

Stadt Luzern

Grundlagen für eine Energie- und Klimastrategie der Stadt Luzern

Fachbericht zum Teilprojekt «Strategie»

Schlussbericht

17. August 2010

941_be_tp_strategie_100816.doc

Begleitgruppe

Gregor Schmid, Peter Schmidli und Patrick Weibel, Umweltschutz Stadt Luzern

Projektgruppe

Begleitgruppe und Stefan Roth (Stadtrat), Ursula Stämmer-Horst (Stadträtin), Andrea Beck (Umwelt + Energie Kt. Luzern), Peter Bucher (Beauftragter Wirtschaftsfragen), Beat Heggli (Leiter Immobilien), Jiri Jordan (Umweltschutz Littau), Roland Koch (Tiefbauamt), Mark Ineichen (Stadtplanung), Markus Keiser (Leiter ewl Wärmetechnik AG), Rolf Samer (Leiter ewl Verkauf AG)

Die Autoren danken Begleit- und Projektgruppe für ihre wertvollen Beiträge zum vorliegenden Bericht.

Erarbeitet durch

econcept AG, Gerechtigkeitsgasse 20, CH-8002 Zürich
www.econcept.ch / + 41 44 286 75 75

AutorInnen

Georg Klingler, dipl. Umwelt-Natw. ETH
Walter Ott, lic. oec. publ., Raumplaner ETH/NDS, dipl. El. Ing. ETH

Dateiname: 941_be_tp_strategie_100816.doc Speicherdatum: 17. August 2010

Inhalt

| | | |
|----------|--|-----------|
| | Zusammenfassung | i |
| 1 | Einleitung Strategiebericht | 1 |
| 2 | Ausgangslage für die Strategieentwicklung | 3 |
| 2.1 | Die Herausforderung anerkennen | 3 |
| 2.2 | Effizient, erneuerbar und suffizient | 4 |
| 2.3 | Kommunaler Handlungsspielraum und Kohärenz in der Politik | 5 |
| 3 | Bestehende Ansätze für die Operationalisierung der 2000-Watt-Gesellschaft | 7 |
| 3.1 | Energiestadt | 7 |
| 3.2 | SIA Effizienzpfad Energie | 9 |
| 3.3 | Energieperspektiven, Szenario IV | 10 |
| 3.4 | Relevanz der bestehenden Ansätze für Luzern | 11 |
| 4 | Massnahmen für die Energie- und Klimastrategie | 12 |
| 4.1 | Grundsätze für die Herleitung von Massnahmen | 12 |
| 4.2 | Die sieben Massnahmenswerpunkte der Strategie | 15 |
| 4.3 | Schwerpunkt 1: Mobilität | 19 |
| 4.3.1 | Ausgangslage | 20 |
| 4.3.2 | Herausforderungen und Hemmnisse | 21 |
| 4.3.3 | Energieeffizienz in der Mobilität | 22 |
| 4.3.4 | Nutzung erneuerbarer Energien in der Mobilität | 24 |
| 4.3.5 | Suffizienz in der Mobilität | 25 |
| 4.3.6 | Regionale, kantonale und nationale Zuständigkeiten im Bereich Mobilität | 25 |
| 4.3.7 | Zusammenfassung und Priorisierung der Mobilitäts-Massnahmen | 27 |
| 4.4 | Schwerpunkt 2: Gebäude | 31 |
| 4.4.1 | Ausgangslage | 32 |
| 4.4.2 | Herausforderungen und Hemmnisse | 33 |
| 4.4.3 | Steigerung der Energieeffizienz in Gebäuden | 35 |
| 4.4.4 | Nutzung erneuerbarer Energien in Gebäuden | 38 |
| 4.4.5 | Suffizienz in Gebäuden | 39 |
| 4.4.6 | Kantonale und nationale Zuständigkeiten im Gebäudebereich | 40 |
| 4.4.7 | Zusammenfassung und Priorisierung der Gebäude-Massnahmen | 40 |
| 4.5 | Schwerpunkt 3: Energieversorgung und Energieerzeugung | 43 |
| 4.5.1 | Ausgangslage | 44 |
| 4.5.2 | Herausforderungen und Hemmnisse | 44 |
| 4.5.3 | Erhöhung der Energieerzeugungseffizienz | 45 |

| | | |
|----------|---|-----------|
| 4.5.4 | Kantonaler und nationaler Handlungsbereich: | 47 |
| 4.5.5 | Zusammenfassung und Priorisierung der Massnahmen im Bereich Energieversorgung und Energieerzeugung | 48 |
| 4.6 | Schwerpunkt 4: Geräte, Anlagen, Prozesse | 50 |
| 4.6.1 | Ausgangslage | 50 |
| 4.6.2 | Herausforderungen und Hemmnisse | 50 |
| 4.6.3 | Erhöhung der Stromeffizienz | 51 |
| 4.6.4 | Suffizienz-Massnahmen | 53 |
| 4.6.5 | Kantonaler und nationaler Handlungsbereich | 53 |
| 4.6.6 | Zusammenfassung und Priorisierung der Massnahmen im Bereich Geräte, Anlagen und Prozesse | 54 |
| 4.7 | Schwerpunkt 5: Vorbild Stadt Luzern | 55 |
| 4.8 | Schwerpunkt 6: Bildung, Ausbildung, Weiterbildung | 56 |
| 4.8.1 | Ausgangslage | 56 |
| 4.8.2 | Zielgruppen für Bildung, Aus- und Weiterbildung | 57 |
| 4.8.3 | Massnahmen Bildung, Ausbildung, Weiterbildung | 58 |
| 4.9 | Schwerpunkt 7: Information, Kommunikation, Beratung | 59 |
| 4.9.1 | Die Bedeutung von Information, Kommunikation und Beratung | 59 |
| 4.9.2 | Informations-, Kommunikations- und Beratungs-Massnahmen | 60 |
| 4.10 | Graue Energie / Konsum | 62 |
| 5 | Wirkungen der Energie- und Klimastrategie | 64 |
| 5.1 | Auswirkungen auf CO ₂ -Emissionen und Energieverbrauch | 64 |
| 5.2 | Regionale und volkswirtschaftliche Wirkungen | 66 |
| 6 | Monitoring und Erfolgskontrolle | 69 |
| | Anhang | 71 |
| A-1 | Erster Anhang: Wirkungen der Massnahmen | 71 |
| | Glossar | 72 |
| | Literatur | 73 |

Zusammenfassung

Ausgangslage und Ziele

Die Eindämmung der Klimaerwärmung, die Verknappung der Erdöl- und Erdgasvorräte (Peak Oil und Gas), die zunehmende Konzentration der verbleibenden Vorräte an Erdöl und Erdgas auf wenige und oftmals politisch problematische Länder (geopolitische Risiken und Abhängigkeiten) sowie Überlegungen zu einer global gerechten Verteilung des Zugangs zu Energie und Ressourcen zeigen die Notwendigkeit einer Strategie für eine zukunftsfähige Energieversorgung mit einer stark reduzierten CO₂-Intensität.

econconcept AG hat im Auftrag und in Zusammenarbeit mit der Stadt Luzern eine umfassende Energie- und Klimastrategie für die Stadt Luzern (inkl. Stadtteil Littau) erarbeitet. Die Arbeiten wurden in den Jahren 2009 und 2010 durchgeführt und in zwei Fachberichten zusammengefasst: dem «Fachbericht zum Teilprojekt Grundlagen» und dem «Fachbericht zum Teilprojekt Strategie». In der vorliegenden Zusammenfassung werden die wichtigsten Erkenntnisse aus beiden Teilprojekten bzw. Fachberichten dargelegt.

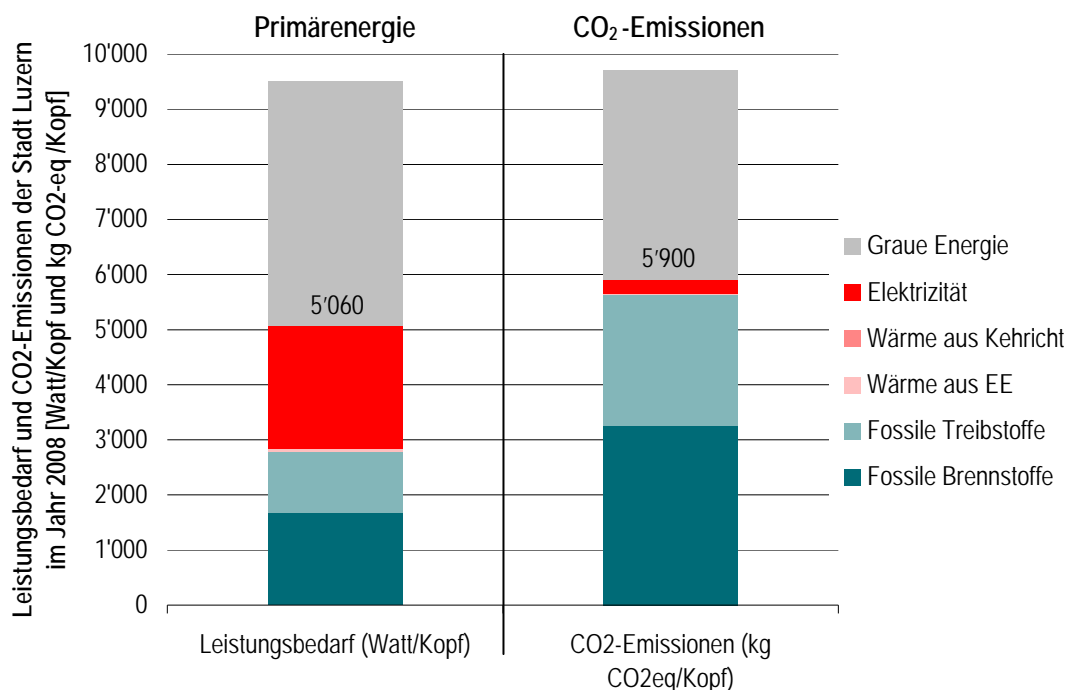
Ziel der Energie- und Klimastrategie ist das Erreichen der aus wissenschaftlicher Sicht geforderten Zielsetzungen, nach denen die globalen CO₂-Emissionen (CO₂-eq) gegenüber dem Jahr 2000 bis ins Jahr 2050 um 50% bis 85% gesenkt werden müssen, um die Klimaerwärmung im Rahmen von 2 bis 2.4 Grad zu halten. Bei einer Überschreitung der 2 Grad Grenze wird mit potenziell gravierenden und schwer kontrollierbaren Folgen für die Menschheit gerechnet. Um dieses Ziel zu erreichen, müssen die CO₂-Emissionen bis ins Jahr 2050 weltweit auf **1 Tonne pro Kopf und Jahr** stabilisiert werden. Das Konzept der 2000-Watt-Gesellschaft ergänzt und erweitert diese Zielsetzung mit der Vorgabe eines maximalen Leistungsbedarfs von **2000-Watt pro Kopf**, wovon maximal 500 Watt aus fossilen Energiequellen stammen dürfen, um die Emissionen von 1 Tonne CO₂-eq pro Kopf und Jahr nicht zu überschreiten. Beide Zielsetzungen beziehen sich im vorliegenden Bericht auf den Primärenergieverbrauch innerhalb der Gemeinde Luzern (ausser Flugverkehr).

Unter Berücksichtigung der nationalen als auch kantonalen energie- sowie klimapolitischen Rahmenbedingungen und Programme soll die städtische Strategie den kommunalen Handlungsspielraum ausschöpfen, um die CO₂- und die Luftschadstoffemissionen zu reduzieren, die Abhängigkeit von nicht erneuerbaren Energien zu verringern und volkswirtschaftliche Chancen einer nachhaltigkeitsorientierten Energie- und Klimapolitik zu nutzen. Die Strategie soll dabei die Kohärenz des staatlichen Handelns verbessern, die Integration von Energiepolitik, Klimaschutz und Luftreinhaltung in andere Politikbereiche anstreben, bestehende Synergien nutzen, das Verursacherprinzip umsetzen und möglichst hohe Effizienz und Effektivität erzielen.

Ist-Zustand und Handlungsbedarf

Die Zielsetzungen der Energie- und Klimastrategie der Stadt Luzern sowie alle nachfolgend aufgeführten Zahlen beziehen sich auf den Verbrauch von Primärenergie auf dem Gemeindegebiet (inkl. Littau). In der folgenden Figur werden der Leistungsbedarf und die CO₂-Emissionen der LuzernerInnen im Jahr 2008 aufgezeigt (inkl. graue Energie).

«Leistungsbedarf und CO₂-Emissionen der EinwohnerInnen der Stadt Luzern im Jahr 2008»



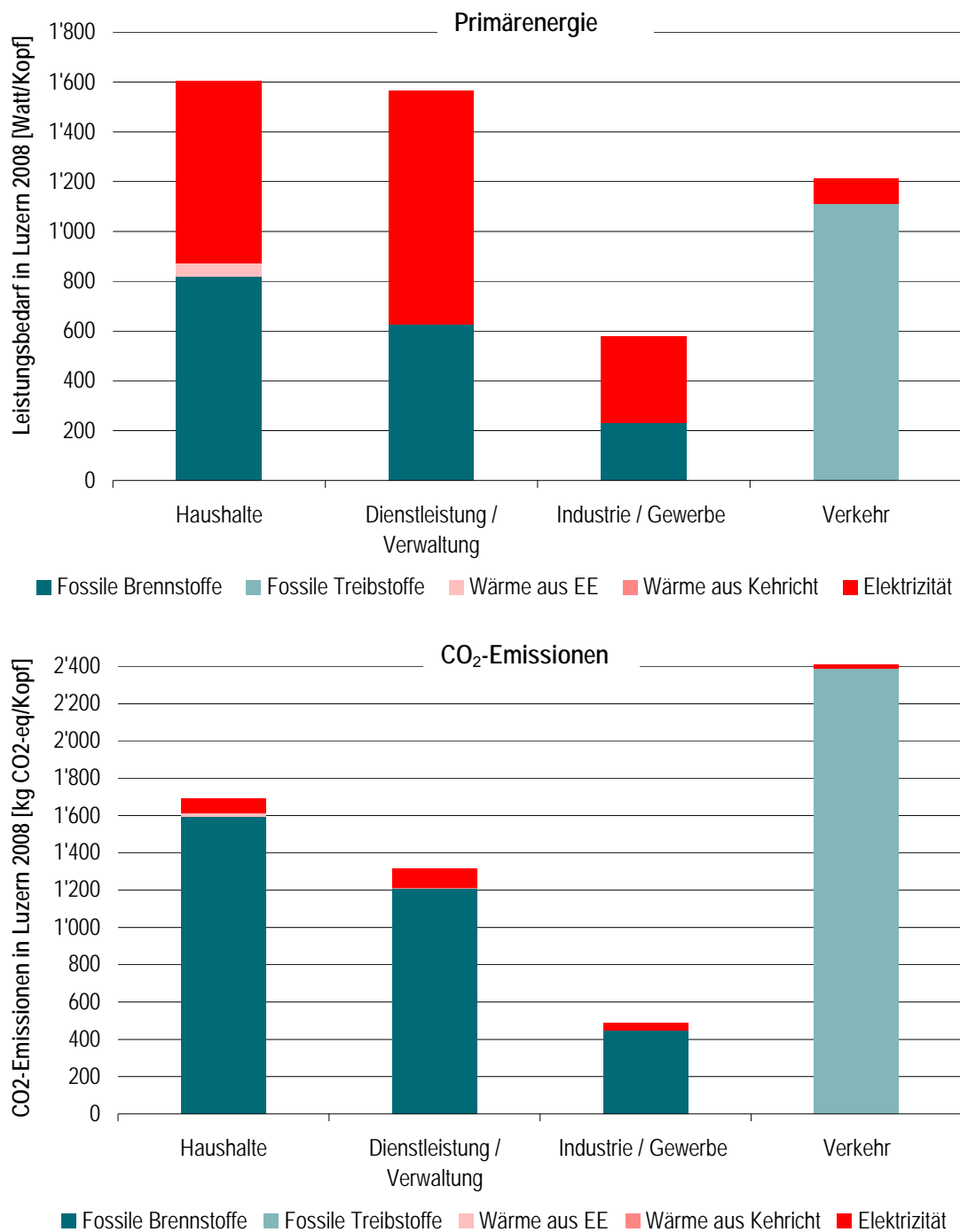
econcept

Figur 1: Leistungsbedarf und CO₂-Emissionen der EinwohnerInnen der Stadt Luzern im Jahr 2008

Der Leistungsbedarf sowie die CO₂-Emissionen liegen mit 5'060 Watt und 5.9 Tonnen pro Kopf deutlich unter dem schweizerischen Durchschnitt von ca. 6'160 Watt und 8.4 Tonnen pro Kopf im Jahr 2008. Aufgrund der gewählten Methodik wird die graue Energie im Folgenden nicht näher analysiert.

Die Analyse des Energieverbrauchs und der Emissionen von Treibhausgasen der Verbrauchergruppen «Haushalte», «Dienstleistung/Verwaltung», «Industrie/Gewerbe» und «Verkehr» erlaubt Rückschlüsse auf die grössten Primärenergieverbraucher und CO₂-Emittenten (vgl. folgende Figur). Dies ist vor allem für die Massnahmenentwicklung von Relevanz.

«Pro-Kopf Primärenergieverbrauch und CO₂-Emissionen nach Verbrauchergruppen»



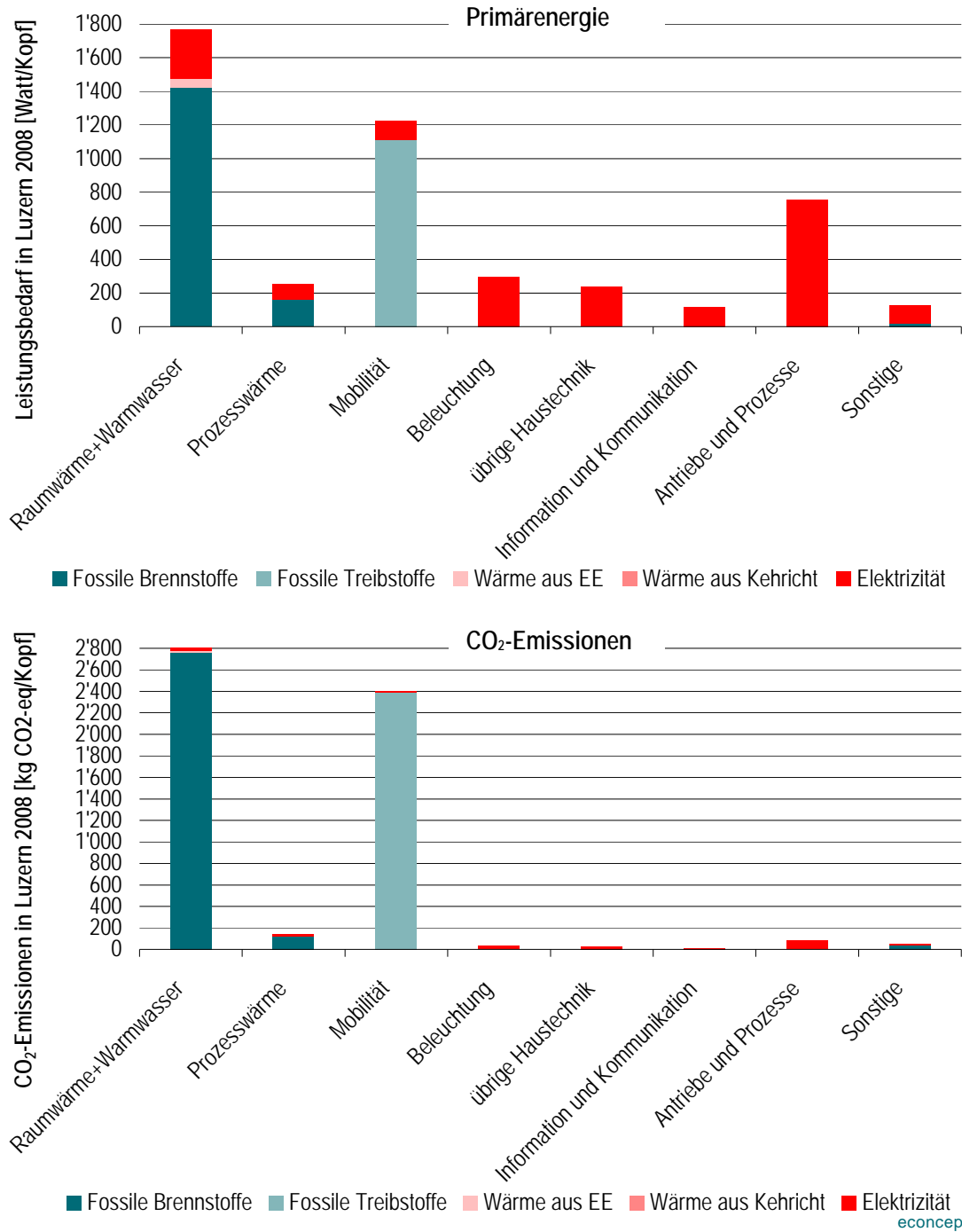
econcept

Figur 2: Primärenergieverbrauch (obere Figur) und CO₂-Emissionen (untere Figur) der Stadt Luzern nach Verbrauchergruppen im Jahr 2008

Eine Aufteilung des Endenergieverbrauchs auf die wichtigsten Verwendungszwecke, dient der weiteren Konkretisierung der Ansatzpunkte für die Senkung des Energieverbrauchs und der CO₂-Emissionen. Die Figuren zeigen, dass Raumwärme und Warmwasser sowie Mobilität und Traktion für unsere Betrachtungen mit Abstand die wichtig-

ten Energienutzungen sind. Der Verbrauch an Elektrizität für die verschiedenen Nutzungen trägt am meisten zum Primärenergieverbrauch bei, gefolgt von fossilen Brenn- und Treibstoffen.

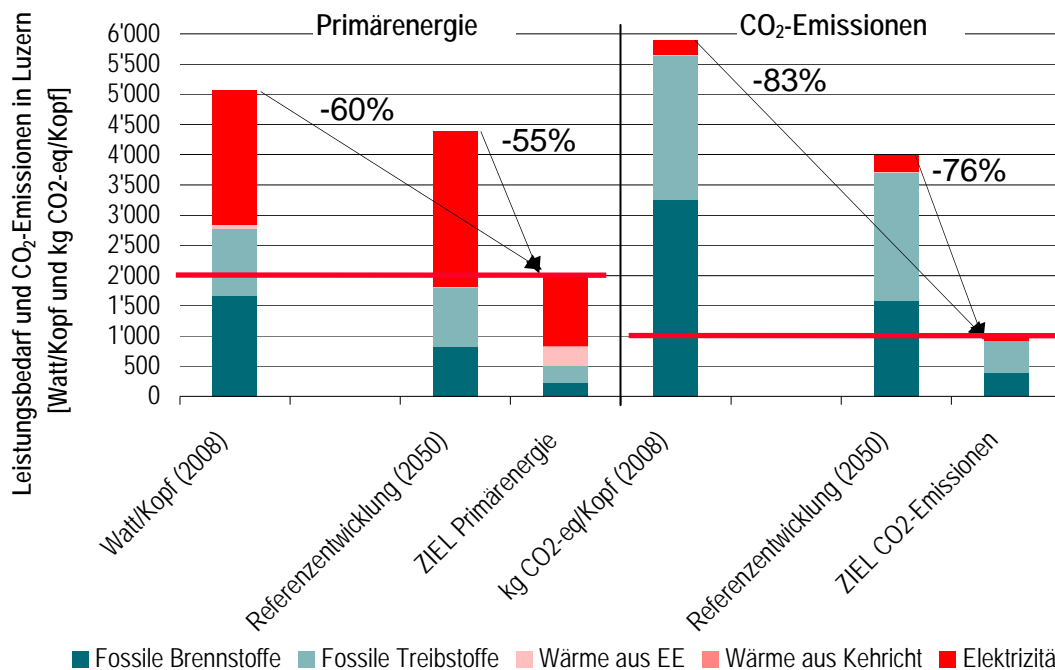
«Pro-Kopf Primärenergieverbrauch und CO₂-Emissionen nach Verwendungszwecken»



Figur 3: Primärenergieverbrauch (obere Figur) und CO₂-Emissionen (untere Figur) der Stadt Luzern im Jahr 2008 nach Verwendungszwecken. Quellen: ewl, BFE 2008, eigene Berechnungen.

Der Vergleich mit den Zielsetzungen der Strategie zeigt, dass starke Reduktionen nötig sind, um die Ziele zu erreichen. Nachfolgende Figur zeigt zusammenfassend die Situation im Jahr 2008, die Referenzentwicklung ohne zusätzliche Massnahmen und die Zielsetzungen betreffend Leistungsbedarf und CO₂-Emissionen.

«Ist-Zustand, Referenzentwicklung bis 2050 und Zielwert der 2000-Watt-Gesellschaft für den Primärenergiebedarf (links) und die CO₂-Emissionen (rechts)»



econcept

Figur 4: Vergleich des Ist-Zustandes (2008), der Referenzentwicklung bis 2050 und der Zielwerte der 2000-Watt-Gesellschaft für den Primärenergieverbrauch und den Ausstoss an CO₂-eq

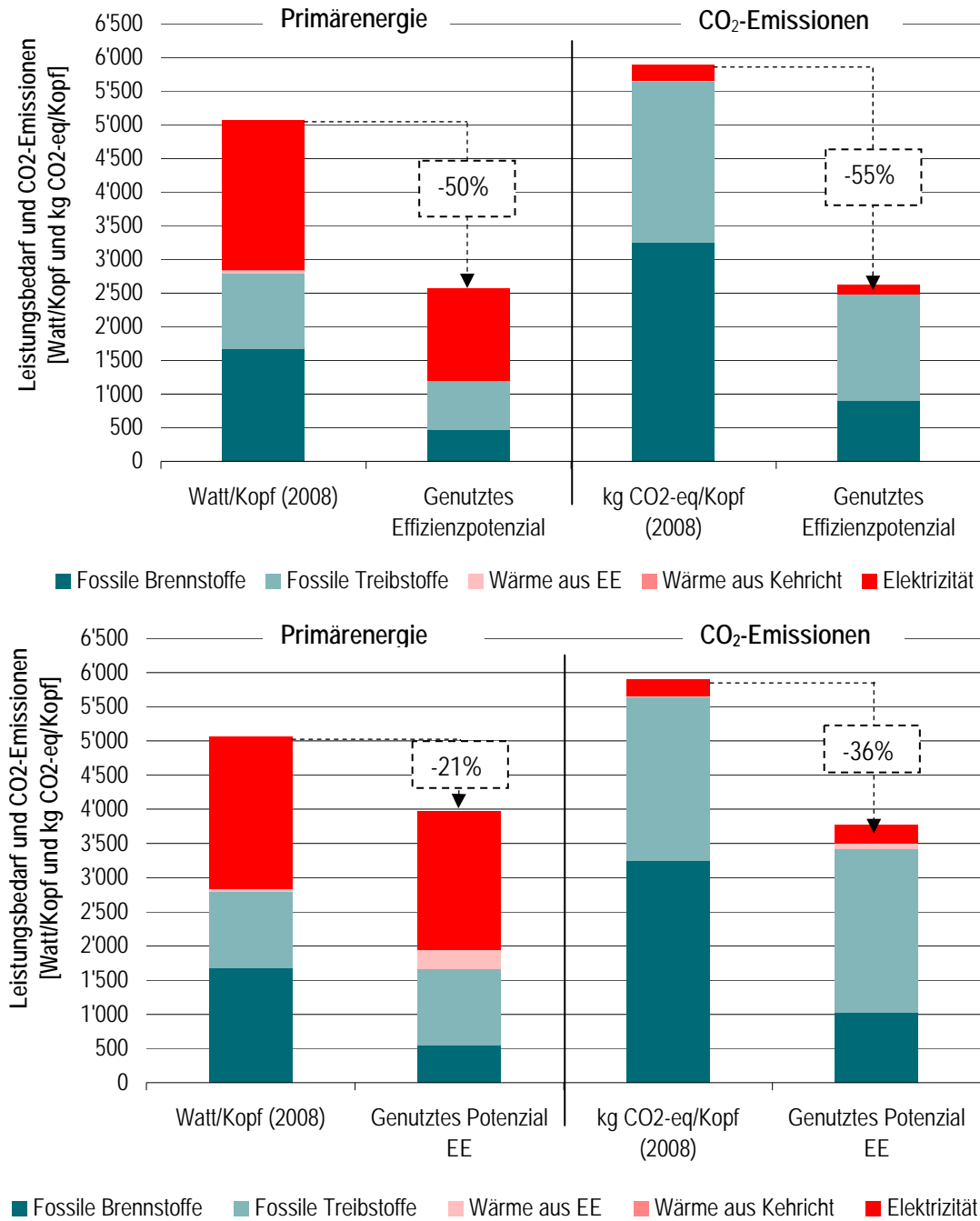
Die berechnete Differenz zwischen der heutigen Situation, dem Referenz- und dem Zielzustand in Luzern im Jahr 2050 zeigt, dass grosse Anstrengungen erforderlich sind: Der Primärenergieeinsatz muss gegenüber 2008 um ca. 60% und der durch den Primärenergieverbrauch verursachte Treibhausgasausstoss um ca. 83% reduziert werden. Gegenüber der zu erwartenden Referenzentwicklung betragen die Reduktionsziele noch 55% bei der Primärenergie und 76% bei den Treibhausgasemissionen. Um bei fossilen Energieträgern die Limite von 500 Watt bzw. insgesamt das Ziel von 1 Tonne CO₂ pro Kopf zu erreichen, besteht ein besonders grosser Handlungsbedarf zur Verringerung des Verbrauchs an Treib- und auch Brennstoffen.

Für die Ermittlung der Handlungsspielräume wurden die Potenziale zur Steigerung der Energieeffizienz und zur Nutzung erneuerbarer Energien auf dem Gebiet der Stadt Luzern analysiert.

Potenziale der Energieeffizienz und der erneuerbaren Energien

Die Wirkungen der Nutzung der Energieeffizienzpotenziale und der Potenziale der erneuerbaren Energien werden nachfolgend gezeigt.

«Potenziale für die Reduktion des Leistungsbedarfs und des Ausstosses an CO₂ durch Nutzung des Effizienzpotenzials (obere Figur) und durch die Nutzung erneuerbarer Energien (untere Figur) »



econcept

Figur 5: Leistungsbedarf und CO₂-Emissionen der Stadt Luzern im Jahr 2008 und nach Nutzung der vorhandenen Energieeffizienz-Potenziale (obere Figur) sowie nach Substitution der nicht-erneuerbaren Energieträger mit den auf dem Gemeindegebiet potenziell vorhandenen erneuerbaren Energien (unter Berücksichtigung des Mehrbedarfs an Strom für die Nutzung von Umweltwärme bei einer zukünftigen Jahresarbeitszahl von 4)

Die Analyse der Effizienzpotenziale und der Potenziale zur Nutzung erneuerbarer Energien auf dem Gebiet der Stadt Luzern zeigt, dass die Steigerung der Energieeffizienz den grösseren Beitrag zur Zielerreichung leisten kann. Die nachfolgende Zusammenstellung verdeutlicht, dass die geforderten Reduktionen zur Erreichung des Zielwertes von minus 60% beim Primärenergieverbrauch und minus 83 % beim CO₂-Ausstoss im Vergleich zum Jahr 2008 mit Beachtung der Referenzentwicklung und einer Kombination aus Massnahmen für Energieeffizienz und erneuerbare Energien grundsätzlich erreicht werden kann.

| (Werte gerundet) | Referenzentwicklung 2008 | Referenzentwicklung 2050 | Genutztes Effizienzpotenzial | Genutztes Potenzial erneuerbare Energien |
|--|-----------------------------|-----------------------------|------------------------------|--|
| Primärenergie | Watt / Kopf | Watt / Kopf | Watt / Kopf | Watt / Kopf |
| Fossile Brennstoffe | 1'675 | 820 | 465 | 550 |
| Fossile Treibstoffe | 1'110 | 985 | 735 | 1'110 |
| Wärme aus EE | 50 | 18 | 0 | 285 |
| Wärme aus Kehricht | 2.45 | 2.15 | 0 | 3.2 |
| Elektrizität | 2'225 | 2'570 | 1'375 | 2'030 |
| Graue Energie | 4'435 | | | -- nicht untersucht -- |
| TOTAL PE (ohne graue Energie) | 5'060 | 4'395 | 2'575 | 3'980 |
| CO ₂ -Emissionen | kg CO ₂ eq/ Kopf | kg CO ₂ eq/ Kopf | kg CO ₂ eq/ Kopf | kg CO ₂ eq/ Kopf |
| Fossile Brennstoffe | 3'250 | 1'585 | 905 | 1'035 |
| Fossile Treibstoffe | 2'385 | 2'115 | 1'575 | 2'385 |
| Wärme aus EE | 20 | 7 | 0 | 75 |
| Wärme aus Kehricht | 1.3 | 1.10 | 0 | 1.7 |
| Elektrizität | 245 | 280 | 150 | 270 |
| Graue Energie | 3'804 | | | -- nicht untersucht -- |
| TOTAL CO₂ (ohne graue Energie) | 5'900 | 3'990 | 2'630 | 3'765 |

Tabelle 1: Vergleich des Ausgangsjahres (2008) mit den Beiträgen zur Zielerreichung (2000 Watt / Kopf und 1 Tonne CO₂ eq / Kopf) von Referenzentwicklung sowie Nutzung der Potenziale für Energieeffizienz und erneuerbare Energien

Massnahmenswerpunkte für die Energie- und Klimastrategie

Die Wirkungsabschätzungen der bisherigen Massnahmen der Stadt Luzern im Bereich Energie und Klima zeigen, dass ein «Weiter-wie-bisher» nicht zielführend ist, wenn die Zielsetzungen von 2000-Watt und 1-Tonne-CO₂ erreicht werden sollen. Folgende Tabelle zeigt die Wirkungsabschätzung der bisherigen Massnahmen, unterteilt in Massnahmen des Aktionsplans Luftreinhaltung und Klimaschutz (APLK) und Fördertätigkeit des Energiefonds (wobei zu beachten ist, dass ein grosser Teil der separat ausgewiesenen APLK-Massnahmen ebenfalls über den Energiefonds finanziert wird). Dabei handelt es sich um Schätzungen, die eine Grössenordnung wiedergeben. Da im APLK Emissionsreduktionen auf Stufe Endenergie ausgewiesen werden, wurden diese für die Schätzungen mit einem Faktor 1.4 in Primärenergie bedingte Emissionen umgerechnet.

| | Einsparung und Substitution durch EE | Anteil am Endenergieverbrauch 2008 | Reduktion CO ₂ -Emissionen | Reduktion CO ₂ -Emissionen |
|---|--------------------------------------|------------------------------------|---------------------------------------|---------------------------------------|
| (Gerundete Werte) | Endenergie | Endenergie | Endenergie | Primärenergie |
| Jährliche Wirkungen APLK (Stand 2009) | ca. 51 TJ / a | ca. 1% | ca. 3'050 t / a | ca. 4'270 t / a |
| Gesamte Wirkungen APLK (absolute Einsparungen bei einer Laufzeit von 10 Jahren) | ca. 510 TJ | ca. 10% | ca. 30'500 t | ca. 42'680 t |
| Jährliche Wirkungen Energiefonds (Stand 2009) | ca. 17 TJ / a | ca. 0.25% | ca. 740 t / a | ca. 1'040 t / a |

Tabelle 2: Schätzung der Wirkungen der bisher beschlossenen und in Umsetzung befindlichen Massnahmen im Bereich Energie und Klima

Die nachfolgenden Massnahmen werden nach folgendem Prinzip erarbeitet: Ausgehend von der bestehenden Ziellücke zwischen 2008 und der anvisierten Zielsetzung – 2000-Watt und 1 Tonne CO₂-eq pro Kopf – werden die Schwerpunkte identifiziert, bei denen der grösste Handlungsbedarf besteht. Für jeden Schwerpunkt werden besonders wirksame und dringliche Massnahmen hergeleitet, deren Priorisierung sich hauptsächlich am Beitrag zur Zielerreichung misst ("backcasting").

Folgende sieben Massnahmenswerpunkte konnten für die Energie- und Klimastrategie der Stadt Luzern hergeleitet werden:

- 1 **Mobilität:** Insbesondere Massnahmen, die energieeffiziente Mobilität fördern, d.h. Verlagerung des motorisierten Individualverkehrs auf Fuss-, Fahrrad- und den öffentlichen Verkehr.
- 2 **Gebäude:** Insbesondere Massnahmen, die auf eine Reduktion des Einsatzes von Brennstoffen für Raumwärme und Warmwasser sowie die Nutzung der Einsatzpotenziale für erneuerbare Energien abzielen.
- 3 **Energieerzeugung und Energieversorgung:** Insbesondere Massnahmen, die zur Erhöhung des Anteils erneuerbarer Energieträger im Strommix und zur effizienten Erzeugung von Wärme und Strom führen (Optimierung der Exergienutzung).
- 4 **Geräte, Anlagen, Prozesse:** Insbesondere Massnahmen, die auf eine Erhöhung der Stromeffizienz abzielen.
- 5 **Vorbildrolle Stadt Luzern:** Massnahmen, die insgesamt den Energiebedarf der Verwaltung und der stadt-eigenen Liegenschaften reduzieren und dabei die bestehenden Reduktionsmöglichkeiten aufzeigen (Demonstrationsobjekte) sowie die Marktentwicklung durch entsprechende Nachfrage der Stadt anstossen (Demonstrationseffekt, Know-how-Diffusion zu regionalen Unternehmungen).
- 6 **Bildung, Aus- und Weiterbildung:** Insbesondere Massnahmen für eine ausreichende Versorgung mit Fachleuten, die im Gebäude- und im Prozessbereich wissen, wie die Ziele erreicht werden können.

7 Information, Kommunikation und Beratung: Insbesondere Massnahmen, die die Bevölkerung mit den Zielsetzungen und den Möglichkeiten im Gebäude-, Konsum- und Mobilitätsbereich vertraut machen (InvestorInnen und GrossverbraucherInnen als Hauptzielgruppen einerseits sowie Investitions- und Verbrauchsentscheidungen als Ansatzpunkte für Information und Motivation andererseits).

Graue Energie: Wegen des hohen Anteils des grauen Energieverbrauchs werden auch für den Bereich "energie- und klimaschonender Konsum" Massnahmen vorgeschlagen. Es sind Massnahmen, die auf eine Begrenzung des eigenen Konsums bzw. auf einen energiebewussten Umgang mit dem Konsum abzielen.

Die Massnahmen für alle Schwerpunkte inkl. graue Energie werden jeweils nach den drei Säulen der vorliegenden Energie- und Klimastrategie – Effizienz, erneuerbare Energien und Suffizienz – geordnet. Folgende Tabelle gibt eine qualitative Übersicht darüber, welche Massnahmenswerpunkte für welche der drei Säulen wie relevant sind.

| Massnahmenswerpunkte | Effizienz | Erneuerbare | Suffizienz |
|---|-----------|-------------|------------|
| 1 Mobilität | +++ | + | ++ |
| 2 Gebäude | +++ | +++ | ++ |
| 3 Energieerzeugung und Energieversorgung | ++ | ++ | + |
| 4 Geräte, Anlagen, Prozesse | +++ | + | + |
| 5 Vorbildrolle Stadt Luzern | ++ | ++ | + |
| 6 Bildung, Aus- und Weiterbildung | + | + | + |
| 7 Information, Kommunikation und Beratung | + | + | + |
| Graue Energie | + | + | ++ |

Tabelle 3: Zuordnung der sieben Massnahmenswerpunkte auf die drei Säulen der Energie- und Klimastrategie der Stadt Luzern

Die im Folgenden vorgeschlagenen Massnahmenansätze sind als Grundlage für die Ausarbeitung von konkreten Aktionsplänen mit Umsetzungshorizonten von 5 bis 10 Jahren gedacht. Es werden für die definierten Schwerpunkte zusammenfassend die Massnahmentitel und die Wirkungsabschätzung gezeigt – die Herleitungen und Beschreibungen der Massnahmen sind im Fachbericht zum Teilprojekt «Strategie» zu finden.

Schwerpunkt 1: Mobilität

Die Massnahmen sind auf den Handlungsbereich der Stadt Luzern abgestimmt (gegliedert nach den Bereichen Effizienz, Erneuerbare und Suffizienz) und zeigen auch die wichtigsten, die nicht in den Zuständigkeitsbereich der Stadt Luzern fallen. Die Priorisierung einzelner Massnahmen erfolgt in allen Massnahmenswerpunkten über folgende Kriterien:

- Wirkung 2050: Beitrag zur Zielerreichung bzw. Wirkung der Massnahme
- Kosten: Schätzung der Kostengünstigkeit der Massnahme

— Zeithorizont: Wichtigkeit der Massnahme für langfristige Entwicklungen (Anlagen und Technologien mit langer Lebensdauer)

Nachfolgend die vorgeschlagenen Massnahmenansätze im Mobilitätsbereich:

| | Nr. | Massnahmenansatz | Wirkung 2050 (t CO ₂ -eq / a) | Kosten | Zeit- horizont | Bemerkung |
|--|-----|--|---|--------|-------------------|--|
| Effizienz | M1 | Priorität für LV bei Bau, Unterhalt und Nutzung der Verkehrsinfrastruktur | Ca. 19'000 | +(++) | +++ | Die Kosten können im Rahmen von ohnehin anfallenden Sanierungsarbeiten gesenkt werden. Hohe Kosten für die Realisierung des Tiefbahnhofs |
| | M2 | Priorität für ÖV bei Bau, Unterhalt und Nutzung der Verkehrsinfrastruktur | Ca. 19'000 | +++ | +++ | |
| | M3 | Weiterführen der Parkplatzbewirtschaftung, langfristige Anpassung des Parkplatzreglements | Bei M1 und M2 angerechnet. ++ | + | + | Wirkungen bei den Massnahmen M1 und M2 angerechnet |
| | M4 | Siedlungsentwicklung, ÖV-Nutzung und ÖV-Erschliessung prospektiv beeinflussen | Bei M2 angerechnet. + | + | ++ | Die Wirkungen und die Kosten variieren je nach Art der Massnahme. |
| | M5 | Verkehrslenkung und -beruhigung | Bei M1 und M2 angerechnet. + | + | + | Annahme: Personelle Kapazität im Tiefbauamt vorhanden. |
| | M6 | Aktive Promotion von energieeffizienten und stadtgerechten Fahrzeugen | M6, M7 und M8: Ca. 14'500 | + | + | Annahme: Kosten für eine halbe Stelle |
| Erneuerbare | M7 | Schaffung einer Aufladeinfrastruktur für Elektromobile ("Stromtankstellen") mit Ökostrom | M6, M7 und M8: (14'500) | + | + | Für die Bewertung des Strommixes wird ein Primärenergiefaktor von 2 zugrunde gelegt.. |
| | M8 | Förderung elektrischer Leichtfahrzeuge | M6, M7 und M8: (14'500) | + | + | |
| Suffizienz | M9 | Attraktive Zonen / Quartiere mit hoher Lebens- und Aufenthaltsqualität schaffen | Bei M1 und M2 angerechnet. ++ | ++ | +++ | Die Wirkungen im Suffizienzbereich sind schwer abschätzbar. Grundsätzlich können weitergehende Wirkungen erzielt werden. |
| | M10 | Förderung von nachhaltigen Quartieren mit Haushalten ohne eigene Personenwagen | Bei M1 und M2 angerechnet. ++ | + | + | |
| | M11 | Sensibilisierung für die Umweltwirkung der Mobilität und Promotion des LV | Wirkt auf alle Massnahmen +++ | + | + | Annahme: Kosten für eine halbe Stelle |
| Andere Zuständigkeiten | M12 | Überregionale Koordination des ÖV und prospektive ÖV-Erschliessung in Entwicklungsgebieten (vgl. M4) | Bei M2 angerechnet. ++ | ++ | ++ | Abwicklung durch Verkehrsverbund |
| | M13 | Ausbau der lokalen/regionalen ÖV-Kapazitäten (Trolleybus im Stadtzentrum, S-Bahn) und Promotion des ÖV | Bei M2 angerechnet. +++ | +++ | +++ | |
| | M14 | Mobilitätsberatung | Wirkt auf alle Massnahmen | + | + | |
| | M15 | Einsatz von effizienten Fahrzeugen im ÖV, Steigerung der Energieeffizienz im ÖV | Ca. 3000 | ++ | + | Annahme: Investitionen sind wirtschaftlich wegen Energiepreisen |
| <ul style="list-style-type: none"> — Prüfung von Ausbau und Bewerbung des Park+Ride-Angebots an wichtigen regionalen Standorten — Steuervergünstigungen für stadtvträgliche Fahrzeuge (hohe Effizienz oder Einsatz erneuerbarer Energien wird umgesetzt). — CO₂ - Abgabe auch für den MIV und den Güterverkehr. — Energetische Verbesserungen bei der Fahrzeugflotte. — Steuerabzüge für autofreie Haushalte, Reduktion der zulässigen Steuerabzüge für MIV-Wegekosten | | | | | | |

- Parkplätze für ökologisch vorteilhaften MIV
- Einführung von Umweltzonen

Tabelle 4: Zusammenfassung und Priorisierung der Mobilitätsmassnahmen
 +++ = gross/hoch/langfristig, ++ = mittel, + = klein/niedrig/kurzfristig

Die Mobilitäts-Massnahmen können zu drei Stossrichtungen zusammengefasst werden:

- 1 Vermeidung von Verkehr sowie Stärkung des öffentlichen Verkehrs und des Langsamverkehrs bzw. Verlagerung des MIV auf den ÖV und den LV. Prioritär sind folgende Massnahmenansätze zu vertiefen (Nennung gemäss Rangfolge):
 - 1.1 LV: M1, M9, M10 sowie M3 und M5,
 - 1.2 ÖV: M2, M12, M13, M3, M5, sowie M4, M10
- 2 Technologische Verbesserung und Elektrifizierung des verbleibenden Verkehrs. Die Bewertung des eingesetzten Stroms spielt bei der Bewertung der Massnahmen eine wichtige Rolle. Prioritär sind folgende Massnahmenansätze zu vertiefen (Nennung gemäss Rangfolge):
 - 2.1 MIV: M6, M7 und M8
 - 2.2 ÖV: M15
- 3 Verbesserung der Lebens- und Aufenthaltsqualität in der Stadt sowie Förderung einer nachhaltigen Quartierentwicklung: M9 und M10 – vgl. Massnahmen unter Punkt 1.

