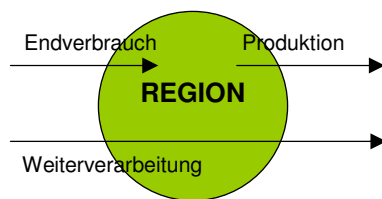


**Gernot Stöglehner**

## Von der Geraden zum Kreislauf – Der Weg zur nachhaltigen Region

An den Anfang dieses Artikels sei die Hypothese gestellt, dass in Österreichs Regionen Stoff- und Energieströme<sup>1</sup> häufig nicht geschlossen sind, sondern vielfach entlang von Geraden entweder die Regionen<sup>2</sup> passieren, in der Region enden oder ihren Ausgangspunkt in der Region haben. Wenngleich zahlreiche Initiativen sich darum bemühen, sowohl in stofflicher als auch in wirtschaftlicher Sicht regionale Kreisläufe aufzubauen, so laufen doch die wesentlichen Stoffströme immer noch entlang von Geraden, in oder durch die Regionen bzw. aus den Regionen. Beispiele dafür sind fossile Energieträger, die oft über tausende Kilometer in die Regionen gebracht werden, um dort verbraucht zu werden. Daraus resultierende Schadstoffe verbleiben dann häufig im näheren Umkreis des Ortes der Energieumwandlung. Kreislaufbilanzierungen können, wenn überhaupt, lediglich im überregionalen oder globalen Kontext aufgestellt werden.

**Abbildung 1: Stoffströme in Regionen**



Quelle: eigene Bearbeitung

Ziel dieses Artikels ist es, am Beispiel der Energieversorgung des Bezirks Freistadt aufzuzeigen, dass auch mit dem derzeitigen Stand der Technik ein Übergang von der Energieversorgung entlang der in der Region endenden Geraden in eine als regionale Kreislaufwirtschaft organisierten Energieversorgung möglich und durchführbar ist. Dass diese Gerade gleichsam eine Sackgasse ist, zeigen nicht nur lokale Umweltverschmutzungen, die in den letzten Jahren durch erhebliche technische

<sup>1</sup> Hier werden Energieströme nicht im thermodynamischen Sinne verstanden, wonach Energie niemals im Kreislauf geführt, sondern lediglich von einer höherwertigen Form in eine Form niedriger Wertigkeit (z.B. Wärme) umgewandelt werden kann. In diesem Artikel wird die stoffliche Komponente der Energieträger in den Vordergrund gestellt. Diese stoffliche Komponente, wie z.B. Kohlenstoffverbindungen, kann zumindest bei der Nutzung biogener Energieträger im Kreislauf bewirtschaftet werden.

<sup>2</sup> In diesem Artikel wird Region dergestalt verstanden, als sie durch die räumlich-funktionellen Verflechtungen charakterisiert ist, wie z.B. das Verhältnis von Stadt – auch Kleinstadt – und ländlichem Raum.

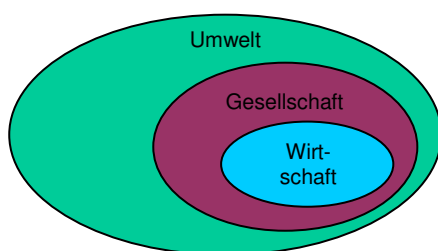
Anstrengungen teilweise stark reduziert werden konnten, sondern auch globale Umweltprobleme wie der Treibhauseffekt. Als weiteres Ziel des Artikels soll aufgezeigt werden, dass eine derartige „nachhaltige“ Energieversorgung das Verhältnis von Stadt und Land neu definiert.

Dabei wird folgendem Aufbau gefolgt: Zunächst wird im Abschnitt „Das Ei der Nachhaltigkeit“ das diesem Artikel zugrunde liegende Verständnis von Nachhaltigkeit als Ausgangspunkt für die weiteren Betrachtungen dargelegt. Der Abschnitt „Der Metabolismus von Umwelt und Gesellschaft“ zeigt einige Eckpunkte der Beziehung dieser Systeme auf. Daraufhin wird der „ökologische Fußabdruck“ als Kenngröße des regionalen Ressourcenverbrauchs beschrieben und auf die Energieversorgung der Region Freistadt angewendet. Es folgen Überlegungen zur Überführung der Energieversorgung in eine regionale Kreislaufwirtschaft und auch die Neudefinition des Verhältnisses von Stadt und Land in einem derartigen Szenario.

