

ÜBERLEGUNGEN ZUR FRAGE, WELCHER ANTEIL ERNEUERBARER ENERGIE 2050 IN ÖSTERREICH LOKAL AUFGEBRACHT WERDEN MUSS

Simon SCHNEIDER, Thomas ZELGER, Lisa KLAUDA

FH Technikum Wien, Giefinggasse 6 1210 Wien, +43 1 333 40 77-6530,
simon.schneider@technikum-wien.at, www.technikum-wien.at

Kurzfassung:

Um die Pariser Klimaziele national erfüllen zu können, muss ergänzend zu maximaler Effizienz auch eine nachvollziehbare Grundlage für Richt- und Zielwerte in Bezug auf die Energiebilanz von Gebäuden formuliert werden. Im Zentrum der Betrachtung steht dabei die Frage, welcher Anteil des Energiebedarfs 2050 lokal am Gebäude gedeckt werden muss. Um dies zu untersuchen, wird aus einem Pool aus erneuerbaren Energieszenarien für das Jahr 2050 eine aggregierte Variante erarbeitet, auf deren Basis eine Analyse der Energiebereitstellung separat als lokal und zentral durchgeführt wird. Die zentrale Erzeugung wird zu einem erneuerbaren Energiepool zusammengefasst, woraus zuerst öffentlicher Verkehr und Industrie gedeckt werden. Hier entsteht in Österreich ein Bilanzüberschuss, der aliquot pro Person aufgeteilt und zur Deckung der lokalen Energiebedürfnisse, also für Alltagsmobilität und Gebäudeenergieleistungen verwendet werden kann. Diese sogenannte „erneuerbare Energiegutschrift“ beträgt rund 1000 kWh Strom pro Person und Jahr und ermöglicht einen Ausgleich zwischen ineffizienter und effizienter Flächennutzung im Gebäudebereich.

Keywords: Erneuerbares Österreich 2050, Gebäude-Zielwerte

1 Einleitung

Nationale und internationale Klimaziele stehen derzeit noch in keinem quantitativ begründeten regulativen Bezug zu lokalen Zielwerten individueller Energieverbräuche, beispielsweise die Alltagsmobilität und der Energieverbrauch von Gebäuden. Forderungen, dass dieser Bezug zur Erreichung der Klimaziele notwendig sein wird, finden sich daher im Referenzplan zum Nationalen Energie- und Klimaplan Österreichs (Ref-NEKP) des CCCA [1]. Um das Ziel der Klimaneutralität erreichen zu können sind spezifische Anforderungen und Zielwerte für alle Granularitätsebenen notwendig: Auf nationaler, Städte-, Gemeinde- und Quartiersebene ebenso wie auf der Ebene einzelner Haushalte und Personen.

2 Ziele und Vorgehen

Ziel des Beitrags ist die Schaffung einer nachvollziehbaren Grundlage für belastbare Richt- und Zielwerte für die Energiebilanz von Gebäuden, Quartieren und kleinen Städten. Im Zentrum der Betrachtung steht dabei folgende Frage: **Ausgehend von einem hundertprozentig erneuerbaren Österreich im Jahr 2050, welcher Anteil des Energiebedarfs muss dann lokal am Gebäude gedeckt werden (können)?**

Die Antwort darauf soll helfen, die Planung von Gebäuden, Quartieren, Stadtteilen und Städten nicht nur an maximaler Effizienz auszurichten, sondern auch eine Vorstellung von

Planungsanforderungen zu geben, deren flächendeckende Erfüllung für die Erreichung der Klimaziele von Paris notwendig und ausreichend wären.

Dazu wurden bestehende Erneuerbare-Energie-Szenarien Österreichs hinsichtlich ihres Grads der Erneuerbarkeit und technischer Machbarkeit aus heutiger Sicht analysiert und von einer weiteren Betrachtung ausgeschlossen, falls ein Restanteil fossiler Energieträger angenommen wurde oder nicht alle Sektoren betrachtet wurden (siehe Abbildung 1).