Die Massnahmenansätze M11 und M14 sind flankierend umzusetzen und insbesondere mit M6 zu koordinieren. Wegen den vielen Einflüssen der Massnahmenansätze untereinander (z.B. keine Einschränkung des MIV, wenn nicht gleichzeitig der LV und der ÖV attraktiver werden) und der wichtigen Rolle der Infrastrukturentwicklung, empfehlen wir, die Vertiefung aller Massnahmenansätze in einem Aktionsplan «stadtgerechte Mobilität», der gemeinsam von Umweltschutz- und Tiefbauamt erarbeitet und umgesetzt wird (oder gemeinsame Überarbeitung der Leitlinien kommunale Verkehrsplanung).

Die Wirkungsabschätzung zeigt, dass mit den vorgeschlagenen Massnahmenansätzen bei einer entsprechenden Umsetzungstiefe beachtliche Wirkungen erzielt werden können: Es kann schätzungsweise eine Reduktion auf 787 Watt und 1'530 kg pro Kopf erreicht werden (2008: 1'220 Watt/Kopf und 2'400 kg CO₂ eq/Kopf). Die Ziele der **2000-Watt-Gesellschaft** sind aber tiefgreifender: Der Primärenergiebedarf für Mobilität sollte bis ins Zieljahr um mehr als zwei Drittel (Ziel: ca. 400 Watt / Kopf gemäss Novatantis 2005) und die Treibhausgasemissionen um mehr als drei Viertel gesenkt werden. Das zeigt, dass diese Zielsetzungen nur gemeinsam mit den übergeordneten Partnern beim Kanton und dem Bund erreicht werden können. Die Tatsache, dass mit der Ausklammerung der Autobahn und des Flugverkehrs knapp die Hälfte der Emissionen des Jahres 2008 nicht im direkten Einflussbereich der Stadt liegen, zeigt dass Gemeinden in ihren Bemühungen um eine nachhaltige Zukunft der Mobilität besonders auf weitergehende und unterstützende Massnahmen von Bund und Kanton angewiesen sind. Die Stadt soll

deswegen ihre gemeinsamen Aktivitäten mit anderen Städten ausbauen und eine verstärkte Zusammenarbeit mit den übergeordneten Ebenen anstreben.

Schwerpunkt 2: Gebäude

Nachfolgend die vorgeschlagenen Massnahmenansätze im Gebäudebereich. Bei den Angaben der Wirkungen werden wegen dem starken Einfluss der Referenzentwicklung die Wirkungen, die zusätzlich zur Referenzentwicklung resultieren und in Klammern die Gesamtwirkungen im Jahr 2050 angegeben.

| | Nr. | Massnahmenansatz | Wirkung 2050 (t CO ₂ -eq / a) | Kosten | Zeit- horizont | Bemerkung |
|-------------|-----|--|---|--------|-------------------|---|
| Effizienz | G1 | Günstige Finanzierungsmöglichkeiten schaffen für energetische Sanierungen (und eventuell auch für energieeffiziente Neubauten) | G1 und G2: Ca. 33'000 (131'500) | + | +++ | Es wird davon ausgegangen, dass im Rahmen von G2 (und G3) die heutigen Förderbeiträge mindestens verdoppelt werden. |
| | G2 | Förderung energetischer Sanierungen, die den Anforderungen der 2000-Watt-Gesellschaft gerecht werden | Siehe G1 | +++ | +++ | |
| | G3 | Mustersanierung ganzer Stadtquartiere | Bei G1 und G2 angerechnet. | +++ | +++ | |
| | G4 | Betriebsoptimierung der haustechnischen Anlagen und Modernisierung von Heizungsanlagen | Ca. 2'200 (8'900) | ++ | +(+) | |
| | G5 | Baurechtliche Anreize für Energieeffizienz und erneuerbare Energien verbessern | Bei G1 und G2 angerechnet + | + | + | |
| | G6 | Nutzung von städtischem Bauland mit besten energetischen Baustandards | Bei G1 und G2 angerechnet +(+) | + | +++ | |
| | G7 | Ausbau der Energieberatung | ++ | + | +++ | |
| | G8 | Reglemente und Gebührenordnungen überprüfen | (+) | + | ++ | |
| Erneuerbare | G9 | Baurechtliche Hemmnisse für Solarenergienutzung abbauen (vgl. G4) | Bei G10 angerechnet | (+) | + | |
| | G10 | Förderung des Einsatzes erneuerbarer Energien und Umweltwärme | Ca. 1'000+2'600 (4'000+10'300) | +++ | +(+) | Nur wärmeseitige Wirkungen. Diese hängen vom eingesetzten Strommix ab. |
| | G11 | Dächerscan und Portal zu geeigneten Dachflächen für die Sonnenenergienutzung schaffen | Bei G10 angerechnet | ++ | + | Einmaliger Auftrag und ständige Pflege der Datenbank. |
| Suffizienz | G12 | Anreize für verdichtetes, kompaktes Bauen schaffen | Bei G1 und G2 angerechnet ++(+) | + | +++ | Wirkungen schwer abzuschätzen. |
| | G13 | Differenziertes Heizen fördern | Bei G4 angerechnet | + | + | |

| | |
|------------------------|---|
| Andere Zuständigkeiten | <ul style="list-style-type: none"> — Prüfen ob Sanierungspflicht im Gebäudebereich mit definierten energetischen Mindestanforderungen sinnvoll und praktikabel wäre (vgl. Beispiele Genf, Bern und Neuchâtel). — Forderung einer angekündigten weiteren Verschärfung der energetischen Standards für Neubauten in der MuKE: — Der Einsatz erneuerbarer Energien im Gebäudebereich könnte durch die Erhöhung respektive Erweiterung der «80/20%-Regel» erfolgen — Verbesserte Solarstromförderung — Graue Energie im Bauwesen / Anpassung des kantonalen Abfallgesetzes — Schaffung von Anreizen zur Reduktion der Wohnfläche pro Person oder Einführung einer gewissen Obergrenze an CO₂ Emissionen, die für das Wohnen emittiert werden dürfen. |
|------------------------|---|

Tabelle 5: Zusammenfassung und Priorisierung der Gebäudemassnahmen
 +++ = gross/hoch/langfristig, ++ = mittel, + = klein/niedrig/kurzfristig

Die Gebäudemassnahmen können zu drei Stossrichtungen zusammengefasst werden:

- 1 Reduktion des Energiebedarfs für Raumwärme und Warmwasser infolge von Sanierungen und Betriebsoptimierungen. Prioritär sind folgende Massnahmen umzusetzen (Nennung gemäss Rangfolge): G1, G2, G4, G12, G3, G6, G5, G8
- 2 Einsatz von erneuerbaren Energieträgern und Umweltwärme zur Deckung des verbleibenden Energiebedarfs. Prioritär sind folgende Massnahmen umzusetzen (Nennung gemäss Rangfolge): G10, G9, G11
- 3 Förderung von kompakter Bauweise: G12

Die Massnahme G6 ist flankierend zu den anderen umzusetzen. Gemäss der Wirkungsabschätzung kann im Gebäudebereich der Primärenergiebedarf auf rund 630 Watt/Kopf und die CO₂-Emissionen auf ca. 700 kg/Kopf gesenkt werden (2008: 1'790 Watt/Kopf und 2'850 kg/Kopf). Damit können die Primärenergieziele der **2000-Watt-Gesellschaft** praktisch erreicht werden. Die Ziele der 2000-Watt-Gesellschaft liegen zwar etwas tiefer (gemäss Novatlantis müsste der Primärenergiebedarf für «Wohnen und Arbeiten» bis im Zieljahr um ca. 75% auf ca. 450 Watt/Kopf gesenkt werden), angesichts der Unsicherheit solcher Wirkungsprognosen kann aber davon ausgegangen werden, dass die Ziele der 2000-Watt-Gesellschaft im Gebäudebereich grundsätzlich erreicht werden können. Eine weitere Absenkung des Primärenergieeinsatzes kann gelingen, wenn die Sanierungsrate weiter erhöht wird, wenn der Primärenergiefaktor des Strommixes gesenkt und wenn die Effizienz beim Stromeinsatz gesteigert werden kann.

Schwerpunkt 3: Energieerzeugung und Energieversorgung

Durch die Massnahmen im Schwerpunkt 3 lassen sich die CO₂-Emissionen und der Primärenergieeinsatz im Wärmebereich um weitere 5% gegenüber dem Stand 2050 ohne Wärmeinfrastrukturen senken. Die Änderung des Strommixes könnte zu einer Reduktion des Primärenergieeinsatzes für die Stromproduktion von 33% gegenüber 2008 führen. Die vermehrte Stromproduktion mit fossilen WKK-Anlagen würde aber zu einer leichten Zunahme der strombedingten CO₂-Emissionen von ca. 20% führen (es wird angenom-

men, dass die WKK-Anlagen wärmegeführt betrieben und deshalb die CO₂-Emissionen grösstenteils dem Wärmebereich angerechnet werden).

| | Nr. | Massnahmenansatz | Wirkung 2050 (t CO ₂ -eq / a) | Kosten | Zeit- horizont | Bemerkung |
|------------------------|---|--|--|--------|-------------------|-----------|
| Effizienz | E1 | Förderung von effizienten Infrastrukturen im Wärmebereich | Wirkung bei der Stommix-Änderung berücksichtigt | +(+) | ++ | |
| | E2 | Verstärkte Nutzung der kommunalen Abwärme | Beim Massnahmenswerpunkt 2 «Gebäude», Massnahme G10 angerechnet (schätzungsweise 150 Tonnen /a) | | | |
| | E3 | Nutzung von erneuerbaren Energien auf Freiflächen / Brachflächen | Hierfür wurde keine Potenzialschätzung erstellt. Es kann davon ausgegangen werden, dass CO ₂ -Emissionseinsparungen in der Grössenordnung von E2 und G10 (Anteil erneuerbare), d.h. zwischen 150 und 750 Tonnen/a, erzielt werden können. | | | |
| | E4 | Eigentümerstrategie ewl / Strommixänderung | Die Erhöhung der Anteile erneuerbarer Energien bei gleichzeitigem Halten der Wasserkraftproduktion würde bei Berücksichtigung der Referenzentwicklung, d.h. einer Zunahme des Stromverbrauchs um 16% im vgl. mit 2008 zu einem Primärenergieeinsatz von 2'050 Watt / Kopf führen (2008: 2223 Watt / Kopf; Referenz ohne Massnahmen: 2'600 Watt / Kopf). Diese Reduktion dürfte aber unterschätzt sein, da der Primärenergiefaktor insbesondere von Photovoltaik noch abnehmen wird. Gleichzeitig würde die oben beschriebene vermehrte Produktion von Strom in WKK-Anlagen zu CO ₂ -Emissionen von 320 kg/Kopf führen, was ca. 30% über dem Wert von 2008 liegt. An den immer noch hohen Werten zeigt sich die Wichtigkeit einer Effizienzstrategie im Strombereich. | | | |
| Andere Zuständigkeiten | <ul style="list-style-type: none"> — Verstärkung der regionalen Zusammenarbeit in Energiefragen. Zusammen mit dem Kanton, der Stiftung Wirtschaftsförderung, dem Gemeindeverband LuzernPlus und interessierten Gemeinden sind die Bestrebungen für den Aufbau einer Energieregion Luzern voranzutreiben. Ebenso können mit einzelnen Regionen Partnerschaften etabliert werden (z.B. Unesco Biosphäre Entlebuch). — Verstärkte Förderung von Ökostrom – vgl. Vorschlag in Absatz 4.4.6. — Verstärkte Förderung von Wärme-Kraft-Kopplungsanlagen auf nationaler und kantonaler Ebene, insbesondere die Verbesserung der Rahmenbedingungen für die Vergütung von WKK-Elektrizität. | | | | | |

Tabelle 6: Zusammenfassung und Priorisierung der Massnahmen Energieerzeugung und Energieversorgung
+++ = gross/hoch/langfristig, ++ = mittel, + = klein/niedrig/kurzfristig

Die Massnahmen im Bereich Energieversorgung und Energieerzeugung können zu **drei Stossrichtungen** zusammengefasst werden:

- 1 **Nutzung erneuerbarer Energien** zur Verbesserung des Primärenergieeinsatzes und der CO₂-Emissionen des eingesetzten Stroms: E4 und E3
- 2 Effiziente **Nutzung von Wärme** auf dem Stadtgebiet: E1 und E2
- 3 Produktion von **Strom in WKK-Anlagen** (Verbesserung des Primärenergiefaktors bei gleichzeitiger Verschlechterung der CO₂-Emissionen des Strommixes): E1

Die Schlussfolgerungen werden gemeinsam mit dem Massnahmenswerpunkt 4 gezogen.

Schwerpunkt 4: Geräte, Anlagen, Prozesse

Die Wirkungsabschätzung für den Schwerpunkt 4, bei dem es hauptsächlich um eine Steigerung der Stromeffizienz geht, wird pauschal vorgenommen. Ob es tatsächlich gelingen kann den Stromverbrauch abzusenken, hängt von vielen schwer prognostizierbaren Einflussfaktoren ab. Dazu gehören vor allem der zukünftige Anteil elektrisch zurückgelegter Wege und die zukünftige Art der Wärmeproduktion in Gebäuden.

Bei den zugrunde gelegten Annahmen lassen sich die CO₂-Emissionen im Strombereich trotz Referenzentwicklung (+116%) um ca. 2'500 Tonnen/a absenken. Der Primärenergieverbrauch liesse sich um 700 TJ/a senken.

| | Nr. | Massnahmenansatztitel | Wirkung 2050 (t CO ₂ -eq / a) | Kosten | Zeit- horizont | Bemerkung |
|-----------------------------|---|-------------------------------|---|--------|-------------------|--|
| Effizienz | S1 | Steigerung der Stromeffizienz | 2'500 | + | ++ | Nur wärmeseitige Effizienzsteigerung berücksichtigt. Die Stromproduktion wird bei der Betrachtung des Strommixes berücksichtigt. |
| Andere Zu- ständigkeiten | <ul style="list-style-type: none"> — Einfordern von ambitionierten und langfristigen Effizienzprogrammen für Grossverbraucher. — Einfordern einer Verschärfung von Gerätestandards und Effizienzvorschriften bei Pumpen, Motoren und Haustechnik-Hilfsgeräten mit einer Orientierung an den Anforderungen der 2000-Watt-Gesellschaft. | | | | | |

Tabelle 7: Zusammenfassung und Priorisierung der Massnahmen im Bereich Geräte, Anlagen und Prozesse
 +++ = gross/hoch/langfristig, ++ = mittel, + = klein/niedrig/kurzfristig

Die Ausführungen zum Strombereich der Schwerpunkte 3 und 4 zeigen, dass durch eine Kombination der beiden Massnahmenswerpunkte eine Reduktion des Primärenergieverbrauchs um 40% auf ca. 1'300 Watt/Kopf erreicht werden kann. Die CO₂-Emissionen werden leicht zunehmen von 243 kg/Kopf auf 290 kg/Kopf. Novatlantis gibt beim Stromverbrauch einen tieferen Zielwert von ca. 210 Watt/Kopf an (dieser Wert kann aber wegen den unterschiedlichen Abgrenzungen nicht als Zielwert für Luzern übernommen werden). Im SIA-Effizienzpfad Energie finden sich unter der Rubrik «Licht und Apparate» Zielwerte zwischen 250 (Zielwert A) und 320 Watt/Kopf (Zielwert B). Eine Verbesserung der Primärenergiefaktoren bzw. der technologischen Möglichkeiten der erneuerbaren Energien wird bis ins Jahr 2050 bei den obigen Massnahmen zu einer weiteren Reduktion führen. Darüber hinaus werden aber auch verstärkte Anstrengungen zur Ausschöpfung des gesamten Effizienzpotenzials und weitergehende Beiträge von Bund und Kanton nötig sein, um die Ziele der 2000-Watt-Gesellschaft im Strombereich erreichen zu können.

Schwerpunkt 5: Vorbild Stadt Luzern

Mit herausragenden energietechnischen Lösungen (Bauten, Infrastrukturen, Anlagen), Verfahren (z.B. Investitionsrichtlinien, Evaluationsverfahren) und Beratungsangeboten werden die Machbarkeit und die Vorteile zukunftsorientierter energie- und klimapolitischer Lösungen aufgezeigt (sogenannte «Leuchttürme»). Die Stadt übernimmt hierfür in jedem der oben aufgeführten Massnahmenschwerpunkte eine Vorbildfunktion und liefert gute Handlungsbeispiele.

- **Mobilität:** Die Angestellten der Stadt nutzen vermehrt den Langsamverkehr und den ÖV auf ihren Dienstfahrten (und Arbeitswegen). Der Fuhrpark der Stadt wird auf energieeffizienteste und mit erneuerbaren Energien betriebene Fahrzeuge umgestellt. Durch die Einführung von Heimarbeitstagen könnte zudem die von den MitarbeiterInnen der Stadt verursachte Verkehrsleistung reduziert werden.
- **Öffentliche Bauten:** Die Vorgaben für öffentliche Bauten sollen so bald als möglich auf Minergie-P oder vergleichbare Standards verschärft werden, denn nur so können die Ziele der 2000-Watt-Gesellschaft erreicht werden. Um die im Gebäudeschwerpunkt beschriebenen Wirkungen bei den stadteigenen Bauten erreichen zu können, müsste die Sanierungsrate auch bei den stadteigenen Liegenschaften auf ca. 1.7% bis 2% p.a. erhöht werden.
- **Energieerzeugung und Energieversorgung:** Die Stadt prüft, ob sie über Liegenschaften mit Wärmenetzen verfügt und, ob diese nach den Vorgaben des Schwerpunkts 3 mit erneuerbaren Energien oder Wärmekraftkopplungsanlagen betrieben werden könnten. Bei dicht überbauten Gebieten kann die Stadt den Neubau von Wärmenetzen in Betracht ziehen. Als Stromeinkäuferin beschafft die Stadt in Zukunft vermehrt Ökostrom.
- **Geräte, Anlagen und Prozesse:** Die Stadt forciert in der Verwaltung die systematische Steigerung der Stromeffizienz nach den im Schwerpunkt beschriebenen Massnahmen. Besonderer Wert sollte auf die Beschaffung energieeffizienter Geräte mit zusätzlich niedrigem Bedarf an grauer Energie für Herstellung und Entsorgung gelegt werden.
- **Bildung, Aus- und Weiterbildung:** Die städtische Verwaltung (ProjektleiterInnen, HauswartInnen usw.) sollen über die Zielsetzungen der 2000-Watt-Strategie und die konkreten Handlungsmöglichkeiten informiert und in ihren Fachgebieten entsprechend geschult werden.
- **Information, Kommunikation, Beratung:** Über eine breit angelegte Informationskampagne sollen die Ziele und Gründe einer 2000-Watt-Gesellschaft verwaltungsintern kommuniziert werden. Damit soll die Kohärenz in der Politik gefördert werden.
- **Graue Energie / Beschaffung:** Bei der Wahl von Materialien für die städtische Verwaltung sollten die Grundsätze des schonenden Umgangs mit Ressourcen sowie der Minimierung des Energieeinsatzes und der CO₂-Emissionen über den ganzen Le-

benszyklus als Leitlinien verankert werden. So sollten beispielsweise möglichst rezyklierte Baumaterialien bzw. Baumaterialien und Möbel aus heimischer oder nachweislich nachhaltig wirtschaftender Holzwirtschaft eingesetzt, vermehrt saisonale und vegetarische Gerichte angeboten, wieder verwertbare Materialien bevorzugt und Papier aus Recyclingfasern eingesetzt werden.

Schwerpunkt 6: Bildung, Ausbildung und Weiterbildung

Die nachfolgend vorgeschlagenen Aktivitäten im Bereich Bildung sind mit den bestehenden Angeboten des öko-forums, der Kundenberatung ewl, dem Kanton, der Hochschulen und auch der regelmässig stattfindenden Energie-Apéros zu koordinieren.

| Nr. | Massnahmenansatz | Erläuterungen / Bemerkungen |
|-----|---|---|
| B1 | Konzept Aus- und Weiterbildung Luzern im Hinblick auf die 2000-Watt-Gesellschaft | Die Stadt Luzern versucht den Kanton, die relevanten Fachverbände und die Hochschulen zur Erarbeitung einer Aus- und Weiterbildungsstrategie mit einem zugehörigen Umsetzungskonzept für die Stadt und den Kanton zu gewinnen: Identifikation der Zielgruppen für Ausbildung und ihrer Bedürfnisse, Identifikation der bestehenden Ausbildungsangebote mit Anpassungsbedarf/-möglichkeiten und Angebotslücken, Initialisierung der als erforderlich erachteten Aus-/Weiterbildungsangebote. |
| B2 | Aus-/Weiterbildungsinitiative im HLKE-Bereich | Mit den Verbänden, der Hochschule Luzern Technik und Architektur und dem Kanton werden die Aus- und Weiterbildungsangebote im HLKE-Bereich überprüft, mit dem Ziel, allfällige Defizite zu beheben und Verbesserungen anzuregen (diese Massnahme wirkt überregional). |
| B3 | Weiterentwicklung der niederschweligen Weiterbildungs- und Informationsangebote wie Energie-Apéro, öko-forum, ewl-Informationen | Die Stadt Luzern unterstützt die bestehenden, niederschweligen Weiterbildungsangebote im heutigen Rahmen. Im Rahmen des Aus-/Weiterbildungskonzeptes von B1 bzw. zusammen mit den Anbietenden der aktuellen niederschweligen Weiterbildungsangebote wird periodisch die Zweckmässigkeit der Angebote überprüft und bei Bedarf die Einführung von neuen Angeboten initialisiert. |
| B4 | Zertifizierung von Fachleuten im Energiebereich | Die Stadt Luzern prüft mit dem Kanton und den beruflichen Ausbildungsinstitutionen die Schaffung von Weiterbildungszertifikaten. Damit kann bei schon Ausgebildeten ein Anreiz zur Weiterbildung geschaffen werden, weil sie ohne Zertifikat u.U. von bestimmten Aufträgen ausgeschlossen werden. |

Tabelle 8 Massnahmenvorschläge Bildung, Aus- und Weiterbildung

Schwerpunkt 7: Information, Kommunikation und Beratung

Die Vision der 2000-Watt-Gesellschaft für die Stadt Luzern ist langfristig ausgerichtet und wirkt aus heutiger Sicht ungewohnt ambitiös. Soll diese Langfristzielsetzung wirksam werden, sind darauf ausgerichtete Informations- und Kommunikationsaktivitäten unerlässlich: kontinuierliche/periodische Information und Kommunikation über die Ziele, die laufenden Bestrebungen, die erzielten Erfolge und den Handlungsbedarf bzw. die Herausforderungen. Dazu wird mit Vorteil ein Informations- und Kommunikationskonzept erarbeitet, mit welchem die eingesetzten Massnahmen geplant werden. Mögliche Massnahmen:

- Kampagne «2000 Watt in Luzern»: Kampagne zur Etablierung der Vision 2000 Watt und zur Information über die Zielsetzungen, den Handlungsbedarf und den Zeithorizont
- Überprüfung der aktuellen Beratungsangebote, Prüfung der Einführung des Ökokompass für KMU (vgl. Erstberatungsangebot für KMU in der Stadt Zürich): Die Stadt Luzern hat mit der Beratung von Gesuchstellenden bei Förderprogrammen Pionierarbeit geleistet. Es sollte geprüft werden, welche Beratung bei der aktuellen Förderlandschaft zweckmässig ist, um die Wirkung der Fördermittel zu maximieren. Daneben besteht bei den KMU verbreitet Unterstützungsbedarf in den Bereichen Energie, Ressourcenschonung und Ökologie, welche typischerweise nicht zu den Kernaufgaben der jeweiligen KMU gehören.

| Nr. | Massnahmenansatz | Beschreibung |
|-----|---|---|
| 11 | Informations-, Kommunikations- und Beratungskonzept | Die Stadt Luzern erarbeitet ein Informations- und Kommunikationskonzept für ihre Klima- und Energiestrategie in Richtung «2000 Watt in Luzern», allenfalls ergänzt durch ein Beratungskonzept (kann auch separat erstellt werden). Im Informations- und Kommunikationskonzept werden für 1-3 Jahre die geplanten Aktionen, Instrumente, Kampagnen, die thematischen Schwerpunkte und die Zielgruppen festgelegt und die Mittel zugeteilt. Die Schnittstellen und die Koordination mit Informations- und Kommunikationsangeboten von Kanton, Bund und Weiteren müssen geklärt werden. |
| 12 | Kampagne "2000 Watt in Luzern" durchführen | Mit einer Kampagne zur Einführung einer "lokalen 2000-Watt-Gesellschaft" im Raum der Stadt Luzern werden Bevölkerung und Wirtschaft eingeladen und motiviert, die Zielerreichung zu unterstützen und sich aktiv in die Ausgestaltung einzubringen. Die Kampagne wird im Laufe der nächsten Jahre kontinuierlich bzw. periodisch durchgeführt. Zur besseren Vermarktung dient allenfalls ein Approach, bei der "MeinungsführerInnen" in die Kampagne integriert werden (Prominente etc.) |
| 13 | Kommunikation von Massnahmen der Stadt und ihren Erfolgen | Kommunikation vorbildlicher Aktionen der Stadt und ihrer Wirkungen (z.B. Reduktion von Energie- und Treibhausgasemissionen städtischer Gebäude, ökologische Beschaffung, etc.). Es ist dabei zu prüfen, welches (möglichst schon bestehende) Kommunikationsmittel sich dafür eignen würde. |
| 14 | Periodische Vollzugs-Information und Weiterbildung | Allenfalls zusammen mit weiteren Stellen (Kanton, Verbände, Gemeinden) werden periodische Vollzugs- und Weiterbildungsseminare für Vollzugsbeauftragte, PlanerInnen, UnternehmerInnen, Bauherren und InvestorInnen durchgeführt. Zweck ist die schnellere und bessere Umsetzung der energie- und klimapolitischen Massnahmen über Intermediäre, die Investitions- und Verbrauchsentscheidungen beeinflussen können. |
| 15 | Leuchtturmprojekte vermarkten | Promotion von Leuchtturmprojekten (herausragende Projekte) mit nachfolgender Nutzung zu Informations-/Kommunikations- und Demonstrationszwecken. Leuchtturmprojekte sind bedeutsam, energetisch herausragend. Sie weisen Ausstrahlungskraft auf, demonstrieren Machbarkeiten und vermitteln Orientierung. |
| 16 | Städtische 2000-Watt-Internet-Plattform mit Handlungstipps entwickeln | Aufbau einer Internetplattform der Stadt zu «2000 Watt in Luzern» mit aktuellen Informationen, Beratungsangeboten, Hinweisen auf veränderte Rahmenbedingungen und Links zu weiteren 2000 Watt-relevanten Stellen in der Stadt, beim Kanton, beim Bund, etc. Die Plattform soll starken Bezug auf Alltagshandlungen und -entscheidungen nehmen. Auf der Plattform könnten die CO ₂ - und Watt-Rechner implementiert werden sowie Verweise auf Top-ten etc. vorgenommen werden. |
| 17 | Bewährte Informationskampagnen ausweiten | Städtische Informationskampagnen z.B. zu Energieeffizienz im Gebäudebereich weiterführen und ausweiten. |
| 18 | Stelle eines 2000-Watt-Coachs schaffen | Die im Gebäudebereich bewährte Beratung mittels "Energie-Coach" wird ergänzt mit einem "2000-Watt-Coach" für alle 2000-Watt-Lebenslagen und -fragen. |

| Nr. | Massnahmenansatz | Beschreibung |
|-----|----------------------------------|---|
| | | Kosten: 150 kCHF/a (eine Stelle) |
| 19 | Information/Promotion Suffizienz | Informationen zu Suffizienzerfolgen und –massnahmen werden auf geeignete Weise über die bereits vorhandenen bzw. die vorgeschlagenen Informationskanäle verbreitet. |
| 110 | Überprüfung Beratungsangebote | Die bestehenden Beratungsangebote im Bereich Energie, Mobilität, Ökologie werden periodisch überprüft und den sich allenfalls wandelnden Bedingungen angepasst (z.B. neue oder veränderte Förderprogramme). Die Einführung eines Beratungsangebotes für KMU (vgl. Ökokompass in der Stadt Zürich) wird geprüft. |

Tabelle 9 Massnahmenvorschläge Information, Kommunikation, Beratung

Massnahmen zum Thema Graue Energie / Konsum

Grosse Potenziale für Einsparungen beim kumulierten Energieverbrauch liegen bei Konsumgütern und Dienstleistungen des alltäglichen Bedarfes sowie bei Freizeit- und Ferienaktivitäten. Folgende Massnahmenansätze können diesbezüglich verfolgt werden:

| Nr. | Massnahmenansatz | Beschreibung |
|------|---|---|
| GE 1 | Verwendung von ökologischen Baumaterialien mit geringem Aufwand an grauer Energie | <ul style="list-style-type: none"> — Holzbau, Minergie ECO, Bilanzierung nach dem SIA Effizienzpfad, ... — Wiederverwendung der eingesetzten Materialien, Baustoff-, Baumaterial- und Bauteilbörsen, Baustoffrecycling und –wiederaufbereitung |
| GE 2 | Förderung neuartiger Nutzungskonzepte zur Reduktion von Ressourcen- und Materialaufwand | — Förderung der besseren Nutzung von Investitionsgütern und langlebigen Konsumgütern durch neuartige Bewirtschaftungsformen und Nutzungskonzepte: z.B. durch die Widmung von (bewirtschafteten) Parkplätzen für Car Sharing Fahrzeuge in der Stadt durch neue Dienstleistungskonzepte oder durch den Erlass neuer Benutzungsreglemente für öffentliche Bauten |
| GE 3 | Förderung des Bewusstseins für graue Energie im alltäglichen Einkauf | <ul style="list-style-type: none"> — Promotion und Deklaration saisonaler Angebote, heimischer Erzeugnisse und einer fleischlosen oder -armen Ernährung, etc., ev. in Kooperation mit Lebensmittelhandel und regionalen Erzeugern — Beispielhafte Information über Anbaumethode, Transport (Flugzeug etc.), Verpackungsarten, Energieaufwand von alltäglichen Verbrauchsgütern — Förderung regionaler und langlebiger Produkte |
| GE 4 | Förderung des Bewusstseins für Graue Energie und Konsumgüter | <ul style="list-style-type: none"> — Ab wann lohnt sich ein Geräteersatz unter Berücksichtigung der grauen Energie? — Benutzen statt Besitzen“ (z. B. Mobility, Gerätepools mit NachbarInnen...). — Reparieren statt wegwerfen (Stichwort «Wegwerfgesellschaft») |

Tabelle 10 Massnahmenvorschläge graue Energie

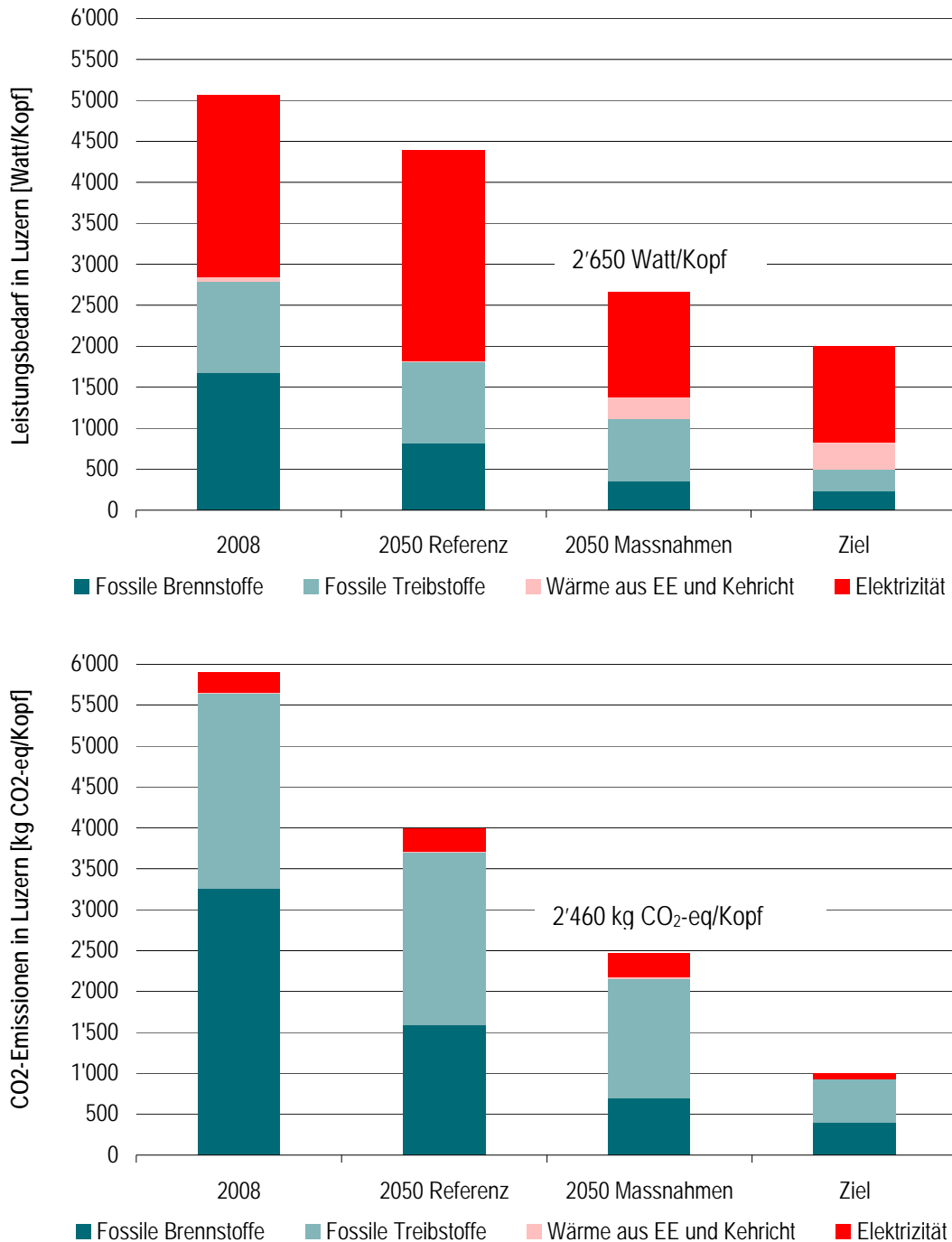
Bezüglich grauer Energie und Konsum wird oft auch der fehlende Zusammenhang von Besitz und Glück thematisiert.

Wirkungen der Energie- und Klimastrategie

Die Addition aller Wirkungen der oben beschriebenen Massnahmenansätze zeigt, dass mit deren Umsetzung grosse Wirkungen erzielt werden können. Durch die kommunalen Massnahmen können schätzungsweise die Werte von 2'650 Watt und 2'460 kg CO₂-eq

pro Kopf und Jahr erreicht werden. Dies entspricht im Vergleich zu 2008 einer Reduktion des Primärenergieverbrauchs um 47% und einer Reduktion der CO₂-Emissionen um 58%. Nachfolgende Figuren zeigen den Vergleich von Ausgangslage, Referenzentwicklung, Entwicklung mit Massnahmen und Zielvorgabe für den Primärenergieverbrauch und die CO₂-Emissionen.

«Wirkung der Massnahmen der Energie- und Klimastrategie»



econcept

Figur 6: Primärenergiebedarf und CO₂-Emissionen der Stadt Luzern im Jahr 2008, die Referenzentwicklung im Jahr 2050, die Entwicklung mit Massnahmen im Jahr 2050 und das 2000-Watt-, bzw. 1-Tonne-CO₂-Ziel. Für die Abschätzung der Pro-Kopf-Werte wurde die Bevölkerungszahl aus dem Jahr 2008 verwendet.

Damit kann die Stadt Luzern einen erheblichen Beitrag zur Erreichung der Pro-Kopf-Ziele von 2000-Watt und 1 Tonne CO₂ pro Jahr beitragen¹. Die hier skizzierten städtischen Aktivitäten reichen aber nicht ganz aus, so dass die Mithilfe von und die Zusammenarbeit mit den Akteuren auf Stufe Bund und Kanton (sowie auch Akteuren anderer Länder) unabdingbar für ein Erreichen der ambitionierten Zielsetzungen ist.

Die Wirkungsabschätzung zeigt auch, dass mit den angenommenen Massnahmen in allen Bereichen ausser der Mobilität Wirkungen erzielt werden, die, zumindest bezüglich der Grössenordnung, in die Nähe der Ziele der 2000-Watt-Gesellschaft führen. Bei der Mobilität bzw. beim Verbrauch fossiler Treibstoffe müssen deutlich weitergehendere Wirkungen erarbeitet werden, was die Stadt nur in Zusammenarbeit mit Kanton und Bund bewerkstelligen kann.

Die Umsetzung der hier skizzierten Massnahmenansätze einer Energie- und Klimastrategie der Stadt Luzern bringt neben den oben ausgewiesenen Reduktionen beim Energieeinsatz und den CO₂-Emissionen **weitere positive Effekte für die Stadt:**

- 1 Die nicht durch die Energiekosten getragenen Folgekosten des Energieverbrauchs (externe Kosten), wie bspw. Gesundheitskosten durch Luftverschmutzung und Lärmemissionen, werden reduziert. Gemäss Aktionsplan Luftreinhaltung und Klimaschutz der Stadt Luzern, kann davon ausgegangen werden, dass die aktuelle Luftverschmutzung der Stadt Luzern jährlich ca. 30 Todesfälle bei Erwachsenen, ca. 25 Spitalerkrankungen wegen Herz-Kreislaufkrankheiten und ca. 400 Fälle von Bronchitis bei Kindern verursacht. Alleine die Gesundheitskosten der Luftverschmutzung in der Stadt Luzern belaufen sich auf ca. 50 Mio. Franken im Jahr (APLK 2008: 79).
- 2 Die Reduktion der Abhängigkeiten bzw. der Preis- und Konfliktrisiken einer stark von fossilen Energieträgern abhängigen Energieversorgung
- 3 Die Schaffung von Arbeitsplätzen bzw. die Förderung des lokalen Gewerbes (v.a. im Bau- und Haustechnikgewerbe)
- 4 Eine Erhöhung der regionalen Wertschöpfung durch die Substitution von importierten fossilen Energieträgern mit vergleichsweise kleinem regionalem Wertschöpfungsanteil
- 5 Die vermehrte Umsetzung von energieeffizienten Lösungen und die gewonnenen Erfahrungen mit erneuerbaren Energien steigern das Know-how von ortsansässigen Firmen und tragen zu deren Wettbewerbsfähigkeit bei.
- 6 Eine generelle Erhöhung der Lebensqualität in der Stadt

Solche Effekte und die Tatsache, dass die Kosten der Anpassung an die Folgen des Klimawandels weitaus höher geschätzt werden als die Kosten der Massnahmen zur Ein-

¹ Aufgrund der gesamtschweizerischen Prognosen ist davon auszugehen, dass die Bevölkerung bis im Jahr 2050 auch auf dem Gebiet der Stadt Luzern zunehmen wird. Diese Entwicklung führt in der Tendenz dazu, dass die Pro-Kopf-Werte etwas stärker sinken. Da die Wirkungsabschätzungen an sich mit sehr vielen Unbekannten und Annahmen erstellt werden müssen, wurde auf eine Neuberechnung der Wirkungen anhand von neueren und besseren Bevölkerungsprognosen verzichtet.

dämmung des Klimawandels, sprechen für die Umsetzung einer ambitionierten Klima- und Energiestrategie, auch wenn die kurzfristigen Kosten tendenziell als hoch beurteilt werden.

1 Einleitung Strategiebericht

Die Stadt Luzern hat die Erarbeitung einer neuen Energie- und Klimastrategie in Auftrag gegeben, in der aufgezeigt werden soll, wie die **wissenschaftlich hergeleiteten Zielsetzungen der Klimapolitik und der Vision der 2000-Watt-Gesellschaft** erreicht werden können. Als Zeithorizont der Strategie dient das Jahr 2050.

Das Gesamtprojekt ist in zwei Teile gegliedert:

- 1 Teil «Grundlagen»
- 2 Teil «Strategie» → → → → **Dieser Teil wird im vorliegenden Bericht behandelt.**

Der vorliegende Bericht baut auf den im Bericht «Teil Grundlagen» präsentierten Inhalten auf. Darin werden die Grundlagen der 2000-Watt-Gesellschaft erläutert und der Energieverbrauch von Luzern und Littau im Jahr 2008 bilanziert (da Littau im Jahr 2010 mit Luzern fusioniert wurde, gilt im Folgenden die Bezeichnung Luzern für den Raum Luzern-Littau). Ebenso wird eine bis zum Jahr 2050 reichende Referenzentwicklung hergeleitet und abgeschätzt, welche lokalen Potenziale für Energieeffizienz und erneuerbare Energien bestehen.

Im vorliegenden Fachbericht werden die Eckwerte einer zukünftigen Energie- und Klimastrategie definiert und Handlungsschwerpunkte mit konkreten Massnahmenvorschlägen ausgearbeitet.

Der Fachbericht ist wie folgt aufgebaut:

- In Kapitel 2 werden die Grundsätze für die Entwicklung der Strategie, deren drei Pfeiler «Effizienz», «Erneuerbare» und «Suffizienz» sowie Überlegungen zum kommunalen Handlungsspielraum aufgezeigt.
- In Kapitel 3 werden bestehende Ansätze für die Operationalisierung der 2000-Watt-Gesellschaft aufgezeigt und die Schlüsse daraus für Luzern gezogen.
- Kapitel 4 zeigt Massnahmen in den sieben Schwerpunkten der Energie- und Klimastrategie auf. Die Schwerpunkte sind: Mobilität (Kap. 4.3), Gebäude (Kap. 4.4), Energieversorgung und Energieerzeugung (Kap. 4.5), Geräte, Anlagen, Prozesse (Kap. 4.6), Vorbild Stadt Luzern (Kap. 4.7), Bildung (Kap. 4.8) und Information, Kommunikation und Beratung (Kap. 4.9). Als weiterer Schwerpunkt wird das Thema «Graue Energie / Konsum» aufgenommen (Kap. 4.10). Bei jedem Massnahmenschwerpunkt wird die Ausgangslage auf Basis der Arbeiten im Teilprojekt «Grundlagen» rekapituliert, die Herausforderungen und Hemmnisse aufgezeigt und Massnahmen im kommunalen Handlungsspielraum für die drei Bereiche Effizienz, Erneuerbare und Suffizienz aufgezeigt. Ebenso werden Massnahmen mit regionalen, kantonalen oder nationalen Zuständigkeiten vorgeschlagen. Am Schluss jedes Massnahmenschwerpunkts folgt eine Zusammenfassung und Priorisierung der Massnahmen.

- Kapitel 5 zeigt die Synthese aller Massnahmenkapitel mit den Wirkungen der Massnahmen und dem entsprechenden Absenkepfad für die Stadt Luzern. Ebenso werden in Kapitel 5 die weiteren zu erwartenden regionalen und volkswirtschaftlichen Wirkungen einer Umsetzung der Massnahmenansätze der Energie- und Klimastrategie beschrieben.
- In Kapitel 6 werden die wichtigsten Grundsätze für das Monitoring der Massnahmen beschrieben.