### Das Ei der Nachhaltigkeit

Die gebräuchlichste Darstellung des Nachhaltigkeitsdreiecks, in dem Gesellschaft, Umwelt und Wirtschaft die Eckpunkte charakterisieren, unterstellt, dass diese Systeme gleichberechtigt nebeneinander stehen. Damit werden Abwägungsmöglichkeiten zwischen diesen Aspekten suggeriert und bei Wachstum eines Eckpunktes, kann das Dreieck im Schwerpunkt gehalten werden, wenn auch die weiteren Eckpunkte mitwachsen. Absolute Wachstumsgrenzen, vor allem der Umwelt, werden nicht dargestellt.

**Abbildung 2: Das Nachhaltigkeitsei**



Quelle: eigene Bearbeitung nach Birkmann 2000, S. 166

Im Nachhaltigkeitsei hingegen kommen die eindeutigen Abhängigkeitsverhältnisse bestens zum Ausdruck, indem die Umwelt als alles umschließendes System die Gesellschaft und diese als Umhüllende wiederum die Wirtschaft mit einschließt. Kein Subsystem kann „größer“ als das umfassende System sein, ohne dass das Gesamtsystem Schaden nimmt.

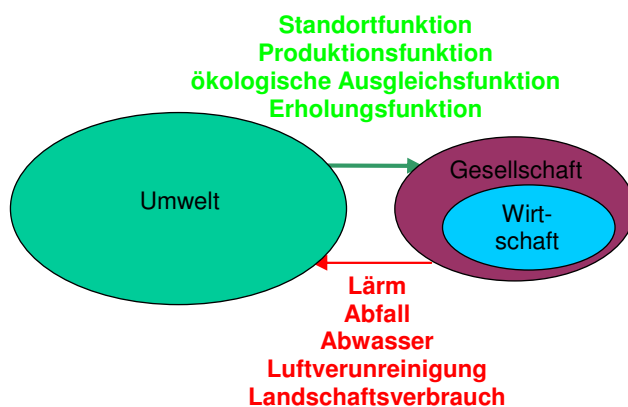
Nachhaltigkeit ist nur gegeben, wenn die globalen Ökosysteme durch menschliche Eingriffe nicht wesentlich beeinträchtigt werden, Nachhaltigkeitskriterien für die Gesellschaft und weiters für die Wirtschaft als Subsystem der Gesellschaft gegeben sind (vgl. Birkmann 2000, S 166). Wie die Grenzen der Umwelt durch Wirtschaft und Gesellschaft auch physisch überschritten werden, kann mit Hilfe des ökologischen Fußabdrucks anschaulich dargestellt werden, wie weiter unten noch ausgeführt wird.

Das wesentliche Bezugssystem für diesen Artikel ist das Verhältnis zwischen Umwelt und Gesellschaft. Auf die Wirtschaft als Subsystem der Gesellschaft wird hier nur am Rande eingegangen.

### Der Metabolismus von Umwelt und Gesellschaft

Der Stoffwechsel von Umwelt und Gesellschaft kann in einem sehr groben Maßstab dadurch gekennzeichnet werden, dass die Umwelt verschiedenste Funktionen für die Gesellschaft erfüllt und die Gesellschaft vor allem verschiedene Arten der Umweltverschmutzung und des Umweltverbrauchs verursacht. Die Umwelt erfüllt für die Gesellschaft folgende wesentlichen Funktionen:

**Abbildung 3: Der Metabolismus von Umwelt und Gesellschaft**



Quelle: eigene Bearbeitung

- Standortfunktion: Bereitstellung von Flächen als Standorte für menschliche Nutzungen aller Art wie Siedlungen, Infrastruktur etc.
- Produktionsfunktion: Angebot an Lebensmitteln und erneuerbaren Rohstoffen aus land- und forstwirtschaftlicher Produktion, Trinkwasser oder nicht-erneuerbaren Rohstoffen aus dem Bergbau wie für fossile Energieträger, Steine und Erden, Erze etc.

- ökologische Ausgleichsfunktion: Fähigkeit der Natur und Umwelt zur Reinigung, Filterung und Schadstoffabbau in Wasser, Luft und Boden; Klimaregulierung, Lebensraumfunktionen für Tiere und Pflanzen etc.
- Erholungsfunktion: Begünstigung der Regenerationsfähigkeit der Menschen in Naherholungs- und touristischer Nutzung durch Vielfalt, Eigenart, Natürlichkeit, Ästhetik etc.

Durch die Nutzung der von der Umwelt bereitgestellten Lebensgrundlagen durch die Gesellschaft erfahren diese eine Umwandlung, aus denen meistens Umweltbelastungen unterschiedlichster Art resultieren wie Lärm, Abfall, Abwasser, Luftverunreinigung und Landschaftsverbrauch. Zur Untermauerung dieser Feststellung ließen sich zahlreiche Argumente anführen, wie z.B. das Verfehlen der Klimaschutzziele (vgl. Umweltbundesamt 2003, S 5) oder der anhaltende Bodenverbrauch für Siedlungs- und Verkehrsflächen. Dieser beträgt in Österreich etwa 15 bis 25 ha pro Tag (vgl. Umweltbundesamt 2001, S 23).

