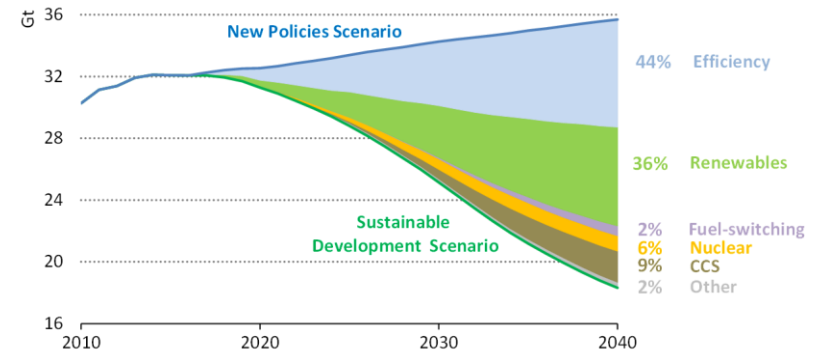
	Variable	Outputelastizität
ξ	Energieeffizienz	0,002
Y	lag Output	0,717
E	Energieverbrauch	0,017
L	Arbeit	0,133
K	Kapital	0,051

$$GRE = - \frac{\eta_{Y E} * \eta_{\xi Y}}{\eta_{\xi, E}}$$

$$\underline{GRE = 0,27}$$

- Einzelne Energieeffizienzverbesserungen führen über Rebound-Mechanismen zu Wirtschaftswachstum.
- Alle makroökonomischen Theorien betonen diesen Wirkungskanal als wichtige Determinante für die Größe des gesamtwirtschaftlichen Rebound-Effekts.
- Je nach ökonomischer Denkschule reichen diese Effekte von gering bis von größter Bedeutung sowohl für das Wirtschaftswachstum als auch für den Energieverbrauch.
- Empirische Schätzungen hängen davon ab, wie sie mit dem Wirtschaftswachstum umgehen.
- In unserer empirischen Schätzung hebt der GRE 27% der Energieeinsparungen auf, die sonst stattgefunden hätten
- GRE ist wahrscheinlich eine untere Grenze

- Energieeffizienz ist wichtig, um den Energieverbrauch zu senken und den Klimawandel zu erleichtern
- Der GRE wirkt einem erheblichen Teil dieses Potenzials entgegen
- Die Reduzierung von Rebound-Effekten verringert wahrscheinlich das Wirtschaftswachstum





Vielen Dank!

www.macro-rebounds.org



i | ö | w
INSTITUT FÜR ÖKOLOGISCHE
WIRTSCHAFTSFORSCHUNG



SPECIALISTS IN
EMPIRICAL ECONOMIC
RESEARCH



GEFÖRDERT VOM

Bundesministerium
für Bildung
und Forschung



- Adetutu, A., & Weyman-Jones, T. (2016). Economy-wide Estimates of Rebound Effects: Evidence from Panel Data. *The Energy Journal*, Volume 37(Number 3).
- Ayres, R. U., van den Bergh, J. C. J. M., Lindenberger, D., & Warr, B. (2013). The underestimated contribution of energy to economic growth. *Structural Change and Economic Dynamics*, 27, 79–88. <https://doi.org/10.1016/j.strueco.2013.07.004>
- Berkhout, P. H., Muskens, J. C., & Velthuisen, J. W. (2000). Defining the rebound effect. *Energy Policy*, 28(6), 425–432. [https://doi.org/10.1016/S0301-4215\(00\)00022-7](https://doi.org/10.1016/S0301-4215(00)00022-7)
- Brookes, L. (2000). Energy efficiency fallacies revisited. *Energy Policy*, 28(6), 355–366. [https://doi.org/10.1016/S0301-4215\(00\)00030-6](https://doi.org/10.1016/S0301-4215(00)00030-6)
- Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (2016). <https://www.bmwi-energiewende.de/EWD/Redaktion/EN/Newsletter/2016/02/Meldung/direkt-answers-rebound.html>
- Denison, E. F. (2010). *Accounting for slower economic growth: the United States in the 1970's*. Brookings Institution Press.
- Galvin, R. (2014). Estimating broad-brush rebound effects for household energy consumption in the EU 28 countries and Norway: some policy implications of Odyssee data. *Energy Policy*, 73, 323–332. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2014.02.033>

International Energy Agency (IEA). (2017). *World Energy Outlook 2017* (World Energy Outlook Series). OECD Publishing.

Jevons, W. S. (1866). *The Coal Question: An Inquiry Concerning the Progress of the Nation, and the Probable Exhaustion of our Coal Mines*. (2nd ed.). Macmillan and Co.

Koesler, S., Swales, K., & Turner, K. (2016). International spillover and rebound effects from increased energy efficiency in Germany. *Energy Economics*, 54, 444–452.

Lancaster, T. (2002). Orthogonal parameters and panel data. *The Review of Economic Studies*, 69(3), 647–666.

Orea, L., Llorca, M., & Filippini, M. (2014). *Measuring energy efficiency and rebound effects using a stochastic demand frontier approach: the US residential energy demand*. University of Oviedo, Department of Economics, Oviedo Efficiency Group (OEG).

Saunders, H. D. (1992). The Khazzoom-Brookes postulate and neoclassical growth. *The Energy Journal*, 131–148.

Saunders, H. D. (2000). A view from the macro side: rebound, backfire, and Khazzoom–Brookes. *Energy Policy*, 28(6), 439–449.

Saunders, H. D. (2008). Fuel conserving (and using) production functions. *Energy Economics*, 30(5), 2184–2235.

Saunders, H. D. (2015). Recent evidence for large rebound: elucidating the drivers and their implications for climate change models. *The Energy Journal*, 36(1).

Serrenho, A. C., Sousa, T., Warr, B., Ayres, R. U., & Domingos, T. (2014). Decomposition of useful work intensity: The EU (European Union)-15 countries from 1960 to 2009. *Energy*, 76, 704–715. <https://doi.org/10.1016/j.energy.2014.08.068>

Solow, R. M. (1957). Technical change and the aggregate production function. *The Review of Economics and Statistics*, 312–320.

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.

Zhang, J., & Lawell, C.-Y. C. L. (2017). The macroeconomic rebound effect in China. *Energy Economics*, 67, 202–212.