2 Ausgangslage für die Strategieentwicklung

2.1 Die Herausforderung anerkennen

Die Bekämpfung des Klimawandels gehört zu den wichtigsten Aufgaben der Gegenwart. Die Stabilität der Ökosysteme sowie auch die gesellschaftliche und volkswirtschaftliche Entwicklung sind durch die von den Menschen gemachte Klimaerwärmung bedroht. Der dauerhaft hohe Energie- und Ressourceninput, der für unsere gegenwärtige Art zu leben und zu wirtschaften gebraucht wird, führt in eine Übernutzung der Kapazität der Biosphäre, wie die Forschung zum Klimawandel und auch andere Untersuchungen zeigen². Um die Wahrscheinlichkeit verheerender Folgen für Menschen und Umwelt in (voraussichtlich) kontrollierbaren Grenzen zu halten, sollte nach heutigem Wissen der Temperaturanstieg im Vergleich zum Niveau von 1990 auf max. 2°C begrenzt werden. An der Klimakonferenz von Kopenhagen vom Dezember 2009 wurde die 2-Grad-Grenze von den Staaten anerkannt (Copenhagen Accord). Die EU wie auch die Schweiz schlagen Treibhausgasreduktion von 20-30% bis ins Jahr 2020 vor (Basis: Jahr 2000).

Trotz der Tatsache, dass mittlerweile die Einsicht in die Notwendigkeit einer Bekämpfung der Klimaerwärmung vorhanden ist, scheint das Finden von konkreten und zielführenden Handlungen schwierig zu sein. Während auf der einen Seite Massnahmen für erneuerbare Energien und Energieeffizienz entwickelt werden, laufen viele Entwicklungen weiter wie bisher: Beispielsweise werden Flughäfen und Verkehrsinfrastrukturen ausgebaut und Material-, Energie- sowie Bodenverbrauch wachsen kontinuierlich weiter. Regelmässig wird auch eine Ankurbelung des Konsums verlangt, um die Wirtschaft kurzfristig in Schwung zu halten. Mit den Worten der Autoren des Wuppertal Instituts (2008, S. 20): «Die Eigenlogik eines jeden Bereichs hintertreibt das für alle proklamierte Ziel. Was bislang allenfalls läuft, ist eine Diversifizierung des Angebots, um der aufkommenden Ökosensibilität zu entsprechen: Auf dem Flughafen München fahren Wasserstoffbusse und die Stromkonzerne verkaufen im Nischensegment auch grünen Strom [...]».

Die Ausführungen im Grundlagenbericht haben gezeigt, dass die bisher unternommenen Anstrengungen zwar Wirkungen zeigen, aber bei Weitem noch nicht zu den erforderlichen absoluten Reduktionen von Primärenergieeinsatz und Treibhausgasemissionen geführt haben. Die berechnete Differenz zwischen heutiger Situation und dem Referenz- und Zielzustand in Luzern im Jahr 2050 zeigt (vgl. nachfolgende Tabelle aus dem Grundlagenbericht), dass grosse Anstrengungen erforderlich sind: Der Primärenergieeinsatz muss gegenüber 2008 um mehr als 60% und der durch den Primärenergieverbrauch verursachte Treibhausgasausstoss um mehr als 83% reduziert werden. Gegenüber der zu erwartenden Referenzentwicklung betragen die Reduktionsziele noch 55% bei der Primärenergie und 76% bei den Treibhausgasemissionen.

² Gemäss Berechnungen des Global Footprint Network wird heute weltweit mehr als 130% der Biokapazität der Erde genutzt, mit steigender Tendenz. Der globale *ökologische Fussabdruck* übersteigt somit die Kapazität der Erde. In Ländern wie der Schweiz ist die Übernutzung noch grösser: würden alle Menschen der Welt den gleichen Lebensstandard leben wie wir, wären 260% der Biokapazität notwendig – mit anderen Worten: wir bräuchten 2.6 Planeten.

| Vergleich der Ausgangslage mit der Referenzentwicklung und dem anvisierten Ziel | Primärenergie (gerundet) | CO ₂ -Emissionen (gerundet) |
|---|---------------------------|--|
| Ausgangslage 2008 (100%) | 5'060 [Watt / Kopf* Jahr] | 5'900 [kg CO ₂ -eq/ Kopf* Jahr] |
| 2050 Referenzentwicklung | 4'400 [Watt / Kopf* Jahr] | 4'100 [kg CO ₂ -eq/ Kopf* Jahr] |
| 2050 Ziel | 2'000 [Watt / Kopf* Jahr] | 1'000 [kg CO ₂ -eq/ Kopf* Jahr] |
| Differenz zwischen 2008 und Referenz | -13 % | -32 % |
| Differenz zwischen 2008 und Ziel | -60 % | -83 % |
| Differenz zwischen Referenz und Ziel; Reduktionsziele ohne Berücksichtigung der grauen Energie | -55 % | -76 % |
| Zum Vergleich: Graue Energie und «graue» CO ₂ -Emissionen 2008 | 4'400 [Watt / Kopf* Jahr] | 3'800 [kg CO ₂ -eq/ Kopf* Jahr] |

Tabelle 11: Vergleich der Ausgangslage mit der Referenzentwicklung und dem Ziel (Quelle: eigene Berechnungen econcept)

Wie im Grundlagenbericht erläutert, sind dabei die grauen CO₂-Emissionen, die durch den Konsum von ausserhalb des Stadtgebietes produzierten Waren entstehen, nicht mit eingerechnet, obwohl diese im Jahr 2008 bei Zugrundelegung von gesamtschweizerischen Pro-Kopf-Werten schätzungsweise über 4'400 Watt und 3.8 Tonnen CO₂-eq pro Kopf ausmachen. D.h., dass bei einer Reduktion des direkten Energieverbrauchs auf die Zielwerte bei gleich bleibendem Konsum die 2000-Watt-Zielsetzung wegen dem grauen Energieverbrauch und den grauen Treibhausgasemissionen immer noch um mehr als das Doppelte und die 1-Tonne-CO₂-Zielsetzung pro Kopf mehr als vierfach übertroffen würden. Aus diesem Grund werden auch Massnahmen im Konsumbereich vorgeschlagen.

2.2 Effizient, erneuerbar und suffizient

Ein Erreichen der Ziele verlangt nach Massnahmen auf allen Ebenen, d.h. der Energieeinsatz muss durch Effizienzmassnahmen minimiert, erneuerbare Energien eingesetzt und die hohen und tendenziell steigenden Ansprüche an Energiedienstleistungen müssen überdacht werden. In diesem Zusammenhang wird in der Nachhaltigkeitsforschung in der Regel von den drei Massnahmenkategorien **Energieeffizienz**, **erneuerbare Energien** und **Suffizienz** gesprochen (oft auch: **Effizienz**, **Konsistenz**³ und **Suffizienz**).

Die Steigerung der **Energieeffizienz** hat bisher trotz enormer Fortschritte wegen den (oft mit Effizienzsteigerungen einhergehenden) steigenden Ansprüchen an Energiedienstleistungen zu keiner Abnahme des Energieverbrauchs und der CO₂-Emissionen geführt. In diesem Zusammenhang wird von «Rebound» und teilweise «Backfire» gesprochen: Effizienzsteigerungen, die zu einem Mehrverbrauch infolge höherer Energiedienstleistungsansprüche führen, der die Energieeinsparungen zum Teil wieder wett macht (Rebound) oder den Verbrauch insgesamt steigern (Backfire) reichen nicht aus, um das Ziel einer absoluten Reduktion zu erreichen. Beispielhaft können hier die Effizienzgewinne im Be-

³ Konsistenz meint eine konsistente Einbettung der Ressourcenflüsse in die Abläufe und die Regenerierfähigkeit der Natur (Nutzung erneuerbare Energie, Schliessen von Stoffkreisläufen statt Produktion von Abfall, etc.)

reich der Mobilität bzw. der Motorentchnik angeführt werden, die mit ermöglicht haben, dass heute schwerere Autos und grössere gefahrene Distanzen verbreitet finanzierbar sind (Ausführungen zu Rebound und Beispiel in Anlehnung an Hänggi 2008).

Die bisherige Förderung **erneuerbarer Energien** ist (noch) weit davon entfernt substantielle Anteile fossiler und nuklearer Energieträger zu substituieren. Auch bei den erneuerbaren Energien kommt es darauf an, dass damit tatsächlich substituiert und nicht nur die Abdeckung zusätzlicher Energienachfrage erleichtert wird.

Suffizienz ist weniger bekannt und auch weniger griffig für die Herleitung von Massnahmen, steht der Begriff doch für eine Art Wandel der Lebensführung und der Bedürfnisse für den es neue «Leitbilder für Handeln und Sein» braucht (Wuppertal Institut 2008). Es geht um die Frage eines massvollen Umgangs mit Energie und Ressourcen, vielfach als Folge der Entdeckung neuer Lebensqualitäten und anderer Verhaltensmöglichkeiten und Gewohnheiten. Als Beispiel könnte hier beim Endenergieverbrauch verdichtetes Wohnen, mit positiven sozialen Konsequenzen in einer alternden Gesellschaft oder im Bereich der grauen Energie eine Ernährung mit vorwiegend pflanzlichen, saisonalen und lokalen Produkten, mit positiven Auswirkungen auf die Gesundheit und die Umwelt genannt werden. Insgesamt geht es darum, neue Qualitäten zu entdecken und vermehrt die Frage danach zu stellen, was und wie viel wir eigentlich brauchen, um zufrieden zu sein. Interessanterweise zeigen Untersuchungen, dass das ständige Wachstum an uns zur Verfügung stehenden Gütern und Dienstleistungen nicht automatisch zu einem Mehr an Zufriedenheit führt: die subjektive Lebenszufriedenheit stagniert seit den 70er Jahren trotz der seither erfolgten Verdreifachung des Bruttoinlandprodukts (Wuppertal Institut 2008:110ff).

Berechnungen für die Schweiz im Jahr 2005 zeigen, dass die Energieverluste bis zur Bereitstellung von Nutzenenergie enorm sind: Bei der Umwandlung von Primärenergie zu Endenergie geht etwa 20% und bei der Umwandlung der Endenergie in Nutzenergie ca. 48% des Energieinhaltes verloren (Akademien Schweiz 2007). Das Ausmass der möglichen Nutzenergieeinsparungen hängt aber von den Präferenzen der Nutzer ab. So sind beispielsweise eine bedürfnisgerechte Wahl der Wohnflächen, Mehrfachnutzungen oder gemeinsame Nutzung von Gütern, Fahrgemeinschaften, etc. Ansatzpunkte, um die energetische Effizienz der Befriedigung der bestehenden Bedürfnisse zu erhöhen. Durch eine Verringerung des Bedarfs oder der Ansprüche an Energiedienstleistungen werden weitere, über die Effizienz hinausgehende, Einsparungen erreicht (Akademien Schweiz 2007).

2.3 Kommunalen Handlungsspielraum und Kohärenz in der Politik

Die Massnahmen der Luzerner Energie- und Klimastrategie zielen primär auf den Handlungsspielraum ab, den Luzern als Gemeinde aufweist. Grundsätzlich können die folgenden Massnahmenbereiche unterschieden werden:

- 1 Massnahmen im kommunalen Handlungsbereich und

- 2 Massnahmen, die beim Kanton oder (allenfalls mit dem Kanton, anderen Kantonen und Gemeinden) direkt beim Bund zu beantragen sind.

Die kantonalen und die Bundesmassnahmen (z.B. die gesetzliche Regelung von Effizienzstandards für Geräte oder Personenwagen oder von verbindlichen Baustandards für Gebäude) sind für die Erreichung der Zielsetzungen sehr wichtig. Der **kommunale Handlungsbereich** weist dennoch einen beachtlichen Gestaltungsspielraum auf. Nachfolgend einige Beispiele zur Verdeutlichung:

- Die Stadt Luzern ist Ansprechpartnerin und – insbesondere im Umgang mit den stadteigenen Liegenschaften und Fahrzeugen – Vorbildgeberin für die Bevölkerung. Eigene Kampagnen und Förderprogramme motivieren die Bevölkerung für erstrebenswerte Zielsetzungen.
- Auf der Basis des kantonalen Planungs- und Baurechts erfolgt auf der kommunalen Ebene die eigentümerverbindliche Nutzungsplanung, die Energieplanung und der Erlass des Bau- und Zonenreglements. Dabei bestehen beträchtliche Gestaltungs- und Handlungsspielräume: So können beispielsweise verbindlichen Regeln für Anschlüsse in Fernwärmegebieten oder für die Erstellung und Bewirtschaftung von Parkplätzen erlassen werden.
- Im Bereich Verkehr besteht ein beachtlicher kommunaler Handlungsspielraum, z.B. bei der Schaffung von verkehrsberuhigten Quartieren, sicheren Wegen für Fussgänger und Fahrradfahrer, der Verkehrssteuerung (Pfortneranlagen, Busbevorzugung) und dem Ausbau des öffentlichen Verkehrs.
- Die Energieversorgung (ewl AG) befindet sich zu einem grossen Teil im Besitz der Stadt Luzern.

Für die Zielerreichung werden aber auch stufengerechte kantonale, nationale und internationale Massnahmen benötigt – im Alleingang können die ambitionierten Ziele aller Voraussicht nach nicht erreicht werden.

Kohärenz in der Politik: Damit die ambitionierten Zielsetzungen erreicht werden können, muss die Strategie von der Exekutive und der Stadtverwaltung getragen und vorangetrieben werden. Hierzu ist eine möglichst breite Beteiligung bei der Ausarbeitung der konkreten Massnahmen anzustreben. Es sollte vermieden werden, dass Verwaltungsbereiche entgegen gesetzte Ergebnisse produzieren. So sollen beispielsweise nicht auf der einen Seite verdichtetes Bauen verlangt und auf der anderen Seite neue Steuerzahler mit speziellen Einfamilienhauszonen mit sehr tiefen Ausnutzungsziffern angelockt werden. Die Wirtschaftsförderung sollte Standortvorteile für Energieeffizienz, erneuerbare Energien und nachhaltiges Wirtschaften schaffen. Den Zielsetzungen entgegen gesetzte Aktivitäten verringern die Glaubwürdigkeit der städtischen Behörden und damit die Motivation der Bevölkerung, die zum Mitmachen animiert werden will.

3 Bestehende Ansätze für die Operationalisierung der 2000-Watt-Gesellschaft

Damit die Zielsetzungen der 2000-Watt-Gesellschaft für Planungen und politische Entscheide konkret fassbar werden, muss überlegt werden, wie der zukünftig noch zulässige Energieverbrauch am sinnvollsten auf die verschiedenen Verbraucher und Energienutzungen aufgeteilt werden soll. Dazu werden die jeweils erreichbaren Effizienzsteigerungen, sowie die jeweiligen Möglichkeiten zur Bereitstellung der nachgefragten Energiedienstleistungen mittels erneuerbarer Energieträger berücksichtigt. Die verbleibenden 500 Watt leicht transportierbarer und jederzeit verfügbarer fossiler Energieträger (entspricht 1 Tonne CO₂-Emissionen) sollen dort eingesetzt werden, wo sie aus technischen Gründen in Zukunft am ehesten benötigt werden und am wenigsten substituierbar sind. So können (ohne Suffizienz-Massnahmen) gemäss novatlantis (2004) im Gebäudebereich zukünftig 80% der heute eingesetzten Endenergie eingespart werden, im Mobilitätsbereich hingegen «nur» 50%.

Für die Energie- und Klimastrategie von Luzern wird für alle energetisch relevanten Bereiche auf der Ebene von möglichen Massnahmenansätzen abgeschätzt, wie viel diese zur Zielerreichung beitragen können. Bevor wir dazu kommen, werden nachfolgend heute schon bekannte Ansätze für die Erreichung eines Absenkpfeils in Richtung 2000-Watt-Gesellschaft vorgestellt, da diese für die Strategieentwicklung hilfreich sein können. Es sind dies der Absenkpfeil des Vereins Energiestadt, der SIA Effizienzpfad Energie und Szenario IV der Energieperspektiven des Bundesamts für Energie BFE.

3.1 Energiestadt

In der für die Methodik verwendeten Studie von der Stadt Zürich, von novatlantis und vom BFE wird ein Absenkpfeil vorgeschlagen, der vorsieht, dass im Jahr 2050 noch 3500 Watt pro Kopf und 100 Jahre später im Jahr 2150 2000 Watt pro Kopf erreicht werden sollen (Bébié et al. 2008). Der Verein **Energiestadt** hat diese Werte für die Beschreibung der Entwicklung bis 2050 übernommen. Nachfolgende Tabelle zeigt den Absenkpfeil, wie er für Energiestadt-Gemeinden vorgeschlagen wird (Energiestadt 2008).

| Zielebenen | Einheit | 2005 | 2020 | 2035 | 2050 | Zielwert |
|---|--|-------|-------|-------|---------------------------|----------|
| Ziel Leistung | Watt pro Person | 6'300 | 5'350 | 4'400 | 3'500 (-45% ggü. 2005) | 2'000 |
| Spezifische CO ₂ -Emissionen Total (inkl. Mobilität) | Tonnen CO ₂ -Äquivalente pro Person | 8.7 | 6.5 | 4.2 | 2.0 (-77% ggü. 2005) | 1.0 |
| Spezifische CO ₂ -Emissionen (ohne Mobilität) | Tonnen CO ₂ -Äquivalente pro Person | 5.0 | 3.5 | 2.1 | 1.0 | 0.25-0.5 |

Tabelle 12: Absenkpfeil für die 2000-Watt-Gesellschaft und 1 t CO₂ pro Kopf gemäss Energiestadt 2008: «Energiestädte auf dem Weg zur 2000-Watt-Gesellschaft» und Bébié et al. (2008)

Der Verein Energiestadt hat folgende Zielwerte bis 2050 für die Steigerung der Energieeffizienz und den Einsatz erneuerbarer Energien formuliert.

Bei **Raumwärme und Warmwasser** soll der Energieeinsatz um 50% reduziert (ggü. 2000) und die Anteile erneuerbarer Energien sowie Abwärme auf 80% des Endenergieverbrauchs gesteigert werden. Ebenso sollen die installierten Quadratmeter Sonnenkollektoren pro Person auf 2 m²/Kopf im Jahr 2050 gesteigert werden (vgl. Figur 7).

| Energieeffizienz | Heute | 2020 | 2035 | 2050 | Bemerkungen |
|---|-------------------------------|----------------------|--------------------|--------------------|--|
| Raumwärme und Warmwasser | | -20% (-1.5%/Jahr) | -35% (-1%/Jahr) | -50% (-1%/Jahr) | Werte gegenüber 2000, gemessen am Primärenergieverbrauch Wärme, entspricht dem Szenario IV. |
| Erneuerbare Energien/Abwärme | Heute | 2020 | 2035 | 2050 | Bemerkungen |
| Raumwärme und Warmwasser, Anteil am Endenergieverbrauch | ca. 10% | 40% | 60% | 80% | Jede Heizung wird rund alle 15 Jahre ersetzt. Die Werte sind nötig zur Erreichung der 3500-Watt im Jahre 2050. |
| m ² Sonnenkollektoren/Kopf | ca. 0.05 m ² /Kopf | 1.0 (500 kWh) | 1.5 (750 kWh) | 2.0 (1000 kWh) | Die Werte entsprechen den Zielwerten von Swissolar und anderen Fachorganisationen. Entsprechende Potenzialstudien liegen vor. 1 m ² entsprechen rund 25% Deckung des Warmwasserbedarfs. |

Figur 7: Zielwerte im Bereich Energieeffizienz und erneuerbare Energien/Abwärme für den Bereich **Raumwärme und Warmwasser** gemäss Energiestadt (2008): «Energiestädte auf dem Weg zur 2000-Watt-Gesellschaft»

Beim **Strom** soll der Verbrauch um 5% gegenüber dem Jahr 2000 vermindert und die erneuerbaren Anteile auf 80% gesteigert werden. Zusätzlich soll der Anteil des mit Wärme-Kraft-Kopplung produzierten Stroms auf 12% erhöht werden. Bei der **Mobilität** soll der Anteil ÖV und Langsamverkehr bei Zu- und Wegpendlern um 20% und bei Binnenpendlern um 50% gegenüber dem Jahr 2000 gesteigert werden (vgl. Figur 8).

| Energieeffizienz | Heute | 2020 | 2035 | 2050 | Bemerkungen |
|---|--------|-------|-------|------|--|
| Strom (Gesamtverbrauch inkl. zusätzlicher WP-Strom) | 100% | +/-0% | +/-0% | -5% | Werte gegenüber 2000, gemessen am Primärenergieverbrauch Strom. Die Werte sind etwas strenger als das Szenario IV, das eine maximale Steigerung von 5% bis 2020 vorsieht. |
| Mobilität: Anteil ÖV und LV bei Zu- und Wegpendlern | 100% | +10% | +15% | +20% | Relative Erhöhung der Anteile öffentlicher und Langsamverkehr = ÖV + LV + kombinierte / ÖV + LV + MIV (Anzahl Bewegungen, nicht km-Leistungen) Basis: Pendlerstatistik der Volkszählung; unterschiedliche Potenziale (ÖV, Topografie) spiegeln sich im heutigen Zustand, (künftige Bewertung eea-Katalog kombiniert mit absoluten Werten nach Gemeindetypen) |
| Mobilität: Anteil ÖV und LV bei Binnenpendlern | 100% | +20% | +35% | +50% | |
| Erneuerbare Energien/Abwärme | Heute | 2020 | 2035 | 2050 | Bemerkungen |
| Erneuerbarer Stromverbrauch | 36% | 60% | 70% | 80% | Die Werte entsprechen dem Szenario IV. Heute sind rund 60% der Schweizer Stromproduktion erneuerbar. Zusätzliche 8–10% bringt KEV. |
| WKK-Strom (teilweise erneuerbar) | ca. 5% | 8% | 10% | 12% | Das technische Potenzial ist gegenüber heute rund viermal grösser. |

Figur 8: Zielwerte im Bereich Energieeffizienz und erneuerbare Energien/Abwärme für die Bereiche **Strom und Mobilität** gemäss Energiestadt (2008): «Energiestädte auf dem Weg zur 2000-Watt-Gesellschaft»

3.2 SIA Effizienzpfad Energie

Ein objektspezifischer Ansatz für die Festlegung von 2000-Watt Zielsetzungen wird aktuell im Rahmen des **SIA Effizienzpfads** für Gebäude erstellt (Bestimmung der Grenz- und Richtwerte mit einem Top-Down Approach durch Martin Lenzlinger 2009, in Bearbeitung), welcher ebenfalls davon ausgeht, dass bis 2050 noch 3500 Watt pro Kopf verbraucht werden dürfen. Darin sind für den maximalen Energieverbrauch für gebäudegebundene Energienutzungen (Betriebsenergie, gebäudegebundene Mobilität und Graue Energie) Zielwerte aufgeführt. Da die Systemgrenzen bei der SIA-Methodik anders gewählt wurden als bei der 2000-Watt-Methodik, sind die Zielwerte und Reduktionsfaktoren nicht direkt vergleichbar. So wird in der SIA-Methodik z.B. die graue Energie für Baumaterialien und die Verkehrsinfrastruktur mitgerechnet. Die Nutzung erneuerbare Energien wird nicht zum Primärenergieverbrauch gezählt. Die nachfolgende Aufzählung der geforderten Reduktionen vermittelt aber einen guten Eindruck der geforderten Veränderungen:

| Gebäudegebundene Energienutzungen | Ist-Wert 2005 [Watt/Kopf] | Zielwert 2050 [Watt/Kopf] | Reduktion in % | Annahmen zur Berechnung |
|--|---------------------------|---------------------------|----------------|--|
| Betriebsenergie für <i>Wohngebäude</i> (Raumklima, Warmwasser, Licht und Geräte) | 1888 | 827 | -56% | Energieverbrauch Haushalte (HH) = Energieverbrauch Wohngebäude (entspricht rund 30% des schweizerischen Primärenergieverbrauchs); Anteil am Primärenergieverbrauch bis 2050 konstant, wobei dann 20% dieser Primärenergie durch erneuerbare Energieproduktion am Gebäudestandort gedeckt wird (zählt somit nicht für den Grenzwert des Effizienzpfades SIA). |
| Betriebsenergie für <i>Dienstleistungsgebäude</i> | 1236 | 609 | -51% | Energieverbrauch Dienstleistungen (DL) = Energieverbrauch der Dienstleistungsgebäude (rund 19% des schweizerischen Primärenergieverbrauchs); Anteil am Primärenergieverbrauch bis 2050 konstant, wovon 10% erneuerbar. |
| Mobilität <i>Wohngebäude</i> | 560 | 307 | -45% | Nur Wege, die bei Wohngebäuden enden (ca. 48% der Wegdistanzen und des Primärenergieverbrauchs für Mobilität inkl. graue Energie) Nur Alltagsmobilität, d.h. es werden nur 2/3 aller Wege, die bei Wohngebäuden enden gezählt. Inkl. Grauer Energie der Infrastruktur, Anteil am Gesamtenergieverbrauch konstant. |
| Mobilität <i>Dienstleistungsgebäude</i> | 307 | 168 | -45% | 16% der Wegdistanzen, 22% des Primärenergieverbrauches. Davon werden 83% der Alltagsmobilität zugerechnet Anteile am Gesamtenergieverbrauch konstant. |

Tabelle 13: Grenzwerte gemäss SIA Effizienzpfad Energie: Bestimmung der Grenz- und Richtwerte mit dem Top-Down Approach. Berechnungen von Martin Lenzlinger 2009 (in Bearbeitung)

Die Berechnungen gehen davon aus, dass bis ins Jahr 2050 rund 8.13 Mio. Menschen in der Schweiz leben werden und dass die Wohnfläche pro Person von 59.5 m² auf 80 m² steigen wird. Die Energiebezugsflächen (EBF) in Wohngebäuden nehmen damit von 444 Mio. m² auf ca. 650 Mio. m² zu. Bei Dienstleistungsgebäuden wird angenommen, dass die EBF von 147 Mio. m² auf 209 Mio. m² zunehmen werden (Lenzlinger 2009, in Bearbeitung).

3.3 Energieperspektiven, Szenario IV

Als dritter Ansatz zur Bestimmung der notwendigen Effizienzsteigerungen und der Zunahme der eingesetzten erneuerbaren Energien können die Angaben aus den **Energieperspektiven, Szenario IV** verwendet werden (Prognos 2007). Die Angaben des Szenario IV zeigen, welcher Weg eingeschlagen werden muss, um die 2000-Watt-Gesellschaft bis ins Jahr 2100 zu erreichen. Nachfolgend werden die dort getroffenen Annahmen und Berechnungen für die einzelnen Verbrauchergruppen aufgeführt. Im Szenario IV wird davon ausgegangen, dass die Schweiz bis 2035 mit geeigneten Instrumenten für die Erreichung sehr ambitionierter Zielsetzungen die Endenergienachfrage gegenüber 2000 um 27% verringern kann. Im Elektrizitätsbereich wird der Wachstumstrend gebrochen und insgesamt eine Absenkung der Nachfrage gegenüber dem Jahr 2000 um 2.1% erreicht. Folgende Zielquantifizierungen wurden für die Schweiz festgelegt (Prognos 2007: 417):

- Endenergieverbrauch pro Kopf: -35% bis 2035 ggü. 2000
- CO₂-Emissionen gesamt gemäss CO₂-Gesetz: -35% bis 2035 ggü. 2000
- Anteil neue erneuerbare Elektrizität (ohne Wasserkraft): +20% bis 2035
- Anteil erneuerbare Energie an der Wärmenachfrage: +30% bis 2035
- Anteil erneuerbare Energie an der Treibstoffnachfrage: +10% bis 2035

Für die Umsetzung der Zielvorgaben wurden für die Sektoren Haushalte, Dienstleistungen und Industrie diverse Massnahmen und Ansatzpunkte modelliert (Prognos 2007: 425ff). Nachfolgend werden exemplarisch die Massnahmen für die Absenkung des Heizenergiebedarfs von Gebäuden privater **Haushalte** aufgezeigt.

| Bereich | Einheit | SIA 380/1:2009 | Zielwert 2035 | Reduktion ggü. SIA 380/1:2009 | Bemerkungen |
|---|---|--|------------------------------|-------------------------------|--|
| Max. Wärmebedarf neue EZFH ⁴ | MJ/m ² *a | 195 | 85 | -56% | Gilt für Neubauten. Im Jahr 2011 werden die Anforderungen für EFH 125 und bei MFH 105 MJ/m ² *a betragen. Danach steigen alle fünf Jahre die Anforderungen bis zum Zielwert von 2035. |
| Max. Wärmebedarf neue MFH ⁵ | MJ/m ² *a | 140 | 70 | -50% | |
| Sanierungen | MJ/m ² *a | Sanierungen nach Minergie = SIA plus 25% | Neubauanforderungen plus 30% | - | - |
| Eingesetzte Heizsysteme | Neue EZFH: 65% Wärmepumpen, 13, Holz, 11% Gas und 4% Fern- und Nahwärme. Solare Heizungsunterstützungssysteme tragen rechnerisch nahezu gleich viel bei, wie Ölheizungen zur Nachfragedeckung. Neue MFH: 38% Gas, 24% Wärmepumpen, 18% Öl, 15% Nah- und Fernwärme sowie 2% Holz und 2% Solar. | | | | |

Tabelle 14: Zielwerte für den Wärmebedarf und eingesetzte Heizsysteme von Gebäuden für den Haushaltssektor gemäss den Energieperspektiven, Szenario IV (Hofer 2007)

⁴ Ein- und Zweifamilienhäuser

⁵ Mehrfamilienhäuser

Die Betrachtung zeigt, dass die wärmetechnischen Anforderungen an die Gebäudehülle massiv verschärft werden müssen, wenn der Weg zur 2000-Watt-Gesellschaft eingehalten werden soll.

Für den **Dienstleistungssektor** wird in den Energieperspektiven, Szenario IV davon ausgegangen, dass der Anteil der Neubauten mit sehr tiefem Heizwärmebedarf (58 MJ/m² und Jahr) im Jahr 2035 über 89% betragen wird. Nur noch 10% der neuen Energiebezugsflächen werden 2035 mit HEL beheizt. Wärmepumpen, Solarwärme und Holz werden ihre Anteile stark vergrössern (Prognos 2007: 428ff). Gegenüber dem Jahr 2000 wird die Energienachfrage des Dienstleistungssektors insgesamt um 33% abnehmen, wobei der Rückgang im Wärmebereich mit Abstand am meisten dazu beitragen wird. Der Elektrizitätsverbrauch wird gegenüber dem Jahr 2000 sogar leicht ansteigen.

Im **Industriesektor** wird gemäss Szenario IV der Endenergieverbrauch gesamthaft im Vergleich zum Jahr 2000 um 23.3% abnehmen (Prognos 2007: 437ff). Die Nachfrage nach Elektrizität wird gegenüber dem Jahr 2000 um 8.4% steigen. Die Entwicklung der Endenergienachfrage wurde für 16 Branchen modelliert und zeigt je nach Branche ganz unterschiedliche Entwicklungen der Endenergienachfrage. Für das Untersuchungsgebiet Luzern werden die Zielwerte pro Branche abgeschätzt.

Im **Sektor Verkehr** wird im Szenario IV der Energieperspektiven eine Reduktion der Endenergienachfrage gegenüber dem Jahr 2000 um 30.4% angestrebt. Die Nachfrage nach Elektrizität steigt im selben Zeitraum um 45.9% – dies aus dem Grund, dass von einer starken Verkehrsverlagerung auf die Schiene ausgegangen wird. Trotz der starken Senkung der Endenergienachfrage nimmt im Szenario IV der Strassenverkehr gegenüber dem Jahr 2000 um 5% leicht zu. Zur Reduktion der Endenergienachfrage wird ein Mix aus verschiedenen Massnahmen modelliert: Realisierung technischer Effizienzpotenziale (Reduktion des spezifischen Verbrauchs), Einwirkung auf Transport-Aktivitäten (Veränderung der Nachfrage nach Verkehrsleistungen), Erhöhung der Auslastung der Verkehrsmittel und Veränderung des Modal Splits (Prognos 2007: 438ff).

3.4 Relevanz der bestehenden Ansätze für Luzern

Die drei vorgestellten Szenarien für einen Weg in Richtung 2000-Watt-Gesellschaft zeigen deutlich, dass weitreichende Massnahmen notwendig sind, um eine Trendwende in Richtung 2000-Watt Ziel einzuleiten. In allen drei beschriebenen Ansätzen soll die Steigerung der **Energieeffizienz** insgesamt den Löwenanteil zur Zielerreichung beitragen. Wo zukünftige Massnahmen ansetzen müssen wird ebenso deutlich:

- Bei Effizienzsteigerungen und erneuerbaren Energien in **Gebäuden**,
- bei der **Stromeffizienz** und der **erneuerbaren Stromproduktion**
- sowie bei der **Mobilität**.

Das Thema Suffizienz wird in den beschriebenen Ansätzen nur subsidiär behandelt.

4 Massnahmen für die Energie- und Klimastrategie

In einem ersten Schritt werden die wichtigsten Grundsätze beschrieben, die bei der Herleitung von Massnahmen berücksichtigt werden. Anschliessend werden auf Basis der Arbeiten des Berichts «Teil Grundlagen» die wichtigsten Massnahmenschwerpunkte eruiert. Für jeden Massnahmenschwerpunkt werden dann auf Basis des aktuellen Wissensstandes Massnahmen für die Energie- und Klimastrategie formuliert.

Bei allen Massnahmen ist ein reger inhaltlicher Austausch mit Bevölkerung und Wirtschaft zentral für die erfolgreiche Umsetzung. Die Ziele der 2000-Watt-Gesellschaft müssen möglichst breit abgestützt sein und das bisher Erreichte muss in regelmässigen Abständen überdacht werden. Gerade im Bereich der Suffizienz, deren Massnahmen alle energie- und ressourcenrelevanten Aktivitäten umfassen, ist ein solcher Austausch mit der Bevölkerung unerlässlich.

4.1 Grundsätze für die Herleitung von Massnahmen

Ein Vergleich der Wirkungen der aktuell laufenden Massnahmen der Stadt Luzern mit den Herausforderungen zeigt, dass es eine deutliche Intensivierung der Anstrengungen braucht, um bis ins Jahr 2050 die anvisierten Ziele erreichen zu können. Die mit allen bisherigen Massnahmen erzielten Reduktionen des Energieverbrauchs und der CO₂-Emissionen belaufen sich schätzungsweise auf 1-2 % des jährlichen Gesamtverbrauchs bzw. der Gesamtemissionen.

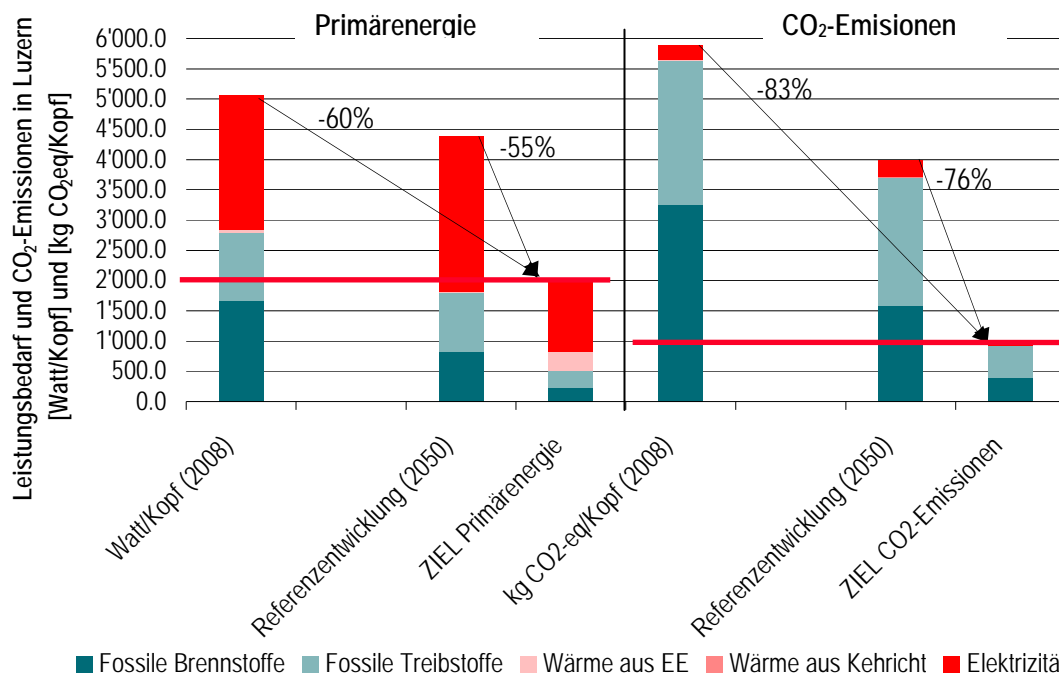
Nachfolgende Tabelle 15 zeigt die Wirkungsabschätzung der bisherigen Massnahmen, unterteilt in Massnahmen des Aktionsplans Luftreinhaltung und Klimaschutz (APLK) und Fördertätigkeit des Energiefonds (wobei zu beachten ist, dass ein grosser Teil der separat ausgewiesenen APLK-Massnahmen ebenfalls über den Energiefonds finanziert wird). Dabei handelt es sich um Schätzungen, die eine Grössenordnung wiedergeben. Da im APLK Emissionsreduktionen auf Stufe Endenergie ausgewiesen werden, wurden diese für die Schätzungen mit einem Faktor 1.4 in Primärenergie bedingte Emissionen umgerechnet (für eine exakte Bestimmung der Wirkungen müsste für jede Massnahme bekannt sein, welche Emissionen reduziert und welche Energieträger substituiert werden).

| | Einsparung und Substitution durch EE | Anteil am Endenergieverbrauch 2008 | Reduktion CO ₂ -Emissionen | Reduktion CO ₂ -Emissionen |
|---|--------------------------------------|------------------------------------|---------------------------------------|---------------------------------------|
| (Gerundete Werte) | Endenergie | Endenergie | Endenergie | Primärenergie |
| Jährliche Wirkungen APLK (Stand 2009) | ca. 51 TJ / a | ca. 1% | ca. 3'050 t / a | ca. 4'270 t / a |
| Gesamte Wirkungen APLK (absolute Einsparungen bei einer Laufzeit von 10 Jahren) | ca. 510 TJ | ca. 10% | ca. 30'500 t | ca. 42'680 t |
| Jährliche Wirkungen Energiefonds (Stand 2009) | ca. 17 TJ / a | ca. 0.25% | ca. 740 t / a | ca. 1'040 t / a |

Tabelle 15: Schätzung der Wirkungen der bisher beschlossenen und in Umsetzung befindlichen Massnahmen im Bereich Energie und Klima

Diese Wirkungsabschätzungen zeigen, dass ein «Weiter-wie-bisher» nicht zielführend ist. Deshalb werden die geeigneten Massnahmen wie folgt erarbeitet: Ausgehend von der bestehenden Ziellücke zwischen den Verhältnissen 2008 und der anvisierten Zielsetzung – 2000 Watt und 1 Tonne CO₂ eq pro Kopf (vgl. folgende Figur) – werden die Schwerpunkte identifiziert, bei denen der grösste Handlungsbedarf besteht. Für jeden Schwerpunkt werden besonders wirksame und dringliche Massnahmen hergeleitet, deren Priorisierung sich am Beitrag zur Zielerreichung misst ("backcasting").

« Absenkpfad aus dem Grundlagenbericht für den Zielwert der 2000-Watt-Gesellschaft auf Stufe Primärenergiebedarf (links) und CO₂-Emissionen (rechts)»



Figur 9: Vergleich des Ist-Zustandes (2008), der Referenzentwicklung bis 2050 und des Zielwertes der 2000-Watt-Gesellschaft für den Primärenergieverbrauch und den Ausstoss an CO₂-eq

Die Analyse im Bericht «Teil Grundlagen» zeigt, dass für die Zielerreichung starke Absenkungen von Primärenergieverbrauch und CO₂-Emissionen in Luzern bis zum Jahr 2050 notwendig sind. Diese Absenkungen betreffen sehr viele gesellschaftliche Bereiche. Es besteht somit die Gefahr, dass für jeden dieser Bereiche zahlreiche Massnahmen formuliert werden und dass versucht wird, diese gleichzeitig umzusetzen. Dies kann zu einer Überforderung des politischen Prozesses bei der Umsetzung der 2000-Watt-Strategie führen. Da ausserdem ein hoher zeitlicher Druck für Veränderungen in Richtung vermehrter Nachhaltigkeit besteht, ist zu befürchten, dass mit dem Versuch der gleichzeitigen Umsetzung vieler Massnahmen der Blick auf die energetisch wichtigsten verloren geht und sich die Energieverbrauchs- und CO₂-Emissions-Reduktion auf dem Stadtgebiet verzögert. Ferner soll die Umsetzung derjenigen Massnahmen bevorzugt werden, welche mit heutigen Technologien im Bereich der Wirtschaftlichkeit sind.

Demnach sind Massnahmen zuerst umzusetzen, welche:

- die grössten Wirkungen haben bzw. den grössten Beitrag zur Zielerreichung leisten,
- kostengünstig sind und
- einen langfristigen Zeithorizont aufweisen bzw. bei Anlagen und Technologien mit hohen Amortisations- bzw. Lebensdauern ansetzen.

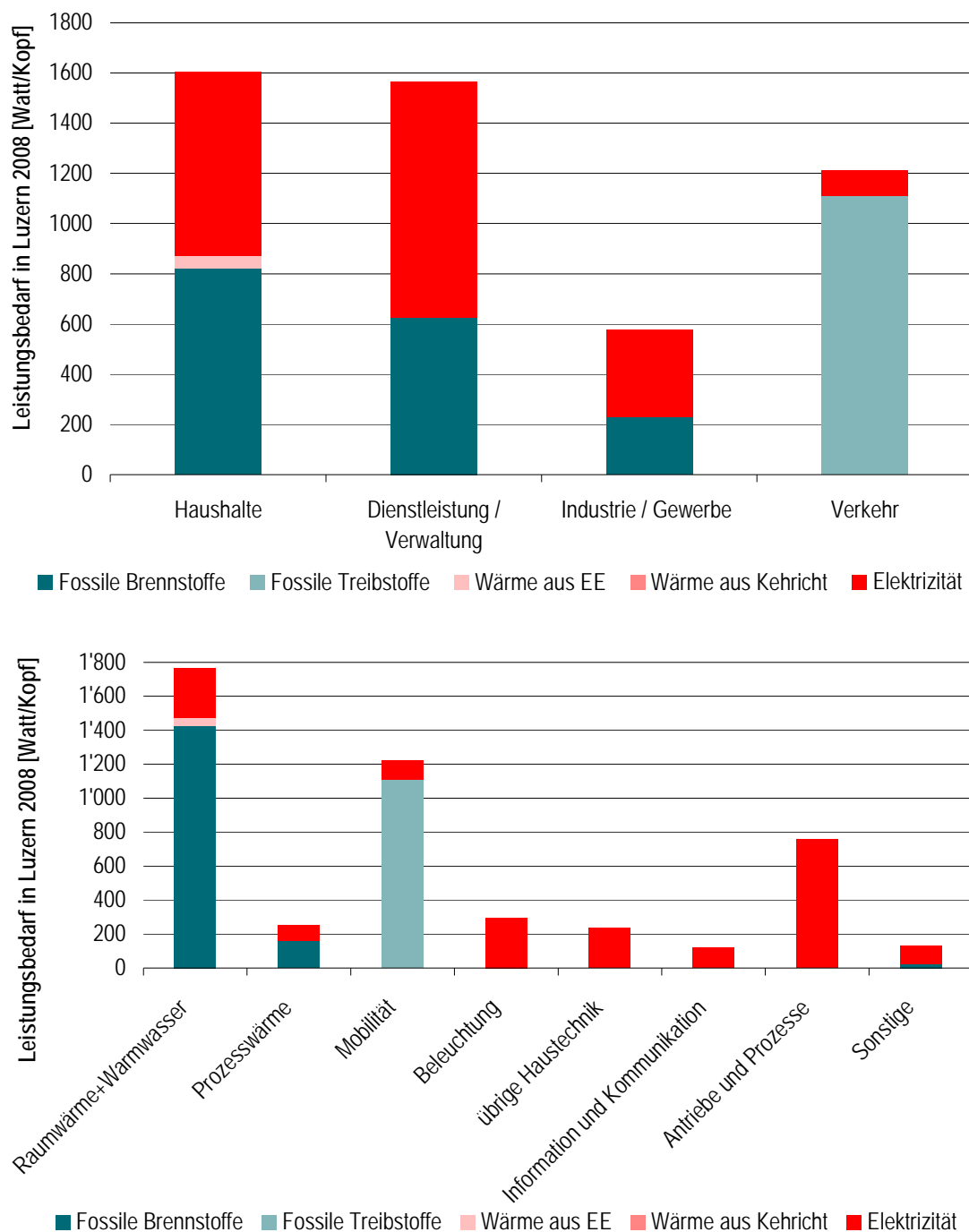
Die Bereiche mit den grössten energetischen und klimatischen Effekten werden im nachfolgenden Kapitel analysiert. Anlagen und Technologien mit hohen Lebensdauern finden sich v.a. im Gebäudebereich (die Gebäude selbst mit Lebensdauern um 50 - 150 Jahren, Heizungsanlagen mit Lebensdauern von 15 - 30 Jahren), Raumplanung (langfristige Festlegung von Nutzungsarten) und Infrastrukturen (Verkehrswege, Leitungen für Energieträger. 50 – 100 Jahre).