Dies führt zu einer ständigen Übernutzung der natürlichen Umwelt durch die Gesellschaft. Beim Vergleich mit einem Ei drängt sich das Bild auf, dass der Dotter größer als das gesamte Ei ist. Langfristig kann eine derartige Konstellation zwischen Subsystem und übergeordnetem System keine Chance auf Bestand haben. Um einen Ausweg zu finden, wird derzeit eine nachhaltige Entwicklung<sup>3</sup> forciert. Bei der Betrachtung von Stoff- und Energieflüssen im Lichte eines nachhaltigen Lebensstils ist vor allem der Grundwert der Dematerialisierung ausschlaggebend. Dematerialisierung bedeutet, dass eine Reduktion der Stoff- und Energieströme in der Gesellschaft notwendig ist. Zur Umsetzung von Dematerialisierung sind vor allem zwei Strategien notwendig, die Suffizienzstrategie und die Effizienzstrategie (vgl. Kanatschnig, Weber 1998, S 49 f.):

- Suffizienzstrategie: Gemäß dieser Strategie ist kritisch zu prüfen, welche materiellen Güter und Dienstleistungen zur Sicherung der gewünschten Lebensqualität notwendig sind. Die Kernfrage lautet: „Wie viel ist genug?“
- Effizienzstrategie: Wenn die Suffizienzfrage beantwortet ist, sind gemäß der Effizienzstrategie die als notwendig erkannten Produkte mit möglichst geringem Ressourcen- und Energieverbrauch herzustellen.

Der Versuch, die Dematerialisierung lediglich durch die Effizienzstrategie herbeiführen zu wollen, ist zum Scheitern verurteilt. Ohne die Suffizienzfrage anzusprechen, kann die bloße Effizienzsteigerung zur Überkompensation der Einspareffekte durch ungebremstes Wachstum der Ansprüche führen. So führt z.B. das Ansteigen des Verkehrsaufkommens zu

---

<sup>3</sup> Der vom Autor verwendete Nachhaltigkeitsbegriff entstammt der Definition des Brundtland-Berichts.

einem nach wie vor wachsenden Umweltverbrauch durch den Individualverkehr, obwohl die einzelnen Fahrzeuge emissionsärmer – aber auch immer leistungsstärker – werden (vgl. Kanatschnig, Weber 1998, S 49).

Wenn dieser abstrakte Kreislauf zwischen Umwelt und Gesellschaft nun in einen räumlichen Kontext gestellt wird, so fällt auf, dass in vielen Fällen der Ort der Ressourcenentnahme und der Ort des Verbrauchs weit von einander entfernt liegen. Erdöl und Erdgas werden über Tausende von Kilometern transportiert, Erze kommen z.B. aus Südamerika, Computerteile aus Asien etc. Für den Transport werden enorme Ressourcen beansprucht und Umwelt belastet. Die Schadstoffe aus dem Verbrauch Rohstoffe, z.B. die Emissionen aus der Verbrennung fossiler Brennstoffe, oder die Entstehung von Abwasser wirken jedoch überwiegend regional. Eine Effizienzsteigerung im Sinne der Minderung von Stoff- und Energieströmen kann hier durch eine stärkere Verankerung der Rohstoffgewinnung in den Regionen erreicht werden.

### **Der ökologische Fußabdruck als Kenngröße des regionalen Ressourcenverbrauchs**

Um nun die Beanspruchung der Umwelt zu messen, wurden bisher eine Reihe von Indikatoren entwickelt. Ein sehr gut kommunizierbarer Indikator dafür ist der „ökologische Fußabdruck“. In diesem Modell, das ursprünglich von Mathis Wackernagel und William Rees publiziert wurde (vgl. Wackernagel, Rees 1993), wird davon ausgegangen, dass sich alle Tätigkeiten der Menschen direkt oder indirekt in Landverbrauch (pro Person, Region, Nation etc.) umrechnen lassen. Damit kann der tatsächlich konsumierte Fußabdruck der real verfügbaren Fläche in einer Region gegenübergestellt werden. Das ursprüngliche Konzept geht dabei vom Gesamtkonsum der untersuchten Gesellschaft aus. Der Fußabdruck der Einwohnerinnen und Einwohner Österreichs beträgt nach Wackernagel und Rees ca. 5,63 ha (vgl. Wackernagel, Rees 1997, S 109). Wenn berechnet wird, wie viel biologisch produktives Land pro Person zur Verfügung steht, sind das global etwa 1,45 ha und auf Österreich bezogen etwa 1,35 ha. Wenn also alle Erdenbürger denselben Lebensstil wie in Österreich pflegen wollten, wären für deren Versorgung also etwa vier Erden notwendig. Allerdings weist das ursprüngliche Rechenmodell für den Fußabdruck einige wesentliche Schwächen auf, weshalb der Fußabdruck wesentlich höher ist als von Wackernagel und Rees berechnet.

