Energie
Nationale Forschungsprogramme 70 und 71

Synthese

Gebäude und Siedlungen

Gebäude und Siedlungen

Gebäude beanspruchen rund 40 Prozent des Gesamtenergiebedarfs. Sie sind somit von besonderer Bedeutung für die Steigerung der Energieeffizienz und die dezentrale Nutzung neuer erneuerbarer Energieträger. Mehrere Projekte der NFP 70 und NFP 71 widmen sich diesen Herausforderungen sowohl auf der technischen als auch auf der gesellschaftlich-politischen Seite.

1. Viel Detailarbeit steht an

Rund 40 Prozent der in der Schweiz konsumierten Energie entfallen auf die Erstellung und den Betrieb des Gebäudeparks. Daher nehmen Gebäude und Siedlungen bei der Transformation unseres Energiesystems eine herausragende Rolle ein. Zahlreiche Schritte in die Zukunft wurden bereits eingeleitet – es bleibt aber noch viel zu tun.

1.1. Kernbotschaften

Aus den Forschungen des NFP Energie lassen sich bezüglich Gebäuden und Siedlungen folgende Kernbotschaften ableiten:

1. Technische Massnahmen allein genügen nicht, um die Ziele der Energiestrategie 2050 im Bereich Gebäude und Siedlungen zu erreichen. Es braucht dazu flankierend regulierende staatliche Massnahmen sowie Verhaltensänderungen der Hauptakteure, in erster Linie der Gebäudenutzer und der Gebäudeeigentümer.
2. Heute beträgt die Erneuerungsrate der bestehenden Bausubstanz lediglich ca. 1 Prozent pro Jahr. Damit die Ziele der Energiestrategie 2050 fristgerecht erreicht werden, muss die Erneuerungsrate deutlich gesteigert werden.
3. Dezentrale Multi-Energie-Systeme können – vor allem in periurbanen und ländlichen Gebieten – dank der integrierten Nutzung lokal bereitgestellter Energie einen substanziellen Beitrag an die Umsetzung der Energiestrategie 2050 leisten.
4. Damit innovative Technologien und neue organisatorische Lösungen rasch Zugang zum Markt finden, braucht es fokussierte und dynamische bau- und planungsrelevante Gesetze, Verordnungen und Normen.
5. Voraussetzung für die rechtzeitige Umsetzung der Energiestrategie 2050 im Bereich Gebäude und Siedlungen ist mehr und besseres Wissen zur Energiethematik – sowohl bei Fachleuten als auch bei den Gebäudeeigentümern und bei der breiten Bevölkerung.

1.2. Schlüsselempfehlungen

Energetische Optimierung strategisch positionieren!

Der Gebäudeeigentümer entwickelt eine langfristige Strategie für die energetische Optimierung des Gebäudebestands. Ziele der Strategie sind, die Energieeffizienz substanziell zu steigern, die CO_2-Emissionen zu eliminieren, den Betrieb wirtschaftlich zu gestalten und den Wert des Bestands zu erhalten.

Dezentrale Multi-Energie-Systeme initiieren

Die Energieversorger identifizieren auf eigene Initiative in ihrem Einflussgebiet Perimeter, die für den Einsatz Dezentraler Multi-Energie-Systeme (DMES) geeignet sind, und erstellen für jeden davon ein DMES-Konzept sowie eine technische, ökologische und finanzielle Machbarkeitsstudie.

Regulierung fokussieren und vereinfachen

Das energierelevante Regelwerk, das noch in einem anderen Kontext formuliert wurde, entspricht nicht mehr den aktuellen Anforderungen und Möglichkeiten.

Im Teil «Empfehlungen» dieser Synthese sind alle Empfehlungen zur Thematik «Gebäude und Siedlungen» vollständig ausformuliert. Aus dieser Sammlung von Empfehlungen hat die Programmleitung des NFP Energie zusammen mit der Echogruppe drei Schlüsselempfehlungen ausgewählt, die im Hinblick auf die erfolgreiche Umsetzung der Energiestrategie 2050 von hoher Relevanz sind.

Energetische Optimierung strategisch positionieren! Der Gebäudeeigentümer entwickelt eine langfristige Strategie für die energetische Optimierung des Gebäudebestands. Ziele der Strategie sind, die Energieeffizienz substanziell zu steigern, die CO_2-Emissionen zu eliminieren, den Betrieb wirtschaftlich zu gestalten und den Wert des Bestands zu erhalten. Zur Finanzierung der daraus abgeleiteten Investitionen wird ein langfristiger Finanzplan erstellt und die Speisung des Instandsetzungsfonds angepasst. Die Umsetzung dieser Strategie wird laufend überwacht, die Strategie selbst wird periodisch überprüft und aktualisiert.

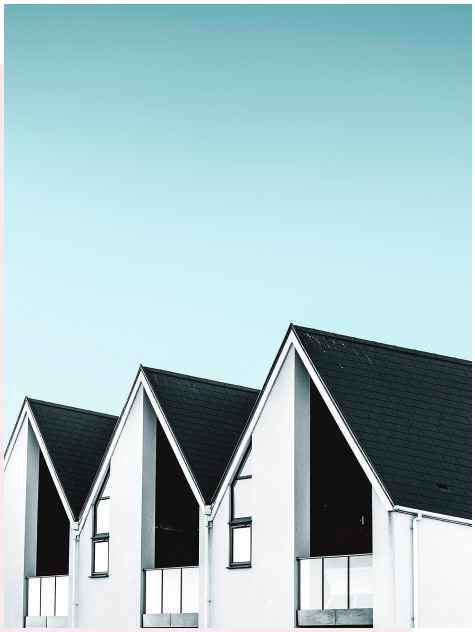
Dezentrale Multi-Energie-Systeme initiieren! Die Energieversorger identifizieren auf eigene Initiative in ihrem Einflussgebiet Perimeter, die für den Einsatz Dezentraler Multi-Energie-Systeme (DMES) geeignet sind, und erstellen für jeden davon ein DMES-Konzept sowie eine technische, ökologische und finanzielle Machbarkeitsstudie. Bei positivem Ergebnis orientiert der Energieversorger die Standortgemeinde sowie die Gebäudeeigentümer und initiiert die nächsten Schritte: Er informiert die Bevölkerung, gründet eine Energiegenossenschaft und leitet die erforderlichen Bewilligungsverfahren ein. Der Energieversorger bleibt Miteigentümer des DMES und übernimmt dessen Betrieb.

Regulierung fokussieren und vereinfachen! Das energierelevante Regelwerk, das noch in einem anderen Kontext formuliert wurde, entspricht nicht mehr den aktuellen Anforderungen und Möglichkeiten. Die Kantone müssen daher ihre Planungs-, Bau- und Energiegesetze im

Hinblick auf die rasche und wirtschaftliche Umsetzung der Energiestrategie 2050 fokussieren und die Bewilligungs- und Genehmigungsverfahren vereinfachen. Besondere Bedeutung kommt der nächsten Revision der Mustervorschriften der Kantone im Energiebereich (MuKEn) und deren konsequenter Umsetzung zu. Die MuKEn sollten sich auf wenige, klar definierte und verständliche Zielwerte fokussieren.

2. Gebäude müssen mehr Energie liefern – und weniger konsumieren

Der Schweizer Gebäudepark spielt im Rahmen der Energiestrategie 2050 eine bedeutende Rolle. Vieles wurde bereits erreicht, vieles ist auf gutem Weg – aber es braucht sehr grosse Anstrengungen, um Gebäude und Siedlungen zukunftsfähig zu machen.



Gebäude # CO2 / Treibhausgase

2.1. Der Schweizer Gebäudepark

In der Schweiz stehen gegenwärtig rund 1,8 Millionen beheizte Gebäude mit einer Geschossfläche von insgesamt 800 Millionen Quadratmetern. Ihr Versicherungswert liegt bei etwa 2500 Milliarden Franken.[1] 2016 betrug die sogenannte Energiebezugsfläche – also jene Geschossfläche innerhalb der thermischen Gebäudehülle, die beheizt oder klimatisiert werden muss – insgesamt 745 Millionen Quadratmeter.[2] 1,5 Millionen Gebäude sind Wohnbauten mit einer Geschossfläche von 510 Millionen Quadratmetern.[3]

Gebäude und Siedlungen prägen unseren Lebens- und Wirtschaftsraum entscheidend: Was wir wo und wie bauen und nutzen, beeinflusst den Verbrauch von Boden und anderen Ressourcen massgeblich, ebenso den CO_2-Ausstoss. Besonders eindrücklich ist der Energieverbrauch des Gebäudeparks: Auf ihn entfallen rund 50 Prozent der in der Schweiz konsumierten Energie. 10 Prozent werden für Bauprozesse und Baumaterialien aufgewendet, 40 Prozent für den Betrieb.[4]

Anmerkungen und Referenzen

1 Rütter H und Staub P 2018; Die volkswirtschaftliche Bedeutung der Immobilienwirtschaft. HEV Schweiz, Zürich
2 Bundesamt für Energie BFE; Indikator-ID QU048
3 Bundesamt für Statistik; Eidg. Gebäude- und Wohnungsregister. Neuenburg
4 Schweizerische Energiestiftung SES, www.energiestiftung.ch (Stand 22. April 2019)

Energieeffizienz

2.2. Der Gebäudepark und die Energiestrategie 2050

Weil der Energieverbrauch des Gebäudeparks hoch ist, spielt er in der Energiestrategie 2050 eine besonders wichtige Rolle. Ziel ist, seine Energieeffizienz zu erhöhen und ihn verstärkt mit erneuerbaren Energien zu betreiben. Die Energiestrategie konkretisiert die ambitionierten Ziele für die drei Zeithorizonte 2020, 2035 und 2050. So sieht die Energiestrategie 2050 zum Beispiel vor, dass der Energieverbrauch für Heizen, Kühlen und Warmwasser 2035 rund 40 Prozent unter dem Wert von 2010 liegt, trotz einer prognostizierten Zunahme der Wohnbevölkerung um rund 13 Prozent. Ziel ist also nichts weniger als die Halbierung des Pro-Kopf-Verbrauchs.

Der Gebäudepark spielt auch eine wichtige Rolle beim Umstieg von fossilen Energieträgern auf neue erneuerbare Energien sowie bei der Reduktion des CO_2-Ausstosses. Künftig sollen Wärmepumpen, Holzfeuerungen, industrielle Abwärme, Tiefengeothermie und Sonnenkollektoren Heizwärme und Warmwasser bereitstellen. In absehbarer Zeit wird die gebäudeintegrierte Photovoltaik (GiPV) auch in der Schweiz mehr Strom erzeugen, als der Gebäudepark benötigt. Bei Neubauten werden die entsprechenden Massnahmen in der Regel bereits umgesetzt, bei den Bestandsbauten besteht aber noch grosser Handlungsbedarf.

Die Energiestrategie 2050 basiert auf den Zahlen der Energieperspektive 2050 des Bundesamts für Energie vom Oktober 2013. Die darin verwendeten Annahmen und Zielwerte sind aufgrund der jüngeren Entwicklung überholt und entsprechen zudem nicht dem Übereinkommen, das an der Klimakonferenz in Paris Ende 2015 auch von der Schweiz unterzeichnet wurde. Die Energieperspektiven werden deshalb zurzeit überarbeitet und sollen 2020 neu publiziert werden. Auch der Bundesrat wird seine Energiestrategie im Licht des

Pariser Übereinkommens überdenken müssen.

Lenkung / Förderung

2.3. Vieles wurde bereits erreicht

Das erste energieautarke Mehrfamilienhaus der Welt in Brütten ZH in 2014, welches komplett ohne externe Energieanschlüsse auskommt. *Quelle: rené schmid architekten ag*

Bereits heute gibt es viele Programme, Bestimmungen und Instrumente zur Verbesserung der Energieeffizienz des Gebäudeparks. 1990 wurde der Energieartikel in der Bundesverfassung verankert. Im selben Jahr startete der Bund das Impulsprogramm RAVEL («Rationelle Verwendung von Elektrizität»), ein Jahr später wurde das Impulsprogramm PACER («Programme d'action énergies renouvelables») lanciert. 1992 gab die Konferenz der kantonalen Energiedirektoren (EndK) die «Musterverordnung rationelle Energienutzung in Gebäuden» heraus, ab 2000 folgten die «Mustervorschriften der Kantone im Energiebereich» (MuKEn). Bereits 1997 beschloss das eidgenössische Parlament das Investitionsprogramm Energie 2000.

Von privater Seite macht sich seit über 20 Jahren der Verein Minergie Schweiz für die Reduktion des Heizwärmeverbrauchs stark. Der Schweizerische Ingenieur- und Architektenverein (SIA) publizierte bereits in den 1990er-Jahren zahlreiche technische Normen zum Wärmeverbrauch in Gebäuden, die laufend verbessert und erweitert wurden; 2006 veröffentlichte er zudem den «Effizienzpfad Energie».

Viele Massnahmen zur Verbesserung der Energieeffizienz sind bereits umgesetzt, vor allem bei Neubauten. So konnte der gesamte Endenergieverbrauch der Schweizer Haushalte pro Quadratmeter Energiebezugsfläche von 1990 bis 2016 um rund 27 Prozent gesenkt werden.[1] Zahlreiche Pilotprojekte von sogenannten Plus-Energie-Gebäuden, die mehr Energie liefern, als sie benötigen, und die ohne fossile Energieträger auskommen, sind bereits realisiert. Doch längst nicht alle Probleme sind gelöst.

Anmerkungen und Referenzen

1 Bundesamt für Energie 2017; Gesamtenergiestatistik. Ittigen – Bundesamt für Umwelt; Indikator QU048 Energiebezugsfläche. Ittigen

Verhalten

2.4. Der Handlungsbedarf bleibt weiterhin gross

Soll die Energieeffizienz des Gebäudeparks erhöht werden, braucht es vor allem in zwei Bereichen Massnahmen: bei der energieoptimierten Gebäudehülle und bei der intelligenten Steuerung von Energieangebot und -nachfrage.

Die Nutzer können ebenfalls einen grossen Beitrag leisten. Sie sollen nicht unbedingt auf Komfort verzichten und zum Beispiel die Raumtemperatur tief halten, aber die Energie intelligent einsetzen – etwa durch das Optimieren der künstlichen Raumbeleuchtung, durch den Einsatz energiesparender Haushalts- und Bürogeräte usw.

Einen grossen Einfluss auf den Energieverbrauch in der Schweiz hat auch die Mobilität von Personen und Gütern, die vom Gebäudepark beeinflusst wird – etwa, weil Wohnen, Arbeiten und Freizeitgestaltung räumlich getrennt sind.

2.5. Sieben grosse Fragen

Bezüglich Gebäuden und Siedlungen stellen sich derzeit sieben Fragen besonders dringlich:

1. Wie lässt sich die Energieeffizienz der Bestandsbauten in nützlicher Zeit substanziell und wirtschaftlich erhöhen?
2. Wie lassen sich Strom, Wärme und Kälte auf wirtschaftliche Weise saisonal speichern?
3. Unter welchen Bedingungen haben dezentrale hybride Energiesysteme eine Zukunft – und wie sollen diese Systeme organisiert und finanziert werden?
4. Wie lassen sich Sonnenkollektoren und Photovoltaikelemente der neuesten Generation ästhetisch und ökonomisch vertretbar in die Gebäudehülle integrieren?
5. Welcher Beitrag ist von der Digitalisierung zu erwarten?
6. Welchen Beitrag an die Energieeffizienz können und wollen die Eigentümer und die Nutzer der Gebäude leisten?
7. Welche Rolle soll der Staat beim energetischen Umbau des Gebäudeparks spielen?