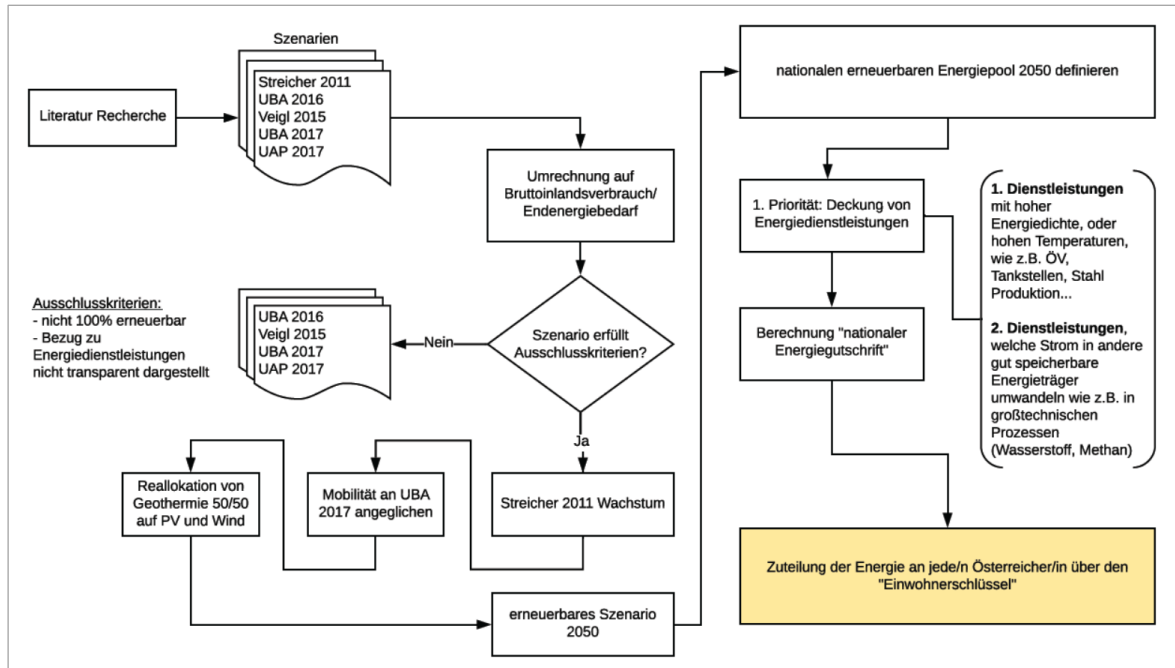


Abbildung 1 Methodischer Ablauf zur Erstellung des EE Szenarios Österreich 2050 und Ableitung der „EE Gutschrift pro Person“

Die resultierende Erneuerbare Erzeugung wurde den österreichischen Energiebedarfen 2050 zugeordnet, um in weiterer Folge den Zusammenhang zwischen Gebäudeenergiebedarf und dessen lokalen erneuerbaren Erzeugung herstellen zu können (siehe Abbildung 2).

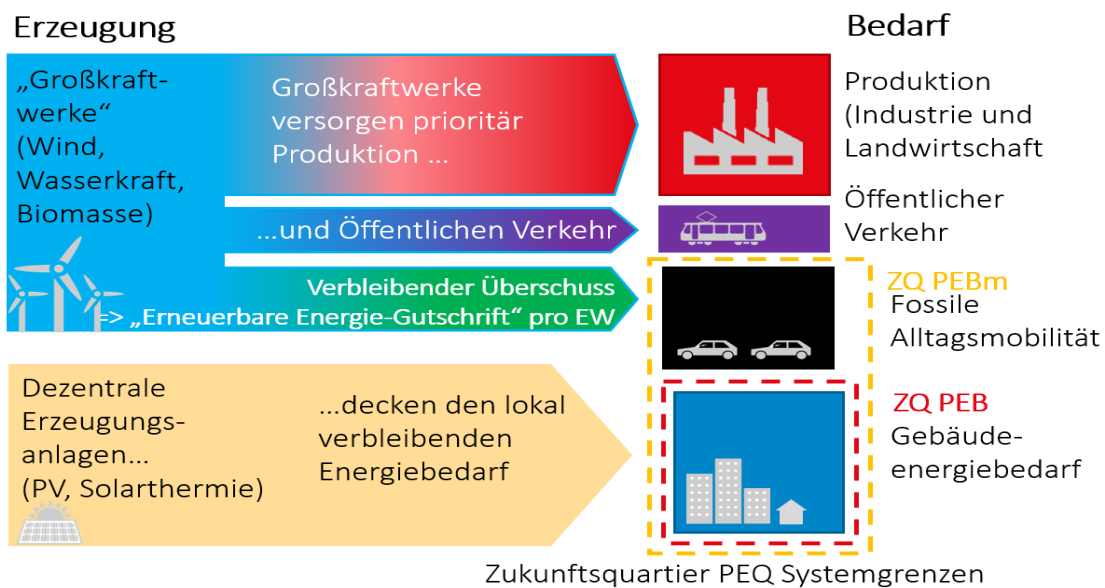


Abbildung 2: Bilanzielle Zuordnung zentraler (blau) und lokaler/dezentraler (orange) Erzeugungsanlagen. „ZQ PEBm“ und „ZQ PEB“ sind die Plus-Energie-Quartiers-Bilanzgrenzen aus dem Projekt „Zukunftsquartier“ [2].

3 Energieszenarien Erneuerbares Österreich 2050

Nach dem Kenntnisstand der AutorInnen gibt es 4 aktuelle Studien zu einem erneuerbaren Energieszenario 2050 in Österreich, eine fünfte konzentriert sich auf die Stromzukunft 2030. Die betrachteten Studien sind nachfolgend in Abbildung 3 und Tabelle 1 und dargestellt sind.

