

Nutzung städtischer Freiflächen für erneuerbare Energien in der Stadt Luzern

Zertifikatsarbeit CAS Erneuerbare Energien 2009



Quelle [swissmint]

Die Autoren

Carmen Hiltbrunner

Trottenstrasse 10, 5415 Nussbaumen

Berichterstellung, Abs. 6.2, 7.1, 7.2

Simon Kröni

Sonnhaldenstrasse 65, 4600 Olten

Abs. 1, 5, 6.5.5 - 6.5.10, 7.3, 8

René Wenger

Aeschiweg 44, 3700 Spiez

Abs. 2, 3, 4, 6.1, 6.3, 6.4, 6.5. - 6.5.4, 7.4, 9,

Der vorliegende Bericht wurde von den Studierenden des CAS „Erneuerbare Energien“ des IEBau der FHNW Muttenz im Rahmen einer Zertifikatsarbeit erarbeitet.

Es muss an dieser Stelle darauf hingewiesen werden, dass die Arbeit nicht im Rahmen eines Auftragsverhältnisses erstellt wurde.

Weder die Autor/innen noch die Fachhochschule Nordwestschweiz können deshalb für Aktivitäten auf der Basis dieser Studierendenarbeit planerische Haftung übernehmen.

Inhaltsverzeichnis

| | | |
|--------|---|----|
| 1. | Vorwort..... | 4 |
| 2. | Abkürzungen..... | 5 |
| 3. | Zusammenfassung..... | 6 |
| 3.1 | Fragestellung & Zielsetzung..... | 6 |
| 3.2 | Resultate..... | 6 |
| 3.3 | Folgerungen..... | 8 |
| 4. | Aufgabenstellung / Ausgangslage..... | 9 |
| 5. | Einleitung..... | 10 |
| 6. | Methodik & Vorgehensweise..... | 11 |
| 6.1 | Grundlagendaten..... | 11 |
| 6.2 | Energieverbrauch..... | 11 |
| 6.2.1 | Aktueller Verbrauch..... | 12 |
| 6.2.2 | zukünftiger Verbrauch..... | 13 |
| 6.3 | Stadtraumeinteilung..... | 14 |
| 6.4 | Gewichtungsfaktoren erneuerbarer Energien..... | 14 |
| 6.5 | Potentialermittlung..... | 14 |
| 6.5.1 | Potential Photovoltaik..... | 15 |
| 6.5.2 | Potential Solarthermie..... | 17 |
| 6.5.3 | Potential Erdwärme..... | 18 |
| 6.5.4 | Potential Umgebungswärme..... | 19 |
| 6.5.5 | Potential Grundwasserwärme..... | 19 |
| 6.5.6 | Potential Umweltwärme Abwasser..... | 19 |
| 6.5.7 | Potential Biogas..... | 19 |
| 6.5.8 | Potential Energie aus Holz..... | 20 |
| 6.5.9 | Potential Wasserkraft..... | 20 |
| 6.5.10 | Weitere Potentiale..... | 20 |
| 7. | Resultate..... | 22 |
| 7.1 | Aktueller Verbrauch Luzern..... | 22 |
| 7.2 | Langfristiger zukünftiger Verbrauch Luzern..... | 22 |
| 7.3 | Szenario „REAL“..... | 23 |
| 7.4 | Szenario „Maximum/Fortschrittlich“..... | 24 |
| 8. | Diskussion..... | 27 |
| 9. | Schlussfolgerungen & Strategie..... | 28 |
| 10. | Quellenverzeichnis..... | 29 |
| 11. | Verzeichnisse..... | 31 |
| 12. | Anhang..... | 32 |

1. Vorwort

Der stetig zunehmende und zügellose Verbrauch fossiler Energieträger, insbesondere seit Ende des 2. Weltkriegs, führt zu noch nicht absehbaren Klimaveränderungen und daraus Folgekosten in noch unbekannter Höhe. Davon ist auch die Schweiz betroffen. Deren Energieversorgung beruht derzeit zu über 80% auf fossilen Energieträgern [Umwelt 09]. Mangels eigener fossiler Ressourcen muss diese Energie zudem vollumfänglich importiert werden, was im weltweit zunehmend umkämpften Energiemarkt zu latenter Abhängigkeit führt. Ein Umdenken in Richtung Energieeffizienz und Nutzung eigener erneuerbarer Energien ist dringend notwendig.

