

> Preisentwicklung bei natürlichen Ressourcen

Vergleich von Theorie und Empirie



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Bundesamt für Umwelt BAFU

> Preisentwicklung bei natürlichen Ressourcen

Vergleich von Theorie und Empirie

Avec résumé en français

Impressum

Herausgeber

Bundesamt für Umwelt (BAFU)

Das BAFU ist ein Amt des Eidg. Departements für Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation (UVEK).

Autoren

Lucas Bretschger, Christa Brunnschweiler, Lisa Leinert, Karen Pittel, Therese Werner (Center of Economic Research, ETHZ)

Begleitung BAFU

Andreas Hauser, Oliver Graf, Rolf Gurtner, Thomas Stadler
Sandra Limacher (Kap. 5.2.1 Biodiversität)

Zitierung

Bretschger Lucas et al. 2010: Preisentwicklung bei natürlichen Ressourcen. Vergleich von Theorie und Empirie. Umwelt-Wissen Nr. 1001. Bundesamt für Umwelt, Bern. 81 S.

Gestaltung

Ursula Nöthiger-Koch, 4813 Uerkheim

Titelbild

Realer Preisverlauf für den Rohstoff Kupfer von 1945–2007 in US-Dollar. Foto: BAFU/AURA

Download PDF

www.umwelt-schweiz.ch/uw-1001-d

(eine gedruckte Fassung ist nicht erhältlich)

Code: UW-1001-D

© BAFU 2010

> Inhalt

> Abstracts	5	4.1.1 Historischer Preisverlauf	44
> Vorwort	7	4.1.2 Beispiel Erdöl	45
> Zusammenfassung	8	4.1.3 Beispiel Kupfer	46
> Résumé	12	4.1.4 Beispiel Indium	47
> Einleitung	16	4.1.5 Betrachtung zweier Preisregimes: Die kurze bis mittlere versus die lange Frist	49
<hr/>		4.2 Analyse der Ressourcenpreisentwicklung in kurzer bis mittlerer Frist	53
1 Natürliche Ressourcen	18	4.2.1 Einflussfaktoren der kurzen bis mittleren Frist: Die jüngsten Entwicklungen auf dem Ressourcenmarkt	55
1.1 Begriffsdefinitionen	18	4.3 Analyse der langfristigen Entwicklung der Ressourcenpreise	59
1.1.1 Erneuerbarkeit	18	4.3.1 Die Hotelling-Regel	59
1.1.2 Herkunft und Beschaffenheit	19	4.3.2 Die Hotelling-Regel in der ökonomischen Literatur	60
1.1.3 Existenz eines Marktes	19	4.3.3 Einflussfaktoren des optimalen Extraktionspfades	62
<hr/>		4.3.4 Ursachen für suboptimale Ressourcenextraktion	64
2 Preisentwicklung	21	4.3.5 Übersicht und Fazit	65
2.1 Voraussetzungen für eine optimale Ressourcenallokation über den Markt	21	<hr/>	
2.2 Theorie zur Preisentwicklung natürlicher Ressourcen	21	5 Nicht marktgängige Ressourcen	67
2.2.1 Preisentwicklung in der kurzen bis mittleren Frist	22	5.1 Vergleichbarkeit marktgängige vs. nicht marktgängige Ressourcen	67
2.2.2 Preisentwicklung in der langen Frist	23	5.2 Beispiele nicht marktgängiger Ressourcen	69
2.2.3 Zusammenfassende Überlegungen zur Preisentwicklung aus theoretischer Sicht	25	5.2.1 Biodiversität	69
2.3 Ursachen für suboptimale Ressourcenallokationen	27	5.2.2 Klima	71
2.3.1 Marktversagen	27	<hr/>	
2.3.2 Staatsversagen und Intergenerationelle Gerechtigkeit	30	6 Einfluss auf andere Märkte	74
2.3.3 Wirkung der Verzerrungen	31	6.1 Input-Substitution	74
<hr/>		6.2 Technologie und Bildung	75
3 Politik	34	6.3 Strukturwandel	75
3.1 Aufgaben des Staates	34	<hr/>	
3.2 Effizienz	35	7 Folgerungen	77
3.3 Generationengerechtigkeit	36	<hr/>	
3.3.1 Technische Weiterentwicklung	38	> Verzeichnisse	80
3.3.2 Die Besteuerung als ein Instrument im Rahmen der Ressourcenpolitik	41	Abbildungen	80
<hr/>		Tabellen	80
4 Empirie	44	Literatur	80
4.1 Analyse Preisverlauf	44	<hr/>	

> Abstracts

The last years have been marked by highly volatile prices for raw materials, calling into question whether natural resources can be efficiently exploited in a free market environment. The present study describes the theoretical foundations of natural resource economics and compares its premises with the actual development of the prices for natural resources. It also analyses the role the State can play in the natural resource market and the influence it has on natural resources for which there is no market. Finally, it investigates the interactions between natural resource markets and other markets in matters of input substitution, technology and structural change.

Keywords:

natural resource economics, prices, markets, raw materials, natural resources

Die Entwicklung der letzten Jahre war von einer hohen Volatilität der Ressourcenpreise gekennzeichnet, die zu erheblichen Zweifeln an der effizienten Funktionsweise freier Märkte für natürliche Ressourcen geführt hat. Die vorliegende Studie informiert über die theoretischen Grundlagen der Ressourcenökonomie und vergleicht deren Implikationen mit der tatsächlichen Preisentwicklung. Im Weiteren wird die Rolle des Staates auf dem Ressourcenmarkt und für Ressourcen ohne Markt analysiert. Schliesslich erfolgt eine Untersuchung über das Zusammenspiel der Ressourcenmärkte mit anderen Märkten entlang der Faktoren Input-Substitution, Technologie und Strukturwandel.

Stichwörter:

Ressourcenökonomie, Preise, Märkte, Rohstoffe, natürliche Ressourcen

L'évolution des matières premières s'est caractérisée ces dernières années par une forte volatilité des prix des ressources, mettant sérieusement en doute l'efficacité du fonctionnement du marché libre pour les ressources naturelles. La présente étude traite des bases théoriques de l'économie des ressources et compare ses implications avec l'évolution effective des prix. Elle analyse en outre le rôle exercé par l'Etat sur le marché des ressources naturelles et sur les ressources sans marché. Enfin, elle examine la relation entre le marché des ressources naturelles et les autres marchés en tenant compte des éléments suivants: substitution des facteurs de production, technologie et mutation structurelle.

Mots-clés:

économie des ressources, prix, marchés, matières premières, ressources naturelles

L'evoluzione dei prezzi delle risorse naturali è stata caratterizzata in questi ultimi anni da un'elevata volatilità. Ciò ha sollevato molti dubbi sul funzionamento efficace del mercato libero delle risorse naturali. Il presente studio informa sulle basi teoriche su cui si fonda l'economia delle risorse e ne confronta le implicazioni con l'evoluzione effettiva dei prezzi. Procedo inoltre a un'analisi del ruolo dello Stato nel mercato delle risorse e in relazione alle risorse senza mercato. Infine è stata esaminata l'interazione fra i mercati delle risorse e gli altri mercati in base ai fattori sostituzione degli input, tecnologia e cambiamento strutturale.

Parole chiave:

economia delle risorse, prezzi, mercati, materie prime, risorse naturali

> Vorwort

Die Märkte sorgen im Idealfall über den Preis dafür, dass natürliche Ressourcen effizient genutzt werden. So lehrt es die Theorie. Ein Blick auf die realen Märkte zeigt jedoch, dass selbst bei marktgängigen Ressourcen wie Öl oder Kupfer die Preisentwicklung kaum je einem optimalen Pfad gefolgt ist. Anstelle von stetig steigenden Preisen beobachteten wir hier insbesondere in den letzten Jahren massive Preisbewegungen. Bei vielen natürlichen Ressourcen fehlen Märkte vollständig. In Bezug auf Biodiversität oder Luft etwa gibt es keine Eigentumsrechte und somit auch keinen Preis.

Die natürlichen Ressourcen sind unsere Lebensgrundlage. Wir haben also ein vitales Interesse daran, sie nachhaltig zu nutzen. Der Staat hat eine Mitverantwortung, das Versagen der Märkte durch entsprechende Massnahmen zu korrigieren und beim Fehlen von Märkten die Rahmenbedingungen und Anreize richtig zu setzen.

Eine nachhaltige Nutzung der natürlichen Ressourcen steht im Zentrum der Amtspolitik des BAFU. Für die Biodiversität beispielsweise wird derzeit eine umfassende nationale Strategie erarbeitet. Die vorliegende Studie leistet einen Beitrag zur Fundierung der Ressourcenpolitik. Konkret geht es darum, die Preisentwicklung bei natürlichen Ressourcen besser zu verstehen und aufzuzeigen, welche Rolle dabei dem Staat zukommen sollte. Die Autorinnen und Autoren schlagen unter anderem vor, für nicht marktgängige natürliche Ressourcen verstärkt Märkte und geeignete Institutionen zu schaffen.

Gérard Poffet
Vizedirektor
Bundesamt für Umwelt (BAFU)

> Zusammenfassung

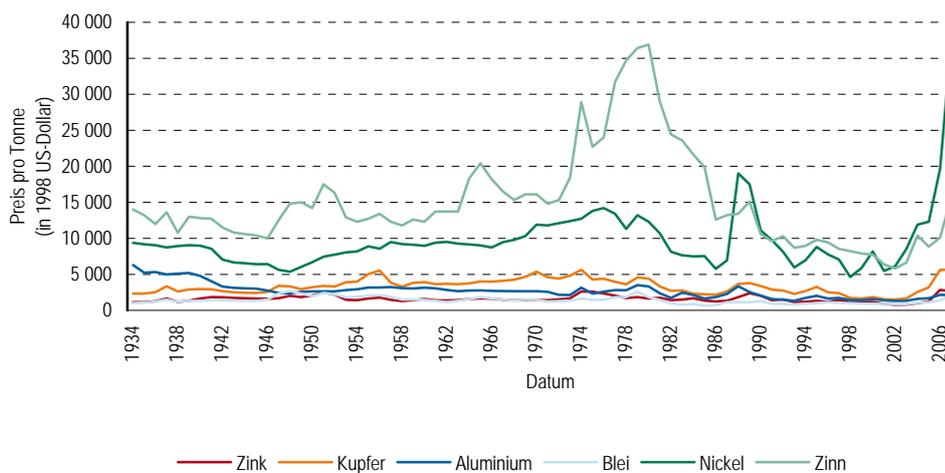
Die Entwicklung der letzten Jahre war von einer hohen Volatilität der Ressourcenpreise gekennzeichnet, die zu erheblichen Zweifeln an der effizienten Funktionsweise freier Märkte für natürliche Ressourcen geführt hat. Die vorliegende Studie greift diese Zweifel auf und versucht zur Klärung der Fragen beizutragen, ob Marktpreise den Verbrauch natürlicher Ressourcen optimal steuern können und inwieweit Erkenntnisse bezüglich marktgängiger Ressourcen auf nicht marktgängige übertragen werden können. Die theoretischen Möglichkeiten des Staates, in den Ressourcenmarkt einzugreifen und diesen positiv zu beeinflussen, werden betrachtet und beurteilt.

Zweifel an der Effizienz
der Ressourcenmärkte

Am Beispiel der Märkte für Kupfer, Indium und Erdöl demonstriert die Studie, inwiefern sich die empirischen Erkenntnisse von den theoretisch zu erwartenden Beobachtungen unterscheiden. Die Preisverläufe einzelner Ressourcen zeichnen sich in der kurzen Frist durch eine hohe Korrelation aus, die eine charakteristische Darstellung der Ressourcenpreise anhand von sechs Phasen ermöglicht. Daneben zeigt die Analyse historischer Daten einen eindeutigen Zusammenhang zwischen Ölpreisschocks und Rezessionen. Unten stehende Grafik verdeutlicht die gleichförmige Bewegung der Preise für die Ressourcen Zink, Aluminium, Blei, Kupfer und Nickel im Zeitraum von 1934 bis 2007.

Abb. 1 > Vergleich realer Rohstoffpreise ausgewählter Ressourcen

Die Preise für die Rohstoffe Aluminium, Blei, Kupfer, Nickel und Zinn weisen einen schematisch ähnlichen Preisverlauf auf.



Datenquelle: US Geological Survey; Datenfrequenz: jährlich, beginnend 1934, bis 2007; der nominale Preis wurde 1998 in US-Dollar umgerechnet

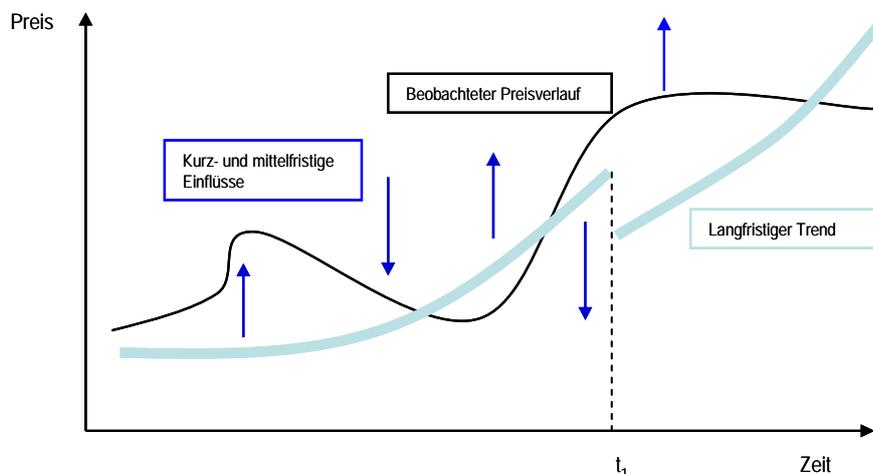
Bei gegebener Gesamtmenge dieser Rohstoffe führt jeder Verbrauch zu einer Abnahme der Reserven; das Gut wird knapper, und gemäss ökonomischer Theorie kann am Markt ein höherer Preis erzielt werden. In Erwartung höherer Preise ist es für den Ressourceneigner daher rational, mit einem Teil des Ressourcenabbaus zuzuwarten. Die sogenannte Hotelling-Regel besagt nun, dass der optimale Abbaupfad nicht erneuerbarer Ressourcen abhängig ist vom Marktzinssatz: Konkret entspricht die Ressourcenrente dem Zinssatz, den der Ressourceneigner alternativ für Vermögensanlagen am Kapitalmarkt erzielen könnten. Voraussetzungen dazu sind perfekte Märkte und rational handelnde Ressourcenbesitzer. Folgt die Preisentwicklung diesem theoretisch optimalen Verlauf, spielt es für den Besitzer der Ressource also keine Rolle, ob er heute eine weitere Einheit davon verkauft und den Gewinn anlegt oder ob er mit dem Verkauf noch zuwartet und später von den höheren Preisen profitiert. Bei zunehmender Ressourcenverknappung ergäbe sich entsprechend ein exponentiell ansteigender Preisverlauf.

Theoretische Preisentwicklung bestimmt durch Marktzinssatz

Eine empirische Überprüfung der Hotelling-Regel führt allerdings zu keinem eindeutigen Ergebnis: Es finden sich sowohl Indizien für als auch gegen die Gültigkeit dieser Optimalitätsregel. Grund ist die Komplexität der Ressourcenmärkte unter sich permanent verändernden Rahmenbedingungen. Wie unten dargestellt, haben kurz- bis mittelfristige Einflussfaktoren (blaue Pfeile), zum Beispiel politische Unruhen, zeitverzögerte und prozyklische Investitionen in Angebotskapazitäten, die internationale Zinspolitik und möglicherweise auch Spekulationen, eine volatile Preisentwicklung zur Folge. Der langfristige Preistrend von Ressourcen wird hingegen durch Einflussfaktoren des optimalen Abbaufades und durch Markt- und Staatsversagen beeinflusst (hellblaue Linie).

Abb. 2 > Überlagerung verschiedener Preistrends

Stilisierte Darstellung sich überlagernder Preistrends in der kurzen, mittleren und langen Frist.



Generell wirken die identifizierten Marktversagen unterschiedlich auf die Wohlfahrt. Entsteht durch negative externe Effekte, unvollständige Informationen und Risiken theoretisch ein zu rascher Abbau der knappen Ressource, haben positive externe Effekte und Marktmachtstellungen der Anbieter eine umgekehrte Wirkung auf die Ressourcenmärkte. Für die Gesellschaft resultiert jedoch sowohl bei einem zu raschen wie auch bei einem zu langsamen Abbau der knappen Ressource eine geringere Wohlfahrt als im optimalen Fall ohne Verzerrungen.

Die Studie erläutert die verschiedenen Arten von Marktversagen und zeigt auf, wie deren Auswirkungen mithilfe ressourcenpolitischer Massnahmen reduziert werden können. Die Ressourcenpolitik unterscheidet zwischen zwei Zielen: Effizienz und Generationengerechtigkeit. Die Herstellung von Effizienz wird aufgrund des Vorliegens externer Effekte notwendig. Sie kann mithilfe von Steuern, Subventionen oder Zertifikaten theoretisch erreicht werden. Die Herstellung von Generationengerechtigkeit als zweites Ziel wird aufgrund einer zu hohen privaten Diskontrate und unvollständiger Information notwendig. Ein über die Zeit sinkender Steuersatz stellt eine mögliche Massnahme zur Verlangsamung des Ressourcenabbaus und zur Erlangung einer grösseren Generationengerechtigkeit dar. Eine faktorgerichtete Technologiepolitik kann die Zielerreichung beider Politikfelder unterstützen, indem sie die Produktivität der Kapitalgüter und damit die Effizienz der eingesetzten Ressourcenmenge erhöht.

Effizienz und
Generationengerechtigkeit

Die im Text aufgezeigten Probleme, die in der kurzen bis mittleren und langen Frist die Effizienz der Ressourcenmärkte verhindern/erschweren, sind in unten stehender Tabelle zusammengefasst.

Tab. 1 > Theoretische und empirische Probleme auf den Ressourcenmärkten

Tabellarische Darstellung der Probleme, die auf den Ressourcenmärkten theoretisch und empirisch eine optimale Funktionsweise verhindern können. Mögliche Lösungen und konkrete Massnahmen werden skizziert.

Empirische Beobachtung	Theoretisches Problem	Lösungsansatz
Umweltschädigung	Negative externe Effekte	Internalisierung externer Effekt, z. B. durch (globale) Besteuerung, Einführung eines (globalen) Zertifikatehandels, ordnungspolitische Massnahmen
Instrumentalisierung der Ressource zur Erreichung politischer Ziele	Unvollständige Konkurrenz	Reduktion effektiver Marktmacht einzelner Anbieter, z. B. durch Reduktion der Abhängigkeit von Erdöl, Diversifikation der Anbieter- und Nachfrageströme
Prozyklische Investition in Angebotskapazitäten	Unvollständige Information / Risiko auf Anbieterseite	Setzung von Anreizen für antizyklische Investitionstätigkeit Abkopplung der Investitionstätigkeit von den kurzfristigen Gewinnen
Hohe Abbauraten	Unklare Eigentumsrechte	Stärkung der Eigentumsrechte
Preissprünge aufgrund von politischen Unruhen und Versorgungsengpässen	Staatsversagen	Verbesserung der Institutionen
Preisblase und daraus resultierende Planungsunsicherheit	Unvollständige Informationen	Anreize für Spekulationen mindern, z. B. Besteuerung der Spekulationsgewinne, strategische Lagerhaltung

Der Staat ist besonders bei denjenigen Ressourcen gefordert, für die keine Märkte und damit auch keine Marktpreise existieren. Hier gilt es, eine Übernutzung zu verhindern und Verteilungsgerechtigkeit herzustellen. Die Beispiele der Biodiversitäts- und Klimapolitik machen die Herausforderungen und Schwierigkeiten, denen staatliche Politik in diesen Bereichen begegnet, deutlich. Anders als bei den marktgängigen Ressourcen fehlen hier dem Staat die Informationen des Marktes, um einerseits die Bedeutung des Gutes für die Gesellschaft beurteilen und andererseits den Verbrauch mithilfe von Steuern oder Subventionen beeinflussen zu können. Das heisst, dass der Regulator entweder sämtliche Entscheidungen übernimmt und durch Gesetze und Gebote den Verbrauch festlegt. Oder es wird ein Markt geschaffen (wie beispielsweise beim Emission Trading Scheme der EU), der den Verbrauch eigenständig durch Preissignale reguliert. Dieser neue Markt kann ebenso hinsichtlich Optimalität beurteilt werden wie die Märkte der «normalen» marktgängigen Ressourcen.

Im Hinblick auf eine gesamtwirtschaftlich optimale Entwicklung gilt es zu bedenken, dass die Ressourcenpreise nicht nur den Verbrauch der einzelnen Ressourcen beeinflussen, sondern sich indirekt auch auf andere Märkte auswirken. Rohstoffe stehen als Produktionsfaktoren in Konkurrenz zu anderen Inputs wie Arbeit oder Kapital. Je nachdem, wie hoch die Kosten sind, wählen die Unternehmen andere Input-Kombinationen. Bei tiefen Ressourcenpreisen ist es für Unternehmen zum Beispiel rational, den Rohstoffeinsatz zu erhöhen und Kapital und Arbeit einzusparen.

Der Einfluss der Ressourcenmärkte auf die gesamte Gesellschaft wird in dieser Studie auch mit Fokus auf die Relevanz einer möglichen Input-Substitution, der Technologie und einem daraus resultierenden Strukturwandel analysiert. Rohstoffpreise steuern nicht nur den Verbrauch von Rohstoffen, sondern indirekt auch die Mengen auf anderen Märkten. So führen beispielsweise tiefe Ölpreise zu einer Ausdehnung der Mobilität und folglich zu einer Mengenzunahme beim Verkehr. Nur durch das Zusammenspiel mit den anderen Märkten wird ersichtlich, welche Wirkung die Ressourcenpreise auf den gesamten Wohlstand in einer Wirtschaft haben. Entsprechend wichtig ist der Eingriff in Ressourcenmärkten, bei denen die Entwicklung neuer Technologien oder die Substitution weg von ressourcenintensiven Gütern nicht ausreichend durch die Märkte gefördert wird.

Ressourcenmarkt wirkt sich auch auf andere Märkte aus

Input-Substitution, Technologie und Strukturwandel

> Résumé

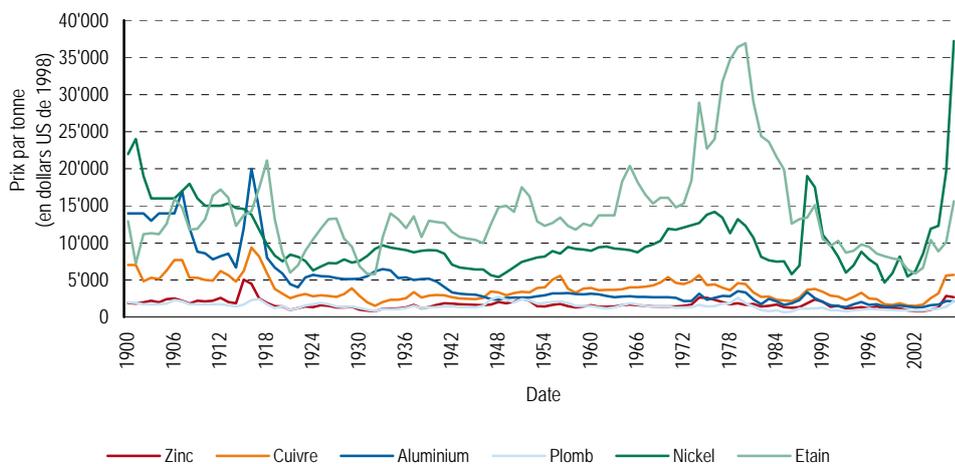
L'évolution des marchés des matières premières s'est caractérisée ces dernières années par une forte volatilité des prix, mettant sérieusement en doute l'efficacité du fonctionnement du marché libre pour les ressources naturelles. La présente étude aborde cette question et tente de répondre aux interrogations suivantes: les prix du marché peuvent-ils réguler de manière optimale la consommation des ressources naturelles? Dans quelle mesure les connaissances concernant les ressources commercialisables s'appliquent-elles aux ressources non-commercialisables? L'étude examine et évalue en outre les moyens dont dispose théoriquement l'Etat pour intervenir sur le marché des ressources naturelles et l'influencer de manière positive.

Doutes quant à l'efficacité des marchés des ressources naturelles

Sur la base des exemples des marchés du cuivre, de l'indium et du pétrole, l'étude montre comment les observations empiriques diffèrent des prévisions théoriques. La forte corrélation à court terme entre les évolutions du prix des différentes ressources naturelles permet d'obtenir une représentation caractéristique de l'évolution des prix en six phases. L'analyse des données historiques révèle en outre un lien évident entre chocs pétroliers et récessions. Le graphique ci-dessous montre que des ressources comme le zinc, l'aluminium, le plomb, le cuivre et le nickel affichent une évolution similaire de 1934 à 2007.

Fig. 1 > Comparaison des prix réels des matières premières sélectionnées

Les cours de l'aluminium, du plomb, du cuivre, du nickel et du zinc affichent schématiquement une évolution similaire.



Source: US Geological Survey; collecte des données: annuelle, de 1934 à 2007; le cours nominal a été converti en dollars US de 1998

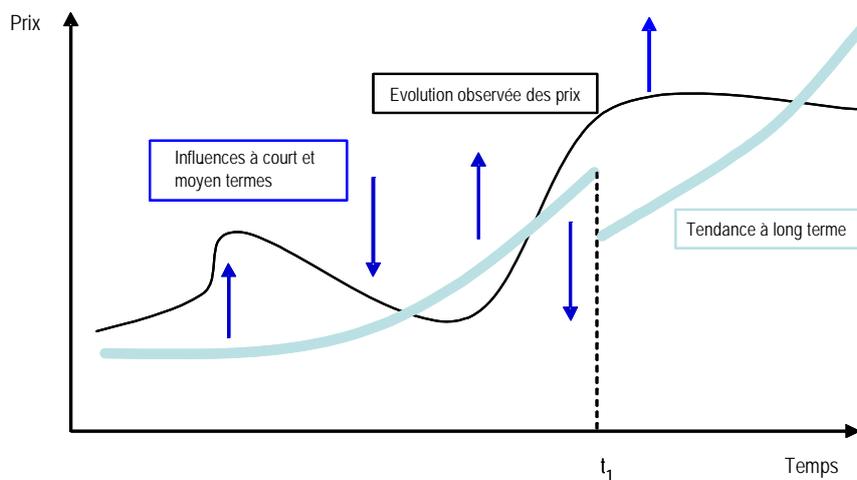
La quantité de ces matières premières étant limitée, chaque consommation entraîne une baisse des réserves. Le bien se faisant plus rare, on peut donc, d'après la théorie économique, en obtenir un prix plus élevé sur le marché. Il est par conséquent logique pour le propriétaire de ressources naturelles de différer l'extraction d'une partie de celles-ci dans l'attente d'une hausse des prix. D'après la règle d'Hotelling, le rythme optimal d'extraction des ressources non renouvelables dépend du taux d'intérêt du marché: concrètement, la rente des ressources correspond au taux d'intérêt auquel le propriétaire de ces ressources pourrait placer ses gains sur le marché des capitaux. Cette règle suppose un fonctionnement parfait des marchés et un comportement rationnel des propriétaires de ressources. Si les prix suivent cette évolution théorique optimale, peu importe au propriétaire des ressources de vendre aujourd'hui une unité supplémentaire et de placer ses gains ou d'attendre pour vendre plus tard à un meilleur prix. La raréfaction d'une ressource conduit donc à une augmentation exponentielle de son prix.

L'évolution théorique des prix est déterminée par le taux d'intérêt du marché

La vérification empirique de la règle d'Hotelling ne fournit cependant aucun résultat probant: certains indices confirment sa validité, alors que d'autres la remettent en cause. La raison en est la complexité des marchés des ressources naturelles, dont les conditions changent en permanence. Comme le montre le graphique ci-dessous, la volatilité des prix est influencée à court et moyen termes par différents facteurs (flèches bleues), tels que des troubles politiques, des investissements reportés ou cycliques dans les capacités d'offre, la politique internationale des taux d'intérêt, voire les spéculations. L'évolution des prix à long terme est par contre influencée par des facteurs du rythme optimal d'extraction et par des défaillances du marché et de l'Etat (lignes bleu clair).

Fig. 2 > Superposition de différentes tendances de prix

Représentation stylisée des tendances superposées de prix à court, moyen et long termes



En règle générale, les défaillances identifiées du marché ont des effets variables sur le bien-être. Si les effets externes négatifs, les informations incomplètes et les risques conduisent théoriquement à un épuisement trop rapide des ressources rares, les effets externes positifs et la position dominante de fournisseurs sur le marché entraînent, à l'inverse, une extraction trop lente de ces mêmes ressources. Toutefois, dans les deux cas, le bien-être qui en résulte pour la société est inférieur à ce qu'il serait dans des conditions optimales, sans distorsion.

L'étude définit les différents types de défaillance du marché et montre comment en limiter les effets par des mesures politiques. La politique des ressources naturelles poursuit deux objectifs: l'efficacité et l'équité intergénérationnelle. L'objectif d'efficacité est imposé par la présence d'effets externes et peut être atteint théoriquement au moyen d'impôts, de subventions ou de certificats. L'objectif d'équité intergénérationnelle est rendu nécessaire par un taux d'escompte privé trop élevé et des informations incomplètes. L'abaissement progressif du taux d'imposition permettrait par exemple de ralentir l'épuisement des ressources et d'accroître l'équité intergénérationnelle. Une politique technologique orientée vers les facteurs peut contribuer à la réalisation des deux objectifs en augmentant la productivité des biens de capital et donc l'efficacité des ressources exploitées.