Das Nationale Forschungsprogramm Energie (NFP Energie) kann diese sieben zentralen Fragen weder vollständig noch abschliessend beantworten – dazu wären noch viel mehr Forschungsprojekte nötig. Diese Synthese fokussiert deshalb auf die im NFP Energie zum Thema «Gebäude und Siedlungen» bearbeiteten Fragestellungen und erzielten Ergebnisse. Sie geben vor allem Antworten auf die Fragen 3, 4, 6 und 7.

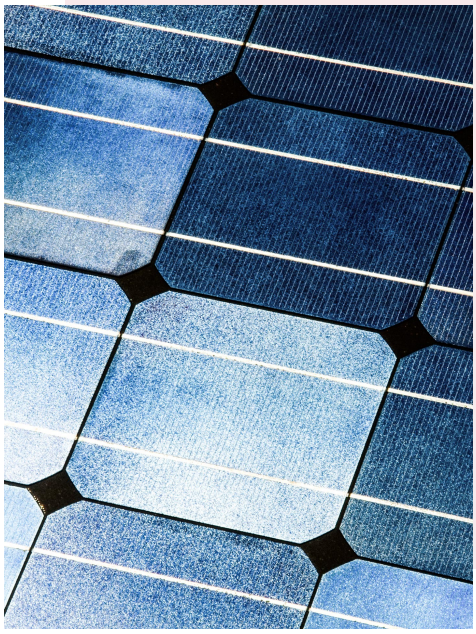
2.6. Mehrstufiger Syntheseprozess

Die Synthese zum thematischen Schwerpunkt «Gebäude und Siedlungen» entstand in einem mehrstufigen Prozess. Im Oktober 2016, als die Forschenden noch an ihren Projekten arbeiteten, tauschten sie sich über ihre Forschungsfragen, Methoden und Lösungsansätze aus, um Interdependenzen und Synergiepotenziale zu erkennen. Ein halbes Jahr später trafen sich die Forschenden mit Vertretern von Verbänden, Bundesämtern, Kantonen und relevanten NGO, um mehr über deren Erwartungen an die Forschungsergebnisse und deren Dissemination zu erfahren.

Anhand dieser Erkenntnisse entwickelten die Leitungsgruppen des NFP «Energie» für jeden der sechs thematischen Schwerpunkte ein Synthesekonzept. Ein erster Entwurf der Synthese «Gebäude und Siedlungen» wurde auf Grundlage dieses Konzepts von Hans-Rudolf Schalcher erarbeitet, in den Leitungsgruppen des NFP «Energie» kritisch hinterfragt und von einem Wissenschaftsjournalisten redigiert.

Im Mai 2019 kam eine Echogruppe aus neun Fachleuten aus Verwaltung und Wirtschaft zusammen, um den Entwurf der Synthese zu reflektieren und zu beurteilen (siehe Impressum). Zudem bewertete sie die Empfehlungen mit Blick auf Wirkung und Machbarkeit. Nach weiteren Überarbeitungen und Ergänzungen wurde die Synthese im September 2019 von den Leitungsgruppen des NFP «Energie» verabschiedet.

3. Drei Schwerpunkte



Die Ergebnisse der rund 40 Forschungsprojekte zum Thema «Gebäude und Siedlungen» wurden im Rahmen dieser Synthese drei Schwerpunkten zugeteilt:

- Dezentrale Multi-Energie-Systeme
- Gebäudeintegrierte Photovoltaik
- Verhalten der Gebäudenutzer

Diese Schwerpunkte sind nicht die einzigen Herausforderungen hinsichtlich des Energiehaushalts von Gebäuden und Siedlungen. Ebenso grosse Bedeutung kommt der Steigerung der Energieeffizienz zu, vor allem bezüglich Wärme und Kälte. In diesem Bereich liegen die Effizienzpotenziale vor allem bei der Gebäudehülle – Dach, Wände, Fenster –, wo Dämmung, Tageslichtnutzung und Beschattung zentral sind. Diese Aspekte wurden im Rahmen des NFP Energie jedoch nicht erforscht.

3.1. Dezentrale Multi-Energie-Systeme

Mit dem Begriff Dezentrale Multi-Energie-Systeme (DMES) bezeichnet man Netzwerke lokaler Energiebereitsteller jeglicher Grössenordnung mit oder ohne Anbindung an die öffentlichen Energienetze, die dank erschwinglicher und immer effizienterer Technologien einen echten Beitrag zur Deckung des Energieverbrauchs leisten.

3.1.1. Was ist ein Dezentrales Multi-Energie-System?

Schematische Darstellung eines DMES.

Traditionellerweise wird Strom in der Schweiz in zentralen Werken produziert – in Wasser- und Kernkraftwerken. Ergänzt wird das Stromangebot bei Bedarf durch Importe aus Europa. Über ein flächendeckendes Netz aus Hoch-, Mittel- und Niederspannungsebenen gelangt der Strom zu den Endkonsumenten.

Wärme wird hingegen vor allem dezentral produziert: Rund 65 Prozent der schweizweit benötigten Heizenergie werden heute vor Ort aus fossilen Energieträgern wie Heizöl und Gas generiert. Nur rund 3 Prozent der Gebäude in der Schweiz sind an ein Fernwärmenetz angeschlossen; die meisten dieser Netze werden derzeit aus Kehrichtverbrennungsanlagen, Heizkraftwerken oder Kläranlagen gespeist.[1]

Mit dem Begriff Dezentrale Multi-Energie-Systeme (DMES) bezeichnet man Netzwerke lokaler Energiebereitsteller jeglicher Grössenordnung mit oder ohne Anbindung an die öffentlichen Energienetze. Dazu zählen zum Beispiel Photovoltaik-, Kleinwasserkraft-, Wärmekraftkopplungs-, Biogas-, Klärgas-, Holzverbrennungs- und Kehrichtverbrennungsanlagen, aber auch Brennstoffzellen und Windturbinen. Teil der DMES sind auch Speichersysteme, die für deren reibungslose Funktion unabdingbar sind: wiederaufladbare Batterien – auch solche in Elektrofahrzeugen –, Power-to-Gas-Systeme, Boilersysteme, Erdspeicher oder Druckluftspeicher.

Waren DMES lange eher etwas für Pioniere oder Technikbegeisterte, können sie heute dank erschwinglicher und immer effizienterer Technologien einen echten Beitrag zur Deckung des Energieverbrauchs leisten. Dies zeigen Untersuchungen im Rahmen des NFP Energie.

Gesetzesänderungen unterstützen die Entwicklung: Das am 1. Januar 2018 in Kraft getretene revidierte Energiegesetz (EnG) erlaubt, selbst bereitgestellte Energie nicht nur selbst zu nutzen, sondern auch vor Ort und ohne Einbezug des lokalen Energieversorgers an Dritte zu verkaufen. Bereits profitieren erste Projekte von dieser Möglichkeit. In Huttwil BE steht eine Überbauung mit 22 Gebäuden und 100 Wohneinheiten an bester Sonnenhanglage. Die sogenannte Eigenverbrauchsgemeinschaft speichert und verbraucht die selbst bereitgestellte Energie innerhalb der Überbauung – und speist verbleibende Überschüsse ins öffentliche Netz.[2]

Anmerkungen und Referenzen

1 www.fernwaerme-schweiz.ch
2 www.energiequartier-hohlen.ch

3.1.2. Der Beitrag von DMES an die Umsetzung der Energiestrategie 2050

Dezentrale Multi-Energie-Systeme (DMES) spielen eine wichtige Rolle beim Ersatz von nuklearer und fossiler Energie durch neue erneuerbare Energien. Wie gross ihr Beitrag sein kann, hängt stark von der örtlichen Situation ab. Dies verdeutlicht eine Untersuchung, für die am Beispiel eines Wohnquartiers in Zürich Altstetten und in der Gemeinde Zernez im Unterengadin verschiedene DMES-Konfigurationen simuliert wurden.[1]

Gebäudepark und Solarstrahlung bei den Fallbeispielen Zernez und Zürich Altstetten.

Quelle: Projekt «Dezentrale Energiesysteme»

Im Modell sollte nachgewiesen werden, dass DMES den heutigen Anteil an nuklearer und

fossiler Energie durch erneuerbare Energien ersetzen können. Der theoretische Technologiemix umfasste Photovoltaikanlagen auf Gebäudedächern, Brennstoffzellen, Mikrogasturbinen, Naturgastanks, ein Kleinwasserkraftwerk (nur Zernez), Low-Wind-Turbinen, Wärmepumpen, Wasserstoffspeicherung, Lithium-Ionen-Batterien und Warmwasserboiler. Die Simulationen beruhten auf drei verschiedenen Szenarien der Klimaerwärmung bis 2050 und berücksichtigten die relevanten markt- und technologiebasierten Parameter.

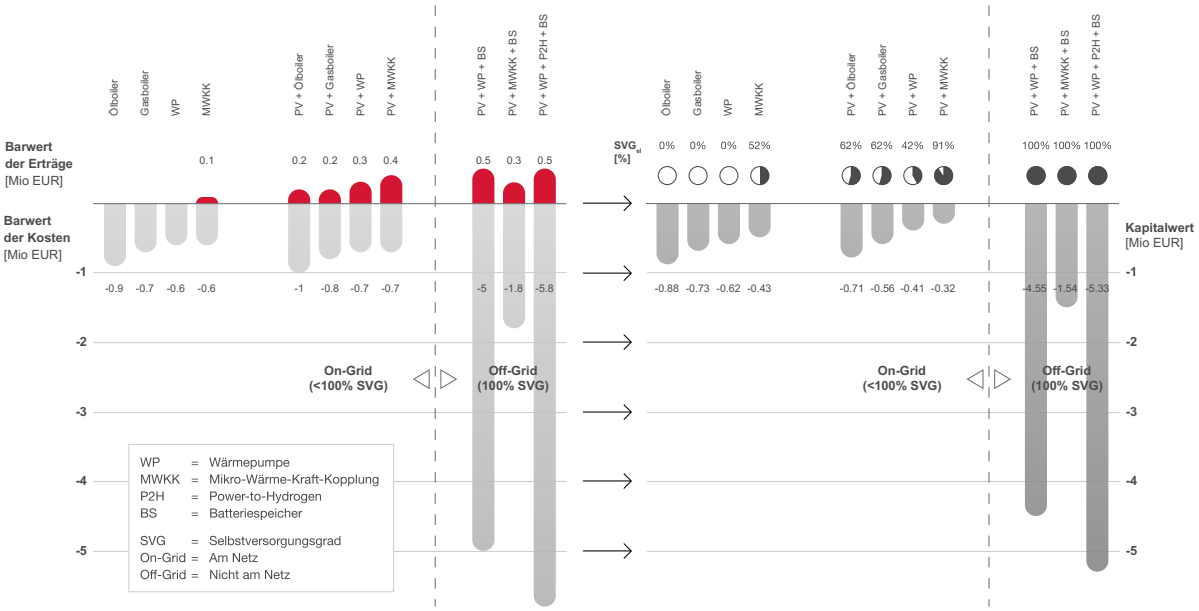
Es zeigte sich, dass die Ziele der Energiestrategie 2050 in Gegenden wie Zernez – mit einem hohen Potenzial an neuen erneuerbaren Energien und relativ geringer Bebauungsdichte – zu vertretbaren Kosten erreichbar sind. Gleichzeitig lässt sich der CO_2-Ausstoss um bis zu 75 Prozent reduzieren. Im Gegensatz dazu wurden beim urbanen Fallbeispiel Zürich Altstetten die Ziele der Energiestrategie 2050 bei keinem untersuchten Szenario erreicht – wenn die Renovationsrate nicht auf über 2 Prozent pro Jahr gesteigert oder zusätzliche erneuerbare Energie importiert wird.

Anmerkungen und Referenzen

1 Projekt «Dezentrale Energiesysteme»

Kosten / Nutzen

3.1.3. Die optimale Konfiguration eines DMES



Wirtschaftlichkeitsvergleich verschiedener DMES-Konfigurationen für ein fiktives Fallbeispiel in Bern. *Quelle: Projekt «Wirtschaftlichkeit dezentraler Energiesysteme»*

Bei der Zusammensetzung eines DMES gibt es keine Universallösung. Die optimale Kombination von Energiebereitstellern und Speichersystemen hinsichtlich der Erstellungs- und Betriebskosten sowie der Reduktion des CO_2-Ausstosses hängt vor allem ab von:

- den örtlichen Gegebenheiten (Gebäudebestand, Klimabedingungen usw.);
- der künftigen Entwicklung der Primärenergiepreise;
- den Subventionen (Einspeisevergütung);
- den Lenkungsabgaben (CO_2-Abgabe-Zertifikate).

Im Projekt «Wirtschaftlichkeit dezentraler Energiesysteme»[1] wurde mittels eines techno-ökonomischen Modells die wirtschaftlich günstigste Konfiguration für eine fiktive Siedlung in Bern ermittelt. Diese Siedlung zählt drei Einfamilien- und drei Mehrfamilienhäuser sowie ein kleines Bürogebäude. Der theoretische jährliche Gesamtstrombedarf beträgt 115,5 MWh, der jährliche Gesamtwärmebedarf 388,9 MWh.

Verschiedene Konfigurationen von Photovoltaikanlagen, Öl- und Gasboilern, Wärmepumpen, Brennstoffzellen, Batterien und Power-to-Hydrogen-Systemen wurden untersucht: 8 mit Netzanbindung (on-grid, mit unterschiedlichen Autarkiegraden) und 3 ohne Netzanbindung (off-grid). Als Rahmenbedingungen wurden die heutigen ökonomischen Gegebenheiten zugrunde gelegt: die aktuellen Primärenergiepreise, die Einspeisevergütungen sowie die

Anschaffungs- und Betriebskosten der Komponenten. Bei der Analyse ging es ausschliesslich um den Barwert aller Zahlungsströme, unter der Randbedingung, dass die gesamte Energienachfrage gedeckt wird; der CO_2-Ausstoss wurde nicht berücksichtigt.

Alle Konfigurationen – auch die herkömmlichen mit Öl oder Gas betriebenen Systeme – wiesen einen negativen Barwert auf: Die Kosten lagen in allen Fällen über den Einnahmen bzw. Einsparungen. Allerdings ergaben sich bei den DMES teilweise geringere negative Barwerte als bei traditionellen Systemen. Die Off-Grid-Lösungen wiesen dagegen fünf- bis zehnmal höhere negative Barwerte auf als die On-Grid-Lösungen. Bei den On-Grid-Lösungen erwiesen sich Kombinationen aus Photovoltaikanlagen und Brennstoffzellen oder Wärmepumpen – unter Verzicht auf jegliche Speichersysteme – als günstigste Konfigurationen.

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass ein DMES für jede Situation speziell konfiguriert werden muss – und dass im Rahmen des NFP Energie Modelle und Methoden für die Simulation verschiedener Konfigurationen unter spezifischen Rahmenbedingungen entwickelt wurden.

Anmerkungen und Referenzen

1 Projekt «Wirtschaftlichkeit dezentraler Energiesysteme»

Steuerung

3.1.4. Steuerung von DMES im Test

Demonstration der Echtzeitsteuerung von Stromflüssen im realen Micronetz der ETH Lausanne *Quelle: Projekt «Echtzeitsteuerung von Stromflüssen»*

Damit in einem DMES – ob mit oder ohne Anbindung an die öffentlichen Netze – alle Komponenten optimal funktionieren und interagieren, braucht es ausgefeilte Steuersysteme, die das Zusammenspiel des schwer prognostizierbaren Bereitstellens und Nutzens von Strom und Wärme regeln. Klar ist, dass jedes DMES Steuerungen benötigt, die auf seine Zusammensetzung und sein Umfeld zugeschnitten sind: eine für die internen Vorgänge und Abläufe und eine für ein allfälliges Zusammenspiel mit dem übergeordneten nationalen Energiesystem. Im NFP Energie wurden beide Steuerungsebenen untersucht.

