

## 1. Motivation

Die Menschheit ist an einem Punkt angelangt, der eine weitere grenzenlose Ausbeutung der zur Neige gehenden Ressourcen und Schädigung der Natur nicht mehr zulässt. Die derzeit stattfindende Veränderung des Weltklimas infolge erhöhter CO<sub>2</sub>-Emission geht zu wesentlichen Teilen auf die Nutzung fossiler Energieträger zurück. Welche Hochrisiko-Technologie auch die Nutzung atomarer Energieträger ist – einer bisher als „sauber“ gepriesenen Energieform – hat uns spätestens die Katastrophe im japanischen Kernkraftwerk *Fukushima Daiichi* drastisch vor Augen geführt. Ein weiteres großes Menschheitsproblem ist das derzeit ungebremste Wachstum der Weltbevölkerung, deren Versorgung zunehmend an Grenzen stößt. Damit steht die Menschheit vor Herausforderungen, die nur durch einen Paradigmenwechsel zu bewältigen sind.

## 2. Das neue Paradigma

Der neue Ansatz ist darauf gerichtet, möglichst mit dem auszukommen, was zur Verfügung steht und die durch unser Tun veranlassten Belastungen von Umwelt bzw. Natur nachhaltig zu reduzieren. Daraus lässt sich ableiten, die menschlichen Gemeinschaften samt ihres Territoriums und ihrer Ausstattung als Einheiten aufzufassen. Die jeweils abgegrenzten Einheiten können von ganz unterschiedlicher Art und Größe sein, weshalb wir dafür den Überbegriff *System* verwenden [1]. Systeme sind in eine Umgebung eingebettet, mit der sie wechselwirken. Diese Beziehungen zwischen System und Umwelt können im Sinne der Autarkiebestrebung geschickt genutzt werden.

Ein wesentliches Merkmal von Systemen besteht darin, dass gemeinsame Ziele verfolgt werden. Diese Ziele können im vorliegenden Fall wie folgt angegeben werden:

- Aufrechterhaltung des Bestands menschlicher Gemeinschaften und Sicherung aller Lebensfunktionen.
- Befriedigung der bestehenden Bedürfnisse und Mehrung des eigenen Wohlstandes durch gesteigerte Leistungskraft.

*Autarkie* ist eine Eigenschaft von Systemen, die darauf gerichtet ist, die gestellten Ziele aufrecht zu erhalten bzw. die Zielgrößen noch zu verbessern unter den Bedingungen, dass dies durch eigenes Aufkommen erreicht wird. Autarkie verschafft den Systemen Unabhängigkeit und führt zur Reduzierung der benötigten Verbindungen zu anderen Systemen. Systemautarkie bedeutet Eigenversorgung in umgrenzten Arealen. Daraus folgt, dass die Dinge, die systemintern benötigt werden, auch dort erzeugt werden und auf der Gegenseite das Verbrauchte möglichst auch lokal verwertet wird.

Systemautarkie kann auch durch Einschränkung des Ressourcenbedarfs befördert werden. Dieser Möglichkeit soll hier nur in engen Grenzen gefolgt werden. Es soll keinesfalls ein Verzicht auf erreichte Standards, etwa bezüglich der erreichten Lebensqualität, des Komforts, der Mobilität, Kommunikativität und anderer Errungenschaften, propagiert werden. Die angestrebte Autarkie soll stattdessen hauptsächlich durch Umorganisation erreicht werden.

Ökologische Autarkie bedeutet, dass die Handlungsweisen zur Erreichung von Systemautarkie dem Umweltschutz und einem nachhaltigen Wirtschaften dienen. Dazu wird angestrebt, die Beziehungen zur Umwelt mit deren Bedürfnissen in Einklang zu halten. Auf Grundlage des Verständnisses bestehender ökologischer Zusammenhänge werden Methoden zur Lösung real existierender Probleme abgeleitet.