Efficacité et équité
intergénérationnelle

Les problèmes évoqués dans le texte qui entravent/diminuent l'efficacité des marchés des ressources naturelles à court, moyen et long termes sont résumés dans le tableau ci-dessous.

Tab. 1 > Problèmes théoriques et empiriques sur les marchés des ressources naturelles

Le tableau suivant présente les problèmes théoriques et empiriques susceptibles d'empêcher un fonctionnement optimal des marchés des ressources naturelles. Des propositions de solution et des mesures concrètes sont également ébauchées.

Observation empirique	Problème théorique	Proposition de solution
Atteinte à l'environnement	Effets externes négatifs	Internalisation des effets externes, p. ex. par imposition (globale), introduction d'un échange (global) de certificats, mesures d'ordre institutionnel
Instrumentalisation des ressources pour atteindre des objectifs politiques	Concurrence imparfaite	Atténuation de la position dominante des fournisseurs sur le marché, p. ex. en réduisant la dépendance au pétrole et en diversifiant les flux de l'offre et de la demande
Investissement cyclique dans les capacités d'offre	Informations incomplètes / Risque du côté du fournisseur	Incitation à l'investissement anticyclique, découplage entre l'investissement et les profits à court terme
Rythme élevé d'épuisement des ressources	Droits de propriété peu clairs	Renforcement des droits de propriété
Flambée des prix due à des troubles politiques et des pénuries	Défaillances de l'Etat	Amélioration des institutions
Bulle de prix et incertitude qui en résulte en matière de planification	Informations incomplètes	Réduction des incitations à la spéculation, p. ex. par l'imposition des profits liés à la spéculation et stockage stratégique

L'Etat est particulièrement sollicité au sujet des ressources pour lesquelles il n'existe pas de marché et donc pas de prix du marché. Il s'agit d'empêcher la surexploitation et d'assurer une répartition équitable des ressources. Les exemples de la politique de biodiversité et de la politique climatique mettent clairement en évidence les défis et les difficultés auxquels est confrontée la politique étatique dans ce domaine. Par opposition au cas des ressources commercialisables, l'Etat ne dispose pas des informations habituellement fournies par le marché, qui lui permettraient, d'une part, d'évaluer l'importance du bien pour la société et, d'autre part, d'en influencer la consommation au moyen d'impôts ou de subventions. Par conséquent, soit le régulateur prend l'ensemble des décisions et contrôle la consommation par l'intermédiaire de lois et de principes, soit l'on crée un marché (comme pour le système d'échange de quotas d'émission [*Emission Trading Scheme*] de l'UE) assurant de manière autonome la régulation de la consommation par les prix. L'efficacité de ce marché nouvellement établi pourrait être évaluée de la même façon que celle des marchés des ressources commercialisables «normales».

En vue d'une évolution macroéconomique optimale, il convient de prendre en considération le fait que les prix des ressources influent non seulement sur la consommation de ces dernières, mais aussi, indirectement, sur d'autres marchés. Les matières premières sont en concurrence avec d'autres facteurs de production tels que le travail ou le capital. Les entreprises choisissent des combinaisons de facteurs de production différentes en fonction des coûts. Ainsi, lorsque les prix des ressources sont bas, les entreprises ont logiquement tendance à recourir davantage aux matières premières qu'au travail et au capital.

Pour analyser l'influence des marchés des ressources naturelles sur l'ensemble de la société, cette étude tient compte de la pertinence des éléments suivants: substitution des facteurs de production, technologie et, partant, mutation structurelle. Les prix des matières premières déterminent non seulement la consommation qui en est faite, mais aussi, de manière indirecte, la consommation de biens sur d'autres marchés. Ainsi, une baisse des prix du pétrole conduit à une expansion de la mobilité et donc à une augmentation du trafic. C'est seulement en rapport avec les autres marchés que l'on peut observer les effets des prix des ressources sur toute la prospérité dans une économie. D'où l'importance d'une intervention sur les marchés des ressources naturelles lorsque ceux-ci ne favorisent pas suffisamment le développement de nouvelles technologies ou la substitution des biens nécessitant une utilisation intensive de ressources.

Influence du marché des ressources sur les autres marchés

Substitution des facteurs de production, technologie et mutation structurelle

> Einleitung

Die Entwicklung der letzten Jahre war nicht nur auf den Finanzmärkten turbulent, auch die Rohstoffmärkte waren von grossen Veränderungen und Schocks betroffen. Nachdem bei den wichtigsten Rohstoffen seit 2001 ein stetiger Preisanstieg zu verzeichnen war, wurde 2008 bei vielen – wie zum Beispiel beim Erdöl – ein historischer Höchstpreis erreicht. Kaum war die Finanzblase geplatzt, setzten sich aber auch bei den Rohstoffen massiv rückläufige Preisnotierungen durch.

Angesichts dieser grossen Preissprünge stellt sich natürlicherweise die Frage, ob die freien Märkte in der Lage sind, den Verbrauch von Rohstoffen in einer Wirtschaft optimal zu steuern. Bei Abweichungen vom Optimum muss der Staat überprüfen, ob ein Eingriff zu einer besseren Marktlösung führen kann. Der Verbrauch sollte sich dabei nicht nur aus heutiger Sicht auf ein optimales Niveau einstellen, er sollte auch den Ansprüchen zukünftiger Generationen gerecht werden.

Die vorliegende Studie will zur Beantwortung dieser Fragen einen Beitrag leisten. Sie zeigt auf, welche Gesetzmässigkeiten die Rohstoffmärkte bestimmen und von welchen Faktoren die Preisverläufe bei natürlichen Ressourcen determiniert sind.

In einem ersten Kapitel soll der Begriff der natürlichen Ressourcen definiert werden. Sie sind für den Menschen in einer fixen Menge oder mit einer natürlichen Reproduktionsrate gegeben und werden in zahlreichen Bereichen des modernen Lebens intensiv eingesetzt. Bei den endlichen natürlichen Ressourcen führt ein Verbrauch heute dazu, dass zukünftig weniger davon vorhanden ist.

Der Mensch konnte in der Vergangenheit viele Formen von natürlichen Ressourcen aus dem Produktionsprozess substituieren, sei es durch eine verbesserte Technologie, mehr Wissen im Umgang mit den Rohstoffen oder aus einer veränderten Bedürfnisstruktur heraus. Kapitel 2 zeigt, wie ein vollkommener, transparenter Markt diese Substitution durch die Preisentwicklung herbeiführen kann: Je knapper ein Gut wird, desto höher stellt sich ceteris paribus der Gleichgewichtspreis ein. Bei begrenzten Ressourcenbeständen führt ein Aufschlag auf den Preis, die sogenannte Faktorrente, zu einer über die Zeit dynamischen Optimierung der Abbaumenge.

Ungleich verteilte Marktmacht, externe Effekte, unvollständige Informationen und Unsicherheiten bezüglich des Zeitraums der Optimierung sind nur einige Beispiele von Verzerrungen, die in den meisten Märkten natürlicher Ressourcen, in unterschiedlich ausgeprägter Form, vorhanden sind. Hier hat der Staat die Aufgabe das Versagen des Marktes zu kompensieren und die Rahmenbedingungen zu schaffen, damit ein effizientes Gleichgewicht erreicht werden kann und langfristig nachhaltiger Konsum möglich wird.

Kapitel 3 zeigt, wie die Politik ihre Aufgabe, Marktversagen zu begegnen, wahrnehmen kann. Der Politik steht die Aufgabe zu, durch den Einsatz von marktwirtschaftlichen Anreizinstrumenten oder ordnungspolitischen Massnahmen, externe Effekte zu internalisieren und für eine nachhaltige, für zukünftige Generationen gerechte, Ressourcennutzung zu sorgen. Theoretisch kann der Staat über Instrumente verfügen, die entweder beim Konsumenten oder beim Produzenten ansetzen. Jedoch ist bei natürlichen Rohstoffen für viele Staaten nur ein Eingriff beim Konsum möglich, da sich die Besitzer des natürlichen Rohstoffes dem Einflussbereich des Staates entziehen.

Kapitel 4 soll anhand der empirischen Betrachtung kurz- und mittelfristiger Trends und der langfristigen Preisentwicklung die Implikationen der Theorie überprüfen. In der kurzen Frist zeigt sich, dass der Markt durchaus geräumt ist; aber dass die von den Ressourcenmärkten ausgehenden Wirkungen gesamtwirtschaftlich nicht optimal sind. Den aus der Theorie zu erwartenden langfristigen Preisanstieg können viele Studien nicht bestätigen. Vielmehr beeinflussen veränderbare Abbautechnologien und die Unsicherheiten über die vorhandenen Reserven die Preisentwicklung.

Bereits für marktgängige natürliche Ressourcen hat sich gezeigt, dass Daten zur empirischen Überprüfung in vielen Fällen kaum vorhanden sind. Bei nicht marktgängigen Ressourcen wird dieser Umstand, wie in Kapitel 5 ausgeführt, noch deutlicher. Für das Beispiel des intakten Klimas wird die Preisentwicklung der Emissionszertifikate an der ECX (European Climate Exchange) herbeigezogen. Hier wurde 2005 ein Markt errichtet. Am Beispiel der Biodiversität wird gezeigt, welche Folgen das Fehlen eines Marktes für die nachhaltige Nutzung mit sich bringt. Dem Staat fehlen die Hinweise des Marktes, um die Bedeutung des Gutes für die Marktteilnehmer zu erkennen.

So vielfältig wie die natürlichen Ressourcen sind, so vielfältig ist auch deren Nutzung und damit Bedeutung für die Gesellschaft. Jede Verzerrung der Rohstoffpreise hat somit Folgen für die gesamte Wirtschaft. Investitionen, so auch Forschung, Bildung und Entwicklungen, werden in den Bereichen durchgeführt, wo sie relativ gesehen den grössten Nutzen versprechen. Sind die Marktpreise der natürlichen Ressourcen verzerrt, funktioniert der Allokationsmechanismus nicht. Es resultiert ein Wohlfahrtsverlust für die Gesellschaft. Dieser Einfluss der Ressourcenpreise auf andere Wirtschaftsbereiche wird in Kapitel 6 besprochen.

1 > Natürliche Ressourcen

1.1 Begriffsdefinitionen

Generell gilt alles, was der Gesellschaft einen (direkten oder indirekten) Nutzen stiften kann als Ressource (Siebert 1983). Unterschieden werden kann zwischen natürlichen, menschlichen (Humanressourcen), akkumulierbaren (physisches Kapital) und sozialen Ressourcen (Kultur, Gesetze). In dieser Studie werden die natürlichen Ressourcen betrachtet.

Der Teil der natürlichen Ressourcen, der in der Produktion als Inputfaktor eingesetzt wird, wird auch als Rohstoff bezeichnet. Die Reserven umfassen denjenigen Teil der natürlichen Ressource, der bekannt ist und wirtschaftlich gefördert werden kann. Als Naturkapital wird die Gesamtheit aller Ressourcen und Ökosysteme bezeichnet.

Kosten der Bereitstellung
als Kriterium für Reserven

Natürliche Ressourcen können direkt konsumiert oder als Produktionsfaktor verwendet werden. Indirekt liefern natürliche Ressourcen einen Nutzen in Form von potenziellem Nutzen (z. B. Biodiversität) oder immateriellem Nutzen (z. B. ästhetischer Wert einer bestimmten Landschaft).

Einsatz natürlicher Ressourcen

Für die hier betrachteten natürlichen Ressourcen folgt daraus, dass unterschiedliche Gesellschaftsgruppen unterschiedliche Ansprüche an die von der Natur bereitgestellten Güter haben. Und die Knappheit vieler natürlicher Ressourcen führt dazu, dass nicht alle Bedürfnisse befriedigt werden können. Problematisch ist insbesondere, dass zukünftige Generationen nicht mitentscheiden können, wie und vor allem wann die endlichen natürlichen Ressourcen eingesetzt werden sollen.

Knappheit verhindert
die Befriedigung der Bedürfnisse
aller Anspruchsgruppen

Aus den unterschiedlichen Anspruchsgruppen und der grossen Bedeutung natürlicher Ressourcen ergeben sich für die Politik zahlreiche Herausforderungen, denen mit unterschiedlichen Instrumenten begegnet werden kann.¹

1.1.1 Erneuerbarkeit

Eine Ressource gilt als erneuerbar, wenn innerhalb einer «ökonomisch sinnvollen» Zeitspanne ein sichtbar positives Wachstum besteht (allgemein werden hierfür maximal 100–150 Jahre angenommen). Auch typische nicht erneuerbare Ressourcen wie fossile Energieträger regenerieren sich über die Zeit, jedoch ist ihre Wachstumsrate so gering, dass selbst bei langen Planungshorizonten von einem gegebenen Bestand ausgegangen wird. In Tabelle 2 wird eine Übersicht zu verschiedenen erneuerbaren

¹ Siehe hierzu Kapitel 3.

bzw. nicht erneuerbaren und marktgängigen bzw. nicht marktgängigen natürlichen Ressourcen dargestellt.

Recycling führt dem Produktionskreislauf zuvor im Produktionskreislauf eingesetzte Ressourcen wieder zu, sodass sie ein weiteres Mal verwendet werden können. Insbesondere für viele Metalle kann so das Problem der Knappheit deutlich gemildert werden, da durch den Prozess des Recyclings eine Art künstliche Erneuerbarkeit entwickelt wurde. In diesem Zusammenhang wird von Sekundärrohstoffen gesprochen.

Recycling als künstliche
Erneuerbarkeit

1.1.2 Herkunft und Beschaffenheit

Der Mensch kann auf Rohstoffe hauptsächlich durch deren Verbrauch Einfluss ausüben, anders als bei den übrigen Kapitalarten kann die vorhandene Menge und die Reproduktionsrate kaum beeinflusst werden. Kann Wissen oder physisches Kapital aktiv akkumuliert werden, besteht bei natürlichem Kapital lediglich die Möglichkeit es nicht zu verbrauchen, um zu einem höheren (oder einem unveränderten) Bestand zu gelangen. Der Umgang mit natürlichen Ressourcen ist daher besonders bezüglich der nachhaltigen Nutzung endlicher Rohstoffe eine Frage, die langfristig betrachtet werden muss, um die Möglichkeiten zukünftiger Generationen nicht übermässig einzuschränken.

Langfristige Betrachtung wichtig

Ressourcen können in physischer oder nicht-physischer Form vorliegen, was insbesondere für die Bestimmung der Eigentumsrechte relevant ist. Sobald die Ausschliessbarkeit nicht gegeben ist, beispielsweise weil eine Ressource in nicht-physischer Form vorliegt, treten die Probleme öffentlicher Güter auf und der Staat hat die Aufgabe den Ge- und Verbrauch mit geeigneten Massnahmen zu beeinflussen.

1.1.3 Existenz eines Marktes

In Bezug auf eine optimale Nutzung sowie einen optimalen Abbau natürlicher Ressourcen erweist sich häufig als problematisch, dass die Eigentumsrechte nur unzureichend spezifiziert sind. Marktgängige Ressourcen haben einen Marktpreis, zu dem sie gehandelt werden. Nicht marktgängigen Ressourcen hingegen ist eigen, dass sie keine klar definierten Eigentumsrechte aufweisen und somit zumindest teilweise nicht zu den privaten Gütern gezählt werden können. Solange niemand Besitzrecht an den Ressourcen hat, kann der Markt keine Allokationsfunktion übernehmen, und eine sowohl mengenmässig als auch zeitlich ineffiziente Nutzung resultiert.

Eigentumsrechte relevant für
die Existenz eines Marktes

Bestimmend ist für die Entstehung eines Marktes, neben der Nachfrage und dem Angebot, dass Individuen vom Konsum ausgeschlossen werden können. Bei natürlichen Ressourcen wie Erdöl, Kupfer oder Indium ist diese Ausschliessbarkeit im Konsum gegeben; bei natürlichen Ressourcen wie Biodiversität, Ruhe oder einem intaktem Klima nur teilweise. Dort besteht das Problem, dass die Folgen des Verbrauchs eine grosse Anzahl Menschen betreffen, einerseits durch den Verbrauch der Ressource

(wenn ein endlicher Bestand gegeben ist) und andererseits dadurch, dass externe Effekte auftreten (siehe Kap. 2.3).

Tab. 2 > Natürliche Ressourcen

Natürliche Ressourcen, unterschieden nach marktgängig / nicht marktgängig und Erneuerbarkeit.

Natürliche Ressourcen

Marktgängige		Nicht marktgängige	
Erneuerbar	Nicht erneuerbar	Erneuerbar	Nicht erneuerbar
Holz	Kohle	Ruhe	Biodiversität ²
Fische	Erdöl	Luft	Klima

² Die Biodiversität umfasst zahlreiche Komponenten, wovon einige durchaus marktgängig oder auch erneuerbar sind. Für die marktgängigen Komponenten können die Überlegungen aus den entsprechenden Kapiteln herangezogen werden und die Erneuerbarkeit gilt in sehr begrenzten Einzelaspekten, so dass sie hier nicht weiter berücksichtigt werden.

2 > Preisentwicklung

2.1 Voraussetzungen für eine optimale Ressourcenallokation über den Markt

Für eine effiziente Steuerung der Nutzung natürlicher Ressourcen durch den Markt sind folgende Voraussetzungen notwendig:

- > Die Eigentumsrechte müssen definiert sein,
- > der Besitzer eines Ressourcenvorkommens muss über die gesamte Laufzeit der Gewinnung planen können,
- > eine transparente und vollständige Informationsversorgung sowohl des Ressourcenbesitzers als auch der anderen Marktteilnehmer ist notwendig und
- > keiner der Marktteilnehmer darf eine allfällige Marktmacht missbrauchen.

Diese Voraussetzungen können sicherstellen, dass die Knappheit der natürlichen Ressource angemessen im Preis berücksichtigt wird und die Marktteilnehmer sich rechtzeitig darauf einstellen können. Somit entstehen Anreize, um Investitionen zu tätigen, die eine Substitution weg von der Nutzung natürlicher Ressourcen begünstigen.

2.2 Theorie zur Preisentwicklung natürlicher Ressourcen

Die Preisentwicklung auf Ressourcenmärkten wird – wie auf allen anderen Märkten auch – durch das Angebot und die Nachfrage gesteuert. Der wesentliche Unterschied zu anderen Märkten besteht in der absoluten Knappheit, beziehungsweise der beschränkten Reproduzierbarkeit der Reserven. Das Angebot kann eine gewisse, durch die Natur gegebene, Menge nicht überschreiten. Das führt dazu, dass selbst bei unendlich hohem Preis kein Angebot mehr besteht, wenn die gesamten Vorkommnisse einer Ressource aufgebraucht wurden.

Absolute Knappheit natürlicher Ressourcen bestimmen die Ausgestaltung des Marktes

Im Gegensatz zu anderen Märkten ist der Zeitpunkt des Abbaus von grosser Bedeutung, wichtig ist daher die langfristigen Trends der Preisentwicklung zu analysieren. Typisch ist weiterhin, dass gewisse Probleme wie unvollkommene Konkurrenz, externe Effekte und unvollständige Informationen / Risiken (die in der marktwirtschaftlichen Preisgestaltung massive Verzerrungen mit sich bringen können) gehäuft und vor allem gleichzeitig auftreten können.³

³ Mehr hierzu auch in Kapitel 2.3.

2.2.1 Preisentwicklung in der kurzen bis mittleren Frist

Die Preisentwicklung in der kurzen bis mittleren Frist ist für zahlreiche natürliche Ressourcen (wie beispielsweise Erdöl und Indium) geprägt von einem relativ starren Angebot und einer unelastischen Nachfrage. Aus dieser Ausgangslage können kurzfristig starke Preissprünge resultieren, wie in Kapitel 4 noch ausführlich besprochen wird.

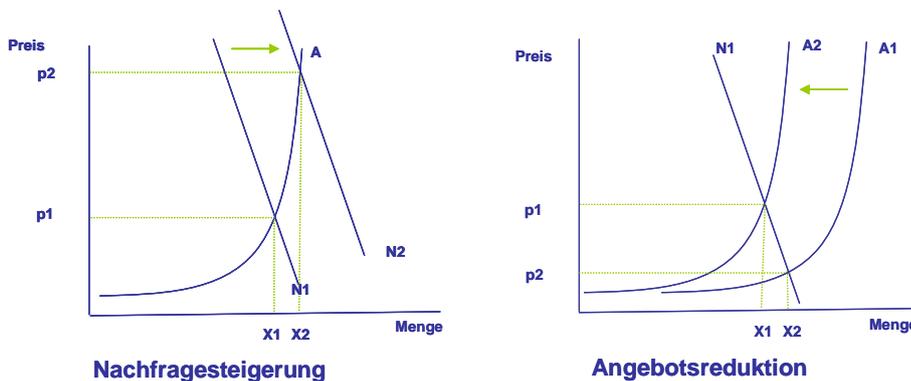
Auch wenn natürliche Ressourcen in den allermeisten Fällen nicht hergestellt werden können, so sind für ihre Gewinnung und Bereitstellung häufig komplexe Förderungs- und Abbauanlagen, deren Aufbau zeit- und kostenintensiv ist, notwendig. Je nach Ressource kann somit das Angebot kurz- bis mittelfristig nur bis zur jeweiligen Kapazitätsgrenze hin erweitert werden. Dehnt sich die Nachfrage also rasch aus (wie in der ersten Grafik von Abb. 3 dargestellt), kann das Angebot nicht entsprechend angepasst werden und die Preise steigen (von p_1 auf p_2).

Kostenintensive Förderungs- und Abbauanlagen begrenzen kurzfristig die Möglichkeiten das Angebot anzupassen

Die Angebotskurve ist für die kurze und mittlere Frist steil. So kann beispielsweise die angebotene Menge an Erdöl nur bis zur jeweiligen Kapazitätsgrenze hin erweitert werden, da sowohl die Infrastruktur zur Förderung, als auch die Raffinerien und die Transportmöglichkeiten nur langfristig ausgebaut werden können.

Abb. 3 > Preisentwicklung in der kurzen Frist

Kurzfristig ist die Preisentwicklung der Ressourcen bestimmt durch ein starres Angebot und eine relativ unelastische Nachfrage. Veränderungen in der angebotenen oder nachgefragten Menge führen zu starken Preisschwankungen.



Die Nachfragekurve weist ebenfalls eine hohe Steigung auf, daher führt eine Preissteigerung erst mit Verzögerung zu Anpassungen auf der Konsumseite. Rohstoffe werden als Input für die Produktion eines Gutes oder einer Dienstleistung benötigt, und die Nachfrage in der kurzen bis mittleren Frist hängt somit nur bedingt vom Ressourcenpreis ab, sondern vielmehr von der Nachfrage nach dem Endgut. Solange die Produktionsstruktur nicht angepasst wird und die Ressource nicht durch andere Ressourcen, Arbeit oder Technologie ersetzt werden kann, bestimmt kurz- bis mittelfristig die Nachfrage nach dem Konsumgut resp. der Dienstleistung indirekt die Nachfrage nach der Ressource.

Die Nachfrage nach Erdöl ist beispielsweise zu einem grossen Teil gegeben durch die Nachfrage nach den Endgütern und Dienstleistungen, die Erdöl als Inputfaktor verwenden. Somit reagiert die Nachfrage nach Erdöl nicht direkt auf einen Preisanstieg mit einer Verringerung. Erst wenn entweder die induzierte Erhöhung der Produktionskosten sich so stark auf den Preis des Endprodukts auswirkt, dass die abgesetzte Menge sinkt, oder wenn die Produktionsprozesse ressourceneffizienter werden, wird weniger Erdöl für die Produktion benötigt.

Langsame Anpassung
der Erdölnachfrage

Das kurz- bis mittelfristige Gleichgewicht kann durch eine Verschiebung der Kurven gestört werden. Ein starkes Wachstum zum Beispiel von Schwellenländern kann zu einer erhöhten Nachfrage nach Ressourcen führen (Verschiebung der Nachfragekurve nach rechts, erste Grafik), ohne dass sich das Angebot entsprechend ausdehnen kann. Eine globale Rezession hingegen verschiebt die Nachfrage nach links, sodass die neuen Gleichgewichtspreise tiefer zu liegen kommen. Und auch in diesem Fall ist die mengenmässige Anpassung bedeutend geringer als die Änderung im Preis.

Gesteigerte Nachfrage
erhöht Preise...

Das Angebot kann in der kurzen bis mittleren Frist aufgrund verschiedener Ursachen sinken und so zu einer Verschiebung der Kurve führen. Durch politische Unruhen, Kriege oder gezielte Manipulationen der Anbieter (bei entsprechender Marktmacht) wird das Angebot kurzfristig reduziert (Linksverschiebung der Angebotskurve, zweite Grafik in Abb. 3), wodurch die Preise relativ stark ansteigen (von p_1 auf p_2). Bei Einführung neuer Fördertechnologien oder bei der Entdeckung neuer Reserven wird die Angebotskurve nach rechts verschoben.

... ebenso, wie ein Sinken
des Angebots

2.2.2 Preisentwicklung in der langen Frist

In der langen Frist werden die Preise von natürlichen Ressourcen in hohem Masse durch ihre Erschöpfbarkeit bestimmt (Hotelling 1931). Sind die Voraussetzungen für eine optimale Ressourcenallokation durch den Markt gegeben, werden die Preise der nicht erneuerbaren Ressourcen mit der Zeit steigen. Für erneuerbare oder rezyklierbare Ressourcen kann diese Preissteigerung zumindest teilweise durch die Regeneration des Ressourcenbestandes beziehungsweise durch die Wiederverwendung bereits abgebauter Rohstoffe abgeschwächt werden.

Bei gegebener Gesamtmenge einer nicht erneuerbaren Ressource führt jeder Verbrauch zu einer Abnahme der Reserven; das Gut wird knapper und am Markt kann ein höherer Preis erzielt werden. Der Preis einer erschöpfbaren Ressource im Konkurrenzoptimum entspricht nicht den Grenzkosten der Gewinnung, vielmehr wird den Abbaukosten ein Zuschlag für das Aufbrauchen des Vorrates, eine sogenannte Ressourcen- oder Faktorrente, hinzugefügt. In diesem Gleichgewicht gilt, dass der Erlös (Preis abzüglich der Abbaukosten) über die Zeit mit einer Rate wächst, die dem Zinssatz entspricht. Dies ergibt die sogenannte Hotelling-Regel der Rohstoffpreisentwicklung.

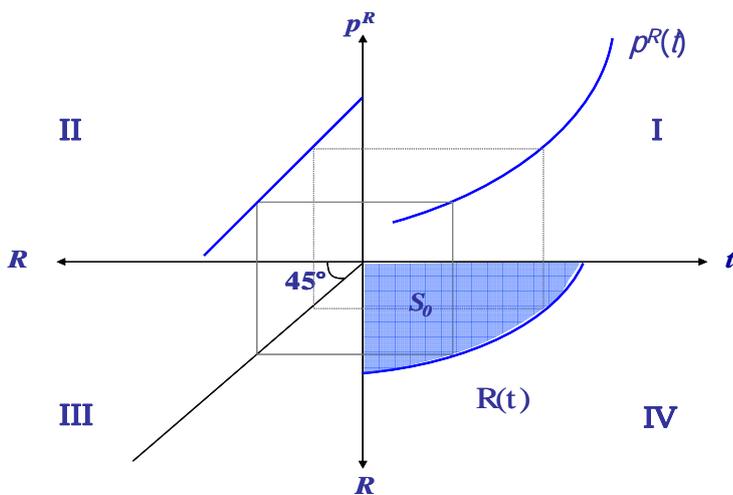
Jeder Verbrauch
natürlicher Ressourcen
reduziert die Reserven

Der Besitzer eines Vorkommens an natürlichen Ressourcen sieht sich einem intertemporalen Optimierungsproblem gegenübergestellt. Er bestimmt, welche Menge pro Zeiteinheit abgebaut wird. Um seinen Gewinn zu maximieren, wird er die jeweiligen

Mengen so wählen, dass am Ende des Optimierungszeitraumes der gesamte Bestand aufgebraucht ist. Am Markt kann er die Ressource zu einem gegebenen Preis verkaufen und den Nettoerlös (Einnahmen abzüglich Extraktionskosten) am Kapitalmarkt zum gegebenen Zinssatz anlegen. Je später also die Ressource veräußert wird, desto später kann der Erlös am Kapitalmarkt gewinnbringend angelegt werden, und dem Besitzer entgehen Zinseinnahmen. Gleichzeitig führt die zunehmende absolute Knappheit der Ressource dazu, dass ihr Marktpreis steigt. Mit jeder verkauften Einheit sinkt der Ressourcenbestand. Im Gleichgewicht ist der Besitzer indifferent, ob er eine weitere Einheit der Ressource verkaufen und den Gewinn anlegen soll, oder ob er warten und in der nächsten Periode zu einem höheren Preis verkaufen soll.

Angenommen, die Nachfrage nach der natürlichen Ressource nimmt mit zunehmendem Preis ab, so wird auch die Abbaurate über die Zeit abnehmen und Null erreichen, wenn der Bestand aufgebraucht ist.