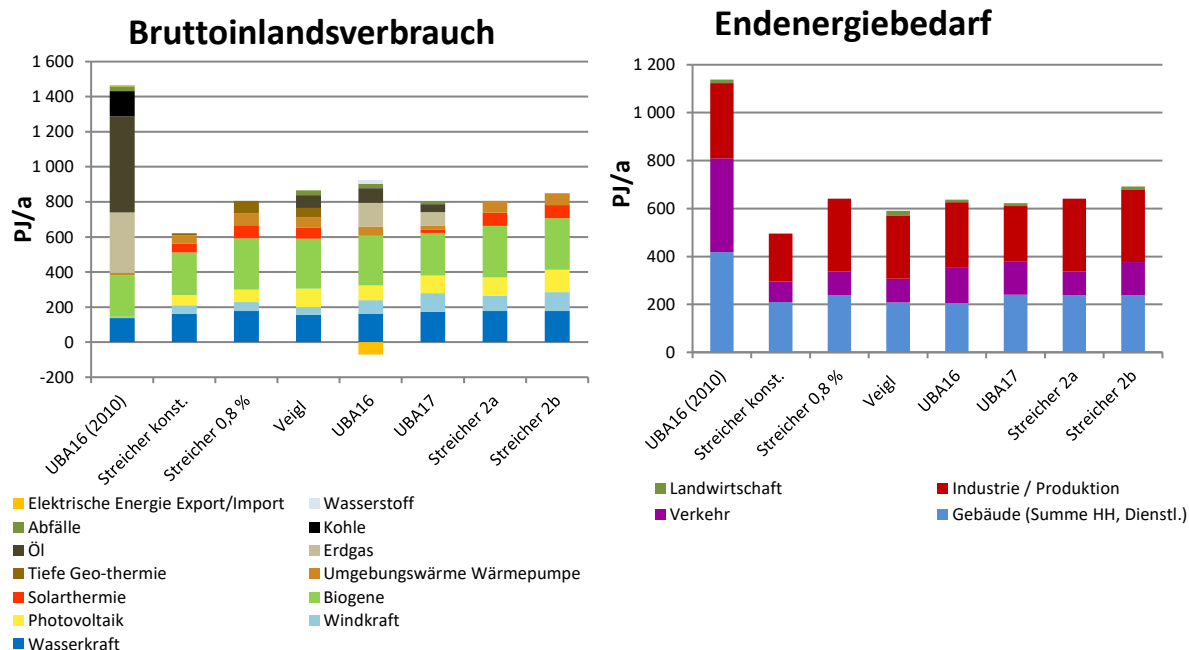


Abbildung 3. Bruttoinlandsverbrauch und Endenergiebedarf Österreich 2050 gemäß der betrachteten Studien. Hinweis: In Veigl, UBA16 und UBA17 ist der nichtenergetische Verbrauch an energetisch nutzbaren Ressourcen mitberücksichtigt (fossil). Biotische Abfälle werden in Veigl bei Biomasse geführt und Landwirtschaft fällt unter Produktion/Industrie.

Tabelle 1 Energieszenarien der betrachteten Studien

| Bezeichnung | Autor | Bezugs-Jahr | Titel | Anmerkung | Ref. |
|--|--|-------------|---|---------------------|------|
| Streicher konst. | Streicher et al., 2011 | 2008 | Energieautarkie für Österreich 2050 | konstante Bev. Zahl | [3] |
| Streicher 0,8% | | | | 0,8% Bev. Wachstum | [3] |
| Veigl | Veigl, 2015 | 2005, 2013 | Energiezukunft Österreich. Szenario 2030 und 2050 | Restanteil Fossile | [4] |
| UBA16 | UBA, 2016 | 2010 | Szenario Erneuerbare Energie 2030 und 2050 | Restanteil Fossile | [5] |
| UBA17 | UBA, 2017 | 2015 | Energie- und Treibhausgas-Szenarien im Hinblick auf 2030 und 2050 | Restanteil Fossile | [6] |
| Stromzukunft | Resch et al., 2017 | 2010 | Stromzukunft Österreich 2030 | nur Stromsektor | [7] |
| Anpassungen durch die AutorInnen für das neue Szenario mit Aufteilung zentral/dezentral | | | | | |
| Streicher 2a | Reallokation Geothermie jeweils 50/50 auf Windkraft/PV, Methanisierung nur auf Windkraft | | | | |
| Streicher 2b | Ausgangslage: <i>Streicher 2a</i> - Endenergiebedarf der Mobilität aus <i>UBA17</i> herangezogen, Landwirtschaft ergänzt | | | | |

UBA16 ist Referenzstudie für einige andere Forschungsarbeiten (z.B. im Gebäudebereich „Richt- und Zielwerte für Siedlungen zur integralen Bewertung der Klimaverträglichkeit von Gebäuden und Mobilitätsinfrastruktur in Neubausiedlungen“, [8]) und dient als Bezugsbasis von *Stromzukunft*. Relativ stark abweichend dazu *Veigl*, in welcher einerseits PV, Solarthermie, Wärmepumpen und tiefe Geothermie einen viel größeren Einfluss haben und andererseits Windkraft und Wasserkraft aus Umweltverträglichkeitsgründen weniger ausgeschöpft werden. Die beiden Streicher Szenarios *konstant* und *0,8 % Bevölkerungswachstum* sind detailliert und anhand der Energiedienstleistungen differenziert dargestellt. Bezüglich Energieeffizienz und –suffizienz gibt es vom Verkehr abgesehen weitgehende Übereinstimmung (ca. -50% an Aufwand bis 2050). Aus folgenden Gründen wird für die Hochrechnung 2050 *Streicher 0,8%* aus Tabelle 1 herangezogen und adaptiert:

- *Streicher 0,8 %* erscheint unter Beachtung des aktuellen Wachstumstrends realistischer als *Streicher konst.*, außerdem weist dessen Endenergie- und Primärenergiebedarf größere Übereinstimmung mit *Veigl und UBA16* auf.
- *UBA16 und UBA17* werden nicht weiter betrachtet, da immer noch relevante Anteile an fossiler Energieversorgung vorhanden sind.
- *Veigl* bezieht sich stark auf *Streicher*, beinhaltet auch nicht energetische Nutzung energetischer Ressourcen und Landwirtschaft – der Bezug zu den einzelnen Energiedienstleistungen ist allerdings nicht nachvollziehbar.

3.1.1 *Streicher 2a: Anpassungen Tiefe Geothermie*

Die Exploration tiefer Geothermie-Potentiale ist in den letzten zehn Jahren deutlich hinter den Erwartungen zurückgeblieben. So scheint der Anteil tiefer Geothermie in *Streicher* überdimensioniert. In *Streicher 2a* wird der Anteil an tiefer Geothermie jeweils zu 50 % auf PV und Windkraft übertragen, wodurch ein größerer Bedarf an Strom aus PV und Windkraft resultiert. Die Zuordnung ist in **Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.** durch den Knoten „Tiefe Geothermie“ dargestellt.

3.1.2 *Streicher 2b: Anpassungen Mobilität*

Da *Streicher* in Bezug auf Flugverkehr und anderen Annahmen sehr optimistisch agiert, wird für Mobilität der Endenergiebedarf aus *UBA17* verwendet. Die Differenz wird mit Energiedienstleistungen für Flugverkehr (vereinfacht durch Elektrizität, aus der über Elektrolyse synthetische Kraftstoffe produziert werden) und zusätzlichem e-MIV (inkl. e-Bike etc.) ausgeglichen. Vereinfacht wird die Annahme des Flugverkehrs 2050 (keine Flüge bis 1500 km, starke Einschränkung Langstreckenflüge) mit **7,1 PJ/a** (S.76ff) kombiniert mit einer synthetischen Erzeugung von Kraftstoffen über Elektrolyse aus elektrischer Energie laut *Streicher 0,8 %*. Der Sektor Mobilität wird in öffentlichen Verkehr (ÖV) und mobilen individual Verkehr (MIV) unterteilt. Der ÖV, bestehend aus elektrischem ÖV und Gütertransport, wird rein durch den nationalen Pool gedeckt, ebenso der Ausgleich des Flugverkehrs. Die private Alltagsmobilität (e-MIV inkludiert e-PKW und e-Bike/Moped) wird lokal gedeckt, wobei davon ein Fixbetrag von 2500 Pkm abzuziehen ist, welcher durch den nationalen Pool gedeckt wird (z.B. für Nichtautobesitzer Taxi, carsharing etc.). Es wird also für jede Person eine bestimmte Anzahl an Pkm aus dem nationalen erneuerbaren Pool zugesichert, der Rest muss lokal aufgebracht werden. Dies wird in **Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.** und Kapitel **Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.** durch die EE-Gutschrift

pro Person veranschaulicht. Die in Streicher angegebenen hybriden Fahrzeuge kommen nur im Gewerbe für Transportzwecke zum Einsatz.

Da in *Streicher 0,8 %* kein Besetzungsgrad angegeben ist, wird der Besetzungsgrad aus *UBA17* für alle Berechnungen verwendet, welcher im Mittel den Jahren 2013/2014 entspricht. Der Endenergiebedarf pro km und der Gesamtstrombedarf werden *Streicher 0,8 %* entnommen. Die entsprechenden Annahmen sind in Tabelle 2 gegeben.

Tabelle 2 Deckung Verkehr 2050 aus nationalem erneuerbaren Energiepool

| | Wert | Einheit | Quelle |
|--|--------------|-------------|-------------------|
| Stromverbrauch Flugverkehr | | | |
| Endenergie | 7,10 | PJ/a | [5] |
| Wirkungsgrad synthetischer Kraftstoff | 40% | % | [2] |
| Stromverbrauch Flugverkehr 2050 | 17,75 | PJ/a | |
| Stromverbrauch e-MIV | | | |
| Besetzungsgrad | 1,41 | Personen/km | [5] |
| Verkehrsleistung | 2.500 | Pkm/a | Annahme |
| Leistung gefahrene km (inkl. e-Bike/Moped) | 1.768 | km/Auto a | |
| Bewohner Österreichs 2050 | 9.460.000 | Personen | Statistik Austria |
| Resultierender Strombedarf e-MIV | 7,22 | PJ/a | |
| Stromverbrauch ÖV, Bahn (Güter) | | | |
| Stromverbrauch ÖV | 7,99 | PJ/a | [2] |
| Stromverbrauch Bahn(Güter) | 15,60 | PJ/a | [2] |
| Gesamtstromverbrauch aus nationalem erneuerbarem Pool | | | |
| Flugverkehr | 17,75 | PJ/a | |
| ÖV | 7,99 | PJ/a | |
| Bahn Güter | 15,60 | PJ/a | |
| e-MIV | 7,22 | PJ/a | |
| Deckung Verkehr 2050 lokal | | | |
| Durchschn. Verkehrsleistung PKW 2013/2014 | 9469 | Pkm | Studie 4 |
| davon lokal zu deckende Pkm | 6.969 | Pkm | |
| e-Moped/Motorrad | 121 | Pkm | Annahme |
| Strombedarf für zusätzliche e-MIV | 20,39 | PJ/a | |
| Pkm lokal | 5934 | Pkm | |