Zwei Drittel der Endenergie wird in den Bereichen Haushalt, Dienstleistungen & Industrie benötigt [Umwelt 09], das heisst also im urbanen Raum. Die Produktion von nachhaltiger elektrischer und Wärme-Energie im Siedlungsraum ist deshalb naheliegend.

Die Stadt Luzern – mit ca. 60'000 Einwohnern achtgrösste Stadt der Schweiz [Bevölkerung 08] - hat diese Möglichkeit schon vor Jahren erkannt. Mit einer Kombination von Energieeffizienzmassnahmen und Nutzung erneuerbarer Energien ist sie auf gutem Weg. Die Stadt nimmt seit über 10 Jahren am Energiestadt-Label teil und wird Ende der Jahres 2009 das Energiestadt-Label Gold und den European Energy Award Gold erhalten [Energiestadt].

Die Verfasser dieser Zertifikatsarbeit haben vom Energiebeauftragten der Stadt Luzern den Auftrag erhalten, unter Beizug der der deutschen ExWoSt-Studie [ExWoSt 09] das Potential für die Nutzung erneuerbarer Energien auf Stadtgebiet zu ermitteln.

„Wir müssen den Menschen saubere, CO2-freie Energie zur Verfügung stellen, das ist unsere Vision. Doch dazu müssen wir weiter denken, über das heute technisch Mögliche hinaus. Und wir dürfen nicht immer nur die einfachste, naheliegendste Lösung suchen“

Nicolas Hayek (Energy.Now! Ausg. 2009)

2. Abkürzungen

| | |
|-----------------|----------------------------|
| ARA | Abwasserreinigungsanlage |
| BHKW | Blockheizkraftwerk |
| GSL | Globalstrahlungsleistung |
| GWh | Gigawattstunden |
| GWh/a | Gigawattstunden pro Jahr |
| EE | Erneuerbare Energie |
| EWL | Energie Wasser Luzern |
| EW / ha | Einwohner pro Hektare |
| EWS | Erdwärmesonden |
| EWS/ha | Erdwärmesonden pro Hektare |
| JAZ | Jahresarbeitszahl |
| LWP | Luft-Wärmepumpe |
| m ü.G. | Meter über Grund |
| MWh | Megawattstunden |
| MWh/a | Megawattstunden pro Jahr |
| ORC | Organic Rankine Cycle |
| PV | Photovoltaik |
| Sm ³ | Schüttraummeter |
| SRT | Stadtraumtyp |
| STh | Solarthermie |
| WKK | Wärmeerkraftkopplung |

3. Zusammenfassung

3.1 Fragestellung & Zielsetzung

Im Rahmen des CAS-Ausbildungsmoduls „Erneuerbare Energien“ am IEBau der FHNW in Muttenz möchte die Stadt Luzern mittels einer Zertifikatsarbeit wissen, wie gross das Potential an erneuerbaren Energien mit zwei Szenarien auf Stadtgebiet (Luzern & Littau) ist.

Die deutsche „ExWoSt“-Studie des Bundesministeriums für Verkehr, Bau & Stadtentwicklung [ExWoSt 09] soll dabei als Basis dienen und deren Anwendbarkeit für Luzern geprüft werden.

Die Studie basiert auf der Einteilung des Stadtraumes in sogenannte Stadraumtypen (SRT), welchen spezifische Ertrags- & Verbrauchspotentiale pro Hektare zugewiesen werden. Durch Ermittlung der Grössenanteile der SRT kann daraus Verbrauch und Potential errechnet werden.

3.2 Resultate

Die Studie vermag, nach Ansicht der Studenten, den Anspruch an eine „einfache Potentialermittlung mit wenig Datenerfassungsaufwand“ nicht zu erfüllen. Bereits die Stadraumtypen können für Schweizer Städte nicht unbesehen übernommen werden und auch die Einteilung selbst macht nicht für jede erneuerbare Energieform Sinn. Die Ungenauigkeit der Daten, aufgrund grosser Streubreiten der spezifischen Potentiale, erschwerten teilweise eine einigermaßen zuverlässige Potentialermittlung, weshalb zusätzlich eigene Schätzungen herbeigezogen werden müssen.