Für die Systemautarkie sind die Größe der Einheit sowie die Bedingungen der Umgebung von wesentlicher Bedeutung. Größere Systeme bieten wegen der unterschiedlichen Standortbedingungen und auch vielfältigeren Ausstattung eben bessere interne Ausgleichsmöglichkeiten als kleinere. Und dennoch ist es sinnvoll, auf die Autarkie selbst kleiner und kleinster Einheiten zu setzen. Dazu wurde in [2] der Vorschlag unterbreitet, die Gesamtheiten in kleine und kleinste Einheiten, dort Cluster und Subcluster genannt, aufzugliedern. Diese zwangsläufig lokal verteilten kleineren Einheiten bzw. Sub-

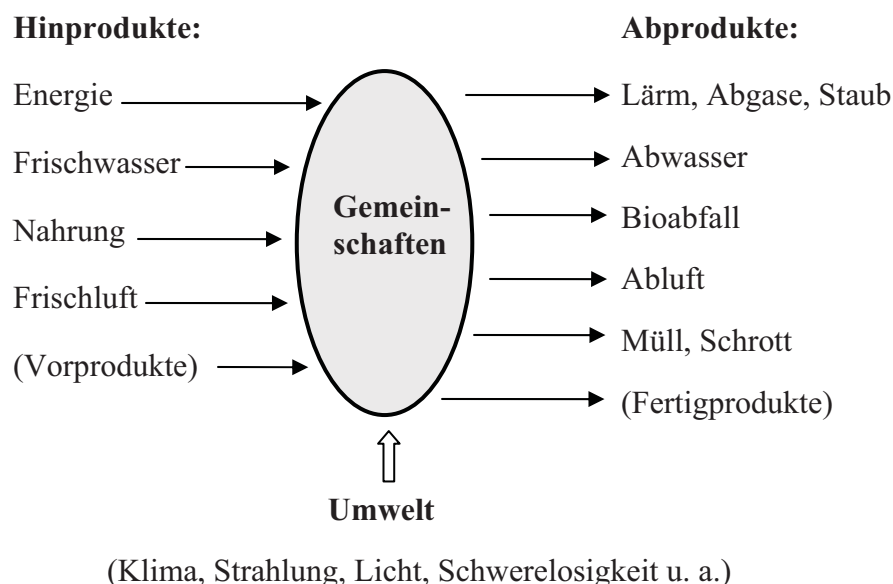
systeme sollen ebenfalls weitgehend autark sein. Diese Eigenschaft fördert nicht nur die Autarkie der Gesamtheit, sondern dient insbesondere auch der Funktionssicherheit. Entsprechend den unterschiedlichen Bedingungen, denen die Subsysteme ausgesetzt sind, variieren dann die spezifischen Lösungen, mit denen zur Autarkie beigetragen wird.

### 3. Bestimmung der wesentlichen Einflussfaktoren

Für die nun folgende Behandlung der derzeit erkennbaren Maßnahmen zur Erlangung von Autarkie nehmen wir angesichts ihrer Vielfalt eine Gruppierung folgender Art vor:

- das System mit seinen intern nutzbaren Reserven
- die vom System benötigten sog. Hinprodukte
- die als Folge der Systemnutzung anfallenden Abprodukte
- die vom System nutzbaren Effekte aus der Umgebung

Das entsprechende Szenario ist symbolisch durch **Bild 1** veranschaulicht.



**Bild 1** Einflussfaktoren auf Systeme menschlicher Gemeinschaften

Werfen wir zunächst noch einen Blick auf die bisher gängige Lebens- bzw. Produktionsweise in den Gemeinschaften. Danach werden die zur Zielerhaltung der Systeme benötigten Hinprodukte unter geringer Rücksichtnahme der Natur entnommen bzw. von vorgelagerten Systemen bezogen. Die beim Verbrauch entstehenden Abprodukte werden entweder in immer größeren Deponien abgelagert, in Flüsse eingeleitet oder einfach ins Meer abgekippt. Dieser weitgehend schädlichen Handlungsweise soll hier unter ökologischen Gesichtspunkten wirkungsvoll entgegen getreten werden.