Zur zeitlichen Dynamik von erneuerbarer Angebot- und Nachfragestruktur vor allem hinsichtlich PV, Solarthermie und Windkraft spielen folgende Punkte eine Rolle:

- Laut *Streicher 0,8 %* werden die entsprechenden Speicherkapazitäten zur Verfügung gestellt, damit das Angebot zu 100% in die Nachfrage 2050 fließt, d.h. dass eine ganzjährige erneuerbare Deckung erfolgt (Pumpspeicherkraftwerke, Methanisierung, Kraftstoffe). Aus aktueller Sichtweise wären wohl auch dezentrale elektrische Speicher und eventuell e-car Speicher zu nennen. Da keine dynamischen Daten aus der Studie zur Verfügung stehen, müssen diese abgeschätzt werden.
- Laut *Stromzukunft* kann der Bedarf an elektrischer Energie 2030 zu 100% aus erneuerbaren nationalen Quellen gedeckt werden. Die Daten aus 2030 dienen der Plausibilisierung der Energieautonomiesimulation für 2050.

3.1.3 Graue Energie von Gebäuden

Die Optimierung der grauen Energie sowohl der Gebäude, der Energieversorgungstechnologien wie auch der Fahrzeuge spielt im Planungsprozess eine entscheidende Rolle und sollte in entsprechenden Qualitätszertifikaten wie TQB (Total Quality Building) berücksichtigt werden. Diese kann aber nicht lokal bereitgestellt werden, sondern muss anders – in unserem Ansatz über die Allokation bei Industrie/Produktion – erneuerbar angerechnet werden. Der Import/Export von Gütern wird in *Streicher 0,8 %* berücksichtigt.

3.1.4 Prozessenergie von Industrie und Gewerbe

Die Prozessenergie von Industrie und Gewerbe und der Energiebedarf des öffentlichen Verkehrs werden im hier angestrebten Konzept durch erneuerbare Großkraftwerke und/oder Biomasse sichergestellt. Um die erneuerbare Energiegutschrift pro Person aus Kapitel **Fehler!** **Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.** berechnen zu können werden hier 2 Annahmen getroffen:

- Strombedarf Industrie wird zu 80 % aus dem nationalen erneuerbaren Pool gedeckt
- Strombedarf ÖV wird zu 75 % aus dem nationalen erneuerbaren Pool gedeckt

Die resultierende Energie wird lokal bei z.B. Industriegebäuden oder Verkehrsgebäuden gedeckt werden müssen. Dies ist in Abbildung 5 durch zusätzliche Primärenergie bei Photovoltaik berücksichtigt. Die Konditionierung der Gebäude von Industrie/Gewerbe, Mobilität (z.B. Bahnhöfe), Landwirtschaft (Bauernhöfe) muss also lokal erfolgen. Prozessenergie Landwirtschaft muss ebenfalls lokal gedeckt werden und wird hier aufgrund der vernachlässigbaren Größe hier nicht explizit berücksichtigt.

4 Ergebnisse

Abbildung 4 zeigt die benötigte Energiebereitstellung für das Jahr 2050. Diese entspricht einer Steigerung der Wasserkraft um 27 %, eine Vervielfachung der Windenergie und der oberflächennahen Umweltwärme, eine Ver-27-fachung der PV und eine Adaptierung der Solarthermie, welche 2017 noch nicht zur Energiebereitstellung beiträgt.

