Hans-Martin Neumann

Regionale Mobilität – erneuerbar und klimafreundlich

URN: urn:nbn:de:0156-3717198



CC-Lizenz: BY-NC-ND 3.0 Deutschland

S. 202 bis 215

Aus:

Hans-Peter Hege, Yvonne Knapstein, Rüdiger Meng, Kerstin Ruppenthal,
Ansgar Schmitz-Veltin, Philipp Zakrzewski (Hrsg.)

Schneller, öfter, weiter?
Perspektiven der Raumentwicklung in der Mobilitätsgesellschaft

13. Junges Forum der ARL
13. bis 15. Oktober 2010 in Mannheim

Arbeitsberichte der ARL 1

Hannover 2011

AKADEMIE
FÜR RAUMFORSCHUNG
UND LANDESPLANUNG
LEIBNIZ-FORUM FÜR RAUMWISSENSCHAFTEN

Hans-Martin Neumann

Regionale Mobilität – erneuerbar und klimafreundlich

Gliederung

1 Einleitung
2 Herausforderungen Klimawandel und Erdölverknappung
3 Die Bewegung der energieautonomen Gemeinden und Regionen
3.1 Erneuerbare Energie-Regionen in Deutschland
3.2 Energieautonome Regionen in Österreich
3.3 Energieautonomie in der Schweiz
4 Wege zur Energieautonomie: Das Beispiel Vorarlberg
5 Aspekte energieautonomer Mobilität
5.1 Verringerter Energiebedarf durch Verkehrsvermeidung
5.2 Erneuerbare Antriebsenergie
5.2.1 Biotreibstoffe
5.2.2 Elektromobilität
5.3 Verkehrsflächen und erneuerbare Energieerzeugung
6 Das Forschungsprojekt BAER: Rahmenbedingungen regionaler Energieautonomie in der Bodenseeregion
7 Raum- und Verkehrsplanung an der Schwelle zum Zeitalter erneuerbarer Energien
Literatur

Zusammenfassung

Weltweit streben immer mehr Regionen Energieautonomie an. Angesichts der Zukunftsrisiken Klimawandel und Erdölverknappung beabsichtigen sie, ihren Energiebedarf zu 100 % aus eigenen erneuerbaren und daher CO_2-neutralen Quellen zu decken. Während viele Regionen bei der Produktion von Elektrizität und Wärme große Erfolge erzielen, gibt es hinsichtlich der Deckung des Verkehrsenergiebedarfs noch großen Forschungsbedarf.

Um regionale Energieautonomie zu erreichen, müssen sowohl die eigenen erneuerbaren Quellen optimal genutzt als auch der Energiebedarf durch Effizienzsteigerungen so weit wie möglich gesenkt werden. Im Artikel werden verschiedene technische und planerische Optionen für den Verkehrsbereich vorgestellt und diskutiert. Besonderes Augenmerk gilt dabei der Frage, inwieweit sich Verkehrsflächen für die Erzeugung erneuerbarer Energie eignen.

Die Umstellung der Verkehrsenergieversorgung auf erneuerbare regionale Quellen ist Chance und Herausforderung zugleich. Viele der negativen Umweltfolgen fossiler Mobilität werden sich voraussichtlich deutlich verringern oder sogar verschwinden. Die Installation von Photovoltaik-Elementen und anderen Anlagen der Energieerzeugung im öffentlichen Raum könnte allerdings auch existierende räumliche Qualitäten gefährden. Benötigt werden daher innovative Planungskonzepte und -instrumente. Bedarf besteht auch für neue Organisationsformen von Mobilität. Städtebau, Stadt- und Regionalplanung werden daher beim Übergang zu regionaler Energieautonomie eine wichtige Rolle spielen.

Schlüsselwörter

Nachhaltige Raumentwicklung – Nachhaltige Mobilität – Energieautonomie – Erneuerbare Energie – Elektromobilität – Biokraftstoffe – Bodensee

Abstract

A growing number of regions throughout the world aim at energy autonomy. In order to avoid climate and energy risks, they try to cover their energy demand to 100 % by regional, renewable and hence carbon-neutral sources. Many of these regions are very successful in providing electricity and caloric energy, but as far as the energy demand of transport is concerned, there is still a big need for basic research.

In order to achieve regional energy autonomy, it is necessary to increase the production of renewable energy as well as to reduce the energy demand. The article presents and discusses a set of relevant technological and planning options for the field of transport. Particular attention is paid to the generation potential of transport infrastructures for renewable energy.

The switch from fossil to renewable energy is a chance as well as a challenge. Many of the environmental impacts of fossil-fueled transport are likely to diminish or even disappear. But the insertion of pv panels and other energy generating equipment in open spaces could also endanger existing spatial qualities. Hence innovative design concepts and controls should be developed. There is also a need for new organizational models for mobility. Urban and regional planning and urban design will therefore play an important role in the transition to regional energy autonomy.

Keywords

Sustainable development – Sustainable mobility – energy autonomy – renewable energy – e-mobility – green fuel – Lake Constance