**Abbildung 4: Der Fußabdruck einer Österreicherin bzw. eines Österreichers**

Wieviel Land braucht eine Österreicherin bzw. ein Österreicher?	Wieviel steht zur Verfügung?
1,36 ha Fossilenergie	global
0,23 ha Ackerfläche	0,25 ha Ackerfläche
2,11 ha Weiden	0,58 ha Weiden
1,47 ha Wald	0,59 ha Wald
0,07 ha überbautes Land	0,03 ha Siedlungsfläche
<u>0,39 ha Fußabdruck Meeresfläche</u>	<u>0,55 ha produktive Meeresfläche</u>
Gesamtfußabdruck: 5,63 ha	1,45 ha pro Mensch
	lokal:
	0,80 ha Dauersiedlungsraum
	<u>0,55 ha produktive Meeresfläche</u>
	1,35 ha pro ÖsterreicherIn

Quelle: Wackernagel, Rees 1997, S. 109, Fußabdruck lokal: eigene Bearbeitung

Die Problematik bei dem Rechenmodell nach Wackernagel und Rees besteht im Wesentlichen darin, dass für den Fußabdruck für fossile Energieträger jene Anbaufläche ermittelt wird, die notwendig wäre, um die verbrauchte Energiemenge auf landwirtschaftlichen Flächen in Form von Ethanol zu produzieren. Damit wird nicht der Fußabdruck fossiler Energieträger, sondern bereits einer erneuerbaren Alternativenergie berechnet. Damit kann der Umstieg von einer fossilen Energienutzung in eine erneuerbare nicht abgebildet werden. Um diese Unzulänglichkeiten des ursprünglichen Fußabdruckmodells von Wackernagel und Rees für den Energiesektor zu verbessern, wurde ein alternatives Berechnungsmodell vorgeschlagen (vgl. Stöglehner 1998, S 26 ff.).

**Abbildung 5: Flächenbedarf ausgewählter Energieträger**

Energieträger	Flächenbedarf in m <sup>2</sup> .a/MJ
Fossile Energieträger	
Kohle	20
Mineralöle	11,99
Erdgas	10,42
Erneuerbare Energieträger	
Strom Photovoltaik	0,0023

Strom Wind	0,0011
Strom Wasserkraft	0,01
Sonnenkollektor	0,0008
Holz extensiv	0,1370
Holz intensiv	0,0702
Stroh als Nebenprodukt	0,2326
Miscanthus	0,0394
Rapsöl	0,1721
Rapsmethylester	0,2119
Ethanol aus Zuckerrohr	0,1075
Ethanol aus Zuckerrübe	0,125
Ethanol aus Holz	0,2174
Ethanol aus Weizen	0,2169
Ethanol aus Mais	0,6289
Methanol	0,0857
Klär-, Deponie- und Biogas	0,2008

Quelle: Stöglehner 1998, S. 33 f.

Das modifizierte Rechenmodell orientiert sich in Bezug auf fossile Energieträger an der Herangehensweise von Krotscheck: Fossile organische Rohstoffe werden als langsam erneuerbar aufgefasst. Ein Erneuerungsfaktor wird aus dem Kohlenstoffkreislauf und der Sedimentation organischen Kohlenstoffs auf den Meeresböden errechnet (vgl. Krotscheck 1995, S. 88). Darüber hinaus werden aufgrund von Literaturrecherchen und eigenen Berechnungen entsprechende Flächenerträge für verschiedene erneuerbare Energieträger angegeben. Der Fußabdruck der Energieversorgung berechnet sich einfach dadurch, dass der Energieverbrauch in MJ pro Jahr mit dem Flächenbedarf des jeweiligen Energieträgers multipliziert wird und die so ermittelten Teilfußabdrücke zum Gesamtfußabdruck aufsummiert werden.

Allen Berechnungen des Fußabdrucks ist gemeinsam, dass hoch industrialisierte Länder einen wesentlich höheren Flächenverbrauch aufweisen als sie über Landesfläche verfügen. Dieses Land wird zum einen außerhalb der eigenen Regionen z.B. auf Kosten von Dritte-Welt-Ländern konsumiert. Zum anderen und wesentlich höheren Anteil kommt dieser Landverbrauch aus der Vergangenheit. Wackernagel und Rees bezeichnen die Flächen, die für fossile Energienutzung aufgewendet werden, auch als „borrowed land from the past“ (Wackernagel und Rees 1993, S 21). Fossile Energieträger haben Jahrtausende für ihre Entstehung gebraucht sowie Umweltbedingungen, die in der heutigen Zeit nicht gegeben