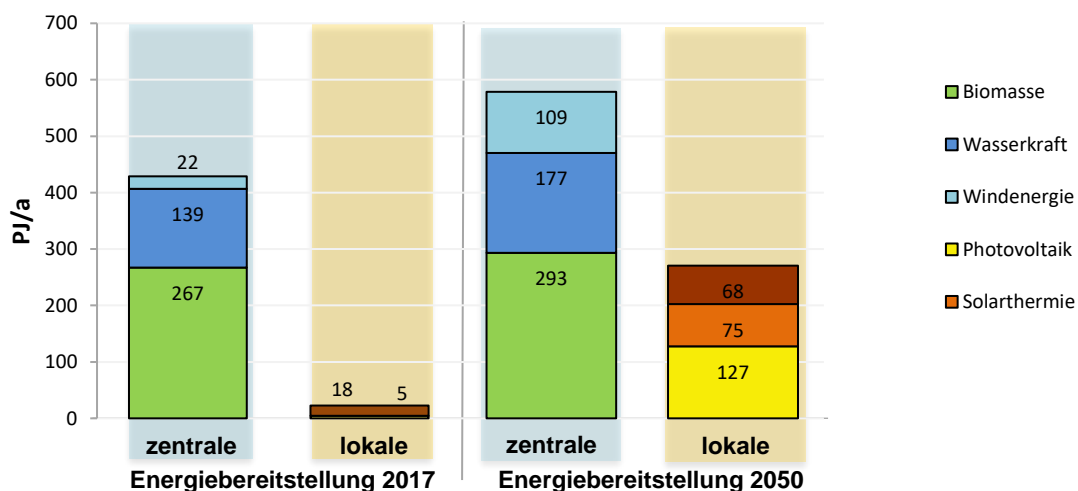


Abbildung 4 Primärenergiebereitstellung für die Jahre 2017 und 2050 aufgeteilt in zentrale und lokale Versorgungsanlagen

Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden. zeigt die Energieflüsse der erneuerbaren Energiebereitstellung im Jahr 2050, aufgeteilt in zentrale und lokale Erzeugungsanlagen.