Die aus heutiger Sicht verfügbaren Maßnahmen, die Beiträge zur Systemautarkie liefern, haben recht unterschiedlichen Charakter. Bei der anschließenden Behandlung werden wir aus Gründen der Übersichtlichkeit der zuvor eingeführten Gruppierung folgen.

### 4. Autarkieförderung durch systeminterne Maßnahmen

Es ist naheliegend, zunächst die innerhalb des Systems bestehenden Möglichkeiten an Einsparungen auszuschöpfen. Dies lässt sich sowohl durch eine Reduzierung des Bedarfs als auch eine verbesserte Ausnutzung der Medien erreichen.

Bei der Elektroenergie entspricht das vorhandene Einsparpotenzial in Deutschland laut vorliegender Studien der Stromproduktion von 10 Atomkraftwerken [3]. Diese Sparmöglichkeiten verteilen sich auf alle Bereiche bis hin zum persönlichen Umfeld. Allein der Standby-Betrieb aller Geräte verbraucht soviel Strom wie ein Kernkraftwerk erzeugt. Auch die IT-Branche sei hier als ein zunehmend bedeutenderer Energiekonsument genannt. Hier könnten bereits einfache Maßnahmen, wie die Gegenüberstellung der Servergestelle anstelle der üblichen Hintereinanderanordnung, eine moderate Anhebung der Sollwerte für die Klimaanlage sowie die Rückgewinnung der entstehenden Verlustwärme zu großen Einspareffekten führen. Auch bei nicht genutzten Räumen lässt sich der Bedarf an Elektroenergie durch eine Absenkung der Temperatur sowie eine bedarfsgerechte Lichtsteuerung drosseln. In den Städten heißer Regionen kann auf die energiefressenden Klimaanlage weitgehend verzichtet werden, wenn die Gebäude entlang von in der Hauptwindrichtung angelegten Schneisen angeordnet werden, sodass diese auf natürliche Weise gekühlt werden.

Ein großes Einsparpotenzial besteht in der Reduktion von Energieverlusten vor allem durch eine verbesserte Dämmung von Bauwerken. Hier werden die Anforderungen durch staatliche Vorgaben fortlaufend erhöht. Diese Maßnahmen lassen sich durch den Einsatz effizienterer Heizungsanlagen ergänzen. Kraftwerke mit Kraft-Wärme-Kopplung versprechen eine höhere Energieausnutzung und erzeugen zugleich Strom und Wärme. Die vorstehend genannten Maßnahmen lassen sich noch zusammenführen. Hier haben die Architekten ein reiches Betätigungsfeld gefunden, indem sie immer mehr Lösungen für sog. Zero- oder gar Plus-Energiehäuser anbieten.

Die zweite Hauptlinie zur Senkung des Energieverbrauchs ist auf eine bessere Ausnutzung von Energie gerichtet. Hier sind nicht nur in den Betrieben, sondern auch im Privatsektor die Maschinen sowie Haushaltsgeräte mit geringem Wirkungsgrad durch effizientere technische Lösungen zu ersetzen. Einen wesentlichen Beitrag kann auch die Lichttechnik durch flächendeckende Umstellung auf Leuchtquellen mit höherer Ausbeute leisten.

Beim dem aufwändig herzustellenden Medium Frischwasser bestehen die Einsparmöglichkeiten in der Senkung des Wasserverbrauchs vor allem von Waschmaschinen, Geschirrspülern und auch Toiletten. Mit der Wiederentdeckung von Zisternen, nunmehr in Gestalt offener Becken und Auffangbehälter, kann auch das kostenlose Regenwasser aufgefangen und einer geeigneten Verwertung zugeführt werden. Man differenziert bereits nach unterschiedlichen Wasserqualitäten in Form von sog. Weiß-, Grau- und Schwarzwasser, die dann jeweils einer gesonderten Verwendung zugeführt werden [3].

Auch der Materialeinsatz lässt sich wesentlich verringern. Das produzierende Gewerbe setzt hier zunehmend auf Leichtbau. Die Landwirtschaft wiederum spart ihrerseits an Düngemitteln und Chemikalien zur Schädlingsbekämpfung.

