

## Zur Kritikalität von Rohstoffen für Energietechnologien

In der EU gewinnen im Kontext von Energietechnologien verstärkt auch Fragen der Materialforschung an Bedeutung. Die Materialforschung wird dabei als eine der sog. „Key Enabling Technologies“ (KET) gesehen. Gleichzeitig sind durch Versorgungsengpässe bei nichtenergetischen Rohstoffen auch die Themen der gesicherten Produktion und der steigenden bzw. stark volatilen Preise und deren Auswirkung auf eine erfolgreiche Marktdurchdringung von Energietechnologien in den Mittelpunkt gerückt (Beispiel: Seltene Erden aus China für die Produktion von Magneten für Generatoren in Windturbinen). Die Ressourceneffizienz wird dabei als wesentliches Kriterium für eine gute Wirtschaftsentwicklung gesehen.

Kritikalitätsbegriffe und -definitionen werden mehr und mehr in thematischen F&E-Programmen verwendet (in Österreich im Programm „Produktion der Zukunft“ des BMVIT). Ziel dabei ist es, Fehlallokationen von öffentlichen Mitteln zu minimieren und gesellschaftlich relevante Forschungsfragestellungen „nachfrageseitig“ zu initiieren.

Die Österreichische Energieagentur erhebt für das Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie (BMVIT) im Rahmen eines Projektes die wichtigsten Materialien (und Rohstoffe) für Energietechnologien, die eine große Bedeutung für die Österreichische Wirtschaft haben. Dies soll in weiterer Folge zu einer Österreichischen Roadmap für Materialien für Energietechnologien führen, darüber hinaus soll die Materialfrage in Zukunft ein konstituierendes Element von Roadmaps für Energietechnologien werden.

Im Rahmen dieses Projektes wurden am 11. Juni 2013 in einem Workshop (Wien, BMVIT) zu kritischen Rohstoffen für Energietechnologien und zum Thema Kritikalität Empfehlungen an die FTI-Politik diskutiert. Teilgenommen haben Vertreter aus verschiedenen Bundesministerien, Universitäten, Fachhochschulen, Unternehmen und Interessensverbänden. Ein erweiterter umfassender Kritikalitätsbegriff soll relevante politische, (volks)wirtschaftliche, soziale, ökologische, rechtliche etc. Faktoren berücksichtigen. Der Workshop fand unter Anwendung der Chatham-House Rules statt. Die vorgebrachten Ideen wurden gemeinsam kurz reflektiert und gruppiert, es handelt sich aber im Folgenden um ein Ergebnisprotokoll und nicht um Aussagen im Konsens.

Kritikalitätsbetrachtung und Workshop beschränkten sich in diesem Fall auf anorganische mineralische Rohstoffe (Mineralien, Metalle,...). Explizite Fragestellungen zu biogenen Rohstoffen wie Biomasse und Holz, aber auch zu Primärenergieträgern wie Erdöl, Kohle und Erdgas – obwohl sie für die österreichische Volkswirtschaft überaus wichtig sind – wurden in diesem Workshop nicht behandelt.

Die Begriffe Resilienz und Nachhaltigkeit, die einen möglichen normativen Rahmen für die weitere Diskussion darstellen, können jeweils verschieden abgegrenzt bzw. definiert werden. Resilienz kann einerseits als ein notwendiger Teil der Nachhaltigkeit betrachtet werden. Dem steht die Ansicht entgegen, dass man mit dem Bezug auf Resilienz den globalen und generationenübergreifenden Anspruch der Nachhaltigkeit aufgibt. Weiters wurde die Frage diskutiert, ob unser aktueller Grundzustand überhaupt nachhaltig und seine Erhaltung daher erstrebenswert sei, bzw. – andernfalls – wozu dieser durch verstärkte Resilienz stabilisiert werden sollte.

Ein Rohstoff ist dann mit einem hohen Versorgungsrisiko behaftet, wenn mangels ausreichender Eigenproduktion die Versorgungskette empfindlich gestört oder völlig unterbrochen werden kann. Die derzeit in Österreich angewandten Methoden wie das „Kritikalitätsfeld“ werden als generell sehr abhängig von einer subjektiven Einschätzung der Indikatoren und der Gewichtung der einzelnen Aspekte („nicht nachvollziehbar“) kritisiert.

**Bedeutung der Rohstoffe und deren mögliche Verknappung für Industrieländer:** Die Rohstoffknappheit ist nach dem Faktor Arbeit die zweitgrößte Herausforderung. Die Verfügbarkeit „Seltener Erden“ kann zu einem strategischen Instrument der Wertschöpfungskette werden. Die

sichere Versorgung mit Rohstoffen ist für die Industrieländer essenziell, deren Ausfall kann zu sozialen Unruhen führen.

