

GEFÖRDERT VOM



Bundesministerium
für Bildung
und Forschung



BMBF

Potenzieller Beitrag der Fördermaßnahme r^2 zur Rohstoffproduktivität

Arbeitspapier im Rahmen des r^2 -Integrations- und Transferprojektes

Frank Marscheider-Weidemann
Jutta Niederste-Hollenberg
Patrick Paitz

Fraunhofer ISI, Juni 2013



Innovative Technologien
für Ressourceneffizienz –
rohstoffintensive
Produktionsprozesse
Integrations-
und Transferprojekt



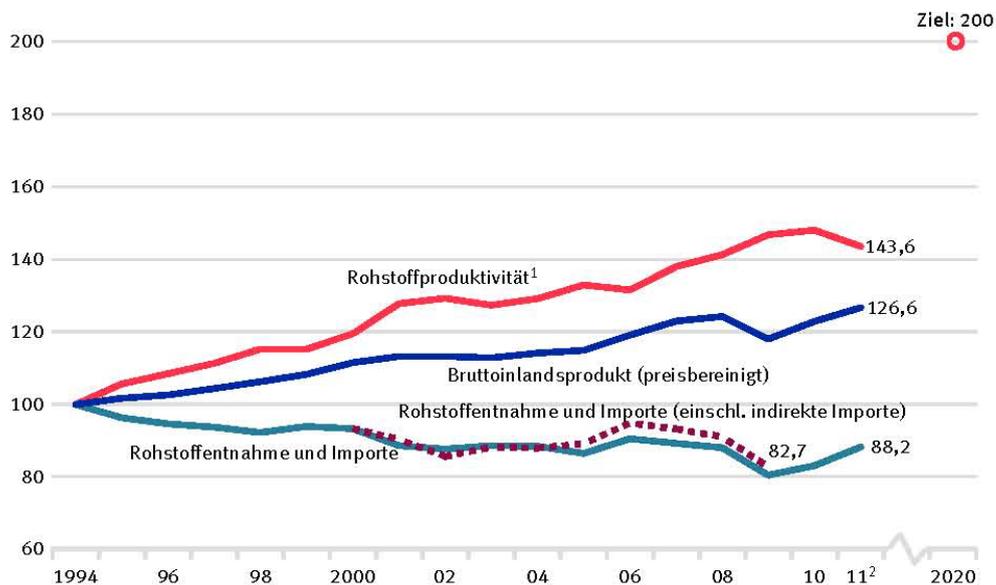
Potenzieller Beitrag der Fördermaßnahme r^2 zur Rohstoffproduktivität

Am 17. April 2002 beschloss die Bundesregierung die nationale Nachhaltigkeitsstrategie "Perspektiven für Deutschland". Eines der dabei definierten quantitativen Ziele war es, die Wirtschaftsleistung vom Ressourceneinsatz zu entkoppeln und die Rohstoffproduktivität bis zum Jahr 2020, bezogen auf das Basisjahr 1994, zu verdoppeln. Die Rohstoffproduktivität drückt aus, wie viel Bruttoinlandsprodukt (in Euro, preisbereinigt) je eingesetzter Tonne an abiotischem Primärmaterial erwirtschaftet wird (destatis 2012).

$$\text{Rohstoffproduktivität} = \text{BIP} / \text{Einsatz von Primärmaterial}$$

Zur Masse des abiotischen Primärmaterials zählen die im Inland aus der Natur entnommenen mineralischen oder metallischen Rohstoffe und alle importierten Materialien (Rohstoffe, Halb- und Fertigwaren), aber keine land- und forstwirtschaftlichen Produkte. Materialien wie Abraum und taubes Gestein aus dem Bergbau und Bodenaushub gelten als nicht im Wirtschaftsprozess genutzt. Diese werden nicht in Produktion oder Konsum eingesetzt und daher auch nicht bei der Berechnung des Indikators berücksichtigt.

Abbildung 1: Rohstoffproduktivität und Wirtschaftswachstum (1994 = 100)



¹ Abiotisch. ² Vorläufige Daten.