## 5. Autarkie fördernde Maßnahmen auf Seiten des Bedarfs

Die hauptsächlichen Medien, die Systeme zur Aufrechterhaltung ihrer Ziele benötigen, sind auf der linken Seite von **Bild 1** aufgeführt. Autarkie bedeutet hier, die benötigten Energien und Materialien weitgehend aus regionalem Aufkommen zu beziehen. Aus Gründen der Ökologie sind wiederum nur solche Quellen zu nutzen, die mit der Natur verträglich sind.

Auf Seiten des Energiebedarfs sind die Autarkiebestrebungen darauf gerichtet, die Verwendung fossiler und atomarer Energieträger zurückzudrängen bzw. möglichst vollständig zu vermeiden. Der Bedarf soll stattdessen durch Energien aus regenerativen Quellen, vor allem aus Windkraft und der Sonnenstrahlung, gedeckt werden [2]. Das Energieaufkommen aus solchen Quellen ist jedoch wetter- und tageszeitabhängig und korrespondiert oft nicht mit dem bestehenden Energiebedarf.

Für das Erreichen einer ökologischen Energieautarkie können verschiedene Maßnahmen herangezogen werden. Zum Einen empfiehlt es sich, nicht auf eine regenerative Energiequelle allein zu setzen, sondern einen Energiemix anzustreben. Neben der Kombination von Solar- und Windkraft ist die Hinzunahme von Bioenergie sehr förderlich (s. unten). Zum Ausgleich von Ungleichgewichten zwischen der Energiebereitstellung und dem aktuellen Verbrauch ist die Einrichtung systeminterner Speicher hinreichender Kapazität unerlässlich. Der temporären Energiespeicherung in elektrischer Form sind jedoch enge Grenzen gesetzt. Hier orientiert man vor allem auf die aufkommende Elektromobilität. Die in vielen Fahrzeugen verteilten bordeigenen Batterien können dabei in Zukunft durchaus beträchtliche Kapazitäten bereitstellen.

Günstiger handhabbar ist die Energiespeicherung in Gasform. Dafür eignet sich die Lagerung sowohl in Kavernen als auch in Röhrenspeichern. Das wichtigste infrage kommende Medium ist Biogas, welches auf natürliche Art durch Vergärung biologischer Abfälle wie auch des energiereichen Klärschlammes von Wasseraufbereitungsanlagen erzeugt werden kann. Einen wesentlichen Beitrag zur Biogaserzeugung können auch Landwirtschaftsbetriebe leisten wegen der dort in erheblichen Mengen anfallenden Rückstände aus der Viehhaltung und pflanzlichen Produktion. Außer zur Zwischenspeicherung lässt sich Biogas auch vor Ort zur Verstromung, für Heizzwecke und auch zum Betreiben von Fahrzeugen nutzen. Die Biogastechnologie ist somit eine wichtige Komponente im Verbund mit der Windkraft- und Solartechnologie. Auch die Luft kommt als geeigneter Energieträger in Betracht. In sog. Druckspeicherkraftwerken lässt sich überschüssige Elektroenergie zur Erzeugung hohen Luftdrucks verwenden und das verdichtete Medium vor allem in ausgesalzen Salzstöcken vorübergehend lagern. In Spitzenzeiten wird dann die komprimierte Luft mittels Turbogeneratoren wieder in elektrische Energie zurückgewandelt. Auch die bei der Kompression anfallende Wärme kann noch energetisch genutzt werden.

Die aus Windkraftwerken und Photovoltaikanlagen erzeugte Elektroenergie kann in Zeiten des Überschusses auch zur elektrolytischen Spaltung von Wasser genutzt werden. Der daraus produzierte „Grüne Wasserstoff“ ist wiederum gut speicherbar und lässt sich mittels Brennstoffzellen wieder in Elektroenergie wandeln. Mit diesen Zellen können außerdem Fahrzeuge ausgerüstet werden, welche den an Bord erzeugten Strom für den Antrieb nutzen. Somit lässt sich aus Erdöl gewonnener Treibstoff einsparen.