**Fehlende Diversifizierung der Produktion:** Bei 51 von 61 mineralischen Rohstoffen finden mehr als 50 % der Weltproduktion in max. drei Ländern statt.

**Entwicklung in Produktionsländern:** Die politische Unsicherheit sowie soziale Konflikte in den Produktionsländern stellen ein Risiko für die Versorgung dar. Es kann aber auch durch die Demokratisierung in diesen Ländern zu einer Reduzierung der „etablierten“ Versorgungsketten kommen. Ein an sich wünschenswerter Wirtschaftsaufschwung in den derzeitigen Produktionsländern kann dort zu erhöhtem Eigenbedarf und zu gedrosselten Exporten führen.

**Geopolitische Aspekte:** Noch ist offen, ob bei mineralischen Rohstoffen Wertegemeinschaften der Produzenten und der Konsumenten wie z. B. beim Öl (die OPEC bzw. IEA) entstehen können. Die Schaffung einer weltweiten „Agency“ für kritische Rohstoffe (Ähnlichkeit zu historischer EGKS), die sich mit der Thematik Monopolstellung vs. freier Marktzugang betreffend kritische Rohstoffe befasst, könnte zur politischen Konfliktvorbeugung beitragen. Bei manchen Rohstoffen wird der Markt weiter durch Monopolisten bzw. Oligopolisten geprägt werden und die Nachfrage teils deutlich über dem Angebot liegen. Handelsbarrieren können den Markt deutlich verzerren, Protektionismus kann auch durch Verstaatlichungen gegeben sein, die das Investitionsklima und die Effizienz negativ beeinflussen. Starke Militärmächte bzw. Bündnisse können dabei auf Basis bestehender/entstehender Strategien in anderer Qualität intervenieren als „die Kleinen“. In China wird das Militär als Teil der Wirtschaft betrachtet. Die wahrgenommene Rohstoffknappheit kann auch dazu verführen, sich in absurden, nicht zielführenden Strategien (Asteroidenmining) zu verlieren.

**Begriffe, Daten und Methoden:** Bei der Definition von Begriffen ist Nachschärfung gefragt: Inwieweit enthält der Begriff NACHHALTIGKEIT die Faktoren Ereignis-Gefahr-Bedrohung-Risiko, oder sind dies komplementäre Begriffe? Bei der Betrachtung der Indikatoren und Zusammenhänge sind die dynamische Entwicklung und die Gradienten wichtig (wachsende Schürfaufwände, Technologieentwicklung, Technologiewechsel). Es fehlen derzeit „Meta-Risikoanalyse-Logiken“. Überhaupt erscheint es sinnvoll, die Risikoanalyse auf einer entsprechenden Meta-Ebene anzusetzen. Geo- und biophysikalische Einschränkungen müssen berücksichtigt werden. Es sollte unterstützend kontinuierliche Technikfolgenabschätzung betrieben werden. Es existiert eine Know-how-Lücke bezüglich nachhaltiger Exploration neuer/alternativer Lagerstätten. Die Rohstoffdiskussion in Österreich sollte um eine holistische, systemische Analyse ergänzt werden.

**Policies:** Wichtig ist es, durch langfristige Maßnahmen Anreize für Investoren zu setzen, da der Bereich der Produktion von metallischen Rohstoffen einen langen Zeithorizont, hohe Summen und ein entsprechendes Risiko aufweist (Größenordnung: 10 Jahre und mehrere 100 Millionen Euro für die (Wieder-)gewältigung eines Bergwerkes). Kann über eine Rohstoffsteuer die Kostenwahrheit verbessert werden, auf welcher Ebene ist dies umsetzbar? Dies wäre durch ein Forschungsprojekt zu klären. Die Forderung nach billigen Rohstoffen steht oft im Widerspruch zur nachhaltigeren Exploration. Auch die Eigentumsverhältnisse von Abfall sind teilweise noch zu klären.

**Staatliche Reaktionsmöglichkeiten:** Der Dodd-Frank-Act der USA ist an sich ein Gesetz zur Börsenreform. In einem Nebenparagraphen werden Unternehmen mit Börsennotierung in den USA dazu verpflichtet offenzulegen, ob sie Rohstoffe aus dem Kongo und seinen Nachbarländern verwenden, allenfalls die konfliktfreie Herkunft dieser Rohstoffe nachzuweisen und die Nachweissysteme unabhängig überprüfen zu lassen. Dieses Gesetz mit positiv wahrgenommener Intention („Kein Blut auf meinem Handy“) führte allerdings dazu, dass in der Konsequenz nicht der Schmuggel und die Finanzierungsquellen diverser Warlords trocken gelegt wurden, sondern der legale Handel behindert wurde, indem der konfliktfreie Erwerb von Mineralien aus dem Kongo erschwert wurde.