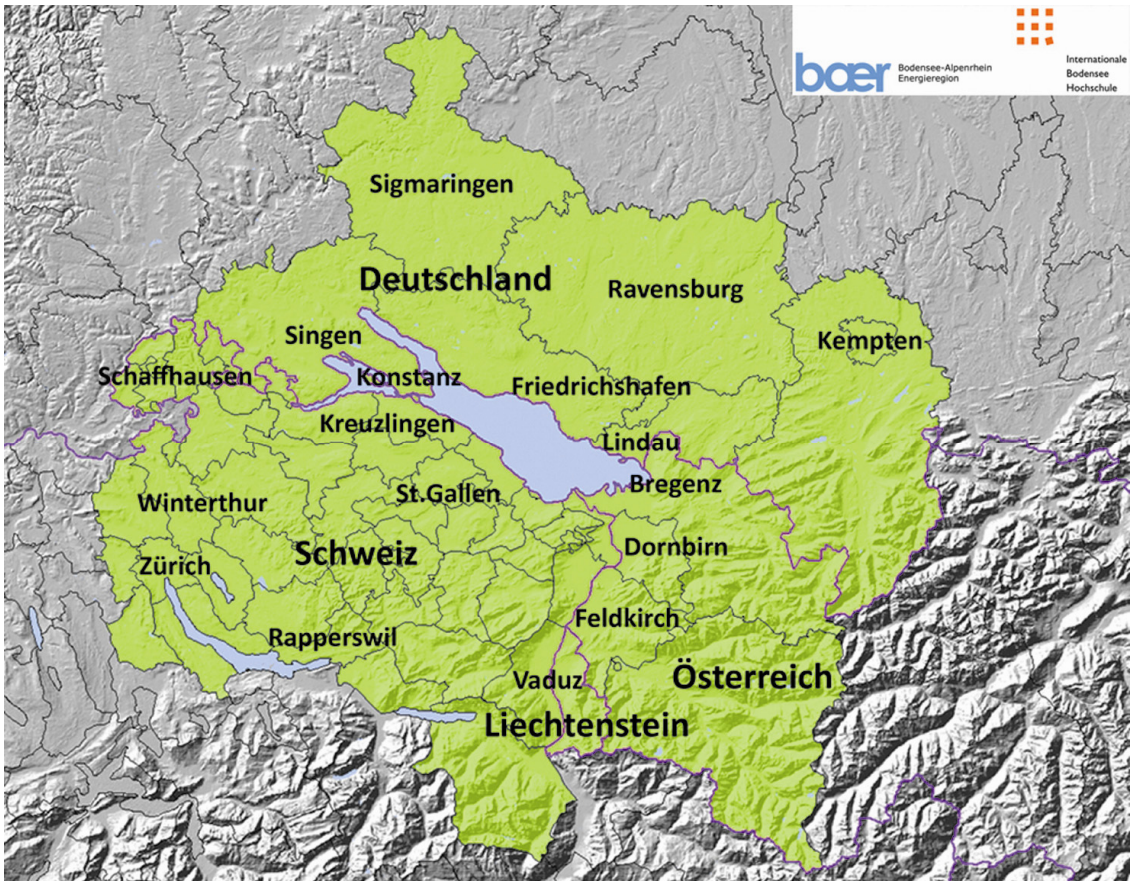
1 Einleitung

In diesem Beitrag werden erste Zwischenergebnisse des Forschungsprojektes BAER – Bodensee-Alpenrhein Energieregion präsentiert. Das Forschungsprojekt beschäftigt sich mit den Voraussetzungen für regionale Energieautonomie in der Bodenseeregion, dem Grenzraum zwischen Deutschland, Österreich, der Schweiz und Liechtenstein (vgl. Abb. 1).

„Energieautonomie“ (Scheer 2005) ist ein Gegenentwurf zu unserer heutigen Energieversorgung, die auf dem Import fossiler Energieträger und deren Umwandlung in Großkraftwerken und -raffinerien beruht. Energieautonome Städte und Regionen decken ihren Energiebedarf vollständig aus eigenen erneuerbaren und CO_2-neutralen Quellen

und leisten auf diesem Weg einen Beitrag zum Klimaschutz und zur Stärkung regionaler Wirtschaftskreisläufe.

Abb. 1: Die BAER-Region



Während es mittlerweile eine ganze Reihe von Regionen und Kommunen gibt, die ihren Strom- und/oder ihren Wärmebedarf größtenteils selbst erzeugen können, so liegen zu einer regionalisierten Verkehrsenergieversorgung nur wenige Erfahrungen vor.

Im Teilprojekt „Resiliente Mobilität", dem die hier vorgestellten Ergebnisse entstammen, wird daher der Frage nachgegangen, unter welchen Voraussetzungen der Verkehrsenergiebedarf mittels Energie aus erneuerbaren Quellen gedeckt werden kann. Dabei soll unter anderem geprüft werden, ob und inwieweit sich die vom Verkehr in Anspruch genommenen Flächen für die Energieerzeugung eignen.

2 Herausforderungen Klimawandel und Erdölverknappung

Unser heutiger Lebensstil und unsere Mobilität basieren auf billigem Erdöl. Weltweit ist der Verkehr für 19 % des Energieverbrauchs und 23 % der CO_2-Emissionen verantwortlich. 94 % dieser Energie stammen aus fossilen Quellen (International Energy Agency 2009: xxiii). Die Internationale Energieagentur (IEA) schätzt, dass der Energiebedarf und damit auch die CO_2-Emissionen des Verkehrs um 50 % bis zum Jahr 2030 und um 80 % bis zum Jahr 2050 zunehmen werden. Dieser Trend steht im eklatanten Widerspruch zu den Erfordernissen des Klimaschutzes: Nach Berechnungen des International Panels on Climate Change (IPCC) müssen die weltweiten CO_2-Emissionen bis zum Jahr 2050 um mindestens 50 % reduziert werden, um das Weltklima zu stabilisieren. Dieses Ziel ist nur dann zu

erreichen, wenn auch der CO_2-Ausstoß des Verkehrs deutlich reduziert wird (International Energy Agency 2009: 3).

Aber nicht nur die Erfordernisse des Klimaschutzes deuten darauf hin, dass unsere Gesellschaft in Zukunft mit deutlich weniger Erdöl auskommen muss als bisher. Da nur noch in sehr geringem Umfang neue Vorkommen erschlossen werden, gehen die Erdölvorräte zur Neige. Seit kurzem sinkt die Erdölförderleistung bereits (Schindler/Zittel 2008: 12). Eine schnelle Verknappung und damit drastische Verteuerung fossiler Treibstoffe kann gravierende Folgen für unseren Lebensstil haben. Gerechnet werden muss mit Krisen in energieintensiven Industriezweigen und Einkommensverlusten für weite Teile der Bevölkerung (Velte/Magro/Jiménez 2010: 14 ff.). Nur einkommensstarke Haushalte werden in der Lage sein, einen raschen Anstieg der Verkehrsenergiepreise problemlos zu verkraften. Für die meisten Haushalte bliebt nur die Kompensation, d. h. die Vergrößerung des Mobilitätsbudgets auf Kosten anderer Bereiche des Haushaltsbudgets, oder aber der Verzicht auf Aktivitäten, d. h. eine verminderte Teilnahme am kulturellen und sozialen Leben (Gertz/Altenburg/Hertel et al. 2009: 58 ff.).

Die Verknappung des Erdöls ist eine nicht zu unterschätzende Herausforderung für unsere Gesellschaft. Wie können sich also Städte, Gemeinden und Regionen auf die Zukunft vorbereiten? Wie können sie „resilient" (Newman/Beatley/Boyer 2009), also krisenbeständig gegenüber Erdölverknappung und Klimawandel werden? Wie können sie das Wohlbefinden und die Mobilität ihrer Bewohner langfristig sichern?