Eine Angleichung der eher sporadischen Energieerzeugung aus regenerativen Quellen an den Bedarf kann auch durch Änderung des Verbraucherverhaltens erreicht werden. So ist es beispielsweise möglich, den Betrieb besonders energieintensiver Geräte, wie Waschmaschinen, Trockner und Geschirrspüler, und auch das Laden von Fahrzeugbatterien in Zeiten des Energieüberschusses während der Nacht zu verlagern. Die Bereitschaft zur Nutzung dieser Möglichkeit sollte durch ein gestaffeltes Tarifsysteem stimuliert werden.

Betrachten wir die Bereitstellung von Frischwasser, so wird es bezüglich des eigenen Aufkommens sicherlich Grenzen geben. Nur wenige größere Gemeinschaften können wohl auf entsprechende Brunnen zurückgreifen.

Differenzierter ist die Situation bei den Nahrungsmitteln. In weiten Regionen der Welt basiert das Überleben der Bevölkerung durchaus auf der Eigenversorgung mit den wichtigsten Nahrungsgütern. Auch in ländlichen Gebieten unserer Breiten wird ein gewisser Anteil an Lebensmitteln aus eigenem Anbau erzeugt. Anders sieht die Situation in den Städten aus. Hier kann man sicherlich nicht ernsthaft daran denken, die vorhandenen Parks in Kartoffeläcker oder Gemüsefelder umzuwandeln. Leider sind auch die früher am Stadtrand gelegenen Gärtnereien inzwischen zumeist ausgestorben. In besonderen Fällen, etwa bei lang dauernden Weltraumreisen bzw. Aufenthalt auf Planeten, wird man dennoch nicht ohne mitgeführte Gewächshäuser auskommen. Zumindest in den Städten werden aber die Autarkiestrebungen an ihre Grenzen stoßen. Wer möchte schon auf die durch die Globalisierung der Wirtschaft und Märkte ermöglichte Angebotsfülle an Obst, Gemüse und Blumen verzichten? Wir alle können dennoch zumindest einen indirekten Beitrag zur ökologischen Systemautarkie leisten, indem wir verstärkt auf den Bezug von Nahrungsmitteln aus der nahen Umgebung zurückgreifen und damit zumindest helfen, den Transportbedarf einzuschränken. Auch bei den technischen Produkten bestehen

nur geringe Möglichkeiten für ein autarkes Wirtschaften. Man möchte sich schon den Bezug eines iPods aus den USA, energiesparenden Fernsehers aus Südkorea oder eines spritsparenden Toyotas Prius aus Japan offen halten.

## 6. Autarkie fördernde Maßnahmen auf Seiten des Abfalls

Unsere Autarkiebestrebungen richten sich in Zeiten zunehmender Verknappung von Ressourcen und fortschreitender Schädigung der Natur besonders auf die Seite der Abprodukte (s. **Bild 1**, rechte Seite). Systemautarkie bedeutet hier zunächst den Verbleib dieser Produkte innerhalb des Systems, wobei allerdings der ökologische Umgang damit einen hohen Stellenwert besitzt.

Die beste Art mit den Hinterlassenschaften von Gemeinschaften fertig zu werden, ist immer noch ihre möglichst weitgehende Vermeidung. In diesem Sinne könnte beispielsweise wesentlich an der oft übermäßigen Verpackung von Produkten und ausufernden Versendung von Werbesendungen gespart werden.