lokal bilanziert

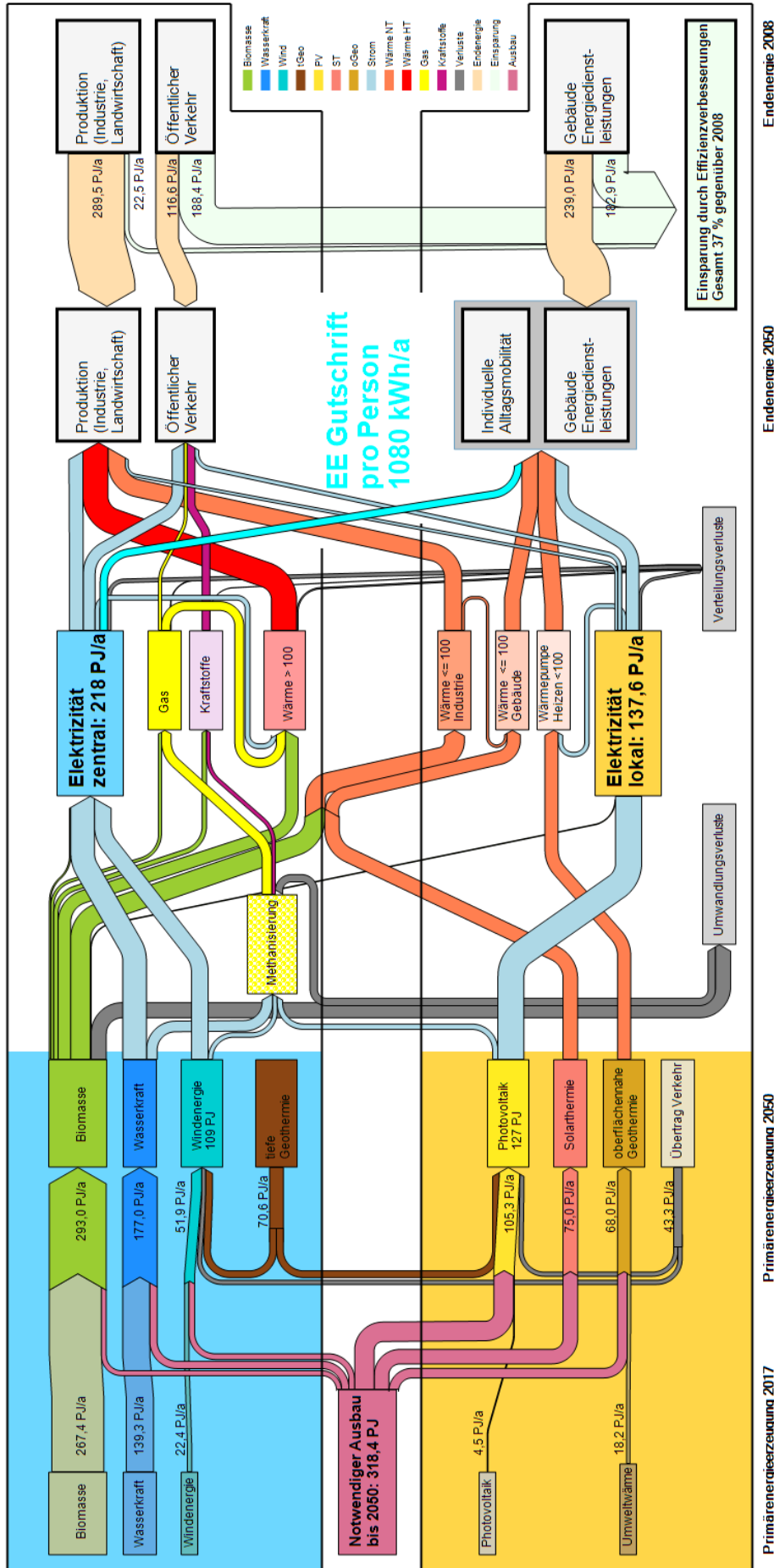


Abbildung 5: Energiebilanz Erneuerbares Österreich 2050 [Einheiten in PJ/a], aufgeteilt nach zentralen (blau) und lokalen (orange) Erzeugungsanlagen. Der ursprünglich notwendige Ausbau erneuerbarer Energien ist links in violett dargestellt. Durch die Reallokation von tiefer Geothermie zu 50% PV und 50% (braun) ergibt sich die effektive Ausbaurate von Windenergie um das 5-fache und PV um das 25-fache im Vergleich zu 2017. Produktion und öffentlicher Verkehr werden stromseitig rein aus dem zentralen Energiepool versorgt, die restliche Energiebereitstellung erfolgt zu 98% zentral, 2% wird durch Methanisierung aus PV Strom gedeckt. Die Deckung der Endenergie von Gebäuden und Energiedienstleistungen erfolgt zu 93% lokal, die restlichen 7% entspringen einem geringen Teil Biomasse bei der lokalen Stromproduktion und bei der Niedertemperaturwärmebereitstellung. Unter den Annahmen aus Kapitel 3.1.4 und einer Einwohnerzahl von 9.460.000 im Jahr 2050 ergibt sich eine End-Energiegutschrift von 1080 kWh/a pro Person, die lokal, also zur Deckung der individuellen e-MIV, des Gebäudeenergiebedarfs oder für Energiedienstleistungen verwendet werden kann – das entspricht ca. 15% des Endenergiebedarfs für Gebäudeenergieleistungen 2050, hängt im Einzelfall jedoch stark von der Belegungsdichte des Quartiers ab. Die Endenergieeinsparungen ggü. 2008 sind aus Streicher übernommen und betragen ca. 7% für Produktion/Industrie, 62% im Bereich öffentlicher Verkehr und 43% bei Gebäudeenergieleistungen.

5 Diskussion

Die Ergebnisse hängen stark von den Annahmen in *Streicher* ab. Vor allem die zu 100% angenommene zeitliche Deckung von Angebot und Nachfrage erscheint zumindest kühn: Die Methanisierung dient in *Streicher* vor allem der Herstellung von Gas und Kraftstoffen, die in Mobilität und Industrie zum Einsatz kommen. Die Energieflexibilität zur zeitlichen Befriedigung der Nachfrage soll durch den Einsatz von DSM und Smart Grids erreicht werden.

Von daher ist eine weitere, zeitlich differenzierte Betrachtung angezeigt. Beispielsweise könnte die Verwendung „überschüssiger“ Windkraft-Erzeugungsspitzen, die außerhalb des prognostizierten Ertrags liegen und damit entweder aus wirtschaftlichen Gründen abgeregelt oder mit negativen Preisen auf den Markt gebracht werden müssten, den Anteil nutzbarer Windkraft erhöhen, vorausgesetzt, dass genügend Gebäude über entsprechende DSM Kapazitäten in Form von elektrischen und thermischen Speichern (Bauteilaktivierung, Pufferspeicher, etc.) verfügen. Auch die Einsparungspotentiale des Gebäude-, Industrie- und Mobilitätsbereichs benötigen weiterer Konkretisierung, Hier stellt sich die politische Frage, inwieweit aus der Perspektive eines Grundstücks-, Gebäude-, Wohnungsbesitzers der erforderliche PV-Ertrag auch vom Bedarf, von der Effizienz der Gebäudetechnik oder auch vom Mobilitätsbedarf abhängen sollte. Aus Sicht der AutorInnen scheint derzeit folgender Ansatz als sinnvoll:

Verpflichtende Zielwerte für Energiebedarf und erneuerbare Versorgung, sowie Mindeststandards für Gebäudetechnik werden für den Gebäudebereich in 3 Klassen differenziert definiert: denkmalgeschützter Altbau, sonstiger Altbau, sowie Neubau. Allfällige Überschreitungen müssen selbst, d.h. lokal erzeugt und deren zeitliche Verfügbarkeit entsprechend nachgewiesen werden. Die verbindlichen Zielwerte müssen durch Simulationen entsprechender Bilanzräume (Städte, Bundesländer und Österreichweit) und im politischen Prozess quantifiziert werden. Das gleiche gilt für den Mobilitätsaufwand: Derzeit wird ein Mobilitätsverhalten laut [Streicher 2011] mit Adaption an UBA 2017 unterstellt, wird dieses aufwändiger, muss mehr Energie ins System eingespeist werden (oder jemand anderen, der weniger braucht, abgekauft werden). Methodisch schwierig ist auch die Berücksichtigung von nicht alltäglicher Mobilität wie Flugreisen. Bei verbesserter Energieperformance könnte die Anforderung an den PV-Ertrag auch bis auf ein Mindestniveau sinken.