sind. Was über Jahrmillionen entstanden ist, wird derzeit von der Menschheit in wenigen Jahrzehnten zu Tage gefördert, verbraucht und damit auch entsprechende Umweltprobleme hervorgerufen. Damit kommt zur räumlichen Dimension der an den Anfang dieses Artikels gestellten „Geraden“ auch noch die zeitliche Dimension dazu. Eine auch zeitliche Kreislaufführung wie bei der Biomasse ist somit in menschlichen Zeiträumen nicht möglich, allenfalls in geologischen. Bei einer Energieerzeugung aus Wind- oder Sonnenenergie kann von Kreisläufen nicht gesprochen werden, sondern von der Zusatznutzung ohnehin vorhandener regionaler Potenziale.

### Der Fußabdruck der Energieversorgung des Bezirks Freistadt

Im Jahre 1998 wurde der Fußabdruck der Energieversorgung des oberösterreichischen Bezirks Freistadt ermittelt, der etwa 65.000 Einwohnerinnen und Einwohner hat und eine Fläche von ca. 1.000 km<sup>2</sup> umfasst. Aufgrund des oben vorgestellten modifizierten Rechenmodells wurde ermittelt, dass der Fußabdruck der Energieversorgung des Bezirks Freistadt, der zum überwiegenden Teil auf fossiler Energienutzung basiert, etwa 44 Mal so hoch ist wie die Fläche des Bezirks. Die Ergebnisse der Fußabdruckberechnung können übersichtlich in einer Energiematrix dargestellt werden (vgl. Stöglehner 2003, S. 270). Der Fußabdruck der regionalen Energieversorgung ist deshalb so hoch, weil sie zu etwa 70% von fossilen Energieträgern abhängt. Dieser Anteil verursacht 95% des regionalen Fußabdrucks.

**Abbildung 6: Energiematrix der Energieversorgung des Bezirks Freistadt**

Endenergieverbrauch in [TJ] Fußabdruck in [km <sup>2</sup> ]	Nieder- temperatur	Licht, Kraft	Prozess- energie	Verkehr	Summe
Fernwärme (Holz)	33 4				33 4
Holz	984 135				984 135
Kohle	391 7.820				391 7.820
Strom	25 125	305 1.525	61 310		392 1.960
Mineralöl	566 6.786		120 1.439	1.800 21.583	2.486 29.808
Erdgas	196 2.041		153 1.594		349 3.635
Flüssiggas	90 938				90 938
Sonstige	17 0				17 0
<b>Summe</b>	<b>2.303 17.849</b>	<b>305 1.525</b>	<b>334 3.343</b>	<b>1.800 21.583</b>	<b>4.742 44.300</b>



Quelle: Stöglehner 2003, S. 270

Damit kommt auch zum Ausdruck, dass ein langfristiger Ausstieg aus einer fossilen Energienutzung unumgänglich ist, sollen die Grenzen unserer Ökosysteme nicht ständig überschritten werden. Der Nutzung erneuerbarer Energieträger kommen dezentrale Strukturen entgegen, in denen sowohl die Produktion der Energieträger als auch deren Konsum in engem regionalen Kontext stehen. Dies begünstigt auch den Aufbau regionaler Stoff- und Wirtschaftskreisläufe.

### **Eine nachhaltige regionale Energiewirtschaft für den Bezirk Freistadt**

Der extrem hohe Fußabdruck der gegenwärtigen regionalen Energiewirtschaft hat den Autor dazu bewogen, ein Gegenszenario basierend auf erneuerbaren Energieträgern aufzustellen. Damit sollte herausgefunden werden, wie weit mit dem Stand der Technik der Weg in die Richtung einer nachhaltigen regionalen Energieversorgung bereits beschritten werden kann. Das „nachhaltige“ Energieversorgungsszenario fußt auf folgenden Grundsätzen (vgl. Stöglehner 1998, S 75 ff.):

- betreffend die Energieeinsparungen (Bezugsjahr der Einsparungen: Prognose 2011):
  - + Wärmedämmung im Gebäudebestand mit Zielenergiekennzahlen zwischen ca. 60 und ca. 100 kWh/m<sup>2</sup>.a je nach Gebäudetyp und Bauperiode
  - + Einsparung von 37% des Bedarfs an elektrischer Energie
  - + Einsparung von 25% der Prozesswärme
  - + Einsparung von 50% der Energie im Verkehr
- betreffend die Energieaufbringung:
  - + keine Berücksichtigung von Energieträgern in Konkurrenz zur Nahrungs- und Futtermittelproduktion, keine Florenverfälschung durch importierte Energiepflanzen
  - + Ausschöpfen der Potentiale an Bio-, Deponie- und Klärgas zur Vermeidung treibhauswirksamer Methanemissionen
  - + Stromerzeugung in Kraft-Wärme-Kopplungen
  - + Wald als Hauptenergielieferant
  - + Anschluss von 25% der Gebäude (ohne Landwirtschaft) an Fernwärmeversorgungen
  - + Rapsmethylester und Methanol aus Holz für die Abdeckung des Energiebedarfs im Verkehr