**Allgemeine Diskussion Versorgungsrisiko:** Es besteht die Gefahr, dass im politischen Diskurs unter zunehmend wahrgenommenen Versorgungs- und Sicherheitsproblemen die Reaktionsmuster

militärischer Denkweisen übernommen werden und der demokratische Diskurs durch Entscheidungen und Methoden ersetzt wird, die vorgeblich alternativlos sind.

Im Wesentlichen wurden **sechs Felder für Handlungen identifiziert**, denen die einzelnen vorgeschlagenen Maßnahmen zugeordnet werden können, die die Verwundbarkeit von Volkswirtschaften durch Versorgungsengpässe bzw. stark schwankende oder steigende Preise mildern:

**Systemebene:** Die endogenen Reaktionsmöglichkeiten einer kleinen Volkswirtschaft sind begrenzt. Jedenfalls ist das Kritikalitätsfeld diesbezüglich als dynamisches, zu beforschendes Thema zu verstehen, in dem man auch Szenarien entwickeln soll („Szenarien denken statt sich in Sicherheit von Prognosen wiegen“). Es sollte eine integrative Technikfolgenabschätzung etabliert werden, die methodengemäß soziale Aspekte mitberücksichtigt. Die verbleibende Zeit ist als knappe Ressource zu sehen: Es steht nicht beliebig viel Zeit zur Verfügung, um die anstehenden Probleme zu lösen. Um ein Modell für Nachhaltigkeit zu erstellen, ist ein kreativer Umgang mit Komplexität gefragt. Diese muss je nach Bedarf reduziert und auch wieder vergrößert werden. Komplexitätsbetrachtungen müssen in Nachhaltigkeitsbetrachtungen einfließen. Bzw. auch umgekehrt: Ein umfassender Kritikalitätsbegriff muss Nachhaltigkeitsindikatoren beinhalten, die auch sozial- und kulturwissenschaftliche Aspekte erfassen. Lokale Nachhaltigkeitsbestrebungen können aber zur Verlagerung der Nichtnachhaltigkeit in die Produktionsländer führen. Gewinnmaximierung als kaufmännisches Ziel kann nach Meinung von TN nie zur Nachhaltigkeit führen. Um zukünftige Entwicklungen besser zu verstehen, bedarf es eines Foresight Scanning Centres. Der Veränderungsprozess muss interdisziplinär betrachtet werden.

**Diplomatische Ebene:** Interventionsbedarf ist bei der Rohstoffdiplomatie gegeben. Die Frage der Motivation hinter diplomatischen Entscheidungen muss verstärkt betrachtet und untersucht werden. Dabei sollten Abhängigkeiten zwischen Kapitalgebern (Finanzmärkten-Networks) und Rohstoffmärkten offengelegt werden. Die Rohstoffdiplomatie und internationale Regelwerke sollten offensiv vorangetrieben werden. Von einzelnen Teilnehmern wurde die Forderung nach einer weltweit aktiven Rohstoffagentur nach dem Vorbild von IEA oder EGKS erhoben, wobei die historischen Zielsetzungen hier unterschiedlich waren. Die IEA stellten eine Interessensgemeinschaft der ölverbrauchenden, hochentwickelten Länder in der OECD dar, die selber nur über unzureichende eigene Vorräte verfügte. Die Europäische Gemeinschaft für Kohle und Stahl stellte zwei bedeutende einzelstaatliche Ressourcen und Industriezweige ins Zentrum einer gemeinsamen (europäischen) Politik. Beteiligungen im Bergbau im Ausland sollen politisch und diplomatisch unterstützt werden. Derartige Beteiligungen wären sehr interessant, werden aber von vielen Staaten unterbunden. Die Frage der richtigen Interventionsebene bleibt aber offen: Subsidiarität: national / EU/ international. Die passenden politischen Interventionsebenen müssen identifiziert werden („Analyse, was auf europäischer oder österreichischer Ebene vordringlich ist und dort erreicht werden kann“). Die österreichische Position soll auf EU-Ebene intensiver eingebracht werden. EU soll nach außen mit einer Stimme sprechen.

**Normative staatliche Eingriffe:** Auf staatlicher Ebene gibt es zahlreiche normative Interventionsmöglichkeiten mit unterschiedlicher Eingriffstiefe in die persönliche Freiheit, wie z.B. eine Rationierung der Produktion für „notwendige“ Produkte und deren Definition. Diese Interventionen können proaktiv und reaktiv sein. Allerdings besteht dabei Abstimmungsbedarf mit der EU und den Welthandelsregimen. Normative Eingriffe beinhalten aber auch die Gefahr staatlicher Überreaktion und demokratiegefährdender Resultate, Plutokratie und soziale Unruhen drohen. Politische Alleingänge sind trotz EU-Einbindung weiterhin möglich und können auch als Chance verstanden werden. Dadurch verstärkt realisierte Nachhaltigkeitsaspekte können sich als Vorteil oder Nachteil im internationalen Wettbewerb erweisen – Beispiel Einführung der Katalysatorpflicht für PKW in Österreich (für beide Antworten gab es Unterstützer und Gegner unter den TN). Förderung (steuerliche Begünstigung) der Prospektion.