An den zwei Fallbeispielen von Zernez und Zürich Altstetten wurden Algorithmen für die zentralisierte und die verteilte Steuerung von DMES entwickelt und getestet.[1] Ziel war die optimale Steuerung verschiedener erneuerbarer Energieträger und der Abgleich mit stochastischen Energiebezügen unter spezifischen technischen Rahmenbedingungen. Der Ansatz hat den Vorteil, dass er das künftige Erweitern des DMES erleichtert und die Datensicherheit erhöht. Die Nachteile sind beinahe vernachlässigbar. Die Auswertung der Fallbeispiele zeigt, dass der entwickelte Steueralgorithmus funktioniert.

Im Projekt «Echtzeitsteuerung von Stromflüssen»[2] wurde in einem existierenden Microgrid[3] an der Schnittstelle von mehreren DMES und dem nationalen Stromnetz ein agentenbasiertes Steuersystem entwickelt. Dabei liess sich im Eins-zu-eins-Massstab nachweisen, dass sich ein DMES als aktives lokales Stromnetz betreiben und steuern lässt. Somit werden Netzverstärkungen, die eine erhöhte Anzahl PV-Anlagen oder die Elektrifizierung des

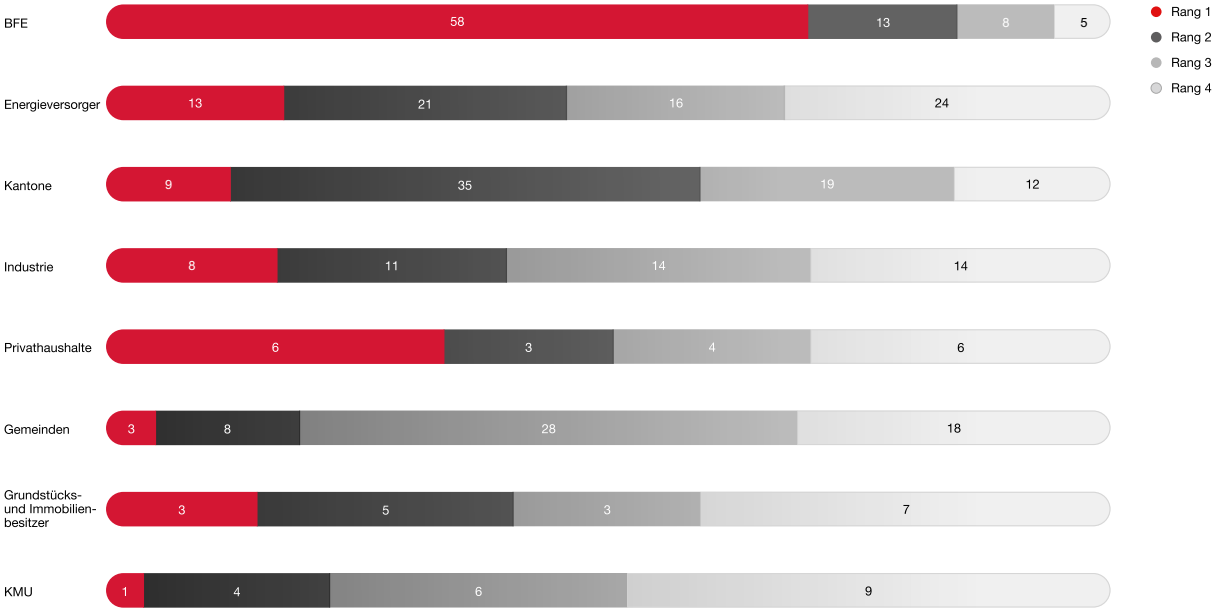
Strassenverkehrs nötig machen würden, vermieden oder stark reduziert. Zudem trägt die Steuerung aktiver lokaler Stromnetze zur Stabilisierung des übergeordneten Netzes bei. Die entwickelten Algorithmen sind allgemein verwendbar und müssen im konkreten Fall nicht jedes Mal neu berechnet werden.

Anmerkungen und Referenzen

1 Projekt «Steuerung dezentraler Energiesysteme»
2 Projekt «Echtzeitsteuerung von Stromflüssen»
3 Ein Microgrid ist ein Netz das ohne eine elektrische Verbindung mit dem nationalen Netz funktionieren kann. Ein Microgrid kann typischerweise ein Dorf oder ein Wohnviertel sein. Normalerweise ist das Microgrid mit dem nationalen Netz verbunden, aber Inselbetrieb ist auch möglich.

Energiegenossenschaft # Finanzierung

3.1.5. Organisation und Finanzierung von DMES



Zuständigkeit für die Umsetzung der Energiestrategie 2050. *Quelle: Projekt «Dezentrale Energiesysteme und Gesellschaft»*

Eine Befragung[1] ergab: Der grösste Teil der Bevölkerung geht davon aus, dass die Umsetzung der Energiestrategie 2050 – und damit auch die Initiative zur Realisierung von DMES – vom Bundesamt für Energie ausgehen sollte. Erst danach folgen die Kantone und die Energieversorger.

Das widerspricht der Erkenntnis, dass den Gemeinden und ihren Werken bei der Gründung und dem Management von Energiegenossenschaften eine zentrale Bedeutung zukommt.[2] In der Schweiz gibt es heute rund 280 im Handelsregister eingetragene Energiegenossenschaften, die zum Teil seit über 100 Jahren bestehen. Zwischen 2006 und 2012 wurde – verstärkt durch die Einführung der kostendeckenden Einspeisevergütung (KEV) per 1. Januar 2009 – eine markante Zunahme verzeichnet. Seit 2012 sind die Neugründungen stark zurückgegangen, was vermutlich mit der zunehmenden Ungewissheit hinsichtlich der Fördermassnahmen zu tun hat.

Energiegenossenschaften bleiben aber ein wichtiges Geschäftsmodell hinsichtlich der Organisation und der Finanzierung von DMES. So zeigte das Projekt «Kollektive Finanzierung erneuerbarer Energien»[3], dass der genossenschaftliche Ansatz einige Vorteile über die wirtschaftlichen hinaus hat. Energiegenossenschaften werden besser akzeptiert als andere Organisationsformen. Zudem fördern sie die Entwicklung der lokalen Wirtschaft, und Partizipation sensibilisiert die Öffentlichkeit für Energiefragen. Eine breit angelegte Umfrage im Rahmen des Projekts «Überwindung der Widerstände gegen PV»[4] bestätigte, dass rund zwei Drittel der über 400 befragten Haushalte bereit wären, sich an einer kommunalen

Gemeinschaftsanlage zur Produktion von Solarstrom finanziell zu beteiligen.

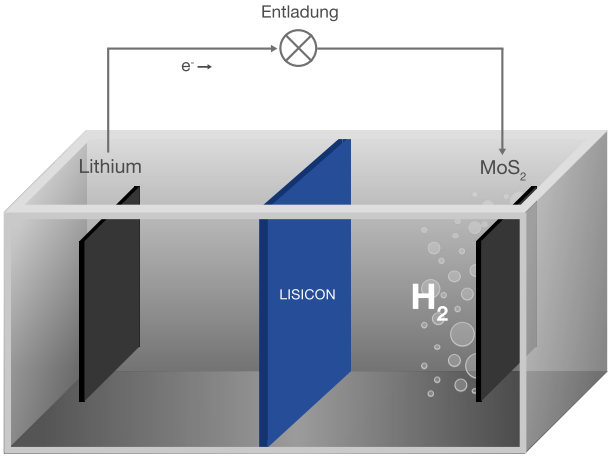
Die hohe Akzeptanz der Bevölkerung bezüglich des Bereitstellens neuer erneuerbarer Energie auf kommunaler Ebene wird noch verstärkt, wenn sich die Gemeinde oder ihr Werk in einer Energiegenossenschaft finanziell engagiert und sich aktiv am Management solcher Anlagen beteiligt.[5]

Anmerkungen und Referenzen

1 Projekt «Dezentrale Energiesysteme und Gesellschaft»
2 Projekt «Kollektive Finanzierung erneuerbarer Energien»
3 Projekt «Kollektive Finanzierung erneuerbarer Energien»
4 Projekt «Überwindung der Widerstände gegen PV»
5 Rivas J, Schmid B, Seidl I 2018; Energiegenossenschaften in der Schweiz: Ergebnisse einer Befragung; WSL-Berichte, Heft 71, WSL Birmensdorf

Batterie # Energiespeicher

3.1.6. Stromspeicherung mit neuen Batterien



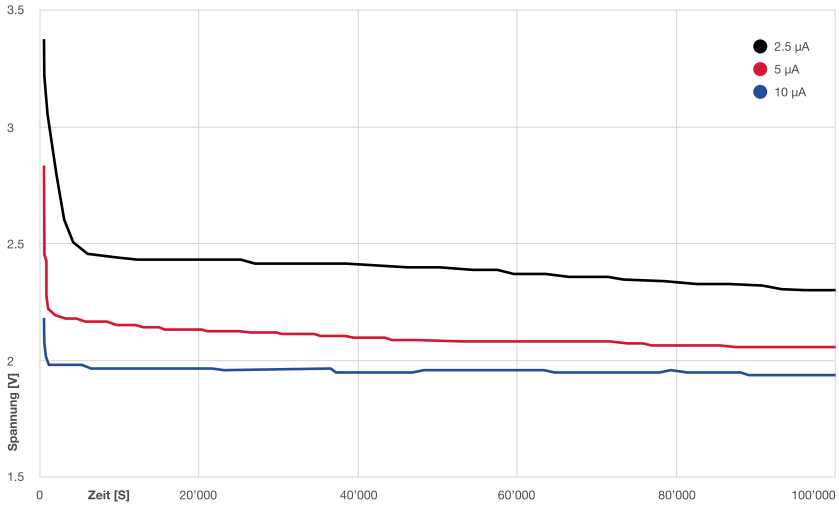
Schema einer Lithium-Wasser-Batteriezelle. *Quelle: Projekt «Neue Materialien für die Batterien der Zukunft»*

Effiziente und günstige Stromspeicher sind der Schlüssel für den breiten Einsatz neuer erneuerbarer Energien. Es existieren zwar bereits Energiespeichersysteme, doch diese sind teuer und ineffizient. Es braucht also noch viel Forschung und Entwicklung. Auch im NFP Energie wurden verschiedene Speicheransätze erforscht, jedoch vor allem für den Tag-Nacht-Ausgleich und für die kurzfristige Überbrückung von Schlechtwettertagen.

Im Projekt «Neue Materialien für die Batterien der Zukunft»[1] wurden neue Komponenten für Lithium-Metall-Hochenergie-Akkumulatoren entwickelt, die den heute erhältlichen Komponenten überlegen sind. Es handelt sich dabei um Molybdän(IV)-Sulfid(MoS_2)-Membranen und kronenetherbasierte ionische Flüssigkeiten als neue Klasse von Verbindungen für Batterie-Elektrolyte. Solche wiederaufladbaren Lithium-Wasser- und Lithium-Sauerstoff-Batterien weisen theoretisch eine 10- bis 30-mal höhere Energiedichte auf als herkömmliche wiederaufladbare Batterien. Die Herausforderung bei diesen Systemen ist, die Lade- und Entladefähigkeit über eine lange Betriebsdauer zu gewährleisten.

Einen ganz anderen Ansatz verfolgt das Projekt «Nanostrukturierte Lithium-Ionen-Batterien»[2], das völlig neue Materialien für Hochleistungselektroden von Lithium-Ionen-Batterien erforschte. Im Fokus stand die Entwicklung von nanoporösen Mikropartikeln, die als Bausteine für die Produktion neuer Elektroden dienten. Die praktische Anwendbarkeit dieser neuen nanostrukturierten Materialien wurde an einer Kathode aus Lithium-Eisen-Phosphat ($LiFePO_4$) und einer Anode aus Lithium-Titanium-Oxyd ($Li_4Ti_5O_{12}$) nachgewiesen. Das Ersetzen der üblichen Graphitanode durch $Li_4Ti_5O_{12}$ erhöht die Sicherheit von Lithium-Ionen-Batterien durch das Verhindern eines «Thermal Runaway», was vor allem für grosse Batterieinstallationen – etwa in Gebäuden oder in DMES – essenziell ist. In Verbindung mit einer $LiFePO_4$-Kathode entsteht so eine Batterie, die über einen sehr weiten Temperaturbereich sicher betrieben werden kann. Dieses Projekt demonstrierte für diese beiden Elektrodenmaterialien Leistungen, die sehr nah am theoretischen Optimum liegen.

Entladungskurve für verschiedene Ströme.



Quelle: Projekt «Neue Materialien für die Batterien der Zukunft»

Anmerkungen und Referenzen

1 Projekt «Neue Materialien für die Batterien der Zukunft»
2 Projekt «Nanostrukturierte Lithium-Ionen-Batterien»

Batterie # Energiespeicher

3.1.7. Gebäude als Speicher

Ein Tag Betrieb, bei dem die virtuelle Speicherung der thermischen Trägheit eines Gebäudes mit einer physischen elektrischen Batterie kombiniert wird. Diese Kombination senkt den Bedarf an kostspieliger Stromspeicherung deutlich. *Quelle: Projekt «Nachfrage und Speicherung in Stromnetzen»*

Im Projekt «Nachfrage und Speicherung in Stromnetzen»[1] konnte anhand von Modellrechnungen und mit einem kleinmassstäblichen Prototyp nachgewiesen werden, dass die intelligente Nutzung der thermodynamischen Trägheit eines Gebäudes viel zur dezentralen Speicherung von Strom und Wärme beitragen kann.

Mit einer sekundären Frequenzsteuerung an der Nahtstelle zwischen dem trägen Gebäude und dem superdynamischen Versorgungsnetz lässt sich einerseits der Bedarf nach dezentralen Batterien deutlich reduzieren, andererseits sinken die laufenden Kosten der Energieversorgung um bis zu 27 Prozent – ohne Komforteinbusse für die Gebäudenutzer.