Quelle: destatis 2013

Wie in Abbildung 1 dargestellt, erhöhte sich die Rohstoffproduktivität zwischen 1994 und 2011 um 43,6 %. Bei rückläufigem Materialeinsatz (– 11,8 %) stieg dabei das BIP um 26,6 %. Die Zunahme der Rohstoffproduktivität zwischen 1994 und 2010 ist vor allem auf einen rückläufigen Einsatz von Baurohstoffen um 34,4 % bzw. 274 Millionen Tonnen zurückzuführen, aber auch auf die geringfügigere Abnahme von fossilen Energieträgern (seit 1994: -2,8 %). Demgegenüber nahm der Einsatz von Erzen und ihren Erzeugnissen in diesem Zeitraum deutlich zu (um 45 % bzw. um 39 Millionen Tonnen). Von 2010 auf 2011 fiel die Rohstoffproduktivität von 147,5 auf 143,6 im Jahre 2011, wobei zurzeit noch keine detaillierten Zahlen zur Erklärung des Effektes vorliegen (destatis 2013). Insgesamt entwickelte sich der Indikator zwar in die angestrebte Richtung, das Tempo der Erhöhung der letzten fünf Jahre würde jedoch nicht ausreichen, um das gesetzte Ziel zu erreichen (destatis 2012).

Bei der Betrachtung der Rohstoffproduktivität muss auch beachtet werden, dass der Materialeinsatz zunehmend durch Importe gedeckt wird, die mit ihrem Gewicht in den Indikator eingehen. Während die Entnahme von Rohstoffen im Inland zwischen 1994 und 2010 um 349 Millionen Tonnen (– 32 %) zurückgegangen ist, stieg die Einfuhr von Rohstoffen sowie Halb- und Fertigwaren um 93 Millionen Tonnen (+ 24 %) an. Der Anteil der importierten Güter am gesamten Primärmaterialeinsatz erhöhte sich damit von 26 % im Jahre 1994 auf 39 % im Jahre 2010.

Rohstoffproduktivität mit Rohstoffäquivalenten

Die Steigerung der Importe von immer höherwertigen Waren war der Grund, dass dem Indikator der Rohstoffproduktivität eine ergänzende Information zur Seite gestellt wurde (Buyny et al. 2009). Damit soll sicher gestellt werden, dass es keine systematische Unterschätzung des Rohstoffverbrauchsindikators gibt, nur weil sich der Verbrauch von Energieträgern und Erzen in das Ausland verlagert hat. Wenn z. B. Eisenerz nicht mehr in Deutschland verhüttet wird, sondern durch importiertes Roheisen ersetzt wird, scheint Deutschland weniger Rohstoffe zu brauchen, da bei der Verhüttung ca. 80 % des Gewichtes des Roheisens verloren geht und auch Energieträger eingesetzt werden (Piradashvili 2012).

Daher wurde ein erweiterter Rohstoffindikator entwickelt, bei welchem die importierten Waren mit sogenannten Rohstoffäquivalenten („Rucksäcken“) umgerechnet werden, welche die Gewichte der für ihre Produktion benötigten Rohstoffe im Ausland berücksichtigen (z. B. Erze zur Herstellung von Maschinen, Erdöl zu Erzeugung von Kunstfasern, Energieträger zur Produktion von Stahl). 2009 wurden beispielsweise 538 Millionen Tonnen Güter direkt eingeführt, für deren Herstellung im Ausland rund 1 600 Millionen Tonnen Rohstoffe eingesetzt wurden. Zwischen 2000 und 2009 ist der so abge-

grenzte Rohstoffeinsatz (gestrichelte Linie in Abbildung 1) ebenfalls zurückgegangen (– 11,3 %), jedoch weniger stark als der Rohstoffeinsatz, der nur die Importe ohne Rohstoffäquivalente umfasst (– 13,8 %).