3 Die Bewegung der energieautonomen Gemeinden und Regionen

Aus Sicht einer wachsenden Anzahl von Gemeinden und Regionen stellt „Energieautonomie" den Ausweg aus der Klima- und Energiekrise dar. Sie wollen sich aus der Abhängigkeit von den klimaschädlichen und zur Neige gehenden fossilen Energieträgern befreien, indem sie ihren Energiebedarf für Strom, Wärme und zum Teil auch Verkehr vollständig aus eigenen erneuerbaren und daher CO_2-neutralen Quellen decken. Das weltweite Netz der energieautonomen Kommunen und Regionen erstreckt sich von den pazifischen Inseln über El Hierro (Kanarischen Inseln), Samsø in Dänemark, das schwedische Jämtland, Navarra in Nordspanien, Varese Ligure in Italien bis zur chinesischen Provinz Shaanxi (Radzi 2009). Gerade im deutschen Sprachraum gibt es eine große Zahl von Initiativen.

3.1 Erneuerbare Energie-Regionen in Deutschland

Mehr als 100 Landkreise, Kommunalverbände und Gemeinden in Deutschland sind „Erneuerbare Energie-Regionen" (EE-Regionen) (DEENET 2011). Welche Zielsetzungen die Erneuerbaren Energie-Regionen in Deutschland verfolgen, zeigt eine Befragung aus dem Jahr 2009: Von 54 Regionen, die damals an der Befragung teilnahmen, wollten 39 die Elektrizitätsversorgung auf erneuerbare Energie umstellen, 20 Regionen strebten dies auch für die Wärmeversorgung an. Nur zehn Regionen verfolgten dieses Ziel auch für den Verkehr (DEENET 2009: 3).

3.2 Energieautonome Regionen in Österreich

Bekannte energieautonome Regionen in Österreich sind die Bundesländer Vorarlberg und Burgenland. Während Vorarlberg ein umfassendes Konzept der Energieautonomie einschließlich der Mobilität mit einem Zeithorizont bis 2050 verfolgt (Amt der Vorarlberger Landesregierung 2010: 15 ff.), beschränkt sich die Zielsetzung des Burgenlandes auf den Strombereich, allerdings mit einem viel ehrgeizigeren Zeithorizont (2013) (Amt der

Burgenländischen Landesregierung 2008). Viel Beachtung, auch international, finden die Aktivitäten der Gemeinden Güssing (Burgenland) und Murau (Steiermark).Weitere Beispiele sind die Region Auland Carnuntum und die Gemeinde Windhaag bei Freistadt (Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie 2005).

3.3 Energieautonomie in der Schweiz

Auch in der Schweiz bekennen sich einige Regionen zum Ziel der Energieautonomie. Sehr rege ist das Goms im Kanton Wallis, das sich selbst als „erste Energieregion der Schweiz" bezeichnet und bis zum Jahr 2030 energieautonom werden will (unternehmenGOMS/WSL/Ernst Basler + Partner AG 2007). Diese Zielsetzung umfasst Strom, Wärme und Mobilität (Ernst Basler + Partner AG 2009). Das „Energietal Toggenburg" im Kanton St. Gallen will in den nächsten 25 Jahren energieautonom werden.[1] Die „Energieallianz Glarus" setzt sich für „mittelfristige" Energieautonomie in den Glarner Gemeinden und der angrenzenden Linth-Ebene ein.[2] Eine vergleichbare Initiative gibt es auch im Emmental.[3] Alle Regionen verfolgen Energieautonomie auch für den Verkehrsbereich.

4 Wege zur Energieautonomie: Das Beispiel Vorarlberg

Wie lässt sich Energieautonomie erreichen? Die bisherigen Erfahrungen zeigen, dass eine Region zwei parallele Strategien verfolgen muss: Es ist erstens erforderlich, die Energienachfrage durch Effizienzsteigerungen so weit wie möglich zu reduzieren. Zweitens muss das technische Potenzial für die Erzeugung erneuerbarer Energien optimal ausgeschöpft werden. Beide Strategien ergänzen sich. Durch Effizienzmaßnahmen allein kann die vollständige Umstellung auf erneuerbare Energien nicht gelingen, da immer ein Restbedarf an fossilen Energien übrig bleibt. Ohne eine deutliche Verbesserung der Energieeffizienz ist es aber nach den bisherigen Erfahrungen unmöglich, den regionalen Energiebedarf vollständig durch erneuerbare Energien zu decken.

Was dies konkret bedeutet, sei am Beispiel von Vorarlberg erläutert. Das im äußersten Westen Österreichs gelegene Bundesland mit 370.000 Einwohnern will bis zum Jahr 2050 energieautonom werden (Vorarlberger Landtag 2009). Die Voraussetzungen sind günstig, denn schon heute wird hier in etwa soviel Elektrizität mittels heimischer Wasserkraft gewonnen, wie das Land selbst verbraucht. Dennoch ergaben Untersuchungen, dass für die Energieautonomie der Endenergiebedarf vom Jahr 2005 bis zum Jahr 2050 um rund 62 % gesenkt werden muss. Der Restbedarf soll dann zu folgenden Anteilen aus erneuerbaren Quellen gedeckt werden: 59 % Wasserkraft, 20 % Biomasse, 7 % Erdwärme, 6 % Solarthermie, jeweils 4 % Photovoltaik und Biogas (Amt der Vorarlberger Landesregierung 2010: 16 ff.).

Es wird davon ausgegangen, dass alle Energieparteien im gleichen Umfang zur Verbrauchsreduktion beitragen. Daher wird auch für den Verkehrsbereich eine Senkung des Energiebedarfs um etwa 60 % unterstellt. Der verbleibende Energiebedarf soll zu gut 80 % mit Strom und zu etwa 20 % mit Biotreibstoffen gedeckt werden (Amt der Vorarlberger Landesregierung 2010: 17).