Die Wirtschaftlichkeit von Massnahmen hängt stark von sich in Zukunft ändernden Rahmenbedingungen wie den Energiepreisen oder auch von der Marktreife und den Kosten eingesetzter Technologien ab. Wirtschaftliche Massnahmen aus Sicht des Investors sind heute beispielsweise der Ersatz von Glühlampen mit Sparlampen oder LED-Lampen, Minergie-Sanierungen/-Neubauten von Wohn- und Dienstleistungsgebäuden, verbesserte Motorfahrzeuge (Gewicht, Antrieb) und der Heizungsersatz in Gebäuden (McKinsey 2009). Problematisch ist dabei, dass bei den üblichen Wirtschaftlichkeitsabschätzungen meist nur die beim Investor anfallenden Kosten und Einsparungen berücksichtigt werden und dass viele Investoren einen kurzen Zeithorizont von unter 10 Jahren haben. Insbesondere bei der Klimaerwärmung fallen die Einsparungen in der Betriebsphase oft bei Dritten (den Nutzern) an. Auf dem Weg zur 2000-Watt-Gesellschaft müssten aber auch Massnahmen umgesetzt werden, die aus heutiger Sicht und aus der beschriebenen, kurzfristig ausgerichteten Investorenoptik unwirtschaftlich sind. Dass aber heute schon derartige "unwirtschaftliche" Massnahmen umgesetzt werden deutet darauf hin, dass nicht alle Investoren kurzfristig optimieren und dass diese Massnahmen oft nicht-monetäre Zusatznutzen aufweisen. So führt der Minergie-P-Standard nicht nur zu Energieeinsparungen sondern erhöht zusätzlich den Wohnkomfort und die Wohnqualität.

4.2 Die sieben Massnahmenswerpunkte der Strategie

Die Gegenüberstellung des im Grundlagenbericht berechneten Primärenergieverbrauchs für die wichtigsten Verbrauchssektoren und Verbrauchszwecke gibt erste Hinweise auf Ansatzpunkte und Prioritäten (vgl. Figur 10).

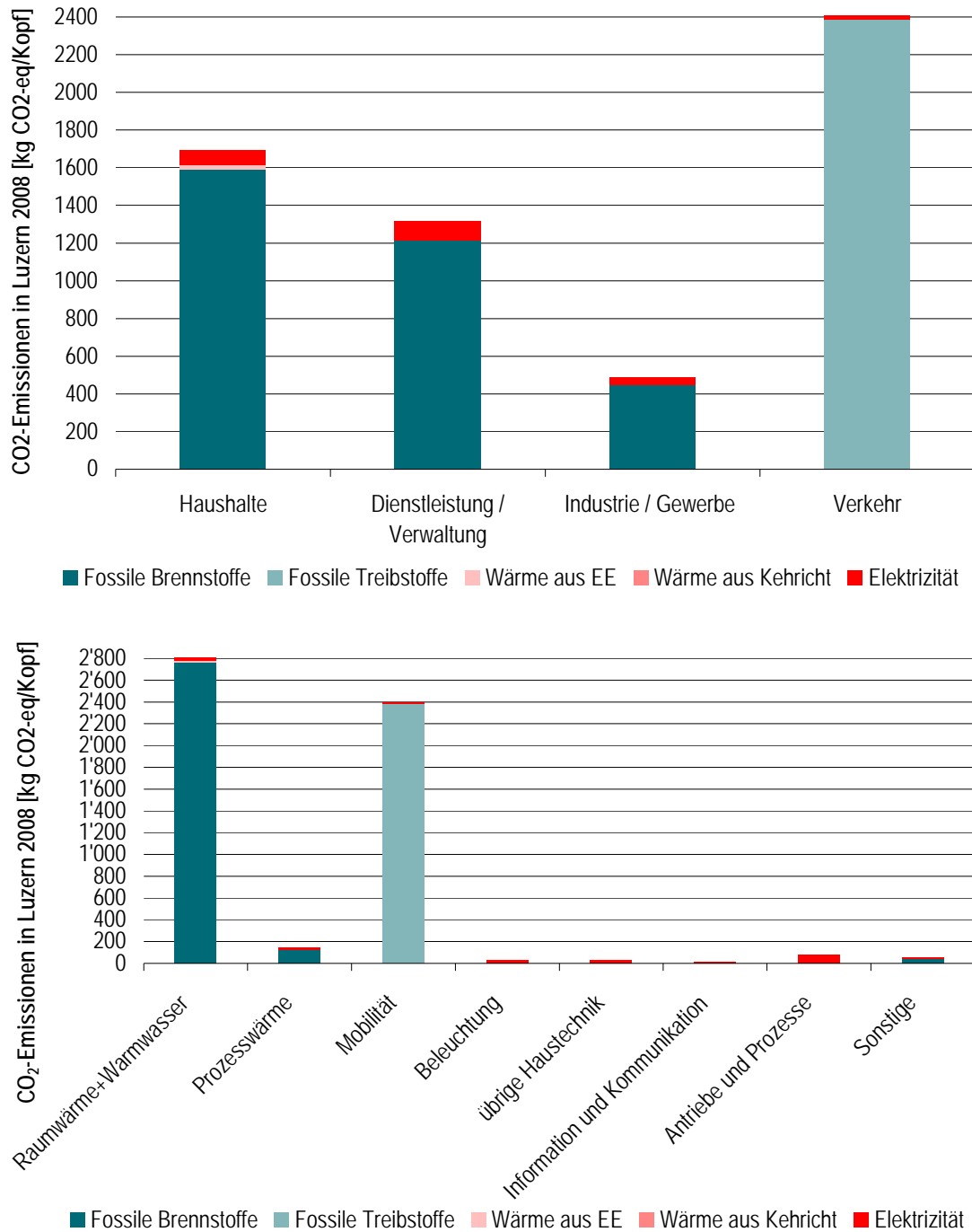
«Primärenergieverbrauch nach Verbrauchssektoren (oben) und Verwendungszwecken (unten)»



Figur 10: Primärenergieverbrauch nach Verbrauchssektor und Verwendungszweck von Luzern im Jahr 2008 (Quellen und Erläuterungen zu den Berechnungen siehe Grundlagenbericht)

Die nachfolgende Figur für die Darstellung der pro Kopf- CO₂-Emissionen zeigt ein ähnliches aber leicht verschobenes Bild: Hier ist der Verkehr der grösste Emittent. Beim Energieverbrauch zeigt sich deutlich, dass Raumwärme und Warmwasser sowie Mobilität und Traktion im Zentrum der Massnahmenansätze stehen müssen.

«Primärenergiebedingte CO₂-eq Emissionen nach Verbrauchssektor (oben) und Verwendungszweck der Energie (unten)»



econcept

Figur 11: Die CO₂-Emissionen nach Verbrauchssektor und energetischem Verwendungszweck von Luzern im Jahr 2008 (Quellen und Erläuterungen zu den Berechnungen siehe Grundlagenbericht)

Aufgrund der obigen Betrachtungen werden nachfolgend Massnahmenswerpunkte nach Energieträgern und energetischem Verwendungszweck gebildet. Der Reihenfolge nach werden Brennstoffe, Treibstoffe und Elektrizität behandelt und jeweils aufgeführt welchen Anteil der gesamten CO₂-Emissionen und des Primärenergieverbrauchs im Jahr 2008 und im Jahr 2050 gemäss Referenzentwicklung vom jeweiligen Energieträger stammt bzw. stammen wird. Daraus werden Massnahmenswerpunkte abgeleitet und eine erste Priorisierung vorgenommen. Der Verbrauch an Grauer Energie wird zusätzlich aufgeführt. Tabelle 16 zeigt die so ermittelten Massnahmenswerpunkte.

| Energieträger | CO ₂ -Emissionen und Primärenergieverbrauch (PE) 2008: Ausgangslage | CO ₂ Emissionen und Primärenergieverbrauch (PE) 2050: Referenzentwicklung | Verwendungszweck Energie | Anteil am E-Träger Verbrauch | Massnahmenswerpunkte | |
|---------------|--|--|------------------------------|------------------------------|----------------------|---------------------------|
| Brennstoffe | CO ₂ : 54% PE: 33% | CO ₂ : 39% PE: 19% | Raumwärme + Warmwasser | 85% | 100% | Gebäude |
| | | | Prozesswärme | 14% | | Geräte, Anlagen, Prozesse |
| | | | Sonstige | 1% | | - |
| Treibstoffe | CO ₂ : 40% PE: 22% | CO ₂ : 52% PE: 22% | Mobilität und Traktion | 100% | 100% | Mobilität |
| Elektrizität | CO ₂ : 5% PE: 44% | CO ₂ : 9% PE: 59% | Antriebe und Prozesse | 34% | 100% | Geräte, Anlagen, Prozesse |
| | | | Prozesswärme | 14% | | |
| | | | Raumwärme + Warmwasser | 13% | | Gebäude |
| | | | Beleuchtung | 13% | | Geräte, Anlagen, Prozesse |
| | | | Haustechnik | 11% | | |
| | | | Mobilität+Traktion | 9% | | Mobilität |
| | | | Information- & Kommunikation | 5% | | Geräte, Anlagen, Prozesse |
| TOTAL | CO ₂ : 6 Tonnen pro Kopf und Jahr = 100% PE: 5'100 Watt pro Kopf und Jahr = 100% | CO ₂ : 4.1 Tonnen pro Kopf und Jahr = 100% PE: 4'400 Watt pro Kopf und Jahr = 100% | - | - | - | -- |
| Graue Energie | | | | | | |
| Graue Energie | CO ₂ : 39% zusätzlich zu den «weissen» CO ₂ -Emissionen 2008 PE: 47% zusätzlich zum «weissen» Primärenergieverbrauch 2008 | | | | Konsum | |

Tabelle 16: Ansatzpunkte für die Energie- und Klimastrategie. Dabei ist zu beachten, dass beim Luzerner Elektrizitätsverbrauch sehr tiefe Treibhausgas-Emissionswerte zugrunde liegen

Ausgehend von der Referenzentwicklung und der Priorität für die Reduktion von CO₂-Emissionen folgend, können aus Tabelle 16 drei Massnahmenswerpunkte in der folgenden Rangfolge abgeleitet werden: 1) Mobilität, 2) Gebäude, 3) Geräte, Anlagen, Prozesse. Aus der Optik des Primärenergieverbrauchs spielen hingegen die Stromproduktion und der Stromverbrauch die entscheidende Rolle, weshalb als weiterer Schwerpunkt das Thema Energieerzeugung und Energieversorgung aufzunehmen ist. Dieser Schwerpunkt umfasst die lokalen leitungsgebundenen Energieversorgungssysteme, d.h. neben der Elektrizität auch die Erdgasversorgung. Wegen der hohen Relevanz für die Reduktion

des Primärenergieeinsatzes folgt dieser Schwerpunkt an dritter Stelle nach Mobilität und Gebäude. Massnahmen im Bereich Vorbildrolle Stadt Luzern, Bildung sowie Information/Kommunikation/Beratung bilden drei Querschnittsbereiche. Somit ergeben sich die folgenden sieben Massnahmenschwerpunkte für die Energie- und Klimastrategie der Stadt Luzern:

- 1 **Mobilität:** Insbesondere Massnahmen zur Förderung energieeffizienter Mobilität, d.h. zur Verlagerung des motorisierten Individualverkehrs auf Fuss-, Fahrrad- und den öffentlichen Verkehr.
- 2 **Gebäude:** Insbesondere Massnahmen, die auf eine Reduktion des Einsatzes von Brennstoffen für Raumwärme und Warmwasser sowie die Nutzung der Einsatzpotenziale für erneuerbare Energien abzielen.
- 3 **Energieerzeugung und Energieversorgung:** Insbesondere Massnahmen, die zur Erhöhung des Anteils erneuerbarer Energieträger im Strommix und zur effizienten Erzeugung von Wärme und Strom führen (Optimierung der Exergienutzung).
- 4 **Geräte, Anlagen, Prozesse:** Insbesondere Massnahmen, die auf eine Erhöhung der Stromeffizienz abzielen.
- 5 **Vorbildrolle Stadt Luzern:** Massnahmen, die insgesamt den Energiebedarf der Verwaltung und der stadteigenen Liegenschaften reduzieren und dabei die bestehenden Reduktionsmöglichkeiten aufzeigen (Demonstrationsobjekte) sowie die Marktentwicklung durch entsprechende Nachfrage der Stadt anstossen (Demonstrationseffekt, Know-how-Diffusion zu regionalen Unternehmungen).
- 6 **Bildung, Aus- und Weiterbildung:** Insbesondere Massnahmen für eine ausreichende Versorgung mit Fachleuten, die im Gebäude- und im Prozessbereich wissen, wie die Ziele erreicht werden können.
- 7 **Information, Kommunikation und Beratung:** Insbesondere Massnahmen, die die Bevölkerung mit den Zielsetzungen und den Möglichkeiten im Gebäude-, Konsum und Mobilitätsbereich vertraut machen (Investoren und Grossverbraucher als Hauptzielgruppen einerseits sowie Investitions- und Verbrauchsentscheidungen als Ansatzpunkte für Information und Motivation andererseits).

Graue Energie: Wegen dem hohen Anteil des grauen Energieverbrauchs werden auch für den Bereich energie- und klimaschonender Konsum Massnahmen vorgeschlagen. Es sind Massnahmen, die auf eine Begrenzung des eigenen Konsums bzw. auf einen energiebewussten Umgang mit dem Konsum abzielen. Die Auswahl von Konsumgütern sollte u.a. die Energieeffizienz in der Herstellung, die schonende Ressourcennutzung (Wiederverwendung, Recycling, neue Nutzungskonzepte (z.B. Mobility, Maschinengemeinschaften) und den Einsatz von erneuerbaren Ressourcen einbeziehen.

In den folgenden Kapiteln werden Massnahmen für alle Schwerpunkte inkl. graue Energie entwickelt und jeweils nach den drei Säulen der Energie- und Klimastrategie – Effizienz,

erneuerbare Energien und Suffizienz – geordnet. Tabelle 17 gibt eine qualitative Übersicht darüber, welche Massnahmenswerpunkte für welche der drei Säulen wie relevant sind. Die Anzahl der Pluszeichen in der jeweiligen Zelle gibt einen ersten Hinweis auf die Wichtigkeit des jeweiligen Bereichs.

| Massnahmenswerpunkte | Effizienz | Erneuerbare | Suffizienz |
|---|-----------|-------------|------------|
| 1 Mobilität | +++ | + | ++ |
| 2 Gebäude | +++ | +++ | ++ |
| 3 Energieerzeugung und Energieversorgung | ++ | ++ | + |
| 4 Geräte, Anlagen, Prozesse | +++ | + | + |
| 5 Vorbildrolle Stadt Luzern | ++ | ++ | + |
| 6 Bildung, Aus- und Weiterbildung | + | + | + |
| 7 Information, Kommunikation und Beratung | + | + | + |
| Graue Energie | + | + | ++ |

Tabelle 17: Zuordnung der sieben Massnahmenswerpunkte auf die drei Säulen der Energie- und Klimastrategie der Stadt Luzern

Im Folgenden werden für jeden der sieben Schwerpunkte Massnahmenansätze für die Erreichung der Ziele der 2000-Watt-Gesellschaft vorgeschlagen. Die hier vorgeschlagenen Massnahmenansätze sind als Grundlage für die Ausarbeitung von konkreten Aktionsplänen mit Umsetzungshorizonten von 5 bis 10 Jahren gedacht.

4.3 Schwerpunkt 1: Mobilität

Die besondere Herausforderung beim Massnahmenswerpunkt Mobilität besteht im Umgang mit den vielfältigen und komplexen Anforderungen und Nutzungsansprüchen, die an die Mobilität und an die Verkehrsinfrastrukturen im Stadtraum gestellt werden. Dabei ist zu beachten, dass Massnahmen zugunsten von Zielsetzungen der Energie- und Klimastrategie gerade im Mobilitätsbereich oft mit anderen Ansprüchen der Gesellschaft kollidieren. Es können sich aber auch Synergien ergeben, wenn Massnahmen dazu beitragen, dass der öffentliche Raum sicherer und familienfreundlicher gestaltet und neue Möglichkeiten für dessen Nutzung durch gastronomische Betriebe, den Detailhandel und Veranstaltungen geschaffen werden. Auch die Verringerung der Luft- und der Lärmbelastung fällt als mögliche Synergie ins Gewicht.

Der Flugverkehr, der für einen relevanten und rasch wachsenden Teil des Mobilitäts-Energieverbrauchs verantwortlich ist, wird in diesem Kapitel nicht eingehender betrachtet, da dieser nicht direkt durch die Stadt Luzern beeinflusst werden kann. In die Kapitel zu den Themen Information, Kommunikation und Beratung sowie Konsum werden die Auswirkungen des Flugverkehrs jedoch aufgenommen.

Generell werden vier Ansätze für die Gestaltung einer nachhaltigeren Personenmobilität unterschieden:

- **Verlagerung (Effizienz):** Verlagerung des motorisierten Individualverkehrs (MIV) auf den öffentlichen Verkehr (ÖV) und den Langsamverkehr (LV: Velo- sowie Fussgängerverkehr).
- **Effizienz:** Technologische Verbesserung der Verkehrsmittel (privat und öffentlich) durch Effizienzsteigerungen und Schadstoffminimierung.
- **Erneuerbare:** Umstellung der Fahrzeugflotte auf Treibstoffe aus erneuerbaren Energien. Im Vordergrund steht Strom aus erneuerbaren Quellen.
- **Verkehrsvermeidung (Suffizienz):** Verringerung der Verkehrsnachfrage durch Raumplanung (Anordnung / Durchmischung / Erschliessung von Wohnnutzungen, Arbeitsplätzen, Versorgungseinrichtungen; Zuweisung des öffentlichen Raumes für verschiedene Nutzungen (Parkplätze, Grünanlagen, Gastroflächen, usw.); Aufteilung der Verkehrsflächen (MIV, ÖV, LV), Schaffung / Unterstützung von lokalen Freizeitangeboten; usw.), Erhöhung der Aufenthaltsqualität/Siedlungsqualität, Förderung einer neuen Mobilitätskultur (z.B. Downsizing der privaten Fahrzeuge, Benutzung leichterer Fahrzeuge, Verkehrslenkung und wirtschaftliche Anreize).

Für den Güterverkehr werden Verbesserungen der Logistik zur Vermeidung von unnötigen Fahrten, Effizienzsteigerungen bei den Fahrzeugen, Verlagerung auf den Bahn- Güter(fern)verkehr und auch mögliche Umstellungen auf erneuerbare Treibstoffe diskutiert.

Die Weiterentwicklung der Verkehrsinfrastruktur für eine vermehrte Nutzung von umweltfreundlichen Verkehrsmitteln und eine Veränderung des Modalsplits hin zu einer Vergrösserung des Anteils des öffentlichen Verkehrs (ÖV) und des Langsamverkehrs (LV) stehen im Zentrum des nachfolgenden Massnahmenpakets.

4.3.1 Ausgangslage

Ohne Flugverkehr gehen 17% des Primärenergieverbrauchs und 33% der CO₂-Emissionen auf das Konto des Treibstoffverbrauchs (mit Flugverkehr sind es 22% des Primärenergieverbrauchs und 40% der CO₂-Emissionen). Pro Kopf der Bevölkerung werden durch den Verbrauch von Benzin und Diesel auf dem Gebiet der Stadt Luzern ca. 800 Watt benötigt und jährlich 1.7 Tonnen CO₂-eq ausgestossen.

Die Potenzialanalyse im Bericht «Teil Grundlagen» zeigt, dass sehr vorsichtig geschätzt durch **Effizienzsteigerungen** ca. ein Drittel des Primärenergieverbrauchs und der CO₂-Emissionen eingespart werden könnten. Wie im Grundlagenbericht und in anderen Studien (z.B. Wuppertal Institut 2009 oder Novatlantis 2004) erläutert, könnte mit dem aktuellen Stand der Technik auch eine Halbierung des Treibstoffverbrauchs erreicht werden.

Auch der Einsatz **erneuerbarer Energien** ist möglich. Die direkte Verwendung von Biogas wird durch ewl (betreibt vier Biogastankstellen), die Stadt Luzern (Teilfinanzierung der Biogasanlage ARA Buholz, Finanzbeiträge an Gasfahrzeuge) und auch den Kanton (Rabatt auf Motorfahrzeugsteuer) gefördert, kann aber gemäss Potenzialschätzung nur wenig zur Senkung des Einsatzes fossiler Brennstoffe beitragen. Im Jahr 2008 wurden

6 TJ Biogas als Treibstoff genutzt, was im Vergleich zum gesamten Endenergieeinsatz von ca. 2'159 TJ/a verschwindend gering ist (0.3%). Die Nutzung von Strom aus erneuerbaren Quellen in Elektrofahrzeugen hat hingegen ein grosses Potenzial.

Verkehrszweck und Modalsplit: Im Kanton Luzern (wie auch in der Schweiz) ist der Freizeitverkehr mit Abstand der wichtigste Verkehrszweck (ca. 46% der Tagesdistanz von durchschnittlich 36.1 km pro Tag und Kopf) gefolgt vom Pendlerverkehr (23% der Tagesdistanz) und dem Einkaufsverkehr (10%). Von den insgesamt zurückgelegten Tagesdistanzen werden im schweizerischen Durchschnitt 67% mit dem Auto zurückgelegt (alle Angaben aus dem Mikrozensus zum Verkehrsverhalten, BFS 2005). Die BewohnerInnen der Stadt Luzern legen dagegen nur etwas mehr als 40% der Tagesdistanzen (durchschnittlich 34 km pro Tag) mit dem Auto und etwa gleich viel mit dem ÖV zurück. Der Anteil des Langsamverkehrs beträgt ca. 12% (die restlichen 8% entfallen auf den Schwerverkehr. Alle Angaben aus lustat aktuell 2007/05). Das widerspiegelt das Verkehrsverhalten dicht bebauter Räume, das sich von dem in ländlichen Gegenden unterscheidet.

Im **Aktionsplan Luftreinhaltung und Klimaschutz** (APLK) hat die Stadt Luzern auch im Bereich der Mobilität verschiedene Massnahmen formuliert, welche den Energieverbrauch und die Treibhausgasemissionen senken (siehe Bericht «Teil Grundlagen»). Umgesetzt oder in der Umsetzung sind Massnahmen in den Bereichen Park+Ride-Anlagen, Umwandlung der Blaue-Zone-Parkplätze in gebührenpflichtige, Anpassung der Parkgebühren im Stadtzentrum, kostenpflichtige Bewirtschaftung von öffentlichen Parkplätzen bei publikumsintensiven Einrichtungen, die finanzielle Förderung sparsamer Motorfahrzeuge und eine Elektrifizierung von Buslinien. Mobilitäts-Massnahmen aus dem Aktionsplan Luftreinhaltung und Klimaschutz, deren Umsetzung noch aussteht oder bisher nicht umfassend erfolgte, sind die vermehrte Förderung von Velo- und öffentlichem Verkehr sowie eine Gebührenpflicht für grosse Parkieranlagen.

4.3.2 Herausforderungen und Hemmnisse

Die Absenkung des Energieverbrauchs für Mobilität ist schwer zu erreichen. Bisher hat der Energieverbrauch für Mobilität stetig zugenommen. Der steigende Energiebedarf zur Befriedigung der Mobilitätsbedürfnisse hat vielfältige Ursachen. Dazu gehören die Vorliebe für schwere Fahrzeuge (z.B. weisen gemäss Hohmann et al. (2007) die im Jahr 2004 in der Schweiz neu in Verkehr gesetzten Personenwagen im internationalen Vergleich mit 15 EU-Ländern die zweit höchsten durchschnittlichen CO₂-Emissionen pro km auf), ein immer besseres Angebot von Verkehrsinfrastrukturen, raumplanerische Einflüsse, wie die Erschliessung von attraktiven Wohnlagen im Grünen sowie ein verändertes, mobilitätsintensives Kauf- und Freizeitverhalten. Bei den unterschiedlichen Verkehrszwecken bestehen unterschiedliche Hemmnisse. Teilweise fehlt die Bereitschaft, manchmal aber auch die Möglichkeit, die individuelle Mobilität ökologischer zu gestalten. So ist wahrscheinlich beim Pendlerverkehr – vor allem wenn Ausgangs- oder Zielort nicht gut durch den öffentlichen Verkehr erschlossen sind – der subjektive Handlungsspielraum geringer als beim Freizeitverkehr.

Die Massnahmen im Bereich Mobilität sollten auf einer breit abgestützten Mobilitätsstrategie beruhen und als Teil der gesamten Strategie kontinuierlich umgesetzt werden. Alle Massnahmenansätze sind mit den bestehenden Instrumenten, wie z.B. den städtischen Leitlinien der kommunalen Verkehrsplanung und auch mit den Bestrebungen des Agglomerationsprogramms zu koordinieren.

4.3.3 Energieeffizienz in der Mobilität

Massnahmen zur Steigerung der Energieeffizienz haben den grössten Hebel zur Erreichung der Energie- und Klimaziele. Wie weiter oben beschrieben, zielen diese Massnahmen vor allem auf die Verlagerung des motorisierten Individualverkehrs (MIV) auf den öffentlichen Verkehr (ÖV) und den Langsamverkehr (LV: Velo- sowie Fussgängerverkehr) sowie auf die technologische Verbesserung der Verkehrsmittel durch Effizienzsteigerungen und Schadstoffminimierungen.

| Nr. | Massnahmenansatz | Beschreibung / Konkretisierung |
|---|---|---|
| Attraktivitätssteigerung ÖV und LV, bzw. Verlagerung des MIV auf ÖV und LV | | |
| M1 | Priorität für LV bei Bau, Unterhalt und Nutzung der Verkehrsinfrastruktur (vgl. Massnahme VL1 des Bereichs «Velo und öffentlicher Verkehr» im APLK) | <p>Wie schon im APLK vorgeschlagen, wird bei Bau, Unterhalt und Nutzung der Verkehrsinfrastruktur, insbesondere bei beschränkten Verkehrsflächen, dem LV (und dem ÖV, vgl. nachfolgende Massnahme) konsequent Vorrang gegeben (die bei den knappen Verkehrsflächen auftauchenden Nutzungskonflikte von LV und ÖV sind von Fall zu Fall zu lösen). Folgende Ansätze können für die Massnahmenentwicklung verwendet werden:</p> <ul style="list-style-type: none"> — Die Durchgängigkeit, Vernetzung, Sicherheit und ganzjährige Benutzbarkeit von Fuss- und Velowegen wird verbessert und systematisch ausgebaut. — Mit "Durchmesserlinien" und einer extra für den Veloverkehr erstellten Beschilderung – einem Netz schneller Velowege durch die Stadt – wird die Attraktivität und Leistungsfähigkeit des Velonetzes verbessert. — Mit einem guten Angebot an kostenlosen, sicheren und nach Möglichkeit gedeckten Velo-Abstellplätzen und Veloverleih-Stationen (inkl. gratis Tagesverleih) an stark frequentierten Orten und an wichtigen ÖV-Haltestellen (z.B. S-Bahnstationen) wird die Vernetzung mit dem ÖV verbessert. — Die Stadt sorgt mit verschiedenen Aktionen und Kooperationen mit relevanten Akteuren für eine grössere Verbreitung und Nutzung von Fahrrädern. Da die Stadt von Hügeln umgeben ist, kann die Förderung von Elektrovelos in Betracht gezogen werden. <p><i>Koordination mit M2, M12, M13, M15 und auch M9, M10, M11</i></p> |
| M2 | Priorität für ÖV bei Bau, Unterhalt und Nutzung der Verkehrsinfrastruktur (vgl. Massnahme VL1 des Bereichs «Velo und öffentlicher Verkehr» im APLK) | <p>Bei Bau, Unterhalt und Nutzung der Verkehrsinfrastruktur, insbesondere bei beschränkten Verkehrsflächen, wird dem ÖV (und dem LV, vgl. oben) konsequent Vorrang gegeben. Zu prüfen sind insbesondere Massnahmen wie:</p> <ul style="list-style-type: none"> — die konsequente Priorisierung des ÖV (und des LV, vgl. oben) bei Signalanlagen, — die Reservation der 2. Fahrspur für den ÖV – und wo sinnvoll auch für den LV (1-Spur-System für den MIV). — die verbesserte ÖV-Erschliessung des Stadtteils Littau, insbesondere die Anbindung mit der Bahn (z. B. Realisierung einer weiteren S-Bahnstation zur besseren Erschliessung der nord-östlichen Quartiere, wie Ruopigen sowie Erhöhung des Takts). <p>Dem Bahnhof Luzern kommt als Hauptverkehrsknotenpunkt des ÖV eine besondere Rolle zu. Diesbezüglich soll die Anbindung des lokalen ÖV und des LV an den Hauptbahnhof und an (heutige und zukünftige) Stadtbahnhöfe auf hohem Niveau gewährleistet werden (z.B. geschützte Velounterstellplätze, Veloverleih für Touristen, ...). Der Bau des Tiefbahnhofs würde zu einer markanten Verbesserung des ÖV-Angebots (mit der Möglichkeit eines Ausbaus der Stadtbahn) führen. (vgl. auch Massnahmen in Abschnitt 4.3.6 – Verkehrsverbund)</p> |

| Nr. | Massnahmenansatz | Beschreibung / Konkretisierung |
|---|--|--|
| <i>Koordination mit M1, M2, M3, M15 und auch M9, M10, M11</i> | | |
| M3 | Parkplatzangebot und Parkplatzbewirtschaftung | <p>Die Massnahmen des APLK im Bereich der <i>Parkplatzbewirtschaftung</i> werden weitergeführt und gegebenenfalls ausgebaut. Neu sollen in Abhängigkeit der ÖV-Erschliessung auch <i>Verringerungen des Parkplatzangebots</i> geprüft werden. Die Anzahl Parkplätze in Luzern ist im Vergleich mit anderen Städten auf einem hohen Niveau.</p> <p>Es ist zu prüfen, ob die kostenpflichtige Bewirtschaftung der öffentlichen Parkplätze von der Innenstadt auf das übrige Stadtgebiete (oder Teile davon) ausgedehnt werden soll. Die Parkplatzgebühren sind derart festzulegen, dass die Benutzer des öffentlichen Verkehrs gegenüber den Autofahrenden finanziell nicht benachteiligt werden. Wo öffentliche Parkplätze z. B. zur Attraktivierung der Innenstadt wegfallen, sollten diese nicht oder höchstens in gleicher Zahl an anderen Orten kompensiert werden. Damit ein allfälliges Wegfallen von Parkplätzen nicht zu mehr Suchverkehr führt, müssen entsprechende Massnahmen gut vorbereitet und kommuniziert werden (z.B. mit Parkleitsystemen).</p> <p>Im Bereich der Privatparkplätze ist die Zoneneinteilung gemäss Parkplatzreglement zu überdenken und besser auf den ÖV auszurichten. Grundsätzlich sollten die Minimalvorschriften zur Erstellung von <i>Pflichtparkplätzen</i> gelockert werden, damit autoarme Wohnkonzepte nicht finanziell bestraft werden und damit nicht die verordnete physische Anwesenheit des Autos den öffentlichen Verkehr konkurrenziert⁶.</p> <p>Ziel der Parkplatzbewirtschaftung soll es sein, dass private Motorfahrzeuge möglichst nah an der Quelle abgestellt werden und das Stadtzentrum mit dem öffentlichen Verkehr oder dem Langsamverkehr erreicht wird. Ebenso können mit der Parkplatzbewirtschaftung Anreize für stadtgerechte Fahrzeuge (bspw. Elektromobile oder sparsame Kleinfahrzeuge) geschaffen werden (vgl. M 6 und M7/M8).</p> <p><i>Koordination mit M1, M2, M6, M7, M9, M10 und M11</i></p> |
| M4 | Siedlungsentwicklung, ÖV-Nutzung und ÖV-Erschliessung prospektiv beeinflussen (vgl. Massnahme VR1 zum Thema Park and Ride des Bereichs «Ruhender Verkehr» im APLK) | <p>Die Stadt sorgt dafür, dass neu entstehende oder intensiver nutzbare Siedlungs- und Agglomerationsstrukturen bzw. städtebauliche Entwicklungsgebiete von Anfang an durch den ÖV gut erschlossen werden. Ebenso wird dafür gesorgt, dass auf dem Stadtgebiet primär an schon durch den ÖV gut erschlossenen Orten baulich verdichtet wird. Konkret können folgende Aktivitäten in Betracht gezogen werden:</p> <ul style="list-style-type: none"> — Zusammenarbeit den Dienstabteilungen Stadtentwicklung, Tiefbauamt, Immobilien und Umweltschutz, um einerseits bei Gebietsentwicklungen von Anfang an eine gute Erschliessung mit den notwendigen Infrastrukturen für ÖV und LV und um andererseits bauliche Verdichtungen und Nutzungen mit hohen Verkehrsfrequenzen primär an schon gut erschlossenen Orten zu realisieren. — Wie im APLK beschrieben, soll das Park&Ride-Angebot ausgebaut werden. Aus Sicht der Stadt wäre insbesondere am Bahnhof Littau ein attraktives P+R Angebot zu prüfen. Voraussetzung ist allerdings eine attraktive ÖV-Erschliessung. Weitere Massnahmen für eine Verlagerung des MIV mit dem Ziel Stadt Luzern sind beim Kanton zu beantragen, resp. mit dem Kanton und möglichen Standortgemeinden gemeinsam zu realisieren. <p>Diese Massnahmen sind mit den Aktivitäten des Verkehrsverbundes und dem Agglomerationsprogramm des Kantons zu koordinieren (vgl. Abschnitt 4.3.6).</p> <p><i>Koordination mit M2, M12 und M13</i></p> |
| M5 | Verkehrslenkung und -beruhigung | <p>Die Stadt überprüft, ob ein sinnvolles System für die Lenkung des Verkehrs eingeführt werden könnte mit dem Ziel einer Entlastung vom motorisierten Verkehr in den Quartieren und einer Verbesserung von Luftqualität und Lärmbelastung in Zonen mit hoher baulicher Dichte und knappem öffentlichen Raum. Dazu gehören geeignete Parkleitsysteme, gezielte Umlenkungen des Verkehrs auf Durchgangsstrassen und ev. Massnahmen zur Verminderung des MIV durch Gebühren, Um-</p> |

⁶ Gemäss Herrmann Knoflacher (2009), emeritierter Professor für Verkehrsplanung an der TU Wien, spielt der physikalische Zugang zum Verkehrsmittel eine herausragende Rolle bei der Verkehrsmittelwahl. Deswegen empfiehlt er die «unmittelbare Kopplung von Auto und Mensch durch die Anordnung der Parkplätze» aufzuheben und dafür zu sorgen, dass die Erreichbarkeit des ÖV mindestens so gut wie die Erreichbarkeit des eigenen Autos ist. Mit einer physikalischen Schlechterstellung des Zugangs zum Auto liesse sich gemäss den Forschungen von H. Knoflacher der Modalsplit-Anteil des MIV massiv verringern.

| Nr. | Massnahmenansatz | Beschreibung / Konkretisierung |
|---|--|--|
| | | weltauflagen oder Verlangsamungen. Massnahmen der letzteren Art liegen allerdings nicht im Kompetenzbereich der Stadt. (vgl. M9 und Regionale, Massnahmen mit regionalen, kantonalen oder nationalen Zuständigkeiten in Kapitel 4.3.6). <i>Koordination mit M1, M2, M3, M9 und M10 und den Massnahmen in Kap. 4.3.6.</i> |
| Technologische Verbesserung der verbleibenden Verkehrsmittel | | |
| M6 | Aktive Promotion von energieeffizienten und stadtgerechten Fahrzeugen (vgl. Massnahme FT1 des Bereichs «Fahrzeugtechnologie» im APLK) | Mit Information, Promotion und mit Aktionen, welche allenfalls zusammen mit dem lokalen Fahrzeughandel durchgeführt werden, fördert die Stadt den Kauf und den Gebrauch leichter und verbrauchsarmer Fahrzeuge für eine stadtgerechte Mobilität (darunter fallen auch E-Scooter und es soll auch auf andere Alternativen zum motorisierten Individualverkehr aufmerksam gemacht werden). Diesbezüglich ist zu beachten, dass ein grosser Teil des Verkehrsaufkommens durch Zu-Pendler verursacht wird. Diese werden durch Aktionen, die mit städtischen Fahrzeughändlern durchgeführt werden, nicht oder nur marginal erreicht. Mögliche Ansätze: — Die Stadt gibt gemeinsam mit anderen Städten (bspw. den Unterzeichnern der Charta für eine nachhaltige städtische Mobilität) periodisch eine Liste «stadtgerechter» Fahrzeuge und Nutzfahrzeuge heraus. Solche Fahrzeuge sind für die Zielerreichungen bis 2050 förderlich. Aktionen dieser Art geben einen starken Hinweis auf den Politikwechsel der Stadt hin zur 2'000-Watt-Gesellschaft. — Im Rahmen der Aktivitäten für eine stadtgerechte Mobilität können auch Aktionen (Promotion und Probefahrten) für Elektromobile, Elektroroller und Elektrowelos oder biogasbetriebene Fahrzeuge durchgeführt werden. In diesem Bereich könnte eine Zusammenarbeit mit Mobility (Car-Sharing) interessant sein. <i>Koordination mit M7, M8, und M3</i> |

Tabelle 18: Massnahmen für die Steigerung der Energieeffizienz in der Mobilität

4.3.4 Nutzung erneuerbarer Energien in der Mobilität

Der Einsatz erneuerbarer Treibstoffe in der Mobilität kann einen Beitrag zur Verminderung der Emissionen des Verkehrs leisten. Da aber das Potenzial von Biogas und anderen erneuerbaren Treibstoffen begrenzt ist und bereits bestehende Biogastankstellen auf dem Stadtgebiet einen wirtschaftlichen Betrieb der entsprechenden Fahrzeuge sicherstellen, gehen wir nachfolgend nur noch auf die Förderung von Elektrofahrzeugen ein. Diese müssen mittel- bis langfristig mit Strom aus erneuerbaren Quellen betrieben werden.

| Nr. | Massnahmenansatz | Beschreibung |
|-----|---|---|
| M7 | Schaffung einer Aufladeinfrastruktur für Elektromobile («Stromtankstellen») | Auf öffentlichen Parkplätzen sowie auf Firmenparkplätzen werden gemeinsam erste Infrastrukturen zum Aufladen von elektrisch betriebenen Fahrzeugen geschaffen und beworben (gespeist mit Strom aus erneuerbaren Quellen). <i>Koordination mit M6</i> |
| M8 | Förderung elektrischer Leicht-Fahrzeuge (Vgl. Massnahme FT1 des Bereichs «Fahrzeugtechnologie» im APLK) | Die Stadt könnte die finanzielle Förderung elektrischer Leicht-Fahrzeuge in ihr Förderprogramm aufnehmen, soweit sie nachweislich einen Ersatz für konventionelle Fahrzeuge darstellen. Auch hier ist zu beachten, dass mit Aktionen, die nur das Stadtgebiet betreffen, Zu-Pendler praktisch nicht erreicht werden. Wahrscheinlich sollte eine solche Förderung eher auf der Ebene des Kantons oder in Zusammenarbeit mit den grössten Zu-Pendler-Gemeinden durchgeführt werden (vgl. Massnahmen in Kapitel 4.3.6). Angesichts des Einflusses der Infrastrukturen, ist auch zu überlegen, ob die finanziellen Mittel nicht besser in infrastrukturelle Massnahmen investiert werden sollen. Auf Stadtgebiet wird die Prüfung einer Förderung von gut sichtbaren Parkplätzen für elektrische Leichtfahrzeuge empfohlen, da damit ein Signal für eine stadtgerechte Mobilität gesetzt und eine Attraktivierung erwünschter Fahrzeuge über die |

| Nr. | Massnahmenansatz | Beschreibung |
|-----|------------------|---|
| | | Stadtgrenzen hinaus vorangetrieben werden kann. Es ist allerdings aus rechtlicher Sicht abzuklären, ob eine Bevorzugung gewisser Fahrzeuge durchführbar wäre. <i>Koordination mit M6</i> |

Tabelle 19: Massnahmen für die Steigerung des Einsatzes erneuerbarer Energien in der Mobilität

4.3.5 Suffizienz in der Mobilität

Im Bereich der Suffizienz kann die Stadt versuchen für die steigenden Mobilitätsansprüche und deren Auswirkungen zu sensibilisieren. Ziel soll eine Art stadtgerechte Mobilitätskultur sein, in der klar der LV und der ÖV den Vorzug vor dem MIV haben. Dabei soll die Bevölkerung zu Verhaltensänderungen angeregt werden.

| Nr. | Massnahmenansatz | Beschreibung |
|-----|--|--|
| M9 | Attraktive Zonen / Quartiere mit hoher Lebens- und Aufenthaltsqualität schaffen | Im Rahmen von zukünftigen Planungen bzw. Gestaltungen der öffentlichen Räume werden die Attraktivität für Fussgänger und Velofahrer erhöht und wo möglich Begegnungszonen geschaffen. Dabei spielen insbesondere die Durchgrünung der Stadt und eine ausreichende Ausstattung mit innerstädtischen Grünflächen eine Rolle. Auf öffentlichen Plätzen, die bisher vom MIV dominiert werden, soll in Zukunft konsequent auf eine Förderung der Koexistenz (und Sicherheit) aller Verkehrsarten geachtet werden. Zudem ist eine Ausdehnung von Fussgänger-, Begegnungs- und Tempo-30-Zonen zu prüfen. <i>Koordination mit M3 und M5</i> |
| M10 | Förderung von nachhaltigen Quartieren mit Haushalten ohne eigene Personwagen | Die Stadt fördert bzw. unterstützt in städtischen Entwicklungsgebieten Projekte zur Realisierung eines 2000-Watt-gerechten Wohnens. Dazu gehört nebst der Einhaltung bester energetischer Baustandards und der Verwendung von Baumaterialien mit einem geringen Anteil an grauer Energie (z.B. Holzbau) ein Mobilitätskonzept für autofreies Wohnen (sehr gute ÖV-Erschliessung und beispielsweise Förderung von Car-Sharing-Angeboten, elektrischen Kleinfahrzeugen und Angeboten für den Transport sperriger Güter, damit nicht mit dem eigenen Personwagen eingekauft werden muss). <i>Koordination mit M3 und M5</i> |
| M11 | Sensibilisierung für die Umweltwirkungen der Mobilität und Promotion des LV | Die Stadt informiert über die Umweltwirkungen der Mobilität und die Handlungsmöglichkeiten, diese zu reduzieren (z.B. durch die Einführung von Heimarbeitstagen in grossen Betrieben und der Verwaltung für die Verringerung der Pendlerströmen, vgl. auch Mobilitätsberatung). Die Bevölkerung soll angeregt werden, ihr Mobilitätsverhalten zu überdenken und zu ändern. Die Benutzung der eigenen Körperkraft ist mehrfach vorteilhaft (Gesundheit, Fitness, Beitrag an eine Stadt mit hoher Lebensqualität). Zudem bietet eine Stadt mit einem attraktiven Langsamverkehrsnetz auch wirtschaftliche Potenziale, da so die Möglichkeit von Interaktionen gesteigert wird. Auch das Reisen und die Wahl der Ferien können thematisiert werden (Kampagne mit Luzern Tourismus AG bzw. UNESCO Biosphäre, Thematisierung von Flugreisen). <i>Koordination mit allen Massnahmen, insbesondere M14</i> |

Tabelle 20: Massnahmen für mehr Suffizienz in der Mobilität

4.3.6 Regionale, kantonale und nationale Zuständigkeiten im Bereich Mobilität

Da der öffentliche Verkehr in und um Luzern durch den Verkehrsverbund Luzern organisiert und koordiniert wird, sind die nachfolgend aufgelisteten Massnahmen zur Stärkung des ÖV durch die Stadt im Verkehrsverbund geltend zu machen.

| Nr. | Massnahmenansatz | Beschreibung |
|-----|---|--|
| M12 | Überregionale Koordination des ÖV und prospektive ÖV-Erschliessung in Entwicklungsgebieten (vgl. M4) | Die Stadt setzt sich im Verkehrsverbund sowie allenfalls im Gemeindeverband LuzernPlus für eine verbesserte überregionale Koordination der Verkehrsmittel ein. Eine vorausschauende Planung und Verknüpfung der Verkehrsinfrastrukturen bei gleichzeitigem Ausbau des ÖV soll erreichen, dass der Ziel- und Quellverkehr verstärkt auf den öffentlichen Verkehr umgeleitet wird. <i>Koordination mit M2</i> |
| M13 | Ausbau der lokalen/regionalen ÖV-Kapazitäten (Trolleybus im Stadtzentrum, S-Bahn) und Promotion des ÖV | Der Busverkehr stösst vor allem im Stadtzentrum an Kapazitätsgrenzen. Möglichkeiten zur Steigerung der Buskapazitäten im Zentrum sind zu prüfen. Darunter fallen insbesondere die Erhöhung der Kapazität der einzelnen Linien (z.B. Einsatz von Doppelgelenk- oder Eilbussen) und die Erhöhung der Kapazität der Verkehrsinfrastrukturen (Umwidmung von MIV-Verkehrsflächen zugunsten des Busverkehrs). Zusätzlich soll ein verstärkter Ausbau der S-Bahn zur Busentlastung sowie zur Nutzung der bestehenden Passagierpotentiale stattfinden. Das ÖV-Angebot zu Randzeiten und in Randgebieten wird in Zusammenarbeit mit den Gemeinden des Quellverkehrs und Verkehrsunternehmen dort wo nötig ausgebaut. Der Takt wird auf Strecken und zu Zeiten, wo dies voraussichtlich eine Verkehrsverlagerung auf den ÖV bewirken kann, erhöht. Die Stadt prüft temporäre Vergünstigungen auf Fahrkarten zusammen mit Gemeinden des Quellverkehrs in der Region um Luzern. Mit Aktionen wie ein zeitlich befristetes ÖV-Schnupperpaket für Zugezogene können positive Verhaltensweisen gefördert werden. Der Ausbau der ÖV-Transportkapazitäten macht ökologisch und ökonomisch dort Sinn, wo es gelingt, den Modalsplit zugunsten des öffentlichen Verkehrs zu erhöhen. Dies muss in der Regel mit flankierenden Massnahmen beim MIV (Massnahmen M3, M9, M10, M11) abgesichert werden. Ohne solche flankierenden Massnahmen wird primär die Verkehrsnachfrage erhöht, was zu einem grösseren Energieeinsatz und einem niedrigen Kostendeckungsgrad führt. <i>Koordination mit M2 sowie M3, M9, M10 und M11</i> |
| M14 | Mobilitätsberatung | Die Stadt setzt sich für die Schaffung einer zentralen Beratungsstelle für nachhaltige Mobilität ein. Stichworte: Verkehrsvermeidung, -verlagerung (z.B. durch Heimarbeit), Effizienzsteigerung, verkehrseffiziente Veranstaltungen, Fahrtenbörse/Mitfahrzentrale, Ausgestaltungsmöglichkeiten von mobilitätssparendem Wohnen, ÖV- und Langsamverkehrsoptionen, Erholungs- und Tourismusooptionen ohne Flugverkehr und MIV, etc. Zum aktuellen Zeitpunkt (Frühling 2010) ist im Rahmen des Verkehrsverbundes gemäss Auskunft TBA eine virtuelle Mobilitätsberatungplattform im Aufbau. <i>Koordination mit allen Massnahmen, insbesondere M11</i> |
| M15 | Einsatz von effizienten Fahrzeugen im ÖV , Steigerung der Energieeffizienz im ÖV (Vgl. Massnahme VL3 des Bereichs «Velo und öff. Verkehr» im APLK) | Die Stadt setzt sich beim Verkehrsverbund dafür ein, dass die eingesetzten Fahrzeuge hohen Standards bezüglich Energieeffizienz, Schadstoffausstoss und Lärmemissionen genügen und auch, dass neue effiziente Antriebskonzepte, wie z.B. Hybridantriebe getestet und gegebenenfalls eingesetzt werden. Wie im APLK vorgeschlagen, soll die Elektrifizierung des ÖV vorangetrieben werden, da dadurch die Effizienz gesteigert und die lokalen Emissionen massiv verringert werden können. |

Tabelle 21: Massnahmen zur Stärkung des öffentlichen Verkehrs im Rahmen des Verkehrsverbunds

Die Stadt Luzern setzt sich zusätzlich beim **Kanton Luzern und beim Bund** für folgende energiepolitischen Massnahmen ein (via Direktkontakt oder z.B. über den Schweizerischen Städteverband):

- Prüfung von Ausbau und Bewerbung des Park+Ride-Angebots an wichtigen regionalen Standorten, um den MIV mit dem Ziel Stadt möglichst an der Quelle abzufangen und auf den ÖV umzuleiten. Dabei ist zu prüfen, ob gemeinsam mit Verkehrsverbund und SBB eine Kombination von Park- und ÖV-Jahreskarte angeboten werden kann und auch, ob es andere Massnahmenansätze braucht, um das proklamierte Ziel zu

erreichen (grundsätzlich sollen aber bisherige ÖV-Benutzer durch Verbilligungen für den Umstieg auf den ÖV nicht benachteiligt werden)

- Steuervergünstigungen für stadtverträgliche Fahrzeuge (hohe Effizienz oder Einsatz erneuerbarer Energien, tiefe Schadstoff- und Lärmemissionen; wird teilweise umgesetzt).
- CO₂ - Abgabe auch für den MIV und den Güterverkehr.
- Lobbyieren für energetische Verbesserungen bei der Fahrzeugflotte: Schnellere Senkung der Verbrauchsvorschriften des Bundes gemäss EnG, Gewichtsverringern von Fahrzeugen, Downsizing, Optimierung von Getrieben/Antrieb/Luftwiderstand, Leichtlaufreifen.
- Steuerabzüge für autofreie Haushalte. Wegekostenabzüge bei den Steuern maximal in der Höhe der ÖV-Kosten.
- Parkplätze für ökologisch vorteilhaften MIV: Einführung einer nationalen Kennzeichnungspflicht (analog Umweltetikette).
- Schaffen von national einheitlichen technischen und rechtlichen Grundlagen für Roadpricing auf lokaler Ebene. Lobbying für die Umlegung von fixen Mobilitätskosten auf variable, verursachergerechte Kosten (Importsteuer, Fahrzeugsteuer, Autobahnvignette, Haftpflichtversicherung, usw.).
- Anregung der Einführung von Umweltzonen, die nur mit Fahrzeugen, die gewisse Anforderungen erfüllen, befahren werden dürfen, durch den Kanton. Solche Zonen haben in erster Linie einen lufthygienischen Nutzen.

