

Preisentwicklung bei natürlichen Ressourcen

Die Entwicklung der letzten Jahre war nicht nur auf den Finanzmärkten turbulent; auch die Rohstoffmärkte waren von zahlreichen Veränderungen und Preisschocks betroffen. Angesichts der grossen Preissprünge stellt sich die Frage, ob die freien Märkte in der Lage sind, den Verbrauch von Rohstoffen in einer Wirtschaft optimal zu steuern. Dieser Beitrag vermittelt einen Überblick über Theorie und Empirie der Ressourcenmärkte und zeigt die verschiedenen Einflussfaktoren für die kurz- und langfristige Preisentwicklung.

Die Preisentwicklung auf Ressourcenmärkten wird – wie auf allen anderen Märkten – durch Angebot und Nachfrage gesteuert. Der wesentliche Unterschied zu anderen Märkten besteht in der von der Natur vorgegebenen Knappheit des Angebots: Eine erneuerbare Ressource (z.B. Holz, Fische) kann sich innerhalb einer «ökonomisch sinnvollen» Zeitspanne regenerieren, so dass es immer ein positives Angebot geben wird, solange die Ressource nicht über ihr Reproduktionspotenzial hinaus geerntet wird. Für nicht erneuerbare Ressourcen jedoch besteht nach Ausschöpfung aller Vorkommen – selbst bei unendlich hohem Preis – kein Angebot mehr (z.B. Erdöl, Kohle). Entsprechend bestimmt die unterschiedliche Reproduktionsfähigkeit der Ressourcen über die optimale Extraktion und den optimalen Preisverlauf.

Bei der Analyse der Ressourcenmärkte gilt es zudem, zwischen der Preisentwicklung in der kurzfristigen und der langfristigen Sicht zu unterscheiden. In der kurzen Frist sind das Angebot und die Nachfrage wenig flexibel, was grosse Preisausschläge fördert. Langfristig ist die absolute Knappheit der natürlichen Ressource das dominante Thema, sofern die Wirtschaftssubjekte in der Lage sind, die Begrenzungen des natürlichen Angebots richtig zu antizipieren. Die verschiedenen Effekte und Mechanismen werden im Folgenden für den Fall der nicht erneuerbaren Ressourcen beschrieben und in der *Grafik 1* schematisch dargestellt. Der Fall der erneuerbaren Ressourcen wird am Schluss des Artikels erläutert.

Preisentwicklung in der kurzen Frist

Die Märkte der nicht erneuerbaren Ressourcen sind in der kurzen Frist durch starke

Preisschwankungen gekennzeichnet. Reale Preissteigerungsraten von bis zu 80% in weniger als zwei Monaten sind historisch keine Seltenheit. Doch der reale Preisanstieg in den Jahren 2003 bis 2008 war der am längsten anhaltende und stärkste Aufwärtstrend der Geschichte. So vervierfachte sich der Ölpreis von rund 32 US-Dollar im Juli 2003 auf 118 US-Dollar im Juli 2008. Vergleichbare Preistrends fanden auf fast allen Märkten für nicht erneuerbare Ressourcen statt.¹

Die Preisentwicklung in der kurzen Frist wird durch zahlreiche Faktoren beeinflusst (siehe *Grafik 1*, blaue Pfeile). Grundsätzlich lässt sich zunächst festhalten, dass das Angebot und die Nachfrage relativ starr sind. Das unelastische Angebot ergibt sich vor allem aus der zeit- und kostenintensiven Errichtung von komplexen Abbau- und Förderungsanlagen. Auf der Nachfrageseite ist dagegen die kurzfristig beschränkte Substituierbarkeit das Problem. Eine kleine Änderung auf einer der beiden Marktseiten führt in der Folge zu vergleichsweise grösseren Preisschwankungen, was die oben beschriebenen Auffälligkeiten zumindest teilweise erklärt. Die vielfältige Verwendung von Rohstoffen in den unterschiedlichsten Industrien weltweit erschwert eine Prognose der Nachfrageentwicklung und damit die Planung zukünftiger Förder-Infrastruktur. Eine zeitlich vorausschauende Planung ist jedoch wichtig: für die Förderindustrie selbst, für alle anderen Industrien (die Nachfrager) und schliesslich für den Staat, der die Rahmenbedingungen festlegt und die Förder- und Verteilungsinfrastruktur wesentlich mitbestimmt.