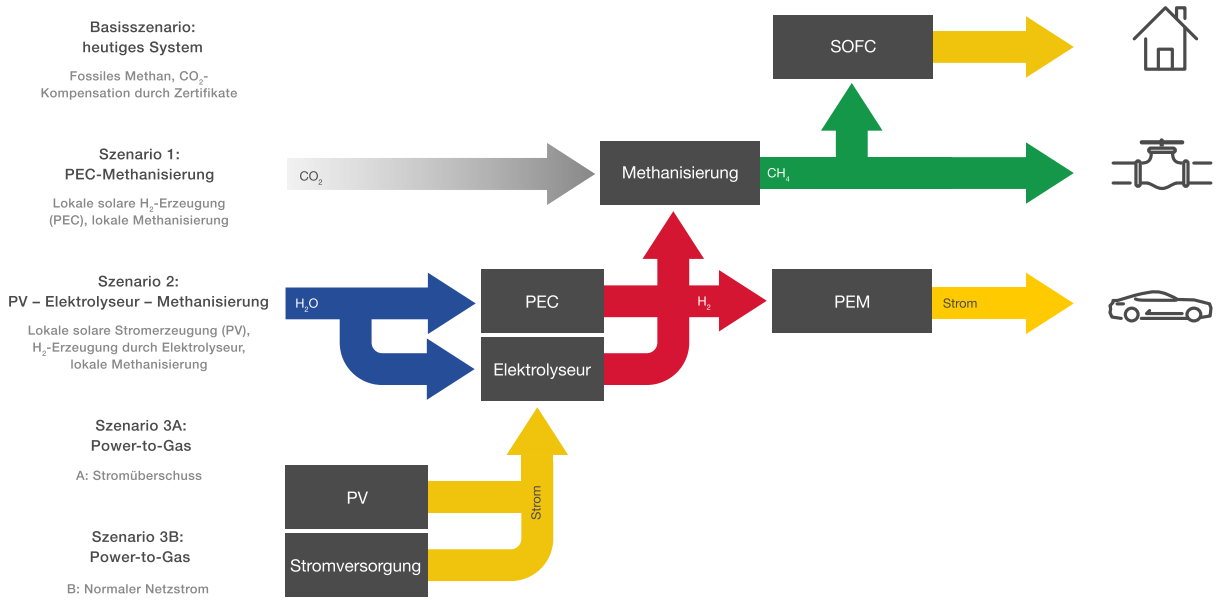
Um die optimale Konfiguration des lokalen Energiesystems in Abhängigkeit von der Gebäudetypologie zu bestimmen, wurde eine Optimierungssoftware entwickelt. Sie lässt sich auch auf ganze Siedlungen oder im nationalen Kontext anwenden.

Anmerkungen und Referenzen

1 Projekt «Nachfrage und Speicherung in Stromnetzen»

Methan / Methanisierung # Energiespeicher

3.1.8. Speicherung mit Power-to-Gas



Übersicht über untersuchte Energiepfade: Basis – fossile Brennstoffe, 1. PEC/CO_2-Methanisierung, 2. PV/Elektrolyse/CO_2-Methanisierung, 3A – PtM aus Stromüberschuss, und 3B – PtM aus Schweizer Netzmix. *Quelle: Projekt «Nachhaltigkeit der Methanisierung»*

Vielversprechend ist der Ansatz, Energie mittels Power-to-Gas zu speichern: Wasser wird durch Elektrolyse – unter Verwendung überschüssigen Stroms – oder durch photokatalytische Wasserspaltung in Sauerstoff und Wasserstoff umgewandelt. Letzterer wird ins öffentliche Gasnetz eingespeist. Wird Wasserstoff in einem separaten Tank gelagert, lässt er sich bei Bedarf über eine Brennstoffzelle wieder in elektrische und thermische Energie umwandeln.

Wird Wasserstoff mit dem Treibhausgas CO_2 verbunden – das entweder direkt aus der Atmosphäre oder aus industriellen Prozessen wie der Zementherstellung gewonnen werden kann –, entstehen Methan und Wasser. Methan lässt sich als Treibstoff für Verbrennungsmotoren und für die Beheizung von Gebäuden verwenden.

Der Prozess der Methanisierung konnte im Projekt «Katalytische Methanisierung»[1] durch den Einsatz eines neuartigen Sorptionskatalysators wesentlich optimiert werden: CO_2 wird dabei beinahe vollständig umgewandelt.

Sowohl die Elektrolyse als auch die Methanisierung werden bereits in vielen Bereichen angewendet. Allerdings haben beide Prozesse auch entscheidende Nachteile. Die Methanisierung benötigt Temperaturen zwischen 300 und 700 °C; bei der Elektrolyse fällt ein hoher Strombedarf an.

Substanzielle Stromeinsparungen verspricht die photokatalytische Wasserspaltung zur

Herstellung von Wasserstoff.[2] Untersuchungen zeigen, dass mit einer verbesserten transparenten Photokathode auf der Basis von Kupferoxyd (Cu_2O) unter natürlichem Sonnenlicht Wirkungsgrade von über 4 Prozent erreicht werden können. Mithilfe von HIT-Solarzellen (HIT = Heterojunction with Intrinsic Thin Layer) ist sogar ein Wirkungsgrad von ungefähr 9 Prozent möglich. Bei der natürlichen Photosynthese der Pflanzen beträgt der Wirkungsgrad lediglich knapp 1 Prozent.

Anmerkungen und Referenzen

1 Projekt «Katalytische Methanisierung»
2 Projekt «Photokatalytische Wasserspaltung»

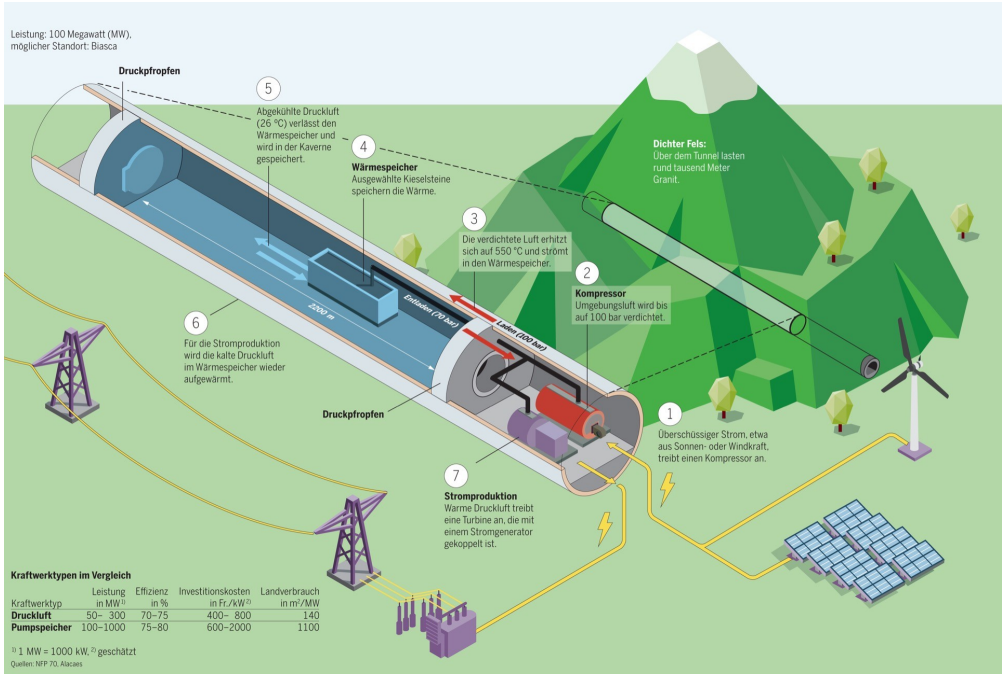
Energiespeicher

3.1.9. Stromspeicherung im Berg

Ein bislang noch nie erprobter Ansatz zur Energiespeicherung ist die adiabatische Luftkompression[1]. Ihr Vorteil gegenüber Pumpspeicheranlagen ist, dass sie ähnlich hohe Effizienzen erreicht, aber keine Eingriffe in die Landschaft erfordert. Eine Pilotanlage in einem nicht mehr benötigten Schutterstollen des Gotthard-Basistunnels belegt die grundsätzliche Machbarkeit dieses Verfahrens. Ein 120 Meter langer Stollenabschnitt wurde mit Spritzbeton verkleidet und an den beiden Enden mit je einem mächtigen Betonzapfen verschlossen. Mittels Kompression wurde Luft mit einem Druck von bis zu 33 bar in den Stollen geleitet. Adiabatisch ist die Kompression, weil die bei der Verdichtung entstehende Wärme nicht an die Umgebung abgegeben, sondern in einem mit Geröll gefüllten Container gespeichert und bei der Entladung des Stollens ebenfalls in elektrische Energie umgewandelt wird. Entladen wird die Druckluft über eine Turbine, die einen Generator antreibt und Strom produziert. Damit können Wirkungsgrade von 70 bis 75 Prozent erreicht werden.

Theoretische Berechnungen zeigen, dass mit adiabatischer Luftkompression in einem Speichervolumen von 50’000 m^3 etwa 500 MWh Strom gespeichert werden könnten – das entspricht dem Strombedarf der Stadt Lugano während rund 12 Stunden.

Schematische Darstellung einer kommerziellen adiabatischen Druckluftspeicherung



Quelle: ALACAES SA Lugano

Anmerkungen und Referenzen

1 Projekt «Optimierung von Druckluftspeichern»

Kälte / Wärme

3.1.10. Viele Ansätze für nicht fossile Wärme

Derzeit entfallen in unseren Breitengraden rund 80 Prozent des gesamten Endenergiebezugs des Gebäudeparks auf das Bereitstellen von Raumwärme und Warmwasser. Soll die Energieeffizienz gesteigert und der CO_2-Ausstoss gesenkt werden, braucht es hier Massnahmen.

Das Gewinnen von **Wärme aus der Sonnenenergie** ist die älteste Anwendung der neuen erneuerbaren Energien. Zurzeit geht die Entwicklung in Richtung hybrider Sonnenkollektoren, die Wärme und Strom produzieren.

Das Gewinnen von **Wärme aus Abfall** hat ebenfalls eine lange Geschichte. Bereits seit über 80 Jahren wird aus der ersten Kehrichtverwertungsanlage der Schweiz an der Josefstrasse in Zürich Abwärme aus der Kehrichtverbrennung in lokale Fernwärmenetze eingespeist. Allerdings besteht beim Gewinnen von Wärme aus Siedlungsabfällen noch erhebliches Potenzial zur Steigerung der Effizienz, wie die Verbundsynthese «Abfallmanagement als Beitrag zur Energiewende»[1] aufzeigt.

Das Gewinnen von **Wärme aus der Umgebung** ist vor allem mit der rasanten Verbreitung der Wärmepumpen bei Neubauten zur Selbstverständlichkeit geworden. Im Projekt «Wirtschaftlichkeit dezentraler Energiesysteme»[2] wurde dargelegt, dass sowohl erdsonden- als auch luftgespeiste Wärmepumpen bei DMES eine wichtige Rolle spielen. Wie sich die Wirtschaftlichkeit von Wärmepumpen steigern lässt, zeigt das Verbundprojekt «Wärmenutzung durch Sorptionstechnologie»[3].

Das Gewinnen von **Wärme aus der Erdkruste** (Tiefengeothermie) steckt in der Schweiz noch in den Anfängen. Nach ersten Demonstrationsprojekten in Basel und St. Gallen, die zu

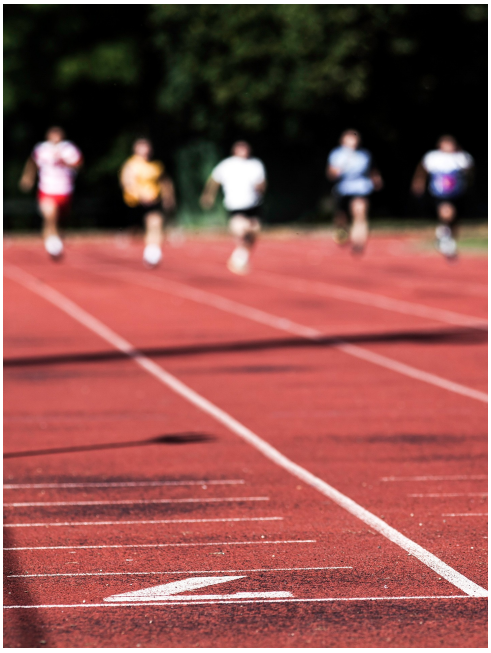
erheblichen Bodenerschütterungen mit Schäden an Bauten führten, gibt es in diesem Bereich viel Zurückhaltung. Das Projekt «Tiefengeothermie»[4] untersuchte diese Phänomene und die Eignung verschiedener geologischer Formationen in der Schweiz für Tiefengeothermie eingehend. Die Forschungen im Projekt «Tiefliegende Wärmereservoirs»[5] haben gezeigt, dass es in der Schweiz zahlreiche Potenziale für die Wärmegewinnung aus tiefen Lagen gibt, die zum Beispiel für DMES wirtschaftlich erschlossen werden könnten.

Anmerkungen und Referenzen

1 Projekt «Abfallmanagement als Beitrag zur Energiewende»
2 Projekt «Wirtschaftlichkeit dezentraler Energiesysteme»
3 Projekt «Wärmenutzung durch Sorptionstechnologie»
4 Projekt «Tiefengeothermie»
5 Projekt «Tiefliegende Wärmereservoirs»

Kälte / Wärme # Holz

3.1.11. Mit neuen Technologien näher ans Ziel



Im NFP Energie wurden auch neue Technologien entwickelt, welche die Umsetzung der Energiestrategie 2050 im Bereich Gebäude und Siedlungen wirkungsvoll unterstützen.

- Das Projekt «Technologie dezentraler Energiesysteme»[1] macht Aussagen über die Eignung und Verbesserung von Brennstoffzellen (CHP = Combined Heat and Power Units) und Power-to-Gas-Technologien bei DMES. Diese Verbesserungsansätze zielen in erster Linie auf die Optimierung der Investitions- und Betriebskosten, der Lebensdauer und der thermischen Effizienz. Zusätzlich wurde die Modellierung dieser Komponenten im Hinblick auf die Simulation verschiedener DMES-Konfigurationen entwickelt. Diese Simulationen haben unter anderem gezeigt, dass solche Technologien zwar teurer sind als konventionelle Lösungen, aber durch ihre Integration in das Verteilnetz die CO_2-Emissionen des Energiesystems reduziert und die Belastbarkeit des Netzes erhöht werden können, ohne dass es zu wesentlichen Änderungen der Netzstruktur kommt.
- Das Verbundprojekt «Wärmeerzeugung durch Sorptionstechnologie»[2] widmete sich der Weiterentwicklung thermisch geführter Adsorptionswärmepumpen zur Nutzung von Abwärme und erneuerbarer Wärme, z. B. Erdwärme, zu Heiz- und Kühlzwecken in Gebäuden, vor allem in Rechenzentren. Im Zentrum der Forschungen standen:
  - die Entwicklung und die Demonstration leistungsfähigerer Adsorptionsmaterialien;
  - die Entwicklung und die Demonstration von Aufbereitungsverfahren;
  - die Integration von hochleistungsfähigen Adsorptionsschichten in Wärmepumpen;

- Pilotanwendungen im Bereich bis 10 kW Kühlleistung.

Zusätzlich wurde eine Struktur zur Beurteilung der Nachhaltigkeit und der Kosten von Adsorptionswärmepumpen entwickelt.

- Holz ist ein in der Schweiz häufig vorkommender, beliebter und erneuerbarer Energieträger. Seine Verbrennung zur Erzeugung von Wärme verursacht jedoch erhebliche Luftschadstoffe. Das Projekt «Schadstoffminimierung bei Holzfeuerungen»[3] zeigt, dass automatische Holzverbrennungsanlagen bei hohen Temperaturen und einem optimalen Luft-Brennstoff-Verhältnis bis 2400-mal weniger CO, NMVOC, eBC und POA ausstossen als manuell betriebene Anlagen. Sie benötigen allerdings ein geeignetes Betriebsverfahren.