4.3.7 Zusammenfassung und Priorisierung der Mobilitäts-Massnahmen

Die Priorisierung der Massnahmen erfolgt, wie in Kapitel 4.1 beschrieben, über folgende Kriterien:

- Beitrag zur Zielerreichung bzw. Wirkung der Massnahme
- Schätzung der Kostengünstigkeit der Massnahme
- Wichtigkeit der Massnahme für langfristige Entwicklungen (Anlagen und Technologien mit langen Lebensdauern)

Die Ermittlung der Wirkung einzelner Massnahmenansätze im Mobilitätsbereich ist schwierig. Für eine detaillierte Wirkungsabschätzung müssen die Massnahmenansätze im Rahmen von Aktionsplänen in konkrete Massnahmen umgesetzt werden. Die Wirkungen hängen dann von den konkret umgesetzten Massnahmen, der gewählten Umsetzungstiefe und vom Umsetzungsgrad der Massnahmen ab. Bisher liegen nur wenig Erfahrungen mit der Wirkung von konkreten Massnahmen zur Verringerung der Mobilität vor.

Im APLK wurde z.B. eine pauschale Wirkung für die verschiedenen Mobilitätsmassnahmen angenommen⁷. Ein zweiter wichtiger Grund für die Schwierigkeit von Wirkungsabschätzungen ist die Länge des Betrachtungshorizontes: Wirkungsabschätzungen über einen Zeitraum von 40 Jahren können wegen den sich ändernden Rahmenbedingungen nicht exakt vorgenommen werden. Aus diesem Grund müssen die tatsächlichen Wirkungen der Massnahmen regelmässig evaluiert werden, wonach eine Anpassung der Massnahmen an den Zielpfad und an neue Rahmenbedingungen erfolgen soll.

Für die Wirkungsabschätzung im Mobilitätsbereich sind folgende Punkte zu beachten:

- Für die **Bilanzierung der Wirkungen** wird das Territorialprinzip und teilweise das Inländerprinzip angewendet, da Angaben zum Modalsplit und zum Flugverkehr nur nach dem Inländerprinzip verfügbar sind. Eine solche Vermischung ist methodisch nicht korrekt, kann aber mangels anderer Daten nicht verhindert werden. Für die hier notwendige Grobabschätzung erachten wir diese Vorgehensweise als genügend Aussagekräftig.
- Der Primärenergieverbrauch (PE-Verbrauch) und die CO₂-Emissionen auf dem **Autobahnabschnitt** – das sind 23% der CO₂-Emissionen und 21% des PE-Verbrauchs des Verkehrs im Jahr 2008 – werden in der Wirkungsabschätzung nicht berücksichtigt. Gemäss Referenzentwicklung, welche ungefähr eine Stabilisierung des Treibstoffverbrauchs abbildet, wird angenommen, dass Energieverbrauch und CO₂-Emissionen des Autobahnabschnitts bis 2050 konstant bleiben werden. Das bedeutet, dass die in der Referenzentwicklung prognostizierte Fahrleistungszunahme durch Effizienzgewinne kompensiert wird.
- Der PE-Verbrauch und die CO₂-Emissionen, die durch den **Flugverkehr** der Bevölkerung Luzerns verursacht werden – das sind 26% der CO₂-Emissionen und 25% des PE-Verbrauchs des Verkehrs im Jahr 2008 – werden in der Wirkungsabschätzung ebenfalls nicht berücksichtigt. Gemäss der von der Referenzentwicklung prognostizierten Stabilisierung des Treibstoffverbrauchs wird wiederum angenommen, dass der durch den Flugverkehr verursachte Energieverbrauch bis 2050 konstant bleiben wird. Bei dieser optimistischen Schätzung wird jeglicher Mehrverkehr durch Effizienzgewinne wett gemacht.

Die Massnahmen der Stadt Luzern betreffen im Jahr 2008 somit knapp 51% der CO₂-Emissionen und 54% des PE-Verbrauchs des Verkehrs (Total Verkehr minus Autobahn und Flugverkehr).

⁷ Im Aktionsplan Luftreinhaltung und Klimaschutz wird davon ausgegangen, dass mit den Massnahmen im Bereich «Ruhender Verkehr», «Velo und öffentlicher Verkehr» sowie «Fahrzeugtechnologie» jährlich ca. 1% der CO₂ Emissionen des Jahres 2005 reduziert werden können. Dies entspricht einer geschätzten Einsparung von ca. 2'800 Tonnen CO₂ pro Jahr. Die oben vorgeschlagenen Massnahmen M1, M2, M3, M4, M6, M8 und M15 sind teilweise deckungsgleich mit den im APLK vorgeschlagenen Massnahmen. Da hier aber weitere und umfassendere Massnahmeninhalte vorgeschlagen werden und vor allem ein viel grösserer Betrachtungszeitraum verwendet wird, nehmen wir an, dass mit der Umsetzung dieser Massnahmen im Lauf der Zeit eine grössere Wirkung erzielt werden kann.

Für die Abschätzung der Wirkungen der strategischen Massnahmenansätze wird als erstes die Referenzentwicklung zugrunde gelegt, gemäss der davon auszugehen ist, dass sowohl der Primärenergieverbrauch als auch die CO₂-Emissionen des Verkehrs bis im Jahr 2050 etwa konstant bleiben werden. Als zweites schätzen wir die Massnahmenwirkungen, wo davon ausgegangen wird, dass bei gleich bleibender Verkehrsleistung, die Anteile von ÖV und LV markant erhöht werden können und dass der dann noch verbleibende MIV viel effizienter (Effizienzsteigerung von 40%) und zu einem Anteil von 25% elektrisch abgewickelt wird. In der unten stehenden Fussnote werden die Annahmen im Detail erläutert⁸.

Mit den zugrunde gelegten Annahmen und Wirkungen kann im Verkehrsbereich insgesamt (inkl. Flug-, Autobahn- und Schwerverkehr) ein Rückgang in der Grössenordnung von ca. 34% der CO₂-Emissionen und ca. 25% des PE-Verbrauchs gegenüber 2008 erreicht werden (bezogen auf den durch die Stadt «beeinflussbaren» Anteil wäre das immerhin ein Rückgang von ca. 37% beim PE-Verbrauch und von ca. 52% bei den CO₂-Emissionen). Nachfolgende Tabelle zeigt die vorgeschlagenen strategischen Massnahmenansätze und deren Priorisierung.

| | Nr. | Massnahmenansatz | Wirkung 2050 (t CO ₂ -eq / a) | Kosten | Zeit- horizont | Bemerkung |
|-----------|-----|---|---|--------|-------------------|--|
| Effizienz | M1 | Priorität für LV bei Bau, Unterhalt und Nutzung der Verkehrsinfrastruktur | Ca. 19'000 | +(++) | +++ | Die Kosten können im Rahmen von ohnehin anfallenden Sanierungsarbeiten gesenkt werden. Hohe Kosten für die Realisierung des Tiefbahnhofs |
| | M2 | Priorität für ÖV bei Bau, Unterhalt und Nutzung der Verkehrsinfrastruktur | Ca. 19'000 | +++ | +++ | |
| | M3 | Weiterführen der Parkplatzbewirtschaftung, langfristige Anpassung des Parkplatzreglements | Bei M1 und M2 angerechnet. ++ | + | + | Wirkungen bei den Massnahmen M1 und M2 angerechnet |
| | M4 | Siedlungsentwicklung, ÖV-Nutzung und ÖV-Erschliessung prospektiv beeinflussen | Bei M2 angerechnet. + | + | ++ | Die Wirkungen und die Kosten variieren je nach Art der Massnahme. |
| | M5 | Verkehrslenkung und -beruhigung | Bei M1 und M2 angerechnet. + | + | + | Annahme: Personelle Kapazität im Tiefbauamt vorhanden. |

⁸ Wir gehen davon aus, dass die **Verkehrsleistung** auf dem Gebiet der Stadt bis 2050 nicht zunehmen wird, da der begrenzte Raum auf dem Stadtgebiet gemäss Auskunft des TBA schon heute zu einer Plafonierung der Verkehrsleistung führt.

Beim **motorisierten Individualverkehr (MIV)** wird angenommen, dass aufgrund der verbesserten Situation für ÖV und LV im Jahr 2050 noch 20% der Tagesdistanzen mit dem MIV zurückgelegt werden (2005: 40%). Der Anteil stadtgerechter Fahrzeuge nimmt derart zu, dass der durchschnittliche Energieverbrauch des verbleibenden MIV gemäss Potenzialschätzung im Bericht Teil «Grundlagen» um 40% gesenkt werden kann. Zusätzlich wird angenommen, dass im Jahr 2050 rund 25% der verbleibenden Fahrten des MIV elektrisch zurückgelegt werden (mit einem Primärenergiefaktor Strom von 2 im Jahr 2050).

Beim **Langsamverkehr (LV)** wird bis 2020 erwartet, dass der Anteil von 12% im Jahr 2005 bis 2020 auf 16% und bis 2050 auf 22% der Tagesdistanzen gesteigert werden kann. Es wird angenommen, dass ca. 50% des Rückgangs beim MIV vom LV aufgefangen wird.

Beim **öffentlichen Verkehr (ÖV)** wird erwartet, dass der Anteil bis 2050 von 40% auf 50% der Tagesdistanzen ansteigen wird (Annahme: Tiefbahnhof wird realisiert). Es wird angenommen, dass 50% des Rückgangs beim MIV vom ÖV aufgefangen wird. Die Energieeffizienz des öffentlichen Verkehrs kann zudem bis im Jahr 2050 um 30% gesteigert werden (Elektrifizierung und Rückspeisung der Bremsenergie, Leichtbauweise, längere Fahrzeuge, ...).

Beim PE-Verbrauch und den CO₂-Emissionen des **Schwerverkehrs** wird angenommen, dass eine leichte Verkehrszunahme um 10% erfolgt (zum Vergleich: Referenzentwicklung: +30%) und eine Verbesserung der Fahrzeugeffizienz (-25%) stattfinden wird.

| | | | | | | |
|------------------------|---|--|----------------------------------|-----|-----|--|
| Erneuerbare | M6 | Aktive Promotion von energieeffizienten und stadtgerechten Fahrzeugen | M6, M7 und M8: Ca. 14'500 | + | + | Annahme: Kosten für eine halbe Stelle |
| | M7 | Schaffung einer Aufladeinfrastruktur für Elektromobile ("Stromtankstellen") mit Ökostrom | M6, M7 und M8: (14'500) | + | + | Für die Bewertung des Strommixes wird ein Primärenergiefaktor von 2 zugrunde gelegt.. |
| | M8 | Förderung elektrischer Leicht-Fahrzeuge | M6, M7 und M8: (14'500) | + | + | |
| Suffizienz | M9 | Attraktive Zonen / Quartiere mit hoher Lebens- und Aufenthaltsqualität schaffen | Bei M1 und M2 angerechnet. ++ | ++ | +++ | Die Wirkungen im Suffizienzbereich sind schwer abschätzbar. Grundsätzlich können weitergehende Wirkungen erzielt werden. |
| | M10 | Förderung von nachhaltigen Quartieren mit Haushalten ohne eigene Personenwagen | Bei M1 und M2 angerechnet. ++ | + | + | |
| | M11 | Sensibilisierung für die Umweltwirkung der Mobilität und Promotion des LV | Wirkt auf alle Massnahmen +++ | + | + | Annahme: Kosten für eine halbe Stelle |
| Andere Zuständigkeiten | M12 | Überregionale Koordination des ÖV und prospektive ÖV-Erschliessung in Entwicklungsgebieten (vgl. M4) | Bei M2 angerechnet. ++ | ++ | ++ | Abwicklung durch Verkehrsverbund |
| | M13 | Ausbau der lokalen/regionalen ÖV-Kapazitäten (Trolleybus im Stadtzentrum, S-Bahn) und Promotion des ÖV | Bei M2 angerechnet. +++ | +++ | +++ | |
| | M14 | Mobilitätsberatung | Wirkt auf alle Massnahmen | + | + | |
| | M15 | Einsatz von effizienten Fahrzeugen im ÖV, Steigerung der Energieeffizienz im ÖV | Ca. 3000 | ++ | + | Annahme: Investitionen sind wirtschaftlich wegen Energiepreisen |
| | <ul style="list-style-type: none"> — Prüfung von Ausbau und Bewerbung des Park+Ride-Angebots an wichtigen regionalen Standorten — Steuervergünstigungen für stadtverträgliche Fahrzeuge (hohe Effizienz oder Einsatz erneuerbarer Energien - wird umgesetzt). — CO₂ - Abgabe auch für den MIV und den Güterverkehr. — Energetische Verbesserungen bei der Fahrzeugflotte. — Steuerabzüge für autofreie Haushalte, Reduktion der zulässigen Steuerabzüge für MIV-Wegekosten — Parkplätze für ökologisch vorteilhaften MIV — Einführung von Umweltzonen | | | | | |

Tabelle 22: Zusammenfassung und Priorisierung der Mobilitätsmassnahmen
+++ = gross/hoch/langfristig, ++ = mittel, + = klein/niedrig/kurzfristig

Die Mobilitäts-Massnahmen können zu **drei Stossrichtungen** zusammengefasst werden:

- 1 Vermeidung von Verkehr sowie Stärkung des öffentlichen Verkehrs und des Langsamverkehrs bzw. Verlagerung des MIV auf den ÖV und den LV. Prioritär sind folgende Massnahmenansätze zu vertiefen (Nennung gemäss Rangfolge):
 - 1.1 LV: **M1, M9, M10** sowie M3 und M5,
 - 1.2 ÖV: **M2, M12, M13**, M3, M5, sowie M4, M10

- 2 Technologische Verbesserung und Elektrifizierung des verbleibenden Verkehrs. Die Bewertung des eingesetzten Stroms spielt bei der Bewertung der Massnahmen eine wichtige Rolle. Prioritär sind folgende Massnahmenansätze zu vertiefen (Nennung gemäss Rangfolge):
 - 2.1 MIV: **M6, M7** und M8

2.2 ÖV: M15

- 3 Verbesserung der Lebens- und Aufenthaltsqualität in der Stadt sowie Förderung einer nachhaltigen Quartierentwicklung: M9 und M10 – vgl. Massnahmen unter Punkt 1.

Die Massnahmenansätze M11 und M14 sind flankierend umzusetzen und insbesondere mit M6 zu koordinieren. Wegen den vielen Einflüssen der Massnahmenansätze untereinander (z.B. keine Einschränkung des MIV, wenn nicht gleichzeitig der LV und der ÖV attraktiver werden) und der wichtigen Rolle der Infrastrukturentwicklung, empfehlen wir, die Vertiefung aller Massnahmenansätze in einem Aktionsplan «stadtgerechte Mobilität», der gemeinsam von Umweltschutz und Tiefbauamt erarbeitet und umgesetzt wird (oder gemeinsame Überarbeitung der Leitlinien kommunale Verkehrsplanung).

Die Wirkungsabschätzung zeigt, dass mit den vorgeschlagenen Massnahmenansätzen bei einer entsprechenden Umsetzungstiefe beachtliche Wirkungen erzielt werden können: Es kann schätzungsweise eine Reduktion auf 787 Watt und 1'530 kg pro Kopf erreicht werden⁹ (2008: 1'220 Watt/Kopf und 2'400 kg CO₂ eq/Kopf). Die Ziele der **2000-Watt-Gesellschaft** sind aber weitergehend: der Primärenergiebedarf für Mobilität sollte bis ins Zieljahr um mehr als zwei Drittel (Ziel: ca. 400 Watt / Kopf gemäss Novatlantis 2005) und die Treibhausgasemissionen um mehr als drei Viertel gesenkt werden. Das zeigt, dass diese Zielsetzungen nur gemeinsam mit den übergeordneten Partnern beim Kanton und dem Bund erreicht werden können. Die Tatsache, dass mit der Ausklammerung der Autobahn und des Flugverkehrs knapp die Hälfte der Emissionen des Jahres 2008 nicht im direkten Einflussbereich der Stadt liegen, zeigt dass Gemeinden in ihren Bemühungen um eine nachhaltige Zukunft der Mobilität besonders auf weitergehende und unterstützende Massnahmen von Bund und Kanton angewiesen sind. Die Stadt soll deswegen ihre gemeinsamen Aktivitäten mit anderen Städten ausbauen und eine verstärkte Zusammenarbeit mit den übergeordneten Ebenen anstreben (vgl. Vorschläge in Abschnitt 4.3.6).

4.4 Schwerpunkt 2: Gebäude

Der Massnahmenschwerpunkt «Gebäude» ist aus Sicht der möglichen Treibhausgasemissionsreduktionen der zweitwichtigste kommunale Massnahmenschwerpunkt. Ohne Anrechnung der Referenzentwicklung, in der im Bereich Brennstoffe bis 2050 eine Reduktion um fast die Hälfte unterstellt wird, ist der Gebäudebereich der wichtigste Handlungsschwerpunkt. Er umfasst sowohl Massnahmen für einen effizienteren Energieeinsatz und für einen vermehrten Einsatz erneuerbarer Energien als auch für einen haushälterischen, d.h. suffizienten Umgang mit Energie.

⁹ Ob diese Werte erreicht oder übertroffen werden, hängt von diversen Einflussfaktoren ab: ein markant steigender Energiepreis könnte z.B. die Entwicklung in die geforderte Richtung beschleunigen. Ebenso könnte ein Durchbruch bei der Elektromobilität zu einer viel grösseren Zunahme der elektrisch betriebenen Fahrzeuge führen (die Autoren von Wuppertal-Institut (2009) nehmen an, dass im München von 2058 rund 80 % aller Fahrten mit Strom zurückgelegt werden).

Die besondere Herausforderung des Massnahmenswerpunkts Gebäude besteht in der Mobilisierung der Effizienzpotenziale bei den bestehenden Bauten. Eine **höhere Rate energetisch hochwertiger Sanierungen** ist aus Sicht des möglichen Beitrages zur Zielerreichung der wichtigste Handlungsansatz. Zusätzlich sollen auch Neubauten möglichst mit bestem energetischen Standard (Minergie-P) erstellt werden und erneuerbare Energien nutzen. Sie sollen in der langen Periode bis zur ersten Erneuerung nur wenig zum städtischen Energieverbrauch beitragen und während ihres Betriebs möglichst keine Treibhausgase emittieren. Eine spezielle Herausforderung für die Stadt Luzern stellt der Anteil schützenswerter Bauten auf dem Stadtgebiet dar, der besondere und zum Teil gebäudespezifische Ziele erfordert, welche von den zurzeit in Entwicklung befindlichen technischen Möglichkeiten für derartige Bauten abhängig gemacht werden sollten. Als Alternative zu einer starken Reduktion des Energieverbrauchs durch Wärmedämmung kann hier insbesondere die Nutzung von erneuerbaren Energien und Umweltwärme forciert werden (siehe Kapitel 4.4.4).

4.4.1 Ausgangslage

Der Brennstoffverbrauch hat im Jahr 2008 einen Anteil von 33% am Primärenergieverbrauch und von 54% an den CO₂-Emissionen. Allein die Bereitstellung von Raumwärme und Warmwasser benötigt 28% des Primärenergieeinsatzes und ist für die Hälfte aller CO₂-Emissionen verantwortlich. Pro Kopf werden aufgrund des gesamten Brennstoffverbrauchs jährlich 1'680 Watt benötigt und 3.25 Tonnen CO₂-eq ausgestossen. Schon mit der Referenzentwicklung sinkt der Brennstoffverbrauch bis im Jahr 2050 um schätzungsweise 50%, auf ca. 810 Watt und 1.6 Tonnen CO₂-eq pro Kopf. Diese Werte sind aber immer noch bei weitem zu hoch, vor allem vor dem Hintergrund, dass die fossilen Brenn- und Treibstoffe im Zielzustand zusammen höchstens 500 Watt beanspruchen sollten.

Die Potenzialanalyse im Grundlagenbericht zeigt, dass **Effizienzsteigerungen** mittels verbesserter Wärmedämmung bei Gebäuden am meisten zur weiteren Reduktion der CO₂-Emissionen in der Stadt Luzern beitragen können. So kann der Einsatz von Brennstoffen durch eine umfassende energetische Verbesserung des Gebäudebestandes theoretisch um bis zu 80% reduziert werden – mit entsprechender Reduktion der CO₂-Emissionen: Knapp 180'000 Tonnen CO₂-eq könnten so jährlich eingespart werden – was etwa 40% der gesamten städtischen CO₂-Emissionen aus dem Jahr 2008 entspricht. Der Brennstoffverbrauch könnte durch eine Ausschöpfung des Effizienzpotenzials im Vergleich zur Referenzentwicklung nochmals halbiert werden: auf ca. 460 Watt und 0.9 Tonnen CO₂-eq-Emissionen pro Kopf und Jahr.

Umweltwärme (Nutzung mittels Wärmepumpen) sowie die Sonnenenergie (Solarthermie) sind die mit Abstand wichtigsten **erneuerbaren Energieträger** im Wärmebereich. Die Nutzung der Photovoltaik, welche ebenfalls bedeutsame Potenziale aufweist, wird im Schwerpunkt Energieversorgung und Energieerzeugung besprochen. Wichtigste Anwendungsgebiete liegen in der Raumwärme- und Warmwasserbereitstellung mittels Umweltwärmenutzung, in der Warmwasser-(Vor-)Wärmung und ergänzenden Raumwärmebe-

reitstellung mittels Solarthermie. Die Nutzung der weiteren erneuerbaren Energieträger ist gemessen am gesamten Energieverbrauch der Stadt Luzern nicht relevant, weswegen bei diesen Energieträgern kein Schwerpunkt bei den Aktivitäten gesetzt werden muss. Grundsätzlich ist bei der Nutzung des begrenzten Biomassepotenzials eine hocheffiziente Nutzung in grösseren Anlagen anzustreben (beim Stand der Technik 2010). Das Nutzungspotenzial der Solarthermie wird auf ca. 500 TJ/a geschätzt, das der Umweltwärme auf ca. 1'700 TJ. Die weiteren erneuerbaren Energieträger im Wärmebereich weisen ein Potenzial von ca. 60 TJ/a (inkl. Abwärmenutzung) auf.

Damit InvestorInnen verstärkt zukunftsweisende energetische Standards für Neubauten und Sanierungen wählen, werden gegenwärtig mit verschiedenen Förderprogrammen finanzielle Anreize gesetzt. So unterstützt das anfangs Januar 2010 eingeführte **Gebäudeprogramm** der Kantone und des Bundes energetische Sanierungen bestehender Bauten. Es werden keine (Ersatz-)Neubauten gefördert. Die Förderung der energetischen Massnahmen an bestehenden Bauten erfolgt pro Bauteil, welches saniert wird. Die minimalen energetischen Anforderungen an geförderte Bauteile entsprechen circa den Anforderungen an Minergie-Module.

Der **Kanton Luzern** hat sein Förderprogramm dem neu eingeführten nationalen Gebäudeprogramm angepasst und fördert die *Gesamterneuerung* bestehender Gebäude nach Minergie und Minergie-P mit einem Förderbeitrag, der zusätzlich zu dem des nationalen Gebäudeprogramms ausgezahlt wird. Zudem fördert der Kanton die gebäudegebundene Nutzung von Solarthermie und von Holzenergie. Mit dem Förderprogramm Energie der Stadt Luzern werden zurzeit die Modernisierung im Minergie- und Minergie-P-Standard, Neubauten im Standard Minergie-P(-Eco) sowie die Nutzung von erneuerbaren Energien (Solarthermie, Photovoltaik, Umweltwärme, Abwärme usw.) gefördert. Auf dem alten Stadtgebiet kann die Brennholznutzung aus lufthygienischen Gründen problematisch sein. Hier sollten nur grössere Holzfeuerungen mit Rauchgasfilter erstellt und gefördert werden. Im Stadtteil Littau hingegen kommen Holzfeuerungen eher in Frage. Generell wird mit der Bestimmung „Höchstanteil an nichterneuerbaren Energien“ der kantonalen Energieverordnung für Neubauten und Erweiterungen bestehender Bauten gefordert, dass 20% des zulässigen Wärmebedarfs für Heizung und Warmwasser mit erneuerbaren Energien bereitgestellt werden müssen bzw. mit zusätzlicher Wärmedämmung kompensiert werden müssen. Diese gesetzliche Forderung unterstützt den Einsatz erneuerbarer Energien in neuen Gebäuden.

4.4.2 Herausforderungen und Hemmnisse

Zur Verbesserung der Energieeffizienz der Gebäude sowie bei der Steigerung des Einsatzes von erneuerbaren Energien sind verschiedene Hemmnisse zu beachten. Nachfolgend wird versucht eine Übersicht der wichtigsten Hemmnisse zu geben (basierend auf econcept 2009, econcept 2007 und weiteren Studien):

- **Restriktionen beim Investitionsbudget:** Massnahmen an Gebäuden zur Steigerung der Energieeffizienz und auch für den Einsatz erneuerbarer Energien weisen meist

höhere Investitionskosten auf und setzen entsprechende finanzielle Möglichkeiten der GebäudeeigentümerInnen voraus (auch wenn die Massnahmen bei einer Gesamtbeurteilung über die Lebensdauer wirtschaftlich sind). Zudem sind Gebäude privater EigentümerInnen durch den Kauf oft lange mit (nicht rückzahlbaren) Hypotheken belastet, was die Kapitalbeschaffung für energetische Sanierungen während dieser Zeit erschwert.

- **Wirtschaftlichkeit:** Wirtschaftlichkeitsberechnungen für die Sanierung von bestehenden Bauten und auch für energieeffiziente Neubauten erfolgen meist mit sehr kurzen Horizonten von 10 Jahren und schliessen dadurch die Berücksichtigung eines möglichen Anstiegs der Energiekosten in fernerer Zukunft aus. Dies kann dazu führen, dass hohe energetische Baustandards rechnerisch unwirtschaftlich erscheinen. Viele Effizienzmassnahmen im Gebäudebereich (wie Fensterersatz oder Dämmung des Daches) sind bei den aktuellen Energiepreisen wirtschaftlich. Bei der Nutzung von erneuerbaren Energien und der Umweltwärme ist die Wirtschaftlichkeit bei einem nachträglichen Einbau in bestehende Bauten oft ein Problem. Deswegen wird die Wärmeversorgung bei Erneuerungen von Gebäuden nur selten auf Umweltwärme umgestellt. Erschwerend ist zudem, dass der Einsatz von Wärmepumpen und auch von Sonnenkollektoren für die Heizungsunterstützung vor allem bei niedrigen Vorlauftemperaturen (Fussbodenheizungen) ökonomisch und ökologisch sinnvoll ist und daher eine gut gedämmte Gebäudehülle erfordert.
- **Mieter-Vermieter-Problematik:** Im Bereich der Mietwohnungen besteht vielfach die Problematik, dass bei energetisch vorteilhaften Massnahmen – an der Gebäudehülle sowie bei Geräten und Anlagen, wie Heizung oder Waschmaschine – die Kosten beim Vermieter anfallen und die finanziellen Einsparungen beim Mieter. Dies kann Investitionen des Vermieters in Energiesparmassnahmen und in erneuerbare Energien verhindern, da in der Regel nicht die gesamten Kosten überwältzt werden können. Hemmnisse bestehen aber vielfach auch bei Stockwerkeigentümergeinschaften. Die Beschlussfassung für Erneuerungsinvestitionen ist komplex und kann durch einzelne (kurzfristig nicht zahlungsfähige oder –willige) Stockwerkeigentümer blockiert werden.
- **Informations- und Vertrauensdefizite:** Bei der Sonnenenergienutzung und partiell auch bei anderen Massnahmen im Energiebereich spielen Informations- und Vertrauensdefizite sowohl auf der Bauherrschaftsseite als auch auf der Seite des bau- und Installationsgewerbes eine wichtige Rolle. HauseigentümerInnen, Bauherrschaften, Planende, ArchitektInnen und auch Akteure aus dem Installationsgewerbe sind oft nur ungenügend über den Stand der Technik informiert. Zudem fehlt oft die praktische Erfahrung mit effizienten Lösungen. Aus diesem Grund werden verbreitet nicht optimale Lösungen realisiert, die auf andere Bauherrschaften einen hemmenden Effekt haben. Neben der fehlenden Information ist eine fehlende Sensibilisierung für klima- und energiepolitische Ziele und für die Bedeutung energetischer Massnahmen an Gebäuden zu ihrer Erreichung ein weiteres Hemmnis, welches zum gegenwärtig hohen Energieverbrauch des Gebäudeparks führt.

- **Langsame Durchsetzung von Innovationen:** Wie die Erfahrung zeigt, nehmen Architekten, Bau- und Installationsgewerbe Innovationen im Energiebereich verzögert bzw. partiell auf. Andererseits behindert das risikoaverse Investitionsverhalten der Gebäudeeigentümer wirtschaftliche Energieeffizienzmassnahmen mit hohen Anfangsinvestitionen.
- **Bewilligungsverfahren:** Von Seiten der Gesetzgebung und der Behörden bestehen verschiedene rechtliche und verfahrensmässige Hemmnisse, welche energetische Massnahmen im Gebäudebereich erschweren. Zu diesen zählen beispielsweise Festlegungen von Grenzabständen, Baulinien und Gebäude- und Firsthöhen, mit denen Nachdämmungen bei bestehenden Gebäuden erschwert oder verhindert werden können und auch teilweise immer noch erschwerte Bewilligungsverfahren für die Nutzung von Sonnenenergie.

Die Massnahmen im Gebäudebereich sollten im Rahmen einer ganzheitlichen Gebäudestrategie umgesetzt werden und dort wo möglich mit den anderen Massnahmenansätzen (z.B. gebäudegebundene Mobilität) koordiniert werden.

4.4.3 Steigerung der Energieeffizienz in Gebäuden

Um im Gebäudebereich eine Entwicklung in Richtung 2000-Watt-Gesellschaft anzustossen, sollen auf dem Stadtgebiet Sanierungen und Neubauten nach bestem Standard erfolgen (möglichst nach Minergie-P(-Eco) oder nach vergleichbaren energetischen Standards). Am wichtigsten ist dabei eine Erhöhung der energetisch wirksamen Sanierungsrate mit hohen energetischen Standards. Nachfolgende Massnahmenansätze werden vorgeschlagen (Massnahmen im Strombereich werden in Kapitel 4.6 und Massnahmen für stadteigene Liegenschaften im Kapitel 4.7 behandelt).

| Nr. | Massnahmenansatz | Beschreibung |
|-----|--|---|
| G1 | Günstige Finanzierungsmöglichkeiten schaffen für energetische Sanierungen (und eventuell auch für energieeffiziente Neubauten) | Die Stadt sucht in Zusammenarbeit mit Kreditinstituten und dem Kanton (Eigentümerstrategie Luzerner Kantonbank) nach geeigneten Wegen, dass Sanierungsvorhaben (ev. Auch Neubauten), welche energetisch hochstehenden Standards genügen, einfacher finanziert werden können. Zu prüfen sind insbesondere Produkte, welche eine günstigere Kreditfinanzierung ermöglichen, wie beispielsweise bei: <ul style="list-style-type: none"> — Sanierungen, mit welchen mindestens der Minergie-Sanierungsstandard oder ein vergleichbarer energetischer Standard erreicht wird. Der geforderte Sanierungsstandard ist periodisch zu überprüfen und in Richtung Minergie-P zu verschärfen. — Neubauvorhaben, welchen Minergie-P(-Eco) oder einen vergleichbaren energetischen Standard erreichen (aktuell bietet bspw. die LUKB nur Hypotheken für Neubauvorhaben nach Minergie an). <i>Koordination mit G2, G3, G4, G12 und G6</i> |
| G2 | Förderung von energetischen Sanierungen und von Neubauten, die den Anforderungen der 2000-Watt-Gesellschaft gerecht werden. (Vgl. Förderprogramm Energie und Kapitel 4.1.2 zu Fördergegenständen zur Nutzung erneu- | Die Stadt Luzern führt das bestehende Förderprogramm Energie weiter und richtet es kurz bis mittelfristig verstärkt auf die 2000-Watt-Ziele aus. D.h. es gilt grundsätzlich bei Sanierungen möglichst den Minergie-P (ECO) / Passivhaus Standard anzustreben (bei Neubauten werden schon heute nur noch Minergie-P Bauten gefördert). Bei Neubauten gilt es Gebäude, die mehr Energie produzieren als sie verbrauchen speziell zu fördern (Plusenergiebauten). Da Bauten zu den langlebigen Infrastrukturen zählen, sollte auch bei Sanie- |

| Nr. | Massnahmenansatz | Beschreibung |
|-----|---|---|
| | erbarer Energien im Gebäudebereich) | <p>rungen möglichst bald der Minergie-P Standard (Einzelbauteile und Gesamtsanierung) durchgesetzt werden. Um aber Bauherren nicht mit zu strengen Förderkriterien abzuschrecken, soll die bestehende Förderung, mit der sowohl Minergie als auch Minergie-P gefördert wird, weitergeführt und Schritt für Schritt auf 2000-Watt ausgerichtet werden.</p> <p><i>Koordination mit G1, G3, G5, G12</i></p> |
| G3 | Mustersanierung ganzer Stadtquartiere | <p>Identifizieren von geeigneten (Teil-)Quartieren für eine flächendeckende integrierte Mustersanierung. Der Förderrahmen zur energetischen Sanierung von Gebäuden setzt bisher wenig Anreize, zusammenhängende Wohngebiete integriert zu sanieren. Der nächste logische Schritt wäre die beispielhafte Vollsanierung größerer zusammenhängender Gebiete, z.B. eines ganzen Stadtquartiers. Der Vorteil einer solchen Sanierung läge darin, dass sich bauliche Maßnahmen (Dämmung der Gebäude) sehr gut mit einer Optimierung der Heizungsstruktur verbinden ließen. Eine verstärkte Marktdurchdringung erneuerbarer Energien sowie effizienter fossiler KWK auf dem Wärmemarkt erfordert gleichzeitig einen Systemwechsel in der Heizungsstruktur. Hierzu ist es nötig, mit Erneuerbaren Energien gespeiste Nahwärmenetze nicht nur in Neubaugebieten sondern auch im Gebäudebestand verstärkt zu etablieren. Die Umstellung im Gebäudebestand von Einzelheizungen auf die zentrale Wärmeversorgung über ein Nahwärmenetz wird erleichtert, wenn sie in einem engen Zeitfenster geschieht, d.h. möglichst rasch die Netz-Anschlussraten erreicht werden, die für einen wirtschaftlichen Betrieb des entsprechenden Netzes notwendig sind. Die zentrale Herausforderung für die integrierte Vollsanierung eines ganzen Stadtquartiers liegt in der heterogenen Eigentümerstruktur. Für eine möglichst zeitgleiche Sanierung ist es notwendig, die verschiedenen Eigentümer zum einen davon zu überzeugen, dass eine Sanierung gerade jetzt das Richtige ist, zum anderen müssen die wirtschaftlichen Voraussetzungen geschaffen werden, dass auch alle betroffenen Eigentümer finanziell in der Lage sind, eine Sanierung anzugehen.</p> <p>Durch die Zusammenarbeit mit Wohngenossenschaften oder anderen Besitzern von mehreren Gebäuden könnten auch Mustersanierungen für kleinere Einheiten unterstützt werden.</p> <p>Eine Zusammenarbeit mit der Hochschule Technik und Architektur für diesen komplexen Massnahmenbereich kann hilfreich sein.</p> <p><i>Koordination mit G1 und G2, G9 und G11</i></p> |
| G4 | Betriebsoptimierung der haustechnischen Anlagen und Modernisierung von Heizungsanlagen (Vgl. Massnahme GE2 des Bereichs «Gebäude» im APLK) | <p>Die Förderung der Betriebsoptimierung von haustechnischen Anlagen soll ein neuer Ansatz bei der Beratung von Hausbesitzern sein. Eine Kombination aus einem Check der bestehenden Anlagen und dem stufenweisen Aufzeigen von Verbesserungsmöglichkeiten (1. ohne grosse Investitionen, 2. bei mittleren Investitionen, 3. bei einer kompletten Umrüstung auf die neueste und effizienteste Technik) soll Hausbesitzer zur Verbesserung der haustechnischen Anlagen bewegen (eine Art «Energho» für Privathaushalte). Dabei wird aufgezeigt, wie schnell sich die Investitionen amortisieren. Dieses Angebot könnte eventuell mit den lufthygienischen Kontrollen kombiniert, bzw. beworben werden. Bei der Erneuerung von HLK-Anlagen soll der Einsatz energieeffizienter HLK-Systeme gefördert werden (Ersatz Elektroheizungen und -boiler, Abwärme-/Fernwärmenutzung, Einbau Komfortlüftung mit Wärmerückgewinnung). Weitere Förderideen werden im Schwerpunkt 4, Absatz 4.6.3 besprochen.</p> <p><i>Koordination mit G13, G10</i></p> |
| G5 | Baurechtliche Anreize für Energieeffizienz und erneuerbare Energien verbessern. (Vgl. Massnahme GE1 des Bereichs «Gebäude» im APLK) | <p>Die Stadt achtet im Rahmen der laufenden und von späteren Revisionen ihrer Bau- und Zonenordnung darauf, dass in den Bereichen Energieeffizienz und Einsatz von erneuerbaren Energien keine Hemmnisse vorhanden sind. Sie stellt sicher, dass:</p> <ul style="list-style-type: none"> — bei bestehenden Gebäuden für eine nachträgliche Wärmedämmung die maximale Fassaden- und Firsthöhe überschritten werden kann, — dach- und fassadenintegrierte Sonnenkollektoren ausserhalb von Schutzzonen bewilligungsfähig sind (RPG Art. 18a) — dach- und fassadenintegrierte Sonnenkollektoren innerhalb von Schutzzonen dank enger Zusammenarbeit von Stadtplanung, Denkmalpflege |

| Nr. | Massnahmenansatz | Beschreibung |
|-----|---|--|
| | | <p>und Umweltschutz in der Regel bewilligungsfähig werden.</p> <p>Aktuell wird gemäss PBG ein Ausnutzungsbonus von 5% gewährt, wenn der Minergiestandard oder mind. 75% erneuerbare Energien eingehalten wird. Bei Erreichen von Minergie-P kann im Rahmen eines Gestaltungsplanverfahrens der Bonus auf max. 15% erhöht werden. Soll aus raumplanerischen Gründen (Gestaltungsplan-Bonus) ein Ausnutzungsbonus gewährt werden, ist sicher zu stellen, dass der festgelegte energetische Standard tatsächlich erreicht wird.</p> <p><i>Koordination mit G9</i></p> |
| G6 | <p>Nutzung von städtischem Bauland mit besten energetischen Baustandards (Vgl. Massnahme GE1 des Bereichs «Gebäude» im APLK)</p> | <p>Die Stadt führt bei Grundstücken und Liegenschaften, auf die sie Einfluss hat (z.B. bei Baurechtsvergaben, Landverkäufen oder Arealüberbauungen (Sondernutzungsplänen) – die Auflage ein, dass beste energetische Baustandards (Minergie-P (ECO) oder sogar Plusenergie) erreicht werden müssen (gilt insbesondere auch im Stadtteil Littau). Sie weist „Pioniergebiete“ für die 2000-Watt-Umsetzung aus (städtische Entwicklungsgebiete), in denen nur vorbildliche Lösungen im Gebäudebereich, bei der rationellen Energieversorgung, bei Geräten und Anlagen und bei der Mobilität zugelassen sind und in denen Leuchtturmprojekte mit Ausstrahlung entstehen sollen.</p> <p><i>Koordination mit G10, G12 und G1, G2, G3</i></p> |
| G7 | <p>Ausbau der Energieberatung (Vgl. Förderprogramm Energie und Kapitel 4.9 «Information, Kommunikation, Beratung»)</p> | <p>Die Stadt Luzern verstärkt die erfolgreiche, gemeinsam mit dem Kanton betriebene Energieberatung des öko-forums und richtet diese vermehrt auf die Zielsetzungen der 2000-Watt-Gesellschaft aus. Die Beratungsaktivitäten sind auch mit der Beratung des ewl abzustimmen. Um ein breites Zielpublikum zu erreichen und der Information und Beratung mehr Gewicht zu geben, arbeitet die Stadt mit Branchen und Verbänden zusammen (z.B. Hauseigentümerverband Kanton Luzern; Berufsverbände der Baubranche, der Planer und der Architekten; Kreditinstitute). Die Stadt sorgt dafür, dass am Anfang von Baugesuchsverfahren, bei Erstkontakten und Vorabklärungen, von Seiten der Stadtplanung aktiv auf die Angebote und strategische Ausrichtung der Stadt Luzern hingewiesen wird. Dadurch sollen Energieeffizienz und die Verwendung erneuerbarer Energien bei allen Bauvorhaben in einer möglichst frühen Phase thematisiert werden. Ziel dieser Massnahme ist es, die Häufigkeit energetischer Sanierungen und die Anwendung bester energetischer Baustandards zu erhöhen. Möglichst viele Sanierungswillige sollen ein Energie-Coaching in Anspruch nehmen, um eine integrale Betrachtung sowie die Erarbeitung einer energetischen Erneuerungsstrategie zu erreichen und mehr energetische Massnahmen pro Sanierungsvorhaben auszulösen. Das etablierte Energie-Coaching, das als Unterstützung zu den Grundberatungsleistungen des öko-forums angeboten wird, soll beibehalten werden.</p> <p><i>Koordination mit allen Massnahmen</i></p> |
| G8 | <p>Reglemente und Gebührenordnungen überprüfen (z.B. Parkplatzreglement, Siedlungsentwässerungsreglement)</p> | <p>Die städtischen Reglemente (Parkplatzreglement, Parkgebührenreglemente, Perimeterbeiträge, Gebühren für Wasser, Abwasser und Meteowasser) werden systematisch auf Hemmnisse für ökologisches Verhalten geprüft. Investitionen in energetische Sanierungen sollen wenn möglich nicht durch höhere Gebühren bestraft werden.</p> |

Tabelle 23: Massnahmen zur Steigerung der Wärmeeffizienz der Gebäude

Zum Anstossen und zur Prüfung neuer Strategien beim Umbau von Gebäude sind Kooperationen mit fortschrittlichen Unternehmungen, Forschung und Entwicklung zu suchen und eine finanzielle Förderung von Pilot- und Demonstrationsprojekten mit dem Förderprogramm der Stadt zu prüfen. Zusätzlich könnte der Aufbau einer Kommunikationsplattform mit fortschrittlichen Unternehmungen, Investoren und Verbänden geprüft werden, welche herausragende Projekte initialisiert oder unterstützt haben. (→ «Leuchtturmstrategie», vgl. auch Ausführungen zum Thema «Energierregion Luzern», econcept 2008).