Hohe Korrelation der verschiedenen Ressourcenpreise

Neben den sehr hohen Preisschwankungen fällt auf, dass Preise verschiedenster Ressourcen, die scheinbar nichts miteinander zu tun haben, eine sehr hohe Korrelation aufweisen. Dieses Phänomen, das in der Literatur als *Excess Co-Movement* bezeichnet wird,² kann auf zwei Ursachen zurückgeführt werden:

- Zum einen weisen Ressourcenmärkte *Charakteristika* auf, die sie *besonders anfällig für Spekulationen* machen. Ein Markt weist umso mehr die Tendenz zur Blasen-



Prof. Dr. Lucas Bretschger
Professor für Ökonomie/
Ressourcenökonomie,
Center of Economic
Research, ETH Zürich

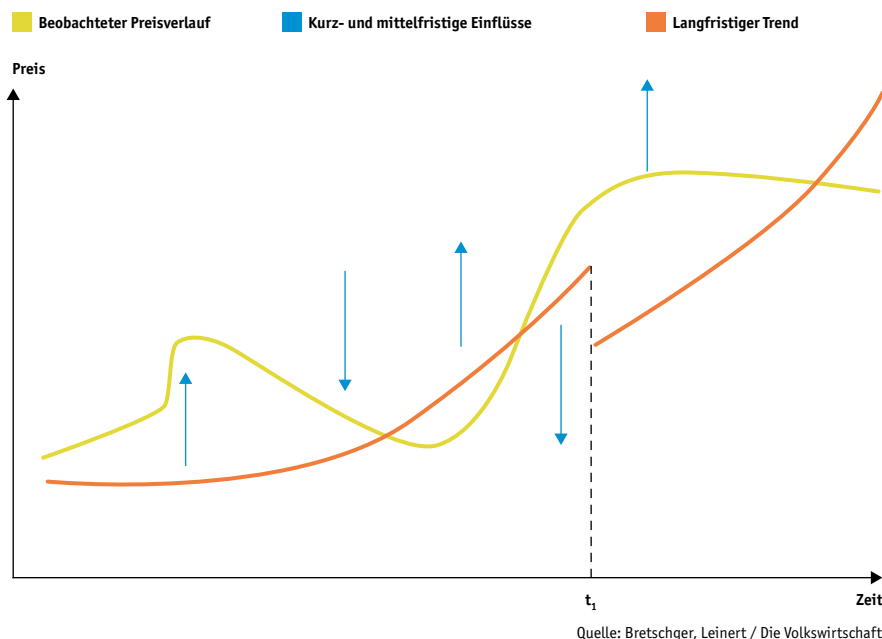


Lisa Leinert
Institut für Ökonomie/
Ressourcenökonomie,
Center of Economic
Research, ETH Zürich

Grafik 1

Preistrends für nicht erneuerbare Ressourcen

Stilisierte Darstellung sich überlagernder Preistrends in der kurzen und langen Frist



Quelle: Bretschger, Leinert / Die Volkswirtschaft

bildung auf, je intransparenter er ist und je schwieriger die Bestimmung des Fundamentalwerts des gehandelten Gutes ist.³ Gerade für nicht erneuerbare Ressourcen scheinen diese Charakteristika zuzutreffen, da auf den meisten Märkten bereits Unsicherheit über die noch insgesamt verfügbaren Reserven besteht. Obwohl es damit recht wahrscheinlich erscheint, dass die hohe Korrelation verschiedenster Ressourcenarten durch Spekulationen getrieben wird und damit dem Mangel besserer (fundierterer) Informationen zuzuschreiben ist, konnte bisher kein eindeutiger Nachweis von Spekulationen auf die jüngste Preisentwicklung erbracht werden.