Vorarlberg ist Österreichs erste Modellregion für Elektromobilität (Vorarlberger Elektroautomobil Planungs- und Beratungs GmbH 2011). Außerdem sind Land und Gemein-

[1] Vgl. http://energietal-toggenburg.ch
[2] Vgl. http://www.energieallianz-glarus.ch
[3] Vgl. http://www.oil-of-emmental.ch

den aktiv im Bereich des Mobilitätsmanagements und haben ein gutes Angebot öffentlicher Verkehrsmittel aufgebaut. Parallel dazu baut man allerdings auch die Straßeninfrastruktur aus. Neben der im Bau befindlichen zweiten Röhre des Pfändertunnels bei Bregenz werden verschiedene Umgehungsstraßen diskutiert, z.T. ebenfalls in Verbindung mit Tunnelbauwerken (z. B. Amt der Vorarlberger Landesregierung 2006: 153). Ob diese Kapazitätserweiterungen im Straßennetz mit der beschriebenen Senkung des Verkehrsenergiebedarfs um 60 % vereinbar sind, erscheint allerdings fraglich.

5 Aspekte energieautonomer Mobilität

Auch außerhalb Vorarlbergs deuten viele Mobilitätstrends nicht in Richtung Energieautonomie. Jahrzehntelang wurden Energieeinsparungen mittels effizienterer Fahrzeuge durch die steigende Verkehrsleistung überkompensiert. Zwar scheint diese Entwicklung zumindest im deutschen Personenverkehr seit 2004 gestoppt, die wachsende Energienachfrage des Güterverkehrs ist hingegen ungebrochen (Umweltbundesamt 2010a). Erneuerbare Energien decken gegenwärtig lediglich etwa 6 % des deutschen Verkehrsenergiebedarfs (Agentur für Erneuerbare Energien 2010: 55).

Wenn man nicht nur den Strom- und Wärmebedarf der privaten Haushalte, sondern auch den Verkehrsenergiebedarf selbstständig mit erneuerbarer Energie decken will, so müssen Bedarf und Erzeugungspotenzial zur Deckung gebracht werden. Beide werden maßgeblich von der Siedlungsstruktur beeinflusst.

5.1 Verringerter Energiebedarf durch Verkehrsvermeidung

Seit systematische Untersuchungen zur Mobilität von Personen durchgeführt werden ist bekannt, dass die Verkehrsmittelwahl, die zurückgelegten Distanzen und damit auch der Energieverbrauch von der Siedlungsstruktur beeinflusst werden. Newman und Kenworthy konnten 1989 in einer „klassischen" Studie durch den internationalen Vergleich von Stadtregionen nachweisen, dass die Automobilnutzung, der Verkehrsaufwand und der Energiebedarf des Verkehrs mit der Siedlungsdichte negativ korrelieren. Auch neuere Studien, bei denen demographische Effekte eliminiert worden sind, bestätigen diesen Befund im Wesentlichen (Hesse 2007).

Selbst 20 Jahre nach ihrer Veröffentlichung haben die Erkenntnisse von Newman und Kenworthy einen großen Einfluss auf die städtebauliche Diskussion. Sie sind ein Argument für kompakte, nutzungsgemischte Quartiere, die von vielen Stadtplanern und Architekten gefordert werden. Dieses Gedankengut spielte und spielt in verschiedenen städtebaulichen Diskursen der letzten 20 Jahre eine Rolle, beispielsweise in der Diskussion um das Leitbild der „Europäischen Stadt", in der Debatte um „nachhaltige Stadtentwicklung" und seit einigen Jahren eben auch in der Diskussion um resiliente, klimafreundliche und energieautonome Städte.

Das vielleicht konsequenteste Beispiel für die Umsetzung des Leitbildes „Europäische Stadt" ist die Tübinger Südstadt. Auf der Fläche einer ehemaligen Kaserne wurde das Layout der gründerzeitlichen europäischen Stadt, das auf den Bausteinen „Straßenblock" und „Parzelle" beruht, mit der Sprache des zeitgenössischen Städtebaus neu interpretiert. Bebaut wurde das Gebiet Parzelle für Parzelle von Baugemeinschaften. In den Erdgeschosszonen der vielfältig gestalteten Gebäude befinden sich kleine Läden, Cafés oder Büros. Nicht nur der Grad der Nutzungsmischung, sondern auch die bauliche Dichte nähert sich mit Geschossflächenzahlen von bis zu 4,0 der gründerzeitlichen Stadt an (Feldtkeller 2001). Das Beispiel zeigt, dass die Planung von Quartieren nach den von

Newman, Kenworthy und anderen beschriebenen Prinzipien der Verkehrsvermeidung nicht nur den Verkehrsenergiebedarf und die Treibhausgasemissionen zu vermindern hilft, sondern auch ein großes Potenzial für die attraktivere Gestaltung von Städten, Gemeinden und Quartieren in sich birgt.

Auch auf der Ebene der Regionalplanung erkennt man heute, dass die Planung verkehrsenergetisch effizienter Siedlungsstrukturen positive Nebeneffekte hat und zum Ausgangspunkt integrierter Planungsstrategien werden kann. Seit dem Jahr 2008 verknüpft der schweizerische Bundesrat die Vergabe von Zuschüssen für die Verkehrsinfrastruktur an die Gemeinden mit der Bedingung, dass ein sogenanntes Agglomerationsprogramm vorgelegt wird. Das Programm muss die gesamte Agglomeration (also eine Kernstadt und ihren Verflechtungsbereich) umfassen und Siedlungsentwicklung und Infrastrukturplanung aufeinander abstimmen. Insbesondere sollen die Rahmenbedingungen für den sogenannten Langsamverkehr, also für Fuß-, Rad- und öffentlichen Verkehr verbessert werden (vgl. Bundesrat 2001; Bundesamt für Raumentwicklung 2004).

5.2 Erneuerbare Antriebsenergie

Für erneuerbare, energieautonome Mobilität kommen zwei Antriebsarten in Frage: Biotreibstoffe und Elektrizität.

5.2.1 Biotreibstoffe

Zu den Biotreibstoffen zählen neben dem bekannten Biodiesel auf Pflanzenölbasis auch alkoholbasierte Treibstoffe wie Ethanol und Methanol. Diese Substanzen werden heute vor allem als Beimischung zu fossilen Treibstoffen verwendet. Man kann aber auch Verbrennungsmotoren bauen, die ausschließlich Biotreibstoffe verwenden. Für Straßen- und Schienenverkehr existieren ausgereifte Antriebstechnologien auf dieser Basis von Biotreibstoffen (Brake 2009: 30 ff.). Überlegungen für die Verwendung von Biotreibstoffen gibt es auch für den Luftverkehr (vgl. International Air Transport Association 2010).