4.4.4 Nutzung erneuerbarer Energien in Gebäuden

Die Nutzung von Sonnenenergie und Umweltwärme im Gebäudebereich soll auf dem Stadtgebiet stark ausgebaut werden. Ziel ist, die gebäudegebundene Energieerzeugung mittels erneuerbarer Energien je Gebäude unter Berücksichtigung des Stands der Technik und der Wirtschaftlichkeit zu maximieren. Die Nutzung der weiteren erneuerbaren Energieträger (Biomasse) auf dem Stadtgebiet soll bei sich bietenden Gelegenheiten ebenfalls ausgebaut werden. Sie ist aber aufgrund der vorhandenen Potenziale und der Lufthygiene (bei Holzfeuerungen) nicht prioritär.

Mit den Massnahmenansätzen zur Nutzung erneuerbarer Energien in Gebäuden soll auch dem Umstand Rechnung getragen werden, dass in Luzern viele Gebäude mit schützenswerten Fassaden stehen, deren Erscheinungsbild durch Wärmedämmungen stark verändert würde. Als Alternative oder in Kombination zur Steigerung der Energieeffizienz mittels Wärmedämmung bietet sich der verstärkte Einsatz erneuerbarer Energien in solchen schützenswerten Gebäuden an. Hierbei sind auch neue Ansätze zu prüfen wie beispielsweise die gebäudegebundene Erzeugung und saisonale Speicherung solarer Wärme im Erdreich (mittels Wärmepumpen) oder in Wasserspeichern. Bei hohen Bestandsdichten mit schützenswerten Gebäuden kann gebietsweise der Auf-/Ausbau von Nah- und Fernwärmenetzen sinnvoll sein.

| Nr. | Massnahmenansatz | Beschreibung |
|-----|--|---|
| G9 | Baurechtliche Hemmnisse für Solarenergienutzung abbauen | Die Stadt legt Zonen fest, in denen Sonnenkollektoren und PV-Anlagen mittels Anzeigeverfahren erstellt werden dürfen und daher grundsätzlich erwünscht sind (bei Dach- respektive Fassadenintegration). <i>Koordination mit G5</i> |
| G10 | Förderung des Einsatzes erneuerbarer Energien (Vgl. Massnahme EN2 des Bereichs «Energieträger und Energieversorgung» im APLK und Förderprogramm Energie) | In diesem Bereich wird von der Stadt schon viel unternommen: Einerseits im Rahmen des APLK eine Massnahme des Handlungsfelds «Energieträger und Energieversorgung» zur Förderung der solaren Warmwasserproduktion und Heizungsunterstützung. Andererseits die Förderaktivitäten im Rahmen des Energiefonds für thermische und photovoltaische Solaranlagen, Wärmepumpen, Abwasserwärmenutzung, Biogas und grosse Holzheizungen (>500kW). Aufgrund der Potenzialanalyse wird empfohlen, das Förderprogramm stärker auf Solarenergie und Umweltwärme auszurichten. Dabei soll die optimale Ergänzung mit anderen Förderprogrammen von Bund, Kanton und ewl weiterhin angestrebt werden. Folgende konkrete Empfehlungen können gemacht werden: <ul style="list-style-type: none"> — Die Nutzung von Umweltwärme soll nur noch in bestehenden Gebäuden gefördert werden, da der Einsatz in Neubauten zum Selbstläufer geworden ist. Die aktuellen Bedingungen, dass Bauten eine maximal zulässigen Heizleistung pro m² Energiebezugsfläche unterschreiten müssen, ist beizubehalten. — Die Nutzung der Sonnenenergie soll verstärkt gefördert werden (vgl. dazu auch G11). — Zusätzlich sollen neu Projekte gefördert werden, welche neue Strategien für die energetische Optimierung schützenswerter Gebäude aufzeigen (beispielsweise Projekte zur Integration von Solaranlagen und zur saisonalen Speicherung solarer Wärme im Erdreich oder in Wasserspeichern bei denkmalgeschützten Gebäuden, welche nur unzureichend wärmegeklämt werden können). <i>Koordination mit G11 und G9</i> |

| Nr. | Massnahmenansatz | Beschreibung |
|-----|--|--|
| G11 | Dächerscan durchführen, Portal zu geeigneten Dachflächen für die Solarenergienutzung schaffen, Verknüpfung mit Angeboten der Energieberatung und der Solarbranche | Um InvestorInnen die Errichtung von PV-Anlagen auf dem Stadtgebiet zu erleichtern und ungenutzte Flächen für die Stromproduktion zu erschliessen, werden alle Dachflächen der Stadt auf die Möglichkeit zur Solarenergienutzung untersucht und die Daten öffentlich zugänglich gemacht. Der Dächerscan ist in erster Linie eine PR-Massnahme als Einstieg in die Energieberatung bzw. für Erstkontakte mit der Solarbranche. Die Kommunikation ist entsprechend zu gestalten. Zusätzlich wird ein „Marktplatz“ geeigneter Flächen von Gebäuden Privater und der Öffentlichen Hand eingerichtet (z.B. ein Internet-Portal), auf welchem InvestorInnen und die EigentümerInnen geeigneter Flächen in Kontakt treten können, um sich über eine Nutzung der Flächen zu einigen. Mit der Erstellung gemeinschaftlicher PV-Anlagen ("BürgerInnenanlagen") können zudem weniger kapitalstarke BürgerInnen als Investoren-Gruppen auftreten und auf ungenutzten Flächen PV-Anlagen erstellen (ev. aktiv unterstützt durch ewl). <i>Koordination mit G8 und G9</i> |

Tabelle 24: Massnahmen zur Steigerung des Einsatzes erneuerbarer Energien bei Gebäuden.

4.4.5 Suffizienz in Gebäuden

Zu Aspekten, welche Suffizienz im Gebäudebereich betreffen, gehören beispielsweise der pro Person benötigte (und beheizte) Wohnraum, die Beleuchtungsdauer und -stärke von Wohn- und Funktionsflächen (z.B. Treppenhäuser) oder die Temperaturen in unterschiedlich genutzten Räumen während der Zeiten, in denen sie beheizt oder gekühlt werden. Bisherige Entwicklungen im Gebäudebereich waren teilweise insuffizient, wie zum Beispiel die Zunahme der **Wohnfläche pro Person** in den vergangenen Jahrzehnten, welche die Steigerung der Energieeffizienz und damit verbunden die Abnahme des Heizenergieverbrauchs *pro Quadratmeter* Wohnfläche in etwa ausgeglichen hat. Gründe für die gestiegene Wohnfläche pro Person sind die Abnahme der Haushaltsgrössen und die gestiegenen Ansprüche an den Wohnkomfort (Platz pro Person).

Die nachstehenden Massnahmenansätze sollen zur Suffizienzsteigerung im Gebäudebereich beitragen. Da Suffizienzmassnahmen in der Regel auf der Ebene des Verhaltens von Individuen wirken, ist die Vermittlung von Anregungen zu vermehrter Suffizienz primär eine (städtische) Kommunikationsaufgabe (siehe Kapitel 4.9).

| Nr. | Massnahmenansatz | Beschreibung |
|-----|---|---|
| G12 | Anreize für verdichtetes, kompaktes Bauen schaffen | Die Stadt kann bei eigenem Bauland Auflagen oder Anreize für verdichtetes Bauen schaffen und die Kostenwahrheit bei der Anlastung der Infrastrukturkosten verbessern: je geringer die Ausnutzungsziffer (Verhältnis aus Wohn- zur Grundstücksfläche), desto höher die Kostenbeiträge für kommunale Infrastrukturanlagen. Die Stadt kann auch über die Gebührenreglemente für Abwasser, Strassenbau und -unterhalt und Abfallentsorgung Einfluss nehmen (vgl. G8). Primär muss geprüft werden, in welchem Rahmen am besten Anreize für verdichtetes Bauen geschaffen werden können. <i>Koordination mit G1, G2, G5, G6 und G8</i> |
| G13 | Differenziertes Heizen fördern (Vgl. Massnahme GE3 des Bereichs «Gebäude» im APLK) | Die Stadt führt eine Informationskampagne zum Zusammenhang von Raumtemperatur und Energieverbrauch durch („1°C Temperaturabsenkung bringen 6% Einsparung“). Die Informationskampagne kann zusammen mit dem lokalen Gewerbe durchgeführt werden und mit einer Aktion für Einsatz, Kontrolle und Austausch von Thermostatventilen und die Anpassung der Heizkurve kombiniert werden. <i>Koordination mit G3</i> |

Tabelle 25: Massnahmen zur Steigerung der Suffizienz bei Gebäuden

4.4.6 Kantonale und nationale Zuständigkeiten im Gebäudebereich

Die Stadt Luzern setzt sich beim Kanton Luzern und/oder beim Bund für folgende energiepolitische Massnahmen ein (direkt oder z.B. über den schweizerischen Städteverband):

- Die Stadt prüft zusammen mit anderen Akteuren, ob die Einführung einer Sanierungspflicht im Gebäudebereich mit definierten energetischen Mindestanforderungen sinnvoll und praktikabel wäre (vgl. Beispiele Genf, Bern und Neuchâtel).
- Forderung einer angekündigten weiteren Verschärfung der energetischen Standards für Neubauten in der MuKE: beispielsweise in der Form eines im Voraus angekündigten Absenkpades über die nächsten 5 bis 20 Jahre, sodass sich InvestorInnen und Baubranche darauf einrichten können. Das Land Vorarlberg fordert bspw. bei Neubauten mit öffentlicher Förderung (das sind infolge der auch sozialpolitisch motivierten Wohnbauförderung viele), schon heute die Einhaltung des Passivhausstandards.
- Der Einsatz erneuerbarer Energien im Gebäudebereich könnte durch die Erhöhung respektive Erweiterung der «80/20%-Regel» erfolgen: bei Neubauten durch die Senkung des Höchstanteils nicht erneuerbarer Energien auf 70% und bei Sanierungen durch Einführung eines Höchstanteils von 80%. Dabei soll darauf geachtet werden, dass durch zu hohe Anforderungen kein Hemmnis für Sanierungen entsteht.
- Einforderung einer Aufhebung der Deckelung bei der Solarstromförderung (KEV) nach deutschem Vorbild bei gleichzeitiger Absenkung der Vergütungssätze und Verschärfung der jährlichen Abnahme der Vergütung.
- Graue Energie im Bauwesen: Baustoffe sollen nach Möglichkeit wiederverwendet werden, was eine gute Trennbarkeit beim Rückbau voraussetzt. Die Stadt prüft zusammen mit dem Kanton, ob dies durch eine Anpassung des kantonalen Abfallgesetzes möglich ist.
- Schaffung von Anreizen zur Reduktion der Wohnfläche pro Person: Beispielsweise durch eine voll an die Haushalte rückerstattete Wohnflächenabgabe (CHF pro m² Wohnfläche pro Kopf) ab beispielsweise > 30 m² EBF pro Kopf für alle inländischen Wohnflächen (Hauptwohnsitz plus Zweitwohnungen und Ferienwohnungen), oder Durchführung einer ökologischen Steuerreform mit einer Wohnflächenbesteuerung kombiniert mit einer Entlastung bei der Mehrwertsteuer.

4.4.7 Zusammenfassung und Priorisierung der Gebäude-Massnahmen

Wie im Mobilitätsbereich, stellt sich das Problem, dass Wirkungsabschätzungen über lange Zeithorizonte schwierig und mit vielen Ungewissheiten verbunden sind. Ebenso zeigt sich, dass die Wirkungen der bisherigen Massnahmen (Energiefonds und APLK) im Bereich von wenigen Prozenten liegen. Für die Wirkungsabschätzung ist entscheidend, inwiefern mit der Umsetzung der obigen Massnahmen erreicht werden kann, dass der

Gebäudebestand von Luzern energetisch saniert wird. Da aktuell sowohl der Bund als auch der Kanton verstärkte Förderaktivitäten in diesem Bereich unternehmen (schon alleine durch die Referenzentwicklung werden die CO₂-Emissionen und der PE-Verbrauch bis ins Jahr 2050 gegenüber 2008 halbiert) und weil Gebäudesanierungen das lokale Gewerbe stärken, gehen wir von einer eher optimistischen Wirkungsabschätzung mit einer stark erhöhten energetischen Sanierungsraten und einem massiven Ausbau erneuerbarer Energien aus. In der unten stehenden Fussnote werden die Annahmen im Detail erläutert¹⁰:

Bei den zugrunde gelegten Wirkungen lassen sich die gebäudebedingten CO₂-Emissionen im Wärmebereich der Stadt Luzern gegenüber 2008 um ca. 75% senken (zum Vergleich: Die Autoren des Wuppertal Instituts (2009) gehen davon aus, dass sich die gebäudebedingten CO₂-Emissionen in München bis im Jahr 2058 durch Gebäudemodernisierungen, regenerative Energien und Heizungseffizienz um knapp 90% verringern lassen). Der PE-Verbrauch liesse sich gegenüber 2008 um ca. 65% senken, wobei diese Zahl stark vom zugrunde gelegten Strommix und dessen Primärenergiefaktor abhängt.

Nachfolgende Tabelle zeigt die Priorisierung der einzelnen strategischen Massnahmenansätze. Bei den Angaben der Wirkungen werden die Wirkungen, die zusätzlich zur Referenzentwicklung resultieren, und in Klammern die Gesamtwirkungen im Jahr 2050 angegeben. Bei der Bestimmung der zusätzlichen Wirkung der Luzerner Massnahmen (ohne Referenz) wird der Einfachheit halber die Gesamtwirkung abzüglich der Referenzwirkung gleichmässig auf alle Massnahmenarten verteilt (d.h. die Gesamtwirkung einer Reduktion von 80% abzüglich der Referenzwirkung von 50% ergibt die Massnahmenwirkung von 30%).

¹⁰ Es wird angenommen, dass die Aktivitäten von Bund und Kanton sowie die vorgeschlagenen Massnahmen der Stadt Luzern bis 2015 zu einer Verdopplung der **energetischen Sanierungen** führen werden (von 1% auf 1.7 bis 2%). Damit wird ein Gebäude alle 50 bis 60 Jahre umfassend energetisch saniert, d.h. es wird davon ausgegangen, dass bis 2050 ca. 75% aller Gebäude auf dem Stadtgebiet saniert werden. Das entspricht einer energetischen Sanierung von ca. 150 Gebäuden pro Jahr bzw. ca. 6'000 Gebäuden bis ins Jahr 2050. Es wird pauschal angenommen, dass dadurch ca. zwei Drittel aller Gebäude auf dem Stadtgebiet einen mit Minergie-P vergleichbaren Standard erreichen werden (Dies entspricht einer Reduktion des Energiebedarfs gegenüber 2008 von 80%). Die restlichen Gebäude wurden noch nicht saniert oder erreichen aus technischen sowie denkmalschützerischen Gründen den Minergie Neubau-Standard). Bei den bis 2050 hinzukommenden Neubauten wird angenommen, dass drei Viertel einen mit Minergie-P vergleichbaren Standard erreichen. Um das zu erreichen, dürften bei einer Neubaurate von 0.5% (Gemäss Lustat Jahrbuch 2010 wurden 2008 neue Wohnungen im Umfang von bis zu 0.5% des Wohnungsbestandes neu gebaut) ab 2020 nur noch Minergie-P Bauten oder Plusenergiehäuser erstellt werden. Der Bedarf an Energie für Raumwärme und Warmwasser wird so insgesamt trotz hinzukommender Neubauten gegenüber 2008 um schätzungsweise 50% (in München wird ein noch stärkerer Rückgang von über 80% angenommen). Damit wären 2050 etwa 62% des im Grundlagenbericht ausgewiesenen Potenzials ausgeschöpft. Der verbleibende Endenergiebedarf wird zu grossen Teilen durch **erneuerbare Energieträger, Umweltwärme und effizienten Feuerungen** gedeckt. Es wird angenommen, dass bis ins Jahr 2050 ca. 40% des Solarpotenzials genutzt wird. Das heisst, dass dann ca. 200 TJ/a Endenergie solare Wärme und ca. 180 TJ/a Endenergie solarer Strom produziert werden. Die restlichen Potenziale von Biomasse (inkl. Holz) und Abwärme im Ausmass von ca. 60 TJ/a werden ausgeschöpft. Bei der Nutzung von Umweltwärme wird angenommen, dass mindestens 40% des Potenzials ausgeschöpft werden können, was ca. 680 TJ/a entspricht. Für die Wirkungsabschätzung wird unterstellt, dass sich der COP der eingesetzten Wärmepumpen bis im Jahr 2050 auf 500% steigert und dass der dann eingesetzte Strommix einen Primärenergiefaktor von 2 aufweisen wird. Fossile Energieträger steuern bei diesem Szenario noch ca. 630 TJ Endenergie zur Deckung des Wärmebedarfs bei. Betreffend Heizungseffizienz wird angenommen, dass der Brennstoffbedarf aufgrund von Effizienzsteigerungen um ca. 6% zurückgehen wird (das entspricht etwa einer Gesamtnutzungsgradsteigerung (Heizung und Warmwasser) von 83% auf 89%).

| | Nr. | Massnahmenansatz | Wirkung 2050 (t CO ₂ -eq / a) | Kosten | Zeit- horizont | Bemerkung |
|------------------------|---|--|---|--------|-------------------|---|
| Effizienz | G1 | Günstige Finanzierungsmöglichkeiten schaffen für energetische Sanierungen (und eventuell auch für energieeffiziente Neubauten) | G1 und G2: Ca. 33'000 (131'500) | + | +++ | Es wird davon ausgegangen, dass im Rahmen von G2 (und G3) die heutigen Förderbeiträge mindestens verdoppelt werden. |
| | G2 | Förderung energetischer Sanierungen, die den Anforderungen der 2000-Watt-Gesellschaft gerecht werden | Siehe G1 | +++ | +++ | |
| | G3 | Mustersanierung ganzer Stadtquartiere | Bei G1 und G2 angerechnet. | +++ | +++ | |
| | G4 | Betriebsoptimierung der haustechnischen Anlagen und Modernisierung von Heizungsanlagen | Ca. 2'200 (8'900) | ++ | +(+) | |
| | G5 | Baurechtliche Anreize für Energieeffizienz und erneuerbare Energien verbessern | Bei G1 und G2 angerechnet + | + | + | |
| | G6 | Nutzung von städtischem Bauland mit besten energetischen Baustandards | Bei G1 und G2 angerechnet +(+) | + | +++ | |
| | G7 | Ausbau der Energieberatung | ++ | + | +++ | |
| | G8 | Reglemente und Gebührenordnungen überprüfen | (+) | + | ++ | |
| Erneuerbare | G9 | Baurechtliche Hemmnisse für Solarenergienutzung abbauen (vgl. G4) | Bei G10 angerechnet | (+) | + | |
| | G10 | Förderung des Einsatzes erneuerbarer Energien und Umweltwärme | Ca. 1'000+2'600 (4'000+10'300) | +++ | +(+) | Nur wärmeseitige Wirkungen. Diese hängen vom eingesetzten Strommix ab. |
| | G11 | Dächerscan und Portal zu geeigneten Dachflächen für die Sonnenenergienutzung schaffen | Bei G10 angerechnet | ++ | + | Einmaliger Auftrag und ständige Pflege der Datenbank. |
| Suffizienz | G12 | Anreize für verdichtetes, kompaktes Bauen schaffen | Bei G1 und G2 angerechnet ++(+) | + | +++ | Wirkungen schwer abzuschätzen. |
| | G13 | Differenziertes Heizen fördern | Bei G4 angerechnet | + | + | |
| Andere Zuständigkeiten | <ul style="list-style-type: none"> — Prüfen ob Sanierungspflicht im Gebäudebereich mit definierten energetischen Mindestanforderungen sinnvoll und praktikabel wäre (vgl. Beispiele Genf, Bern und Neuchâtel). — Forderung einer angekündigten weiteren Verschärfung der energetischen Standards für Neubauten in der MuKE: — Der Einsatz erneuerbarer Energien im Gebäudebereich könnte durch die Erhöhung respektive Erweiterung der «80/20%-Regel» erfolgen — Verbesserte Solarstromförderung — Graue Energie im Bauwesen / Anpassung des kantonalen Abfallgesetzes — Schaffung von Anreizen zur Reduktion der Wohnfläche pro Person oder Einführung einer gewissen Obergrenze an CO₂ Emissionen, die für das Wohnen emittiert werden dürfen. | | | | | |

Tabelle 26: Zusammenfassung und Priorisierung der Gebäudemassnahmen

+++ = gross/hoch/langfristig, ++ = mittel, + = klein/niedrig/kurzfristig

Die Gebäudemassnahmen können zu **drei Stossrichtungen** zusammengefasst werden:

- 1 Reduktion des Energiebedarfs für **Raumwärme und Warmwasser** infolge von Sanierungen und Betriebsoptimierungen. Prioritär sind folgende Massnahmen umzusetzen (Nennung gemäss Rangfolge): **G1, G2, G4**, G12, G3, G6, G5, G8
- 2 Einsatz von **erneuerbaren Energieträgern und Umweltwärme** zur Deckung des verbleibenden Energiebedarfs. Prioritär sind folgende Massnahmen umzusetzen (Nennung gemäss Rangfolge): **G10**, G9, G11
- 3 Förderung von **kompakter Bauweise: G12**

Die Massnahme G6 ist flankierend zu den anderen Massnahmen umzusetzen. Der oberen Wirkungsabschätzung nach kann der Primärenergiebedarf auf rund 630 Watt/Kopf und die CO₂-Emissionen auf ca. 700 kg/Kopf gesenkt werden (2008: 1'790 Watt/Kopf und 2'850 kg/Kopf). Damit können die Primärenergieziele der **2000-Watt-Gesellschaft** praktisch erreicht werden. Die Ziele der 2000-Watt-Gesellschaft liegen zwar etwas tiefer (gemäss novatlantis müsste der Primärenergiebedarf für «Wohnen und Arbeiten» bis im Zieljahr um ca. 75% auf ca. 450 Watt/Kopf gesenkt werden), angesichts der Unsicherheit solcher Wirkungsprognosen kann aber davon ausgegangen werden, dass die Ziele der 2000-Watt-Gesellschaft im Gebäudebereich grundsätzlich erreicht werden können. Eine weitere Absenkung des Primärenergieeinsatzes kann gelingen, wenn die Sanierungsrate weiter erhöht wird, wenn der Primärenergiefaktor des Strommixes gesenkt und wenn die Effizienz beim Stromeinsatz gesteigert werden kann. Gemäss der zitierten Untersuchung für München ist eine stärkere Reduktion der CO₂-Emissionen möglich, wenn es gelingt, den Gebäudebestand bis auf 20% der Gebäude bis im Zieljahr umfassend zu sanieren.

4.5 Schwerpunkt 3: Energieversorgung und Energieerzeugung

Der Massnahmenschwerpunkt Energieerzeugung und Energieversorgung betrifft primär die **leitungsgebundenen Energien** - darunter vor allem die Strom- und die Gasversorgung, daneben aber auch weitere Angebote von Energiedienstleistungen (z.B. im Rahmen von Contracting) sowie Möglichkeiten der Stadt im Rahmen des Vollzugs von energetischen und umweltrelevanten Vorschriften. Massnahmen für die Absenkung des Primärenergieeinsatzes für den in Luzern konsumierten **Strommix** und für einen Ausbau der **lokalen Infrastrukturen** für eine effiziente Strom- und Wärmeproduktion (Wärme-kraftkopplung, WKK) stehen im Zentrum dieses Massnahmenschwerpunkts. Suffizienzmassnahmen werden hier nicht behandelt.

Langfristig werden hier auch die Fragen zum zukünftigen Stellenwert von Erdgas (und Erdöl) für die Beheizung von Gebäuden thematisiert, da in einer 2000-Watt-Gesellschaft nur noch 500 Watt durch fossile Energieträger bereitgestellt werden sollen. Aufgrund der Voraussetzungen kann eher davon ausgegangen werden, dass diese vor allem für die Mobilität (direkt oder via Elektrizität, die in hocheffizienten Wärmekraftkopplungsanlagen hergestellt wird) verbraucht werden soll. Im Gebäudebereich stecken grosse Effizienzpotenziale bis hin zum Plusenergiehaus, die bei voller Nutzung Konsequenzen für die Aus-

legung der leitungsgebundenen Infrastrukturen haben. So stellt sich grundsätzlich die Frage, welchen Stellenwert die bestehenden Infrastrukturen im Wärmebereich in einer 2000-Watt-Gesellschaft einnehmen werden.

Da mit einem Ausbau der lokalen Infrastrukturen auch eine verbesserte Nutzung von erneuerbaren Energieträgern in Gebäuden erreicht werden kann, werden die hier vorgeschlagenen Massnahmen wie folgt vom Schwerpunkt Gebäude abgegrenzt: Massnahmen für die Nutzung erneuerbarer Energien durch Einzelanlagen in Gebäuden, für die Verbesserung des Nutzenenergiebedarfs von Gebäuden und für den Ersatz von Privatheizungen ohne Nutzung leitungsgebundener Infrastrukturen sind im Massnahmenschwerpunkt Gebäude (Kapitel 4.4) aufgeführt, so z.B. auch die Kombination Solar und Erdgas. Massnahmen für die Steigerung der Stromeffizienz (zur Stabilisierung und Absenkung des Stromverbrauchs) sind im Schwerpunkt Geräte, Anlagen, Prozesse (Kapitel 4.6) aufgeführt.

4.5.1 Ausgangslage

Der aktuelle Stromverbrauch Luzerns verursacht 5% der CO₂-Emissionen und 44% des Primärenergieverbrauchs der Stadt. Bei der Referenzentwicklung nimmt der Stromverbrauch noch zu und wird im Jahr 2050 ca. 9% der CO₂-Emissionen und 59% des Primärenergieeinsatzes verantworten (wenn der Strommix gleich bleibt wie heute). Der hohe Primärenergieanteil des **Strommixes** von Luzern am gesamten Primärenergieverbrauch der Stadt liesse sich durch vermehrten Einsatz erneuerbar produzierter Elektrizität (inkl. Geothermie) oder die Nutzung von fossilen Brennstoffen in WKK-Anlagen verringern. Da die Veränderung des Strommixes von der Beschaffungsstrategie der ewl und den Bedürfnissen der StrombezügerInnen abhängt, wurde dafür im Teil «Grundlagen» keine Potenzialschätzung gemacht. Das Potenzial für den Ausbau von Wärmekraftkopplungsanlagen wird wegen den aktuellen technisch-wirtschaftlichen Rahmenbedingungen nur für Anlagen grösser 100 kW elektrischer Leistung (Erklärung siehe unten) betrachtet. Dieses hängt von den schon bestehenden lokalen Nah- und Fernwärmenetzen und der jeweiligen lokalen Energienachfragedichte ab. Aufgrund der vielen städtischen Gebiete mit einer grossen Überbauungsdichte wird das Potenzial von gasbetriebenen WKK-Anlagen als beträchtlich eingeschätzt. Bestehende Heizungen können ersetzt und gleichzeitig Elektrizität (z.B. Antriebsstrom für Wärmepumpen) produziert werden (insbesondere in den Wintermonaten, wenn die Stromnachfrage besonders stark steigen wird).

4.5.2 Herausforderungen und Hemmnisse

Auf lokaler Ebene ist die **Finanzierung einer Erhöhung des Anteils erneuerbarer Energien** am Strommix eine der zentralen Herausforderungen. Als weitere Herausforderung wird längerfristig die Abstimmung von Stromangebot und -nachfrage hinzukommen, da mit einem steigenden Anteil fluktuierender erneuerbarer Energien die Ausgleichs- und Koordinationsleistungen zunehmen werden. Das Management der Nachfrage zur Brechung von Nachfragespitzen, zur Nutzung von Angebotsspitzen, zur Reduktion von

Überkapazitäten sowie der Ausbau und das Management von Speicherkapazitäten werden dabei wichtiger werden.

Bei der Nutzung von **Wärme­kraft­kopplungs­anlagen** sind die heute verfügbaren WKK-Technologien und der Zustand des Luzerner Stromnetzes von Bedeutung. Auch wenn WKK-Anlagen aus Sicht der Energieeffizienz eine wichtige Rolle spielen können, ist zu bedenken, dass diese auch lufthygienische Anforderungen erfüllen müssen. Analog zum Mobilitätsbereich, wo von stadtgerechten Fahrzeugen die Rede war, könnte man im WKK-Bereich von stadtgerechten WKK-Anlagen mit niedrigen Emissionswerten sprechen. WKK-Anlagen sollten wärmegeführt betrieben werden, damit die Wärme voll genutzt werden kann, da nur dann die gewünschten Wirkungsgrade erreicht werden können. Dezentrale Wärme-Kraft-Kopplungsanlagen mit über 100 kW elektrischer Leistung und vollständiger Wärmenutzung weisen einen guten elektrischen Nutzungsgrad auf (BFE 2008b). Mit abnehmender elektrischer Leistung der Anlagen sinkt auch der elektrische Nutzungsgrad. Gemäss den Energieperspektiven des Bundes befindet sich das grösste Potenzial für WKK-Anlagen in der Schweiz im Bereich von 1-20 kW elektrischer Leistung. Der wesentliche Vorteil von Kleinanlagen ist der reduzierte Planungsaufwand. Sie können jedoch zurzeit noch nicht wirtschaftlich betrieben werden.

Langfristig könnten auch Brennstoffzellen zum Einsatz kommen, welche chemische direkt in elektrische Energie umwandeln (Brennstoffzellen sind keine Energiespeicher). Meist ist von Wasserstoff / Sauerstoff Brennstoffzellen die Rede. Die Herstellung von Wasserstoff ist jedoch noch sehr energieintensiv und die Speicherung noch nicht gelöst. In Brennstoffzellen können auch andere Brennstoffe, wie z.B. Methanol eingesetzt werden. Brennstoffzellen verfügen über ein breites Einsatzpotential: für den Antrieb von Fahrzeugen, für die stationäre Energieversorgung, aber auch für den Einsatz in elektronischen Kleingeräten. Seit Jahren gilt die Brennstoffzelle als eine der Zukunftstechnologien. Allerdings ist die Technologie noch nicht ausgereift. Der weitere Forschungs- und Entwicklungsbedarf ist noch gross, so dass zu erwarten ist, dass es noch einige Jahre (5-15) dauern wird, bis auf breiter Basis einsetzbare Brennstoffzellen verfügbar sein werden. Wesentliche Nachteile der heutigen Brennstoffzellen-Technologie sind die begrenzte Lebensdauer, der hohe Preis der Brennstoffzellen und die Kosten für die Aufbereitung des Brennstoffs.

4.5.3 Erhöhung der Energieerzeugungseffizienz

Mögliche strategische Massnahmenansätze zur Erhöhung des Anteils erneuerbarer Energien im Strommix (die Förderung von Photovoltaikanlagen auf dem Gemeindegebiet wird im Schwerpunkt Gebäude behandelt), zur Erhöhung der Produktion von Strom in Anlagen mit gleichzeitiger Wärmenutzung in Gebieten mit geeigneter Wärmenachfrage (mit Gas oder mit erneuerbaren Energieträgern betriebene Wärme­kraft­kopplungs­anlagen oder Geothermie) sowie zur konsequenten Nutzung von Abwärmepotenzialen auf dem Gemeindegebiet:

| Nr. Massnahmenansatz | Erläuterungen / Bemerkungen |
|--|---|
| E1 Förderung von effizienten Infrastrukturen im Wärmebereich | <p>Die Stadt Luzern soll in Zusammenarbeit mit ewl bei langfristig geeigneten Gebieten (mit in Zukunft genügend grosser Wärmenachfrage) die effiziente Nutzung von bestehenden Wärmeinfrastrukturen und den Neubau von Wärmeinfrastrukturen vorantreiben. Dabei sollen die Potenziale vorhandener Abwärme und der Einsatz erneuerbarer Energieträger genutzt werden (z. B. Biogas, Holz).</p> <p>Nach Möglichkeit ist das heute bestehende Wärmenetz ab Ibach in Zukunft erneuerbar zu betreiben. Die Stadt Luzern setzt sich gezielt für den Bau eines Holzheizkraftwerks oder eines Geothermiekraftwerks am Standort Ibach und bei genügend grosser Wärmeproduktion sowie Wärmenachfrage für den Ausbau des Fernwärmenetzes ein. Diesbezüglich ist eine Zusammenarbeit der Stadt mit REAL und ewl anzustreben. Betreffend Umnutzung des Standorts Ibach wurden schon Vorarbeiten getätigt (vgl. Kapitel 6.2.1 im Grundlagenbericht, S. 70ff und econcept und bap Group (2008)). Bei der Geothermie soll in einem ersten Schritt geprüft werden, ob es sich lohnt, eine definitive Potenzialabklärung mit Seismik und allfälligen Probebohrungen durchzuführen.</p> |
| E2 Verstärkte Nutzung der kommunalen Abwärme | <p>Die Stadt soll überprüfen, ob bei der Nutzung von Energie aus Abwasserkanälen, aus oberirdischen Gewässern und Industriebetrieben weitere Potenziale erschliessbar sind und eine geeignete Förderung realisieren, damit die Potenziale erschlossen werden.</p> |
| E3 Nutzung von erneuerbaren Energien auf Freiflächen / Brachflächen | <p>Überprüfung, ob geeignete Flächen für die Nutzung von erneuerbaren Energien auf dem neuen Stadtgebiet erschlossen werden könnten. Dabei soll aber keine Konkurrenz mit Nahrungsmittelproduktion und Erholungsdienstleistungen entstehen.</p> |
| E4 Überarbeitung Richtplan Energie | <p>Der zu überarbeitende Richtplan Energie der Stadt Luzern wird auf die Bedürfnisse und Ziele der 2000-Watt-Gesellschaft ausgerichtet.</p> |
| E5 Eigentümerstrategie ewl | <p>Da ewl eine Aktiengesellschaft ist, kann die Stadt nur indirekt (über die durch den Grosse Stadtrat zu beschliessende Eigentümerstrategie sowie über die Wahl des Verwaltungsrates) auf die Geschäftspolitik Einfluss nehmen. Die Eigentümerstrategie wird von der Stadt bzw. den politischen Gremien vorgegeben. Die Definition der Unternehmensstrategien (z. B. Strombeschaffung, Wärme, Energiedienstleistungen) ist Sache der ewl (das Geschäftsmodell ewl, wie es bei der Verselbständigung im Jahr 2000 durch die politischen Gremien definiert und von der Bevölkerung gutgeheissen wurde, sieht vor, dass alle aus unternehmerischer Sicht realisierbaren Investitionen und die strategische Ausrichtung von ewl auf die Kunden- und Marktbedürfnisse durch den Verwaltungsrat der ewl zusammen mit der Geschäftsleitung der ewl bestimmt werden).</p> <p>Eigentümerstrategie und Unternehmensstrategien der ewl sollten in den Grundzügen kompatibel mit den Zielen der 2000-Watt-Gesellschaft sein. Sollten die Unternehmensstrategien der ewl nicht ausreichend zur Erreichung der 2000-Watt-Ziele beitragen, kann die Stadt allenfalls weiterführende Schritte auf der politischen Ebene beschliessen. Diese «Arbeitsteilung» zwischen der Stadt und der ewl wird heute schon praktiziert, indem die Stadt u.a. mit den Mitteln des Energiefonds Massnahmen Privater aber auch der ewl unterstützt, die aus rein unternehmerischer Sicht wahrscheinlich nicht umgesetzt würden.</p> <p>Nachstehend wird eine Reihe von Massnahmenansätzen aufgezeigt, die aus Sicht der energie- und klimapolitischen Zielsetzungen notwendig sind, die aber im Rahmen der Unternehmensstrategien durch die ewl umzusetzen sind:</p> <ul style="list-style-type: none"> — Beschaffungsstrategie: Erwerb von Anlagen zur Produktion von Strom aus erneuerbaren Energien. Aus Sicht der Energie- und Klimastrategie sollten die Anteile erneuerbarer Energien am Strommix in Zukunft massiv erhöht werden. — Um den Anteil der erneuerbaren Energien am Strommix zu erhöhen, könnte ähnlich wie es schon andere Energieversorger gemacht haben, das Standardstromprodukt neu definiert werden. Demnach hätten die Kunden nach wie vor die Wahl welchen Strommix sie einkaufen wollen, müssten sich aber aktiv gegen das ökologisch bessere Standardprodukt entscheiden. Als Entscheidungshilfe sollten Mehrkosten und Umweltwirkungen transparent dargelegt werden. Dabei sind zwischen |

| Nr. Massnahmenansatz | Erläuterungen / Bemerkungen |
|---|---|
| | <p>dem heutigen Standardprodukt und den bestehenden Premium-Angeboten „Luzerner Solarstrom“ und „Luzerner Wasserkraft“ eine breite Palette von Zwischenprodukten mit reduziertem Atomstrom-Anteil bzw. unterschiedlicher Erhöhung des kWh-Preises denkbar. Hier sind neue Produkte zu kreieren und entsprechend zu kommunizieren.</p> <ul style="list-style-type: none"> — Erarbeitung und Umsetzung einer 2000-Watt-kompatiblen Strategie für die Gasinfrastruktur mit gesteigerter Exergienutzung. Kurz- bis Mittelfristig kann in Gebieten mit Erdgasnetz eine Umstieg von Erdöl auf Erdgas sinnvoll sein, wenn andere Formen der Wärmeproduktion nicht in Frage kommen. Zudem ist die Nutzung der Gasinfrastruktur mit Wärmekraftkopplungsanlagen sowie eine verstärkte Förderung der Kombination Solar/Erdgas zu prüfen (wird heute schon von ewl gefördert). Langfristig wird wegen dem ständigen Rückgang des Wärmebedarfs in Gebäuden und der Konkurrenz durch andere Systeme der Stellenwert der Gasversorgung abnehmen und wahrscheinlich eine Rückbaustrategie erforderlich sein. — Ausbau bzw. Aufrechterhaltung eines Stromnetzes für die Einspeisung aus dezentralen Anlagen sowie ein Management von Angebot und Nachfrage (vgl. Schwerpunkt «Geräte, Anlagen, Prozesse»). — Die Steigerung der Stromeffizienz (Schwerpunkt «Geräte, Anlagen, Prozesse»). — Ausbau der Aktivitäten für Energiedienstleistungen und Contracting. Bspw. für die Nutzung von Abwärme, von Sonnenkollektoren¹¹ und von Energieeinsparungen. |
| <p>E6 Reinvestition eines Teils der ewl-Dividende in den Erwerb von Kapazitäten erneuerbar produzierten Stromes</p> | <p>Die Dividende der ewl wurde in den vergangenen Jahren schrittweise auf Fr. 12.5 Mio. im Rechnungsjahr 2009 erhöht. Für die Rechnungsjahre 2010-2014 hat der Stadtrat zusätzlich eine Sonderdividende von Fr. 3 Mio. als Beitrag zur Sanierung der städtischen Pensionskasse beschlossen.</p> <p>In Zukunft kann ein Teil der ewl-Dividende dazu verwendet werden, Kapazitäten erneuerbar produzierten Stromes zu erwerben mit dem Ziel, den Atomstrom-Anteil am Strommix zu reduzieren.</p> |

Tabelle 27: Massnahmenansätze für die Erhöhung des Anteils erneuerbarer Energien am Strommix und den verstärkten Einsatz von Wärmekraftkopplung zur besseren Primärenergie- bzw. Exergienutzung

Alle vorgeschlagenen Massnahmenansätze sind noch mit den Resultaten des ewl-Projektes «neue Beschaffungsstrategie» abzugleichen..

4.5.4 Kantonaler und nationaler Handlungsbereich:

Die Stadt Luzern setzt sich beim Kanton Luzern und/oder beim Bund für die folgenden energiepolitischen Massnahmen ein (direkt oder z.B. über den Schweizerischen Städteverband):

- Verstärkung der regionalen Zusammenarbeit in Energiefragen. Zusammen mit dem Kanton, der Stiftung Wirtschaftsförderung, dem Gemeindeverband LuzernPlus und interessierten Gemeinden sind die Bestrebungen für den Aufbau einer Energieregion Luzern voranzutreiben. Ebenso können mit einzelnen Regionen Partnerschaften etabliert werden (z.B. Unesco Biosphäre Entlebuch).
- Verstärkte Förderung von Ökostrom – vgl. Vorschlag in Absatz 4.4.6.

¹¹ Bsp. Kanton Genf und alternative Bank: Hauseigentümer bezahlt während 3 bis 4 Jahren ca. 3'000 CHF pro Jahr und bekommt eine solarthermische Anlage inkl. Bewilligung.

- Verstärkte Förderung von Wärme-Kraft-Kopplungsanlagen auf nationaler und kantonaler Ebene, insbesondere die Verbesserung der Rahmenbedingungen für die Vergütung von WKK-Elektrizität.
- Nutzung der Ansatzpunkte für die Promotion von Energieeffizienzmassnahmen und des Einsatzes erneuerbarer Energien im Rahmen des Vollzugs des Gewässerschutzgesetzes (Tankkontrolle, ev. Anfragen für Erdsondenbohrungen).