5.1 Anwendung: Primärenergetische Zielwerte für den Gebäudebetrieb

Im Rahmen des Stadt-der-Zukunft Forschungsprojekts *Zukunftsquartier*¹ fließt der bilanzielle Überschuss zentraler EE-Anlagen in die Definition von Primärenergie- und THG-Zielwerten zukunftsfähiger „Plusenergiequartiere“ ein [2, 9]: Gemeinsam mit einem Ausgleichsfaktor für Flächeneffizienz und der Anrechnung netzdienlicher Energieflexibilität lässt sich der notwendige Zielwert für die Primärenergiebilanz (PEB) von Gebäuden und Quartieren inklusive Alltagsmobilität in Abhängigkeit der Geschoßflächenzahl (GFZ) mit

$$PEB(GFZ) > \left(\frac{25}{GFZ} - 25 \right) - 1080 * f_{PE-Konversion} * \frac{\text{Personen im Quartier}}{BGF} \left[\frac{kWh PE_{ges}}{m^2_{BGF} a} \right]$$

¹ FFG Forschungsprojekt *Zukunftsquartier*“. Endbericht in Begutachtung. Im Internet <https://projekte.ffg.at/projekt/3039699> [Zugriff: 1.12.2019]

abschätzen². Damit lässt sich sowohl die Flächeneffizienz baulicher Dichte als auch die Belegungsdichte eines Gebäudes oder Quartiers in der Bewertung berücksichtigen.

5.2 Anwendung: Spezifischer PV-Flächenbedarf für die Energieautonomie von Städten

Die vorgestellten Ergebnisse dienen im Smart City Demoprojekt *Way2Smart*³ dazu, energetische Stadtscenarien mit Zielwerten für die erneuerbare Erzeugung, in Form einer effektiv nötigen PV Verhältnis zu BGF ($\sim 0,32 \text{ m}^2\text{PV}/\text{m}^2\text{BGF}$) bzw. zur bebauten Fläche ($0,6 \text{ m}^2\text{PV}/\text{m}^2\text{beb.Fl.}$) oder Grundstücksfläche ($0,16 \text{ m}^2\text{PV}/\text{m}^2\text{GF}$) zu errechnen. Diese ergeben sich aus der energetischen Stadtbilanz, dessen Energieeinsparung im Gebäudesektor durch dynamische Einzelgebäudesimulation errechnet wurde.

6 Literatur

- [1] G. Kirchengast, H. Kromp-Kolb, K. Steininger, S. Stagl, M. Kirchner, C. Ambach. (2019): Referenzplan als Grundlage für einen wissenschaftlich fundierten und mit den Pariser Klimazielen in Einklang stehenden Nationalen Energie- und Klimaplan für Österreich (Ref-NEKP). Publizierte Version 9.9.2019, 227 S. CCCA: Wien-Graz. Online via: <https://ccca.ac.at/wissenstransfer/uninetz-sdg-13-1>
- [2] S. Schneider, N. Bartlmä, J. Leibold, P. Schöfman, M. Tabakovic, T. Zelger. (2019): "New Assessment Method for Buildings and Districts towards "Net Zero Energy Buildings" Compatible with the Energy Scenario 2050," Real Corp, Karlsruhe, 2019.
- [3] W. Streicher, H. Schnitzer, F. Tatzber, R. Heimrath, I. Wetz, M. Titz, S. Hausberger, R. Haas, G. Kalt, A. Damm, K. Steininger, S. Oblasser. (2010): „Energieautarkie für Österreich 2050“
- [4] A. Veigl. (2015): "ENERGIEZUKUNFT ÖSTERREICH Szenario für 2030 und 2050" Wien.
- [5] Umweltbundesamt. (2016): "Szenario erneuerbare Energie 2030 und 2050", Wien.
- [6] Umweltbundesamt. (2017): "Energie- und Treibhausgas-Szenarien im Hinblick auf 2030 und 2050", Wien.
- [7] R. Haas, G. Resch, B. Burgholzer, G. Totschnig, G. Lettner, H. Auer, H. Geipel. (2017): "Stromzukunft Österreich 2030 - Analyse der Erfordernisse und Konsequenzen eines ambitionierten Ausbaus erneuerbarer Energien". EEG TU Wien, Wien.
- [8] O. Mair am Tinkhof, T. Prinz, S. Herbst, M. Schuster, R. Tomschy, H. Figl, M. Fellner, M. Ploß, T. Roßkopf. (2017): "Richt- und Zielwerte für Siedlungen zur integralen Bewertung der Klimaverträglichkeit von Gebäuden und Mobilitätsinfrastruktur in Neubausiedlungen", Wien.
- [9] J. Leibold, S. Schneider, M. Tabakovic, T. Zelger, D. Bell, P. Schöfman, N. Bartlmä. (2019): "'Zukunftsquartier'—On the Path to Plus Energy Neighbourhoods in Vienna" Sustainability in Energy and Buildings, Budapest, 2019.

² Energie, die über die Bilanzgrenze in das System eintritt, wird mit negativem Vorzeichen versehen, Export ist positiv.

³ Endbericht in Arbeit. Im Internet <https://www.way2smart.at/das-forschungsprojekt> [Zugriff: 1.12.2019]