**Produktebene:** Der kurze Produktlebenszyklus zahlreicher Produkte verhindert Recyclingtechnologien. Beispiel „Gratishandy“ – setzen wir damit nicht die falschen Signale, nämlich jene von billigen Rohstoffen? Bei Produktdesign und der Produktion stellen sich aus Sicht der Ressourceneffizienz Herausforderungen und Ziele, die oft im Gegensatz zur aktuellen Marktlogik liegen. Hier liegt also Marktversagen bzw. fehlende Internalisierung externer Kosten vor. Die Marktkräfte erhalten somit keine Möglichkeit, mit Knappheit umzugehen und darauf zu reagieren, etwa durch höhere Preise, längere Produktlebenszeit, Recyclierbarkeit bestimmter Rohstoffe oder Produktprioritäten. Bei der Substituierbarkeit sind ebenfalls zukünftige Entwicklungen zu berücksichtigen bzw. durch Forschung zu ermöglichen, und hier auch der Gesamtverwertungskontext bzw. Verwertungs Kooperationen zu adressieren. Es besteht die Gefahr, sich mit neuen Technologien zusätzliche Kritikalität einzuhandeln.

**Individuelle Ebene:** Es besteht einerseits der Wunsch nach mehr transparenter Information zu sozialen u. ökologischen Lasten der Rohstoffproduktion. Diese Interventionsmöglichkeiten auf der individuellen Ebene (wie z. B. ein „Beipackzettel“ bei Konsumgütern) wurden aber auch kritisiert, weil dies einer Delegation der Verantwortung weg von staatlichen Aufgaben gleichkomme („Information alleine hilft gar nichts, der Konsument wird das Problem nicht lösen“). Allerdings erreicht man mit gezielter Information (Labelling) und der Motivation der Konsumenten auf anderen Gebieten (z.B. elektrische Geräte) mitunter eindrucksvolle Verhaltensänderungen und geändertes Kaufverhalten (Tipp: Aktueller Bericht des Club of Rome: Qualität statt Masse, Information des Konsumenten). Consumer Choice: Der Konsument ist ein im Wesentlichen unberechenbares Wesen, massenpsychologische Phänomene können starke Auswirkungen haben.

**Forschungs- und Technologiepolitik:** Die Forschungs- und Technologiepolitik stellt ein wichtiges staatliches Interventionsfeld dar. Die Empfehlungen betreffen im Wesentlichen folgende Felder:

- a) Strategische Analyse bezüglich Verfügbarkeit kritischer Rohstoffe (Ressource vs. Reserven). Aufbau einer entsprechenden Horizon/Foresighting Scanning Kompetenz (ev. als eigenes Zentrum)
- b) Die effiziente Gewinnung von Primärrohstoffen
- c) Substitutions- und Recyclingkompetenzen in Österreich stärken. Innovationskultur für Substitutionen
- d) Materialforschung und Steigerung der Materialeffizienz
- e) Design von Produkten im Hinblick auf deren Langlebigkeit und Recyclierbarkeit. Bei den Technologien sollte eher Vielfalt zugelassen werden, statt Prioritäten zu setzen (Diversifizierung als Risikomanagement – Erhöhung der Resilienz).
- f) Entwicklung und Bewertung von Maßnahmen, die die Resilienz des Wirtschaftssystems erhöhen bzw. Rahmenbedingungen für eine resiliente Gesellschaft schaffen. Letztere zielen auch darauf ab, die Systemebene durch technologische Vielfalt anstelle einzelner Prioritäten zu stärken. Dabei ist auch eine ganzheitliche Technikbewertung notwendig.

Empfohlen wird ein klares Bekenntnis zur FTE mit einer entsprechenden Mittelausstattung der öffentlichen Hand. Anwendungsorientierte Grundlagenforschung kann von Unternehmen nicht geleistet werden und muss daher von staatlicher Seite unterstützt werden. Es ist ein Mangel an Humanressourcen, insb. Technikern zu konstatieren. Dies muss als Teil der Kritikalität gesehen werden. Kritikalitätsbetrachtungen sollen bei Ausschreibungen in Zukunft mit betrachtet werden. Technologieführerschaften identifizieren und absichern. Unterstützung für Nischen & Spezialisierung zur Stärkung der Unabhängigkeit.