Anmerkungen und Referenzen

1 Projekt «Technologie dezentraler Energiesysteme»
2 Projekt «Wärmenutzung durch Sorptionstechnologie»
3 Projekt «Schadstoffminimierung bei Holzfeuerungen»

Nachhaltigkeit # Anreize

3.1.12. Ausbau von DMES: Treiber

- **Allgemeines Interesse an Nachhaltigkeit:** Das Interesse am Thema Nachhaltigkeit ist in der Schweiz gegenwärtig gross. Das ist bei der Umsetzung von DMES entscheidend.[1]
- **Idealismus der Gebäudeeigentümer:** Vor allem private Immobilieneigentümer sind zunehmend bereit, sowohl beim Neubau als auch bei der Sanierung von Altbauten energierelevante Investitionen mit ungewöhnlich langen Amortisationsdauern oder sogar mit einem leicht negativen Cashflow zu tätigen, wobei in aller Regel Idealismus der Treiber ist.[2]
- **Partizipation:** Werden Haushalte, Eigentümer und Unternehmen als Prosumer – Produzenten und Konsumenten von Energie – aktiv in den Aufbau von DMES eingebunden, erhöht dies das Potenzial und die Umsetzbarkeit.[3]
- **Anreizsysteme:** Anreizsysteme aller Art – Investitionsbeiträge der öffentlichen Hand, Einspeisevergütungen, steuerliche Abzugsmöglichkeiten, vergünstigte Hypothekardarlehen usw. – sind starke Treiber, vor allem für Eigenheimbesitzer.[4]

Anmerkungen und Referenzen

1 Rivas J, Schmid B, Seidl I 2018; Energiegenossenschaften in der Schweiz: Ergebnisse einer Befragung. WSL-Berichte, Heft 71, WSL Birmensdorf
2 Projekt «Dezentrale Energiesysteme und Gesellschaft»
3 Projekt «Dezentrale Energiesysteme und Gesellschaft»

4 Projekt «Überwindung der Widerstände gegen PV»

3.1.13. Ausbau von DMES: Hemmnisse

- **Hohe Systemkomplexität:** Neue effiziente Anlagen und deren Zusammenschluss zu zuverlässig funktionierenden DMES sind hochkomplex. Die Versuchung, sich vor allem auf Bewährtes zu stützen, ist gross. Zudem lässt sich die hohe Komplexität den Immobilieneigentümern, den Behörden, den Planern und den Installateuren nur schwer vermitteln.[1]
- **Entwicklung der Rahmenbedingungen:** Wie sich die Rahmenbedingungen der Energiestrategie 2050 entwickeln werden, ist in vielerlei Hinsicht noch ungewiss. Wie werden sich die Energiepreise verändern? Welche Subventionen, Einspeisevergütungen und Lenkungsabgaben sind zu erwarten? Wird die Schweiz ein Stromabkommen mit der EU abschliessen? Eine Untersuchung zeigt, dass offene Fragen dieser Art die Gründung von Energiegenossenschaften behindern.[2]
- **Ungewisse Wirtschaftlichkeit:** Die Untersuchungen zeigen, dass ein wirtschaftlicher Aufbau und Betrieb von DMES mit einer akzeptablen Amortisationsdauer gegenwärtig nur selten möglich ist. Ob, wie und wann sich dies ändert, hängt von derart vielen Faktoren ab, dass gesicherte Voraussagen kaum möglich sind. Wirtschaftlichkeit, so zeigen Umfragen, ist derzeit der Hauptfaktor im Umgang mit DMES.[3]
- **Persönliche Flexibilität:** Viele wollen sich nicht mehr allzu lange binden. Deshalb sinkt tendenziell die Bereitschaft, sich finanziell, geografisch oder organisatorisch langfristig zu engagieren.[4]
- **Fehlender Direktbezug:** Eine Untersuchung zeigt anhand einer Umfrage, dass die Verantwortung für das Umsetzen der Energiewende gegenwärtig vor allem dem BFE, den Energieunternehmen und den Kantonen zugeschoben wird.[5]

Anmerkungen und Referenzen

1 Projekt «Dezentrale Energiesysteme»
2 Projekt «Kollektive Finanzierung erneuerbarer Energien»
3 Projekt «Dezentrale Energiesysteme und Gesellschaft»
4 Projekt «Energiesparpotenziale in Haushalten von älteren Menschen»
5 Projekt «Dezentrale Energiesysteme und Gesellschaft»

Information / Kommunikation

3.1.14. DMES: Handlungsbedarf

Aus den Forschungen im NFP Energie zum Thema «Dezentrale Multi-Energie-Systeme» ergibt sich folgender Handlungsbedarf:

- **Information:** Um eine breite Basis für die Akzeptanz und den Aufbau von DMES zu schaffen, müssen Informationen rund ums Thema offensiv verbreitet werden – bei Immobilieneigentümern, Behörden, Architekten, Ingenieuren und Installateuren.[1] Untersuchungen zeigen, dass das Konzept von DMES bereits heute gut akzeptiert wird[2]; ein Bottom-up-Ansatz sorgt dafür, dass diese Akzeptanz und dadurch auch die Beteiligung steigen werden.
- **Rahmenbedingungen:** Um die Ungewissheiten bei den Betreibern und Investoren zu beseitigen, müssen die künftigen Rahmenbedingungen für die Energiewende so schnell wie möglich definiert werden.[3] Dies war im zweiten Massnahmenpaket der Energiestrategie 2050 vorgesehen, welches das heutige Förder- durch ein Lenkungssystem ersetzen sollte. Auch sollte die Zukunft von Wasserzinsberechnung und -maximum rasch geklärt werden.[4] Sowohl der Wechsel zur Lenkungsabgabe als auch die Neuordnung der Wasserzinse fanden jedoch keine Zustimmung im eidgenössischen Parlament. Weiterhin auf die lange Bank geschoben wurde das Stromabkommen mit der EU, das seit 2007 verhandelt wird und das den Zugang der Schweiz zum europäischen Strommarkt festgelegt hätte. Je länger diese Rahmenbedingungen nicht verbindlich vereinbart sind, umso schwieriger wird es werden, die Ziele der Energiestrategie 2050 in Bezug auf die Energie und den CO_2-Ausstoss fristgerecht zu erreichen.[5]
- **Energetische Sanierung:** Beim Energiebedarf von Gebäuden spielt der

Heizenergieverbrauch eine entscheidende Rolle. Das Projekt «Dezentrale Energiesysteme und Gesellschaft»[6] zeigt auf, dass alte, energieineffiziente Gebäude einen so hohen Heizenergiebedarf haben, dass dieser mit einem Wärmepumpensystem nicht energieeffizient zu decken ist. Der in die Jahre gekommene Gebäudebestand muss deshalb – vor allem in urbanen Gebieten – zwingend energetisch saniert werden. Die derzeitige Renovationsrate von rund 1,5 Prozent pro Jahr reicht nicht, den Gebäudepark mittelfristig auf ein energetisch vertretbares Niveau zu heben.

Anmerkungen und Referenzen

1 Projekt «Dezentrale Energiesysteme»
2 Projekt «Dezentrale Energiesysteme und Gesellschaft»
3 Projekt «Kollektive Finanzierung erneuerbarer Energien»
4
5 Projekt «Die Schweiz und die EU-Energiepolitik»
6 Projekt «Dezentrale Energiesysteme und Gesellschaft»

3.2. Gebäudeintegrierte Photovoltaik

Photovoltaikanlagen auf Dächern und an Fassaden erfreuen sich immer grösserer Beliebtheit – auch deshalb, weil sie immer günstiger werden. Doch um das Potenzial der Technologie richtig ausschöpfen zu können, braucht es mehr Wissen, neue Bestimmungen – und Innovation.

Photovoltaik

3.2.1. Boom dank Preiszerfall, Subventionen und Umdenken

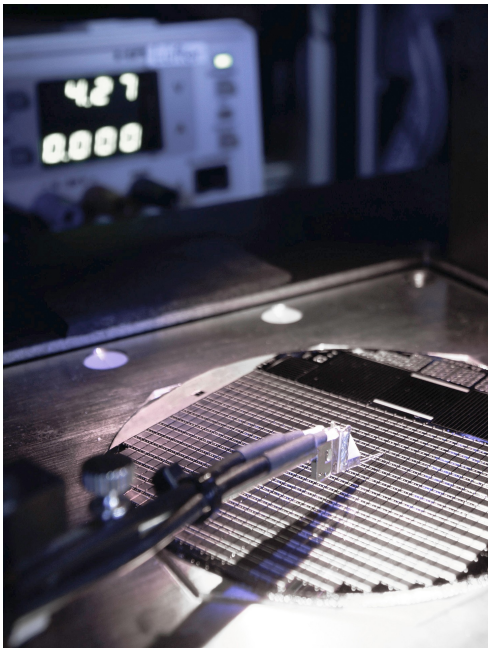
Durchschnittlicher Preis in Euro pro kW_p von Silizium-Solarzellen für Aufdachanlagen bis 10 kW_p. / Strom aus Photovoltaik in GWh. *Quelle: Bundesverband Solarwirtschaft / BFE Gesamtenergiestatistik 2017*

Photovoltaik (PV) erfreut sich in der Schweiz – nach einer relativ langen Anlaufphase – zunehmender Beliebtheit. Dies hat unter anderem mit den Preisen der PV-Elemente zu tun, die infolge der harten internationalen Konkurrenz und der Skaleneffekte in den letzten Jahren stark gefallen sind. Neben dem Preiszerfall haben auch die grosszügigen Subventionen und das zunehmende Bewusstsein für die Energieproblematik der Installation von PV-Anlagen starken Schub verliehen.

Eindrücklich ist in dieser Abbildung der markante Anstieg von Strom aus PV seit 2011 als Folge der am 1. Januar 2009 eingeführten kostendeckenden Einspeisevergütung (KEV). In den fünf Jahren von 2011 bis 2016 betrug die jährliche Zunahme im Durchschnitt 233 GWh/a. Um den Zielwert der Energiestrategie 2050 von 11'100 GWh/a für das Jahr 2050 zu erreichen, wäre jedoch ein Anstieg von durchschnittlich 287 GWh/a nötig. Das scheint nicht unmöglich zu sein, aber wir dürfen nicht nachlassen - auch wenn die KEV 2022 ausläuft.

Photovoltaik

3.2.2. Wirkungsgrad wird immer höher



Neue Weltrekordsolarzelle auf einem 100 mm Wafer mit ungefähr 500 Konzentratorzellen. *Quelle: Fraunhofer ISE / Foto Alexander Wekkel.*

Der Wirkungsgrad von Solarzellen gilt oft als wichtiges Kriterium bei der Beurteilung der Technologie. Zu Beginn der Entwicklung galten Wirkungsgrade von 5 Prozent als sehr gut. Heute liegen in der Schweiz die Wirkungsgrade gängiger Massenware zwischen 16 und 18 Prozent, wobei der physikalisch maximal erreichbare Wirkungsgrad für Silizium-Solarzellen bei etwa 29 Prozent liegt. Beim Wirkungsgrad gibt es also noch Potenzial. So meldete die im japanischen Osaka ansässige Kaneka Corp. kürzlich die Entwicklung einer Silizium-Solarzelle mit einem Wirkungsgrad von 26,3 Prozent; das Fraunhofer-Institut für Solare Energiesysteme in Freiburg bestätigte diesen Wert.

Dieses Institut hält übrigens gegenwärtig den Weltrekord: 2019 wurde im Labor ein Wirkungsgrad von 46 Prozent erreicht.[1] Gemessen wurde er an einer Vierfachsolarzelle für die konzentrierende Photovoltaik auf der Basis von II-V-Halbleiterverbindungen bei einer 508-fachen Bündelung des einfallenden Lichts. Es handelt sich dabei aber um theoretische Ergebnisse an sehr kleinen Proben, die von einer industriellen Produktion noch weit entfernt sind.

Parallel dazu werden neue Materialien für Solarzellen entwickelt. Im Vordergrund stehen Perowskite. Diese metallorganischen Kristalle sind wesentlich günstiger als Silizium. In relativ kurzer Zeit konnte der Wirkungsgrad von Perowskit-Solarzellen von wenigen Prozenten auf 22 Prozent gesteigert werden. Auch im NFP Energie wurde in den beiden Projekten «Zukünftige Perowskit-Solarzellen»[2] und «Perowskite für die Solarenergie»[3] hochstehende

Grundlagenforschung zu Perowskiten betrieben. Mit Tandem/Perowskit-Solarzellen werden Wirkungsgrade von 27 bis 30 Prozent erwartet. Hauptnachteil der Perowskite ist deren Anfälligkeit auf Feuchtigkeit und UV-Strahlen. Es braucht noch einiges an Forschung und Entwicklung, bis Perowskit-Solarzellen den Markt erobern.

Anmerkungen und Referenzen

1 Fraunhofer-Institut für Solare Energiesysteme ISE 2014; Presseinformation # 26, ISE. Freiburg
2 Projekt «Zukünftige Perowskit-Solarzellen»
3 Projekt «Perowskite für die Solarenergie»

Photovoltaik

3.2.3. Viel Forschung zu vielversprechenden Verbesserungen

PV-Module aus Terra-cotta als Dachziegel. *Quelle: Projekt «Strategien für gebäudeintegrierte PV»*

Ein hoher Wirkungsgrad von Solarzellen garantiert noch keinen Markterfolg. Entscheidend für die Wirtschaftlichkeit und die Umweltverträglichkeit sind auch Lebensdauer, Preis, Ausgangsmaterialien und die erforderliche Wärme bzw. Energie beim Herstellungsprozess. Auch an diesen Eigenschaften wurde im Rahmen des NFP Energie intensiv geforscht.

Das Projekt «Mehrfachsolarzellen»[1] beschäftigte sich vor allem mit der Entwicklung hocheffizienter Tandem-Solarzellen – Perowskit direkt auf Silizium – unter besseren Produktionsbedingungen. So gelang es unter anderem zum ersten Mal, Tandem-Solarzellen mit einem Wirkungsgrad von über 25 Prozent herzustellen (zertifizierter Wert 25,2 Prozent), wobei die Temperaturen für den Perowskit unter 150 °C blieben.

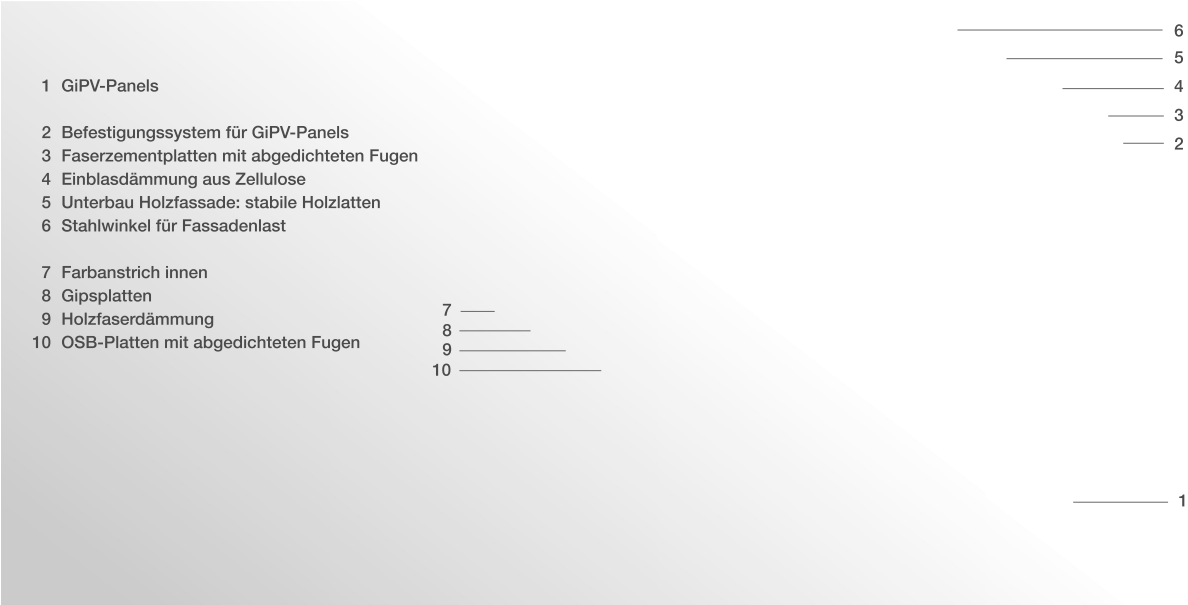
Im Projekt «Strategien für gebäudeintegrierte PV»[2] lag der Fokus einerseits auf der Verbesserung des Erscheinungsbilds von PV-Modulen, andererseits auf der Herstellung von ultraleichten Solarmodulen. Diese sind vor allem für gebäudeintegrierte Photovoltaik bei Altbauten gedacht, bei denen die Aufnahme zusätzlicher Lasten begrenzt ist. Im gleichen Projekt wurde ein Terracotta-Modul für integrierte Dachanlagen bei architektonisch sensitiven Bauten entwickelt.