4.5.5 Zusammenfassung und Priorisierung der Massnahmen im Bereich Energieversorgung und Energieerzeugung

Die Wirkungsabschätzung im Bereich der Versorgung mit Wärmeinfrastrukturen ist nicht von den Wirkungen der Effizienzmassnahmen im Gebäudebereich abzugrenzen, weil der Energieverbrauch im Jahr 2008 auf Gebäude, Mobilität und Stromanwendungen aufgeteilt wurde, ohne den mit Wärmenetzen verteilten Anteil auszuweisen. Welchen zusätzlichen Beitrag Wärmeinfrastrukturen wirklich leisten können, hängt von der tatsächlichen Ausbau- und Gasnutzungsstrategie der ewl (und ev. anderen Anbietern von Wärmedienstleitungen) ab. Die Änderung des Strommixes hängt in erster Linie von der Beschaffungsstrategie der ewl ab. Für die Wirkungsabschätzungen werden die in der Fussnote zusammengefassten Annahmen getroffen¹².

Bei den oben stehenden Annahmen lassen sich die CO₂-Emissionen und der Primärenergieeinsatz im Wärmebereich um weitere 5% gegenüber dem Stand 2050 ohne Wärmeinfrastrukturen senken. Die Änderung des Strommixes könnte zu einer Reduktion des Primärenergieeinsatzes für die Stromproduktion von 33% gegenüber 2008 führen. Die vermehrte Stromproduktion mit fossilen WKK-Anlagen würde aber zu einer leichten Zunahme der strombedingten CO₂-Emissionen um ca. 20% führen (es wird angenommen, dass die WKK-Anlagen wärmegeführt betrieben werden. Deswegen werden die CO₂-Emissionen grösstenteils dem Wärmebereich angerechnet).

¹² **Wärmeinfrastrukturen** können sowohl mit fossilen als auch mit erneuerbaren Energien betrieben werden. Für die Wirkungsabschätzung wird angenommen, dass ein Viertel des Wärmebedarfs im Jahr 2050 (das sind ca. 400 TJ) durch gasbetriebene und wärmegeführte WKK-Anlagen gedeckt werden kann. Die Nutzung der Potenziale erneuerbarer Energien wird hauptsächlich im Schwerpunkt Gebäude berücksichtigt. Wärmeseitig führt der Ersatz von Heizungen durch WKK-Anlagen zu keiner CO₂-Emissionsreduktion, da davon ausgegangen wird, dass diese etwa die gleiche Wärme-Effizienz aufweisen. Bei der Änderung des Strommixes hingegen fällt der Zubau von WKK-Anlagen ins Gewicht.

Für die Änderung des **Strommixes** wird angenommen, dass 40% des Photovoltaikpotenzials, d.h. ca. 180 TJ/a genutzt werden. Die vermehrte Stromproduktion in wärmegeführten WKK-Anlagen wird zu einer Abnahme des Primärenergiefaktors des Strommixes führen. Um den Impact abschätzen zu können, wird angenommen, dass in den WKK-Anlagen zwei Drittel Wärme und ein Drittel Strom produziert wird, so dass bis im Jahr 2050 rund 135 TJ/a Strom mit Wärmekraftkopplungsanlagen gewonnen werden. Für die Bewertung des Stroms aus WKK-Anlagen werden der wärmebedingte Primärenergiefaktor bzw. CO₂-Emissionskoeffizient verwendet, da vorausgesetzt wird, dass die Anlagen wärmegeführt betrieben werden. Weiter wird angenommen, dass der Anteil an Strom aus Wasserkraft gehalten werden kann und dass die Potenziale von Biomasse ohne Holz und Kehrlichtverbrennung genutzt werden (60 TJ/a). Zusätzlich werden ca. 400 TJ/a (entspricht ca. 20% des Stromverbrauchs 2008) aus weiteren erneuerbaren Energiequellen von ausserhalb des Gemeindegebiets durch Beteiligungen an Produktionsanlagen im In- oder Ausland gesichert (80% Windenergie und 20% Solarstrom). Bei diesem Szenario wird die Kernenergie im Jahr 2050 noch ca. 20% zum Strommix beitragen. Für die Berechnung des Primärenergieverbrauchs und der CO₂-Emissionen eines veränderten Strommixes werden die Primärenergie- und Treibhausgasemissionsfaktoren des Jahres 2008 verwendet, obwohl technische Verbesserungen und somit eine generelle Absenkung der Primärenergiefaktoren erwartet werden können.

| | Nr. | Massnahmenansatz | Wirkung 2050 (t CO ₂ -eq / a) | Kosten | Zeit- horizont | Bemerkung |
|------------------------|-----|---|--|--------|-------------------|-----------|
| Effizienz | E1 | Förderung von effizienten Infrastrukturen im Wärmebereich | Wirkung bei der Stommix-Änderung berücksichtigt | +(+) | ++ | |
| | E2 | Verstärkte Nutzung der kommunalen Abwärme | Beim Massnahmenswerpunkt 2 «Gebäude», Massnahme G10 angerechnet (schätzungsweise 150 Tonnen /a) | | | |
| | E3 | Nutzung von erneuerbaren Energien auf Freiflächen / Brachflächen | Hierfür wurde keine Potenzialschätzung erstellt. Es kann davon ausgegangen werden, dass CO ₂ -Emissionseinsparungen in der Grössenordnung von E2 und G10 (Anteil erneuerbare), d.h. zwischen 150 und 750 Tonnen/a, erzielt werden können. | | | |
| | E4 | Eigentümerstrategie ewl / Strommixänderung | Die Erhöhung der Anteile erneuerbarer Energien bei gleichzeitigem Halten der Wasserkraftproduktion würde bei Berücksichtigung der Referenzentwicklung, d.h. einer Zunahme des Stromverbrauchs um 16% im vgl. mit 2008 zu einem Primärenergieeinsatz von 2'050 Watt / Kopf führen (2008: 2223 Watt / Kopf; Referenz ohne Massnahmen: 2'600 Watt / Kopf). Diese Reduktion dürfte aber unterschätzt sein, da der Primärenergiefaktor insbesondere von Photovoltaik noch abnehmen wird. Gleichzeitig würde die oben beschriebene vermehrte Produktion von Strom in WKK-Anlagen zu CO ₂ -Emissionen von 320 kg/Kopf führen, was ca. 30% über dem Wert von 2008 liegt. An den immer noch hohen Werten zeigt sich die Wichtigkeit einer Effizienzstrategie im Strombereich. | | | |
| Andere Zuständigkeiten | | <ul style="list-style-type: none"> — Verstärkung der regionalen Zusammenarbeit in Energiefragen. Zusammen mit dem Kanton, der Stiftung Wirtschaftsförderung, dem Gemeindeverband LuzernPlus und interessierten Gemeinden sind die Bestrebungen für den Aufbau einer Energieregion Luzern voranzutreiben. Ebenso können mit einzelnen Regionalen Partnerschaften etabliert werden (z.B. Unesco Biosphäre Entlebuch). — Verstärkte Förderung von Ökostrom – vgl. Vorschlag in Absatz 4.4.6. — Verstärkte Förderung von Wärme-Kraft-Kopplungsanlagen auf nationaler und kantonaler Ebene, insbesondere die Verbesserung der Rahmenbedingungen für die Vergütung von WKK-Elektrizität. | | | | |

Tabelle 28: Zusammenfassung und Priorisierung der Massnahmen Energieerzeugung und Energieversorgung
+++ = gross/hoch/langfristig, ++ = mittel, + = klein/niedrig/kurzfristig

Die Massnahmen im Bereich Energieversorgung und Energieerzeugung können zu **drei Stossrichtungen** zusammengefasst werden:

- 1 **Nutzung erneuerbarer Energien** zur Verbesserung des Primärenergieeinsatzes und der CO₂-Emissionen des eingesetzten Stroms: E4 und E3
- 2 Effiziente **Nutzung von Wärme** auf dem Stadtgebiet: E1 und E2
- 3 Produktion von **Strom in WKK-Anlagen** (Verbesserung des Primärenergiefaktors bei gleichzeitiger Verschlechterung der CO₂-Emissionen des Strommixes): E1

Die Schlussfolgerungen werden gemeinsam mit dem Massnahmenswerpunkt 4 gezogen.

4.6 Schwerpunkt 4: Geräte, Anlagen, Prozesse

Der Massnahmenschwerpunkt Geräte, Anlagen und Prozesse betrifft vor allem Stromanwendungen. Der Brennstoffverbrauch wird nur am Rande, bei der Betrachtung der Prozesse, tangiert. Wie schon beim Schwerpunkt Energieerzeugung und Energieversorgung sind deshalb die nachfolgenden Massnahmen fast ausschliesslich als Handlungsfelder für ewl gestaltet. Die genaue Abstimmung zwischen der Stadt Luzern (als Eigentümerin von ewl) und ewl ist im Rahmen der Eigentümerstrategie zu regeln.

Massnahmen für die Steigerung der **Stromeffizienz** stehen im Zentrum dieses Schwerpunktes. Da auch bei Prozessen der grösste Teil des Energiebedarfs (75% gemäss Schweizer Durchschnitt) mit Strom gedeckt wird, werden nachfolgend keine Massnahmen zur Verringerung des Brennstoffeinsatzes bei Prozessen vorgeschlagen. Unter anderem auch deswegen, weil für grosse Verbraucher im Rahmen der CO₂-Gesetzgebung des Bundes und der Möglichkeit eines Abschlusses von Zielvereinbarungen schon Instrumente zur Verfügung stehen. Massnahmen für die Erhöhung der Effizienz bei Prozessen sowie für den Einsatz erneuerbarer Energien im Prozessbereich werden ebenfalls hier beschrieben. Die Erhöhung des Anteils erneuerbarer Energien im Strommix, wie auch der Ausbau der lokalen Infrastrukturen für eine effiziente Strom- und Wärmeproduktion (Wärmeerkopplung, WKK) werden im Massnahmenschwerpunkt Energieerzeugung und Energieversorgung behandelt.

4.6.1 Ausgangslage

Der aktuelle Stromverbrauch Luzerns ist für 5% der städtischen CO₂-Emissionen und für 44% des städtischen Primärenergieverbrauchs verantwortlich. Bei der Potenzialschätzung im Grundlagenbericht wurde geschätzt, dass die vollständige Realisation der Effizienzpotenziale im Strombereich zu einer Primärenergieeinsparung von ca. 2'000 TJ/a führen würde (entspricht ca. 700 TJ/a Endenergie). Das ergibt eine Reduktion des strombezogenen Primärenergieverbrauchs des Jahres 2008 um ca. 38%. Der gesamte Primärenergieeinsatz 2008 (inkl. Brenn- und Treibstoffe) sinkt dabei um 17%. Die CO₂-Emissionen der Stadt Luzern verringern sich insgesamt gegenüber 2008 um ca. 9'500 Tonnen pro Jahr, was etwa 2% der gesamten CO₂-Emissionen im Jahr 2008 entspricht.

4.6.2 Herausforderungen und Hemmnisse

Massnahmen für eine Steigerung der Effizienz im Strombereich zielen darauf ab, das bisher beobachtete stetige Wachstum des Stromverbrauchs zu stabilisieren und langfristig abzusenken. Bei der Referenzentwicklung wird insgesamt davon ausgegangen, dass der Elektrizitätsverbrauch von 100% im Jahr 2008/2010 auf 125% im Jahr 2050 wachsen wird. Deutliche Anstrengungen werden nötig sein, um zusätzlich zur Stabilisierung des Elektrizitätsverbrauchs eine Absenkung zu erreichen. Da Strom für unzählige Anwendungen eingesetzt werden kann, sind differenzierte, auf die jeweiligen Verbrauchergruppen abgestimmte Effizienzmassnahmen erforderlich. Gemäss zahlreichen Untersuchungen (darunter econcept 2003, 2007, 2009) lassen sich die Hemmnisse bei der Ausschöpfung

der Effizienzpotenziale wie folgt charakterisieren (Aufzählung in Anlehnung an Dettli et al 2009, S. 19ff):

- **Mangelnde Sensibilisierung und Informationsdefizite:** Diese Hemmnisse gelten vor allem für Verbraucher, deren Elektrizitätsverbrauch im Vergleich zu Anschaffungskosten und zu anderen Ausgaben nicht ins Gewicht fällt, die über ungenügende Informationen verfügen oder mangelndes Interesse am eigenen Stromverbrauch zeigen und die sich aufgrund persönlicher Einstellungen nur schwer motivieren lassen. Der Nutzen von Effizienzmassnahmen wird deshalb oft unterschätzt oder ist für einen Teil der Verbraucher nicht relevant. Zusätzlich fehlt oft das Wissen über mögliche Produktalternativen. Die Hemmnisse variieren je nach Anwendung, weisen aber grosse Ähnlichkeit auf. Bei Beleuchtungen hat econcept (2009) z.B. gezeigt, dass preisliche Unterschiede die Verbreitung von energieeffizienten *Leuchten* und qualitative Unterschiede bzw. ein mangelndes Vertrauen in die heutige Technologie die Verbreitung energieeffizienter *Leuchtmittel* in Haushalten hemmen. *Beleuchtungsregelungen*, welche vor allem zur Effizienzsteigerung im Dienstleistungssektor beitragen (da dort schon mehrheitlich effiziente Leuchten und Leuchtmittel zum Einsatz kommen), werden durch den höheren Preis und durch ungenügende Zuverlässigkeit bzw. mangelndes Vertrauen in die zurzeit verfügbare Technologie gehemmt.
- **Defizite bei der Aus- und Weiterbildung:** Dies betrifft die Intermediäre sowohl auf der Angebotsseite (Verkäufer, Installateure, Architekten) als auch auf der Nachfrageseite (z.B. Hauswarte oder technische Verantwortliche in Unternehmen).
- **Strukturelle Hemmnisse:** Komplizierte Marktstrukturen mit verschiedenen, von einander unabhängigen, Verkaufskanälen und divergierende Interessen der am Kauf bzw. Investitionsentscheid beteiligten Akteure können dazu führen, dass nicht die effizienteste Variante gewählt wird.
- **Rechtliche Hemmnisse:** Dazu zählen wir vor allem die Probleme, die bei vermieteten Bauten und der Kostenüberwälzung von Massnahmen zur Erhöhung der Effizienz entstehen (Mieter-Vermieter-Dilemma).
- **Wirtschaftliche Hemmnisse:** Zu hohe (Anfangs-) Investitionskosten, ungenügende Liquidität und Risikoaversion (zu lange Pay-Back-Zeiten) führen dazu, dass effiziente Lösungen nicht gewählt werden, auch wenn diese über die Lebenszeit betrachtet wirtschaftlich sind. Effizienzmassnahmen schneiden im Vergleich zu den konventionellen weniger effizienten Alternativen wirtschaftlich schlechter ab und werden deswegen nicht gewählt (zu lange Pay-Back Zeiten sind oft ein wichtiger Grund für die Verwerfung von Effizienzmassnahmen).

4.6.3 Erhöhung der Stromeffizienz

Bei den Massnahmen für mehr Energieeffizienz kommt dem **effizienten Elektrizitätseinsatz** eine Schlüsselrolle zu, da Elektrizität als hochwertige Energieform sehr vielseitig eingesetzt werden kann und vermehrt fossile Energieträger substituiert (bspw. Wärme-

pumpen, mehr Gebäudetechnik, Elektromotoren). Ein hocheffizienter Elektrizitätseinsatz ist daher zentral, um die erwartete Zunahme des künftigen Elektrizitätsverbrauchs zu begrenzen und allfällige Versorgungsengpässe abzuwenden sowie um negative Umweltwirkungen eines vermehrt auf Elektrizität aufbauenden zukünftigen Energiesystems zu minimieren. Aus wirtschaftlicher Sicht wird ein möglichst effizienter Einsatz von Elektrizität auch wegen den Preissteigerungen wichtig, die aufgrund des Nachfragewachstums in liberalisierten Märkten und dem steigenden Anteil von teureren Produktionskapazitäten erwartet werden. Auf Basis der bestehenden Studien und der aufgezeigten Hemmnisse lassen sich folgende Massnahmenansätze ableiten.

| Nr. Massnahmenansätze | Erläuterungen / Bemerkungen |
|----------------------------------|---|
| S1 Steigerung der Stromeffizienz | <p>Die Stadt setzt sich mit Kampagnen und gutem Vorbild dafür ein, dass Stromeffizienz zu einem wichtigen Thema wird. Im Dienstleistungs- und Industriesektor sind gezielte Zusammenarbeitsformen denkbar.</p> <p>Im Idealfall werden solche Massnahmen direkt durch ewl bzw. in Zusammenarbeit mit der Stadt Luzern und weiteren Marktakteuren ausgeführt (vgl. nachfolgende Massnahmen). Die Zusammenarbeit zwischen Stadt und ewl wurde im Rahmen des Massnahmenansatzes E4 in Kapitel 4.5.3 näher beschrieben. Nachfolgend werden wiederum mögliche Massnahmenansätze, die aus Sicht der Energie- und Klimastrategie notwendig, die aber im Rahmen der ewl-Unternehmensstrategien umzusetzen sind, aufgezählt:</p> <p>Bei PrivatkundInnen ist eine gezielte Förderung des Einsatzes von effizienten Geräten (inkl. Beleuchtung) erwünscht. Eine Förderung kann beispielsweise mit folgenden Aktionen erfolgen:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1 Stärkere Sensibilisierung der Nachfragenden – insbesondere über die Notwendigkeit, sparsam und effizient mit Strom umzugehen. Hierfür bieten sich z.B. Beilagen in der Stromabrechnung der ewl oder Plakatkampagnen an. 2 Mehr Transparenz beim Stromverbrauch durch die Smart Meter-Technologie: Innovative Darstellungsmöglichkeiten des Stromverbrauchs sind verfügbar, mit denen den Privatkunden Handlungsweisen zum Stromsparen aufgezeigt werden können. So kann den Privatkunden z.B. ihr momentaner Stromverbrauch, der Verbrauch in Vergleichshaushalten oder der eigene Vorjahresverbrauch aufgezeigt werden. 3 Verbilligung von hocheffizienten Haushaltsgeräten (über Gutscheine bei der Anschaffung von A++ Geräten) 4 Verbilligung Ersatz von Elektroboilern oder Einsatz Heizregister Thermostat mit spez. Steuerfunktion 5 Verbilligung Ersatz ineffiziente Umwälzpumpen durch Umwälzpumpen mit A-Label 6 Verbilligung Ersatz alter Kleinkühlschränke/Minibars in Luzerner Hotels durch hocheffiziente Geräte 7 Ausbau der Beratung von Privatkunden mit Aktionen zur Erhöhung der Bekanntheit von einfach umzusetzenden Stromsparmassnahmen und Aktionen für die Förderung effizienter Haustechnik. Hier wird eine Zusammenarbeit mit dem installierenden Gewerbe empfohlen. Bei der Haustechnik sollen besonders effiziente Anlagen mit finanziellen Zuschüssen gefördert werden, da hier oft noch Investitionsbudgetrestriktionen wirken. <p>Die Förderung der Stromeffizienz bei GeschäftskundInnen soll vor allem Verbraucher anvisieren, die nicht schon mit der EnAW zusammenarbeiten, da diese bisher noch fast keine Unterstützung zur systematischen Steigerung der Energieeffizienz erhalten haben und einen grossen Teil des Stromverbrauchs verursachen. Beispielsweise hat</p> |

| Nr. Massnahmenansätze | Erläuterungen / Bemerkungen |
|-----------------------|---|
| | <p>das Elektrizitätswerk der Stadt Zürich aus diesem Grund das Effizienzbonusprogramm für Unternehmen mit einem Verbrauch von mehr als 60 MWh/a lanciert.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1 ewl setzt ein Effizienzbonusprogramm um, wonach Unternehmen mit einem Verbrauch von mehr als 60 MWh/a einen Rabatt auf ihren Strompreis erhalten, wenn langfristig vereinbarte Effizienzziele eingehalten werden. 2 Transparenz beim Stromverbrauch schaffen: Wie schon bei den Privatkunden, verbessern Feedbackmechanismen auch hier die Sensibilisierung der Verbrauchenden (vgl. Punkt 2 Privatkunden). 3 Die Beratung soll spezifisch auf die Bedürfnisse von Unternehmen ausgerichtet und, wenn nötig, ausgebaut werden. So sollen beispielsweise gemeinsam mit Vertretern des Gewerbeverbandes gezielte Aktionen für spezifische Anwendungen (z.B. Beleuchtung, Lüftung...) durchgeführt werden. <p>Einsparcontracting stellt eine weitere Möglichkeit dar. In Kalifornien wurde diese Idee unter dem Stichwort „Nega-Watt“ bekannt. Die Idee: Das EVU geht in Unternehmen und übernimmt die Verantwortung für die Steigerung der Energieeffizienz. Finanziert wird die Aktion durch Zahlungen im Ausmass der bisherigen Stromkosten während eines definierten Zeitraumes.</p> <p>Die Stadt identifiziert in Zusammenarbeit mit geeigneten Partnern und Akteuren Programme und Projekte zur Teilnahme an den „Wettbewerblichen Ausschreibungen – ProKilowatt“ des BfE zur Senkung des Stromverbrauchs und nimmt damit an den Auktionen teil.</p> |

Tabelle 29: Massnahmenvorschläge für die Steigerung der Stromeffizienz

4.6.4 Suffizienz-Massnahmen

Beim Thema Suffizienz spielt im Schwerpunkt Geräte, Anlagen und Prozesse vor allem die stetige Zunahme von Anzahl und Grösse/Leistung energieverbrauchender Geräte eine Rolle. Vor allem in den Haushalten nahm bisher der Energieverbrauch aufgrund der Zunahme der Anzahl Geräte und der Grösse/Leistung der Geräte zu, auch wenn die Effizienz der einzelnen Geräte gestiegen ist. Mögliche Massnahmenansätze zu diesem Thema werden im Schwerpunkt Information, Kommunikation und Beratung behandelt.

4.6.5 Kantonaler und nationaler Handlungsbereich

Die Stadt Luzern setzt sich beim Kanton Luzern und/oder beim Bund für die folgenden energiepolitischen Massnahmen ein (direkt oder z.B. über den Schweizerischen Städteverband):

- Einfordern von ambitionierten und langfristigen Effizienzprogrammen für Grossverbraucher.
- Einfordern einer Verschärfung von Gerätestandards und Effizienzvorschriften bei Pumpen, Motoren und Haustechnik-Hilfsgeräten mit einer Orientierung an den Anforderungen der 2000-Watt-Gesellschaft.

4.6.6 Zusammenfassung und Priorisierung der Massnahmen im Bereich Geräte, Anlagen und Prozesse

Die Wirkungsabschätzung bei der Steigerung der Stromeffizienz wird pauschal vorgenommen, um den möglichen Beitrag zur Erreichung der Zielsetzungen aufzuzeigen. Ob es tatsächlich gelingen kann den Stromverbrauch abzusenken, hängt von vielen schwer prognostizierbaren Einflussfaktoren ab. Dazu gehört z.B. der zukünftige Anteil elektrisch zurückgelegter Wege und die zukünftige Art der Wärmeproduktion in Gebäuden. Für die Wirkungsabschätzung werden die in der Fussnote zusammengefassten Annahmen getroffen¹³.

Bei den zugrunde gelegten Annahmen lassen sich die CO₂-Emissionen im Strombereich trotz Referenzentwicklung (+116%) um ca. 2'500 Tonnen/a absenken. Der Primärenergieverbrauch liesse sich um 7'00 TJ/a senken.

| | Nr. | Massnahmenansatztitel | Wirkung 2050 (t CO ₂ -eq / a) | Kosten | Zeit- horizont | Bemerkung |
|-----------------------------|---|-------------------------------|---|--------|-------------------|--|
| Effizienz | S1 | Steigerung der Stromeffizienz | 2'500 | + | ++ | Nur wärmeseitige Effizienzsteigerung berücksichtigt. Die Stromproduktion wird bei der Betrachtung des Strommixes berücksichtigt. |
| Andere Zu- ständigkeiten | <ul style="list-style-type: none"> — Einfordern von ambitionierten und langfristigen Effizienzprogrammen für Grossverbraucher. — Einfordern einer Verschärfung von Gerätestandards und Effizienzvorschriften bei Pumpen, Motoren und Haustechnik-Hilfsgeräten mit einer Orientierung an den Anforderungen der 2000-Watt-Gesellschaft. | | | | | |

Tabelle 30: Zusammenfassung und Priorisierung der Massnahmen im Bereich Geräte, Anlagen und Prozesse
+++ = gross/hoch/langfristig, ++ = mittel, + = klein/niedrig/kurzfristig

Die Ausführungen zum Strombereich in den Massnahmenswerpunkten 3 und 4 zeigen, dass durch eine Kombination der beiden Massnahmenswerpunkte eine Reduktion des Primärenergieverbrauchs um 40% auf ca. 1'300 Watt/Kopf erreicht werden kann. Die CO₂-Emissionen werden leicht zunehmen von 243 kg/Kopf auf 290 kg/Kopf. Novatlantis gibt beim Stromverbrauch einen tieferen Zielwert von ca. 210 Watt/Kopf an (dieser Wert kann aber wegen den unterschiedlichen Abgrenzungen nicht als Zielwert für Luzern übernommen werden). Im SIA-Effizienzpfad Energie finden sich unter der Rubrik «Licht und Apparate» Zielwerte zwischen 250 (Zielwert A) und 320 Watt/Kopf (Zielwert B). Eine Verbesserung der Primärenergiefaktoren bzw. der technologischen Möglichkeiten der erneuerbaren Energien wird bis ins Jahr 2050 bei den obigen Massnahmen zu einer weiteren Reduktion führen. Darüber hinaus werden aber auch verstärkte Anstrengungen zur Aus-

¹³ Aufgrund der Referenzentwicklung wird angenommen, dass der Stromverbrauch gegenüber 2008 um 16% zunehmen wird bis 2050.

Das Potenzial zur Steigerung der Stromeffizienz zu zwei Dritteln ausgeschöpft, d.h. es wird angenommen, dass der Stromverbrauch (Endenergie) mit geeigneten Massnahmen bis 2050 im Vergleich zur Referenzentwicklung um ca. 460 TJ/a abgesenkt werden kann. Primärenergieseitig entspricht dies ca. 710 TJ/a, wenn der durchschnittliche Primärenergiefaktor von 2008 verwendet wird.

schöpfung des gesamten Effizienzpotenzials und weitergehende Beiträge von Bund und Kanton nötig sein, um die 2000-Watt-Gesellschaft erreichen zu können.

4.7 Schwerpunkt 5: Vorbild Stadt Luzern

Die Stadt Luzern übernimmt eine Vorbildfunktion bei den energie- und klimapolitischen Massnahmen. Damit wird die Sensibilisierung der Bevölkerung angestrebt und die Glaubwürdigkeit der städtischen Energiepolitik demonstriert. Zu diesem Zweck sollen auch der Energiestadt-GOLD-Prozess weitergeführt und die Massnahmen aus dem Energiestadt-katalog umgesetzt werden.

Mit herausragenden energietechnischen Lösungen (Bauten, Infrastrukturen, Anlagen), Verfahren (z.B. Investitionsrichtlinien, Evaluationsverfahren) und Beratungsangeboten werden die Machbarkeit und die Vorteile zukunftsorientierter energie- und klimapolitischer Lösungen aufgezeigt (sogenannte «Leuchttürme»). Die Stadt übernimmt hierfür in jedem der oben aufgeführten Massnahmenschwerpunkte eine Vorbildfunktion und liefert gute Handlungsbeispiele.

- **Mobilität:** Die Angestellten der Stadt nutzen vermehrt den Langsamverkehr (zu Fuss, mit Velo/Elektrovelo) und den ÖV auf ihren Arbeitswegen und für Dienstreisen. Der Fuhrpark der Stadt wird auf energieeffizienteste und mit erneuerbaren Energien betriebene Fahrzeuge (Antrieb Ökostrom, Biogas) umgestellt. Durch die Einführung von Heimarbeitsplätzen könnte zudem die von den Mitarbeitern der Stadt verursachte Verkehrsleistung reduziert werden.
- **Öffentliche Bauten:** Mit dem StB 788 vom 29. August 2007 „Massstäbe für energie- und umweltgerechtes Bauen“ hat Luzern Standards im Umgang mit den stadteigenen Liegenschaften festgehalten. Die Vorgaben orientieren sich am Gebäudestandard 2008 des Vereins Energiestadt, mit dem die Weichen in Richtung der 2000-Watt-Gesellschaft für die stadteigenen Bauten gestellt werden sollen. Dieser Gebäudestandard wird periodisch angepasst und verschärft. Die Vorgaben sollen so bald als möglich auf Minergie-P oder vergleichbare Standards verschärft werden, denn nur so können die Ziele der 2000-Watt-Gesellschaft erreicht werden. Die Stadt Zürich hält bspw. in ihren 7 Meilenschritten fest, dass bei allen Bauaufgaben geprüft werden soll, ob diese sich für weitergehendere Anforderungen eignen als im Gebäudestandard 2008 vorgeschrieben. Damit wird die Umsetzung von vermehrten Neubauten und Umbauten mit dem Minergie-P Standard angestrebt. Um die im Gebäudeschwerpunkt beschriebenen Wirkungen bei den stadteigenen Bauten erreichen zu können, müsste die Sanierungsrate auch bei den stadteigenen Liegenschaften auf ca. 1.7% bis 2% p.a. erhöht werden. Zusätzlich kann die Stadt den Anteil an grauer Energie beim Bauen vermehrt Rechnung tragen.
- **Energieerzeugung und Energieversorgung:** Die Stadt prüft, ob sie über Liegenschaften mit Wärmenetzen verfügt und ob diese nach den Vorgaben des Schwer-

punkts 3 mit erneuerbaren Energien oder Wärmekraftkopplungsanlagen betrieben werden könnten. Bei dicht überbauten Gebieten kann die Stadt den Neubau von Wärmenetzen in Betracht ziehen. Als Stromeinkäuferin beschafft die Stadt in Zukunft vermehrt Ökostrom (Strom aus erneuerbaren Energien der Qualität «naturemade star» (vgl. www.naturemade.ch) bzw. Premium-Stromprodukte der ewl).

- **Geräte, Anlagen und Prozesse:** Die Stadt forciert in der Verwaltung die systematische Steigerung der Stromeffizienz nach den im Schwerpunkt beschriebenen Massnahmen. Besonderer Wert sollte auf die Beschaffung effizienter Geräte gelegt werden, da ein einmal angeschafftes Gerät den Stromverbrauch für die ganze Gerätedutzungsdauer vorgibt. Die Stadt erlässt Beschaffungsrichtlinien für Geräte, Anlagen, Fahrzeuge und Verbrauchsmaterialien und organisiert deren nachhaltige Umsetzung und Weiterentwicklung innerhalb der städtischen Verwaltung. Die Stadt kauft vermehrt energieeffiziente und möglichst aus wieder verwertbaren Rohstoffen hergestellte Geräte und Verbrauchsprodukte ein und stellt sicher, dass die vertraglichen Leistungen eingehalten und im Betrieb gewährleistet sind (z.B. Überprüfungen der Ersteinstellungen von Geräten beim Roll out wie z. B. die Abschaltautomatik, usw.).
- **Bildung, Aus- und Weiterbildung:** Die städtische Verwaltung (Projektleiter, Hauswarte usw.) sollen über die Zielsetzungen der 2000-Watt-Strategie und die konkreten Handlungsmöglichkeiten informiert und in ihren Fachgebieten entsprechend geschult werden (Minergie-P, Stromeffizienz, usw.).
- **Information, Kommunikation, Beratung:** Über eine breit angelegte Informationskampagne sollen die Ziele und Gründe einer 2000-Watt-Gesellschaft verwaltungsintern kommuniziert werden. Damit soll die Kohärenz in der Politik gefördert werden.
- **Graue Energie / Beschaffung:** Bei der Wahl von Materialien für die städtische Verwaltung sollten die Grundsätze des schonenden Umgangs mit Ressourcen sowie der Minimierung des Energieeinsatzes und der CO₂-Emissionen als Leitlinien verankert werden. Grundsätzlich muss dafür der ganze Lebenszyklus eines Produkts berücksichtigt werden. So sollten beispielsweise möglichst rezyklierte Baumaterialien bzw. Baumaterialien und Möbel aus heimischer oder nachweislich nachhaltig wirtschaftender Holzwirtschaft eingesetzt, vermehrt saisonale und vegetarische Gerichte angeboten, wieder verwertbare Materialien bevorzugt und Papier aus Recyclingfasern eingesetzt werden.

4.8 Schwerpunkt 6: Bildung, Ausbildung, Weiterbildung

4.8.1 Ausgangslage

Diverse Hemmnisstudien belegen Wissensdefizite bei Energieverbrauchern (bspw. im Mobilitätsbereich über ÖV-Angebote und ihre Nutzung), bei Investoren, Banken, Versicherungen, Immobilienwirtschaft (bspw. fehlende Bauherrenkompetenz) sowie bei Unternehmen, die in energie- und klimarelevanten Bereichen Produkte und Leistungen

anbieten (bspw. Immobilienbewirtschafter, Architekten, HLK-Ingenieure, Installateure, Unternehmungen im Baubereich).

Gleichzeitig bestehen Ausbildungsdefizite vor allem im Bereich HLK und Haustechnik, welche die Diffusion von Innovationen im Energiebereich verringern. In den Berufslehren sind ebenfalls Defizite festzustellen (ungenügende Verankerung von Energieaspekten in Lehrplänen; Meier 2006).

Aus- und Weiterbildung sind ausgesprochene Querschnittsaufgaben. Je aktiver die Energie- und Klimapolitik werden und je ambitionösere Ziele sie verfolgen, umso wichtiger werden begleitende Aus- und Weiterbildungsmöglichkeiten, damit die involvierten Akteure zielgerechte Entscheidungen fällen bzw. adäquate Leistungsangebote bereitstellen können. Aus- und Weiterbildung können somit für die Anwendung innovativer Massnahmen und Technologien eine zentrale Rolle spielen: Sie sind ein wesentlicher Faktor zur Reduktion von Umsetzungsdefiziten.

Die Wirksamkeit von Aus- und Weiterbildungsangeboten kann erhöht werden, wenn sie in eine langfristige Klima- und Energiepolitik der Stadt mit der Vision 2000-Watt-Gesellschaft eingebettet wird.

Im Schwerpunkt Bildung, Ausbildung, Weiterbildung geht es in erster Linie, um einen gezielten Auf- und Ausbau von Kompetenzen bei den lokalen Fachpersonen, die in Kontakt mit Kunden stehen und konkrete Lösungen für Mobilität, Bauen, Beratung, Stromeffizienz und die anderen oben angesprochenen Bereiche entwickeln und anbieten. Solche Fachpersonen wirken als Multiplikatoren für die Verbreitung von Lösungen in den für die Energie- und Klimastrategie relevanten Bereichen. Ein Ziel der Massnahmen im Bildungsbereich ist auch die Bekanntmachung der und die Schaffung von Akzeptanz für die Vision der 2000-Watt-Gesellschaft als eine plausible und (zumindest von der Richtung her) notwendige Antwort auf wichtige gesellschaftliche Herausforderungen, wie Peak Oil, Klimawandel und Klimagerechtigkeit, Sicherheit und Unabhängigkeit.

4.8.2 Zielgruppen für Bildung, Aus- und Weiterbildung

Aus- und Weiterbildungsangebote sind auf verschiedenen Stufen auf unterschiedliche Akteure auszurichten und müssen sachgerechte Inhalte aufweisen.

Im Zentrum stehen die Ausbildungslehrgänge in den Bereichen Bauen, Architektur, Gebäudetechnik, bzw. Heizung, Lüftung und Klima, Elektro (HLKE) und Immobilienbewirtschaftung. Die Hochschule Luzern, insbesondere die Teilschule Technik und Architektur verfügt grundsätzlich über hervorragende Voraussetzungen, diesbezügliche Angebote bereitzustellen, auch wenn die Vergangenheit zeigte, dass ein Teil derartiger Angebote früher nicht genügend nachgefragt wurden.

Eine weitere Zielgruppe sind die Verkäufer von Geräten, Leuchtmitteln und Lampen in Baumärkten. Eine noch unveröffentlichte Studie von econcept zeigt, dass beim Verkauf effizienter Beleuchtung Handlungsbedarf besteht und dass die Verkäufer entsprechende Schulungen wünschen würden (econcept und TEP Energy 2010).

Wichtige Zielgruppen sind Anbieter von Beratungsleistungen und Unternehmungen/Mitarbeitende im Bau- und HLKE-Bereich, bei denen mit attraktiven Weiterbildungsangeboten die Promotion und der Einsatz innovativer Technologien und die Ausschöpfung von Energieeffizienzpotenzialen sowie Möglichkeiten zur Produktion Erneuerbarer geschult werden soll.

Eine Zielgruppe können auch die öffentlichen Schulen sein, die in ihre Curriculae Aspekte von Nachhaltigkeit, sorgsamem Ressourceneinsatz, Energieeffizienz, Nutzung erneuerbarer Energien und Suffizienz aufnehmen sollten (kein neues Fach, sondern Einbau in existierenden Stoff).

4.8.3 Massnahmen Bildung, Ausbildung, Weiterbildung

Die Aus- und Weiterbildungsinitiative wird zweckmässigerweise in Zusammenarbeit mit dem Kanton, den jeweiligen Verbänden, der Hochschule Luzern Technik und Architektur sowie Wirtschaft und weiteren Interessenten konzipiert und anschliessend umgesetzt. Die Stadt Luzern kann dabei eine partizipative, ev. eine moderierende oder u.U. eine vorübergehend initialisierende Funktion anstreben. Der Handlungsspielraum der Stadt Luzern ist begrenzt, überregionale bzw. nationale Bildungsangebote können in der Regel nicht durch die Stadt Luzern alleine initialisiert werden. Der Massnahmenstart erfolgt mit Vorteil mit der Erarbeitung eines Aus-/ Weiterbildungs Konzeptes sowie im HLKE-Bereich, wo der Handlungsbedarf tendenziell am grössten ist. In einer ersten Phase geht es stark darum, zusammen mit den relevanten Verbänden die zurzeit aktiven Fachkräfte und Unternehmungen in Weiterbildungsveranstaltungen zu bringen, welche gut neben der Arbeit besucht werden können. Längerfristig ist es aber denkbar, dass Vertreter der Stadt Luzern an der Ausarbeitung von Leitbildern, Leistungsaufträgen, Bildungsplänen, etc. von Hochschulen, Berufsschulen und weiteren Ausbildungsinstitutionen mitarbeiten und dabei inhaltliche Inputs machen können.

Die niederschweligen, (kurzen) Weiterbildungsangebote am Nachmittag oder Abend werden in der Regel schon heute rege nachgefragt und widerspiegeln das Weiterbildungsbedürfnis in den jeweiligen Branchen. Bei diesen Angeboten besteht zurzeit wenig Handlungsbedarf. Sie müssen jedoch gesichert und weitergeführt werden. Unter anderem bieten derartige Veranstaltungen eine feste Plattform zur periodischen Kommunikation und zur Erklärung von energie- und klimapolitischen Massnahmen bzw. von veränderten rechtlichen Rahmenbedingungen und Vollzugsrichtlinien.

Die Aktivitäten im Bereich Bildung sind mit den bestehenden Angeboten des öko-forums, der Kundenberatung ewl, dem Kanton, der Hochschulen und auch der regelmässig stattfindenden Energie- Apéros zu koordinieren.

| Nr. Massnahmenansätze | Erläuterungen / Bemerkungen |
|---|--|
| B1 Konzept Aus- und Weiterbildung Luzern im Hinblick auf die 2000-Watt- | Die Stadt Luzern versucht den Kanton, die relevanten Fachverbände und die Hochschulen zur Erarbeitung einer Aus- und Weiterbildungsstrategie mit einem zugehörigen Umsetzungskonzept für die Stadt und den Kanton zu gewinnen: Identifikation der Zielgruppen für Ausbildung und ihrer Bedürfnisse, Identifikation der bestehenden |

| Nr. Massnahmenansätze | Erläuterungen / Bemerkungen |
|---|---|
| Gesellschaft | Ausbildungsangebote mit Anpassungsbedarf/-möglichkeiten und Angebotslücken, Initialisierung der als erforderlich erachteten Aus-/Weiterbildungsangebote. |
| B2 Aus-/Weiterbildungsinitiative im HLKE-Bereich | Mit den Verbänden, der Hochschule Luzern Technik und Architektur und dem Kanton werden die Aus- und Weiterbildungsangebote im HLKE-Bereich überprüft, mit dem Ziel, allfällige Defizite zu beheben und Verbesserungen anzuregen (diese Massnahme wirkt überregional). |
| B3 Weiterentwicklung der niederschweligen Weiterbildungs- und Informationsangebote wie Energie- Apéro, öko-forum, ewl-Informationen | Die Stadt Luzern unterstützt die bestehenden, niederschweligen Weiterbildungsangebote im heutigen Rahmen. Im Rahmen des Aus-/Weiterbildungskonzeptes von B1 bzw. zusammen mit den Anbietenden der aktuellen niederschweligen Weiterbildungsangebote wird periodisch die Zweckmässigkeit der Angebote überprüft und bei Bedarf die Einführung von neuen Angeboten initialisiert. |
| B4 Zertifizierung von Fachleuten im Energiebereich | Die Stadt Luzern prüft mit dem Kanton und den beruflichen Ausbildungsinstitutionen die Schaffung von Weiterbildungszertifikaten. Damit kann bei schon Ausgebildeten ein Anreiz zur Weiterbildung geschaffen werden, weil sie ohne Zertifikat u.U. von bestimmten Aufträgen ausgeschlossen werden. |

Tabelle 31 Massnahmenvorschläge Bildung, Aus- und Weiterbildung

4.9 Schwerpunkt 7: Information, Kommunikation, Beratung

4.9.1 Die Bedeutung von Information, Kommunikation und Beratung

Für eine Klima- und Energiepolitik, die aktiv relevante Veränderungen anstrebt, sind Information, Kommunikation aber auch Beratung zentrale Begleitmassnahmen. Klare Zielsetzungen sowie kontinuierliche Information über die anvisierten Zwischenziele und die ergriffenen Massnahmen mit ihren Vor- und Nachteilen sollen Verständnis für den Handlungsbedarf bzw. die Aufgabe und Akzeptanz für die zu ergreifenden Massnahmen schaffen.

Eine zentrale Grundaufgabe der öffentlichen Hand ist die Information und Kommunikation über die geltenden Rahmenbedingungen und die verwendeten Reglemente, Weisungen und Vorschriften, damit die beabsichtigten Verhaltensänderungen eintreten bzw. leichter durchsetzbar sind. Im Rahmen der aktiven Klima- und Energiepolitik verändern sich die Rahmenbedingungen in der Regel stärker und häufiger. Neben Information und Kommunikation werden Beratungsangebote wichtig für die Erleichterung der Umsetzung der veränderten Rahmenbedingungen.

Dauerhafte Verhaltensänderungen werden in der Regel nicht durch die Änderung des Verhaltens Einzelner erreicht, sondern durch Verhaltensänderung in sozialen Gruppen, in denen der Einzelne sich bewegt. Erfolgversprechende Kommunikation spricht demnach spezifische soziale Gruppen an und versucht sie für die neuen energiepolitischen Ziele zu gewinnen. Dies kann über Vertreter von sozialen Gruppen geschehen (Quartiervereine, Kirchgemeinschaften, ...) und beinhaltet auch eine aktive Beteiligung der Bevölkerung bei der Entwicklung und Umsetzung von neuen Strategien im Hinblick auf die 2000-Watt-Gesellschaft (Kampagne zur Information und Sensibilisierung, durch professionelle

Kommunikationsagenturen entwickelt und umgesetzt). Dabei ist Motivation zu schaffen, Vorbilder sollen präsentiert und Wissens-, Werte- und Verhaltensänderungen mit positiven Gefühlen verbunden werden (Lust, Freude, Wohlbefinden, Spass...). Anlässe mit der Möglichkeit von zweiseitiger Kommunikation mit den Adressaten sind anzustreben. Folgende Möglichkeiten könnten umgesetzt werden:

- Handlungsanreize (finanziell, sozial)
- Übereinkünfte eingehen (z.B. Berufsverkehr: mit Velo zur Arbeit)
- Rückmeldungen zum Effekt (Zielt auf Festigung des erlernten Verhaltens ab)
- Thematisierung der 2000-Watt-Gesellschaft in den Schulen. Produkte von Energiestadt verwenden und analoge Module. Langfristige Schülerprojekte mit realer Wirkung.

Ebenso empfehlen wir den Aufbau einer Zusammenarbeit mit den wichtigsten Nachfragern im Raum Luzern. Dies können grosse Baugenossenschaften oder auch Firmen mit grösseren Fuhrparks bzw. vielen Mitarbeitern sein, die nach Luzern pendeln.