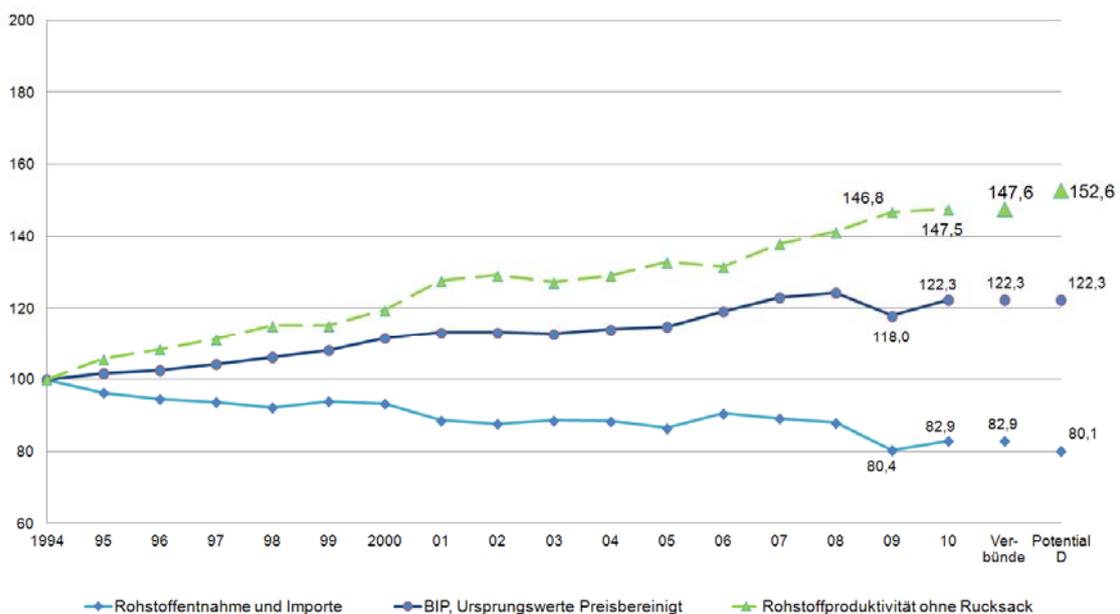
Potenzieller Beitrag der unter r^2 geförderten Technologien („ohne Rucksack“)

Auf Basis der in der Fördermaßnahme r^2 durchgeführten aggregierten Bewertung der Verbünde zum Materialaufwand (Albrecht et al. 2012, 2013) lässt sich der Beitrag der Verbünde zur Rohstoffproduktivität berechnen.

Hierzu wurden die Datentabellen vom Statistischen Bundesamt genutzt, in denen dann Änderungen entsprechend der Angaben der Verbünde erfolgten. Änderungen bei der Elektrizität wurden über Angaben aus der Software GaBi in Verbräuche von Braunkohle, Steinkohle und Erdgas umgerechnet, Änderungen beim Wärmebedarf in kg benötigtes oder eingespartes Erdgas.

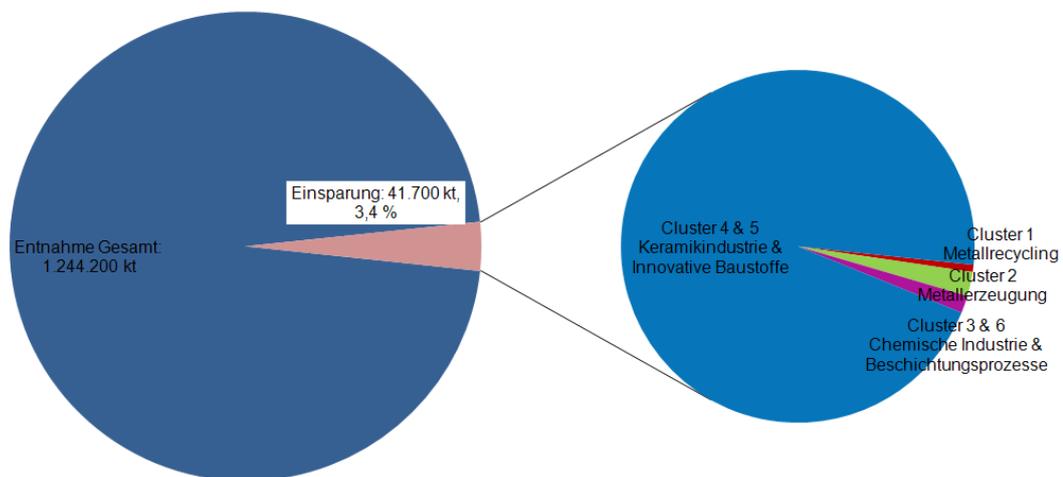
Die Ergebnisse sind in Abbildung 2 dargestellt. Die Materialeinsparungen in allen Verbänden der Fördermaßnahme führen zu einer Verbesserung der Rohstoffproduktivität um ca. 0,1 Prozentpunkte auf 147,6. Wenn man aber das deutschlandweite Potenzial der jeweiligen Verbünde betrachtet, gibt es einen Anstieg um ca. 5,1 Prozentpunkte auf 152,6.

Abbildung 2: Erhöhung der Rohstoffproduktivität durch die r^2 Verbünde und Potenziale für Deutschland (1994 = 100)



Die Haupteinsparungen kommen aus den Clustern „Keramikindustrie“ und „Innovative Baustoffe“ mit den Vorhaben „Aufbaukörnung“ und „Celitement“ (siehe Abbildung 3). Beide Verbünde stellen neue Baustoffe her; gerade die Baubranche hat aber sehr umfangreiche Zulassungsverfahren, so dass das dargestellte Potenzial erst langfristig erschlossen werden kann.