Anmerkungen und Referenzen

1 Projekt «Mehrfachsolarzellen»
2 Projekt «Strategien für gebäudeintegrierte PV»

Kosten / Nutzen # Photovoltaik

3.2.4. Vom Labor auf die Baustelle



Vorfabriziertes Fassadensystem mit gebäudeintegrierter Photovoltaik. *Quelle: Projekt «Hocheffiziente, integrierte PV-Systeme»*

Während an den Materialeigenschaften einzelner Komponenten von Solarzellen der nächsten Generation geforscht wird, machen sich andere Forschende bereits Gedanken darüber, wie die neuen Technologien den Weg in die Praxis finden – im Projekt «Hocheffiziente, integrierte PV-Systeme»[1]. Ausgangspunkt sind die neuesten Entwicklungen von Tandem/Perowskit-Solarzellen, deren langfristige Stabilität und Lebensdauer noch Fragen aufwerfen. Mit einer neuartigen Einkapselungsmethode konnten die Forschenden jedoch den Dampf/Wärme-beschleunigten Alterungstest für eine 4"-Tandem/Perowskit-Solarzelle nach Norm EN 61215[2] erfolgreich durchführen.

Auf der Basis dieser neuartigen Solarzelle und anhand von 12 archetypischen Hochbauten wurde ein integrales vorfabriziertes Fassadensystem (AAF, Advanced Active Façade) entwickelt, das aus umweltfreundlichen Wärmedämmstoffen, einem Holzrahmen über die ganze Geschosshöhe, Pressspanplatten mit einer Brandschutzschicht nach innen sowie gefärbten oder strukturierten Solarmodulen nach aussen besteht.

Eine Lebenszyklusanalyse für die 12 Archetypen mit dem neuen Fassadensystem ergab:

- Das Energiepotenzial der AAF-Fassade mit Tandem/Perowskit-Solarzellen ist gut zehnmal grösser als die in der Fassade gebundene graue Energie.
- Das totale Potenzial zur Energieeinsparung gegenüber einer konventionellen Fassade ohne PV beträgt rund 78 Prozent.

- Die AAF-Fassade mit Tandem/Perowskit-Solarzellen kostet etwa 33 Prozent mehr als eine konventionelle Fassade ohne PV.
- Der Mehrpreis ist jedoch bereits nach etwa 6 Jahren amortisiert, sofern es sich um ein «Null-Energie-Haus» handelt.

Die Analysen zeigten auch, dass bei Mehrfamilienhäusern konventionelle Dachanlagen allein nicht genügen, um die Ziele der Energiestrategie 2050 zu erreichen. Die Gebäudefassade muss zum Energielieferanten werden.

Anmerkungen und Referenzen

1 Projekt «Hocheffiziente, integrierte PV-Systeme»
2 EN 61215:2006-02; Terrestrische kristalline Silizium-Photovoltaik-Module – Bauarteignung und Bauartzulassung

Markt # Verhalten # Photovoltaik

3.2.5. Wie reagiert der Markt?

Im Rahmen des Projekts «Überwindung der Widerstände gegen PV»[1] wurde eine breit angelegte Umfrage unter Eigenheimbesitzern, die vor einer Dacherneuerung stehen, durchgeführt. Sie ergab: 43 Prozent der Befragten würden nie eine Solaranlage aufs Dach stellen; von den anderen 57 Prozent würde die Hälfte eine konventionelle, kostengünstigere Anlage auf dem Dach bevorzugen, die andere Hälfte wäre sogar bereit, für eine integrierte und ästhetisch bessere Lösung eine Prämie von rund 22 Prozent zu bezahlen. Diese positive Einstellung wurde durch eine Befragung im Projekt «Nachhaltigkeit der PV-Systeme»[2] bestätigt. Sie zeigte, dass eine grosse Mehrheit der Bevölkerung und der Behörden in der Deutschschweiz die gebäudeintegrierte Photovoltaik (GiPV) begrüsst und als relativ risikolos beurteilt. Als negative Aspekte wurden vereinzelt die ästhetische Beeinträchtigung der Gebäude und die graue Energie genannt.

Diesen Zahlen zum Trotz hat vor allem die gebäudeintegrierte Photovoltaik (GiPV) noch einen schweren Stand. Die wichtigsten Gründe dafür sind gemäss dem Projekt «Beschleunigung der Anwendung von PV»[3]:

- Gebäudeeigentümer, Architekten und Ingenieure verfügen über zu wenig Wissen hinsichtlich der GiPV.
- GiPV ist technisch anspruchsvoll und muss frühzeitig und disziplinenübergreifend in die Planung einbezogen werden.
- Die Mehrkosten von GiPV gegenüber konventionellen Dach- und Fassadenkonstruktionen haben eine relativ lange Amortisationszeit.

- Bei der Gebäudesanierung hat GiPV einen besonders schweren Stand, da sich deren Einsatz bei Altbauten nur lohnt, wenn eine Gesamterneuerung der Gebäudehülle ansteht.

Neben diesen Hemmnissen gibt es aber auch positive Signale:

- Die Investitionskosten/kWp für Silizium-Solarpaneele haben sich in den letzten Jahren stark reduziert.
- Der Bau von Solaranlagen wird vorläufig noch stark subventioniert und steuerlich bevorzugt.
- Die Bewilligungsverfahren wurden erleichtert, der selbst produzierte Strom darf direkt an Dritte verkauft werden.

Zusätzlich dämpfend könnte sich das Ende der kostendeckenden Einspeisevergütung 2022 – ohne Anschlussprogramm – auswirken.

Anmerkungen und Referenzen

1 Projekt «Überwindung der Widerstände gegen PV»
2 Projekt «Nachhaltigkeit der PV-Systeme»
3 Projekt «Beschleunigung der Anwendung von PV»

Nachhaltigkeit # Lenkung / Förderung # Photovoltaik

3.2.6. Mehr GiPV: Treiber

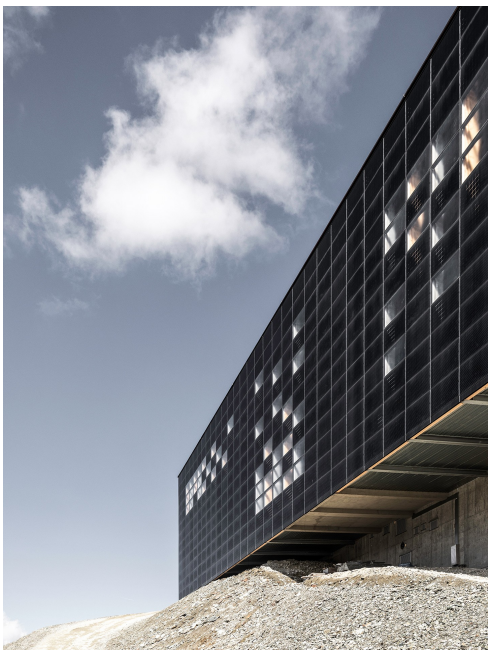
- **Erneuerungsbedarf:** Gebäude haben infolge von Alterung und Gebrauch einen periodischen Erneuerungsbedarf. Steildacheindeckungen und Fenster müssen nach 30 bis 50, Fassaden nach 70 Jahren ersetzt werden. Erneuerungsprojekte sind oft ein Anlass, auch die Energieproblematik anzugehen.[1]
- **Nachhaltigkeitsbewusstsein:** Das zunehmende Bewusstsein in Politik, Gesellschaft und Wirtschaft bezüglich der Endlichkeit unserer Ressourcen und der Klimaproblematik fördert das langfristige Denken und Handeln, wodurch auch GiPV attraktiver wird.[2]
- **Lenkungsinstrumente:** Eine Palette griffiger Lenkungsinstrumente, zum Beispiel Stromtarife mit einem Bonus-Malus-System oder progressiv ausgestaltete CO_2-Zertifikate für Strom aus Erdölprodukten usw., macht GiPV konkurrenzfähiger.[3]

Anmerkungen und Referenzen

1 Projekt «PV und Stadtsanierung»
2 Rivas J, Schmid B., Seidl I. 2018; Energiegenossenschaften in der Schweiz: Ergebnisse einer Befragung. WSL-Berichte, Heft 71, WSL Birmensdorf
3 Projekt «Energieeffizienz in Privathaushalten»

Kosten / Nutzen # Photovoltaik

3.2.7. Mehr GiPV: Hemmnisse



Gebäudefassade 3S-Station. *Quelle: Zermatt Bergbahnen*

- **Fehlendes Wissen:** Gebäudeeigentümer, Architekten und Ingenieure verfügen über wenig Wissen und Erfahrung hinsichtlich der GiPV.[1]
- **Disziplinäres Planen:** Architekten und Ingenieure denken und planen vornehmlich in ihren Disziplinen. GiPV ist jedoch nur in einer sehr engen, disziplinenübergreifenden Zusammenarbeit realisierbar, die bereits bei den ersten Entwurfsüberlegungen ansetzen muss.[2]
- **Ungewisse Wirtschaftlichkeit:** Obwohl die Preise von Solarzellen weiterhin sinken, ist die Wirtschaftlichkeit von GiPV mit vielen Ungewissheiten verbunden: Wie steht es um die Lebensdauer der Solarmodule, mit welchem Leistungsabfall muss gerechnet werden? Wie entwickeln sich Subventionen und Vergütungen für eingespeisten Strom?[3]

Anmerkungen und Referenzen

1 Projekt «Beschleunigung der Anwendung von PV»
2 Projekt «Wirtschaftlichkeit dezentraler Energiesysteme»
3 Projekt «Hocheffiziente, integrierte PV-Systeme»

3.2.8. GiPV: Handlungsbedarf

Aus den Forschungen im NFP Energie zum Thema «Gebäudeintegrierte Photovoltaik» ergibt sich folgender Handlungsbedarf:

- **Aus- und Weiterbildung:** Von zentraler Bedeutung für die rasche Verbreitung von GiPV ist die professionelle Aus- und Weiterbildung der Architekten, Ingenieure und betroffenen Unternehmer bezüglich GiPV.[1]
- **Information:** Gebäudeeigentümer müssen informiert werden über GiPV, über deren Vor- und Nachteile, über technische Neuerungen, attraktive Finanzierungsmöglichkeiten und Best-Practice-Beispiele.[2]
- **Regulierung:** Die Planungs- und Baugesetze, die zugehörigen Verfahren und die technische Normierung müssen offener gestaltet werden, damit GiPV und andere technische Neuerungen rasch und unkompliziert angewendet werden können.[3] [4] [5]
- **Verlässliche Rahmenbedingungen:** Investitionen in die Energieeffizienz und in die neue erneuerbare Energie müssen kalkulierbar sein und sind deshalb auf verlässliche Rahmenbedingungen angewiesen. Dazu gehören zum Beispiel die Einspeisevergütung der Werke, die öffentlichen Fördermittel, steuerliche Vergünstigungen sowie die baurechtlichen Rekursmöglichkeiten.[6] [7] Zusätzlicher Handlungsbedarf besteht diesbezüglich wegen der grossen Unterschiede zwischen den Kantonen.

Anmerkungen und Referenzen

1 Projekt «Beschleunigung der Anwendung von PV»
2 Projekt «Beschleunigung der Anwendung von PV»
3

4 Projekt «Standards für PV»
5 Projekt «Energielandschaften»
6 Projekt «Hocheffiziente, integrierte PV-Systeme»
7 Projekt «Wirtschaftlichkeit dezentraler Energiesysteme»

3.3. Verhalten der Gebäudenutzer

Wir alle wohnen und arbeiten in Gebäuden. Unser individuelles Verhalten kann enorm viel dazu beitragen, dass die Ziele der Energiestrategie 2050 erreicht werden – indem wir Geräte effizient einsetzen, einen suffizienten Lebensstil pflegen und die Vorteile der Digitalisierung nutzen.

Lebensstandard # Verhalten

3.3.1. Der Lebensstandard bestimmt den Energiebedarf

In der Schweiz betrug der Wohnflächenverbrauch 2017 durchschnittlich 46 m^2 pro Kopf, bei Einzimmerwohnungen 29 m^2, bei Dreizimmerwohnungen 42 m^2 und bei Wohnungen mit 6 und mehr Zimmern 59 m^2.[1] Daraus folgt: Grosse Wohnungen werden nicht mehrheitlich von Familien mit vielen Kindern bewohnt, sondern von Menschen mit einem höheren Lebensstandard.

In den Büros variiert der Flächenbedarf pro Arbeitsplatz zwischen 6 m^2 und 25 m^2 (Hauptnutzfläche), davon ausgenommen sind die Chefbüros. Die Stadt Zürich strebt zum Beispiel nach durchschnittlich 12,5 m^2 pro Arbeitsplatz. Auch am Arbeitsplatz gilt nach wie vor die Regel: Wer etwas zu sagen hat, beansprucht mehr Platz zum Arbeiten.

Es sind aber nicht allein die verbrauchten Quadratmeter, die den Energieverbrauch etwa für Heizen und Kühlen oder Warmwasser bestimmen. Mit zunehmendem Wohnflächenverbrauch pro Kopf steigt auch der Energiebedarf für alle möglichen Geräte: Der Kühlschrank und die Kühltruhe sind grösser, der Backofen wird ergänzt mit einem Steamer und einer Mikrowelle, Geschirrspüler, Waschmaschine und Tumbler laufen mehrmals täglich.

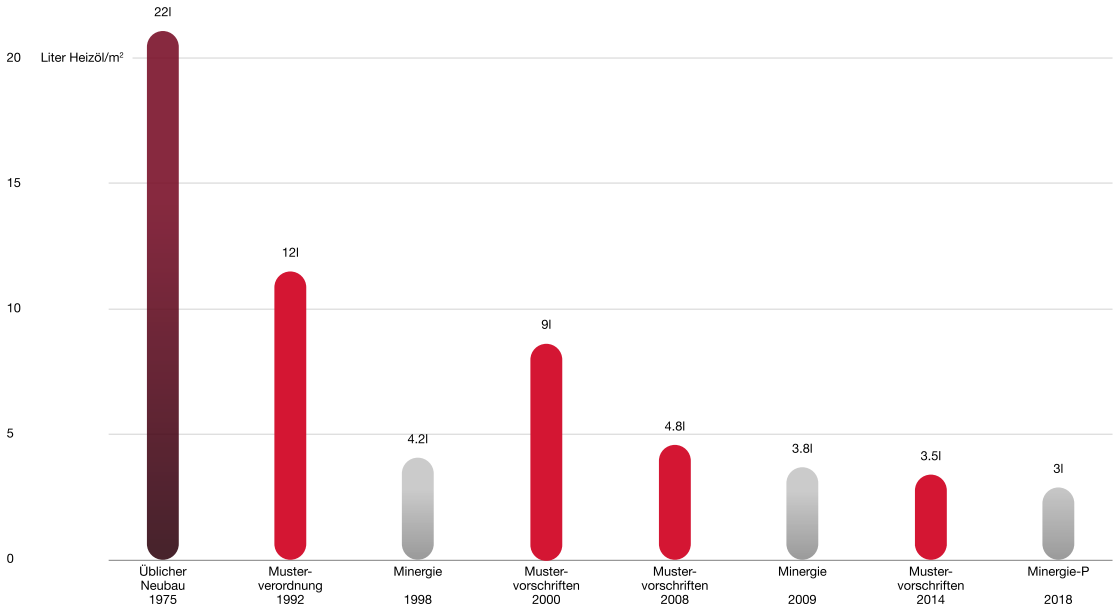
Am Arbeitsplatz ist die Situation analog: Vorgesetzte brauchen mehr als einen Bildschirm, einen eigenen Farbdrucker und einen eigenen Scanner, zwei oder gar drei Mobiltelefone, einen Kaffeevollautomaten, einen Kühlschrank und vieles mehr. All die kleinen Energiefresser erzeugen zusammen einen gewaltigen Bedarf an primärer und grauer Energie der Gebäude und Siedlungen.