- Der zweite Grund für die hohe Korrelation ist in der *Änderung der Risikobereitschaft von Investoren* zu sehen: Während bereits seit einiger Zeit bekannt ist, dass Individuen dazu neigen können, Risiken herunterzuspielen und ihr Einschätzungsvermögen falsch zu beurteilen, wurde erst kürzlich gezeigt, dass die Erfahrung von Rezessionen zu sehr zurückhaltendem Investmentverhalten führen kann. Diese Prägung kann das ökonomische Verhalten selbst über Jahrzehnte beeinflussen.⁴ Während sich vor einer Krise besonders viele Investoren finden, die einen hohen «Risikoappetit» aufweisen und in risikoreichere Finanzinstrumente investieren, nimmt deren Zahl während oder in Folge einer Rezession stark ab. Dieser Umstand

dient als weitere Erklärung für die gleichförmige Bewegung der Preise.

Die Investition in Angebotskapazitäten erfolgt in der Regel prozyklisch, was ebenfalls die Verstärkung der Preisausschläge begünstigen kann. So wird in die Entdeckung und Erschließung von Erdölquellen in Zeiten hoher Gewinne investiert, während in Zeiten niedriger Preise diese Aktivitäten ruhen oder nur in eingeschränktem Umfang stattfinden. Dies gilt in besonderem Mass für Investitionen während der letzten Rezession. Da sich durch die Finanzkrise sowohl die Verfügbarkeit von Krediten verschlechterte als auch der Preis für Ressourcen fiel, wurden viele Investitionsprojekte in den Ausbau der Kapazitäten gestoppt. Die zum heutigen Zeitpunkt bereits wieder relativ hohen Ressourcenpreise dürften – zumindest teilweise – hierin ihre Ursache finden.

Weitere Einflussfaktoren auf die Ressourcenpreisentwicklung

Eine besondere Rolle für das Gleichgewicht auf Ressourcenmärkten spielt der Zinssatz. Allgemein gilt, dass sinkende Zinsen einen Preisanstieg auf den Ressourcenmärkten begünstigen, weshalb die Niedrigzinspolitik der USA als ein weiterer kausaler Faktor genannt werden kann. Mit einer Senkung der Zinsen haben Produzenten wie Saudi-Arabien einen geringeren Anreiz, Öl oder Gas zu produzieren. Für Investoren hingegen werden Staatsanleihen unattraktiver, so dass eine Verlagerung in alternative Investitionen – wie z.B. Commodities – erfolgt. Als aktuelles Beispiel kann hier die Anlagestrategie der Schweizer Pensionskassen genannt werden. Laut einer Umfrage steigerten diese im Schnitt ihre Anlagen in Commodities von 0% im Jahr 2004 auf 28,1% im Jahr 2007.⁵ Zuletzt besteht auch für Unternehmen, die Lagerhaltung betreiben, ein Anreiz zur Lagerung von Ressourcen, wenn der Zinssatz niedrig ist; die Opportunitätskosten des gebundenen Kapitals sind vergleichsweise gering. Daten über US-Lagerbestände zeigen zwar, dass diese während der Phase niedriger Zinsen nicht anstiegen, sondern unter das langjährige Mittel fielen. Es ist indes fraglich, inwieweit die aus den USA erhältlichen Daten repräsentativ für weltweite Lagerbestände sind.

Die Notwendigkeit einer offiziellen Institution, die entsprechende Informationen sammelt, aufbereitet und dem Markt bereitstellt, wurde bereits 1973 erkannt und mit der Gründung der Internationalen Energieagentur (IEA) – bzw. der *Joint Oil Data Initiative* für den Erdölmarkt – 2001 umgesetzt. Die jüngsten Entwicklungen zeigen jedoch,

1 Vgl. Livernois (2009).
 2 Vgl. Pindyck (1987).
 3 Vgl. Baker und Wurgler (2007).
 4 Vgl. Malmendier (2010).
 5 Quelle: Complementa (2008).

dass diese Initiativen womöglich noch nicht ausreichen, um eine vorausschauende Planung der Förder-Infrastruktur zu ermöglichen: So lag die in China nachgefragte Menge Erdöl 2007 um 870 000 Barrel pro Tag höher als 2005. Da das Angebot jedoch nicht rechtzeitig angepasst wurde, drängte der ansteigende Preis die Nachfrage nach Erdöl in Europa, den USA und Japan in den Jahren 2005–2007 zurück.⁶