Soweit Müll nicht vermieden werden kann, sollte auf die Kreislaufwirtschaft zurückgegriffen werden. Dazu bedarf es allerdings einer vorherigen Trennung der verschiedenen Wertstoffe, wie Papier, Glas, Kunststoff, Holz und Metall, wovon gegenwärtig bereits zunehmend Gebrauch gemacht wird. Bei diesem Recycling wird der bei der Nutzung der Bedarfsstoffe entstehende Abfall einer Wiederverwertung zugeführt. Damit erreicht man zugleich eine entsprechende Entlastung auf der Zufuhrseite. Mit dieser Verminderung wird dem Raubbau in der Natur und der Verschmutzung der Umwelt entgegengewirkt. Zu den bereits recycelten Stoffen der genannten Art ist die Wiederverwertung von Elektronikschrott hinzugekommen. Diese Art von Müll hat inzwischen den Status eines Wertstoffs erlangt und ist in Zeiten schwindender Metallvorkommen, insbesondere von Edelmetallen und sog. Seltenen Erden, zunehmend bedeutsam geworden. Erstaunt nimmt man zur Kenntnis, dass bereits an eine Wiederaufbereitung des auf Deponien gelandeten Mülls gedacht wird [3]. Auch der bei der Erneuerung von Straßendecken in großen Mengen anfallende Schutt wird vor Ort aufbereitet und sogleich wiederverwendet, was nicht nur die Deponien entlastet, sondern auch finanziell lukrativ ist. Somit gehen Ökologie und Ökonomie Hand in Hand.

Kommen wir noch zu den restlichen Abprodukten. Bei der entstandenen Abluft in Gebäuden verschiedener Art lässt sich zumindest der Energieinhalt mit Hilfe von Wärmetauschern zurückgewinnen und vornehmlich zur Aufwärmung von Frischluft bzw. zur Heizung verwerten. Aus den biologischen Abfällen des Haushalts, von Gaststätten und vor allem der Tierhaltung kann – wie bereits dargelegt – wertvolles Biogas erzeugt und der verbleibende Rest kompostiert werden. Diese Möglichkeit bietet auch die Verwertung des bei der Abwasseraufbereitung anfallenden Klärschlammes.

Lärm und Abgase sind Stressfaktoren, die Lebensqualität und auch Gesundheit der Bewohner vor allem urbaner Systeme stark beeinträchtigen können. Zum Abbau dieser Beeinträchtigungen müssen vor allem Produktionsstätten und Verkehr ihren Beitrag leisten.

## 7. Im Sinne der Autarkie nutzbare Umweltfaktoren

In den Beziehungen zwischen Mensch und Natur vermerken wir ein sich verstärkendes ökologisches Bewusstsein. Dies drückt sich auf vielerlei Weise, wie etwa in der Gesetzgebung, der Art der Investitionen und nicht zuletzt auch im Verhalten der Bürger, aus.

Richten wir den Blick zunächst darauf, was wir der Umgebung für unsere Autarkiebestrebung bezüglich Energie und Rohstoffe unter ökologischen Gesichtspunkten entnehmen können. Hier bietet die uns umgebende Natur vor allem mit den regenerativen Energien und nachwachsenden Pflanzen eine unerschöpfliche Quelle.

Bei der Gewinnung von Elektroenergie aus regenerativen Quellen nimmt die Nutzung der Windenergie in unseren Breiten den vordersten Platz ein. Ihr Anteil wird nach Vollausbau im Jahr 2050 auf 80%

geschätzt [3]. Obwohl in Deutschland dafür in weiten Bereichen gute Voraussetzungen bestehen, ist der Ausbau mit landgestützten Windkraftwerken bisher recht unterschiedlich vorangeschritten. Während in den nördlichen und nordöstlichen Bundesländern bereits ein hoher Grad des Ausbaus erreicht wurde, bestehen hier in den verbrauchsstärkeren südlichen und südwestlichen Regionen wegen der bisherigen Orientierung auf Atomstrom noch Defizite.

Ein großes Potenzial an nutzbarer Windkraft liegt auf den Meeren. Hier herrscht eine konstantere und vor allem stärkere Windströmung, die bei gleichem Rotordurchmesser eine vierfach höhere Ausbeute als an Land verspricht. Allerdings ist die Errichtung und Wartung solcher Windkraftwerke deutlich teurer. Im sog. off-shore-Bereich ist die Errichtung von Windkraftwerken mit Boden Gründung nach derzeitigem Stand bis in 30 m Wassertiefe möglich. Entsprechende Anlagen werden derzeit an den Küsten der Nord- und Ostsee errichtet bzw. sind in Planung. Um die noch kräftigere und nahezu konstante Windströmung auf Hochsee zu nutzen, muss man weiter in Tiefseeregionen vordringen. Dem entsprechend beschäftigt man sich bereits mit schwimmenden Windkraftwerken auf verankerten Plattformen bzw. Spezialschiffen [4]. Windkraftwerke auf See können auch mit Anlagen zur Energiegewinnung aus der Meeresströmung kombiniert werden und somit einen noch höheren Energieertrag erzielen.