4.9.2 Informations-, Kommunikations- und Beratungs-Massnahmen

Die Vision der 2000-Watt-Gesellschaft für die Stadt Luzern ist ungewohnt langfristig ausgerichtet und wirkt aus heutiger Sicht ungewohnt ambitiös. Soll diese Langfristzielsetzung wirksam werden, sind darauf ausgerichtete Informations- und Kommunikationsaktivitäten unerlässlich: Kontinuierliche/periodische Information und Kommunikation über die Ziele, die laufenden Bestrebungen, die erzielten Erfolge und den Handlungsbedarf bzw. die Herausforderungen. Dazu wird mit Vorteil ein Informations- und Kommunikationskonzept erarbeitet, mit welchem die eingesetzten Massnahmen geplant werden. Mögliche Massnahmen:

- Kampagne «2000 Watt in Luzern»: Kampagne zur Etablierung der Vision 2000 Watt und zur Information über die Zielsetzungen, den Handlungsbedarf und den Zeithorizont.
- Überprüfung der aktuellen Beratungsangebote, Prüfung der Einführung des Ökokompass für KMU (vgl. Erstberatungsangebot für KMU in der Stadt Zürich): Die Stadt Luzern hat mit der Beratung von Gesuchstellenden bei Förderprogrammen Pionierarbeit geleistet. Es sollte geprüft werden, welche Beratung bei der aktuellen Förderlandschaft zweckmässig ist, um die Wirkung der Fördermittel zu maximieren. Daneben besteht bei den KMU verbreitet Unterstützungsbedarf in den Bereichen Energie, Ressourcenschonung und Ökologie, welche typischerweise nicht zu den Kernaufgaben der jeweiligen KMU gehören.

| Nr. | Massnahmentitel | Beschreibung |
|-----|---|--|
| 11 | Informations-, Kommunikations- und Beratungskonzept | Die Stadt Luzern erarbeitet ein Informations- und Kommunikationskonzept für ihre Klima- und Energiestrategie in Richtung «2000 Watt in Luzern», allenfalls ergänzt durch ein Beratungskonzept (kann auch separat erstellt werden). |

| Nr. | Massnahmentitel | Beschreibung |
|-----|---|---|
| | | Im Informations- und Kommunikationskonzept werden für 1-3 Jahre die geplanten Aktionen, Instrumente, Kampagnen, die thematischen Schwerpunkte und die Zielgruppen festgelegt und die Mittel zugeteilt. Die Schnittstellen und die Koordination mit Informations- und Kommunikationsangeboten von Kanton, Bund und Weiteren müssen geklärt werden. |
| 12 | Kampagne "2000 Watt in Luzern" durchführen | Mit einer Kampagne zur Einführung einer "lokalen 2000-Watt-Gesellschaft" im Raum der Stadt Luzern werden Bevölkerung und Wirtschaft eingeladen und motiviert, die Zielerreichung zu unterstützen und sich aktiv in die Ausgestaltung einzubringen. Die Kampagne wird im Laufe der nächsten Jahre kontinuierlich bzw. periodisch durchgeführt. Zur besseren Vermarktung dient allenfalls ein Approach, bei der "Meinungsführer" in die Kampagne integriert werden (Prominente etc.) |
| 13 | Kommunikation von Massnahmen der Stadt und ihren Erfolgen | Kommunikation vorbildlicher Aktionen der Stadt und ihrer Wirkungen (z.B. Reduktion von Energie- und Treibhausgasemissionen städtischer Gebäude, ökologische Beschaffung, etc.). Es ist dabei zu prüfen, welches (möglichst schon bestehende) Kommunikationsmittel sich dafür eignen würde. |
| 14 | Periodische Vollzugs-Information und Weiterbildung | Allenfalls zusammen mit weiteren Stellen (Kanton, Verbände, Gemeinden) werden periodische Vollzugs- und Weiterbildungsseminare für Vollzugsbeauftragte, Planer, Unternehmer, Bauherren und Investoren durchgeführt. Zweck ist die schnellere und bessere Umsetzung der energie- und klimapolitischen Massnahmen über Intermediäre, die Investitions- und Verbrauchsentscheidungen beeinflussen können. |
| 15 | Leuchtturmprojekte vermarkten | Promotion von Leuchtturmprojekten (herausragende Projekte) mit nachfolgender Nutzung zu Informations-/Kommunikations- und Demonstrationszwecken. Leuchtturmprojekte sind bedeutsam, energetisch herausragend. Sie weisen Ausstrahlungskraft auf, demonstrieren Machbarkeiten und vermitteln Orientierung. |
| 16 | Städtische 2000-Watt-Internet-Plattform mit Handlungstipps entwickeln | Aufbau einer Internetplattform der Stadt zu «2000 Watt in Luzern» mit aktuellen Informationen, Beratungsangeboten, Hinweisen auf veränderte Rahmenbedingungen und Links zu weiteren 2000 Watt-relevanten Stellen in der Stadt, beim Kanton, beim Bund, etc. Die Plattform soll starken Bezug auf Alltagshandlungen und -entscheidungen nehmen. Auf der Plattform könnten die CO ₂ - und Watt-Rechner implementiert werden sowie Verweise auf Top-ten etc. vorgenommen werden. |
| 17 | Bewährte Informationskampagnen ausweiten | Städtische Informationskampagnen z.B. zu Energieeffizienz im Gebäudebereich weiterführen und ausweiten. |
| 18 | Stelle eines 2000-Watt-Coachs schaffen | Die im Gebäudebereich bewährte Beratung mittels "Energie-Coach" wird ergänzt mit einem "2000-Watt-Coach" für alle 2000-Watt-Lebenslagen und -fragen. Kosten: 150 kCHF/a (eine Stelle) |
| 19 | Information/Promotion Suffizienz | Informationen zu Suffizienzerfolgen und -massnahmen werden auf geeignete Weise über die bereits vorhandenen bzw. die vorgeschlagenen Informationskanäle verbreitet. |
| 110 | Überprüfung Beratungsangebote | Die bestehenden Beratungsangebote im Bereich Energie, Mobilität, Ökologie werden periodisch überprüft und den sich allenfalls wandelnden Bedingungen angepasst (z.B. neue oder veränderte Förderprogramme). Die Einführung eines Beratungsangebotes für KMU (vgl. Ökokompass in der Stadt Zürich) wird geprüft. |

Tabelle 32 Massnahmenvorschläge Information, Kommunikation, Beratung

4.10 Graue Energie / Konsum

Massnahmen im Bereich Konsum/graue Energie zielen auf eine auf eine Reduktion des Energiedienstleistungsverbrauchs sowie des kumulierten Energieaufwandes bzw. des grauen Energieverbrauches¹⁴ für die konsumierten Güter und Leistungen.

Die Analyse im Teil «Grundlagen» zeigt, dass der graue Energieverbrauch, für die Erstellung und den Konsum von Waren und Dienstleistungen, erheblich ist: Der graue Energieverbrauch verursacht zusätzlich zum ausgewiesenen Verbrauch rund 40% Primärenergieverbrauch und knapp 50% zusätzliche CO₂-Emissionen in der Stadt Luzern (2008).

In materialintensiven Bereichen, wie beim Hoch- und Tiefbau hat die Verwendung von Materialien, Bauteilen und Produkten mit geringerem kumuliertem Energieaufwand einen wichtigen Einfluss auf den Verbrauch von grauer Energie. Wichtigste Warengruppen, welche im Schweizer Durchschnitt den grössten grauen Energieverbrauch verursachen sind in absteigender Rangfolge bearbeitete Waren, chemische Erzeugnisse, Nahrungsmittel mit tierischer Herkunft und verschiedene Fertigwaren.

Der kumulierte Energieaufwand für Lebensmittel weist je nach Herkunft und Produktionsweise für gleichartige Lebensmittel grosse Unterschiede auf. Entscheidend sind vor allem die Herkunft der Lebensmittel (Energieaufwand für Transport, Kühlung, Lagerung sowie Verluste) und die jahreszeitliche Angepasstheit der Lebensmittel (Energieaufwand für Treibhäuser und ihre Heizung, Lagerung oder Transport aus fernen Ländern). Massnahmenseitig stehen vor allem die Information der Konsumenten und die Deklaration bei den Produkten im Vordergrund.

Im Gebäudebereich steigt mit abnehmendem Wärmeverbrauch das Gewicht des grauen Energieverbrauchs. Je nach Gebäude- und Siedlungsstruktur beträgt der kumulierte Primärenergieaufwand für Wohnbauten zurzeit noch rund 120 – 220 MJ pro m² Bruttogeschossfläche pro Jahr zusätzlich zu einem Primärenergieaufwand für Wärme von 600 – 800 MJ pro m² und Jahr (4 unterschiedliche Quartiere mit Bauten aus unterschiedlichen Bauperioden, Stadt, Agglomeration, ländliche Siedlung; siehe econcept 2008b). Nach einer umfassenden energetischen Sanierung sinkt jedoch der Wärmebedarf derartiger Bauten massiv und liegt nur noch wenig über dem kumulierten Primärenergieaufwand für die Erstellung und Entsorgung der Bauten, d.h. die Reduktion des grauen Energieaufwandes durch Recycling von Materialien und die Wiederverwendung von Bauelementen wird ebenfalls relevant. Gerade bei Ersatzneubauten zeigt sich, dass primärenergieseitig und ressourcenmässig Ersatzneubauten nur dann vorteilhafter sind, als Gesamterneuerungen, wenn der kumulierte Energieaufwand für Abbruch und Neubau gering gehalten wird (econcept 2002). Das Potenzial für Einsparungen grauer Energie bei Neubauten illustriert beispielsweise ein Minergie-P-Eco-Wohnbauprojekt in Holz in Winterthur: Die Siedlung aus Holz mit ca. 145 Wohnungen, Gewerbeflächen und Gemeinschaftsräumen

¹⁴ Grauer Energieverbrauch: Der in den erstellten bzw. konsumierten Produkten und Leistungen gebundene Energieaufwand (oft auch kumulierter Energieaufwand (KEA) genannt).

wird trotz Minergie-P-Eco-Standard einen Aufwand an grauer Energie von nur 82 MJ/m² pro Jahr aufweisen (Glanzmann, Knüsel 2010, S. 14).

Auch bei Dienstleistungen und der Nutzung von langlebigen Konsumgütern bestehen bei neuartigen Nutzungskonzepten hohe Primärenergie-Reduktionspotenziale durch gemeinsame Nutzung bzw. «Benutzen statt Besitzen» (z.B. Car Sharing, Mobility), Nutzung auf Zeit, Leasen statt kaufen etc., welche eine Abkehr von individualistischen Nutzungskonzepten erfordern, dafür aber auch wirtschaftliche Vorteile bieten können: Beispielsweise durch die (entgeltliche) Nutzung von Schulräumen in schulfreien Zeiten oder Car Sharing, etc.

Grosse Potenziale für Einsparungen beim kumulierten Energieverbrauch liegen bei Konsumgütern und Dienstleistungen des alltäglichen Bedarfes sowie bei Freizeit- und Ferienaktivitäten. Folgende Massnahmenansätze können diesbezüglich verfolgt werden:

| Nr. | Massnahmentitel | Beschreibung |
|------|---|---|
| GE 1 | Verwendung von ökologischen Baumaterialien mit geringem Aufwand an grauer Energie | <ul style="list-style-type: none"> — Holzbau, Minergie ECO, Bilanzierung nach dem SIA Effizienzpfad, ... — Wiederverwendung der eingesetzten Materialien, Baustoff-, Baumaterial- und Bauteilbörsen, Baustoffrecycling und -wiederaufbereitung. |
| GE 2 | Förderung neuartiger Nutzungskonzepte zur Reduktion von Ressourcen- und Materialaufwand | <ul style="list-style-type: none"> — Förderung der besseren Nutzung von Investitionsgütern und langlebigen Konsumgütern durch neuartige Bewirtschaftungsformen und Nutzungskonzepte: Z.B. durch die Widmung von (bewirtschafteten) Parkplätzen für Car Sharing Fahrzeuge in der Stadt durch neue Dienstleistungskonzepte oder durch den Erlass neuer Benutzungsreglemente für öffentliche Bauten. |
| GE 3 | Förderung des Bewusstseins für graue Energie im alltäglichen Einkauf | <ul style="list-style-type: none"> — Promotion und Deklaration saisonaler Angebote, heimischer Erzeugnisse und einer fleischlosen oder -armen Ernährung, etc. Ev. In Kooperation mit Lebensmittelhandel und regionalen Erzeugern. — Beispielhafte Information über Anbaumethode, Transport (Flugzeug etc.), Verpackungsarten, Energieaufwand von alltäglichen Verbrauchsgütern. — Förderung regionaler und langlebiger Produkte. |
| GE 4 | Förderung des Bewusstseins für Graue Energie und Konsumgüter | <ul style="list-style-type: none"> — Ab wann lohnt sich ein Geräteersatz unter Berücksichtigung der grauen Energie? — Benutzen statt Besitzen“ (z. B. Mobility, Gerätepools mit Nachbarn...). — Reparieren statt wegwerfen (Stichwort «Wegwerfgesellschaft») |

Tabelle 33 Massnahmenvorschläge graue Energie

In Zusammenhang mit dem Thema graue Energie und Konsum wird oft auch der fehlende Zusammenhang von Besitz und Glück thematisiert.

5 Wirkungen der Energie- und Klimastrategie

5.1 Auswirkungen auf CO₂-Emissionen und Energieverbrauch

Die Addition aller Wirkungen der oben beschriebenen Massnahmenansätze zeigt, dass mit deren Umsetzung grosse Wirkungen erzielt werden können. Durch die kommunalen Massnahmen können bei einer gleichbleibenden Bevölkerungszahl¹⁵ schätzungsweise die Werte von 2'650 Watt und 2'460 kg CO₂-eq pro Kopf und Jahr erreicht werden. Dies entspricht im Vergleich zu 2008 einer Reduktion des Primärenergieverbrauchs um 47% und einer Reduktion der CO₂-Emissionen um 58%¹⁶.

Damit kann die Stadt Luzern einen erheblichen Beitrag zur Erreichung der Pro-Kopf-Ziele von 2000-Watt und 1 Tonne CO₂ pro Jahr beitragen. Die hier skizzierten städtischen Aktivitäten reichen aber aller Voraussicht nach nicht aus, so dass die Mithilfe von und die Zusammenarbeit mit den Akteuren auf Stufe Bund und Kanton (sowie auch Akteuren anderer Länder) unabdingbar für ein Erreichen der ambitionierten Zielsetzungen ist.

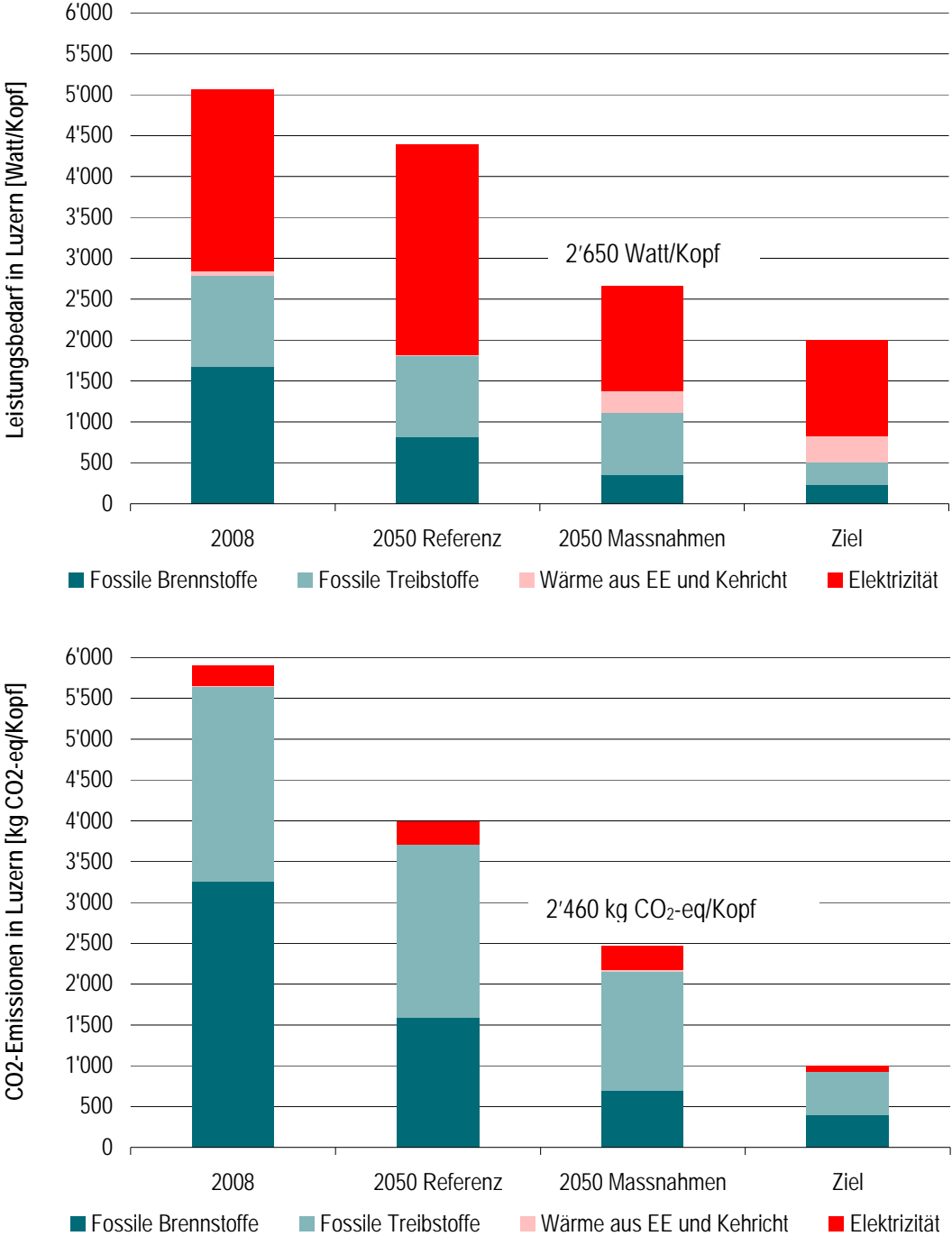
Nachfolgende Figuren zeigen den Vergleich von Ausgangslage, Referenzentwicklung, Entwicklung mit Massnahmen und Zielvorgabe für den Primärenergieverbrauch und die CO₂-Emissionen.

Figur 12 zeigt, dass mit den angenommenen Massnahmenwirkungen in allen Bereichen ausser der Mobilität Wirkungen erzielt werden, die, zumindest was die Grössenordnung betrifft, in die Nähe der Ziele der 2000-Watt-Gesellschaft führen. Bei der Mobilität bzw. beim Verbrauch fossiler Treibstoffe müssen deutlich weitergehendere Wirkungen erzielt werden, was die Stadt nur in Zusammenarbeit mit Kanton und Bund bewerkstelligen kann.

¹⁵ 76'128 EinwohnerInnen.

¹⁶ Aufgrund der gesamtschweizerischen Prognosen ist davon auszugehen, dass die Bevölkerung bis im Jahr 2050 auch auf dem Gebiet der Stadt Luzern zunehmen wird. Diese Entwicklung führt in der Tendenz dazu, dass die Pro-Kopf-Werte weiter sinken. Da die Wirkungsabschätzungen an sich mit sehr vielen Unbekannten und Annahmen erstellt werden müssen, wurde auf eine Neuberechnung der Wirkungen anhand von neueren und besseren Bevölkerungsprognosen verzichtet.

«Wirkung der Massnahmen der Energie- und Klimastrategie»



Figur 12: Primärenergiebedarf und CO₂-Emissionen der Stadt Luzern im Jahr 2008, die Referenzentwicklung im Jahr 2050, die Entwicklung mit Massnahmen im Jahr 2050 und das 2000-Watt-, bzw. 1-Tonne-CO₂-Ziel. Für die Abschätzung der Pro-Kopf-Werte wurde die Bevölkerungszahl aus dem Jahr 2008 verwendet.

5.2 Regionale und volkswirtschaftliche Wirkungen

Die Umsetzung der hier skizzierten Massnahmenansätze einer Energie- und Klimastrategie der Stadt Luzern bringt neben den oben ausgewiesenen Reduktionen beim Energieeinsatz und den CO₂-Emissionen **weitere positive Effekte für die Stadt:**

- 7 Die nicht durch die Energiekosten getragenen Folgekosten des Energieverbrauchs (externe Kosten), wie bspw. Gesundheitskosten durch Luftverschmutzung und Lärmemissionen, werden reduziert. Gemäss Aktionsplan Luftreinhaltung und Klimaschutz der Stadt Luzern, kann davon ausgegangen werden, dass die aktuelle Luftverschmutzung der Stadt Luzern jährlich ca. 30 Todesfälle bei Erwachsenen, ca. 25 Spitalerkrankungen wegen Herz-Kreislaufkrankheiten und ca. 400 Fälle von Bronchitis bei Kindern verursacht. Alleine die Gesundheitskosten der Luftverschmutzung in der Stadt Luzern belaufen sich auf ca. 50 Mio. Franken im Jahr (APLK 2008: 79).
- 8 Die Reduktion der Abhängigkeiten bzw. der Preis- und Konfliktrisiken einer stark von fossilen Energieträger abhängigen Energieversorgung (vgl. auch nachfolgende Ausführungen).
- 9 Die Schaffung von Arbeitsplätzen bzw. die Förderung des lokalen Gewerbes (v.a. im Bau- und Haustechnikgewerbe).
- 10 Eine Erhöhung der regionalen Wertschöpfung durch die Substitution von importierten fossilen Energieträgern mit vergleichsweise kleinem regionalem Wertschöpfungsanteil. (vgl. auch nachfolgende Ausführungen).
- 11 Die vermehrte Umsetzung von energieeffizienten Lösungen und die gewonnenen Erfahrungen mit erneuerbaren Energien steigern das Know-how von ortsansässigen Firmen und tragen zu deren Wettbewerbsfähigkeit bei.
- 12 Eine generelle Erhöhung der Lebensqualität in der Stadt.

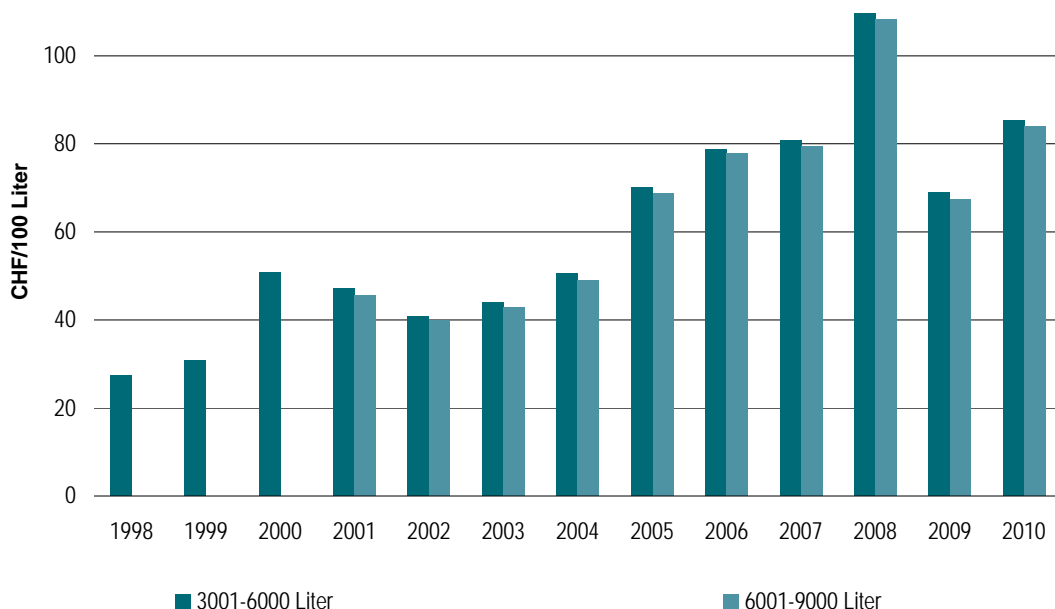
Solche Effekte sprechen für die Umsetzung einer ambitionierten Klima- und Energiestrategie, auch wenn die kurzfristigen Kosten tendenziell als hoch beurteilt werden.

Die Abschätzung der **Energieausgaben** auf dem Gebiet der Stadt Luzern im Jahr 2008 verdeutlicht die grosse volkswirtschaftliche Bedeutung der Energieversorgung. So wurden im Jahr 2008 alleine für die fossilen Energieträger Heizöl, Erdgas, Benzin und Diesel rund 177 Millionen Franken ausgegeben, wobei diese Gelder zu einem grossen Teil aus dem Kanton und aus der Schweiz abfliessen. Gemäss solarcomplex (2008) kann der Mittelabfluss aus der Region mit einer Verstärkung regionaler Wertschöpfung durch vermehrten Einsatz erneuerbarer Energien massiv verringert werden. Folgende Figur zeigt, wie hoch solarcomplex (2008) den regionalen Mittelabfluss durch die verschiedenen Energieträger einschätzt.

| | Heizöl [€] | Erdgas [€] | Bioenergien [€] (aus Forst- und Landwirtschaft) |
|---------------|---------------|---------------|--|
| Region | 16 | 14 | 65 |
| Deutschland | 25 | 12 | 32 |
| International | 59 | 74 | 3 |
| Summe | 100 | 100 | 100 |

Tabelle 34: Regionaler Mittelabfluss verschiedener Energieträger in Euro gemäss solarcomplex 2008. Demnach verbleiben von 100 ausgegebenen Euros für Heizöl rund 16 Euro in der Region. (Quelle: solarcomplex, Holzenergie-Fachverband CH, Fa. Schellinger)

Einen wichtigen Einfluss auf die Energiekosten hat der stark schwankende **Heizölpreis**. Dieser hat sich in den 13 Jahren von 1998 bis 2010 auf momentan etwas über 80 Franken pro 100 Liter HEL nahezu verdreifacht (Figur 13). Der Anstieg auf 109 Franken pro 100 Liter im Jahr 2008 hat gegenüber einem Preis von 80 Franken pro 100 Liter bei gleichem Energieverbrauch zu Mehrkosten in der Stadt Luzern von ca. 10.5 Millionen CHF geführt.



econcept

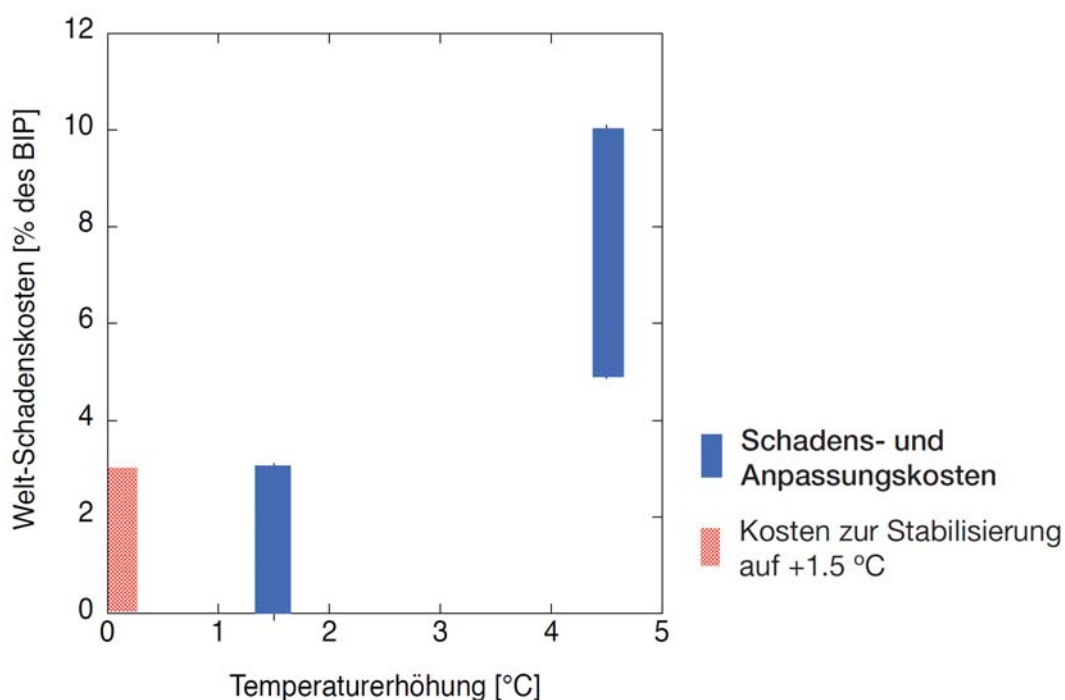
Figur 13: Entwicklung der durchschnittlichen nominalen Heizölpreise gemäss Bundesamt für Statistik, Landesindex der Konsumentenpreise (Quelle: <http://www.liik.bfs.admin.ch>; 2010: Januar - Mai)

Durch die **Endlichkeit der nicht-erneuerbaren Energieträger** Öl, Gas und Uran und die weltweite Steigerung der Nachfrage ist in Zukunft mit einer Verknappung des Angebots und dadurch mit einer starken Preissteigerung für diese Energieträger oder auch mit Versorgungsengpässen zu rechnen (Stichwort Peak Oil).

Die durch ambitionierte Förderprogramme im Energie- und Klimabereich ausgelösten **volkswirtschaftlichen Effekte** lassen sich recht gut abschätzen. Die Wirkungen der kantonalen Förderprogramme im Energiebereich werden jährlich durch EnergieSchweiz ermittelt (BFE 2007). Für den Kanton Obwalden hat econcept (2008) die Wirkung eines Energie-Förderprogramms von 290'000 Franken pro Jahr berechnet: demnach können

damit zusätzliche Investitionen von rund 1,4 Millionen Franken und eine (Brutto-) Beschäftigungswirkung von ca. 10 Personenjahren ausgelöst werden. Diese Arbeitsplätze sind vor allem im Bau- und Haustechnikgewerbe zu erwarten (econcept 2008a).

Weltweit sind zudem negative Auswirkungen auf die Ökosysteme der Erde zu erwarten (neben dem Treibhauseffekt auch die Verschmutzungen von Luft, Böden und Meeren). Die damit verbundenen Folgekosten sind in letzter Zeit auch mehr in das Bewusstsein der Öffentlichkeit gedrungen (weltweite Folgekosten der Klimaerwärmung: Stern-Report 2006). Nachfolgende Figur aus der Denk-Schrift Energie der Akademien Schweiz (2007) verdeutlicht, dass die **Kosten zur Stabilisierung der CO₂ Emissionen** (durch eine verschärfte Energie- und Klimapolitik) weitaus niedriger geschätzt werden als die **Schadens- und Anpassungskosten**, die durch eine verstärkte Klimaerwärmung erwartet werden. Mit steigender Temperaturerhöhung ist mit stark ansteigenden Schadens und Anpassungskosten zu rechnen.



Akademien Schweiz (2007:23)

Figur 14: Geschätzte weltweite Schadens und Anpassungskosten in Abhängigkeit von der erwarteten Temperaturerhöhung (Quelle: Denkschrift-Energie, Akademien Schweiz 2007)

Zusammenfassend kann davon ausgegangen werden, dass die Umsetzung einer ambitionierten Energiepolitik zu positiven volkswirtschaftlichen und gesellschaftlichen Nutzen führen wird. Eine unbeeinflusste Fortführung der aktuellen Energieverbrauchstrends birgt dagegen, wegen den damit verbundenen Risiken der Energieversorgung und den Folgen des Klimawandels, die Gefahr von langfristig negativen volkswirtschaftlichen und sozialen Effekten.

6 Monitoring und Erfolgskontrolle

Der Erfolg der rollenden Umsetzung der vorgängig skizzierten Energie- und Klimastrategie hängt auch vom laufenden Monitoring und der Erfolgskontrolle ab.

Um den Erfolg der Strategie insgesamt zu überprüfen, verwendet die Stadt Luzern das internetbasierte Werkzeug ECORegion. ECORegion erlaubt es aufgrund der Eingaben relevanter (Aktivitäts-) Daten aus den Bereichen Wirtschaft, Haushalte, Verkehr, Flächen und Tiere sowie von spezifischen Energieverbrauchsdaten für die Stadt Luzern eine umfassende Energie- und Treibhausgasbilanz für die Stadt zu berechnen. Die vorhandenen Bilanzierungsdaten reichen bis ins Jahr 1990 zurück, womit eine Zeitreihe zur Verfügung steht, aus der die vergangene Entwicklung und der aktuelle Trend des Energieverbrauchs und der Treibhausgasemissionen ersichtlich sind.

Für ein Monitoring der einzelnen Massnahmen müssen hingegen spezifische Indikatoren erhoben und ausgewertet werden, weswegen bei der Erarbeitung einzelner Aktionspläne die wichtigsten Indikatoren für das Monitoring der einzelnen Massnahmen festzulegen sind. Das Monitoring erfordert Kenntnisse über den Umsetzungsstand der einzelnen Massnahmen, die erzielten Wirkungen, die auftauchenden Schwierigkeiten, die Entwicklung der Märkte und die Entwicklung der Rahmenbedingungen. Damit kann und soll die **Umsetzung der Energie- und Klimastrategie laufend optimiert** werden.

Monitoring und Erfolgskontrolle unterscheiden drei unterschiedliche Instrumente:

Monitoring: Mit dem Monitoring werden die wichtigsten Eckdaten einer jeden Massnahme laufend erfasst und überwacht. Je nach Massnahme kann die Erfassung monatlich oder jährlich erfolgen. Das Monitoring dient der Beobachtung der Massnahmenumsetzung und der Entwicklung des Umfeldes. Die dafür erforderlichen Indikatoren orientieren sich nach Möglichkeit an den Wirkungen (substituierte Energie, Anzahl Sonnenkollektoren, usf.). Wo dies nicht möglich ist, werden auch Leistungsindikatoren verwendet (eingesetzte finanzielle Mittel, Anzahl durchgeführte Veranstaltungen, Anzahl Kurse). Das Monitoring bedingt, dass einzelne Indikatoren durch die Leistungsträger laufend erhoben werden. Soweit möglich, sollen für das Monitoring Daten verwendet werden, die schon heute für das Tool ECORegion erhoben werden. Es ist darauf zu achten, dass sich das Monitoring auf die wichtigsten Eckdaten konzentriert, so dass die Entwicklung der Massnahmen und der Energiepolitik mit einem möglichst geringen Aufwand überwacht werden kann.

Erfolgskontrolle: Die Erfolgskontrolle wird jährlich durchgeführt und bezieht sich sowohl auf die Outputs der Energiestrategie als auch auf deren Wirkungen (Outcome). Im Rahmen der Erfolgskontrolle werden die im Monitoring erhobenen Angaben ausgewertet und analysiert. Sie bildet die Basis für Korrekturen bei den einzelnen Massnahmen, bei der Ausgestaltung der jeweiligen Jahrespläne der Umsetzung und bei den Prioritäten der Umsetzung.

Evaluation: Die Evaluation einzelner Massnahmen wird punktuell (zum Beispiel nach 4 bis 5 Jahren) durchgeführt, um die Wirkungszusammenhänge zwischen einer Leistung und der erreichten Wirkung am Markt zu analysieren. Sie konzentriert sich aufgrund des zu leistenden Aufwandes in der Regel auf die für den Erfolg der Energie- und Klimastrategie wichtigsten Massnahmen. Die Evaluation einer Massnahme erfordert oft zusätzliche und vertiefte Erhebungen und Analysen. Sie bildet die Basis für Anpassungen an der Ausgestaltung der Massnahme - oder bei fehlendem Erfolg auch für deren Streichung.

Anhang

A-1 Erster Anhang: Wirkungen der Massnahmen

Massnahmenwirkung: Primärenergie-Leistungsbedarf (Watt / Kopf) bei einer angenommenen Bevölkerungszahl im Jahr 2050 von 76'128 (entspricht dem Stand von 2008).

| Angaben in Watt / Kopf, gerundet | 2008 | 2050 Referenz | 2050 Massnahmen | Mögliches Ziel |
|----------------------------------|-------|---------------|-----------------|-----------------|
| Fossile Brennstoffe | 1'676 | 818 | 359 | 227 |
| Fossile Treibstoffe | 1'110 | 985 | 751 | 273 |
| Wärme aus EE und Kehricht | 53 | 20 | 270 | 330 |
| Elektrizität | 2'225 | 2'570 | 1'280 | 1'170 |
| TOTAL | 5'060 | 4'390 | 2'660 | 2'000 Watt/Kopf |

Tabelle 35: Mögliche Wirkung der Massnahmen auf den Primärenergie-Leistungsbedarf

Massnahmenwirkung: CO₂-Emissionen (Kg CO₂eq / Kopf) bei einer angenommenen Bevölkerungszahl im Jahr 2050 von 76'128 (entspricht dem Stand von 2008).

| Angaben in Kg CO ₂ / Kopf, gerundet | 2008 | 2050 Referenz | 2050 Massnahmen | Mögliches Ziel |
|--|-------|---------------|-----------------|---------------------------------|
| Fossile Brennstoffe | 3'251 | 1'586 | 697 | 397 |
| Fossile Treibstoffe | 2'386 | 2'117 | 1'458 | 530 |
| Wärme aus EE und Kehricht | 20 | 8 | 19 | 2 |
| Elektrizität | 245 | 281 | 290 | 70 |
| TOTAL | 5'900 | 3'990 | 2'460 | 1'000 Kg CO ₂ / Kopf |

Tabelle 36: Mögliche Wirkung der Massnahmen auf die CO₂-Emissionen

Anmerkung: Aufgrund der gesamtschweizerischen Prognosen ist davon auszugehen, dass die Bevölkerung bis im Jahr 2050 auch auf dem Gebiet der Stadt Luzern zunehmen wird. Diese Entwicklung führt in der Tendenz dazu, dass die Pro-Kopf-Werte weiter sinken. Da die Wirkungsabschätzungen an sich mit sehr vielen Unbekannten auskommen müssen, wurde auf eine Neuberechnung der Wirkungen anhand von neueren und besseren Bevölkerungsprognosen verzichtet.

Glossar

| | |
|---------------------|--|
| APLK | APLK Aktionsplan Luftreinhaltung und Klimaschutz der Stadt Luzern (vgl. Literatur) |
| BFE | Bundesamt für Energie |
| BHKW | Blockheizkraftwerk |
| CKW | Centralschweizerische Kraftwerke AG |
| CO ₂ -eq | Kohlendioxid Äquivalent |
| ewl | Energie und Wasser Luzern AG |
| KeE | Kompetenzzentrum für erneuerbare Energien des Kantons Luzern |
| KEV | Kostendeckende Einspeisevergütung für dezentral erzeugte Elektrizität gemäss eidgenössischem Energiegesetz |
| kWh | Kilowattstunde |
| MuKE | Mustervorschriften der Kantone im Energiebereich |
| PBG | Planungs- und Baugesetz des Kantons Luzern vom 7. März 1989 |
| PE | Primärenergie |
| SIA | Schweizerischer Ingenieur- und Architektenverein |
| StromVG | Stromversorgungsgesetz vom 3. April 2007 |
| THG | Treibhausgas |
| TJ | Terajoule (1 Terajoule = 10 ¹² Joule) |
| uwe | Dienststelle Umwelt und Energie des Kantons Luzern |
| WKK | Wärme-Kraft-Kopplung |

Literatur

- Akademien Schweiz (2007): Denk-Schrift Energie. Energie effizient nutzen und wandeln, Beitrag zur nachhaltigen Entwicklung in der Schweiz. Herausgegeben durch die Akademien der Wissenschaften Schweiz, Bern 2007
- APLK (2008): Aktionsplan Luftreinhaltung und Klimaschutz vom 10. September 2008. Erarbeitet im Auftrag der Stadt Luzern durch DOL Environmental Engineering & Consulting, Dan Ljungberg; 2008
- BFE 2007 Globalbeiträge an die Kantone nach Art. 15 Energiegesetz EnG: Wirkungsanalyse kantonaler Förderprogramme - Ergebnisse der Erhebung 2006, Bundesamt für Energie, Bern, 2007
- BFE (2008): Analyse des schweizerischen Energieverbrauchs 2000 – 2006 nach Verwendungszwecken. Erstellt von Prognos, Infrac, CEPE und Basics im Auftrag des Bundesamts für Energie BFE, April 2008
- BFS (2005): Mobilität in der Schweiz. Wichtigste Ergebnisse des Mikrozensus 2005 zum Verkehrsverhalten. Neuchâtel 2007.
- Bébié et al. (2008): Grundlagen für ein Umsetzungskonzept der 2000-Watt-Gesellschaft. LSP 4 – "Nachhaltige Stadt Zürich – auf dem Weg zur 2000-Watt-Gesellschaft": Autoren: Bruno Bébié, Heinrich Gugerli, Toni W. Püntener, Martin Lenzlinger, Rolf Frischknecht, Christoph Hartmann und Rolf Iten. Ein Gemeinschaftsprojekt von Stadt Zürich, Bundesamt für Energie, EnergieSchweiz für Gemeinden und Novatlantis, 18.12.2008
- econcept (2007): Einsatz von Sonnenkollektoren auf dem Gebiet der Stadt Zürich. Markthemmnisse und Massnahmen zu ihrer Überwindung. W. Ott, G. Klingler und D. Philippen, econcept AG im Auftrag von Umwelt- und Gesundheitsschutz Zürich, August 2007
- econcept (2008): Volkswirtschaftliche Marktanalyse für die Energieregion Luzern. Energieeffizienz und erneuerbare Energien. G. Klingler, W. Ott und P. Steiner, September 2008.
- econcept (2008a): Energiekonzept Kanton Obwalden. Erarbeitet durch econcept im Auftrag des Bau- und Raumentwicklungsdepartements, 15. September 2008.
- econcept (2009): Rechtliche und verfahrensmässige Hemmnisse für energetische Massnahmen im Gebäudebereich. Studie erstellt im Auftrag des seco, Bern 2009.

- econcept und TEP-Energy (2010): Effiziente Beleuchtungen: Potenziale, Markthemmnisse und mögliche Fördermassnahmen. Erarbeitet durch G. Klingler, W. Ott, M., Jakob et al. econcept AG und TEP-Energy im Auftrag des ewz.
- Energiestadt (2008): Energiestädte auf dem Weg zur 2000-Watt-Gesellschaft. Zu beziehen unter http://www.energiestadt.ch/files_all/2000_Watt/2000-Watt-Gesellschaft_EsfG_energiepolitischeZiele.pdf (Stand: Juni 2010)
- Hänggi, Marcel (2008): Wir Schwätzer im Treibhaus, warum die Klimapolitik versagt. Rotpunktverlag, Zürich.
- Hohmann et al (2007): Indikatoren für den internationalen Vergleich des Energieverbrauchs und der Treibhausgasemissionen. R. Hohmann, S. Steiner und P. Koch, B,S,S. Volkswirtschaftliche Beratung AG im Auftrag des BAFU.
- Jungbluth et al. (2007): Graue Treibhausgas-Emissionen der Schweiz 1990-2004. Erweiterte und aktualisierte Bilanz. Jungbluth, N., Steiner, R., Frischknecht, R.. Umwelt-Wissen Nr. UW-0711. Bundesamt für Umwelt, Bern.
- Knoflacher (2009): «Energie und Mobilität – Wir werden in Zukunft mehr im Kopf brauchen als in den vergangenen Jahrzehnten». Tagungsbeitrag von H. Knoflacher an der SES-Tagung «Klimawandel, Ölknappheit, Wirtschaftskrise, Zeit für eine Wachstumsdebatte» vom 28.8.2009 in Zürich. Zu beziehen unter www.energiestiftung.ch.
- Lustat aktuell (2007/05): Verkehrsverhalten im Kanton Luzern. Ausgabe 2007/Nr. 95 . Juli 2007, ISSN 1661-8351, Herausgabe: LUSTAT Statistik Luzern (www.lustat.ch)
- Meier R. (2006): Beitrag Strategie Aus- und Weiterbildung Energie; i.A. von EnergieSchweiz, Juni 2006
- Novatlantis (2004): Gas im Tank, Duft in der Luft? Chancen und Risiken der Einführung von Erdgas, Biogas und Wasserstoff als Treibstoffe. Juni 2004, www.novatlantis.ch
- Novatlantis (2005): Leichter Leben. Ein neues Verständnis für unsere Ressourcen als Schlüssel zu einer nachhaltigen Entwicklung – die 2000-Watt-Gesellschaft. Januar 2005, www.novatlantis.ch
- Prognos (2007): Die Energieperspektiven 2035 – Band 2, Szenario I bis IV. Prognos im Auftrag des Bundesamts für Energie, Bern 2007.
- Stern-Report (2006): Stern Review on the economics of climate change (http://www.hm-treasury.gov.uk/independent_reviews/stern_review_economics_climate_change/sternreview_index.cfm)

- solarcomplex 2008: Informationen von der Homepage der solarcomplex: www.solarcomplex.de, Stand: 11.6.2008; Siehe auch Vortragsfolien des Geschäftsführers der solarcomplex, Bene Müller an der Pusch-Tagung «Erneuerbare Energien: wirtschaftliche Chance für Gemeinden und Regionen» vom 17.4.2008
- Wuppertal Institut (2009): Sustainable Urban Infrastructure, Ausgabe München – Wege in eine CO₂-freie Zukunft. Herausgegeben von Siemens AG. Erarbeitet vom Wuppertal Institut für Klima, Umwelt, Energie GmbH. www.wupperinst.org
- Zimmermann et al. 2005: Benchmarks for sustainable construction, a contribution to develop a standard, Zimmermann M., Althaus H.-J., Haas A., EMPA, Energy and Buildings 37 (2005) 1147-1157.