Abb. 4 > 4-Quadranten-Darstellung der Hotelling-Regel



Erster Quadrant (I): Der erste Quadrant zeigt den Zusammenhang zwischen der Zeit und dem Ressourcenpreis (Hotelling-Preispfad). Über die Zeit – mit steigender Knappheit – wächst der Preis mit einer Rate, die dem aktuellen Marktzinssatz entspricht, da der Besitzer für den Verkauf seiner zu Ende gehenden Ressource eine höhere Kompensation fordert. Der Verlauf der Kurve hängt somit vom aktuellen Marktzins und der Struktur des Anbietermarktes ab.

Zweiter Quadrant (II): Der zweite Quadrant stellt die Nachfragekurve dar. Je kleiner die angebotene Menge, desto höher liegt der Preis.

Dritter Quadrant (III): Im dritten Quadranten wird die nachgefragte Menge an der 45°-Linie auf den vierten Quadranten gespiegelt.

Vierter Quadrant (IV): Im vierten Quadranten wird der Ressourcenabbaupfad, d. h. der Zusammenhang zwischen der Zeit und der verkauften Menge dargestellt. Die verkaufte Menge zu jedem Zeitpunkt hängt ab vom Ressourcenpreis und der Nachfrage nach der Ressource. Der Ressourcenbesitzer setzt den anfänglichen Preis so fest, dass er – bei Berücksichtigung des Anstiegs des Preises über die Zeit – den gesamten Bestand der Ressource (S_0) gerade verkaufen kann. Dementsprechend entspricht die Fläche unter dem Ressourcenabbaupfad – blaue Fläche – dem gesamten Vorkommen der Ressource (das Integral über die zu jedem Zeitpunkt abgebauten Mengen). Setzt der Ressourcenbesitzer den Preis zu hoch, würde er nicht den gesamten Bestand verkaufen können. In diesem Fall würde er auf Gewinn verzichten, da er einen Restbestand nicht abbaut. Wählt der Ressourcenbesitzer andererseits den Preis zu tief, kann er zwar alles verkaufen, würde aber auf Gewinne verzichten, die er bei höheren Preisen erzielen könnte.

Die in der ursprünglichen Form einfach gehaltene Hotelling-Regel wurde erweitert, da sich Planungsgrundlagen über lange Zeiträume hinweg massiv verändern können. Dies kann geschehen durch die Entdeckung neuer Vorkommen, die Weiterentwicklung der Technologie sowie die Existenz von Substitutionsmöglichkeiten.

Zudem bestehen in zahlreichen Produktionsprozessen Alternativen zum Einsatz natürlicher Ressourcen, die zum gegebenen Zeitpunkt aber nicht wirtschaftlich einsetzbar sind – sogenannte Backstop-Technologien oder alternative Inputfaktoren. Steigt der Preis der Ressource genügend an, wird jedoch der Punkt erreicht, an dem die Backstop-Technologie wirtschaftlich einsetzbar ist. Daraus folgt, dass der Besitzer der Ressource damit rechnen muss, dass ab einem gewissen Preis sein Gut nicht mehr nachgefragt wird und er entweder zu einem tieferen Preis verkaufen muss oder die Restbestände unangetastet bleiben.

Backstop-Technologien
als Absicherung gegen
zu hohe Ressourcenpreise

2.2.3 Zusammenfassende Überlegungen zur Preisentwicklung aus theoretischer Sicht

Die in Kapitel 2.2.1 und 2.2.2 aufgeführten Trends überlagern sich gegenseitig, sodass der betrachtete Preisverlauf (schwarze Kurve in Abb. 3) das Resultat verschiedener Einflüsse widerspiegelt.

Langfristig bestimmt die über die Zeit zunehmende Knappheit der Ressource entsprechend der Hotelling-Regel den Preisverlauf. Änderungen in der langfristigen Preisentwicklung (hellblaue Linie, Abb. 5) werden zum Beispiel durch die Entdeckung oder Entwicklung von Backstop-Technologien und Substitutionsmöglichkeiten generell, technologische Neuerungen in der Exploration und die Entdeckung neuer Vorkommnisse (Sprung im langfristigen Preistrend in t_1) bestimmt. Wie durch die Hotelling-Regel beschrieben, wird die langfristige Preisentwicklung durch das Zinsniveau bestimmt. Die Abbildung 5 bildet beispielsweise in t_1 eine Zinssenkung ab, wodurch der langfristige Preisanstieg gesenkt wird (geringere marginale Steigung der hellblauen Linie nach t_1).

Langfristig sind Knappheit
und Zinsen relevant

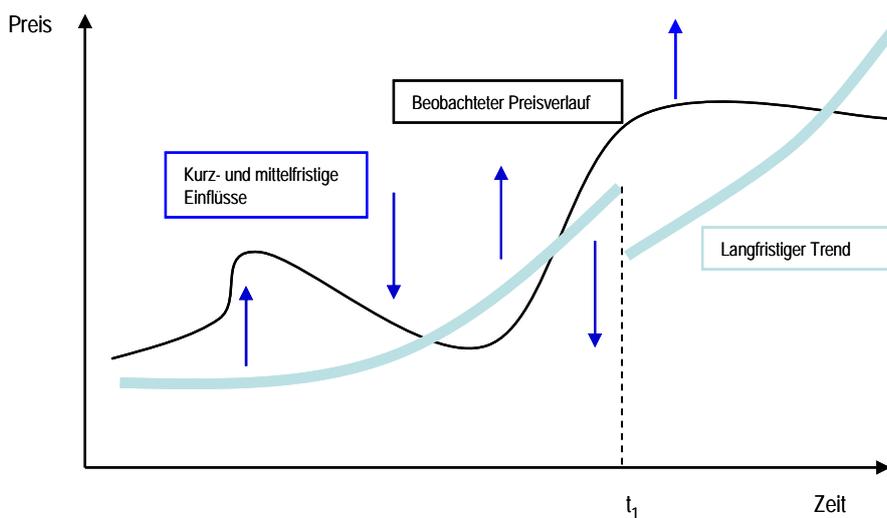
Als langfristige Einflüsse gelten Faktoren, die den optimalen Extraktionspfad langfristig beeinflussen. In der langen Frist ist die Möglichkeit der Nachfrage, auf Preisänderungen zu reagieren viel höher als dies in der kurzen bis mittleren Frist der Fall ist, sodass die Konsumenten ihr Verhalten entsprechend den Preissignalen ändern.

In der *kurzen Frist* verursachen Nachfrage- und Angebotsänderungen (blaue Pfeile, Abb. 5) teilweise starke Preisanpassungen.

Schocks wie politische Faktoren – wie zum Beispiel Krieg oder ein Ausbau von Markt-machtstellungen der Produzenten – erhöhen ebenfalls den Preis. Ihr Einfluss auf den allgemeinen Preistrend ist in der kurzen Frist und auch in der mittleren Frist beobachtbar (ebenfalls blaue Pfeile Abb. 5). Kurz- bis mittelfristige Einflüssen beeinflussen lediglich den aktuellen Preis, haben aber auf das langfristige Optimum keinen Einfluss.

Abb. 5 > Überlagerung verschiedener Preistrends

Stilisierte Darstellung sich überlagernder Preistrends in der kurzen, mittleren und langen Frist



Mögliche Einflussfaktoren in der kurzen und mittleren Frist:

- Starrheit auf Angebots- und Nachfrageseite
- Prozyklisches Investitionsverhalten der Anbieter, Anpassungen werden zeitversetzt eingeleitet
- Unruhen, Kriege oder Katastrophen können Angebot und Nachfrage kurzfristig ändern
- Zinspolitik: Veränderung von Angebot und Nachfrage entlang der gesamten Wertschöpfungskette
- Konjunktur

Mögliche Einflussfaktoren in der langen Frist:

- Neue Entdeckungen
- Backstop-Technologien, Substitute
- Technischer Fortschritt
- Marktversagen
- Diskontrate

In Kapitel 4 wird ein Überblick über die empirische Literatur gegeben, die anhand der identifizierten kurz-, mittel- und langfristigen Einflüssen (blaue Pfeile und hellblauer Trend) versucht die beobachtbare Preisentwicklung zu analysieren (schwarze Linie).

2.3 Ursachen für suboptimale Ressourcenallokationen

Die in Kapitel 2.1 genannten Voraussetzungen für eine optimale Ressourcenallokation über die Zeit sind oftmals nicht vorhanden. Sobald keine vollkommene Konkurrenzsituation gegeben ist – was bei knappen Ressourcenvorkommen häufig der Fall ist – treten verschiedene Arten von Marktversagen auf.

Weitere Verzerrungen der Ressourcenallokation können auftreten bei Verteilungsproblemen und falls schwache staatliche Institutionen zu politischen Unruhen führen. Ausserdem stellt sich die Frage der intergenerationellen Gerechtigkeit, wie in Kapitel 2.3.2 ausgeführt wird.

2.3.1 Marktversagen

Monopole/Kartelle (Beispiel OPEC) oder Oligopole führen dazu, dass einzelne Marktteilnehmer eine Machtposition haben, die sie zu ihrem Vorteil ausnutzen können. Bei genügender Disziplin der Kartellmitglieder können die Absatzmengen bewusst tief gehalten werden, um so einen höheren Marktpreis zu erlangen.

Umfassen die Preise nicht sämtliche Kosten und Nutzen eines Gutes, wird zu viel respektive zu wenig davon konsumiert im Vergleich zur sozial optimalen Menge.⁴ Gerade bei natürlichen Ressourcen tritt immer wieder das Problem externer Effekte auf. Der Einsatz fossiler Brennstoffe setzt beispielsweise Stoffe frei, die einerseits die Luftqualität unmittelbar beeinträchtigen und andererseits langfristig das globale Klima schädigen.

Die Entwicklung der Nachfrage und auch des Angebots ist sehr ungewiss, dem Eigentümer fehlt somit die Information zur langfristig optimalen Planung. Veränderte Konsumgewohnheiten, technologische Entwicklungen und unsichere Gesetze können über den generell langen Zeithorizont der Optimierung für einzelne Eigentümer von natürlichen Ressourcenbeständen massive Unsicherheiten in der Planungsgrundlage mit sich bringen und dazu führen, dass sowohl die Preisgestaltung, als auch die abgebaute Menge mit der Zeit keinem optimalen Pfad folgen.

Folgende Formen von Marktversagen sind also für den Umgang mit natürlichen Ressourcen relevant:

- > Unvollkommene Konkurrenz – Kartelle/Monopole und Oligopole
- > Externalitäten
- > Unvollständige Information / Risiken

⁴ Unter dem sozialen Optimum wird das Gleichgewicht verstanden, das den aggregierten Nutzen aller Individuen maximiert.

2.3.1.1 Unvollkommene Konkurrenz – Kartelle/Monopole und Oligopole

Bei marktgängigen natürlichen Ressourcen wird häufig die Angebotsseite von wenigen Marktteilnehmern vertreten. Diese Machtposition ermöglicht es dem Anbieter den Preis höher zu setzen als bei vollkommener Konkurrenz und somit eine Monopolrente abzuschöpfen. Für die Gesellschaft (Anbieter und Konsumenten gemeinsam) resultiert aus der zu geringen Bereitstellung des Gutes ein Wohlfahrtsverlust.

Häufig ergibt sich diese Marktmacht der Ressourcenanbieter aufgrund der Produktionsstruktur. Für den Abbau vieler natürlicher Ressourcen sind hohe Anfangsinvestitionen notwendig; je weniger Anbieter sich den Markt teilen, desto tiefer fallen die durchschnittlichen Kosten an. Die Marktmacht des Anbieters kann also in gewissen Fällen eine Voraussetzung für die Bereitstellung eines Gutes sein. Allerdings kann diese Marktmacht auch genutzt werden, um durch eine Beschränkung der angebotenen Menge einen höheren Preis zu erzielen. Im Fall von natürlichen Ressourcen führt zudem die räumliche Verteilung der Vorkommen dazu, dass häufig monopolistische Anbieterstrukturen auftreten.

Tritt der Staat als Besitzer der Ressource auf, besteht die Möglichkeit, dass die Ressource instrumentalisiert wird, um politische Ziele zu erreichen und dem Nutzen für die Gesellschaft aus dem Verkauf der Ressource wird eine untergeordnete Rolle beigemessen. Der Staat als Besitzer kann mit dem Abbau und Verkauf Ziele verfolgen, die kaum zu einer effizienten Ressourcennutzung führen. In diesem Fall entsteht der Gesellschaft ein Wohlfahrtsverlust.

Das Beispiel der OPEC (Organisation Erdöl exportierender Länder) zeigt, dass das langfristige Funktionieren eines Kartells stark von der Bereitschaft der Mitglieder, Einzelinteressen zu vernachlässigen, abhängt. Die Mitgliedsstaaten einigen sich halbjährlich auf eine Spannweite, innerhalb der der Marktpreis liegen sollte und setzen dementsprechende Förderquoten fest, mit dem selbst deklarierten Ziel, den Erdölmarkt zu stabilisieren und einen fairen Preis für die Produzenten zu erzielen (OPEC 2008). Nach den beiden Ölkrisen (1973 und 1979/1980) wurde im Jahr 1982 eine Drosselung der Fördermenge beschlossen, um dem durch die Rezession der Nachfrageländer ausgelösten Preisverfall entgegenzuwirken. Die OPEC-Mitgliedstaaten hielten sich jedoch nicht vollständig an die Abmachungen, sodass, obwohl im Jahr 1983 die Fördermenge von 18,5 auf 16 Millionen Barrel pro Tag gesenkt wurde, der Preis von 34 auf 29 US-Dollar pro Barrel fiel, da 1982 der Erdölmarkt massiv übersättigt war (mehr zur OPEC in Kapitel 4).

Dem Staat, respektive einem allfälligen Regulator bei internationalen Märkten, fällt im Fall von Monopolen, Kartellen oder Oligopolen die Aufgabe zu, zu beurteilen inwiefern die Marktmacht der oder des Anbieter/s missbräuchlich eingesetzt wird und so der Gesellschaft ein Schaden entsteht. Kommt er zum Schluss, dass der aus der Marktmachtsstellung der Anbieter entstehende Wohlfahrtsverlust zu hoch ausfällt im Vergleich zu potenziellen Kosteneinsparungen und Synergieeffekten, ist es Aufgabe des Staates/Regulators wettbewerbspolitisch tätig zu werden und beispielsweise Kartelle zu verbieten oder Märkte zu liberalisieren.

Ungleiche geographische Verteilung der natürlichen Ressourcen fördern das Ausnutzen von Marktmachtpositionen

OPEC nur ein bedingt funktionierendes Kartell

Regulator muss beurteilen, wann wettbewerbspolitische Interventionen vorteilhaft sind

2.3.1.2 Externalitäten

Externe Effekte treten in einer Vielzahl von Formen und in zahlreichen Fällen auf. Sobald ein Effekt einer Handlung nicht im Marktpreis berücksichtigt wird, kann ohne eine Korrektur des Marktes kein Optimum erreicht werden. Hat der Konsum oder die Produktion eines Gutes negative Wirkung auf «Unbeteiligte», wird von einem negativen externen Effekt gesprochen und der Markt führt zu einem zu tiefen Gleichgewichtspreis mit einem daraus resultierenden zu hohen Konsum. Umgekehrt werden Güter, die positive externe Effekte auf andere Marktteilnehmer haben (beispielsweise ein Blumenbeet oder Bildung) zu wenig nachgefragt beziehungsweise zu wenig angeboten, da der Marktpreis nicht sämtliche positiven Effekte berücksichtigt und somit zu hoch liegt.

Bei externen Effekten, die eine begrenzte Anzahl Marktteilnehmer betreffen, kann häufig durch eine relativ kostengünstige Verhandlung eine für alle betroffenen Parteien sinnvolle Lösung gefunden werden. Ein gängiges Beispiel ist, wenn in einem Mehrfamilienhaus ein Bewohner laute Musik hört. Ist dies zu Zeiten der Fall, wenn andere Bewohner schlafen wollen, werden diese negativ durch den Musikkonsum des einen betroffen. Setzen sich die Bewohner zusammen und finden gemeinsam beispielsweise zu einer Abmachung, zu welchen Zeiten die Musik nicht stört, kann der Nutzen aller erhöht werden.

Komplizierter und kostspieliger wird die Internalisierung externer Effekte aber, wenn der Effekt auf viele Personen wirkt. Durch die Verbrennung von Erdölprodukten wird CO₂ freigesetzt, das negativ auf das Klima wirkt. Dieser negative Effekt wirkt sich auch auf die Lebensumstände und Konsummöglichkeiten zukünftiger Generationen aus. Da diese jedoch nicht mit heutigen Produzenten über eine geringere Nutzung von Erdölprodukten verhandeln können, muss hier der Staat eingreifen und dafür sorgen, dass die negativen Effekte durch den Verursacher in seinen Entscheidungen berücksichtigt werden. Die verschiedenen Möglichkeiten, die dem Staat zur Verfügung stehen, um auf das Marktgleichgewicht zu wirken, werden im nachfolgenden Kapitel detailliert erläutert.

Externe Effekte mit zahlreichen Betroffenen

2.3.1.3 Unvollständige Information / Risiken

Für die effiziente Nutzung und Bereitstellung einer natürlichen Ressource über die Zeit sind, wie bereits ausgeführt, zahlreiche Informationen notwendig, die in der Realität häufig nicht vorhanden sind. Reserven können kaum je vollständig erfasst werden und Prognosen über zukünftige Entdeckungen (zeitlich und bezüglich Umfang) und deren Abbaukosten sind mit grossen Unsicherheiten behaftet. Unsicher ist ebenfalls, inwiefern die natürliche Ressource substituiert werden kann und wie sich die Nachfrage (und damit auch die Nachfrageelastizität⁵) entwickelt (siehe auch Feige und Blau 2005).

Unsicherheiten verzerren die Marktpreise

⁵ Die Nachfrageelastizität, auch direkte Preiselastizität der Nachfrage gibt an, um wie viel Prozent sich die nachgefragte Menge eines Gutes verändert, wenn sich der Preis dieses Gutes um ein Prozent ändert. (Geigant et al. 1994).

Je länger der Zeithorizont der Optimierung, desto grösser wird der Einfluss der Unsicherheiten auf die Überlegungen zum optimalen Abbauverhalten und damit das Risiko, das der Besitzer eingeht, wenn er sich entscheidet die Ressource zu einem späteren Zeitpunkt abzubauen. Je weniger Information der Besitzer der Ressource über die zukünftige Entwicklung des Marktes und der relevanten Einflussgrössen hat, desto grösser das Risiko, wenn er sich für einen späteren Abbau entscheidet.

Längerer Zeitraum
erhöht das Risiko für Besitzer

Ein mögliches Risiko bezieht sich für den Besitzer einer Ressource auf die Sicherheit seines Eigentums. Gerade wenn der Zeithorizont der Planung mehrere Generationen betrifft, muss die Nachfolgeregelung rechtlich gesichert sein, damit eine langfristige Optimierung überhaupt Sinn macht für den Besitzer der Ressource.

Rechtssicherheit relevant
für das Funktionieren
eines Ressourcenmarktes

2.3.2 Staatsversagen und intergenerationale Gerechtigkeit

2.3.2.1 Staatsversagen

Das Vorhandensein natürlicher Ressourcen kann zum Auslöser politischer Unruhen werden, wenn verschiedene Interessengruppen die Macht über die Ressourcen erlangen wollen, um so die Profite aus dem Verkauf für ihre Partikularinteressen einzusetzen. Dies kann zu einer ungleichen Verteilung der Ressourcenrente führen, welche die Legitimität der Regierung unterminieren kann. In Ländern mit grosser Ungleichheit in der Einkommens- und Vermögensverteilung sowie schwachen politischen Institutionen, kann es so zu politischen Unruhen kommen.

Kann der Staat also nicht für genügend starke Institutionen und eine gerechte Einkommensverteilung (insbesondere auch einer gerechten Verteilung der Ressourcenrente) sorgen, kann von einem Staatsversagen gesprochen werden. Dies führt ähnlich wie Marktversagen zu einem ineffizienten Ressourcenabbau.

Ineffizienzen
durch Staatsversagen

2.3.2.2 Zeithorizont der Optimierung / Intergenerationelle Gerechtigkeit

Effizienz im Bereich der Ressourcenökonomie fordert eine Planung der Abbau- und Investitionsentscheide über einen langen Zeitraum. Bei der Planung des Extraktionspfades ist der gesamte Abbauperiodenraum zu berücksichtigen, soll eine effiziente Marktlösung resultieren. In der Realität birgt dieser lange Zeithorizont der Optimierung zahlreiche Probleme mit sich. Wie gesehen führt ein langer Zeithorizont zu mehr Unsicherheiten, ausserdem ist es fragwürdig, ob der Planungshorizont von Firmen nicht kürzer ist als für die effiziente Lösung hier notwendig wäre.

Wie die Intertemporale Verteilung optimalerweise sein soll, hängt (wie in Kap. 2.2.2 gesehen) von der Gewichtung des Konsums über die Zeit ab. Die hierfür verwendete Diskontrate misst zukünftigem Konsum weniger Gewicht bei. Je höher also der Wert der Diskontrate, desto ungeduldiger sind die Akteure. In der Literatur wird unter anderem auch die Meinung vertreten, dass es keine ethische Rechtfertigung gibt, den Konsum zukünftiger Generationen geringer zu werten als den heutigen (Sinn 2008).

Zeitoptimale Allokation hängt
entscheidend von der Gewichtung
zukünftigen Nutzens ab

Die Abdiskontierung des Nutzens zukünftiger Generationen wird begründet durch die Möglichkeit, Kapital zu akkumulieren, technologische Neuerungen zu entwickeln und der grösseren Unsicherheit bei einem längeren Zeithorizont. Wird allerdings eine hohe Diskontrate beobachtet, die zu einem raschen Abbau der natürlichen Ressource führt, kann es im Hinblick auf die intergenerationelle Gerechtigkeit sinnvoll sein, dass der Staat versucht durch geeignete Massnahmen den Abbau zu verlangsamen.

2.3.3 Wirkung der Verzerrungen

Die in Kapitel 2.3.1 genannten Arten von Marktversagen stören jeweils in unterschiedlichem Masse das für die Gesellschaft optimale Gleichgewicht. Hier soll nochmals kurz zusammengefasst werden, welche Auswirkungen aus theoretischer Sicht auf den Preis, die Menge und das gesellschaftliche Optimum resultieren.

- > *Unvollkommene Konkurrenz:* Die Marktmacht des Anbieter (oder weniger Anbieter, die sich mehr oder weniger organisieren) führt in der Regel dazu, dass ein zu hoher Preis verlangt wird. Der Anbieter erhält zusätzlich zu den Grenzkosten und der Knappheitsrente der Ressource eine Monopolrente. Die resultierende Verkaufsmenge liegt tiefer als im gesellschaftlichen Optimum. Dies führt zu einem Wohlfahrtsverlust für die Gesellschaft.
- > *Externalitäten:* Externe Effekte werden durch den Marktpreis nicht berücksichtigt, sodass im Fall von negativen externen Effekten der Preis zu tief angesetzt wird, und die verkaufte Menge ist damit zu hoch. Für den Fall positiver externer Effekte ist der Preis zu hoch, die konsumierte Menge zu gering. Können die externen Effekte nicht internalisiert werden erleidet die Gesellschaft einen Wohlfahrtsverlust.
- > *Unvollständige Information / Risiken:* Auf den Ressourcenmärkten bestehen Investitionsrisiken für den Anbieter bezüglich der Vorkommen, der Extraktionskosten, der Entwicklung der Nachfrage und der Rechtssicherheit. Tendenziell führen diese Unsicherheiten zu einem zu raschen Abbau der Ressource, sodass die jeweils angebotene Menge zu hoch ist, der Preis zu niedrig und der Anbieter ungenügend für das Aufbrauchen seiner Ressourcenvorkommen kompensiert wird.

Die beiden in Kapitel 2.3.2 aufgeführten typischen Problembereiche beeinflussen das soziale Optimum wie folgt:

- > *Staatsversagen:* Im Fall politischer Unruhen, die durch Staatsversagen verursacht sind, steigt die Unsicherheit für alle Marktteilnehmer und das Investitionsrisiko nimmt zu (wodurch die gleichen Probleme wie beim Marktversagen Unvollständige Information / Risiken auftreten).
- > *Zeithorizont der Optimierung:* Im Gegensatz zu den bisher aufgeführten Problemen führt der Zeithorizont der Optimierung und die damit zusammenhängende Frage nach Gerechtigkeit zwischen den Generationen nicht zwingend zu einem Wohlfahrtsverlust für die Gesellschaft. Soll allerdings eine nachhaltige Entwicklung erreicht werden, muss gerade bei nicht erneuerbaren Ressourcen auch auf eine gerechte Verteilung über die Zeit geachtet werden.

Spekulative Blasen

Gerade die jüngste Entwicklung der Erdölpreise hat vielfach zu der Vermutung geführt, dass die Variabilität der Preise aufgrund von Spekulationen an den Rohstoffmärkten entstanden sei.

Die Entwicklung der Realwirtschaft schlägt sich umgehend in den Rohstoffpreisen nieder (siehe Kap. 2.2.1). Steigt die Nachfrage nach Rohstoffen stark an, ohne dass das Angebot sich entsprechend anpassen kann, steigen die Preise. Die steigenden Preise nähren die Ängste, dass der für die Produktion unabdingbare Input knapp ist und führen zu einem Aufbau von Vorräten. Dies wiederum verknappt den Rohstoff zusätzlich und erhöht den Preisdruck weiter. Dieser Effekt kann durch eine Reduktion des Angebots noch verstärkt werden. Dann nämlich, wenn die Besitzer der Ressource aufgrund der steigenden Preise das Angebot drosseln anstatt zu erweitern, weil sie mit weiter steigenden Preisen und so einem höheren Profit rechnen.

Eine spekulative Blase kann durch folgende Strategie aufgebaut werden: Futures mit kurzer bis mittlerer Laufzeit werden aufgekauft und entweder kurz vor dem Liefertag verkauft oder per cash settlement beglichen. Diese Kauf- und Verkauf-Strategie ist profitabel, solange der Preis für das Gut steigt, d. h. solange mehr Käufer im Markt existieren als Verkäufer. Dies wird der Fall sein, wenn die Mehrheit der Marktteilnehmer davon ausgeht, dass der Preis steigen wird. Somit liegt hier eine Form von «self-fulfilling prophecy» vor: Eine Erwartung wird gebildet und durch die Handlung in Erwartung des Eintretens dieses Ereignisses wird die Wahrscheinlichkeit für das Eintreten tatsächlich begünstigt.

Für das Entstehen einer Preisblase generell werden einerseits psychologische Gründe als mögliche Ursache genannt und andererseits Marktineffizienzen, wobei keine der bestehenden Theorien unumstritten ist.

Zu den psychologischen Erklärungsansätzen gehört die sogenannte Greater-Fool-Theorie, die annimmt, dass Investoren selbst in eine überbewertete Anlage investieren solange sie davon ausgehen, dass sich noch Käufer finden lassen, die bereit sind noch mehr zu zahlen. Der Investor tätigt somit eine irrationale Investition, weil er davon ausgeht, dass es Investoren gibt, die noch irrationaler handeln. Sobald aber kein weiterer Käufer mehr bereit ist einen noch höheren Preis zu zahlen, platzt die Preisblase und die Preise sinken. Ebenfalls zu den psychologisch begründeten Ursachen für das Auftreten von spekulativen Preisblasen gehören Gier und Herdenverhalten. Gier führt durch eine irrational positive Bewertung der Risiken zu Investitionen, die nicht die notwendige Rendite abwerfen können. Die Investoren überbieten sich gegenseitig und treiben den Preis in die Höhe. Dadurch wird die Differenz zwischen den notwendigen und den tatsächlichen Renditen vergrößert; wird diese Differenz zu gross, werden die Investitionen neu bewertet und die Investoren wollen die Anlage verkaufen. Das oft beobachtete Herdenverhalten kann aus den bereits beschriebenen Verhalten resultieren und wirkt gegebenenfalls verstärkend auf die Bildung einer spekulativen Preisblase.

Als weiterer Grund für Spekulationen wird eine zu hohe Liquidität am Markt aufgeführt. Sind die Kriterien der Banken für die Kreditvergabe ungenügend restriktiv, ist zu viel Liquidität am Anlagemarkt vorhanden und kurzfristige Spekulationen können zu inflationären Preisentwicklungen führen. Vor allem in Zeiten tiefer Zinssätzen wird das Geld weniger in Form von festverzinslichen Anlagen investiert, sodass risikoreiche Anlagen einem zusätzlichen Preisdruck ausgesetzt sind. Erhöht die Notenbank die Zinsen und senkt somit die vorhandene Geldmenge am Markt, werden die Anleger zunehmend risikobewusster und investieren deutlich weniger in risikobehaftete Anlagen, sodass deren Preis stark fällt.

Die beschriebenen Mechanismen können die Preise an den Rohstoffmärkten durchaus verzerren, sodass der Markt kein optimales Allokationsergebnis liefern kann. Allerdings basieren Preistrends auf realwirtschaftlichen Entwicklungen; das heisst, dass eine Erhöhung der Preise auf eine (kurzfristige) Verknappung der Rohstoffe zurückzuführen ist, Spekulationen können aber sehr wohl die Höhe der Preisausschläge massiv beeinflussen.