Politische Unruhen in Anbieterländern verunsichern Investoren und haben das Potenzial, zu starken Preisausschlägen zu führen. Als Beispiele in jüngster Vergangenheit dienen der Krieg in Irak, die Unruhen in Nigeria oder das iranische Nuklearprogramm. Wie jedoch erst kürzlich gezeigt, wurde der Preisanstieg jeweils durch Vorsichtskäufe – und damit Angstreaktionen von Investoren – ausgelöst und nicht durch tatsächliche Verknappungen des Angebots.⁷ Für den starken Aufwärtstrend der Preise in den Jahren 2001–2008 spielten diese politischen Geschehnisse aber nur eine untergeordnete Rolle. Die tatsächlichen Angebotskapazitäten blieben konstant; Preisausschläge waren von kurzer Dauer und wurden nach wenigen Tagen wieder angepasst.⁸

Preisentwicklung in der langen Frist

Bei der Betrachtung der Preise über einen langen Zeitraum (oranger Pfad in *Grafik 1*) wird deutlich, dass die kurzfristig wirkenden Kräfte in der langen Frist ihre Wirkung verlieren. *Grafik 2* illustriert am Beispiel von Kupfer, Indium und Erdöl, dass die Wachstumsraten der Preise nicht signifikant von null verschieden sind: Auf die lange Frist sind die Preise für diese nicht erneuerbaren Ressourcen weder signifikant gestiegen noch gesunken. Langfristig sollte die Preisentwicklung von natürlichen Ressourcen massgeblich durch ihre absolute Knappheit getrieben werden. *Hotelling* beschrieb bereits 1931 das Problem, wie ein Besitzer einer nicht erneuerbaren Ressource seine Vorkommen optimal abbauen sollte, wenn er seinen Gewinn maximieren möchte: Der Ressourcenbesitzer wird in jeder Periode gerade so viel auf den Markt bringen, dass sein Gewinn mit einer Rate ansteigt, die er auch auf alternativen Investitionen mit gleicher Risikoklasse erzielt hätte (*Hotelling-Regel*). Der Ressourcenbesitzer kann zu jedem Zeitpunkt zwischen zwei Handlungsalternativen wählen: Er hat die Möglichkeit, heute eine Einheit mehr zu extrahieren, zu verkaufen und den Gewinn anzulegen oder die Ressource im Boden zu lassen, eine Periode zu warten und die Einheit dann auf dem Markt zu verkaufen. Damit ein Gleichgewicht besteht, muss der Ressourcen-

besitzer indifferent zwischen diesen beiden Handlungsoptionen sein. Bestünde keine Gleichheit der Alternativen, könnte der Ressourcenbesitzer immer einen höheren Gewinn erzielen, wenn er seine Extraktionsmengen entsprechend erhöht oder senkt.

Implikationen der Hotelling-Regel

Diese Regel bedingt damit nicht nur die Arbitrage-Freiheit der Ressourcenmärkte, sondern beschreibt zugleich auch ein aus gesamtwirtschaftlicher Sicht optimales Resultat. Im Gegensatz zu anderen Märkten entsteht aufgrund der natürlich vorgegebenen insgesamt verfügbaren Ressourcenmenge eine Rente für den Ressourcenbesitzer, die einen Anstieg des Preises über die Grenzkosten hinaus begründet. Die Existenz einer solchen Rente ist ein Charakteristikum für die Preisentwicklung nicht erneuerbarer Ressourcen und unterscheidet diesen von anderen Märkten.

Auf Basis der Theorie würde man daher vermuten, dass der langfristige Preistrend positiv sein sollte. Dies entspricht aber nicht den Beobachtungen. Sind die Preise damit nicht optimal? Nicht notwendigerweise, denn der Gewinn wird nicht nur durch den Preis, sondern auch durch die Kosten und die Menge der Vorräte getrieben. Um zu beurteilen, ob Ressourcenpreise optimal sind, muss der Anstieg des «Nettogewinns» – oder besser der Ressourcenrente – analysiert werden.