Für Luzern ergibt sich folgendes Bild:

Basierend auf der heutigen Bevölkerung von 76'000 Einwohnern, dem aktuellen Wärmeverbrauch von 1125 GWh/a (Gesamtverbrauch exkl. Industrie) und einem Produktionspotential an erneuerbarer Energie unter dem Szenario „Real“ von 355 GWh/a könnte der Wärmebedarf zu 31% abgedeckt werden (Ausnutzung Solarthermie vor PV). Heute sind es 1.051 GWh/a respektive knapp 1 % des heutigen Wärmebedarfes.

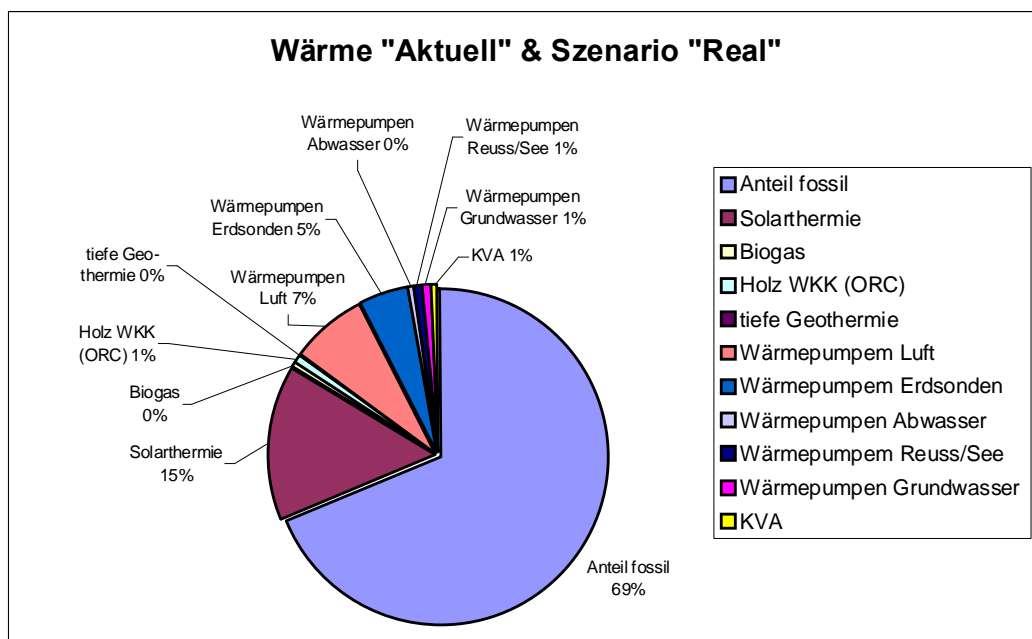


Abbildung 3-1: Aktueller Wärmeverbrauch

Basierend auf der heutigen Bevölkerung von 76'000 Einwohnern, dem aktuellen Stromverbrauch von 235 GWh/a (Gesamtverbrauch exkl. Grossverbraucher) und einem Produktionspotential an erneuerbarer Energie unter dem Szenario „Real“ von 91 GWh/a könnte der Strombedarf zu 39% abgedeckt werden (Ausnutzung PV vor Solarthermie). Heute sind es 203 MWh/a respektive 0.9% des Gesamtverbrauches.