3 > Politik

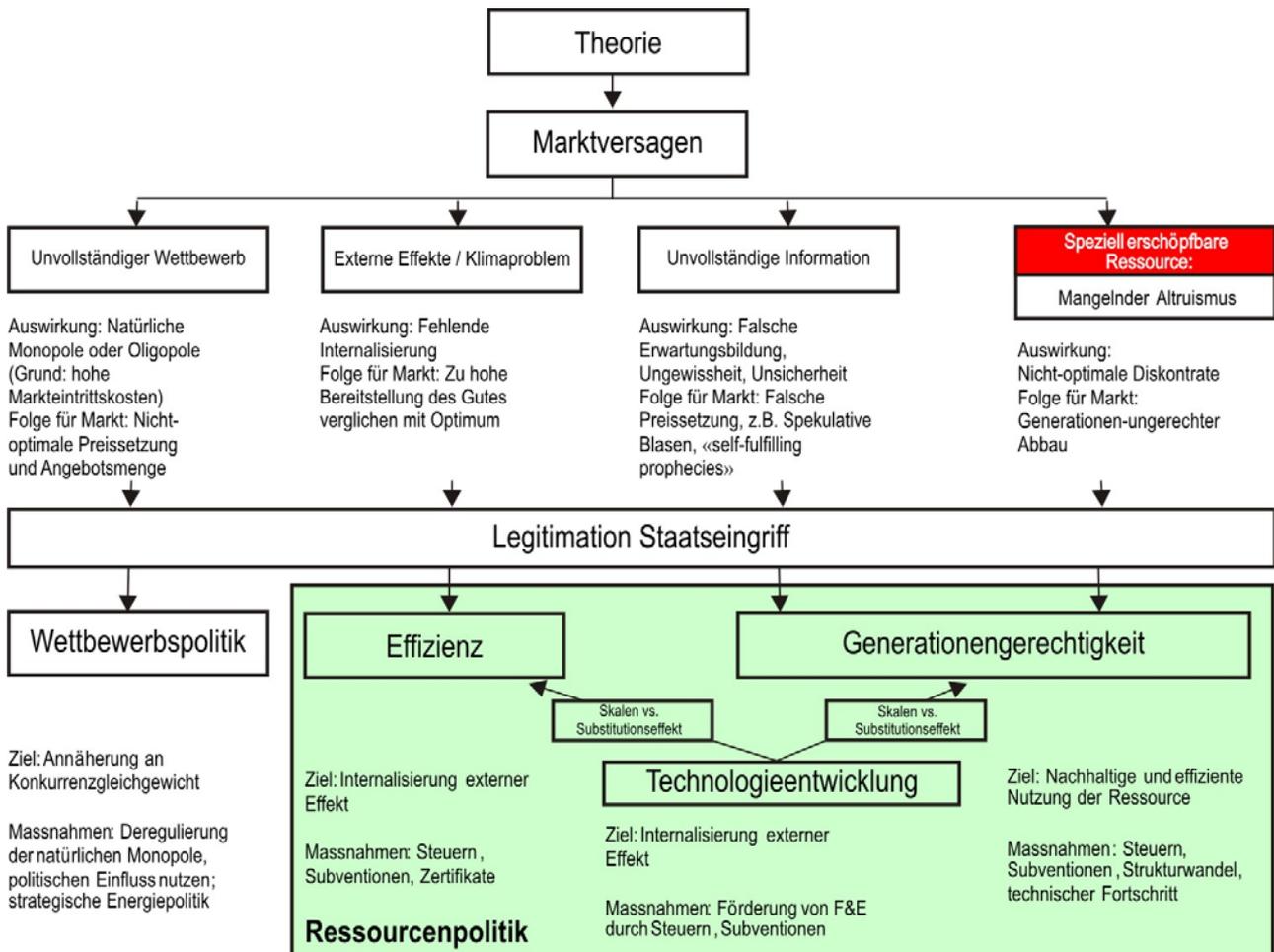
3.1 Aufgaben des Staates

Liegt schwerwiegendes Marktversagen vor (siehe auch Kap. 2.3), sollte der Staat lenkend eingreifen. Je nach Art des Marktversagens lassen sich unterschiedliche Handlungsfelder der Politik unterscheiden. Das folgende Bild stellt die wichtigsten Arten des Marktversagens und die daraus resultierende Politik gegenüber. Im Fokus dieses Kapitels soll die Ressourcenpolitik stehen.

Arten des Marktversagens auf Ressourcenmärkten

Abb. 6 > Marktversagen und Politikbereiche

Politikfelder resultieren aus Marktversagen. Mit einem Eingriff im Rahmen der Ressourcenpolitik wird die Erreichung statischer und dynamischer Ziele verfolgt, die aufgrund des Vorliegens von Marktversagen nicht automatisch erreicht werden.



Quelle: durch Autoren erstellt

Während es bei unendlich verfügbaren Ressourcen genügt, dass eine optimale Verwendung des Gutes in der Gegenwart sichergestellt ist (statische Effizienz), kommt aufgrund der beschränkt vorhandenen Menge nicht erneuerbarer Ressourcen eine zusätzliche Dimension hinzu: Bei nicht erneuerbaren Ressourcen muss geklärt werden, wie der Bestand über die Zeit verwendet werden soll (dynamische Effizienz), um den Nutzen aus dem Gut über die Zeit zu maximieren. Zudem gilt es, eine generationengerechte Nutzung der Ressource sicherzustellen. Im Folgenden sollen die Ursachen erläutert werden, weshalb Effizienz und Generationengerechtigkeit nicht automatisch vom Markt erreicht werden, welche Folgen damit verbunden sind und welche Instrumente Abhilfe schaffen können.

Effizienz und Generationengerechtigkeit sind Aufgaben des Staates

3.2 Effizienz

Das Ziel effizienter Ressourcennutzung wird unter anderem durch das Vorliegen externer Effekte verfehlt. Bei einer effizienten Ressourcennutzung wären sämtliche externen Effekte im Preis enthalten. Als klassisches Beispiel für Ineffizienz durch das Vorliegen eines externen Effektes sei hier der durch die Ressourcennutzung verursachte Treibhauseffekt genannt: Da der Marktwert eines fossilen Rohstoffes nicht die Tatsache berücksichtigt, dass durch die Verbrennung Schaden an der Umwelt entsteht, ist der Preis des Gutes zu niedrig. Der «richtige» Preis müsste den Wert des Schadens, den das Gut verursacht, mit berücksichtigen. Eine zu intensive Nutzung des Gutes ist die Folge des zu niedrigen Preises.

Ineffizienz auf Ressourcenmärkten

Für die Erreichung einer effizienten Lösung ist die Berichtigung des Preises um den externen Effekt notwendig. Man spricht auch von Internalisierung des externen Effektes. Grundsätzlich lassen sich mögliche Massnahmen danach unterscheiden, welche Ressource für die Reglementierung herangezogen wird.

Internalisierung externer Effekte

Steuern und Subventionen setzen bei marktgängigen Ressourcen an. Hier wird versucht, den Wert des externen Effektes zu ermitteln und den Preis der verwendeten Ressource entsprechend zu korrigieren. Unter der Voraussetzung, dass die Preiskorrektur den Wert des externen Effektes exakt widerspiegelt, wird das gesellschaftliche Optimum erreicht. Die monetäre Bewertung eines Umweltschadens gestaltet sich in der Praxis jedoch recht schwierig.

Steuern und Subventionen sind effizient, wenn sie dem externen Effekt exakt entsprechen

Als Alternative kann der Staat auch einen Markt für die bisher nicht marktgängige Ressource (die Luft / das Klima) schaffen, um den Preis des externen Effektes über den freien Handel bestimmen zu lassen. Dies ist beispielsweise durch die Einrichtung eines Handels mit Zertifikaten für den CO₂-Ausstoss geschehen. Die Wahl des Volumens der Emissionszertifikate ist hierbei jedoch entscheidend für das Erreichen des gesellschaftlichen Optimums: das Volumen induziert den Preis des Ausstosses und damit den Preis des externen Effektes. Ein zu niedriges Volumen induziert einen zu hohen Preis des Ausstosses und führt zu einer zu geringen Nutzung der marktgängigen Ressource gemessen am gesellschaftlichen Optimum; ein zu hohes Volumen würde zu einer nicht vollständigen Internalisierung führen und damit ebenfalls das Optimum verfehlen. Auf weitere Schwierigkeiten im Zusammenhang mit dem Handel von Emissionszertifikaten wird in Kapitel 5 näher eingegangen.

3.3

Generationengerechtigkeit

Bei einer endlichen Ressource beeinflusst die Abbaumentscheidung heute auch die Möglichkeiten des Abbaus in allen zukünftigen Perioden. Es ist daher notwendig festzulegen, wie viel des Gesamtbestandes der Ressource sich jede Generation zunutze machen kann oder anders wie nachhaltige Nutzung einer Ressource aussieht.

Um den Begriff und die Definition von Nachhaltigkeit entbrannte in den 1980er-Jahren eine breite Diskussion, die bis heute fortgeführt wird. Als geläufigste Definition wird die Erklärung der Brundtland-Kommission (WCED 1987) verwendet:

«Sustainable development is development that meets the needs of the present without compromising the ability of future generations to meet their own needs.»

Diese Definition besagt, dass die heutige Generation ihre Bedürfnisse befriedigen soll, ohne dabei die Möglichkeiten zukünftiger Generationen einzuschränken, ebenfalls ihre Bedürfnisse zu erfüllen.

In der Ökonomie wird diese Bedingung durch die Forderung nach einem konstanten Nutzenniveau über die Zeit umgesetzt. Da sich der Nutzen eines Individuums in der klassischen Ökonomie an dessen Konsumpotenzial misst, folgt aus der Forderung eines mindestens konstanten Nutzenniveaus die Forderung eines mindestens konstanten Konsumniveaus über die Zeit. Der Abbau einer nicht erneuerbaren Ressource würde dieser Forderung jedoch widersprechen, solange er kompensationslos bliebe. Denn in diesem Falle würde die Endlichkeit der Ressource zu einer zunehmenden Einschränkung der Produktionsmöglichkeiten späterer Generationen und damit zu einem Absinken des pro Kopf Konsums führen. Da ohne einen Abbau der Ressource jedoch keine wirtschaftliche Weiterentwicklung möglich wäre und spätere Generationen von dieser Entwicklung zudem profitieren, scheint ein Vergleich zwischen abgebauter und durch die Ressource geschaffener Güter sinnvoll. Letztlich bedeutet nachhaltige Ressourcennutzung damit, dass durch die Verwendung der abgebauten Ressource eine für spätere Generationen mindestens so wertvolle Ressource geschaffen werden soll. Die Literatur unterscheidet zwei Konzepte hinsichtlich der Substituierbarkeit von endlicher Ressource durch eine andere Form an Kapital: Im Rahmen des «starken Nachhaltigkeitskonzepts» wird gefordert, dass die abgebaute Ressource nur durch eine andere *natürliche* Ressource ersetzt werden darf. Beispielsweise kann laut diesem Konzept eine abgebaute Menge Kohle durch die Erhöhung des Baumbestandes, nicht aber durch physisches Kapital, ersetzt werden. Das «schwache Nachhaltigkeitskonzept» hingegen erlaubt die Ersetzung der endlichen natürlichen Ressource durch eine *beliebige* andere Form von Kapital. Kohle dürfte laut diesem Konzept durch einen ansteigenden Bestand an Maschinen ersetzt werden.

Die sog. Hartwick-Regel (Hartwick 1977) zeigt formal, dass durch die vollständige Re-Investition der Gewinne aus dem Abbau nicht erneuerbarer Ressourcen in reproduzierbares Kapital das langfristige Konsumniveau konstant gehalten werden kann und liefert

Definition der
Generationengerechtigkeit

Nachhaltige Ressourcennutzung
für zukünftige Generationen
bedeutend

damit eine Regel für die Erreichung und Einhaltung des schwachen Nachhaltigkeitskonzeptes.

Problematisch an dem zugrunde liegenden Gedanken der Substitution zweier Ressourcen erscheint jedoch, dass jede Ressource in ihrem Charakter einzigartig ist und zwei Arten an Kapital nur bedingt gegeneinander austauschbar sind. Erdölbetriebene Autos lassen sich nach Ende des Erdöls nicht mit dem angestiegenen Bestand an physischem Kapital «betanken». Es bedarf also mehr als nur der Einhaltung eines der beiden Nachhaltigkeitskonzepte, deren Umsetzung sich in der Praxis bereits schwierig genug darstellt. Weiterer technischer Fortschritt (Substitution des Erdöls durch Biotreibstoffe oder Elektroantrieb) und auch die Anpassung der Bedürfnisse sind zwei weitere Aspekte, mithilfe derer das Ziel einer *echten* nachhaltigen Ressourcennutzung und damit grösseren Generationengerechtigkeit erreicht werden kann.

Substituierbarkeit der natürlichen Ressourcen Voraussetzung für Nachhaltigkeit

Nachhaltigkeit in der Schweiz

Laut Art. 2.1 der Bundesverfassung der Schweizerischen Eidgenossenschaft ist ein Zweck der Schweizerischen Eidgenossenschaft die Förderung der nachhaltigen Entwicklung. In Art 73 wird der Begriff der Nachhaltigkeit wie folgt präzisiert: «Bund und Kantone streben ein auf Dauer ausgewogenes Verhältnis zwischen der Natur und ihrer Erneuerungsfähigkeit einerseits und ihrer Beanspruchung durch den Menschen andererseits an.»

Was sind die Gründe, weshalb die nachhaltige Nutzung der Ressource und damit die Generationengerechtigkeit nicht automatisch erreicht werden? Drei Ursachen können angeführt werden, die im intertemporalen Kontext Anlass für ein Eingreifen des Staates geben können.

Drei Ursachen für Nicht-Erreichen des Optimums

Erstens zeichnet sich der Markt für Ressourcen in vielerlei Hinsicht durch unvollständige Information aus und verhindert damit eine vorausschauende Planung des optimalen Extraktionspfades. Zum Beispiel ist aus heutiger Sicht unklar, wie hoch der technische Fortschritt ausfallen wird und wie sich die Ressourcenbestände entwickeln werden. Unter vollständiger Information wären beide Faktoren bekannt und eine Planung des Abbaus einer endlichen Ressource möglich, sodass alle Generationen auf «gerechte» Weise Zugriff auf die Ressource hätten.

Unvollständige Informationen verhindern Planung des Abbaus über Generationen

Zweitens stellt sich die Frage, wie man einen «gerechten» Abbau definieren soll, um das Ziel der Generationengerechtigkeit zu erreichen. Für die Beantwortung der Frage, was gerecht ist, muss eine Abwägung der Nutzen zwischen heutigen und zukünftigen Generationen erfolgen. Während üblicherweise davon ausgegangen wird, dass auf individueller Ebene zukünftige Einheiten mittels einer positiven Diskontrate in heutige Einheiten umgerechnet werden, wird im Hinblick auf die Gewährleistung von Generationengerechtigkeit keine Diskontierung oder zumindest eine niedrigere Diskontrate gefordert. Denn der Nutzen heutiger Generationen sollte nicht mehr wert sein als der Nutzen späterer Generationen (für eine Diskussion der Diskonraten siehe auch Markandya und Pearce (1991); für eine alternative Erklärung der Nichterreichung der

Diskontrate positiv oder null?

Generationengerechtigkeit siehe Sterner und Persson 2007). Ohne einen Eingriff des Staates würde der Abbau der Ressource jedoch im Einklang mit der individuellen und damit zu hohen Diskontrate erfolgen. Dies führt zu einem zu schnellen Abbau der Ressource.

Während das Vorliegen unvollständiger Information einen Abbau zunächst nur nach dem *Vorsichtsprinzip* notwendig macht («lieber den Verbrauch heute etwas mehr reduzieren – wir wissen nicht, was die Zukunft bringt»), muss aus der zu hohen Diskontrate die *Notwendigkeit* abgeleitet werden, die Geschwindigkeit des Ressourcenabbaus zu reduzieren. Eingriffe des Staates im Rahmen der Ressourcenpolitik sollten demnach diesem Ziel dienen.

Reduktion der Geschwindigkeit
des Ressourcenabbaus

Drittens gilt es aus Sicht des Staates, einen effizienten Abbau der Ressource sicherzustellen, damit jede Einheit der nicht erneuerbaren Ressource nach heutigen technischen Standards so wirksam wie möglich genutzt werden kann. Dies impliziert die Förderung der Forschung an neuen und die Förderung des Einsatzes aktueller Technologien als weiteres Ziel im Rahmen der Ressourcenpolitik.

Effizienter Ressourceneinsatz
Voraussetzung für Optimum

Um eine auf dynamische Sicht nachhaltige und effiziente Nutzung der Ressource zu erreichen, kann eine Kombination verschiedener Massnahmen eingesetzt werden.

Zunächst gilt es grundsätzlich, einen Strukturwandel weg von ressourcenintensiven zu ressourcenschonenden Industrien nicht zu behindern. Darüber hinaus kann durch die Weiterentwicklung der technischen Möglichkeiten und die Ausgestaltung einer Steuer auf die Ressource dem Ziel grösserer Generationengerechtigkeit näher gekommen werden. Der Einfluss technischer Weiterentwicklung und die Wirkung einer Ressourcensteuer sollen in ihrer Wirkung auf dieses Ziel im Folgenden kurz dargestellt werden.

3.3.1 Technische Weiterentwicklung

Technische Weiterentwicklung ist von zentraler Bedeutung in der Ressourcenpolitik, da durch technischen Fortschritt das effektive Ressourcenvorkommen erhöht werden kann und damit die Nutzung der Ressource verbessert wird. Jedoch erfolgt auch für technischen Fortschritt bzw. Innovationen keine optimale Bereitstellung durch den Markt.

Die Notwendigkeit einer staatlichen Regulierung von Forschung und Entwicklung folgt aus den Charakteristika des Gutes «Wissen»: Ideen oder neue Erkenntnisse erhöhen den Wissensstand in einer Gesellschaft, an den nun jeder einzelne weitere Forschungen anschliessen kann. Damit nutzt das Wissen nicht nur dem Erfinder, sondern kommt der gesamten Gesellschaft zugute. Da der Erfinder jedoch nur mit dem individuellen Grenznutzen seiner Erfindung vergütet wird und nicht mit dem Nutzen, den seine Erfindung für die gesamte Gesellschaft hat, spricht man hier von einem positiven externen Effekt. Im Gegensatz zum negativen externen Effekt kommt es hier zu einer

Forschung und Entwicklung
enthalten positiven externen
Effekten

Unterbereitstellung des Gutes «Wissen», gemessen am gesamtwirtschaftlichen Optimum.

Die Politik hat in diesem Fall die Aufgabe, die marktwirtschaftlich bereitgestellte Menge an Forschung und Entwicklung an das gesamtwirtschaftliche Optimum anzupassen. Als Massnahmen stehen die Subventionierung von Forschung und Entwicklung in Unternehmen und Instituten und Unterstützung der Bildung allgemein zur Auswahl. Allerdings ist auch die Patentierung bzw. der Schutz der Erfindung notwendig, um die Rentabilität angesichts der hohen Forschungskosten zu gewährleisten und Anreize für die Forschung an Lösungen zu setzen.

Staat muss Anreize für Forschung und Entwicklung schaffen

In der Literatur werden zwei Formen von Innovationen unterschieden. Man spricht von faktorneutralen Innovationen, wenn technologischer Fortschritt die Produktivität aller Produktionsfaktoren erhöht. Im Gegensatz dazu existieren faktorspezifische Innovationen, durch die die Nutzung eines speziellen Faktors effizienter wird. In Bezug auf natürliche Ressourcen bewirken faktorspezifische Innovationen damit einen effizienteren Ressourceneinsatz und einen geringeren Ressourcenverbrauch pro produktive Einheit, weshalb es diese zu fördern gilt.

Faktorneutrale versus faktorspezifische Innovationen

Trotz gesteigerter Effizienz muss aber nicht notwendigerweise die abgebaute Menge zurückgehen. Grund dafür ist das Vorliegen von sogenannten Substitutions- und Skaleneffekten. Der Substitutionseffekt entsteht, wenn der Einsatz einer Ressource durch Fortschritte in der Technologie effizienter wird und man für die Herstellung einer bestimmten Menge nun insgesamt weniger von der Ressource benötigt. Die Ressourcenintensität sinkt. Die Reduktion des Ressourceneinsatzes auf individueller Ebene kann aber überkompensiert werden, wenn es durch die relative Verbilligung zu einem Mehrverbrauch auf gesamtwirtschaftlicher Ebene kommt. Man spricht hier von einem Skaleneffekt. Nur solange der Substitutionseffekt den Skaleneffekt überwiegt, wird es zu einer langsameren Extraktion einer nicht erneuerbaren Ressource kommen. In diesem Fall hat technologischer Fortschritt das Potenzial, Nachhaltigkeit zu erhöhen.

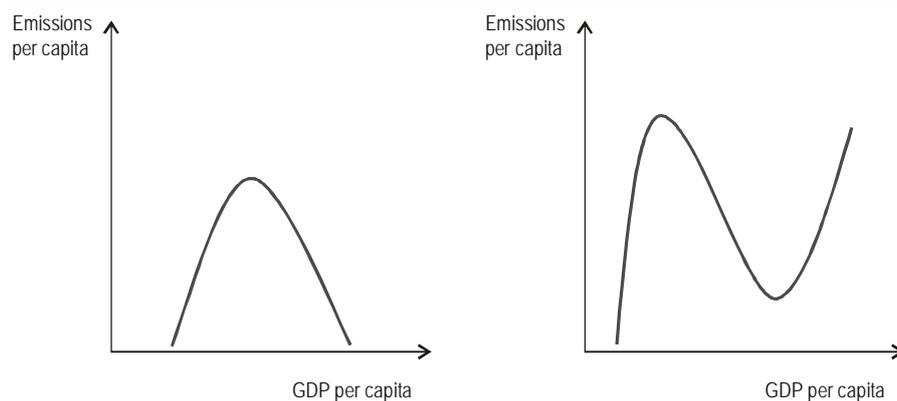
Substitutions- und Skaleneffekte

Die Environmental Kuznets Curve (EKC)

Die Environmental Kuznets Curve (EKC) dient als ein Beispiel in der Literatur, anhand dessen der wechselseitige Einfluss von Skalen- und Substitutionseffekt illustriert werden kann. Die EKC beschreibt einen invers u-förmigen Zusammenhang zwischen ökonomischer Entwicklung und einem Umweltverschmutzungsindikator (z. B. SO_2): Ökonomisches Wachstum geht zunächst mit einem Anstieg der Verschmutzung einher, welche jedoch ab einem bestimmten Niveau wieder zurückgeht. Die U-Form wird begünstigt durch den Strukturwandel von einer durch Landwirtschaft geprägten Wirtschaft hin zu einer industrialisierten Wirtschaft und deren Weiterentwicklung zu einer dienstleistungsorientierten Ökonomie. Der Rückgang der Verschmutzung ab einem bestimmten Einkommensniveau wird durch Substitutionseffekte ausgelöst: die alte Technologie wird durch neue, sauberere Technologien ersetzt. Kommt es jedoch aufgrund der Weiterentwicklung der Technologie zu einer relativen Vergünstigung der Verschmutzung, kann der SO_2 -Ausstoss insgesamt höher sein als zuvor – der Skaleneffekt überwiegt den Substitutionseffekt. In diesem Fall wäre der graphische Zusammenhang von wirtschaftlicher Entwicklung und Umweltverschmutzungsindikator durch eine N-Form beschrieben (siehe z. B. Shafik 1994).

Abb. 7 > Zusammenhang von Einkommen und Umweltverschmutzung

Verschiedene Verläufe des Zusammenhangs von Einkommen und Umweltverschmutzung sind denkbar: Der invers u-förmige Verlauf, der normalerweise als Environmental Kuznet's Curve bezeichnet wird und bei dem der Substitutionseffekt ab einer bestimmten Grösse den Skaleneffekt überwiegt, oder ein n-förmiger Verlauf, bei dem der Skaleneffekt den Substitutionseffekt überwiegt.



Quelle: durch Autoren erstellt

3.3.2 Die Besteuerung als ein Instrument im Rahmen der Ressourcenpolitik

Für die Regulierung des Ressourcenverbrauchs und des CO₂-Ausstosses ist die Ressourcenbesteuerung ein verbreitetes Instrument und soll aus diesem Grund hier kurz gesondert in seiner Wirkung auf die Ziele Effizienz und Generationengerechtigkeit vorgestellt werden⁶. Eine Steuer kann sowohl eingesetzt werden, um die Internalisierung des externen Effektes zu erreichen und somit ein effizientes Marktgleichgewicht herzustellen; sie kann aber auch für die Erreichung grösserer Generationengerechtigkeit verwendet werden, indem sie die Abbaugeschwindigkeit der Ressource reduziert.

Steuer kann potentiell externen Effekt internalisieren...
... und Abbaugeschwindigkeit reduzieren

Eine Internalisierung des externen Effektes und somit eine effiziente Marktlösung kann durch die Erhebung einer Steuer erreicht werden, wenn der Wert der Steuer dem monetären Wert des externen Effektes genau entspricht. Für die Sicherstellung der Effizienz muss die Steuer im weiteren Verlauf nur dann verändert werden, wenn der monetäre Wert des externen Effektes sich verändert.

Wert der Steuer gleich monetärem Wert des externen Effektes

Wird die Steuer mit dem Ziel, grössere Generationengerechtigkeit herzustellen, eingeführt, ist die dynamische Ausgestaltung des Steuerpfades entscheidend. Drei Möglichkeiten der Ausgestaltung und ihre jeweiligen Auswirkungen sollen im Folgenden am Beispiel einer Steuer auf nicht erneuerbare Ressourcen kurz erläutert werden.

Dynamische Ausgestaltung des Steuerpfades entscheidend

Es kann gezeigt werden, dass eine Steuer, deren abdiskontierter Wert (Barwert) über die Zeit konstant ist, lediglich einen Umverteilungseffekt erzeugt und damit dem Ziel grösserer Generationengerechtigkeit nicht näherkommt: Das die Steuer erhebende Land wird lediglich einen Teil des Gewinns, der beim Verkauf der Ressource entsteht, für sich einbehalten. Der Marktpreis, zu dem die Ressource verkauft wird, ändert sich nicht, sodass es zu keiner Änderung der nachgefragten und gehandelten Rohstoffmenge kommt. Es entsteht kein Anreiz für den Produzenten, seine Extraktionsentscheidung zu verändern, sobald er mit der Extraktion begonnen hat. Der Gewinn aus dem Verkauf der Ressource sinkt genau um das Steueraufkommen, sodass ein geringerer Anreiz für den Ressourcenbesitzer besteht, in Explorationen zu investieren.

Steigt der Barwert der Steuer, kommt es zu einer Verschiebung der Extraktion von morgen auf heute. Dies wirkt kontraproduktiv auf das Ziel verbesserter Nachhaltigkeit. Ein solcher Steuersatz ist vergleichbar mit einer fortlaufenden Verringerung des erzielbaren Preises und damit der Rente in der Zukunft, sodass der Produzent versuchen wird, seine Ressource schneller als bisher zu verkaufen.

Alleine eine Steuer, deren Barwert sinkt, unterstützt das Ziel verbesserter Nachhaltigkeit: Durch eine sehr hohe Steuer zu Beginn und einem langsamen Absinken der Steuer über die Zeit ist es rational für den Ressourcenbesitzer, weniger als bisher in der Gegenwart abzubauen und die Extraktionsmengen mit dem Absinken der Steuer auszuweiten. Ein über die Zeit abnehmender Steuersatz ist politisch jedoch schwer umsetzbar. Es wäre notwendig, dass über Regierungswechsel hinweg eine derartige Steuer-

Sinkender Barwert der Steuer notwendig, um Nachhaltigkeit zu erreichen

⁶ Generell gilt, dass für jedes Marktversagen ein Instrument eingeführt werden sollte, damit potenziell kontraproduktiv wirkende Interaktionen der Massnahmen vermieden werden können.

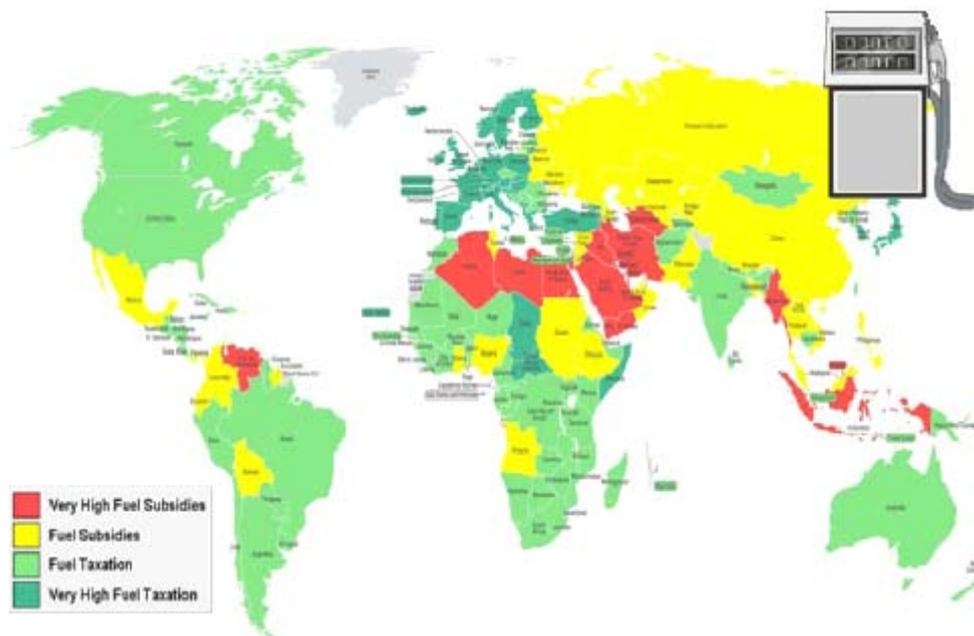
politik glaubwürdig kommuniziert würde und die Erhebung einer Steuer auf die Ressource politisch umsetzbar ist. Ohne ausreichende Glaubwürdigkeit dieser Massnahme würde keine Änderung der Extraktionsentscheidung des Ressourcenbesitzers stattfinden.