Obwohl die Antriebstechnologie weitgehend ausgereift ist, gibt es einige problematische Aspekte. Dies sind der große Flächen- und der Wasserbedarf beim großmaßstäblichen Anbau von Energiepflanzen, der Einsatz von erdölbasierten Treibstoffen und Düngemitteln sowie die Umwandlung von Wald- zu Anbauflächen (Umweltbundesamt 2009). Es droht eine Konkurrenz um die im globalen Maßstab knappen Anbauflächen zwischen der Energiepflanzen- und der Nahrungsmittelproduktion.

Welches Konfliktpotenzial dies in sich birgt, zeigte sich im Jahr 2008, als in verschiedenen Schwellen- und Entwicklungsländern Unruhen ausbrachen, nachdem sich die Nahrungsmittelpreise in nur vier Jahren mehr als verdoppelt hatten. Einer Studie der Weltbank zufolge war dieser Preisanstieg wesentlich vom Energiepflanzenanbau verursacht worden (Mitchell 2008: 16 f.).

Möglicherweise werden Biotreibstoffe der zweiten und dritten Generation weniger problematische Eigenschaften aufweisen. Gewonnen werden sie aus Abfällen der landwirtschaftlichen Produktion und der Holzverarbeitung (Umweltbundesamt 2009). Ob Letztere aber in Größenordnungen anfallen, die einen nennenswerten Beitrag zur Deckung des Verkehrsenergiebedarfs erlauben, erscheint allerdings fraglich. Es ist zu vermuten, dass Biotreibstoffe aufgrund ihres enormen Flächenbedarfs auch zukünftig nur in stark begrenzter Menge zur Verfügung stehen und sich daher nur für einige wenige Verkehrsarten und Verkehrsmittel eignen werden.

5.2.2 Elektromobilität

Während Züge, Straßenbahnen und Trolleybusse seit mehr als 100 Jahren elektrisch angetrieben werden und auf Chinas Straßen neuerdings auch elektrische Motorroller fahren, steht die flächendeckende Elektrifizierung von Pkws und Lkws (vgl. Abb. 2) noch aus. Da sich Elektrizität problemlos aus regionalen erneuerbaren Quellen gewinnen lässt, scheinen Elektrofahrzeuge eine Schlüsseltechnologie für energieautonome Mobilität zu sein. Allerdings stehen einer großmaßstäblichen Markteinführung noch hohe Anschaffungskosten für die Fahrzeuge und geringe Reichweiten im Wege. Für beides sind die Fahrzeugbatterien verantwortlich. Auch wenn die Batterien in Zukunft leistungsfähiger und billiger werden, so ist nicht damit zu rechnen, dass diese Nachteile gegenüber den Verbrennungsmotoren der erdölbasierten Treibstoffe vollständig verschwinden (Hacker/Harthan/Matthes 2009).

Abb. 2: Batteriebetriebener Elektrobus, Shanghai



Quelle: eigene Aufnahme

Um der Elektromobilität zum Durchbruch zu verhelfen, sind daher neben besseren Batterien Innovationen im Verkehrssystem erforderlich: Carsharing könnte die hohen Anschaffungskosten von Elektrofahrzeugen kompensieren, eine bessere Verknüpfung verschiedener Verkehrsmittel die begrenzte Reichweite ausgleichen.

In vielen Großstädten gibt es bereits heute eine wachsende Zahl von Haushalten ohne eigenes Auto. Der Trend geht zum multimodalen Verkehrsteilnehmer, der vor Beginn einer Fahrt mithilfe von Internetportalen jenes Verkehrsmittel ermittelt, mit dem er das Ziel am schnellsten, komfortabelsten und billigsten erreicht (VCÖ-Forschungsinstitut 2009). Dies kann bei kurzen Strecken das Fahrrad, bei mittleren Strecken das Elektromobil und bei längeren Strecken die Bahn sein. Als Baustein in einem solchen integrierten Gesamtsystem erneuerbarer Mobilität könnte Elektromobilität eine zentrale Rolle übernehmen.

5.3 Verkehrsflächen und erneuerbare Energieerzeugung

Wenig untersucht wurde bislang, inwieweit der Verkehr selbst zur Erzeugung erneuerbarer Energie beitragen kann. So nehmen in Deutschland die Verkehrsflächen 17.190 km² oder 4,8% der Landesfläche ein. Etwas kleiner sind die Flächenanteile in Österreich (2,4% oder 2.014 km²), der Schweiz (2,2% oder 893km²) und in Liechtenstein (2,8% oder 4,5 km²) (vgl. Tab. 1). Es handelt sich also um ein stattliches Flächenpotenzial.

Tab. 1: Verkehrsflächen in Deutschland, Österreich, der Schweiz und Liechtenstein

	Deutschland 2008	**Österreich 2010**	**Schweiz 1992/97**	**Liechtenstein 2005**
Verkehrsfläche	17.190 km²	2.014 km²	893 km²	4,5 km²
Landesfläche	357.124 km²	83.879 km²	41.285 km²	160 km²
Anteil Verkehrsfläche	4,8%	2,4%	2,2%	2,8%

Quelle: Statistisches Bundesamt (2010); Umweltbundesamt (2010b); Bundesamt für Statistik o.J.; Bundesamt für Statistik (2009)

Bereits vor mehr als 20 Jahren wurden an einigen Abschnitten des schweizerischen Autobahnnetzes Lärmschutzwände mit Solarzellen aufgestellt. Mittlerweile gibt es in vielen Ländern eine ganze Reihe ähnlicher Projekte. Der österreichische Autobahn- und Schnellstraßenbetreiber ASFINAG gibt an, dass sich etwa ein Drittel der 2,5 Mio. m² Lärmschutzwandfläche in seinem Netz technisch zur Solarstromerzeugung eignet. Würde man dieses Flächenpotenzial ausschöpfen, könnte man 41,5 Mio. kWh Strom pro Jahr erzeugen (Kaufmann 2007). Aufgrund der steigenden Anforderungen an den Verkehrslärmschutz ist damit zu rechnen, dass entlang der Autobahnen und Eisenbahnlinien weitere Lärmschutzwände entstehen werden.