Eine Analyse der Ressourcenrente hat sich in der Literatur als besonders schwierig erwiesen, da es eine Vielzahl von Faktoren gibt, die sie beeinflussen können. Diese Faktoren können kategorisiert werden, je nachdem, ob sie die Extraktionskosten, die Knappheit der Ressource oder die Marktmacht – und damit den erzielbaren Preis – betreffen. Zu den Faktoren, die eine Änderung der Extraktionskosten bewirken, zählen der technische Fortschritt in der Extraktionstechnologie (Senkung der marginalen Extraktionskosten), die zunehmende Verschlechterung der Qualität der extrahierten Menge und die zunehmend schlechtere Erreichbarkeit der Extraktionsfelder (Erhöhung der marginalen Extraktionskosten). In der Praxis gestaltet sich bereits die Bestimmung der marginalen Extraktionskosten schwierig, da die Datenverfügbarkeit diesbezüglich sehr schlecht ist.

Zudem spielt die absolut verfügbare Menge eine wichtige Rolle für die Analyse des Optimums. Die Entdeckung neuer Vorkommen reduziert die Ressourcenverknappung (Preissprung nach unten, siehe t_1 in *Grafik 1*) und verlängert den Zeithorizont bis zur vollständigen Extraktion der Ressource. Die bekannte Ressourcenmenge ist in den letzten

6 Vgl. Hamilton (2009).

7 Vgl. Kilian (2010).

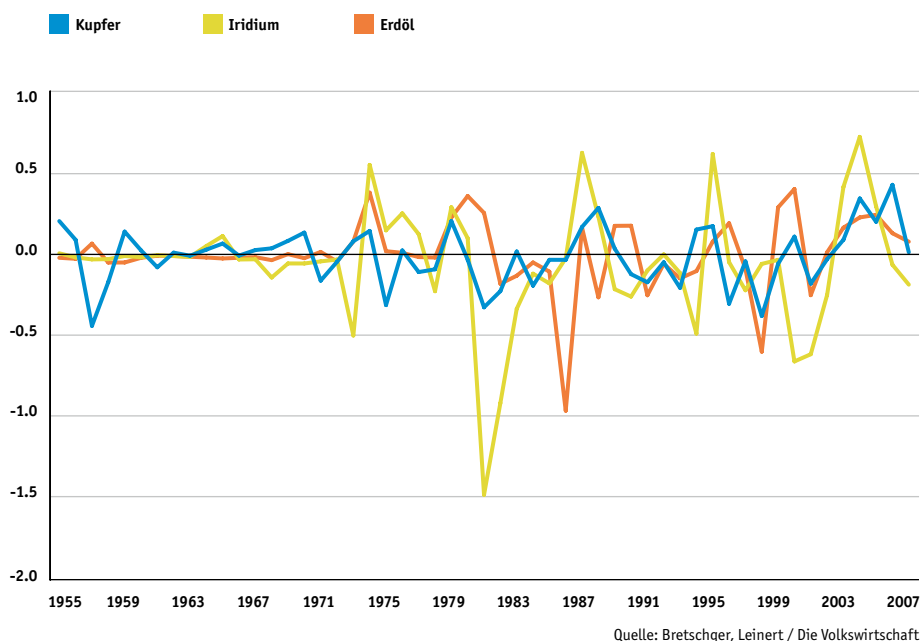
8 Vgl. Hamilton (2009).

9 Vgl. Leinert (2010).

10 Vgl. dazu auch Bretschger et al. (2010).

Grafik 2

Preisentwicklung in der langen Frist, 1955–2007



Saudi-Arabiens Extraktionsmengen auf eine solche Strategie hinweisen. Eine solche Strategie bedingt jedoch im Vergleich zum Optimum zu hohe Abbauraten der Ressource und trägt sowohl zu einer Verschlechterung von Umwelt und Klima als auch zur Erhöhung der Generationenungerechtigkeit bei.¹⁰

Erneuerbare natürliche Ressourcen

Erneuerbare Ressourcen verfügen über eine natürliche Regeneration, d.h. über ein von der Natur gesteuertes Wachstum. Diese Ressourcen können nachhaltig genutzt werden, wenn die Abbaurate die Regenerationsrate nicht übersteigt. In einem solchen Fall ist die gehandelte Menge konstant und der (reale) Preis über die Zeit unverändert. In der *Grafik 1* ist der langfristige Preispfad damit flach; Strukturbrüche durch die Entdeckung neuer Vorkommen gibt es keine.