Eine Ressourcenbesteuerung wie sie im Moment auf fossile Energien in Europa stattfindet, bewirkt aufgrund des über die Zeit konstant bis ansteigend ausgestalteten Steuersatzes die Abschöpfung der Rente der ressourcenexportierenden Länder. Während dieser Zusammenhang theoretisch leicht nachzuvollziehen ist, gestaltet sich ein empirischer Nachweis aufgrund fehlender Daten schwierig. Als Indiz für den Umverteilungseffekt kann jedoch die Betrachtung der global unterschiedlichen Ausgestaltung der Erdölsteuer dienen, die zeigt, dass Länder mit vielen Vorkommen dazu tendieren, keine Steuer zu setzen. Eine Ausnahme mag hier Norwegen sein, das über eine grosse Menge an Erdölvorkommen verfügt und dennoch eine Steuer auf Erdöl eingeführt hat.

Ressourcenbesteuerung
in Europa führt zu Abschöpfung
von Rente

Abb. 8 > Internationale Besteuerung von Ölprodukten

Die Weltkarte kennzeichnet, in welchen Ländern Ölprodukte besteuert bzw. subventioniert werden. Auffällig ist die hohe Besteuerung ressourcenarmer Länder und die Subventionierung bzw. niedrige Besteuerung ressourcenreicher Länder.



Quelle: Gesellschaft für technische Zusammenarbeit (GTZ), International Fuel Prices 2005

Neben der Besteuerung der Ressourcenverwendung können auch Instrumente zur Bekämpfung des CO₂-Ausstosses dem Ziel einer verbesserten Nachhaltigkeit dienlich sein: Die Reduktion des CO₂-Ausstosses geht meist mit der Reduktion der Nachfrage nach Ressourcen einher und bewirkt somit einen langsameren Abbau der Ressource und damit grössere Generationengerechtigkeit. Die Einführung des Emissionszertifikatehandels in der EU als eine Form der Mengenbeschränkung in der EU ist demnach auch für die Erreichung verbesserter Nachhaltigkeit wünschenswert. Diese Instrumente sind jedoch nur dann wirkungsvoll, wenn die Massnahmen auf globaler Ebene durchgesetzt werden, sodass ein Trittbrettfahrerverhalten vermieden wird: Die Reduktion der Nachfrage nach einer Ressource in einem Land und der damit einhergehende Preisverfall darf nicht zu einem vermehrten Konsum in anderen Ländern führen.

4 > Empirie

In Kapitel 2 wurden die theoretischen Grundlagen für die Entwicklung der Ressourcenpreise sowie für die optimale Extraktion dargestellt und Möglichkeiten aufgezeigt, weshalb es zu Abweichungen von den optimalen Bedingungen kommen kann. Kapitel 3 hat auf Grundlage der Marktversagen verschiedene Politikfelder definiert und gezeigt, wie jeweils eine Verbesserung der Wohlfahrt herbeigeführt werden kann. Während der Fokus der vorangegangenen Kapitel auf einer theoretischen Beleuchtung der Funktionsweise der Ressourcenmärkte lag, sollen im folgenden Kapitel die empirischen Zusammenhänge dargestellt werden und Ursachen für mögliches Abweichen zwischen Empirie und Theorie aufgezeigt werden. Das erste Unterkapitel soll zunächst einen allgemeinen Überblick über den Verlauf der Preise auf den Ressourcenmärkten geben, indem der Preisverlauf allgemein und für drei Beispiele skizziert wird. Die danach folgenden Unterkapitel beschreiben zwei unterschiedliche Betrachtungshorizonte: Das erste Unterkapitel behandelt die kurze bis mittlere Frist. Das zweite Unterkapitel die lange Frist. Grund dieser Zweiteilung sind einerseits die unterschiedlichen Einflussfaktoren, die auf die Betrachtungszeiträume wirken und andererseits die verschiedenen Bedingungen für das Erreichen einer optimalen Marktlösung. Für beide Betrachtungshorizonte sollen Ursachen für Suboptimalität aufgelistet werden und mögliche Massnahmen für deren Beseitigung/Linderung erläutert werden.

4.1 Analyse Preisverlauf

4.1.1 Historischer Preisverlauf

Der Preisverlauf für nicht erneuerbare Ressourcen kann schematisch in sechs Phasen unterteilt werden. Die angegebenen Jahreszahlen dienen nur als Richtlinie und werden in der Literatur unterschiedlich gesetzt.

Tab. 3 > Phasen des Preisverlaufs

Folgende Tabelle stellt die sechs Phasen des Ressourcenpreisverlaufs charakteristisch dar und beschreibt den wirtschaftshistorischen Hintergrund der jeweiligen Phase.

Phase	Zeitraum	Preisbewegung	Wirtschaftshistorischer Hintergrund
I	Bis 1920	Konstant bzw. leicht ansteigend	Industrialisierung; Aufrüstung erster Weltkrieg
II	1920–1970	U-Form	Ende des ersten Weltkrieges; Erliegen der wirtschaftlichen Aktivität aufgrund Weltwirtschaftskrise («Great Depression»); während bzw. nach Ende des zweiten Weltkriegs Anstieg der Ressourcenpreise; technische Weiterentwicklungen einerseits und abnehmende Reinheit der abgebauten Ressource andererseits führen zu dem beobachteten Wechsel im Preistrend
III	1970–1984	Stark fluktuierend	1. & 2. Ölkrise führen zu Preissprüngen
IV	1985–2000	Stagnation auf niedrigem Niveau	Fortwährende technische Weiterentwicklung, Entwicklung von Substituten und Strukturwandel ermöglichen ein Absinken und dauerhaft niedrigeres Preisniveau
V	2000–2007	Stetiger Preisanstieg	«Politik der niedrigen Zinsen», starker Anstieg der Nachfrage aufgrund Wachstum von Indien und China; Vermutungen über Aufbau einer Preisblase
VI	2008–?	Preisverfall	Abrupter Preisverfall der wichtigsten Rohstoffe infolge der Finanz- und Wirtschaftskrise; Rückgang der weltweiten Nachfrage nach Ressourcen

4.1.2 Beispiel Erdöl

Erdöl wird seit Beginn des 20. Jahrhunderts wirtschaftlich genutzt. Die Intensität der Nutzung nahm seitdem stetig zu, sodass Erdöl seit den 1960er-Jahren die wichtigste Energiequelle der Welt ist. Da die Ressource aber erst nach dem zweiten Weltkrieg wirklich bedeutend wurde, weicht der Preisverlauf in den Phasen I&II von dem oben beschriebenen Schema ab: Sein Preis verläuft bis zu Beginn der 1970er-Jahre relativ flach. Die rasch gewachsene Bedeutung der Ressource wird jedoch während der beiden Erdölkrisen (1973 & 1979/1980) ersichtlich: Der Preis nimmt über diesen Zeitraum ein um ein vielfaches höheres Niveau an und gipfelt in einem Erdölpreis von knapp über 90 \$ (real, 2005 in US-Dollar) pro Barrel im Jahr 1979/1980. Der hohe Preis führt zu Stagnation und Rezession und heizt die Diskussion um die Abhängigkeit der Weltwirtschaft vom Erdöl erstmals an. Erst Mitte der 1980er-Jahre pendelte sich der Preis auf einem niedrigeren Niveau von etwa 30 \$/Barrel ein, wo er in etwa über die kommenden 15 Jahre verblieb. Das Absinken des Preises ist auf die Entdeckung neuer Vorkommen (z. B. Nordsee), die Entwicklung von Substituten, einer Steigerung der Ressourceneffizienz und technische Fortentwicklung zurückzuführen. So benötigen entwickelte Länder heute nur noch halb so viel Erdöl pro Euro BIP wie noch in den 1970er-Jahren. Mit der asiatischen Wirtschaftskrise und den Anschlägen des 11. September 2001, stieg der Preis für Erdöl jedoch erneut und erreichte im Juni 2008 einen realen Höchststand von knapp 120 \$ real⁷. Mit dem Ausbrechen der Finanzkrise stürzte der Ölpreis im Dezember auf rund 35 \$/Barrel (real) ab und erreichte damit Werte, die zuletzt 2003 beobachtet wurden.

Verflechtung von Weltwirtschaft und Erdölpreis

⁷ Im Juli 2008 wurde der nominale Höchststand von 147 US-Dollar pro Barrel erreicht.

Abb. 9 > Realer Preisverlauf Erdöl

Der reale Preisverlauf des Erdöls weist ab Phase III die typischen Charakteristika auf.



Quelle: www.data360.org; Datenfrequenz: monatlich, beginnend im Januar 1946, bis Februar 2009; nominale Preise wurden 2005 in US-Dollar umgerechnet. Der hier verwendete Preis für West Texas Intermediate Oil dient weltweit als Benchmark für den Ölpreis; andere Ölsorten wie das Brent Crude Oil oder Dubai Crude weichen von diesem Preis meist nur geringfügig ab.

4.1.3

Beispiel Kupfer

Der Kupferpreis spiegelt – ebenso wie der für Erdöl – die gesamtwirtschaftlichen Entwicklungen wider, da Kupfer in einer Vielzahl von Bereichen Anwendung findet. Beispielsweise wird es im Hausbau (Elektro- und Sanitärinstallationen, Dächer), in der Infrastruktur und neuerdings auch bei der Chipherstellung verwendet. Neben dem Einfluss, den gesamtwirtschaftliche Entwicklungen auf den Kupferpreis haben, ist auch die technische Fortentwicklung für den Kupferpreis entscheidend.

Kupfer stellt das dritt wichtigste Metall der Welt dar. Auch als «rotes Gold» bezeichnet wird es seit mehr als 10000 Jahren wirtschaftlich eingesetzt. Daten zur Nutzung der Ressource reichen bis 1870 zurück. Die wachsende Intensität der Kupferverwendung während der Industrialisierung und des ersten Weltkrieges spiegelte sich in hohen und teilweise stark fluktuierenden Preisen wider (Phase I). Nach Ende des ersten Weltkrieges sank der Preis für Kupfer ab und verblieb auf einem relativ niedrigen Niveau. Als Ursachen für das Absinken des Preises sind gesamtwirtschaftliche Entwicklungen wie die «Great Depression» und der damit einhergehende Rückgang der wirtschaftlichen Aktivität zu nennen; aber auch der technische Fortschritt entlang der gesamten Wertschöpfungskette des Kupfers. Erst Mitte der 30er Jahre und seit dem zweiten Weltkrieg begann sich dieser Abwärtstrend im Preis umzudrehen, sodass der Preis aus der Perspektive der 1980er-Jahre eine U-Form durchlief. Der erneute Anstieg des Preises wurde auf die Abnahme der Reinheit des abgebauten Rohstoffes zurückgeführt, der die Kosten für den Abbau in die Höhe trieb (Slade 1982).

Technische Entwicklungen
beeinflussen Kupferpreise massiv

Während der Erdölkrisen stieg durch die gesamtwirtschaftliche Entwicklung, die Verunsicherung und den hohen Ölpreis auch der Kupferpreis an (Phase III). Während man

Recycling konnte Knappheit
lange mildern

zu Beginn der 1980er-Jahre einen fortwährenden Anstieg des Kupferpreises erwartet hatte, führten technische Neuerungen zum Gegenteil: der Preis für Kupfer sank und verblieb auf einem niedrigen Niveau bis zu Beginn des neuen Jahrtausends (Phase IV). Mithilfe eines neuen Extraktionsprozesses für Kupfer (SX-EW) konnten die Kosten beim Schmelzen und Raffinieren deutlich gesenkt werden, die Gewinnung von Kupfer *in situ* (d. h. ohne dass Material aus dem Boden gehoben werden muss) und vor allem die Widergewinnung von bereits verarbeitetem Kupfer (Recycling) wurden möglich, was zu einer Vergrößerung der verfügbaren Menge an Kupfer führte. Dank dieser Entwicklung konnte die zunehmende Nachfrage nach Kupfer lange Zeit zu einem nahezu konstanten Preis bedient werden. Mit dem Wirtschaftsboom der Schwellenländer Indiens und Chinas zu Beginn des Jahrtausends überstieg das Wachstum der Nachfrage nach Ressourcen jedoch die Kapazitäten und führte zu einem Anstieg des Preises (Phase V). Infolge der Finanzkrise sank auch der Preis für Kupfer in Phase VI ab.

Abb. 10 > Realer Preisverlauf Kupfer

Anhand des realen Preisverlaufs für Kupfer können die Phasen I-V nachvollzogen werden. Da die Daten für 2008 noch nicht vorhanden sind, ist Phase VI hier nicht ersichtlich. Der Preisverfall ist jedoch auch auf dem Kupfermarkt zu beobachten.



Datenquelle: US Geological Survey; Datenfrequenz: jährlich, beginnend 1900, bis 2007; der nominale Preis wurde 1998 in US-Dollar umgerechnet.

4.1.4 Beispiel Indium

Indium ist ein seit relativ kurzer Zeit bedeutender Rohstoff: seit Mitte der 1980er-Jahre wird er vor allem für die Produktion von Liquid Crystal Displays (LCD) verwendet, die sich in Mobiltelefonen, Flachbildschirmen, Digitalkameras, Uhren und einer Vielzahl weiterer technischer Geräte verwendet werden. Daneben ist Indium vor allem im Einsatz bei der Herstellung von Photovoltaik-Anlagen oder elektronischen Komponenten wie Infrarotdetektoren. Damit ist die Verwendung von Indium weniger breit gefächert als die von Erdöl und Kupfer.

Indium ist abhängig von der Nachfrage nach Zink, da es hauptsächlich als Nebenprodukt beim Abbau von Zink gewonnen wird. Indium wurde in jüngster Vergangenheit bekannt, da eine baldige Erschöpfung der Vorräte erwartet wird. Die NZZ berichtet,

Anwendungsbereiche von Indium

Knappheit von Indium befürchtet

dass «Indium (...) wohl das erste Element (ist), das nach Angaben des U.S. Geological Survey (USGS) weltweit zur Neige gehen wird. Gemäss den jüngsten Extrapolationen dürfte dies in der ersten Hälfte des kommenden Jahrzehnts passieren» (7. Dezember 2005, NZZ). In anderen Darstellungen wird jedoch darauf verwiesen, dass die Knappheit nur durch den Rückgang des Abbaus von Zink erzeugt wurde und keine natürliche Verknappung der Ressource besteht.

Trotz der Unterschiede in Angebots- und Nachfragestrukturen im Vergleich zu Erdöl und Kupfer weist der Preisverlauf von Indium ein ähnliches Schema auf wie die beiden vorher betrachteten Ressourcen: Ausgehend von einem extrem hohen Preisniveau für Indium vor 1947 (Phase I) führten technische Weiterentwicklungen auf dem Markt für Zink und Indium zu einem Absinken des Preises (Phase II), der durch die Erdölkrisen unterbrochen wurde. Der Preis für Indium verfünffachte sich während dieser Zeit (Phase III) und sank wie bei den anderen betrachteten Ressourcen erst zu Beginn der 80er Jahre wieder auf ein niedrigeres Niveau. Dieses wurde für die kommenden 15 Jahre beibehalten (Phase IV). In dieser Phase kam es zweimal zu Preisausschlägen, die auf anderen Märkten (z. B. Erdöl) nur in einem geringeren Ausmass festgestellt wurden. Mit Beginn des neuen Jahrtausends stieg auch der Preis für Indium (Phase V) und fiel in 2008 stark ab (Phase VI).

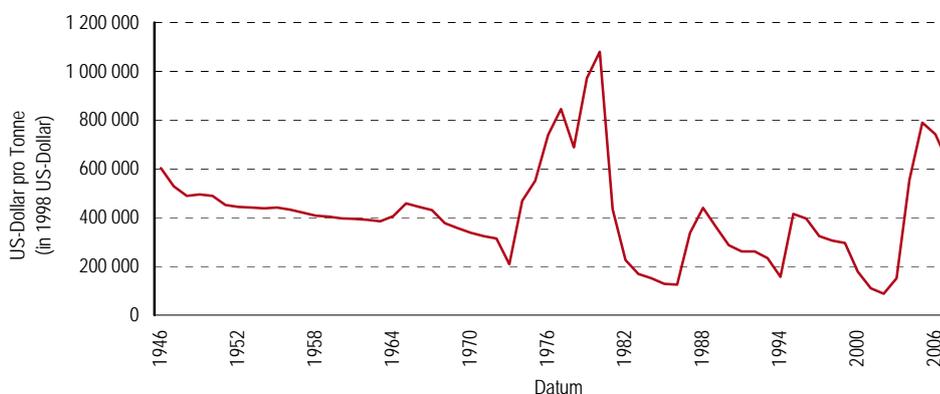
Auffällig beim Preis für Indium ist die hohe Volatilität, deren Ursache in der Abhängigkeit des Indiums vom Zinkabbau vermutet werden kann: Eine hohe Nachfrage nach Indium führt erst dann zu einer Ausweitung des Angebots von Indium, wenn auch die Nachfrage nach Zink ansteigt. Der Angebotsengpass auf dem Markt für Indium würde entsprechend einen vergleichsweise starken Preisanstieg zur Folge haben.

Indium zeigt schematischen Preisverlauf

Volatilität des Preises von Indium teils durch Abbauprozess bedingt

Abb. 11 > Realer Preisverlauf Indium

Indium weist ebenfalls das charakteristische Preisschema auf. Der Preis dieses Rohstoffes zeichnet sich zusätzlich durch eine hohe Volatilität im Vergleich zu Kupfer und Erdöl aus.



Datenquelle: US Geological Survey; Datenfrequenz: jährlich, beginnend 1946, bis 2007; der nominale Preis wurde 1998 in US-Dollar umgerechnet.

4.1.5 Betrachtung zweier Preisregimes: Die kurze bis mittlere versus die lange Frist

Wie bereits in Kapitel 2 erläutert, gilt es bei der Analyse der Ressourcenmärkte zwischen einer eher kurz- bis mittelfristigen Sicht und einer langfristigen Sicht auf die Preisentwicklung und die den Preis beeinflussenden Faktoren zu unterscheiden. Eine solche kann analog zu der Unterscheidung zwischen konjunkturellen Schwankungen und langfristiger wirtschaftlicher Entwicklung erfolgen: Preistrends mit einer Dauer von 0 bis 3 bzw. 3 bis 8 Jahren werden als kurz- bis mittelfristig wirkende Preistrends bezeichnet (analog konjunkturelle Schwankungen). Der langfristige Trend ergibt sich aus der Betrachtung der Preisentwicklung über den gesamten, bisher anhand von Daten rekonstruierbaren Zeithorizont (langfristiges Wirtschaftswachstum). Ursache für die Unterscheidung in die beiden Preisregimes ist die unterschiedliche Dauer der Wirkung von Faktoren, die den Preis von Ressourcen beeinflussen: Ein Faktor, der lediglich das kurzfristige Gleichgewicht von Angebot und Nachfrage verändert, jedoch zu keiner Verschiebung des langfristig optimalen Extraktionspfades führt, wird als Einflussfaktor des Preises der kurzen bis mittleren Frist verstanden. Ein Faktor, der zu einer Verschiebung des Extraktionspfades und damit des langfristig optimalen Gleichgewichts führt, wird als Einflussfaktor des Preises der langfristigen Sicht gesehen.

In den folgenden Unterkapiteln soll dargelegt werden, wie der Preisverlauf in der kurzen bis mittleren bzw. langen Frist in der Vergangenheit aussah und welche Charakteristika sich festhalten lassen, die im darauf folgenden Kapitel auf Optimalität geprüft werden sollen.

4.1.5.1 Preisverlauf in der kurzen bis mittleren Frist und auffällige Beobachtungen

Die Ressourcenmärkte sind in der kurzen bis mittleren Frist durch starke Preisschwankungen gekennzeichnet, wie die Beispiele Erdöl, Indium und Kupfer gezeigt haben. Innerhalb weniger Monate kann sich der Wert der Ressource stark verändern. So fiel der Preis für Erdöl beispielsweise im Monat Dezember 1985 von 48.65 \$ (real in 2005 US-Dollar) auf 27.60 \$ im Februar 1985, was einem Wertverlust von 43,3 % in zwei Monaten entspricht. Im Gegenzug stieg der Preis für Erdöl von 27.91 \$ im Juli 1990 auf 49.58 \$ im September 1990 – eine Steigerung von 77,6 % in zwei Monaten. Jedoch war der reale Preisanstieg, der in den Jahren 2003 bis 2008 stattfand, der längste anhaltende und stärkste Aufwärtstrend der Geschichte: der Ölpreis vervierfachte sich in dieser Zeit von etwa 32 \$ im Juli 2003 auf 118 \$ im Juli 2008. Diese Preissteigerungsraten waren jedoch nicht nur auf dem Erdölmarkt zu beobachten, sondern fanden in ähnlicher Form auf fast allen Märkten für nicht erneuerbare Ressourcen statt. Dies kann an dem Commodity Metals Index illustriert werden, der aus den 49 wichtigsten Rohstoffen (ausser Erdöl) gebildet wird: Er stieg von etwa 50 im Jahr 2001 auf 200 Punkte im Jahr 2007 an, was einem Anstieg von rund 200 % in sechs Jahren entspricht. Die Preissteigerungsraten für Rohstoffe im Einzelnen fielen entsprechend beeindruckend aus: Der seit 2001 bis 2007 gemessene jährliche Durchschnitt des Preisanstiegs belief sich für Aluminium auf 38 %, für Nickel auf 36 %, für Blei auf 32 % und für Kupfer auf 26 % (Livernois 2009).

Kurzfristig extrem hohe
Preisschwankungen

Abb. 12 > Rohstoffpreisindex

Der aus den wichtigsten Rohstoffen gebildete Commodity Metals Price Index wies einen enormen Preisanstieg über die vergangenen Jahre auf. Dieser Anstieg endete mit einem abrupten Preisverfall in 2008.



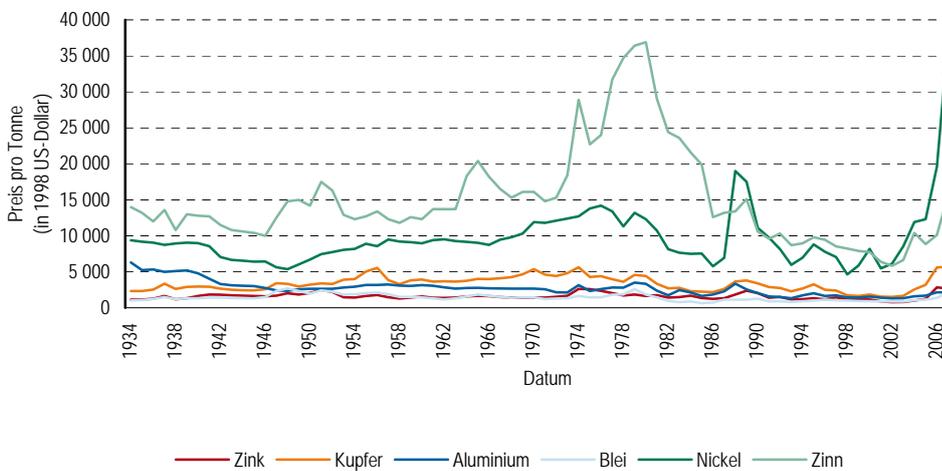
Quelle: IMF; Commodity Metals Price Index, 2005 = 100, enthält u.a. Kupfer, Aluminium, Eisen, Zink, Nickel, Zinn, Erz, Blei, Uran

Die Analyse der Preise der Ressourcen macht deutlich, dass sich Trends zeitgleich auf mehreren Märkten durchsetzen. Unten stehende Grafik verdeutlicht die gleichförmige Bewegung für die Ressourcen Zink, Aluminium, Blei, Kupfer, Nickel und Zinn im Zeitraum von 1934 bis 2007. Beachtenswert sind die gemeinsamen Preisausschläge während der ersten und zweiten Erdölkrise und die anschließende gemeinsame Phase der Preiserholung.

Starke Korrelation der Ressourcenpreise

Abb. 13 > Vergleich realer Rohstoffpreise ausgewählter Ressourcen

Die Preise für die Rohstoffe Aluminium, Blei, Kupfer, Nickel und Zinn weisen einen schematisch ähnlichen Preisverlauf auf.

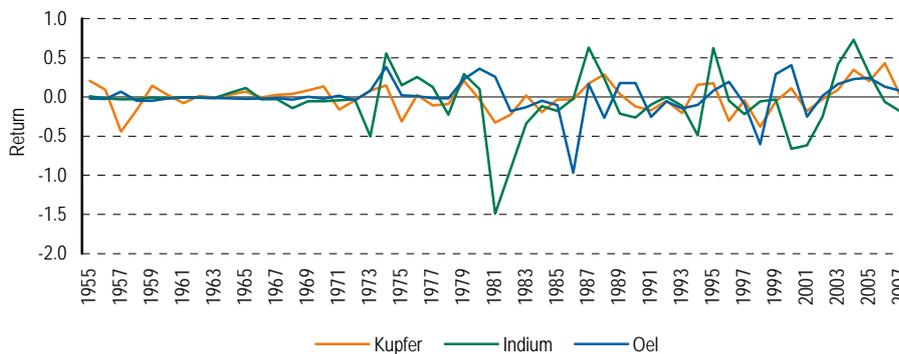


Datenquelle: US Geological Survey; Datenfrequenz: jährlich, beginnend, 1934 bis 2007; der nominale Preis wurde 1998 in US-Dollar umgerechnet

zeichnet sind. Damit lässt sich folgern, dass entgegen der weitläufigen Meinung auf lange Sicht kein Preistrend auf den Ressourcenmärkten festzustellen ist.

Abb. 15 > Wachstumsrate der Preise im Vergleich

Sowohl positive als auch negative Wachstumsraten der Preise für Kupfer, Öl und Indium sind beobachtbar und belegen, dass kein eindeutiger langfristiger Trend auf den Märkten vorlag.



Datenuelle: US Geological Survey für Kupfer & Indium; EIA für Öl

4.1.5.3 Zusammenfassung und Ausblick

In der kurzen bis mittleren Frist können Preisausschläge sehr stark ausfallen und innerhalb eines sehr kurzen Zeitraumes auftreten. Es herrscht somit grosse Volatilität der Preise auf den Ressourcenmärkten, was ein hohes Mass an Planungsunsicherheit für alle Wirtschaftszweige zur Folge hat. Zum Zweiten scheinen Preisausschläge der Ressourcen fast immer gleichzeitig stattzufinden. Dies weist entweder auf eine gleiche Fundamentalursachen (z. B. Konjunkturzyklus) hin oder auf eine Nachahmung von Preistrends anderer Ressourcen. Letzteres wäre mit der Ausbildung von Preisblasen (vgl. Kap. 2) gleichzusetzen, bei denen der Marktwert der Ressource von dem Fundamentalwert der Ressource abweicht und letztlich zu wohlfahrtsverzerrenden Effekten führt. Zuletzt scheinen die Preise auf den Ressourcenmärkten eng mit der konjunkturellen Entwicklung zusammenzuhängen. Im Gegenzug haben Preisschocks in der Vergangenheit zu einer Verstärkung oder Umkehr von Konjunkturzyklen geführt, was die Notwendigkeit planbarer und stabiler Ressourcenpreise verdeutlicht. Auf lange Sicht zeigt sich jedoch, dass die Preise bisher noch keinem eindeutigen Trend gefolgt sind: Auf eine Phase hoher Preise folgte stets eine Phase niedriger Preise.

Während die kurze bis mittlere Frist demnach durch hohe Volatilität der Preise und möglichem Aufbau von Preisblasen gekennzeichnet ist, die zu einem hohen Mass zu Planungsunsicherheit beitragen und Konjunkturschwankungen verstärken können, scheinen die Preise in der langen Frist weitestgehend trendlos. Wie vertragen sich diese Beobachtungen mit der Vorstellung eines optimalen Ressourcenmarktes in der kurzen bis mittleren und langen Frist (Definition von Optimalität im jeweiligen Betrachtungshorizont siehe Kap. 2)?

Dieser Frage soll in den beiden folgenden Unterkapiteln nachgegangen werden.

4.2 Analyse der Ressourcenpreisentwicklung in kurzer bis mittlerer Frist

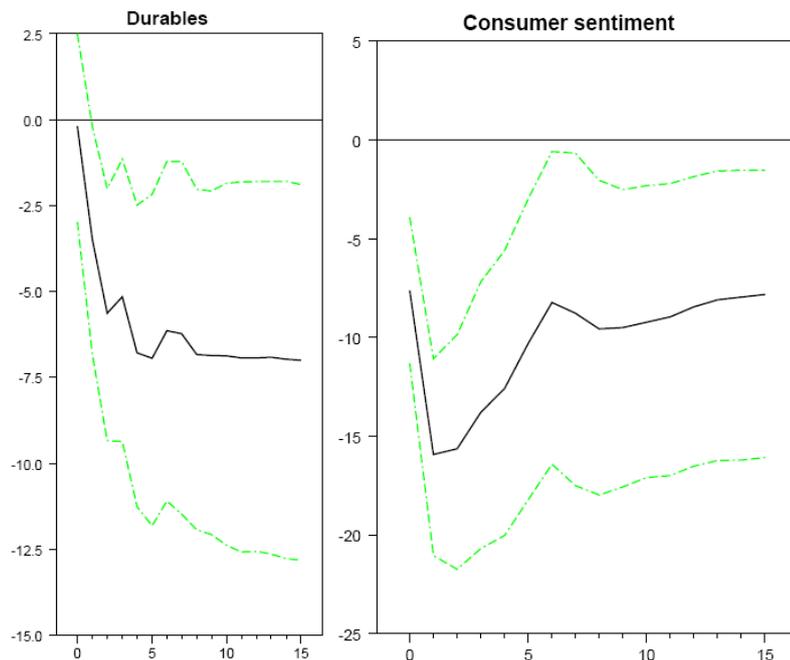
Während hohe Volatilität der Preise keine Ineffizienz des Marktes an sich bedingt, können Preisblasen und mangelnde Planungssicherheit dies durchaus. Ein Vergleich von Rezessionen und Preisschocks hat einen auffälligen Zusammenhang ergeben, deren Ursachen kurz illustriert werden sollen.