Innerorts eignen sich vor allem die Flächen des ruhenden Verkehrs für die Installation von Solaranlagen. In Südeuropa und anderen warmen Teilen der Welt ist es üblich, Parkplätze vor Supermärkten, Flughäfen oder Stadien zu überdachen, um die Aufheizung der abgestellten Fahrzeuge zu verringern. Diese Überdachungen werden zunehmend mit Solarzellen bestückt und tragen so zur Erzeugung erneuerbarer Energie bei. Künftig könnte die Lösung auch in unseren Breiten zur Anwendung kommen. Parkhäuser mit solaren Dächern oder Fassaden gibt es bereits in größerer Anzahl.

Die Integration von Photovoltaikelementen und anderen Anlagen für die Erzeugung erneuerbarer Energien in den öffentlichen Raum stellt hohe Anforderungen an die architektonische und freiraumplanerische Gestaltung. Daher beschränkt sich die energetische Nutzung des öffentlichen Raumes bislang auf vereinzelte solare Straßenlaternen und die Beleuchtung von Buswartehäuschen. Grundsätzlich gilt, dass sich die räumliche Wirkung von Verkehrsinfrastrukturen stark verändert, wenn man sie mit Solarpanelen versieht. Straßen oder Parkplätze sind zunächst (zweidimensionale) Flächen. Fügt man eine solare Überdachung hinzu, erhalten sie eine dritte Dimension und verwandeln sich in Volumina. Dies kann das Orts- oder Landschaftsbild stark verändern, in positiver wie in negativer Hinsicht. Es müssen daher sowohl auf der örtlichen wie auf der regionalen Ebene Kriterien entwickelt werden, die eine Einbindung der solaren Infrastrukturen in das Orts- und Landschaftsbild gewährleisten. Dass dies möglich ist, zeigen Forschungsarbeiten

verschiedener Universitäten und Hochschulen, u. a. der TU München (Spägele 2009), und realisierte Beispiele wie die Solarsiedlung „Solar City“ in Linz (vgl. Abb. 3).

Abb. 3: Solarcity, Linz



Quelle: Christine Fritzenwallner

Auch die kinetische Energie von Fahrzeugen und Personen in Bewegung kann zur Gewinnung elektrischer Energie genutzt werden. Eine israelische Firma hat piezoelektrische Elemente entwickelt, die unter Straßenfahrbahnen, Start- und Landebahnen von Flugplätzen und auch unter Gleisanlagen installiert werden können und die Bewegungsenergie der Fahrzeuge in elektrische Energie umwandeln (Innowattech o. J.).

Neben den Flächen, die unmittelbar verkehrlichen Zwecken dienen, gibt es im Umfeld verkehrlicher Infrastrukturen auch eine indirekte Flächeninanspruchnahme. Hierbei handelt es sich um Flächen, die nur noch eingeschränkt für nichtverkehrliche Nutzungen zur Verfügung stehen, beispielsweise Abstandsflächen oder isolierte Restflächen. Auch diese Flächen stellen ein ungenutztes Potenzial für die Erzeugung erneuerbarer Energien dar. Dies gilt sowohl für die Photovoltaik als auch möglicherweise für die Produktion von Biomasse. Hierzu besteht noch Untersuchungsbedarf.

6 Das Forschungsprojekt BAER: Rahmenbedingungen regionaler Energieautonomie in der Bodenseeregion

„Ist regionale Energieautonomie auch im Verkehrsbereich möglich? Welche institutionellen Rahmenbedingungen sind hierfür erforderlich?“ lauten zwei der Fragestellungen, die im Rahmen des Forschungsprojektes „BAER – Bodensee-Alpenrhein Energieregion“ beantwortet werden sollen.[4] Das Projekt untersucht die technologischen, organisatorischen und wirtschaftlichen Möglichkeiten der Bodenseeregion, sich selbst mit erneuerbarer Energie zu versorgen. Dies beinhaltet die Ermittlung der sozialen, wirtschaftlichen

[4] Nähere Informationen können auf der Website des Projekts unter http://www.baernet.org abgerufen werden.

und ökologischen Potenziale, der Nutzen und Kosten sowie die Darstellung von neuen wirtschaftlichen, technologischen und institutionellen Entwicklungsmöglichkeiten. Besondere Aufmerksamkeit gilt dabei den Chancen für Raumentwicklung, Städtebau und Architektur. Getragen wird das Projekt von der Universität Liechtenstein, der Universität St. Gallen (HSG), der Hochschule für Technik, Wirtschaft und Gestaltung (HTWG) Konstanz, der Hochschule für Technik Rapperswil (HSR) sowie der Zürcher Hochschule für angewandte Wissenschaften (ZHAW) Winterthur unter dem Dach der Internationalen Bodenseehochschule (IBH) und von INTERREG IV. Das Projekt startete im Oktober 2009 und dauert drei Jahre.

Im Mittelpunkt des gegenwärtigen zweiten Forschungsjahres steht die Erfassung des Energieverbrauchs sowie des regenerativen Energieerzeugungspotenzials in der Region. Dabei wird das von Genske entwickelte raumtypologische Energiemodell STEM (space type energy model) zur Anwendung kommen (BMVBS/BBSR 2009). Es handelt sich um ein GIS-Modell, das den Energieverbrauch und das regenerative Erzeugungspotenzial einer Region auf der Grundlage von Stadt- und Landschaftsraumtypen schätzt. Bislang bildet das Modell die Energieparteien „Private Haushalte“ und „Gewerbe, Handel, Dienstleistungen“ ab. Die Energiepartei „Verkehr“, um die es in diesem Artikel geht, wird bisher nur sehr grob abgebildet. Eine wichtige Teilaufgabe im Rahmen des Forschungsprojektes ist daher die Entwicklung eines Verkehrsmoduls für das STEM-Modell. Dieses Verkehrsmodul soll sowohl den Energieverbrauch des Verkehrs abbilden können als auch das regenerative Energieerzeugungspotenzial der Verkehrsflächen.

Bis zum Projektabschluss im September 2012 soll dann ein umfassendes Zielszenario zu den Bedingungen regionaler Energieautonomie entstehen, das auf den quantitativen Modellergebnissen von STEM aufbaut, aber auch qualitatives Wissen integriert. Ergänzend planen die beteiligten Hochschulen gemeinsame Lehrveranstaltungen und Entwurfsworkshops, in denen verschiedene Teilaspekte des Szenarios näher untersucht werden sollen. Ebenfalls in Vorbereitung befindet sich ein begleitender Aktionsforschungsprozess, in den verschiedene regionale Akteure aus den Bereichen Raumentwicklung und Erneuerbare-Energie-Erzeugung eingebunden werden sollen.