Bei diesem Szenario ist z.B. Windenergie noch nicht berücksichtigt, die im Bezirk Freistadt z.B. im Windpark Spörbichl mit einem Jahresertrag von ca. 7 TJ aus zwei 660 kW

Windrädern bereits erfolgreich angewendet wird. Dieser Windpark reduziert den Fußabdruck der derzeitigen Stromversorgung um 24 km<sup>2</sup> (vgl. Stöglehner 2003, S. 272).

**Abbildung 7: Energiematrix des nachhaltigen Energieversorgungsszenarios des Bezirks Freistadt**

Endenergieverbrauch in [TJ] Fußabdruck in [ha]	Nieder-temperatur	Licht, Kraft	Prozess-energie	Verkehr	Summe
Fernwärme-(KWK)	115				115
Holz	1.575				1.575
Einzelgebäude Holz	377				377
thermische Sonnenenergie	5.164				5.164
Biogas	288				288
mit KWK	24				24
	170	108			278
Klär- und Deponiegas	3.414	2.168			5.582
		50	80		130
		1.004	1.606		2.610
KWK - Holz (Prozeßwärme)		35	170		205
		480	2.329		2.809
Methanol aus Holz				735	735
				6.298	6.298
RME				165	165
				3.496	3.496
Wasserkraft		61			61
		61			61
<b>Summe</b>	<b>950</b>	<b>254</b>	<b>250</b>	<b>900</b>	<b>2.354</b>
	<b>10.177</b>	<b>3.713</b>	<b>3.935</b>	<b>9.794</b>	<b>27.619</b>

Quelle: Stöglehner 2003, S. 271

Mit diesem nachhaltigen Energieversorgungsszenario, das vorwiegend auf die Nutzung der in der Region reichlich vorkommenden nachwachsenden Energieträger baut, ließe sich der Fußabdruck der Energieversorgung auf etwa 276 km<sup>2</sup> oder 28% der Gesamtfläche des Bezirks Freistadt senken. Wenn die Biomassenutzung weniger intensiv genutzt wird und verstärkt auf z.B. thermische Sonnenenergienutzung, Photovoltaik oder Windenergie gesetzt würde, könnte der Flächenbedarf weiter gesenkt werden, weil sie höhere spezifische Flächenerträge als biogene Energieträger haben. Damit könnte der Flächenverbrauch für die Energieerzeugung wesentlich unter die Gesamtfläche des Bezirks gedrückt werden, sodass noch genügend Fläche für die weiteren Aktivitäten des Menschen zur Verfügung stehen würde. Damit würde diese Energieversorgung dem Anspruch der Nachhaltigkeit genügen.

Bei der Nutzung erneuerbarer Energieträger liegt es auf der Hand, dass hier regionale Kreisläufe entstehen können. Allerdings ist auch hier auf die Schließung der Stoffkreisläufe zu achten, wie z.B. bei Holz durch die Ausbringung der Asche auf die entsprechenden Holzernteflächen. Auch aus wirtschaftlicher Sicht können entsprechende regionale Kreisläufe

entstehen: Für die Bewohnerinnen und Bewohner der Region kann die Möglichkeit eröffnet werden, in die regionale Energiewirtschaft selbst zu investieren und so einen Kapitalabfluss zu verhindern. Für den bereits zitierten Windpark Spörbichl wurde das Kapital von etwa 100 Personen mit einer durchschnittlichen Investitionssumme von Euro 5.500,-- aufgebracht (vgl. Neue Energie GmbH., 2003). Allerdings sind diese Investitionsoptionen nur bei bestimmten ökonomischen Organisationsformen bei der Errichtung von Windparks, Photovoltaikanlagen etc. gegeben. Neudefinition der Stadt-Land-Beziehungen durch eine nachhaltige Energieversorgung

Bei überblickhafter Betrachtung der Stadt-Land-Beziehungen ist oft festzustellen, dass die räumlich-funktionellen Verflechtungen ein überwiegendes Abhängigkeitsverhältnis des ländlichen Raumes von den Städten abbilden. Arbeitsplätze, Schulbildung, medizinische Versorgung etc. sind vor allem in den Städten und Kleinstädten angesiedelt.