Abbildung 3: Potenzial für Deutschland zur Erhöhung der Rohstoffproduktivität durch die Fördermaßnahme r^2



Potenzieller Beitrag der unter r^2 geförderten Technologien („mit Rucksack“)

Für die Berechnung des erweiterten Rohstoffindikators wurden ebenfalls Basistabellen des Statistischen Bundesamtes genutzt, die aber weniger detailliert waren als die oben erwähnten Tabellen zur Rohstoffproduktivität. Zur Berechnung der Rohstoffäquivalente der einzelnen eingesparten Materialien konnte eine Veröffentlichung von Giegrich et al. (2012) genutzt werden, die auch das Statistische Bundesamt als Basisgrundlage nutzte. Bei fehlenden Werten zu Stoffen wurden Angaben zum kumulierten Materialaufwand aus der Software GaBi ergänzt.

Die Ergebnisse für den erweiterten Rohstoffindikator sind in Abbildung 4 dargestellt. Die Verbesserung des Indikators auf Verbundebene beträgt ca. 0,2 Prozentpunkte, für das deutschlandweite Potenzial des Einsatzes der Technologien der r^2 Verbünde beträgt die Verbesserung 5 Prozentpunkte. Die Ergebnisse für den erweiterten Indikator sind also in derselben Größenordnung wie für die Rohstoffproduktivität, obwohl das

Basisjahr (Datengrundlage 2000-2009) und die Gesamtmenge der Rohstoffe (wegen der Rucksäcke) andere sind.

Bei der detaillierten Betrachtung des Anteils der einzelnen r^2 Verbundcluster an der Rohstoffeinsparung zeigen sich aber große Unterschiede, da bei der Betrachtung über Rohstoffäquivalente die Bedeutung der Metallcluster gegenüber dem Keramik/Baustoffcluster zunimmt, vgl. Abbildung 5. Das liegt daran, dass der kumulierte Materialaufwand bei heimischen Baustoffen relativ gering ist (beispielsweise werden nur 1,4 kg Rohstoffäquivalente pro kg Kalk benötigt), während er bei Metallen größer ist (beispielsweise für Nickel 133 kg pro kg Ni).

Abbildung 4: Erhöhung des erweiterten Rohstoffindikators durch die r^2 Verbünde und Potenziale für Deutschland (1994 = 100)

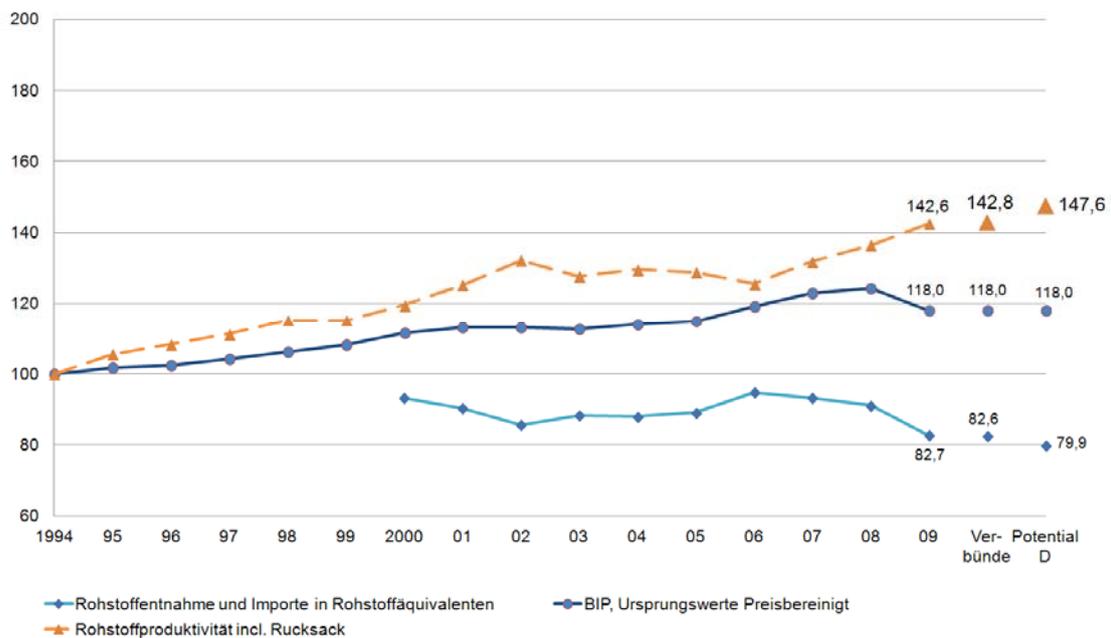
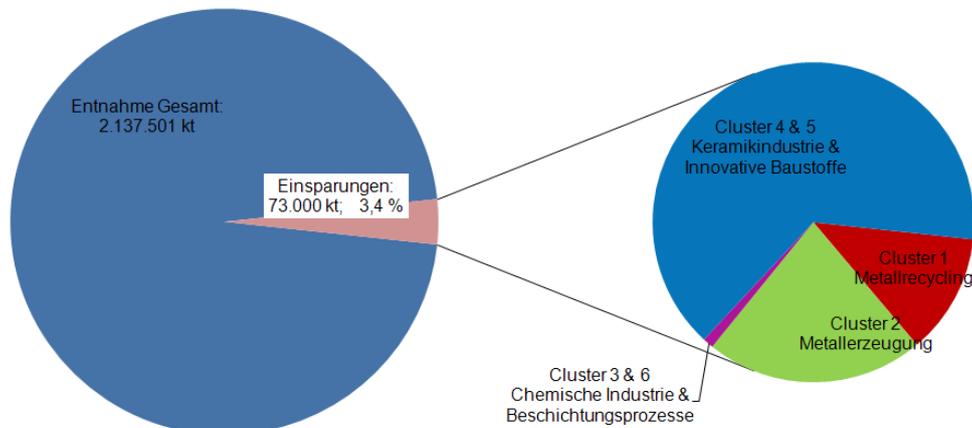