7 Raum- und Verkehrsplanung an der Schwelle zum Zeitalter erneuerbarer Energien

Billiges Erdöl und technologische Innovationen führten ab Mitte des 20. Jahrhunderts zu einer Mobilitätsrevolution. Das private Automobil verwandelte sich vom Luxusgut zur Massenware und Raumüberwindung wurde schnell und billig. Abgelegene Orte, weit außerhalb der Kernstädte und abseits der Hauptverkehrsachsen, ließen sich plötzlich mit geringem Aufwand erreichen. Aber es traten auch vorher unbekannte Umweltfolgen auf, wie Lärm, Abgase, Landschaftszerschneidung und schließlich der Klimawandel.

Heute deutet vieles darauf hin, dass wir uns auf der Schwelle zwischen dem Erdölzeitalter und dem Zeitalter erneuerbarer Energien befinden. Dies ist Chance und Herausforderung zugleich. Viele der negativen Umweltfolgen fossiler Mobilität wie Lärm- und Abgase, vor allem aber die Treibhausgasemissionen, könnten durch energieautonome, postfossile Mobilität deutlich verringert werden. Es stellt sich aber auch die Herausforderung, das erreichte, sehr hohe Mobilitätsniveau unter veränderten Rahmenbedingungen aufrechtzuerhalten. Energieautonome Regionen sind Testlabore für das Zeitalter erneuerbarer Energien. Wie im Beitrag dargestellt wurde, gibt es für energieautonome Mobilität eine ganze Reihe von Handlungsoptionen – angebotsseitig (Energieerzeugung, u. a.

auf Verkehrsflächen) wie nachfrageseitig (Reduktion des Transportenergiebedarfs durch Verkehrsvermeidung, Verkehrsverlagerung und effizientere Fahrzeuge).

Für die Raum- und Verkehrsplanung stellen sich neue Aufgaben: Um den Verkehrsenergiebedarf des Verkehrs im nötigen Umfang senken zu können, müssen die städtebaulichen und siedlungsstrukturellen Rahmenbedingungen für Fuß-, Rad- und Öffentlichen Verkehr verbessert werden. Die Integration von Photovoltaikelementen und anderen Anlagen der Energieerzeugung in den Stadtraum erfordert ein hohes Maß an gestalterischer Sensibilität. Benötigt werden also Planungskonzepte für qualitativ hochwertige öffentliche Räume im solaren Zeitalter. Schließlich wird die Mobilität der Zukunft stärker als bisher auf der Vernetzung verschiedener Verkehrsmittel beruhen. Dies setzt innovatives Mobilitätsmanagement ebenso voraus wie neue organisatorische Lösungen auf allen räumlichen Ebenen der Planung, von der Region über die Gemeinde bis zum Quartier.

Je früher sich bei Bürgern und politischen Entscheidungsträgern die Erkenntnis durchsetzt, dass Energieautonomie nicht nur technisch machbar, sondern auch wirtschaftlich sinnvoll ist und zu einer höheren Lebensqualität führt, desto besser sind die Aussichten, den Klimawandel zu verlangsamen und das Weltklima auf einem erträglichen Temperaturniveau zu stabilisieren. Die Beteiligten am Forschungsprojekt BAER möchten mit ihrer Arbeit einen Beitrag hierzu leisten.

Literatur

Agentur für Erneuerbare Energien e.V. (2010): Erneuerbare Energien 2020. Potenzialatlas Deutschland. Berlin. Online unter: http://www.unendlich-viel-energie.de/uploads/tx_nawikeebasket/Potenzialatlas_2_Auflage_Online.pdf (letzter Zugriff am 11.04.2011).

Amt der Burgenländischen Landesregierung (2008): Energie für die Zukunft. Initiativen in Richtung stromautarkes Burgenland. Online unter: http://www.burgenland.at/aktuell/908 (letzter Zugriff am 27.05.2008).

Amt der Vorarlberger Landesregierung (2006): Mobil im Ländle. Verkehrskonzept Vorarlberg 2006. Bregenz. = Schriftenreihe Raumplanung Vorarlberg, Band 26. Online unter: http://www.vorarlberg.at/pdf/verkehrskonzeptvorarlberg.pdf (letzter Zugriff am 02.02.2011).

Amt der Vorarlberger Landesregierung (2010): Schritt für Schritt zur Energieautonomie 2010 – Ergebnisse aus dem Visionsprozess von Energiezukunft Vorarlberg. Projektblätter. Bregenz. Online unter: http://www.vorarlberg.at/vorarlberg/wirtschaft_verkehr/verkehr/verkehrspolik (letzter Zugriff am 12.04.2011).

Brake, M. (2009): Mobilität im regenerativen Zeitalter. Was bewegt uns nach dem Öl? Hannover.

Bundesamt für Raumentwicklung (ARE) (2004): Agglomerationsprogramme, Teil Verkehr und Siedlung. Prüfkriterien und Anwendungshandbuch. Bern.

Bundesamt für Statistik (BfS) (o.J.): Arealstatistik 1992/97 – Gemeindedaten. Online unter: http://www.bfs.admin.ch/bfs/portal/de/index/themen/02/03/blank/data/gemeindedaten.html (letzter Zugriff am 27.01.2011).

Bundesamt für Statistik (BfS) (2009): Arealstatistik Fürstentum Liechtenstein 1984 – 1996 – 2002 – 2008. Schlussbericht. Teil 2 – Resultate. Neuchatel.

Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung (BMVBS); Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung (BBSR) (Hrsg.) (2009): Nutzung städtischer Freiflächen für erneuerbare Energien. Bonn.

Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie (2005): Energieregionen der Zukunft. Wien.

Bundesrat (2001): Agglomerationspolitik des Bundes. Bern.

deENet (2009): Schriftliche Befragung von Erneuerbare-Energie-Regionen in Deutschland. Regionale Ziele, Aktivitäten und Einschätzungen in Bezug auf 100% Erneuerbare Energie in Regionen. Kassel. Online unter: http://www.100-ee.de (letzter Zugriff am 31.01.2011).

deENet (2011): Projekt: 100%-EE-Regionen. Kassel. Online unter: http://www.100-ee.de/index.php?id=projekt (letzter Zugriff am 31.01.2011).