Anmerkungen und Referenzen

1 Bundesamt für Statistik 2018; Gebäude- und Wohnungsstatistik

Energieeffizienz

3.3.2. Energetisch bessere Gebäude nicht immer bevorzugt



Reduktion des Wärmebedarfs für Neubauten (Heizung und Warmwasser) in den letzten 40 Jahren. *Quelle: TEC21 31-32-33/2018*

Neubauten verbrauchen wesentlich weniger Energie als Bauten, die vor 1990 erstellt wurden. Ein Grund dafür ist die stete Verschärfung von Vorschriften bezüglich des Energieverbrauchs von Gebäuden, etwa der Mustervorschriften der Kantone im Energiebereich (MuKEn), der kantonalen Energiegesetze oder der einschlägigen Normen des Schweizerischen Ingenieur- und Architektenvereins (SIA).

Kann die heutige Renovationsrate in der Schweiz von rund 1,5 Prozent pro Jahr nicht markant erhöht werden, wird es viele Jahrzehnte dauern, bis alle energetisch schwachen Gebäude saniert sind. Eigennutzer können den Zeitpunkt und den Umfang einer energetischen Sanierung selbst bestimmen, wogegen Mietern nur der Umzug in ein energetisch besseres Gebäude bleibt.

Im Rahmen des Projekts «Nachhaltige Lebensstile und Energieverbrauch»[1] wurden in Luzern rund 3500 Wohnungsmieter befragt, ob sie bereits ernsthaft mit dem Gedanken gespielt hätten, in ein energetisch besseres Haus umzuziehen. 46,5 Prozent der 1295 Antwortenden gaben an, noch nie über einen Wechsel in ein energieeffizientes Haus nachgedacht zu haben, 31 Prozent dachten schon einmal darüber nach, 11,9 Prozent entschieden sich beim letzten Wohnungswechsel tatsächlich für ein energieeffizientes Haus – und 10,3 Prozent wohnen seit längerer Zeit in einem solchen.[2]

Die Studie analysierte auch das Entscheidungsverhalten der Antwortenden. Neben gesellschaftlichen Wertvorstellungen und persönlichen Emotionen wurde der Entscheid, in ein energieeffizientes Haus umzuziehen, am stärksten von individuellen Handlungsspielräumen

beeinflusst – also von der Fähigkeit, einen solchen Wohnungswechsel in finanzieller oder anderer Hinsicht überhaupt vollziehen zu können.

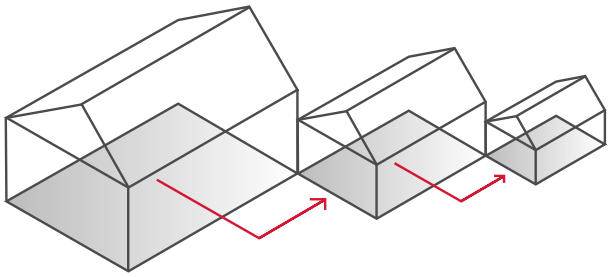
Anmerkungen und Referenzen

1 Projekt «Nachhaltige Lebensstile und Energieverbrauch»

2 Schaffner D, Ohnmacht T., Weibel Ch., Mahrer M. 2017; Moving into energy-efficient homes: A dynamic approach to understanding residents' decision-making. Building and Environment 123, Elsevier Ltd.

Gebäude # Suffizienz

3.3.3. Suffizienz ist möglich



Energiefachleute beteuern immer wieder, dass die Transformation unseres Energiesystems nur gelingt, wenn sie nicht zu Komforteinbussen oder Einschränkungen der persönlichen Freiheit führt. Eine Transformation zu diesen Bedingungen hat aber ihren Preis – und braucht viel Zeit. Ob Geld und Zeit im nötigen Mass vorhanden sind, ist zu bezweifeln. Mit anderen Worten: Ganz ohne Verzicht und Einschränkungen werden die Energie- und Klimaziele nicht rechtzeitig erreicht. Das Konzept der Suffizienz sieht vor, dass man nur so viel nutzt, wie man auch wirklich braucht. Erfahrungen mit diesem Konzept zeigen: Verzicht auf Unnötiges kann zu Genugtuung führen und muss deshalb nicht negativ beurteilt werden.

Den grössten Einfluss auf Suffizienz im Zusammenhang mit Gebäuden und Siedlungen hat die Reduktion des Flächenverbrauchs. Handeln können zum Beispiel Familien, wenn die Kinder den gemeinsamen Haushalt verlassen und Zimmer nicht mehr ständig genutzt werden. Das Projekt «Energiesparpotenziale in Haushalten von älteren Menschen»[1] ging diesem Thema nach. Es zeigte sich, dass der Flächenverbrauch älterer Personen um einiges höher liegt als jener von jüngeren – und dass die Bereitschaft, in eine kleinere Wohnung mit geringerem Energieverbrauch umzuziehen, relativ klein ist. Umfragen zeigen, dass diese Tatsache nicht primär damit zu tun hat, dass ältere Menschen generell mehr Wohnfläche benötigen bzw. wünschen, sondern dass dies auf die starke Bindung an die aktuelle Wohnumgebung, den schwierigen Umgang mit dem Prozess des Älterwerdens und auf finanzielle Ungewissheiten im Zusammenhang mit einem Wohnungswechsel zurückzuführen ist.

Die in der Studie aufgezeigten Lösungsansätze fokussieren auf Information, Beratung und Motivation – wobei nicht finanzielle Anreize erste Priorität haben, sondern der Appell an immaterielle Werte wie Umweltschutz und soziale Verantwortung.

Anmerkungen und Referenzen

1 Projekt «Energiesparpotenziale in Haushalten von älteren Menschen»

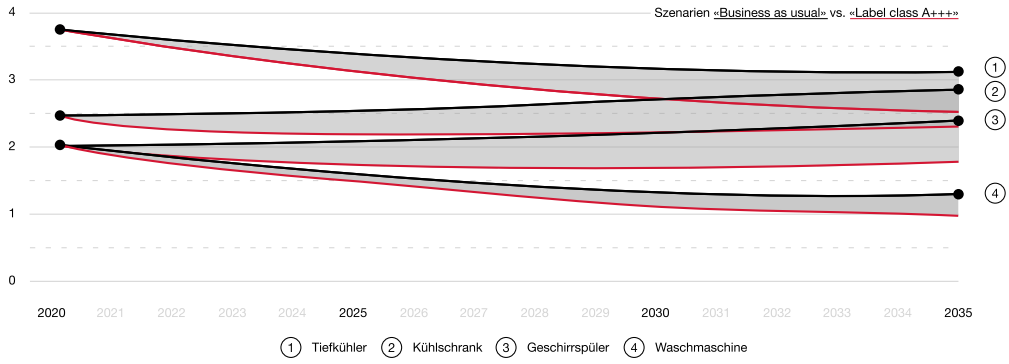
Energieeffizienz # Verhalten

3.3.4. Geräte effizienter nutzen

Ein Thermostat mit Heizkörper in einer Wohnung in Zürich. *Quelle: Christian Beutler Keystone*

Das Konsumverhalten hat einen gewaltigen Einfluss auf die Energieeffizienz. Bereits weit verbreitet ist der gezielte Einkauf aufgrund von Warendeklarationen wie der Energieetikette für Haushaltgeräte oder des Labels Energy Star für energiesparende Informatik. Das Projekt «Energieeffizienz in Privathaushalten»[1] zeigt aber, dass die Hoffnung auf immer energieeffizientere Haushaltgeräte nicht genügt. Modellrechnungen ergaben, dass zum Beispiel der gesamtschweizerische Stromverbrauch für Waschmaschinen und Geschirrspüler bis 2035 nur wenig sinken wird, da die einzelnen Geräte wohl viel energieeffizienter werden, dieser Effekt jedoch durch die höhere Anzahl Geräte weitgehend kompensiert wird.

Künftiger Strombedarf von Haushaltgeräten für die Szenarien «Business as usual» und «Label class A+++».



Quelle: Projekt «Energieeffizienz in Privathaushalten»

Daraus folgt, dass bei den Haushaltgeräten neben weiteren technischen Innovationen auch zusätzliche Anstrengungen auf der Verhaltensebene nötig sind, etwa hinsichtlich deren effizienteren Gebrauchs.

Nicht weniger wichtig sind suffizienzgetriebene Ansätze wie das Teilen, das längere Nutzen der Dinge oder der Kauf von Second-Hand-Produkten. Allen drei Ansätzen ist gemein, dass dabei nicht primär Endenergie gespart wird, sondern vor allem graue Energie. Denn es ist wenig wahrscheinlich, dass die ausgeliehene Bohrmaschine weniger zum Einsatz kommt, nur weil sie jemand anderem gehört.

Im Projekt «Nachhaltige Lebensstile und Energieverbrauch»[2] wurde beispielhaft für den Ansatz «Längere Nutzung» der verlängerte Gebrauch von Mobiltelefonen bis zum Funktionskollaps untersucht. Dabei zeigte sich, dass immerhin gut die Hälfte der Befragten erst ein neues Mobiltelefon kauft, wenn das alte nicht mehr funktioniert, wogegen rund ein Viertel das Mobiltelefon weit vor dem Ablauf der Lebensdauer ersetzt.[3] Auch hier sind die individuellen Handlungsspielräume, die persönlichen Werthaltungen und die Emotionen die massgeblichen Treiber in Richtung eines umweltfreundlicheren Konsumentenverhaltens.

Anmerkungen und Referenzen

1 Projekt «Energieeffizienz in Privathaushalten»
2 Projekt «Nachhaltige Lebensstile und Energieverbrauch»
3 Ohnmacht T, Thao V T, Schaffner D, Weibel Ch 2018; How to postpone purchases of a new mobile phone? Pointers for interventions based on socio-psychological factors and a phase model. Journal of Cleaner Production 200, Elsevier Ltd

Digitalisierung # Verhalten

3.3.5. Smart Energie sparen

Die Digitalisierung von Gebäuden – auch Smart Home genannt – kann zum Energiesparen beitragen. Dabei geht es nicht allein darum, dass das Licht in der Wohnung ausgeschaltet wird, wenn die App dank GPS feststellt, dass das Haus verlassen worden ist. Das Projekt «Verhaltensmechanismen beim Stromverbrauch in Privathaushalten»[1] ging der Frage nach, welchen Einfluss die Installation intelligenter Zähler – der Smart Meters – auf den Stromverbrauch von Privathaushalten hat. Rund 1000 Privathaushalte erhielten eine Mobil-App. Die Haushalte wurden in fünf Gruppen eingeteilt, die unterschiedliche Informationen zu ihrem Stromverbrauch, unterschiedliche Beratungen und Sparanreize erhielten. Es kristallisierten sich folgende Erkenntnisse heraus:

- Privathaushalte, die detaillierte Angaben über die wichtigsten Energiebezüger wie Kochherd, Kühlschrank, Waschmaschine usw. erhielten, sparen bedeutend mehr Strom als Benutzer, die lediglich den Gesamtverbrauch ihres Haushalts kannten.
- Die individuelle Beratung zum Stromsparen im konkreten Haushalt wirkt sich stark reduzierend auf den Stromverbrauch aus.
- Kurzfristige Anreize haben keine markanten Auswirkungen.

Die Studie zeigt, dass der Einsatz von intelligenten Stromzählern in Privathaushalten zu Stromeinsparungen von 5 bis 10 Prozent führt – vorausgesetzt, der Stromkonsum wird auf die einzelnen Geräte und die Beleuchtung aufgeschlüsselt kommuniziert und die Nutzer werden situationsspezifisch über den Sinn und die Potenziale des Stromsparens informiert. Dieses Sparpotenzial liegt deutlich über den Einsparungen von 2 bis 3 Prozent, die beim Einsatz

eines üblichen Stromzählers mit Anzeige des aggregierten Stromverbrauchs nachgewiesen werden können.

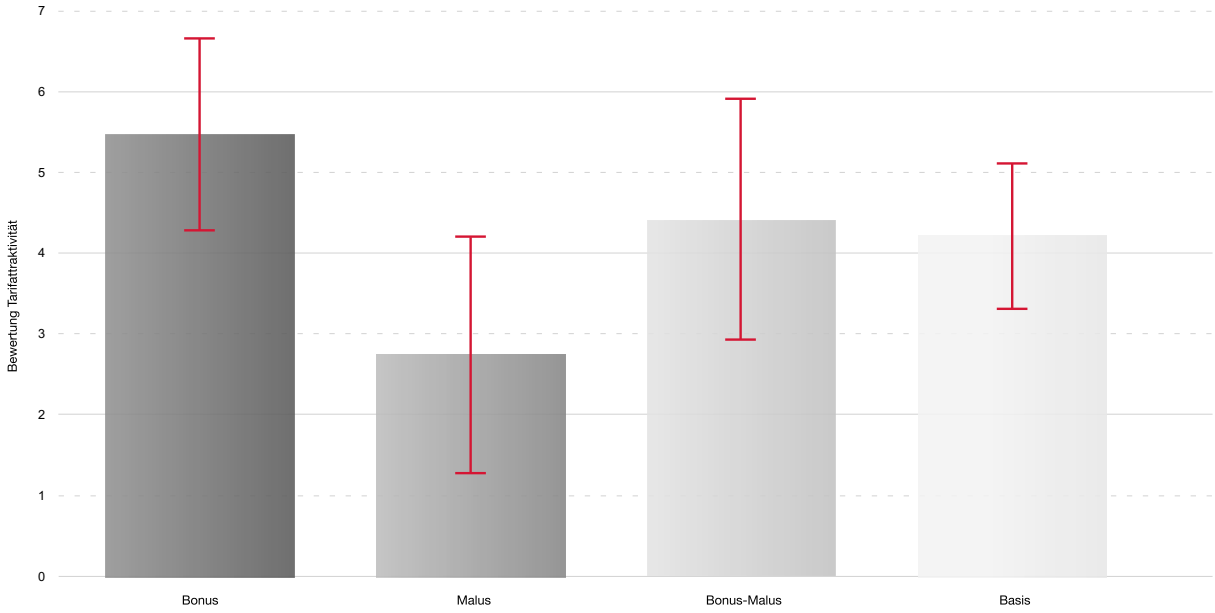
Tritt die politisch bereits eingeleitete Revision der Stromversorgungsverordnung (StromVV) wie vorgesehen in Kraft, wird sich der Druck auf die Energieversorger und die Gebäudeeigentümer zur flächendeckenden Einführung von Smart Meters stark erhöhen – denn gemäss Art.31e der StromVV müssen bis Ende 2027 80 Prozent der Messpunkte bei den Verteilnetzbetreibern mit Smart Meters abgedeckt sein.