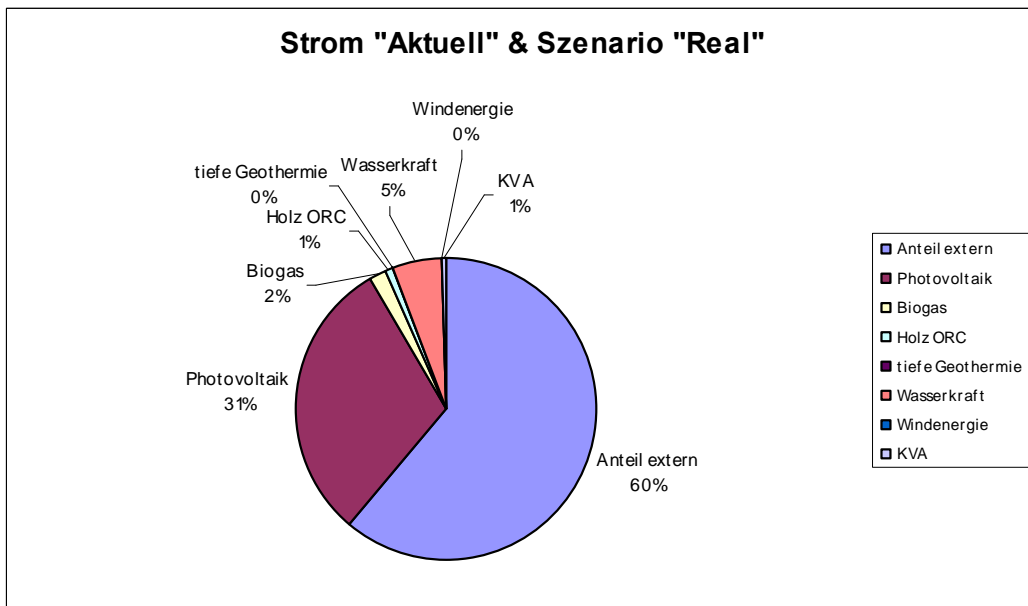


Abbildung 3-2; Aktueller Stromverbrauch

Bei maximaler Ausnutzung erneuerbarer Energien könnte unter dem Szenario „Maximum“ ein Produktionspotential von 774 GWh/a Wärmeenergie generiert werden. Bei gleicher Bevölkerung von 76'000 Einwohnern und einem zukünftigen Wärmeverbrauch von ca. 600 GWh/a könnte der Wärmebedarf vollständig abgedeckt und zusätzlich noch Solarstrom produziert werden.

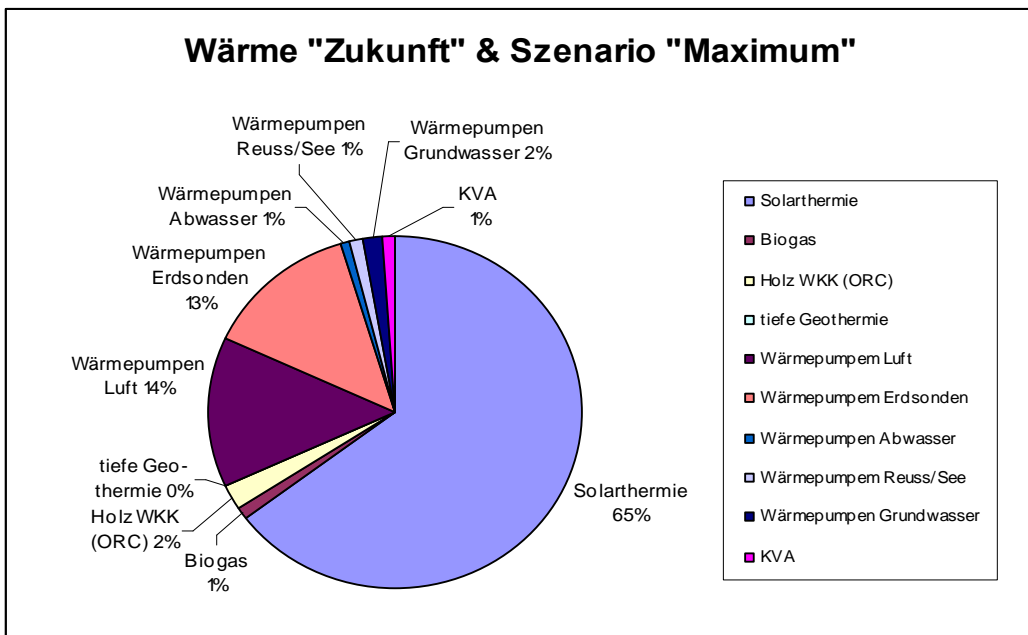


Abbildung 3-3; Mögliches Szenario für Wärmeerzeugung

Bei maximaler Ausnutzung erneuerbarer Energien könnte unter dem Szenario „Zukunft“ ein Produktionspotential von 103 GWh/a elektrischer Energie generiert werden. Bei gleicher Bevölkerung von 76'000 Einwohnern und einem zukünftigen Stromverbrauch von ca. 184 GWh/a könnte der Bedarf zu 56% abgedeckt werden.