Die Auswirkungen eines Ölpreisschocks für eine Volkswirtschaft werden anhand der Veränderungen der Ausgaben für Investitionsgüter – dem «Wachstumsmotor» einer Volkswirtschaft – und des Konsumklimaindexes ersichtlich: Analysen vergangener Ölpreisschocks zeigen, dass ein solches Ereignis zum Einbruch der Ausgaben für Investitionsgüter führt und Indikatoren des Konsumklimas massiv verschlechtert (Hamilton 2009). Daneben sinken auch Ausgaben für Dienstleistungen und Konsumgüter, im Allgemeinen. Analysen zeigen, dass eine Reduktion des verfügbaren Einkommens um 1 % zu einem Einbruch der Investitionen in langlebige Gebrauchsgüter um 5–7 % etwa 3–4 Monate nach diesem Ereignis führt. Die Investitionen erholen sich, wie aus Grafik 16 ersichtlich in den darauf folgenden 15 Monaten nicht mehr. Noch viel stärkere Auswirkungen hat eine solche Reduktion des verfügbaren Einkommens auf das Konsumklima: Es bricht etwa 1–2 Monate um 15 % ein und verbleibt für die darauffolgenden 1,5 Jahre weit unter dem Ausgangsniveau.

Ölpreisschocks wirken auf Investitionstätigkeit

Abb. 16 > Auswirkungen eines Ölpreisschocks auf die Nachfrage nach Investitionsgütern und das Konsumentenklima

Die linke Grafik zeigt, dass eine Reduktion des verfügbaren Einkommens um 1 % aufgrund eines Ölpreisschocks Investitionen in langlebige Gebrauchsgüter (Durables) im Verlauf der folgenden 5 Monate um etwa 7 % reduzieren. Die rechte Grafik zeigt, dass der Konsumklimaindex nach 2 bis 3 Monaten um 15 % einbricht und es zu keiner Erholung in den folgenden 15 Monaten kommt.



Quelle: Hamilton (2009): Auf der Abszisse ist die Zeit in Monaten angegeben. Die Ordinate beschreibt die Reaktion in Prozent von Investitionsgütern (Durable) und dem Konsumklimaindex (Consumer Sentiment) auf eine Reduktion des verfügbaren Einkommens um 1 % ausgelöst durch einen Energiepreisanstieg. Als Referenz (0 %-Linie) gilt der Zustand vor dem Ölpreisschock. Die grünen Linien beschreiben das Konfidenzintervall.

Somit verunsichert ein Ölpreisschock Investoren, längerfristige Anschaffungen zu tätigen, was über den sog. Multiplikatoreffekt von Investitionsausgaben letztlich das Wachstumspotenzial einer Volkswirtschaft auch auf längere Frist hin verringert. Durch Berechnungen des potenziellen BIPs ohne Ölpreisschock konnte in einigen Studien gezeigt werden, dass ohne den Ölpreisschock das BIP jeweils gewachsen und nicht geschrumpft wäre.

Diese Ergebnisse illustrieren, dass starke Preisanstiege Rezessionen begünstigen, was die Bedeutung eines stabilen Ölpreises für die Volkswirtschaft unterstreicht. Im Folgenden sollen mögliche Ursachen aufgeführt werden, die zu starken Preisschwankungen in der kurzen bis mittleren Frist führen können. Soweit möglich, sollen die Auswirkungen der Faktoren anhand der jüngsten Entwicklungen veranschaulicht werden und potenzielle Lösungsansätze skizziert werden.

Stabile Ressourcenpreise
fördern das Wirtschaftswachstum

4.2.1 Einflussfaktoren der kurzen bis mittleren Frist: Die jüngsten Entwicklungen auf dem Ressourcenmarkt

In diesem Kapitel sollen mögliche Ursachen aufgezeigt werden, die zu starken Preisschwankungen führen können. Daneben sollen mögliche politische Lenkungsmöglichkeiten aufgeführt werden.

4.2.1.1 Politische Unruhen

Politische Unruhen führen zu teilweise starken Preisausschlägen auf den Ressourcenmärkten, selbst wenn diese die Angebots- und Nachfragekapazitäten nicht automatisch beeinträchtigen. In der Vergangenheit haben vier Ereignisse zu Einschnitten im Angebot und entsprechenden Konsequenzen für die Weltwirtschaft geführt, obwohl die Produktionskapazität niemals direkt von den Ereignissen beeinträchtigt war: der Yom Kippur Krieg 1973, die iranische Revolution 1978, der Iran-Irak-Krieg 1980 und die irakische Invasion in Kuwait 1990.

Auch in der jüngsten Vergangenheit haben Ereignisse politischer Art zu Preisausschlägen auf den Ressourcenmärkten geführt. Als Beispiele sind die nordkoreanischen Atomwaffentests zu nennen, der Konflikt zwischen Israel und Libanon oder das iranische Nuklearprogramm. Des Weiteren beeinflussten auch der Krieg in Irak und die Unruhen in Nigeria die Preise auf den Ressourcenmärkten, insbesondere den Erdölpreis. Hinter den Reaktionen auf den Ressourcenmärkten steht die Befürchtung oder die Erwartung, dass die Produktion von Erdöl für kurze oder längere Zeit zurückgeht oder der Handel aufgrund politischer Auseinandersetzung beeinträchtigt werden könnte. Somit spiegeln die Bewegungen des Erdölpreises nicht nur Angebot und Nachfrage, sondern eine Bandbreite von Erwartungen des Marktes wider. Für den in den Jahren 2001–2008 beobachteten starken Aufwärtstrend der Preise spielen diese Geschehnisse jedoch nur eine untergeordnete Rolle: die tatsächlichen Angebotskapazitäten blieben konstant, Preisausschläge waren von kurzer Dauer und wurden nach wenigen Tagen wieder angepasst (siehe auch Hamilton 2009).

Politische Ereignisse können Ressourcenpreise stark beeinflussen

Bei Preisschwankungen, die aufgrund von nationalen Auseinandersetzungen stattfinden, ist das zugrunde liegende Problem das in Kapitel 2 angesprochene Staatsversagen: Ein Mangel an «guten» Institutionen verhindert die Gewährleistung von Eigentumsrechten an den Ressourcen. Da dies innenpolitische Probleme einzelner Staaten sind, kann nur bedingt geholfen werden. So böte sich im Rahmen der Entwicklungszusammenarbeit die Unterstützung des Aufbaus guter Institutionen an. Auf der anderen Seite erscheint es sinnvoll, die Unabhängigkeit vom Erdöl und die Diversifikation der Anbieterströme voranzutreiben, um das Risiko, dass solche Ereignisse ökonomischen Schaden verursachen, verringert wird.

4.2.1.2 Planung der Angebotskapazität

Die vielfältige Verwendung von Rohstoffen in den unterschiedlichsten Industrien überall auf der Welt – gegeben durch die lokal unterschiedlichen konjunkturellen Bedingungen – erschwert eine Prognose der Nachfrageentwicklung. Die Bestimmung der

Angebotskapazität nur langfristig ausbaubar

zukünftig nachgefragten Menge ist für eine rechtzeitig Planung und Bereitstellung der Angebotskapazität wichtig, da die Schaffung der Kapazitäten einige Jahre benötigen kann. Die Notwendigkeit einer offiziellen Institution, die entsprechende Informationen sammelt, aufbereitet und dem Markt bereitstellt, wurde bereits 1973 erkannt und mit der Gründung der International Energy Agency (IEA) umgesetzt. Speziell für die Erhöhung der Transparenz auf dem Erdölmarkt wurde 2001 die Joint Oil Data Initiative gegründet.

Insbesondere die jüngsten Entwicklungen zeigen, welche Auswirkungen derartige nicht antizipierte Änderungen auf einer der beiden Marktseiten haben können und illustrieren, dass die bisherigen Initiativen noch nicht ausreichen, um einen Preisanstieg aufgrund solcher Ursachen zu verhindern: Während die chinesische Nachfrage nach Rohstoffen immens anstieg, reagierte die Angebotsseite nicht rechtzeitig. So lag die in China in 2007 nachgefragte Menge Erdöl beispielsweise um 870 000 Barrel pro Tag über der Nachfrage im Jahr 2005. Da das Angebot jedoch nicht rechtzeitig angepasst werden konnte, musste der Preis ansteigen, um die Nachfrage in anderen Ländern zurückzudrängen. So nahm die Nachfrage nach Erdöl um etwa den gleichen Betrag in Europa, den USA und Japan in den Jahren 2005–2007 ab.

Die Ausweitung der Angebotskapazitäten wirkt zeitverzögert und führt dazu, dass bei einer geringeren Nachfrage ein grösseres Angebot zur Verfügung steht. Dieser Umstand mag zu dem starken Preisverfall des Erdöls in 2008 beigetragen haben.

Somit kann eine wenig vorausschauende Planung und Anpassung der Angebotskapazitäten an die Nachfrage zu einer Verstärkung von Preistrends und zu einer Erhöhung von Preisinstabilität führen.

Langfristige Planung der Angebotskapazitäten notwendig

4.2.1.3 Prozyklische Investitionen in Angebotskapazität

Neben der zeitverzögerten Angebotsanpassung erfolgt die Investition in Angebotskapazitäten 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.

Die Energy Information Agency (EIA) der US Regierung sieht darin aktuell eine Gefahr für die Zeit nach der in 2007/2008 eingesetzten Rezession (Short Term Energy Outlook, January 2009). 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. Deren Folgen werden sichtbar, sobald die Konjunktur sich erholt und die Nachfrage ansteigt. Um die Verstärkung von Preistrends in der Zukunft zu verhindern, wäre eine Abkopplung der Investitionstätigkeit von den kurzfristigen Gewinnen wünschenswert, beispielsweise durch die Einführung einer Mindestquote in Investitionen oder die Subvention dieser Aktivitäten. Denkbar, wenn auch schwer umsetzbar und mit einer Reihe weiterer Schwierigkeiten verbunden, wäre die Übernahme solcher Aktivitäten durch den Staat, der vom Konjunkturzyklus unabhängig oder antizyklisch agieren könnte oder die Einrichtung einer

Antizyklische Investitionen wären wünschenswert

globalen Ölagentur, die derartige Investitionen durchführen könnte. Solche Massnahmen, bei denen der Staat die Tätigkeiten des Marktes zu regulieren versucht, haben sich in der ökonomischen Analyse in der Vergangenheit jedoch nicht automatisch als besser erwiesen als die Marktlösung und sollte daher genauestens abgewogen werden.

4.2.1.4 Zinspolitik

Die Notenbanken ziehen für die Beurteilung der Geldpolitik – und damit einer möglichen Anpassung der Zinsen – einen Preisindex heran (consumer price index CPI). Dieser Preisindex spiegelt die Teuerungsrate im Verbrauch der Güter eines durchschnittlichen Haushaltes wider. Bei der Zusammenstellung eines solchen Haushaltskorbes werden Kosten für Energie jedoch ausgenommen, da befürchtet wird, dass es aufgrund der hohen Volatilität dieser Preise zu einer kurzfristigen Verzerrung des Indexes kommen kann. Dies mag auf der einen Seite zwar richtig erscheinen, führt auf der anderen Seite dazu, dass Auswirkungen von Zinsänderungen auf Ressourcenpreise vernachlässigt werden. Der Ressourcenmarkt richtet sich, wie in Kapitel 2 anhand der Hotelling-Regel gezeigt wurde, stark nach dem Zinsniveau aus. Allgemein gilt, dass sinkende Zinsen einen Preisanstieg auf den Ressourcenmärkten begünstigen. Dies wird dadurch verursacht, dass die Entscheidung aller Marktteilnehmer entlang der Wertschöpfungskette der Ressourcen von den Zinsen beeinflusst wird: Produzenten der Ressource, Unternehmen, die die Ressource als Inputfaktor verwenden, und Investoren, die zwischen verschiedenen Anlagemöglichkeiten wählen können.

Inflationsbetrachtung
ohne Energiepreise

Mit einer Senkung der Zinsen haben Produzenten wie Saudi Arabien einen geringeren Anreiz, Öl oder Gas zu produzieren, da reinvestierte Gewinne nur eine niedrige Rendite abwerfen, und warten daher lieber auf ein günstigeres Marktumfeld, um ihre Ressourcen zu extrahieren. Für Investoren hingegen werden Staatsanleihen unattraktiver, sodass 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 (8,5 % im Jahr 2005, 17,2 % im Jahr 2006; Quelle Complementa (2008)), während in dieser Zeit die Renditen auf risikofreie Anlagen in der Schweiz sehr niedrig waren. Zuletzt besteht auch für Unternehmen, die Lagerhaltung betreiben, ein Anreiz, Ressourcen zu lagern, wenn der Zinssatz niedrig ist: die Opportunitätskosten des gebundenen Kapitals sind vergleichsweise gering. Dieser letzte Ansatzpunkt findet jedoch bisher empirisch keine Bestätigung: Daten über US-Lagerbestände zeigen, dass diese während der Phase höchster Preise nicht anstiegen, sondern unter das langjährige Mittel fielen. Dies würde eine echte Ressourcenverknappung anzeigen. Es ist jedoch fragwürdig, inwieweit die aus den USA erhältlichen Daten repräsentativ für weltweite Lagerbestände sind.

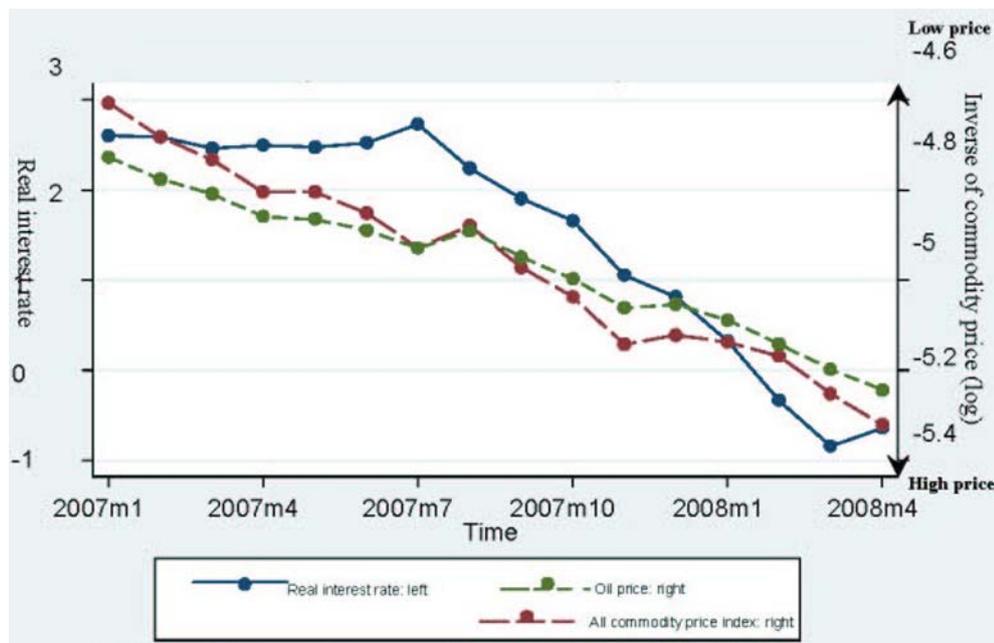
Anreize der Zinsen entlang
der Wertschöpfungskette

Der Zusammenhang zwischen der vergangenen Niedrigzinspolitik und dem Anstieg der Ressourcenpreise wurde insbesondere von Frankel (2008) untersucht, der zu dem Schluss kommt, dass der Preisanstieg auch durch die Zinspolitik ausgelöst wurde. Grafik 18 zeigt eindeutig, dass Zinsen und Preise der Ressourcen (hier als Inverse dargestellt) eine gleichförmige Abwärtsbewegung beschreiben.

Niedrige Zinsen und Anstieg
der Ressourcenpreise

Abb. 17 > Zusammenhang Zinssatz und Ressourcenpreise

Die Grafik illustriert den gleichförmigen Trend von inversen Ressourcenpreisen und dem Zinssatz.



Quelle: www.voxeu.org/index.php?q=node/1178

Entsprechend kann vermutet werden, dass die Entwicklung der Zinsen die Preisentwicklung auf den Ressourcenmärkten massgeblich beeinflusst. Für eine zukünftige Vermeidung liesse sich lediglich der Hinweis auf die Notwendigkeit der Berücksichtigung der Preisentwicklung auf den Ressourcenmärkten vor Zinsentscheidungen geben.

4.2.1.5 Spekulationen und Herdenverhalten

Spekulationen gelten verbreitet als Mitverursacher des jüngsten Preisauftriebs. Ein solcher wird durch das generell auf Finanzmärkten beobachtbare Herdenverhalten verstärkt. Grundlage für spekulatives Handeln von Papieren ist der Glaube an einen stetig ansteigenden Preis, der den Kauf und späteren Verkauf von Papieren auf dem Futuresmarkt profitabel macht. Durch eine Vielzahl von Akteuren, die diesem Glauben folgen und entsprechend handeln, wird der Preis der Papiere tatsächlich in die Höhe getrieben. Diese Transaktionen führen insbesondere bei Finanzintermediäre zu grossen Profiten. Sie führen aber auch dazu, dass die Investoren, die an dem realen Gut interessiert sind, einen höheren Preis bezahlen müssen. Der Wert der Futures, die während des letzten Aufwärtstrends der Preise gehalten wurden, wurde im amerikanischen Senat durch Fachpersonen auf eine Viertel Billion Dollar geschätzt. Eine genaue Bestimmung des Volumens ist jedoch empirisch nur schwer möglich, sodass der wahre Einfluss der Spekulationen auf den Preis unklar bleibt. Da ein Verbot von Spekulationen jedoch den Preisfindungsprozess verschlechtern und Marktteilnehmern die Möglichkeit nehmen würde, sich gegen Schwankungen abzusichern, wäre von einer solchen Massnahme ab-

Spekulationen können Preisschwankungen massiv verstärken

Notwendigkeit von Liquidität

zuraten. Vielmehr sollte der Anreiz, Spekulationen aufgrund potenzieller Gewinnmitnahmen zu unternehmen, massiv verringert werden. Eine Möglichkeit wäre die Einführung hoher Steuern auf Spekulationsgewinne oder die Ankündigung (und Umsetzung) der Verwendung von staatlichen Lagerbeständen, die am Settlement Day in den Markt gekippt werden, um den Aufwärtstrend umzukehren (Hamilton 2009).

4.2.1.6 Fazit

Eine Vielzahl von Faktoren wurde genannt, welche hohe Volatilität auf den Märkten und entsprechende Planungsunsicherheit für die Marktteilnehmer verursachen. Unter diesen hat insbesondere die schlechte Anpassung der Angebotskapazität an die stark gewachsene Nachfrage eine zentrale Rolle für die jüngsten Entwicklungen gespielt, als auch die Zinspolitik der USA. Umstritten aber nicht widerlegbar ist der Einfluss der Spekulationen. Ein stabilerer Preis auf den Rohstoffmärkten würde Planungssicherheit erhöhen und zu einem Anstieg der gesamtwirtschaftlichen Wohlfahrt führen.

4.3 Analyse der langfristigen Entwicklung der Ressourcenpreise

In Kapitel 2 wurden die Voraussetzungen für die Optimalität der Ressourcenmärkte für die lange Frist definiert: Ein optimales Gleichgewicht auf den Ressourcenmärkten herrscht dann, wenn die Rendite des Ressourcenbesitzer auf den Verkauf der Ressource so hoch ist wie die Rendite auf alternative Investments der gleichen Risikoklasse (Hotelling-Regel). Dabei sollte sich eine zunehmende Verknappung der Ressource durch einen langfristigen Anstieg der Preise deutlich machen. Dieser wurde bisher jedoch nicht beobachtet: in der langen Frist sind die Preise trendlos. Diese Beobachtung kann zwei Gründe haben: entweder, der von der ökonomischen Literatur beschriebene optimale Preisverlauf hat in der Realität keine Gültigkeit. Dies würde implizieren, dass auf realen Märkten Faktoren existieren, welche die Bildung optimaler Preise verhindern. Alternativ könnte es jedoch auch bedeuten, dass verschiedenste Faktoren dazu beigetragen haben, dass eine Situation von Ressourcenknappheit in der Vergangenheit aufgelöst werden konnte. Im Folgenden sollen zum einen untersucht werden, ob die Hotelling-Regel in der Realität tatsächlich keine Gültigkeit hat bzw. welche Faktoren einen Nachweis erschweren. Zum anderen soll dargestellt werden, welche Ursachen in der Realität vorliegen, die einen optimalen Ressourcenabbau erschweren können.

Gültigkeit der Theorie
in der Praxis nicht eindeutig

4.3.1 Die Hotelling-Regel

Wie in Kapitel 2.2.2 erläutert wurde, ergibt sich der optimale Extraktionspfad aus einem intertemporalen Optimierungsproblem, das arbitragefreie Märkte garantiert: Im Gleichgewicht ist der Besitzer der Ressource indifferent, ob er eine weitere Einheit der Ressource verkaufen und den Gewinn anlegen soll, oder ob er warten und in der nächsten Periode zu einem höheren Preis verkaufen soll.

In der ökonomischen Literatur wurde der Zusammenhang zwischen Empirie und Theorie in einigen Studien untersucht. Die wichtigsten Ergebnisse sollen im Folgenden kurz vorgestellt werden.

4.3.2 Die Hotelling-Regel in der ökonomischen Literatur

Beiträge zu nicht erneuerbaren Ressourcen in der ökonomischen Literatur entstanden vermehrt in Phasen steigender Preise für nicht erneuerbare Ressourcen. Entsprechend wurde eine Vielzahl an Untersuchungen während der 70er und 80er Jahre und erneut seit etwa 2002 verfasst.

Hotellings Beitrag aus dem Jahre 1931 über die Bewertung von nicht erneuerbaren Ressourcen, der bis in die 80er Jahre nahezu unbeachtet geblieben war, geniesst seitdem durch den starken Preisauftrieb und die öffentliche Diskussion wieder grössere Beachtung: Aufbauend auf seinem «No-Arbitrage-Argument», laut dem ein Gleichgewicht auf dem Ressourcenmarkt gegeben ist, wenn die Rendite auf nicht erneuerbare Ressourcen so gross ist wie die Rendite auf alternative Investitionen, erweiterte Slade (1982) das Modell um den Einfluss technologischer Entwicklungen und der Degradation (abnehmender Qualitätsgrad der abgebauten Menge mit fortschreitender Nutzung der Ressource) auf die Extraktionskosten und konnte damit die empirische Beobachtung u-förmiger Ressourcenpreise im Zeitraum zwischen 1920 und 1970 erklären.

Hotelling gewinnt
in Zeiten steigender Preise
mehr Beachtung

Grundlage dieser sog. erweiterten Hotelling-Regel ist, dass der Preis der Ressource durch die marginalen Extraktionskosten und diese wiederum vom technischen Fortschritt und der Degradation beeinflusst werden. Durch den wechselnd starken Einfluss des technischen Fortschritts einerseits und der Degradation andererseits wird die beobachtete U-Form der Ressourcenpreise erzeugt: technischer Fortschritt hat zunächst einen stärkeren Effekt auf die Grenzkosten als der Degradationseffekt, sodass es zu einem Absinken der Grenzkosten der Extraktion und in der Folge des Ressourcenpreises kommt. Mit fortschreitender Extraktion und Ausreifung der Technologie dreht sich dieser Effekt jedoch um, sodass die Grenzkosten zunehmen und der Preis der Ressource steigt.

Erweiterte Hotelling-Regel

In der Folge wurde die erweiterte Hotelling-Regel von vielen Forschern reevaluiert wobei Zweifel an ihrer empirischen Gültigkeit und an der von Slade (1982) erweiterten Theorie genährt wurde. Zum einen konnte bisher noch nicht eindeutig nachgewiesen werden, dass der technische Fortschritt und die Degradation tatsächlich im beobachteten Ausmass für Preisschwankungen verantwortlich sind. Zum anderen wurde Kritik an der Richtigkeit der Methodik geübt. Es wurde beispielsweise die Frage erhoben, inwieweit das Deflationieren von Preisreihen mit dem Konsumentenpreisindex angemessen ist aufgrund einer möglicherweise zeitlich verzögerten Anpassung der Ressourcenpreise an das allgemeine Preisniveau.

Zweifel empirischer Studien an
Gültigkeit der Hotelling-Regel

Weitere Wissenschaftler unternahmen den Versuch einer Überprüfung der Hotelling-Regel und kamen zu sehr unterschiedlichen Ergebnissen. Slade und Thille (1997) erweiterten das bisher bekannte Modell und betrachteten das Extraktionsverhalten unter Unsicherheit, was zu einer deutlichen Verbesserung der Ergebnisse führte.

Viele Studien über die empirische Gültigkeit der Hotelling-Regel wurden für die kanadische Nickelindustrie angefertigt. So fand man zunächst eine positive und anwachsende Knappheitsrente, die als Indiz für die empirische Validität der Hotelling-Regel angesehen wurde. Dieses Ergebnis wurde postwendend überprüft und negiert: der als Knappheitsrente bezeichnete ansteigende Bestandteil des Gewinns wurde fälschlicherweise verwechselt mit einem bei einem Monopol üblichen Aufschlag auf die Grenzkosten. In einer erneuten Untersuchung des Sachverhaltes kam man zu dem Ergebnis, dass eine Knappheitsrente vorhanden ist, diese aber nur einen kleinen Bestandteil des Preises und nicht den dominierenden Faktor darstellt.

Trotz der vielfachen Ablehnung der Hotelling-Regel konnte insbesondere für eine Ressource ein sehr guter Indiz für ihre empirische Gültigkeit erbracht werden: auf dem Markt für «old growth timber». Als Ursache hierfür wird die gute Beschaffenheit der Daten angeführt, die in dieser Form für andere Ressourcen nicht vorliegt. Livernois, Thille und Zhang (2006) zeigen, dass die Knappheitsrente mit einem Wert von 8,6 % ansteigt, was ein vernünftiger Wert für den um das Risiko angepassten Zinssatz darstellt. Dieser Nachweis gilt als der bisher überzeugendste in der Literatur.

Zwei Ursachen können für ein nicht-optimales Funktionieren der Ressourcenmärkte auf lange Sicht angeführt werden:

Ein fehlender Nachweis der Hotelling-Regel mag an der Schwierigkeit der empirischen Schätzungen liegen: Eine Reihe von Faktoren, die Einfluss auf den optimalen Extraktionspfad nehmen, unterliegt ständigen Veränderungen. Für eine möglichst realistische Schätzung müssten die Änderungen erfasst und ihre Wirkung auf den optimalen Extraktionspfad laufend eingearbeitet werden. Auf diese Faktoren soll im Folgenden noch näher eingegangen werden. Allerdings bestehen selbst bei einer idealen Berücksichtigung dieser Faktoren berechnete Zweifel, ob die Hotelling-Regel nachgewiesen werden kann. Denn es können einige Faktoren genannt werden, die die optimale Funktionsweise des Marktes auch in der langen Frist behindern und deren Nichtvorliegen im theoretischen Modell angenommen wurde. Das Auseinanderklaffen von Theorie und Realität zeigt, dass das ökonomische Modell bisher noch nicht in der Lage ist, alle vorliegenden Faktoren in die Berechnung mit einzuschließen. Im Anschluss an die Darstellung dieser Faktoren sollen erneut politische Massnahmen skizziert werden, die zu einer Verbesserung des Marktes beitragen können und andererseits Möglichkeiten aufgezeigt werden, wie das ökonomische Modell besser an die Realität angepasst werden kann.

Empirische Überprüfung
aufgrund zahlreicher Faktoren
schwer möglich

4.3.3 Einflussfaktoren des optimalen Extraktionspfades

Der fehlende, eindeutige Nachweis für die Hotelling-Regel stellt keinen Beweis dar, dass die Theorie keine empirische Gültigkeit besitzt. Viele der Faktoren, die den optimalen Extraktionspfad beeinflussen, unterliegen ständigen Schwankungen. Diese sollen hier dargestellt und ihre empirische Bedeutung so weit wie möglich aufgezeigt werden.