Bei der Nutzung der Solartechnik wird in Deutschland vor allem auf die Photovoltaik gesetzt, deren Anteil bei 10% liegen dürfte. Die von einer boomenden Branche bereit gestellten Solarmodule sind ohne großen Aufwand auf Dachflächen jeder Größe montierbar, sodass die Ausstattung von Renommierten Gebäuden, Wohnanlagen, Schulen, Stallungen und auch Einfamilienhäusern bereits gut vorangeschritten ist. Neben der Erhöhung der Stromausbeute befasst man sich auch mit neuartigen Lösungen, die einmal geeignet sein sollen, solare Energie an Fassaden und sogar Fenstern zu gewinnen.

In den sonnenreichen Südländern, insbesondere Spanien und Nordafrika, bereitet man sich darauf vor, elektrischen Strom in solarthermischen Anlagen zu gewinnen. Die wichtigsten Bauformen sind die solaren Turm- und Parabolrinnenkraftwerke. Bei den Turmkraftwerken reflektiert eine Vielzahl beweglicher Spiegel die reflektierten Sonnenstrahlen zu einem erhöhten Empfänger, wo die gebündelte Energie an einen Wärmeträger übermittelt wird. Parabolrinnenkraftwerke sind praktisch langgestreckte Hohlspiegel, welche die Strahlung zu einer entlang des Brennpunktes geführten Röhre übertragen und dort ein geeignetes Medium erhitzen. Ein internationales Konsortium ist dabei, im Rahmen der *Desertec industrial Initiative* das Projekt das Wüstenstromprojekt *Desertec* vorzubereiten. Die in Marokko für 2015 geplante Realisierung soll einmal die nordafrikanischen Länder und anteilig auch Europa mit solarer Energie zu versorgen. Die notwendigen Investitionen zur Realisierung des Wüstenstromprojekts sind gewaltig und werden auf mehrer 10 Mia. € geschätzt [3].

Eine Zukunftsvision befasst sich damit, Sonnenenergie direkt im Weltall zu gewinnen und diese nach entsprechender Wandlung über Mikrowellen auf die Erde zu übertragen [3]. In der Weltraumtechnik ist hingegen die Verwendung von Sonnensegeln zur bordeigenen Energiegewinnung längst Standard. Man untersucht inzwischen sogar die Möglichkeiten einer Nutzung des Sonnenwindes als Antriebsquelle für Raumkapseln.

Die Natur bietet noch weitere Energiequellen. Dazu zählt vor allem die Erdwärme, die über das Medium Wasser aufgenommen wird. Geothermische Anlagen sind in erster Linie für Gebiete mit hoher tektonischer Aktivität interessant. Daher finden sich die meisten solcher Anlagen vor allem in Island. Aber auch in unseren Breiten kann man von der Erdwärme profitieren. Die geläufigste Art ist hier der Einsatz von Wärmepumpen, welche allerdings auch einen gewissen Strombedarf haben. Wärmepumpen können nicht nur dem Erdreich, sondern auch der Umgebungsluft Wärme entziehen.