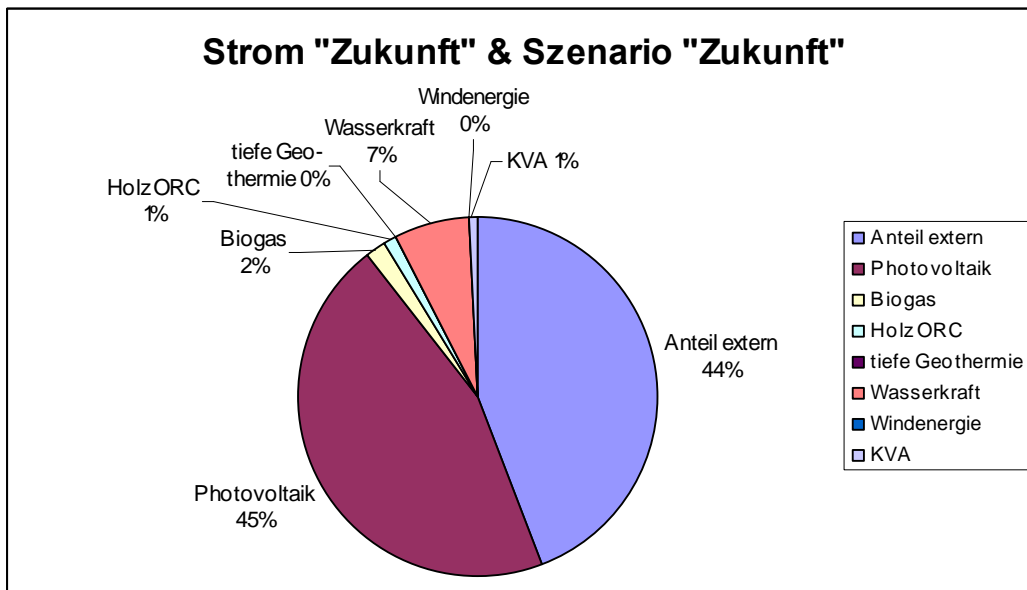


Abbildung 3-4: Mögliches Szenario für Stromproduktion

3.3 Folgerungen

Der heutige Verbrauch an Wärmeenergie kann in Luzern nur mit erneuerbaren Energien nicht abgedeckt werden. Parallel zur Förderung von EE müssen verstärkt Energieeffizienzmassnahmen ergriffen werden.

Insbesondere Solarthermie und Wärmepumpen, die heute nur ansatzweise genutzt werden, könnten den gesunkenen Bedarf der Zukunft zum grössten Teil abdecken. Geeignete Lenkungsmaßnahmen müssten auch hier ergriffen werden. Eine verbesserte Gebäudeintegration von Solarthermie wird Akzeptanz und Realisierung auch bei schützenswerten Gebäuden und Stadtteilen zusätzlich unterstützen.

Auch im Strombereich kann –heute wie auch in Zukunft- auf Stadtgebiet nur ein begrenzter Teil mit erneuerbaren Energien selbst erzeugt werden. Der Anteil kann aber insbesondere mit Photovoltaik noch wesentlich erhöht werden. Auch in diesem Bereich sind geeignete Massnahmen zu überlegen. Die restliche Versorgung mit EE könnte die Stadt über rechtzeitigen Einkauf oder Beteiligung an entsprechenden Anlagen (z.B. Windenergie) sicherstellen.

Mit einem 5 Punkteplan kann die bisherige Zielrichtung der Stadt Luzern weiter konkretisiert werden:

1. Energieeffizienz von Gebäuden
2. Raumwärme-Produktion
3. Warmwasser-Aufbereitung
4. lokale Stromversorgung
5. übrige Stromversorgung