4.3.3.1 Einflussfaktoren der marginalen Extraktionskosten

Laut Hotelling (1931) muss die Rendite, die auf die Ressource erzielt werden kann, so hoch sein wie die Rendite der Alternativinvestition. Ein massgeblicher Einflussfaktor der Rendite einer Ressource sind die Extraktionskosten. Da eine Änderung in den Extraktionskosten zu einer Veränderung der Rendite führt, müsste ein gewinnmaximierender Ressourcenbesitzer die angebotene Menge laufend an die aktuellen Extraktionskosten und die gerade geltende Höhe der Alternativrendite anpassen. Dies hat zur Folge, dass der optimale Preispfad, gegen den es zu testen gilt, sich ständig verschiebt. Faktoren, die eine Änderung der Extraktionskosten bewirken, sind wie bereits angeführt der technische Fortschritt (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. Entsprechend schwieriger ist es, laufende Änderungen zu rekonstruieren, um den optimalen Extraktionspfad zu berechnen. Der Nachweis eines potenziell optimalen Extraktionsverhaltens leidet hierunter erheblich.

Schlechte Datenverfügbarkeit

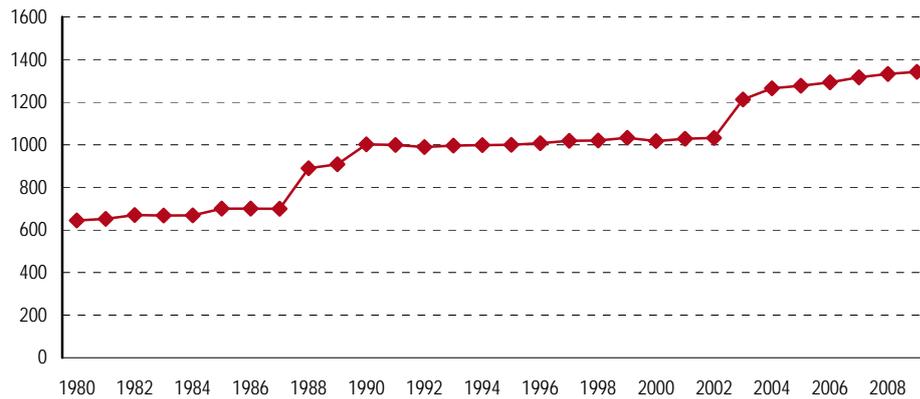
4.3.3.2 Entdeckung neuer Vorkommen

Die Entdeckung neuer Vorkommen reduziert die Ressourcenverknappung und verlängert den Zeithorizont bis zur vollständigen Extraktion der Ressource. Sie führt zu einer Parallelverschiebung des optimalen Preispfades nach unten, die je nach vorheriger Erwartungsbildung auch sprunghaft erfolgen kann. Bei einer Evaluierung der Hotelling-Regel (d. h. des optimalen Extraktionsverhaltens) muss dementsprechend die laufende Veränderung der bekannten Ressourcenmenge und die entsprechende Auswirkung auf den Preispfad einbezogen werden. Empirisch stellt sich hier erneut das Problem der Datenverfügbarkeit: der Zeitpunkt der Anpassung der Erwartungen auf neue Entdeckungen lässt sich häufig nur grob bestimmen. Die ökonomische Literatur hat bisher noch keinen Versuch unternommen, den Einfluss dieses Faktors auf die Preisbildung zu untersuchen. Dass der Einfluss jedoch nicht zu vernachlässigen ist, zeigt unten stehenden Grafik.

Neuentdeckungen können zu einem Preissprung führen

Abb. 18 > Entwicklung der bekannten Erdölreserven über die Zeit

Die bekannten Reserven von Erdöl sind stetig gewachsen in den vergangenen Jahren, was eine Anpassung der vermuteten Knappheit notwendig machen würde.



Datenquelle: www.eia.doe.gov, Definition einer Reserve: die geschätzte Menge des Öls, dessen Produktion unter vorherrschenden ökonomischen und technischen Bedingungen möglich ist. (www.eia.doe.gov/emeu/lea/glossary.html#ProvedEnergyReserves)

Die bekannte Ressourcenmenge ist in den letzten Jahren stetig angewachsen, sodass eine Anpassung des optimalen Extraktionspfades an die wirkliche Knappheit der Ressource durch die Ressourcenbesitzer stattgefunden haben muss.

4.3.3.3 Konzentration der Marktmacht

Die jeweils auf dem Markt der Ressource vorliegende Marktstruktur beeinflusst laut Hotelling-Regel 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. In der Realität jedoch ist die Marktform meist nicht eindeutig dem Monopol oder der vollkommenen Konkurrenz zuordenbar. Letztlich entscheidet die effektive Marktmacht, die in der Realität ständiger Veränderung unterliegt, über die Möglichkeiten der Preissetzung und damit über den zu testenden Preispfad.

Marktmacht ändert sich häufig

Während man bei Indium aufgrund der diversifizierten Angebots- und Nachfragestrukturen am ehesten vom Vorliegen vollkommener Konkurrenz ausgehen kann, gestaltet sich die Einstufung bei Kupfer und Öl weniger einfach. Der Kupfermarkt erlebte in der Vergangenheit den dreimaligen Versuch einer Kartellbildung, der jeweils aus verschiedenen Gründen scheiterte. Als eine Ursache wird die Möglichkeit des Recyclings angeführt, das eine Konzentration des Angebots auf wenige Anbieter verhindert. Aus diesem Grund gehen manche Ökonomen von einer vollständigen Konkurrenz auf dem Kupfermarkt aus. Noch grössere Unklarheit herrscht im Bezug auf den Erdölmarkt: Hier formierte sich 1960 die OPEC. Hamilton (2008) kommt in einer Studie zu dem Ergebnis, dass das Agieren der OPEC primär durch die Interessen Saudi Arabiens bestimmt wird und auferlegte Fördermengen nur in den wenigsten Fällen tatsächlich eingehalten werden. Nur zwei von 14 Studien finden Hinweise auf ein funktionieren-

des Kartell. Somit kann auf dem Erdölmarkt weder von vollständiger Konkurrenz noch von einem Monopol ausgegangen werden. Entsprechend unklar ist, wie der Pfad der Knappheitsrente auszusehen hat, gegen den man testen sollte.

4.3.4 Ursachen für suboptimale Ressourcenextraktion

Neben der Identifikation von Faktoren, die den Nachweis der Hotelling-Regel erschweren, können einige Ursachen identifiziert werden, die eine optimale Funktionsweise des Marktes verhindern. Diese wurden in Kapitel 2 bereits als Marktversagen identifiziert. Ihr Vorliegen verstösst gegen die Annahmen, die für die Herleitung der Hotelling-Regel getroffen wurde (siehe Kap. 2). Dies impliziert bereits, dass die Märkte auch in der langen Frist nicht optimal funktionieren und ein entsprechend überzeugender Nachweis in der Literatur fehlen muss. Im folgenden Kapitel werden diese Faktoren erläutert, erneut politische Massnahmen für ihre Korrektur aufgezählt und mögliche Anpassungen des Modells an die Realität skizziert.

4.3.4.1 Unvollständige Information / Risiken

Die Hotelling-Regel beschreibt 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 (z. B. Hussein im Irak). Das Risiko, das mit den hohen Investitionen für den Ausbau der Kapazitäten und der Errichtung der Infrastruktur verbunden ist, trägt zur Unsicherheit der Produzenten bei und fliesst – aus ihrer Sicht rational – in die Planung der Ressourcenextraktion ein. Angesichts der Vielzahl dieser Unsicherheiten, erscheint es rational, das Gewinnmaximum nicht über die totale Laufzeit der Ressource erzielen zu wollen, sondern über einen planbaren Zeitraum (möglicherweise 3–5 Jahre, «Vorsichtsprinzip»). In der Literatur wurde gezeigt, dass Saudi Arabiens Extraktionsmengen auf einen suboptimal kurzen Planungszeitraum schliessen lassen. Ein auf einen kurzen Zeithorizont ausgerichtetes Extraktionsverhalten impliziert hierbei jedoch hohe Abbauraten der Ressource und trägt sowohl zu einer Verschlechterung der Umwelt und des Klimas als auch zur Erhöhung der Ressourcenungerechtigkeit bei.

Mögliche politische Einflussmöglichkeiten wurden bereits in Kapitel 3 erläutert und können durch Massnahmen, die die Unsicherheit der Ressourcenbesitzer verringert, ergänzt werden. Zu diesen gehören beispielsweise die Stärkung der Eigentumsrechte und die Erhöhung der Transparenz.

Dass Studien, die die Unsicherheit in den Extraktionsentscheidungen einbeziehen, die empirischen Beobachtungen wesentlich besser nachbilden können, zeigt, dass Unsicherheit ein zentraler Faktor bei der Wahl der Extraktionsstrategie durch den Ressourcenbesitzer ist und diese Tatsache verstärkt in der zukünftigen Modellierung berücksichtigt werden sollte. Eine Alternative könnte die Berücksichtigung eines Genera-

Empirische Studien weisen der Unsicherheit einen massgeblichen Einfluss auf Ressourcenpreise zu

tionenwechsels im Hotelling-Model sein: Da sich der Zeithorizont, über den eine Extraktion optimalerweise erfolgen sollte, durch die Grösse des Extraktionsfeldes ergibt und dies entsprechend 50, 100 oder 300 Jahre betragen kann, könnte berücksichtigt werden, dass sich mehrere Generationen von Ressourcenbesitzern den Gewinn in gewisser Form «teilen». In seiner jetzigen Form impliziert die Hotelling-Regel altruistisches Handeln, da die heutige Generation nicht die Maximierung des eigenen Gewinns anstrebt, sondern den maximalen – d. h. über mehrere Generationen hinweg erzielbaren – Gewinn.

4.3.4.2 Marktmacht aufgrund unvollständiger Konkurrenz

Wie bereits in Kapitel 2 ausgeführt wurde, sind die meisten Ressourcenmärkte, auf denen Rohstoffe abgebaut werden, durch eine Konzentration der Marktmacht gekennzeichnet. Während dies einerseits gute Auswirkungen auf das Klima hat, da die Extraktion der Ressource langsamer erfolgt, gibt das Vorliegen von Monopolen oder Oligopolen den Besitzern die Macht, willkürlich die extrahierten Mengen zu ändern oder diese für die Verfolgung anderer politischer Ziele zu instrumentalisieren. Aufgrund der vielen möglichen Ziele, die der Ressourcenbesitzer mit der Ressource verfolgen kann, ist es denkbar, dass er die Maximierung des Gewinns aus dem Verkauf und damit die Extraktion entlang des optimalen Pfades nicht verfolgt.

Unterschiedliche Ziele
der Ressourcenbesitzer

Die Bestände von Erdöl beispielsweise befinden sich zu einem Grossteil nicht in privatwirtschaftlichem Besitz, sondern im Besitz von Regierungen. Einige Studien betonen beispielsweise, dass das Extraktionsverhalten Saudi Arabiens zumindest phasenweise durch politische Überlegungen getrieben wird. In dieses Bild passt zudem die Beobachtung, dass die meisten ölreichen Länder den Ölpreis in ihrem eigenen Land subventionieren (GTZ, International Fuel Prices 2005) – also einen Teil der Gewinne dazu verwenden, um die Verwendung von Öl im eigenen Land zu fördern (entwicklungspolitische Ziele). Um mögliche Konsequenzen solchen Handelns zu minimieren, gilt es, die Abhängigkeit von den Ressourcen zu reduzieren und die Diversifikation der Anbieterströme zu diversifizieren. Als weitere Möglichkeit ist auch die inländische Entwicklung strategisch wichtiger Innovationen, durch die eigene politische Interessen erwirkt werden können.

Die Anpassung der Hotelling-Regel an eine mögliche Instrumentalisierung der Ressource erscheint schwierig, da meist unklar ist, welche politischen Ziele verfolgt werden. Denkbar wäre jedoch, dass man ein Portfolio an Zielen unterstellt, das der Ressourcenbesitzer erreichen möchte. Der Gewinnmaximierung aus dem Verkauf der Ressource müsste dann eine gewisse Gewichtung zugeordnet werden.

Instrumentalisierung
der Ressource in der Theorie
nicht erfasst

4.3.5 Übersicht und Fazit

Folgende Tabelle zeigt die Faktoren, die ein optimales Funktionieren der Märkte auf lange und kurze Sicht verhindern können.

Tab. 4 > Theoretische und empirische Probleme auf den Ressourcenmärkten

Tabellarische Darstellung der Probleme, die auf den Ressourcenmärkten theoretisch und empirisch eine optimale Funktionsweise verhindern können. Mögliche Lösungen und konkrete Massnahmen werden skizziert.

Empirische Beobachtung	Theoretisches Problem	Lösungsansatz
Umweltschädigung	Negative externe Effekte	Internalisierung externer Effekt, z. B. durch (globale) Besteuerung, Einführung eines (globalen) Zertifikatehandels, ordnungspolitische Massnahmen
Instrumentalisierung der Ressource zur Erreichung politischer Ziele	Unvollständige Konkurrenz	Reduktion effektiver Marktmacht einzelner Anbieter, z. B. durch Reduktion der Abhängigkeit von Erdöl, Diversifikation der Anbieter- und Nachfrageströme
Prozyklische Investition in Angebotskapazitäten	Unvollständige Information / Risiko auf Anbieterseite	Setzung von Anreizen für antizyklische Investitionstätigkeit Abkopplung der Investitionstätigkeit von den kurzfristigen Gewinnen
Hohe Abbauraten	Unklare Eigentumsrechte	Stärkung der Eigentumsrechte
Preissprünge aufgrund von politischen Unruhen und Versorgungsengpässen	Staatsversagen	Verbesserung der Institutionen
Preisblase und daraus resultierende Planungsunsicherheit	Unvollständige Informationen	Anreize für Spekulationen mindern, z. B. Besteuerung der Spekulationsgewinne, strategische Lagerhaltung

Die vorangegangenen Kapitel haben verdeutlicht, dass es eine Reihe von Faktoren gibt, die die optimale Funktionsweise der Ressourcenmärkte stören können und haben aufgezeigt, welche Möglichkeiten für einen politischen Eingriff bestehen. Das Kapitel hat zudem gezeigt, dass trotz Existenz eines Preises für Ressourcen die Funktionsweise des Marktes nicht optimal ist. Das nächste Kapitel wird darauf eingehen, welche Hindernisse bei der Bewertung einer Ressource bestehen, wenn für diese kein Preis existiert.

5 > Nicht marktgängige Ressourcen

5.1 Vergleichbarkeit marktgängige versus nicht marktgängige Ressourcen

Die bisherigen Überlegungen haben aufgezeigt, dass der Verkauf natürlicher Ressourcen nur bedingt effizient durch den Markt geregelt wird. Die Verschiedenheit der Marktverzerrungen ist so vielfältig wie die Bandbreite an unterschiedlichen natürlichen Ressourcen. Dem Staat stehen aber auch zahlreiche Mechanismen zur Verfügung, um den Ineffizienzen im Ressourcenmarkt zu begegnen. Wie in den vorhergehenden Kapiteln gesehen, setzen diese häufig am (relativen) Preis der Ressource an, sodass für nicht marktgängige Ressourcen ein anderer Ansatzpunkt gefunden werden muss.

Kein Preis für
nicht marktgängige Ressourcen

Für nicht marktgängige Ressourcen besteht die grösste Schwierigkeit in der Bewertung der Ressourcen; die direkte Bewertung des Ressourcenbestandes ist häufig schwer möglich. Stattdessen wird eine Bewertung indirekt vorgenommen über den Fluss an Gütern und Dienstleistungen, der von Ressourcen generiert wird (Costanza et al. 1997), oder an den Schäden, die durch den Einsatz der Ressource in der Produktion verursacht werden. Häufig handelt es sich um Allmendegüter, von deren Nutzung keiner ausgeschlossen wird, respektive überhaupt werden kann (meist aufgrund fehlender Eigentumsrechte), bei denen aber im Unterschied zu öffentlichen Gütern Rivalität im Konsum besteht. Die Folge daraus ist, dass die Ressource übernutzt wird.

Im Unterschied zu den marktgängigen natürlichen Ressourcen fehlen dem Gesetzgeber bei den nicht marktgängigen die Preissignale durch den Markt. Wie in Kapitel 2 theoretisch und in Kapitel 4 empirisch beschrieben, entwickelt sich der Marktpreis natürlicher Ressourcen entsprechend dem Einfluss der (kurzfristigen) Knappheit, der technischen Möglichkeiten und der Nachfragestruktur. Diese Informationen dienen als Indikator für die Bedeutung eines Gutes in der Gesellschaft. Die Bewertung der Ressource und der aus der Verwendung dieser Ressource entstehende Effekte auf die Gesellschaft (heute und in Zukunft) fallen bei nicht marktgängigen Ressourcen also vollständig der Politik zu. Hierfür stehen grundsätzlich dieselben Mechanismen zur Verfügung, wie sie für den Fall der marktgängigen Ressourcen in Kapitel 3 beschrieben wurden.

Hierbei muss der Staat allerdings zwei wichtige Punkte unterscheiden, die statische und die dynamische Sichtweise. Die traditionelle Umweltpolitik umfasst die statischen Gesichtspunkte. Externe Effekte (die eben nicht im Preis berücksichtigt werden) können durch staatliche Eingriffe internalisiert werden. Soll der Verursacher die Kosten tragen, die der Allgemeinheit durch die Nutzung der natürlichen Ressource entstehen, kann beispielsweise die umweltschädliche Aktivität besteuert werden, sodass der Steuersatz dem Grenzscha- den, sowie den Grenzvermeidungskosten entspricht. Eine weitere Möglichkeit ist die Vergütung einer Kompensation an den Produzenten, wenn

Statische und dynamische
Sichtweise wichtig

dieser auf eine umweltschädigende Aktivität verzichtet. Die optimale Kompensation entspricht dem Punkt an dem der Grenznutzen des vermiedenen Schadens (vermiedener Grenzscha-den) gleich den Grenzkosten des Verzichts ist. Der Produzent ist im optimalen Fall indifferent, ob er die billigere, umweltverschmutzende Produktionsweise oder die «saubere» Teurere wählen soll.

Die dynamische Komponente der Ressourcenpolitik berücksichtigt die Veränderung über die Zeit, um die Nutzung der Ressource effizient zu gestalten. Die optimale Dynamik der Politikinstrumente ist abhängig von Ansatzpunkt der Politiken und der Entwicklung der Kosten und Nutzen über die Zeit. Zu den angebotsorientierten Politiken gehören Abgaben, die entsprechend veränderter Vermeidungskosten angepasst werden, also beispielsweise, wenn neue Technologien eingesetzt werden können. Steuern können analog zu den marktgängigen Ressourcen eingesetzt werden, mit dem Unterschied, dass der gesamte Preis der nicht marktgängigen Ressource aus der Abgabe besteht. Die Subventionierung des Ressourcenbestandes, respektive die Sicherung der Eigentumsrechte verlangsamen den Verbrauch der Ressource. Je geringer die Rechtsunsicherheit des Besitzers einer Reserve, desto langfristiger plant er den Abbau.

Für die optimale Preissetzung nicht marktgängiger Ressourcen muss zunächst eine Möglichkeit gefunden werden, die Eigentumsrechte zu definieren. Häufig sind diese Eigentumsrechte über die Gesamtheit der Staatsbürger verteilt und werden somit durch den Staat vertreten. Die Verfügungshoheit liegt beim Staat, der damit die Nutzung regulieren kann. Indirekt geschieht diese Regulierung über die Regulierung der Aktivitäten, die die Ressource beanspruchen, d. h. also beispielsweise in der Regulierung der Umweltverschmutzung oder der Zerstörung von Lebensräumen.

Erster Schritt: Definition der Eigentumsrechte

Zusammenfassend kann gesagt werden, dass für den Fall nicht marktgängiger Ressourcen generell folgende zwei Interventionsrichtungen zur Verfügung stehen:⁸

1. Schaffen eines Marktes und Intervention bei Marktineffizienzen oder
2. Ordnungspolitische Massnahmen.

Im ersten Fall müssen in einem ersten Schritt die Eigentumsrechte definiert werden und entsprechen eine Einheit festgelegt werden, die gehandelt werden kann (für das Beispiel CO₂ werden Zertifikate an Firmen vergeben, die das Recht beinhalten eine Tonne CO₂ zu emittieren). Dann muss ein Markt errichtet werden, an dem das Gut gehandelt werden kann. Die Kontrolle des Marktes, vor allem bezüglich der Einhaltung der erlaubten Nutzungsrechte, ist dabei enorm wichtig und stellt eine zentrale Aufgabe des Staates dar. Der dadurch errichtete Markt kann dann, wie in den vorherigen Kapiteln beschrieben, entsprechend seiner Effizienz beurteilt und gegebenenfalls beeinflusst werden.

Im zweiten Fall werden Gesetze erlassen, die die Nutzung der Ressource beschränken. Hierbei muss der Staat versuchen die sich über die Zeit ändernde optimale Menge zu

⁸ Von freiwilligen Vereinbarungen wird hier abgesehen, da ohne die Androhung von Konsequenzen kaum längerfristig verlässliche Änderungen durch die Marktteilnehmer umgesetzt werden.

ermitteln und entsprechend an die Marktteilnehmer zu verteilen. Wie für den Fall, dass ein Markt für eine nicht marktgängige Ressource errichtet wird, fällt dem Staat die zentrale Rolle der Überwachung zu.

5.2 Beispiele nicht marktgängiger Ressourcen

Im Folgenden werden zwei Beispiele, das Klima und die Biodiversität, als nicht marktgängige Ressourcen vorgestellt.⁹ Den beiden Ressourcen ist gemeinsam, dass keine Eigentumsrechte bestehen und ihre Bewertung umstritten ist. Ausserdem handelt es sich in beiden Fällen um globale Allmendegüter. Die Erhaltung und Förderung der Biodiversität wird eher indirekt über verschiedene ordnungspolitische Massnahmen angestrebt. Für den Erhalt eines intakten Klimas hingegen hat die EU beschlossen einen Markt zu schaffen und Eigentumsrechte (Emissionszertifikate) zu vergeben.

Klima und Biodiversität
als Beispiele
nicht marktgängiger Ressourcen

5.2.1 Biodiversität

Der Begriff Biodiversität – auch biologische Vielfalt genannt – umfasst die Vielfalt von Ökosystemen, die Vielfalt von Arten und die genetische Vielfalt (von Nutztieren, Nutzpflanzen und wildlebenden Arten). Kurz, der völkerrechtlich definierte Begriff *Biodiversität* (CBD 1992, engl: biodiversity oder biological diversity) fasst die Vielfalt des Lebens in einem Wort zusammen.

Die Biodiversität gilt als globales Gut; und es wird angenommen, dass eine reichhaltige Biodiversität notwendig ist, um die Stabilität der weltweiten Ökosysteme und damit die Sicherung der Ökosystemleistungen langfristig zu gewährleisten. Der aktuelle Biodiversitätsverlust ist erheblich: weltweit gelten rund 60 % der Ökosysteme als gefährdet (Millennium Ecosystem Assessment 2005).

Stabilität der weltweiten
Ökosysteme abhängig
von reichhaltiger Biodiversität

Eine möglichst grosse Vielfalt an Genen stellt ein Reservoir an Informationen und evolutionärem Potenzial dar. Mit der Variabilität steigt die Wahrscheinlichkeit, dass zukünftig nützliche Informationen erhalten bleiben (beispielsweise zur pharmazeutischen Nutzung). Ebenfalls führt ein grosser Genpool innerhalb von Populationen einer Art zu einer vermehrten Robustheit und somit zur Fähigkeit, Störungen zu tolerieren ohne Einbusse in wesentlichen Funktionen, Struktur und Wechselbeziehungen (Resilienz).

Einzelne Arten weisen einen vorwiegend direkten Nutzen als Konsumgut oder als Input in den Produktionsprozess auf. Ausserdem sind sie als Träger der Gene eine notwendige Voraussetzung für das Fortbestehen der Genvielfalt. Ökosysteme können einen massgeblichen Einfluss auf den Kohlenstoffzyklus haben und das Klima regulieren. Ausserdem besitzen sie, ebenso wie Arten, einen ästhetischen Wert für den Men-

⁹ Wie bereits in Tab. 2 festgestellt, umfasst die Biodiversität zahlreiche Komponenten, wovon einige durchaus marktgängig sein können, so beispielsweise die in Tab. 5 aufgeführten Konsumgüter oder Inputfaktoren zur Produktion. Für die marktgängigen Komponenten gelten entsprechend die Überlegungen aus den vorherigen Kapiteln.

schen und stellen in intakter Form durch ihre Anpassungsfähigkeit eine puffernde Wirkung gegenüber Naturkatastrophen dar.

Die Biodiversität beinhaltet, wie in Tabelle 5 dargestellt, eine Fülle von Leistungen und Nutzen für den Menschen. Sie liefert unter anderem Güter wie Nahrungsmittel, Energie oder Wirkstoffe für Medikamente und erbringt mit Ökosystemleistungen für den Menschen unverzichtbare Dienste. Zu den Ökosystemleistungen gehören unter anderem die Produktion von Luft, die Reinigung von Wasser, die Bodenbildung und Erhaltung der Bodenfruchtbarkeit, die natürliche Schädlingsbekämpfung oder die Bestäubung von Blüten. Ein Grossteil der Biodiversität ist bis heute nicht marktgängig und ihre Bewertung ist unsicher und umstritten. Der Zwischenbericht der Phase I der TEEB (The Economics of Ecosystems and Biodiversity 2008) beschreibt den aktuellen Stand der Forschung in diesem Bereich: dort wird ebenfalls darauf hingewiesen, dass für einzelne Regionen und Bereiche durchaus Schätzungen über den Wert der Biodiversität bestehen, deren Aggregation aber zahlreiche Unsicherheiten beinhaltet.

Biodiversität liefert unzählige, schwer zu bewertende Leistungen

Tab. 5 > Bedeutung der Biodiversität für den Menschen

Eine grobe Darstellung der unterschiedlichen Nutzenarten, die Biodiversität für den Menschen bereitstellt. Viele Punkte können allerdings nicht immer genau zugeordnet werden.¹⁰

Genetische Vielfalt	Artenvielfalt	Vielfalt der Ökosysteme
<ul style="list-style-type: none"> • Reservoir an Informationen • Evolutionäres Potenzial 	<ul style="list-style-type: none"> • Konsumgüter • Inputfaktoren für die Produktion • Träger der Gene 	<ul style="list-style-type: none"> • Ökosystemleistungen (Kohlenstoffsinken, Wasserfilterung) • Lokale Klimaregulation • Erholungsräume
Biodiversität insgesamt <ul style="list-style-type: none"> • Ästhetischer Wert • Pufferung von Störungen durch erhöhte Robustheit von Arten und Ökosystemen • Existenz- und Vermächtniswert der Vielfalt auf Ebene der Arten, Gene und Ökosysteme 		

In eine Bezifferung des Nutzens der Biodiversität sollten dementsprechend folgende Kategorien von Nutzen einbezogen werden:

- > *Direkte Nutzen* heutiger oder zukünftiger Generationen beim Konsum der Ressource (z. B. Erholungsräume) oder bei der Verwendung als Inputfaktor,
- > *indirekter und potenzieller Nutzen* der einen Erhalt der Biodiversität vorausieht. Hierzu gehört insbesondere auch der sogenannte Optionswert oder Versicherungswert. Dabei handelt es sich um ein öffentliches Gut, da niemand vom Konsum ausgeschlossen werden kann und Nichtrivalität im Konsum gilt.

Aus den beschriebenen Eigenschaften der Biodiversität wird klar, dass der Verbrauch kaum einem gesellschaftlich optimalen Pfad folgt und die Politik korrigierend einzugreifen hat, damit die Biodiversität erhalten bleibt und wo möglich verbessert werden kann.

¹⁰ Das BAFU erarbeitet derzeit ein Inventar der biodiversitätsbezogenen Ökosystemleistungen, in Umsetzung der Machbarkeitsstudie «Wohlfahrtsbezogene Umweltindikatoren» (Ott und Staub 2009).

Das Beispiel der Schweiz zeigt, dass die Vielfalt der Einflüsse der Biodiversität auf den Menschen und die unsichere Bewertung keine einfache Umsetzung entsprechender Politiken zur Erhaltung und Förderung einer nachhaltig genutzten Biodiversität zulässt (BAFU und BLW 2008). Die Schweiz konzentriert sich dabei auf rechtlich breit abgestützte Umweltziele. In globalen und europäischen Vereinbarungen zwischen den Staaten wird die Erhaltung der Biodiversität als Ziel definiert. Umgesetzt wird dieses Ziel durch eine Vielzahl von Gesetzen, die beispielsweise vorsehen, dass die gefährdeten Lebensräume identifiziert und verbindlich gesichert werden.

Erhaltung der Biodiversität
als Ziel

In Bezug auf die Biodiversität, auf die unzählige, oft schwer definierbare, Einflüsse wirken, ist das Einführen eines Marktes sicher politisch und gesellschaftlich noch anspruchsvoller als zum Beispiel bei CO₂-Emissionen. So wird in Bräuer et al. (2006) beispielsweise die Wichtigkeit der klar definierten Ziele eines Instruments und die Unablässigkeit der Berücksichtigung potenzieller Wechselwirkungen mit anderen Umweltzielen und sozialen, regionalen Effekte eines marktbasierten Instruments hervorgehoben. Sobald es also möglich ist, die Nutzniesser aus dem Verbrauch einer Ressource zu identifizieren, kann für diese Gruppen ein Markt eingerichtet werden, wie das Beispiel des Emission Trading Systems (ETS) der EU zeigt. So gibt es auch für einzelne Aspekte der Biodiversität durchaus Ansatzpunkte für marktbasierte Politiken (z. B. handelbare Fischereiquoten in Neuseeland oder Eintrittsgebühren im Biebrza Nationalpark in Polen), die jedoch in ihrer Wirksamkeit laufend neu beurteilt und mit ordnungspolitischen Massnahmen ergänzt werden sollten.