Abbildung 5: Potenzial für Deutschland zur Verbesserung des erweiterten Rohstoffindikators durch die Fördermaßnahme r^2



Im Vergleich zum Ist-Zustand kann demnach die vollständige Diffusion der r^2 Technologien eine Verbesserung der Rohstoffproduktivität von rund fünf Prozentpunkten erreicht werden. Insgesamt sind somit erhebliche Potenziale in der Fördermaßnahme r^2 vorhanden, die langfristig zur Erreichung des Zieles einer Verdoppelung der Produktivität gehoben werden können.

Literatur

Albrecht, S.; Brandstetter, P.; Fröhling, M.; Trippe, F. (2013): Abschätzung der Ressourceneffizienzpotenziale in der Fördermaßnahme r^2 - Abschlussbericht zum Arbeitspaket "Sozio-ökonomische und ökologische Bewertung" im Rahmen des Integrations- und Transferprojekts der BMBF-Fördermaßnahme r^2 "Innovative Technologien für Ressourceneffizienz - rohstoffintensive Produktionsprozesse", Stuttgart / Karlsruhe: LBP / KIT.

Albrecht, S.; Bollhöfer, E.; Brandstetter, P.; Fröhling, M.; Mattes, K.; Ostertag, K.; Peuckert, J.; Seitz, R.; Trippe, F.; Woidasky, J. (2012): Ressourceneffizienzpotenziale von Innovationen in rohstoffnahen Produktionsprozessen. In: Chemie Ingenieur Technik, 84 (10), S. 1651-1665.

Buyny, S.; Klink, S.; Lauber, U. (2009): Verbesserung von Rohstoffproduktivität und Ressourcenschonung – Weiterentwicklung des direkten Materialinputindikators. Wiesbaden: Statistisches Bundesamt.

destatis (2012): Nachhaltige Entwicklung in Deutschland - Indikatorenbericht 2012. Wiesbaden: Statistisches Bundesamt.

destatis (2013): Umweltökonomische Gesamtrechnungen. Nachhaltige Entwicklung in Deutschland: Indikatoren zu Umwelt und Ökonomie. Wiesbaden: Statistisches Bundesamt.

Giegrich, J.; Liebich, A.; Lauwigi, C.; Reinhardt, J. (2012): Indikatoren / Kennzahlen für den Rohstoffverbrauch im Rahmen der Nachhaltigkeitsdiskussion. Texte Nr. 01/2012. Umweltbundesamt, Dessau.

Piradashvili, I. (2012): Berücksichtigung von sekundären Rohstoffen bei der Berechnung von indirekten Importen. Wirtschaft und Statistik 2, S. 166-172. Statistisches Bundesamt, Wiesbaden.