Abhängigkeiten der Städte vom ländlichen Raum treten meist nicht so augenscheinlich zu Tage, wie z.B. ökologische Ausgleichsfunktionen oder die landwirtschaftliche Produktionsfunktion. Gerade auch bei der landwirtschaftlichen Produktion werden im Zeitalter der Globalisierung und der künstlich niedrig gehaltenen Preise für den Gütertransport (vgl. Minsch 2003, S 3 ff.) Produktionsort und Ort des Konsums zunehmend entkoppelt. Obst aus anderen Kontinenten wird im Supermarkt oft zum gleichen oder sogar geringeren Preis angeboten als jenes, das ein paar Meter vom Supermarkt entfernt geerntet wird. Das Bild von der in der Region endenden Geraden trifft zu. Damit werden in vielen Bereichen zwar die funktionellen Beziehungen zwischen ländlichem Raum und (Klein-)Stadt im Sinne der oben angeführten Abhängigkeiten vertieft, während sie in der Gegenrichtung häufig gekappt werden. Daraus resultieren vielfach Umwelt- und soziale Probleme zum Schaden aller.

Durch einen Umstieg auf eine nachhaltige Energieversorgung aufbauend auf erneuerbaren Energieträgern kann dieses Verhältnis zwischen Stadt und ländlichem Raum neu definiert werden. Kennzeichen einer derartigen Energieversorgung ist Dezentralität und somit regionale Verankerung. Dies sei wiederum am Beispiel Freistadt veranschaulicht: der Fußabdruck einer erneuerbaren Energieversorgung entsprechend dem vorher dargestellten regionalen Szenario würde für die Stadt, die eine Gesamtfläche von etwa 12 km<sup>2</sup> aufweist, etwa 34 km<sup>2</sup> beanspruchen. Damit wird deutlich, dass hier eine starke funktionelle Verflechtung mit dem Umland entsteht und damit die Bedeutung des ländlichen Raumes für die Ressourcenversorgung der Städte, in der ein erheblicher Teil der Bevölkerung lebt, enorm steigen kann. Ländliche Räume können somit zu Energieexporteuren werden, neue Investitions- und Beschäftigungsmöglichkeiten tun sich auf.

Indirekt würden damit auch für weitere Wirtschaftssparten Impulse gesetzt, weil bei einer nachhaltigen Energieversorgung Energie nicht unbegrenzt für Mobilität zur Verfügung steht. Landwirtschaftliche und gewerblich-industrielle Produkte würden vielfach regional erzeugt und vertrieben werden müssen. Damit würde eine Kette von Entscheidungen ausgelöst, um regionale Kreislaufwirtschaften zu etablieren.

## **Zusammenfassung und Resümee**

An den Beginn des Artikels wurde die Hypothese gestellt, dass Stoff- und Energieströme häufig entlang von Geraden unsere Regionen passieren oder in ihnen enden bzw. von ihnen ausgehen. Eine Ressourcen schonende Kreislaufführung innerhalb der Regionen ist oft nicht anzutreffen. Häufig werden für das Heranschaffen von Rohstoffen oder Produkten lange Transportwege in Kauf genommen. Daraus resultieren zahlreiche Umweltprobleme, die durch den Umstieg in regionale und dezentrale Kreislaufwirtschaften wesentlich reduziert werden könnten. Der Artikel verfolgt das Ziel, am Beispiel der Energieversorgung für den Bezirk Freistadt aufzuzeigen, dass ein solcher Umstieg möglich ist und auch zu einer wesentlichen Entlastung der Umwelt beitragen kann.

Ausgangspunkt für die Betrachtungen zur Nachhaltigkeit ist die Begriffsdefinition im Sinne des Eis der Nachhaltigkeit, indem die Systeme Umwelt, Gesellschaft und Wirtschaft so dargestellt werden, dass die Wirtschaft als kleineres Subsystem der Gesellschaft von dieser umschlossen wird und wiederum das System Umwelt das kleinere Subsystem Gesellschaft einfasst. Die Subsysteme stehen miteinander im Austausch. Durch die graphische Darstellung kommt auch zum Ausdruck, dass kein Subsystem das übergeordnete System sprengen darf.

Ein anschaulicher Nachhaltigkeitsindikator, ob sich die Gesellschaft über die Belastungsgrenzen der Umwelt hinausentwickelt, ist der ökologische Fußabdruck. Hier werden alle menschlichen Tätigkeiten mit einfachen Rechenmodellen in Landverbrauch transformiert. Verschiedene Abwandlungen des ursprünglichen Konzeptes von Wackernagel und Rees wurden kurz vorgestellt, unter anderem auch ein vom Autor dieses Artikels speziell für den Energiesektor entwickeltes Rechenmodell.