Ernst Basler + Partner AG (2009): Das Goms: auf dem Weg zur ersten Energieregion der Schweizer Alpen. Integriertes Energiekonzept für die ländliche Regionalentwicklung. Schlussbericht September 2009. Zürich.

Feldtkeller, A. (2001): Städtebau, Vielfalt und Integration. Neue Konzepte für den Umgang mit Stadtbrachen. Stuttgart.

Gertz, C.; Altenburg, S.; Hertel, C.; Bohnet, M. (2009): Chancen und Risiken steigender Verkehrskosten für die Stadt- und Siedlungsentwicklung unter Beachtung der Aspekte der postfossilen Mobilität. Bonn. = BBSR-Online-Publikation, 06/2009.

Hesse, M. (2007): Mobilität im Zwischenraum. In: Schöller, O.; Canzler, W.; Knie, A. (Hrsg.): Handbuch Verkehrspolitik. Wiesbaden, 279-300.

Innowattech (o.J.): Innowattech. Energy Harvesting Systems. Online unter: http://www.innowattech.co.il/images/pdf/brochure.pdf (letzter Zugriff am 31.01.2011).

International Air Transport Association (IATA) (2010): IATA 2010 Report on Alternative Fuels. Effective December 2010. Online unter: http://www.iata.org/ps/publications/Documents/IATA%202010%20Report%20on%20Alternative%20Fuels.pdf (letzter Zugriff am 31.01.2011).

International Energy Agency (2009): CO_2 Emissions from Fuel Combustion 2009. Paris.

Kaufmann, W. (2007): Lärmschutz im ASFINAG-Netz. Seminar „Kulturtechnik und Wasserwirtschaft – Heute". Online unter: http://ktverband.webseiten.cc/joomla/ktverband/8_Kaufmann_ASFINAG.pdf (letzter Zugriff am 27.01.2011).

Mitchell, D. (2008): A Note on Rising Food Prices. Washington. = The World Bank Policy Research Working Paper, Nr. 4682.

Newman, P.; Beatley, T.; Boyer, H. (2009): Resilient cities. Responding to peak oil and climate change. Washington DC.

Newman, P.; Kenworthy, J.R. (1989): Cities and automobile dependence. A sourcebook. Aldershot Hants.

Radzi, A. (2009): 100% Renewable Champions. International Case Studies. In: Droege, P. (Hrsg.): 100% renewable. Energy autonomy in action. London, 93-165.

Scheer, H. (2005): Energieautonomie. Eine neue Politik für erneuerbare Energien. München.

Schindler, J.; Zittel, W. (2008): Zukunft der weltweiten Erdölversorgung. Ottobrunn.

Spägele, M. (2009): SolarLANDSCHAFT. Studien zur Integration von Photovoltaikanlagen in die Kulturlandschaft der nördlichen Bodenseeregion. München. = Schriftenreihe des Fachgebietes für Landschaftsarchitektur regionaler Freiräume an der TU München, Band 09.

Statistisches Bundesamt (destatis) (2010): Nachhaltige Entwicklung in Deutschland. Daten zum Indikatorenbericht 2010. Wiesbaden.

Umweltbundesamt (2009): Nachhaltige Flächennutzung und nachwachsende Rohstoffe. Optionen einer nachhaltigen Flächennutzung und Ressourcenschutzstrategien unter besonderer Berücksichtigung der nachhaltigen Versorgung mit nachwachsenden Rohstoffen. Umweltbundesamt. Dessau-Roßlau = UBA-Texte, Band 34/2009.

Umweltbundesamt (2010a): Daten zur Umwelt. Online unter: http://www.umweltbundesamt-daten-zur-umwelt.de/umweltdaten/public/theme.do?nodeIdent=5677 (letzter Zugriff am 30.01.2011).

Umweltbundesamt (2010b): Flächeninanspruchnahme in Österreich 2010. Online unter: http://www.umweltbundesamt.at/fileadmin/site/umweltthemen/raumplanung/2_flaechenverbrauch/Tabelle_flaecheninanspruchnahme_2010.pdf (letzter Zugriff am 27.01.2011).

unternehmenGOMS; Eidgenössische Forschungsanstalt für Wald, Schnee und Landschaft (WSL); Ernst Basler + Partner AG (2007): Energieregion Goms. Auf dem Weg zur ersten Energie Region der Schweizer Alpen. Münster-Geschinen, Birmensdorf, Zollikon.

VCÖ-Forschungsinstitut (2009): Multimodale Mobilität als Chance. Wien. = VCÖ-Schriftenreihe, Nr. 3/2009.

Velte, D.; Magro, E.; Jiménez, I. (2010): ReRisk. Regions at Risk of Energy Poverty. Applied Research Project 2013/1/5. ESPON. Luxembourg.

Vorarlberger Elektroautomobil Planungs- und Beratungs GmbH (2011): VLOTTE – Elektrisch mobil. illwerke vkw. Online unter: http://www.vlotte.at/inhalt/at/79.htm (letzter Zugriff am 02.02.2011).

Vorarlberger Landtag (2009): Energieautonomes Vorarlberg. Antrag gem. §12 GO vom 10. Juni 2009.

Zimmer, W.; Hacker, F.; Harthan, R.; Matthes, F. (2009): Environmental impacts and impact on the electricity market of a large scale introduction of electric cars in Europe. Critical Review of Literature. Berlin. = ETC/ACC Technical Paper. May 2009.

Autor

Hans-Martin **Neumann**, Vaduz. Dipl.-Ing., Stadtplaner AKB SRL, geb. 1975, 1995–2001 Studium der Stadt- und Regionalplanung in Berlin und Madrid; 2001–2009 Projektleiter bei Dragomir Stadtplanung in München, seit 2006 Wissenschaftlicher Mitarbeiter der Professur für Nachhaltige Raumentwicklung an der Universität Liechtenstein, dort seit 2009 Projektkoordinator des Forschungsprojekts „BAER – Bodensee-Alpenrhein Energieregion", Promotionsvorhaben zu energieautonomer Mobilität am Institut für Verkehrsplanung und Logistik der TU Hamburg-Harburg.