Laufende Neubeurteilung wichtig

5.2.2 Klima

Ein weiteres aktuelles Beispiel einer nicht marktgängigen natürlichen Ressource ist das Klima. Unter anderem durch den Verbrauch fossiler Brennstoffe und den Einsatz von Düngemitteln in der Landwirtschaft werden weltweit massiv mehr Schadstoffe freigesetzt, als die Natur aufnehmen kann, weshalb das Klima sich ändert. Die Veränderung, die durch die menschlichen Aktivitäten herbeigeführt wurde und wird, führt in weiten Teilen der Welt zu negativen Folgen für die Bevölkerung (eine Übersicht über die Auswirkungen ist beispielsweise im vierten IPCC-Bericht von 2007 zu finden).

Die Ressource Klima zeichnet sich durch eine ausgeprägte dynamische Komponente aus. Die Netto-CO₂-Emissionen (Bruttoemissionen minus Absorption) zum gegebenen Zeitpunkt tragen mit zeitlicher Verzögerung zum Klimawandel bei, das heisst, sie verursachen einen Abbau des Bestandes der Ressource Klima. Der Wert der Ressource Klima ist kaum abschätzbar, und dem vierten IPCC-Bericht zufolge in vielen Bereichen unendlich. Stattdessen kann eine Bewertung indirekt über die Schäden, die der Klimawandel verursacht, gemessen werden oder über die Kosten des Klimaschutzes. Problematisch hierbei ist, dass sich die Schäden geografisch relativ unabhängig vom Ort der Emission ausbreiten, sodass eine überregionale Zusammenarbeit notwendig wird, um mit den Folgen umgehen zu können.

Zeitliche und geographische
Unabhängigkeit der Ursachen
und Folgen des Klimawandels

Das Beispiel Klima zeigt, wie für eine nicht marktgängige Ressource ein Markt geschaffen wurde, um so auf den Gesamtausstoss Einfluss auszuüben. Die Preise steigen,

wenn das Angebot an Emissionsrechten sinkt. Das führt zu vermehrter Investition in alternative Energieformen und technologische Entwicklungen, die eine ressourceneffizientere Produktion sicherstellen, und einem gesamtwirtschaftlich geringeren Ausstoss an CO₂.

Seit dem 1.1.2005 werden Emissionszertifikate an der European Climate Exchange gehandelt. Das EU ETS (Emission Trading Scheme) sieht mehrere Phasen vor: die erste lief von 2005 bis 2007, die zweite von 2008 bis 2012 und die dritte ist für die Zeit von 2013 bis 2020 vorgesehen, wobei die Phasen eins und zwei mit den Vorgaben aus dem Kyoto-Protokoll operieren. Die Mitgliedsstaaten der EU ETS haben jeweils eine nationale Behörde eingerichtet, die eine effiziente Registrierung der betroffenen Firmen sicherstellen soll. Die Zertifikate werden kostenfrei an die betroffenen Firmen vergeben (Grandfathering), da es das erklärte Ziel des EU ETS ist, die wirtschaftliche Situation der betroffenen Firmen nicht unnötig einzuschränken.

European Emission Trading Scheme

Damit kann hier von einem ersten Erfolg gesprochen werden, insofern, dass für eine nicht marktgängige Ressource ein Markt geschaffen wurde. Wie in Tabelle 6 ersichtlich hat sich das Handelsvolumen von Futures-Kontrakten von 2006 bis 2008 fast verfünffacht, die Möglichkeit Emissionsrechte zu kaufen oder zu verkaufen wird also rege genutzt. Die betroffenen Firmen haben das Gut CO₂-Ausstoss als einen weiteren Produktionsfaktor erkannt und beziehen ihn offenbar in ihre Planung mit ein.

Markt wurde errichtet und wird verwendet

Tab. 6 > Entwicklung des CO₂-Marktes

	Gehandelte CO ₂ -Zertifikate Futures total	Höchstpreis	Tiefstpreis
2006	452 364 000	34.85 €	6.40 €
2007	980 780 000	26.90 €	0.01 €
2008	1 991 276 000	37.78 €	13.72 €

ECX EUA Futures Contract: Quelle: EU ETS

Es liegt nun in den Händen der regulierenden Behörden, die Gesamtmenge an Zertifikaten so zu wählen, dass das Recht zu emittieren ein knappes Gut ist und der Preis einen entsprechenden Druck auf die produzierenden Firmen ausübt und so eine Substitution weg von CO₂-intensiven Produktionsmethoden stattfindet. Die Schaffung eines Marktes für Emissionszertifikate hat einerseits für die nicht marktgängige Ressource Klima einen Markt geschaffen, und andererseits kann die regulierende Behörde über die Vergabe der Emissionsrechte die Gesamtmenge an freigesetztem CO₂ von den betroffenen Firmen bestimmen und so beeinflussen, inwiefern das Klima durch den Menschen beeinträchtigt wird.

Die Schweiz setzt auf eine Kombination verschiedener Massnahmen, um den Ausstoss von CO₂ zu verringern und die Ziele des Kyoto-Protokolls zu erreichen (BAFU 2008):

- > CO₂-Gesetz (Reduktion der CO₂-Emissionen aus der Verbrennung fossiler Energieträger um 10 % bis 2010 unter das Niveau von 1990),

-
- > freiwillige Vereinbarungen mit der Wirtschaft und Privaten,
 - > klimawirksame Massnahmen verschiedenen Politikbereiche (bspw. Aktionsprogramm EnergieSchweiz, Leistungsabhängige Schwerverkehrsabgabe LSV, etc.),
 - > subsidiäre CO₂-Abgaben und
 - > Flexible Mechanismen des Kyoto-Protokolls (Emissionshandel, Clean Development Mechanism, Joint Implementation).

6 > Einfluss auf andere Märkte

Rohstoffpreise steuern nicht nur den Verbrauch von Rohstoffen, sondern indirekt auch die Mengen auf allen anderen Märkten. So führen beispielsweise tiefe Ölpreise zu einer Ausdehnung der Mobilität und entsprechenden Mengenzunahmen beim Verkehr. Die Stärke dieser Übertragungseffekte hängt von den im Folgenden besprochenen Faktoren Input-Substitution, Technologie und Strukturwandel ab. Nur durch Zusammenspiel mit den anderen Märkten wird ersichtlich, welche Wirkung die Ressourcenpreise auf den gesamten Wohlstand in einer Wirtschaft haben.

6.1 Input-Substitution

Rohstoffe stehen als Produktionsfaktoren in Konkurrenz zu anderen Inputs wie Arbeit oder Kapital. Um ihre Kosten zu optimieren, wählen die Unternehmungen je nach Inputpreisen andere Input-Kombinationen. In der zweiten Hälfte des 20. Jahrhunderts waren die Kapitalpreise relativ stabil und die Kosten der Arbeit steigend. In den Phasen konstanter Ressourcenpreise war es daher für die Firmen rational, Rohstoff- und Kapitalverbrauch auszudehnen und Arbeit einzusparen. In Zeiten steigender Rohstoffpreise, wie in den 1970er-Jahren und zu Beginn des dritten Millenniums, erwies sich dagegen eine Einsparung von Rohstoffen durch vermehrten Kapitaleinsatz als Erfolg versprechend. Wie leicht oder wie schwer es ist, Inputs gegeneinander auszutauschen, wird mit der Messzahl der «Elastizität der Substitution» gemessen. Die in der Literatur (z. B. Solow 1974) oft verwendete Elastizität von Eins gilt dabei als mittlerer Wert, weil damit der Anteil der Ausgaben für Ressourcen in einer Wirtschaft bei allen möglichen Preisen konstant ist. Ist der Wert der Elastizität geringer als eins, nimmt bei steigenden Ressourcenpreisen der Ausgabenanteil für Ressourcen zu, womit der Anteil der anderen Faktoren (v. a. Kapital) entsprechend sinken muss. Damit ergibt sich ein kritischer Fall für die wirtschaftliche Entwicklung, da sich die Anreize vermindern, Kapital zu bilden, wogegen das Gegenteil nötig wäre, um die Produktion zumindest stabil zu halten. Werte der Elastizität von grösser als eins stellen dagegen eine unkritische Situation für die Wirtschaft dar, weil die Bedeutung des Ressourceneinsatzes über die Zeit abnimmt.

Elastizität der Substitution
als wichtige Grösse

Bedenkenswert sind in diesem Zusammenhang zwei wichtige Resultate der Ökonomie. Zum einen ist auch bei einer Elastizität von eins langfristig kein positives Wachstum möglich, wenn die Investoren eine Gegenwartspräferenz haben und zukünftige Erträge mit einer positiven Rate abdiskontieren. Von dieser Annahme wird normalerweise ausgegangen. Der Grund für das Ergebnis liegt darin, dass die Kapitalerträge unter diesen Annahmen kontinuierlich abnehmen und schliesslich den Wert der Diskontrate erreichen. Ab diesem Moment beenden strikt eigennützige Wirtschaftssubjekte ihre Spartätigkeit, womit der Kapitalbestand nicht mehr wächst, der Ressourceneinsatz aber weiter abnehmend ist. Daraus resultiert eine Abnahme von Output und Einkommen.

Zum andern ist ein Wert von kleiner als eins alles andere als auszuschliessen. Es stellt sich in den empirischen Untersuchungen nämlich heraus, dass ein Wert von kleiner als eins sehr wahrscheinlich ist. Mit anderen Worten ist die direkte Ersetzung von Rohstoffen durch andere Faktoren wie Kapital in der Praxis oft nicht einfach zu erreichen. Um negative Auswirkungen steigender Ressourcenpreise auf das Wachstum zu vermeiden, müssen daher zusätzliche Kräfte unterstützend wirken, vor allem der technische Fortschritt und der Strukturwandel.

6.2 Technologie und Bildung

Neben dem physischen Kapital werden Human- und Wissenskapital bzw. Bildung und Technologie in modernen Wirtschaften immer wichtiger. Im Gegensatz zu den Rohstoffen gehen beim Wissen die Vorräte nicht aus. Zudem sind Wissen und Bildung – im Gegensatz zum physischen Kapital – nicht an die Verfügbarkeit von materiellen Stoffen angewiesen. Wissen hat auch die Charakteristika eines öffentlichen Guts, denn viele Wirtschaftssubjekte können dasselbe Wissen gleichzeitig einsetzen, ohne dass dabei Einbussen in der Produktivität des Wissens auftreten. In der Ressourcendiskussion sind die sogenannten induzierten Innovationen besonders wichtig. Schon in den 1930er-Jahren entwickelte Sir John Hicks (Hicks 1932) die Theorie des induzierten technologischen Wandels. Er postulierte, dass eine Änderung der relativen Preise der Produktionsfaktoren Anreize dahingehend vermittelt, zusätzliche Innovationsanstrengungen bei demjenigen Produktionsfaktor zu unternehmen, der relativ teurer geworden ist. Dies bedeutet, dass steigende Rohstoffpreise über ausgelöste Innovationen zu einer zusätzlichen Erhöhung der Ressourceneffizienz führen. Damit wird auch bei steigenden Ressourcenpreisen ein konstanter oder sogar steigender Output möglich, garantiert ist dies allerdings nicht. Die Stärke der induzierten Investitionseffekte muss über geeignete empirische Verfahren ermittelt werden. Besonders effizient ist der technische Fortschritt offensichtlich dann, wenn er sehr gezielt für die Verbesserung der Effizienz einzelner Inputs eingesetzt werden kann (englisch: «directed technical change»). Sind die induzierten Forschungsanstrengungen auf den freien Märkten zu gering um die Ressourceneffizienz auf das gesellschaftlich gewünschte Niveau zu bringen kann der Staat die Forschungsanstrengungen mit Unterstützungsleistungen zusätzlich fördern. Alternativ kann der Staat den Auslösemechanismus stärken, das heisst die Ressourcenpreise mehr besteuern, womit die induzierten Innovationen ebenfalls ansteigen, das staatliche Budget aber nicht belastet wird.

Induzierte Investitionen

6.3 Strukturwandel

Ein weiteres interessantes Ergebnis betrifft die Wirkung einer Elastizität der Substitution von kleiner als eins auf den Strukturwandel in einer Wirtschaft. Wie bereits erwähnt, sinkt damit über die Zeit hinweg der Anteil des Kapitals, was durchaus kritisch ist, in einer mehrsektoralen Wirtschaft das Wachstum aber nicht verunmöglicht. Es kann nämlich gezeigt werden (Bretschger und Smulders 2006), dass ein tiefer Wert der Elastizität den sektoralen Wandel in einer Wirtschaft beschleunigt, was unter realisti-

Unvollständige Substitutionsmöglichkeiten beschleunigen den Strukturwandel

schen Annahmen Wachstum und Wohlstand in der langen Frist positiv beeinflusst. Die Begründung für die Beschleunigung liegt darin, dass nach einem Anstieg der Rohstoffpreise die ressourcenintensiven Sektoren besonders starke Kosten- und Preissteigerungen erfahren, womit über die Nachfrage ein sektoraler Schrumpfungsprozess ausgelöst wird. Weil damit Inputs frei werden können sich andere Sektoren ausdehnen; sie profitieren von der neuen Preissituation. Da viele zukunftsgerichtete Sektoren wie Forschung oder spezialisierte Dienstleistungen als wenig ressourcenintensiv gelten, wird die Einkommensentwicklung durch diese Art des Strukturwandels positiv beeinflusst. Daraus ergibt sich als Fazit erstens, dass die Ressourcenpreise nicht nur auf die Ressourcenmärkte selbst, sondern auch auf die Entwicklung aller anderen Märkte und somit auf die Gesamtwirtschaft einen grossen Einfluss haben. Zweitens sollte der Strukturwandel in Richtung der ressourcenarmen Sektoren durch staatliche Regelungen nicht verlangsamt, sondern im Gegenteil aktiv gefördert werden.

7 > Folgerungen

Die vorliegende Studie hat gezeigt, was die optimale Steuerung des Verbrauchs natürlicher Ressourcen durch die Marktpreise bedeutet und wie die vergangene Entwicklung davon abgewichen ist. In zentralen Bereichen der Ressourcensteuerung wurden verschiedene Arten von Marktversagen festgestellt (vgl. Tab. 4 in Kap. 4).

Bei den nicht marktgängigen Ressourcen ist die Steuerung definitionsgemäss nicht optimal, da die Marktfunktionen gänzlich fehlen. In diesem Bereich sind die Schaffung von Eigentumsrechten und die Einführung von Märkten oder marktähnlichen Institutionen durch den Staat vorzusehen. Damit ist ein optimaler Rahmen aber noch nicht automatisch erreicht, denn auch bei den marktgängigen Ressourcen sind die gegenwärtig erzielten Preise in den meisten Fällen nicht optimal.

Zum einen sind zahlreiche Umweltschädigungen nicht oder noch nicht vollständig in den privaten Kosten berücksichtigt, was mit einem Einsatz von umweltpolitischen Instrumenten (Umweltsteuern und -zertifikate, ordnungspolitische Massnahmen) erreicht werden kann. Die externen Effekte, die teilweise nur bedingt dem Verursacher zugeordnet werden können, müssen in den Preis des Endgutes einfließen, sodass die Substitution weg von ressourcenintensiven Gütern induziert wird.

Weiter beinhalten die individuellen Optimierungen auf den Märkten aufgrund von Unsicherheit und mangelndem Altruismus einen zu kurzen Planungshorizont und zu hohe Diskontraten, d. h. eine zu geringe Wertschätzung der Lebensstandards in der langen Frist. Eine zweckmässige Politik kann die langfristige Wohlfahrt insgesamt erhöhen, wenn sie die Investitionen und Innovationen fördert und in eine ökologische Richtung lenkt.

Schliesslich sind grosse Schwankungen der Ressourcenpreise für die private Wirtschaft mit hohen Kosten verbunden. In diesem Bereich sind die Ursachen der Schwankungen zu identifizieren und mit geeigneten Massnahmen so weit als möglich zu beseitigen. Liegen die verursachenden Faktoren im Ausland sind direkte Massnahmen allerdings kaum möglich. Weder kann die Schweiz die Marktmacht ausländischer Anbieter begrenzen, noch ist es ihr möglich, die weltweit gut vernetzten Rohwarenmärkte entscheidend zu beeinflussen. Hier besteht lediglich die Möglichkeit, die Ressourcenabhängigkeit der inländischen Wirtschaft langfristig zu verringern, sodass Schwankungen eine geringere Reichweite haben.

Gemessen an der gesamtwirtschaftlichen Effizienz, der Generationengerechtigkeit und der Technologieentwicklung kann die Funktionsweise einer Marktwirtschaft im Bereich der natürlichen Ressourcen durch staatliche Politik verbessert werden. Die Verbesserungen betreffen dabei aber nicht nur die Ressourcenmärkte allein, sondern sind wegen der vielfältigen Effekte der Ressourcennutzung auf die anderen Märkte (res-

sourcensparende Investitionen, Innovationen, Strukturwandel, Beschäftigung etc.) für die ganze Wirtschaft von grosser Bedeutung.

Allerdings sind dem Erfolgsanspruch ressourcenpolitischer Massnahmen spezifische Grenzen gesetzt. Zum einen ist festzulegen, wie stark den individuell hohen Diskontraten entgegenzuwirken ist. Diese Frage kann nur dann beantwortet werden, wenn die langfristigen Auswirkungen hoher Diskontraten in allen Bereichen der Wirtschaft erfasst werden, was nur mit komplexen ökonomischen Modellen analysiert werden kann. Weiter sind die Risiken der Ressourcennutzung aus einer gesamtwirtschaftlichen Perspektive zu beurteilen, was komplexe Risikomodelle bedingt. In diesen Bereichen sehen sich auch die staatlichen Stellen bedeutenden Informationsproblemen gegenüber, die im Laufe der Zeit im Zusammenspiel mit der Wissenschaft allerdings reduziert werden können. Zusätzlich zu den reinen Effizienzkriterien ist dabei politisch zu bestimmen, inwieweit bei der Ressourcennutzung auch eine Verteilungsgerechtigkeit herzustellen ist. Eine weitere Aufgabe besteht in der zweckmässigen Koordination der verschiedenen Bereiche wie Energie, Landnutzung, Technologie, Umwelt etc. in eine einheitliche und konsistente Strategie der nachhaltigen Ressourcennutzung.

Speziell herausgefordert ist die Ressourcenpolitik bei der Hinführung des Preisverlaufs nicht erneuerbarer Ressourcen an eine Entwicklung gemäss Hotelling-Regel, deren empirische Validierung – wie ausführlich gezeigt – zwar nicht eindeutig ist, die aber ein langfristiges Optimum beschreibt. Eine zunehmende Knappheitsrente führt nicht nur zur beständigen Verminderung des Ressourcenverbrauchs, sondern ebenso zu stetigen Anstrengungen zur Substitution von natürlichen Ressourcen. Beide Mechanismen sind z. B. für einen effizienten Übergang einer Gesellschaft zu einem Zustand eines niedrigen Energieverbrauchs (2000 Watt Gesellschaft) und eines tiefen CO₂-Ausstosses (1-Tonne-CO₂-Gesellschaft) zentral. Eine Beeinflussung der Preise wirkt dabei sehr effizient, ist aber in einem Land alleine nur begrenzt möglich.

Dem zu raschen Abbau nicht erneuerbarer Ressourcen kann nicht nur mit einer Änderung der Preise, sondern auch mit einer Stärkung der Eigentumsrechte entgegengewirkt werden, da diese zu einer Senkung des Risikos der Ressourcenbesitzer und zu einem längeren Planungshorizont führen. Allerdings sind die Massnahmen im Land des Ressourcenbesitzes zu implementieren. Die Möglichkeiten eines einzelnen Landes, Einfluss auf die Rechtssicherheit und die Institutionen eines anderen Landes zu nehmen, sind jedoch gering, sodass auch aus dieser Perspektive nur eine Substitution weg von ressourcenintensiven Gütern Erfolg versprechend erscheint.

Bei erneuerbaren Ressourcen ist entsprechend der offene Marktzugang zu verhindern, da dieser Externalitäten verursacht und zu einer Übernutzung der Ressourcen führt. Was die kurzfristige Entwicklung betrifft, ist den starken Schwankungen der Ressourcenpreise und dem «excess co-movement» mit den anderen Preisen durch staatliche Ressourcenpolitik nur schwer zu begegnen. Die Ursachen der Schwankungen und Risiken liegen meist bei den anderen Märkten, übertragen sich aber aufgrund der Portfolioentscheidungen der Investoren und den starren Marktbedingungen auf den Ressourcenmärkten (steile Angebots- und Nachfragekurven) rasch auf den Ressourcenbereich.

Daraus ergibt sich, dass dem Staat im Bereich der natürlichen Ressourcen einige zentrale Aufgaben zufallen. Aufgrund der Wichtigkeit der natürlichen Umwelt und der teilweise unumkehrbaren Prozesse ist erstens ein umfassendes Monitoring des Ressourcenverbrauchs angezeigt. Zweitens sind für nicht marktgängige natürliche Ressourcen Märkte und geeignete Institutionen zu schaffen, damit die Abbaupfade effizient werden. Als drittes ist im Einklang mit der Umweltökonomie zu fordern, dass sämtliche externe Effekte beim Verbrauch natürlicher Ressourcen durch geeignete staatliche Massnahmen beseitigt werden. Weiter ist im Hinblick auf die Generationengerechtigkeit durch staatliche Massnahmen und Leitplanken sicherzustellen, dass der heutige Ressourcenverbrauch nicht zu einer Abnahme des Lebensstandards in der langen Frist führt. Letztlich gibt eine optimale Politik kontinuierliche und verlässliche Signale in Richtung Verminderung der Verschmutzung (vor allem Abbau der Kohlenstoffintensität) vor, sodass sich die Wirtschaft mit den geringsten möglichen Kosten an einen nachhaltigen Zustand anpassen kann.

> Verzeichnisse

Abbildungen

Abb. 1	Vergleich realer Rohstoffpreise ausgewählter Ressourcen	8
Abb. 2	Überlagerung verschiedener Preistrends	9
Abb. 3	Preisentwicklung in der kurzen Frist	22
Abb. 4	4-Quadranten-Darstellung der Hotelling-Regel	24
Abb. 5	Überlagerung verschiedener Preistrends	26
Abb. 6	Marktversagen und Politikbereiche	34
Abb. 7	Zusammenhang von Einkommen und Umweltverschmutzung	40
Abb. 8	Internationale Besteuerung von Ölprodukten	42
Abb. 9	Realer Preisverlauf Erdöl	46
Abb. 10	Realer Preisverlauf Kupfer	47
Abb. 11	Realer Preisverlauf Indium	48
Abb. 12	Rohstoffpreisindex	50
Abb. 13	Vergleich realer Rohstoffpreise ausgewählter Ressourcen	50
Abb. 14	Zusammenhang Rezessionen und Preisniveau des Öls	51
Abb. 15	Wachstumsrate der Preise im Vergleich	52
Abb. 16	Auswirkungen eines Ölpreisschocks auf die Nachfrage nach Investitionsgütern und das Konsumentenklima	54

Abb. 17	Zusammenhang Zinssatz und Ressourcenpreise	58
----------------	--	----

Abb. 18	Entwicklung der bekannten Erdölreserven über die Zeit	63
----------------	---	----

Tabellen

Tab. 1	Theoretische und empirische Probleme auf den Ressourcenmärkten	10
---------------	--	----

Tab. 2	Natürliche Ressourcen	20
---------------	-----------------------	----

Tab. 3	Phasen des Preisverlaufs	45
---------------	--------------------------	----

Tab. 4	Theoretische und empirische Probleme auf den Ressourcenmärkten	66
---------------	--	----

Tab. 5	Bedeutung der Biodiversität für den Menschen	70
---------------	--	----

Tab. 6	Entwicklung des CO ₂ -Marktes	72
---------------	--	----

Literatur

BAFU 2008: Das CO₂-Gesetz, <http://www.bafu.admin.ch/klima/00493/00494/index.html?lang=de>, besucht 17.06.2009.

BAFU und BLW 2008: Umweltziele Landwirtschaft. Hergeleitet aus bestehenden rechtlichen Grundlagen. Umwelt-Wissen Nr. 0820. Bundesamt für Umwelt, Bern.

Bräuer I., Müssner R., Marsden K., Oosterhuis F., Rayment M., Miller C., Dodoková A., 2006: The use of market incentives to preserve biodiversity. Final Report. A Project Under the Framework Contract for Economic Analysis ENV.G.1/FRA/2004/0081. EcoLogic, July, 2006.

Bretschger L., Smulders S. 2006: Sustainability and Substitution of Exhaustible Natural Resources; How Resource Prices Affect Long-Term R&D-Investments, CER-ETH Economics Working Paper Series 03/26, ETH Zurich.

CBD Secretariat, <http://www.cbd.int/>, besucht 16.03.2009.

Costanza R., d'Arge R., de Groot R., Farber S., Grasso M., Hannon B., Limburg B., Naeem S., O'Neill R., Paruelo J., Raskin R., Sutton P., van den Belt M. 1997: The value of the world's ecosystem services and natural capital, *Nature*, vol. 387: p. 253.

Economic Research, Federal Bank of St. Louis, Spot Oil Price, West Texas Intermediate <http://research.stlouisfed.org/fred2/series/OILPRICE>.

Energy Information Administration 2009: Short Term Energy Outlook.

Feige E.L., Blau D.M. 2005: The Economics Of Natural Resource Scarcity And Implications For Development Policy And International Cooperation, Others 0501004, EconWPA.

Frankel J. 2008: Monetary policy and commodity prices, <http://www.voxeu.org/index.php?q=node/1178>.

Grossman, Gene M. and Krueger, Alan B. 1991: Environmental Impacts of a North American Free Trade Agreement. NBER Working Paper No. W3914. Available at SSRN: <http://ssrn.com/abstract=232073>.

Hamilton J.D. 2008: Understanding Crude Oil Prices, NBER Working Paper No. w14492. Available at SSRN: <http://ssrn.com/abstract=1301939>.

Hamilton J.D. 2009: Causes and Consequences of the oil shock of 2007–2008, *Brookings Papers on Economic Activity*, Spring 2009, Conference Draft.

Hartwick J.M. 1977: Intergenerational Equity and the Investing of Rents from Exhaustible Resources, *The American Economic Review* 67, 5: 972–974.

Hicks J. 1932: *The Theory of Wages*, Macmillan, London.

Hotelling H. 1931: The economics of exhaustible resources, *Journal of Political Economy* 30: 137–175.

IPCC 2007: *Climate Change 2007: Synthesis Report*. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Core Writing Team, Pachauri, R.K and Reisinger, A.(eds.)]. IPCC, Geneva, Switzerland.

Livernois J. 2009 On the empirical significance of the Hotelling rule. *Review of Environmental Economics and Policy*, 3 (1): 22–41.

Livernois J., Thille H. und Zhang X. 2006 A test of the Hotelling rule using old-growth timber data. *Canadian Journal of Economics*, 39 (1): 163–186.

Merkandya A., Pearce D.M. 1991 Development, the Environment and the social rate of discount, *The World Bank Research Observer*, 6,2: 137–152.

Metschies G.P. 2005: Division 44 Environment and Infrastructure Sector Project «Transport Policy Advisory Service», *International Fuel Prices 2005*, 4th edition; Bericht für die Gesellschaft für technische Zusammenarbeit (GTZ).

Millenium Ecosystem Assessment 2005: *Global Assessment Report 1: Current State and Trends Assessment*. Island Press, Washington D.C.

OPEC 2008: What is OPEC? <http://www.opec.org/library/whatisOPEC/WhatisOPEC.pdf>, besucht 18.2.2009.

Ott W., Staub C. 2009: Wohlfahrtsbezogene Umweltindikatoren. Eine Machbarkeitsstudie zur statistischen Fundierung der Ressourcenpolitik. *Umwelt-Wissen* Nr. 0913. Bundesamt für Umwelt, Bern: 164 S.

Pearce D., Moran D. 1994: *The economic value of biodiversity*, London: Earthscan Publications.

Pindyck R.S., Rotemberg J.J. 1990: The Excess Co-Movement of Commodity Prices, *The Economic Journal*, 100, 403: 1173–1189.

Shafik N. 1994: Economic Development and Economic Quality: An Econometric Analysis, *Oxford Economic Papers*, 46, Special Issue on Environmental Economics: 757–773.

Siebert H. 1983: *Ökonomische Theorie natürlicher Ressourcen*. Mohr, Tübingen.

Sinn H.-W. 2008: Public policies against global warming: a supply side approach. *Int Tax Public Finance* 15: 360–394.

Slade M.E. 1982: Trends in natural-resource commodity prices: an analysis of the time domain. *Journal of Environmental Economics and Management* 9: 122–137.

Slade M.E., Thille H. 2007: Hotelling confronts CAPM: A test of the theory of exhaustible resources. *The Canadian Journal of Economics* 30 (3): 685–708.

Solow R.M. 1974: Intergenerational Equity and Exhaustible Resources, *Review of Economic Studies*, 41: 29–45.

Sterner T., Persson U.M. 2008: An Even Sterner Review: Introducing relative prices into the discounting debate, *Review of Environmental Economics and Policy*: 1–16.

The Economics of Ecosystems and Biodiversity 2008: An interim report. http://ec.europa.eu/environment/nature/biodiversity/economics/pdf/teeb_report.pdf.

World Commission on Environment and Development (WCED), *Brundtland Commission Report* Juni 1987, Genf: <http://www.un-documents.net/ocf-02.htm>