Im Gegensatz zu nicht erneuerbaren Ressourcen führt das optimale Marktgleichgewicht nicht notwendigerweise zu einer nachhaltigen und generationengerechten Ressourcennutzung. Selbst wenn die Märkte optimal funktionieren, kann ein Ausrotten einer erneuerbaren Ressource nicht ausgeschlossen werden, wenn die Ungeduld – und damit der Diskontfaktor für die Bewertung der Zukunft – zu gross ist. Zudem sind bei vielen erneuerbaren Ressourcen, wie zum Beispiel bei den Fischvorräten auf den Weltmeeren, die Eigentumsrechte nicht klar definiert. Anstelle einer optimalen Nutzung ergibt sich über den freien Zugang zu den Ressourcen (*Open Access*) eine Übernutzung und damit im Extremfall ebenfalls die Ausrottung. Die Übernutzung kann mit der Zuweisung von privaten Eigentumsrechten oder durch eine staatliche Verteuerung der Ressourcennutzung verhindert werden. ■

Kasten 1

Literatur

- Baker M., Wurgler J. (2007): Investor Sentiment in the Stock Market. *Journal of Economic Perspectives*, 21(2), S. 129–152.
- Bretschger L. et al. (2010): Preisentwicklung bei natürlichen Ressourcen. Vergleich von Theorie und Empirie. Umwelt-Wissen 1001. Bundesamt für Umwelt, Bern.
- Complementa Risiko Check-up 2008: Zur aktuellen Lage schweizerischer Pensionskassen (www.live.complementa.ch, Risiko Check-up, Archiv).
- Hamilton J.D. (2009): Causes and Consequences of the Oil Shock of 2007–2008. *Brookings Papers on Economic Activity*, Spring 2009, Conference Draft.
- Hotelling H. (1931): The Economics of Exhaustible Resources. *Journal of Political Economy* 30, S. 137–175.
- Kilian L. (2009): Not All Oil Price Shocks Are Alike: Disentangling Demand and Supply Shocks in the Crude Oil Market. *American Economic Review*, Vol. 99(3), S. 1053–69.
- Leinert L. (2010): How Do Unanticipated Discoveries of Oil Fields Affect the Oil Price? CER-ETH Working Paper Series, 10/140.
- Livernois J. (2009): On the Empirical Significance of the Hotelling Rule. *Review of Environmental Economics and Policy*, 3 (1), S. 22–41.
- Malmendier U. (2010): Depression Babies: Do Macroeconomic Experiences Affect Risk Taking? *Quarterly Journal of Economics*, forthcoming.
- Pindyck R.S., Rotemberg J.J. (1990): The Excess Co-Movement of Commodity Prices. *The Economic Journal*, 100, 403, S. 1173–1189.

Jahren stetig angewachsen, so dass eine Anpassung des optimalen Extraktionspfades an die wirkliche Knappheit der Ressource hätte stattfinden sollen. Erste Untersuchungen haben aber bisher keine Reaktion des Ölpreises auf Entdeckungen von Ölfeldern nachweisen können.⁹ Die jeweils vorliegende Marktstruktur beeinflusst ebenfalls den Abbaupfad und damit den Preispfad der Ressource. In einem Monopol (oder auch Oligopol) wird der Preis zu Beginn höher sein als bei vollständiger Konkurrenz und im Verlauf der Zeit weniger stark ansteigen.

Unsicherheiten der Ressourcenbesitzer

Zuletzt beschreibt die oben dargestellte einfache Form der Hotelling-Regel das optimale Extraktionsverhalten in einer Welt vollständiger Information. In der Praxis sind Ressourcenbesitzer jedoch einer Vielzahl von Unsicherheiten ausgesetzt: Sie wissen nicht, wie der technische Fortschritt und die Entwicklung von Substituten voranschreiten wird (z.B. Entwicklung eines batteriebetriebenen Autos), ob weitere Ressourcen gefunden werden (z.B. das Ölfeld Tupi in Brasilien) oder ob ihre Eigentumsrechte über die nächsten Jahre gesichert sein werden. Angesichts der Vielzahl von Unsicherheiten erscheint es rational, das Gewinnmaximum nicht über die totale Laufzeit der Ressource erzielen zu wollen, sondern über einen kürzeren Zeitraum. In der Literatur wurde gezeigt, dass