Dass die Energieversorgung als ein Subsystem der Gesellschaft bereits alleine über den Rahmen der Umwelt hinauswächst, wurde mit Hilfe des ökologischen Fußabdrucks am Beispiel des Bezirks Freistadt bestätigt. Daran hat die Verwendung von fossilen Energieträgern den überwiegenden Anteil, die darüber hinaus die ökosystemaren Grenzen auch auf regionaler Ebene sprengt. Dies konnte durch die Berechnung des ökologischen Fußabdrucks für die Energieversorgung des Bezirks Freistadt nachgewiesen werden. Der

Fußabdruck dieser Energieversorgung ist um einen Faktor 44 größer als die Gesamtfläche des Bezirks.

Weiters wurde ein Gegenszenario aufgestellt, das eine nachhaltige Energieversorgung basierend auf erneuerbaren Energieträgern umschreibt. Damit kann zum einen der Umstieg auf eine regionale Kreislaufwirtschaft sowohl im stofflichen als auch im ökonomischen Sinne vollbracht werden, zum anderen kann der ökologische Fußabdruck auf etwas mehr als ein Viertel der Bezirksfläche gesenkt werden, sodass tatsächlich von einer nachhaltigen Energieversorgung gesprochen werden kann.

Daraus ergibt sich, dass der Weg von der Geraden zur regionalen Kreislaufwirtschaft im Sinne der Nachhaltigkeit vorangetrieben werden muss, dass die notwendigen technischen Voraussetzungen bereits häufig zur Verfügung stehen und nur noch der Wille fehlt, diesen Weg auch konsequent zu verfolgen. Nicht zuletzt würden die Beziehungen von Stadt und Land in einem derartigen Szenario neu definiert, weil neue funktionelle Verflechtungen in der Ressourcenbeschaffung zwischen Städten und ländlichen Räumen geknüpft würden. Neue Investitions- und Beschäftigungsmöglichkeiten könnten bei gleichzeitiger Hebung der Umweltqualität geschaffen werden, sodass eine Win-Win-Win-Situation zwischen Umwelt-, sozialen und ökonomischen Belangen entsteht.

### **Literatur- und Quellenverzeichnis:**

- BIRKMANN JÖRN (2002): Nachhaltige Raumentwicklung im dreidimensionalen Nebel. In: UVP-report 3/2000, S 164-167.
- KANATSCHNIG DIETMAR, WEBER GERLIND (1998): Nachhaltige Raumentwicklung in Österreich. Wien.
- MINSCH JÜRIG (2003): Nachhaltig gewinnen – Gedanken zu einer politischen Kultur der Nachhaltigkeit. Grundlagentext zum Modul „Nachhaltig gewinnen – ökonomische Chancen der Nachhaltigkeit“ im Rahmen der Sommerakademie Nachhaltige Neuorientierung, Schlierbach 2003.
- Neue Energie GmbH. (2003): Windpark Spörbichl/Windhaag bei Freistadt. In: [www.neueenergie.at](http://www.neueenergie.at), Stand 13. August 2003.
- STÖGLEHNER GERNOT (2003): Ecological Footprint – a tool for assessing sustainable energy supplies. In: Journal of Cleaner Production (11), S. 267-277.2
- STÖGLEHNER GERNOT (1998): Bewertung energiepolitischer Maßnahmen mit Hilfe des ökologischen Fußabdrucks – gezeigt am Beispiel des regionalen Energiekonzeptes

Freistadt. Diplomarbeit des Aufbaustudiums Technischer Umweltschutz an der Technischen Universität Wien und Universität für Bodenkultur Wien. Wien.

- Umweltbundesamt (2003): Luftschadstoff-Trends in Österreich 1980-2001. In: [www.ubavie.gv.at](http://www.ubavie.gv.at), Stand 2. Juni 2003.
- Umweltbundesamt (2001): Umweltsituation in Österreich. 6. Umweltkontrollbericht des Bundesministeriums für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft. In: [www.ubavie.gv.at](http://www.ubavie.gv.at), Stand 2. Juni 2003.
- WACKERNAGEL MATHIS, REES WILLIAM (1997): Unser ökologischer Fußabdruck – Wie der Mensch Einfluss auf die Umwelt nimmt. Basel.
- WACKERNAGEL MATHIS, REES WILLIAM (1993): How big is our ecological footprint – a handbook for estimating a community's appropriated carrying capacity. Vancouver.

**Autor:**

**Univ.-Ass. Dipl.-Ing. Dr. Gernot Stöglehner**

Institut für Raumplanung und Ländliche Neuordnung

Universität für Bodenkultur Wien

Peter Jordan-Straße 82

1190 Wien

Tel. +43 - 1 - 47654 - 5350

Fax +43 - 1 - 47654 - 5353

e-mail: [gernot.stoeglehner@boku.ac.at](mailto:gernot.stoeglehner@boku.ac.at)

[www.boku.ac.at/irub](http://www.boku.ac.at/irub)