Beim Blick auf die regenerativen Energiequellen werden häufig die damit verbundenen Anstrengungen für den Umbau der Versorgungsnetze übersehen. Diese betreffen zum Einen den Aufbau leistungsfähiger Verbindungen in Gestalt sog. Stromautobahnen, um die Entfernungen zwischen den Zentren der Energiegewinnung und des Verbrauchs zu überbrücken. Für die Übertragung des „Wüstenstroms“ über 3.000 km nach Europa sind Trassen für die Übertragung von hochgespanntem Gleichstrom vorgesehen, da bei dieser Stromart mit Verlusten von nur 10 % zu rechnen ist. Neben der Er-

richtung von Stromautobahnen sind auch die lokalen Verteilnetze völlig umzugestalten. Dazu bedarf es vor allem intelligenter Steuerungen der lokalen Netze. Diese müssen nicht nur die Erzeugung, Speicherung und den Verbrauch von Elektroenergie aufeinander abstimmen, sondern auch den Energiemix optimieren. Dazu bedarf es auch der Verknüpfung mit einem Kommunikationsnetz, das bis zu den Verbrauchern reichen muss.

Auch bei den Materialien ist die Natur als Lieferant für uns von großer Bedeutung. Derzeit verzeichnen wir eine zunehmende Verwendung von Holz als wertvolles Baumaterial. Dies ist nicht nur ökologisch sinnvoll, sondern trägt auch zur Verbesserung der Wohnqualität bei. Pflanzliche Produkte finden generell eine sich zunehmend ausweitende Nutzung. Hier geht es nicht nur darum, die unsere Umwelt verschandelnden und schwer abbaubaren Plastiktüten durch Taschen aus biologischen Materialien zu ersetzen. Inzwischen substituieren nachwachsende Rohstoffe in zunehmendem Maß klassische Materialien. So werden beispielsweise natürliche Fasern für die Polsterung von Autositzen eingesetzt und aus nachwachsenden energiereichen Rohstoffen Biodiesel erzeugt. Auch bei der Nutzung natürlicher Stoffe ist auf nachhaltiges Wirtschaften zu achten. Dagegen wird allerdings gegenwärtig durch unmäßiges Roden der Regenwälder und bedenkliche Ausweitung des Anbaus energiereicher Pflanzen verstoßen.

## 8. Ergebnis und Schlussfolgerungen

Die Prosperität der Menschheitsentwicklung hat ihre Kehrseite in der Ausbeutung und auch Schädigung der Natur. In unserer Zeit ist jedoch ein Grad erreicht, der ein nachhaltiges Umdenken unausweichlich macht. Dazu wird im vorstehenden Beitrag eine Konzeption vorgestellt, der eine Aufgliederung menschlicher Gemeinschaften in dezentrale Einheiten zugrunde gelegt ist, die nach Autarkie streben. Zum Erreichen einer weitgehenden Unabhängigkeit wird eine Gesamtheit zweckdienlicher Maßnahmen angegeben, die unterschiedlichsten Charakter tragen. Dabei wurde gezeigt, dass es durchaus möglich ist, Autarkie, Ökologie und auch Ökonomie miteinander in Einklang zu bringen.

Sieht man von den Stämmen der Naturvölker ab, nach deren Lebensqualität sich wohl keiner sehnt, so wurde eine totale Systemautarkie bisher nur in eng umschlossenen Gemeinschaften erreicht, die extremen Bedingungen ausgesetzt sind. Dazu zählen vor allem die Aufenthalte in Polarstationen, Raumkapseln auf weiten Flügen im All sowie Raumstationen für längerfristigen Aufenthalt auf Planeten. Für die Allgemeinheit ist vollständige Systemautarkie derzeit aber wohl eher noch eine Zukunftsvision, deren Verwirklichung aber wohl schrittweise angestrebt werden muss.

### Literatur:

- [1] Weller, W.: Die Systemtechnologie als innovatives Konzept. Books on Demand, Norderstedt, 2008, ISBN 9783837057485[1], <http://d-nb.de>
- [2] Weller, W., Will, M.: Ein gesamtheitliches Konzept zur dezentralisierten Energieversorgung auf der Basis regenerativer Quellen. IKZ-Energy, 2/März 2011 u. 2/April 2011, Strobel Verlag GmbH & Co. KG, Arnsberg
- [3] -: wissenschaftliche Beiträge in der Tagespresse, im Journal Uptown u. Magazin GEO
- [4] Weller, W.: Innovative Lösungen für Hochsee-taugliche Windkraftwerke. Berlin Mrz. 2009 (unveröffentlicht)