Anmerkungen und Referenzen

1 Projekt «Verhaltensmechanismen beim Stromverbrauch in Privathaushalten»

Tarif # Anreize

3.3.6. Wer spart, wird belohnt



Attraktivität von verschiedenen Tarifsystemen. *Quelle: Projekt «Energieeffizienz in Privathaushalten»*

Anreizsysteme haben in der Schweiz eine lange Tradition: Es gibt Subventionen und Steuererleichterungen für die Landwirtschaft, die SBB, die Wasserkraft, die Gebäudesanierung usw. Es gilt, Nutzen, Aufwand und mögliche Nachteile neuer Anreizsysteme innerhalb dieses Dschungels sorgfältig abzuwägen.

Das Projekt «Energieeffizienz in Privathaushalten»[1] untersuchte zwei Tarifmodelle für den Bezug von Strom in Haushalten:

- Tarifboni beim Erreichen eines Stromsparziels,
- progressive Stromtarife im Sinn eines Malus.

Es zeigte sich, dass beide Tarifmodelle zu substanziellen Stromeinsparungen führen. Die negativen Anreize sind etwas wirksamer als die positiven. Eine Umfrage ergab allerdings, dass Bonus-Lösungen beliebter sind als progressive Tarifmodelle, die einen hohen Strombezug bestrafen.

Das Dilemma zwischen der Wirksamkeit und der Akzeptanz neuer Tarifmodelle könnte mit einem kombinierten Bonus-Malus-Tarif gelöst werden, zumindest für gewisse Konsumentengruppen. Zentral für den Erfolg solcher verbrauchssteuernder Tarifmodelle ist, dass die Konsumenten gewisse Wahlmöglichkeiten haben. Diese Studien zeigen zudem auch, dass die Einführung neuer Tarifmodelle sehr anspruchsvoll und mit vielen Ungewissheiten verbunden ist; sie müssen daher sorgfältig geplant und kommuniziert

werden.

Anmerkungen und Referenzen

1 Projekt «Energieeffizienz in Privathaushalten»

Bonus / Malus # Nachhaltigkeit

3.3.7. Höhere Energieeffizienz durch Verhaltensänderungen: Treiber

- **Bonus-Malus-Energietarife:** Eine intelligente Kombination von positiven und negativen Anreizen bei den Energietarifen hat einen grossen Einfluss auf das Energiesparverhalten der Gebäudenutzer, denen der individuelle Energieverbrauch in der Regel direkt verrechnet wird.[1]
- **Wissen und Verstehen:** Kennen und verstehen Gebäudenutzer das Energiesystem sowie ihre persönlichen Optionen und Einflussmöglichkeiten und die wirtschaftlichen Konsequenzen ihres Handelns, sind sie eher bereit, Energiesparanstrengungen zu unternehmen – selbst wenn damit gewisse Komforteinbussen und Mehrkosten verbunden sind.[2]
- **Sensibilisierung für die Nachhaltigkeit:** Themen wie Ressourcenknappheit, Klimaerwärmung, Luftverschmutzung sind heute sehr präsent. Die zunehmende Sensibilisierung für Nachhaltigkeit, vor allem von Jugendlichen, stärkt die Bereitschaft, Massnahmen umzusetzen.[3]

Anmerkungen und Referenzen

1 Projekt «Energieeffizienz in Privathaushalten»
2 Projekt «Energieeffizienz in Privathaushalten»
3 Rivas J, Schmid B, Seidl I 2018; Energiegenossenschaften in der Schweiz: Ergebnisse einer Befragung. WSL-Berichte, Heft 71, WSL Birmensdorf

Kosten / Nutzen # Bevölkerung

3.3.8. Höhere Energieeffizienz durch Verhaltensänderungen: Hemmnisse

- **Gebäudenutzer ≠ Gebäudeeigentümer:** Die wenigsten Gebäudenutzer sind Eigentümer der von ihnen genutzten Gebäude, unabhängig davon, ob es um Wohnraum oder Arbeitsflächen geht. Das limitiert ihre Bereitschaft und ihre Möglichkeiten, sich für mehr Energieeffizienz einzusetzen.[1]
- **Ungewisse Wirtschaftlichkeit:** Wie wirtschaftlich energiesparende Massnahmen sind, ist schwierig zu beziffern – das bremst deren breite Umsetzung. Auch die Hoffnung auf tiefere Preise aufgrund künftiger Skaleneffekte lässt viele abwarten.[2]
- **Alterung der Bevölkerung:** Dass der Anteil älterer Menschen an der Gesamtbevölkerung rasch wächst, wirkt sich eher bremsend auf die gesellschaftliche Entwicklungsdynamik aus. Die Umsetzung energiesparender Massnahmen in Privathaushalten und Betrieben wird tendenziell verlangsamt.[3]

Anmerkungen und Referenzen

1 Projekt «Energieeffizienz in Privathaushalten»
2 Projekt «Energieeffizienz in Privathaushalten»
3 Projekt «Energiesparpotenziale in Haushalten von älteren Menschen»

Digitalisierung # Tarif

3.3.9. Verhalten der Gebäudenutzer: Handlungsbedarf

Aus den Forschungen im NFP Energie zum Thema «Verhalten der Gebäudenutzer» ergibt sich folgender Handlungsbedarf:

- **Neue Tarifmodelle:** Für den Bezug von Energiestrom, Wärme und Kälte, Gas usw. – braucht es neue Tarifmodelle, die sich von den traditionellen, mengenunabhängigen Einheitstarifen unterscheiden: Sie müssen das Energiesparen durch die Gebäudenutzer finanziell belohnen und die Energieverschwendung verteuern. [1]
- **Wissensvermittlung:** Es braucht mehr und vor allem besser verständliche Informationen, damit alle heutigen und künftigen Gebäudenutzer das Energiesystem verstehen und damit sie wissen, welches die relevanten Hebel zum Energiesparen daheim und am Arbeitsplatz sind.[2] [3]
- **Smart Meters:** Der flächendeckende Einbau von Smart Meters – auch intelligente Stromzähler genannt – muss gefördert und beschleunigt werden. Gebäudenutzer müssen wissen, wann und wieso sie wie viel von welcher Energie beziehen.[4] Erst dieses Wissen erlaubt es ihnen, Sparpotenziale zu erkennen sowie die relevanten und finanziell tragbaren Massnahmen zum Energiesparen im persönlichen Umfeld zu planen und umzusetzen. Die Initiative für den Einbau von Smart Meters kann vom Gebäudeeigentümer oder vom Energieversorger ausgehen.

Anmerkungen und Referenzen

1 Projekt «Energieeffizienz in Privathaushalten»

2 Projekt «Energieeffizienz in Privathaushalten»
3 Projekt «Verhaltensmechanismen beim Stromverbrauch in Privathaushalten»
4 Projekt «Verhaltensmechanismen beim Stromverbrauch in Privathaushalten»

4. Neun Empfehlungen für die Zukunft

Das Thema «Gebäude und Siedlungen» betrifft eine breite Palette von Anspruchsgruppen – sie umfasst eigentlich alle Beteiligten am Energiesystem, also die Gesamtbevölkerung, alle Betriebe, die Energieversorger, die Berufsverbände, die öffentliche Verwaltung und die Politik.

Die folgenden Empfehlungen richten sich jedoch nur an jene Anspruchsgruppen, die einen unmittelbaren Einfluss auf die künftige Gestaltung der Energieversorgung und auf den Energiekonsum des Schweizer Gebäudeparks ausüben könnten. Dies sind namentlich:

- Gebäudenutzer (Privathaushalte und Betriebe)
- Gebäudeeigentümer
- Energieversorger
- Politik (Bund, Kantone, Gemeinden)
- Verbände

Zudem werden in erster Linie Empfehlungen formuliert, die sich aus den Forschungen im NFP Energie und dem daraus resultierenden Handlungsbedarf ableiten lassen und die im Hinblick auf die Transformation unseres Energiesystems relevant sind.

Verhalten # Haushalte # Betriebe

4.1. Gebäudenutzer steuern ihren Energiebezug selbst!

Gebäudenutzer kennen ihren Energieverbrauch und nutzen vorhandene Chancen zum Energiesparen.

Die Mitglieder eines Privathaushalts und die Mitarbeitenden eines Betriebs kennen den Energiebedarf der einzelnen Energiebezüger – sie wissen also, wie gross der Energiebezug von Heizung, Warmwasser, Haushaltgeräten, Informatik, Unterhaltungselektronik und Beleuchtung ist. Sie nutzen die bei Neubauten immer häufiger vorhandenen Optionen zur Beherrschung und Steuerung ihres Energiebezugs. Dazu gehören u. a. zentrale Ein/Aus-Schalter, maximale Tageslichtnutzung, individuell steuerbare Beschattungsvorrichtungen, thermische Speicherfähigkeit der Wände und Böden, raumspezifische Regelung der Raumtemperatur, Möglichkeiten zur Nachtauskühlung, der Einbau von Smart Meters und der Verzicht auf ein Cheminée. Bei einem Umzug schauen die Gebäudenutzer, ob diese Voraussetzungen am neuen Ort gegeben sind. In Ergänzung dazu verwenden die Gebäudenutzer ausschliesslich sparsame Haushalt-, Audiovisions-, Kommunikations- und IT-Geräte. In der Summe tragen die konsequent umgesetzten Einzelmassnahmen wesentlich zur Senkung des Energiebezugs und damit der Raumkosten bei.

Investition # Gebäudeeigentümer

4.2. Energetische Optimierung strategisch positionieren!

Gebäudeeigentümer integrieren die energetische Optimierung ihres Bestands als zentralen Pfeiler ihrer Immobilienstrategie. Alle Massnahmen zum Gebäudeerhalt werden auch hinsichtlich der Energieeffizienz und des CO_2-Ausstosses beurteilt.

Der Gebäudeeigentümer entwickelt eine langfristige Strategie für die energetische Optimierung des Gebäudebestands. Ziele der Strategie sind, die Energieeffizienz substanziell zu steigern, die CO_2-Emissionen zu eliminieren, den Betrieb wirtschaftlich zu gestalten und den Wert des Bestands zu erhalten. Zur Finanzierung der daraus abgeleiteten Investitionen werden ein langfristiger Finanzplan erstellt und die Speisung des Instandsetzungsfonds angepasst. Die Umsetzung dieser Strategie wird laufend überwacht, die Strategie selbst wird periodisch überprüft und aktualisiert.

Partizipation # Investition # Gebäudeeigentümer

4.3. Nutzer früh in Sanierungsprojekte einbeziehen!

Werden Nutzer frühzeitig über bevorstehende Sanierungsprojekte informiert, sind sie eher bereit, die damit verbundenen Unannehmlichkeiten in Kauf zu nehmen. Der Gebäudeeigentümer spart dadurch Zeit und Geld.

Bauliche Sanierungsprojekte haben vorübergehende Beeinträchtigungen für die Gebäudenutzer und fallweise auch Zusatzkosten zur Folge. Um dennoch Verständnis und Motivation der Nutzer für energetische Optimierungen zu schaffen, müssen diese bereits früh über die Planung und die Vorbereitung informiert werden. Oft lassen sich Sanierungsetappen zeitlich und räumlich so portionieren, dass man berechtigten Anliegen der Nutzer kostenneutral Rechnung tragen kann. Es empfiehlt sich deshalb, bereits in der strategischen Planung eine spezielle Arbeitsgruppe für solche Sanierungsvorhaben zu bilden.

Digitalisierung # Tarif # Energieversorger

4.4. Mit attraktiven Tarifmodellen Energie sparen und Kosten reduzieren!

Quelle: Zuzu/Ananı Sikim through Wikipedia Commons under a CC BY-SA 3.0 License

Dynamische Tarifmodelle mit attraktiven Anreizen tragen dazu bei, den Energiebezug und die Energiekosten zu senken.

Die heutigen Tarife für den Strombezug mit einem festen Hoch- und Niedertarif und einem fixen Netznutzungsentgelt passen nicht in die heutige und die künftige Energiewelt. Etwas besser sieht es bei den Gaspreisen aus, die vielerorts eine verbrauchsabhängige, progressive Grundgebühr, aber einen fixen Bezugspreis aufweisen. Künftig sind attraktive Tarifmodelle für die verschiedenen Energieträger gefragt, die von kostenneutralen Anreizen stimuliert werden, etwa in Form von progressiven Tarifen oder eines kombinierten Bonus-Malus-Systems. Der Zielwert und der Bonus bzw. der Malus werden zwischen dem lokalen Energieversorger und den Energiebezügern individuell vereinbart. Ein weiterer Ansatz sind angebotsabhängige Tarife: niedrige Tarife bei hohem Energieangebot und hohe Tarife bei Knappheit. Damit die Energiebezüger die Vorteile solcher angebotsabhängiger Tarifmodelle maximal nutzen können, muss das Lastmanagement automatisiert werden. Dies erfordert den Einsatz von Smart Meters.

Digitalisierung # Tarif # Energieversorger

4.5. Dezentrale Multi-Energie-Systeme initiieren!

Dezentrale Multi-Energie-Systeme unterstützen die lokale Energiebereitstellung, das Zusammenspiel der verschiedenen Energieträger und die Eigenverantwortung der Energiebezüger. Dabei kommt dem örtlich zuständigen Energieversorger eine zentrale Rolle zu.

Die Energieversorger identifizieren auf eigene Initiative in ihrem Einflussgebiet Perimeter, die für den Einsatz Dezentraler Multi-Energie-Systeme (DMES) geeignet sind, und erstellen für jeden davon ein DMES-Konzept sowie eine technische, ökologische und finanzielle Machbarkeitsstudie. Bei positivem Ergebnis orientiert der Energieversorger die Standortgemeinde sowie die Gebäudeeigentümer und initiiert die nächsten Schritte: Er informiert die Bevölkerung, gründet eine Energiegenossenschaft und leitet die erforderlichen Bewilligungsverfahren ein. Der Energieversorger bleibt Miteigentümer des DMES und übernimmt dessen Betrieb.

Verbände und NGOs

4.6. Fachliche Weiterbildung koordinieren!

Das Know-how der Energie-, Bau- und Immobilienfachleute hinsichtlich des künftigen Energiesystems muss verbessert werden. Dazu braucht es keine neuen Instrumente, aber eine Schärfung und Koordination des heutigen Weiterbildungsangebots.

In der Schweiz besteht heute bereits ein riesiges Angebot energierelevanter Weiterbildungsmöglichkeiten, meistens offeriert von den Berufsverbänden und den Fachvereinen. Diese Weiterbildungsmöglichkeiten sind jedoch von unterschiedlicher Qualität und schlecht koordiniert. Vordringliche Weiterbildungsthemen sind neue energierelevante Materialien, Produkte und Technologien, namentlich hinsichtlich Dezentraler Multi-Energie-Systeme und gebäudeintegrierter Photovoltaik. Ein Berufsverband, z. B. der Schweizerische Ingenieur- und Architektenverein (SIA), soll die Initiative ergreifen, um den Weiterbildungswildwuchs zu straffen, die einzelnen Angebote, deren Ausbildungsziele, Kursinhalte, Teilnahmebedingungen und Abschlusszertifikate transparent zu machen und zu koordinieren. Der Bund soll das Patronat und die Kosten dieser Koordination übernehmen.

Regulierung # Politik (Bund, Kanton, Gemeinde)

4.7. Verlässliche Rahmenbedingungen schaffen!

Damit sich Investitionen in die Energieeffizienz und in neue erneuerbare Energieträger kalkulieren lassen, sind alle Akteure auf vorhersehbare und verlässliche Rahmenbedingungen angewiesen.

Der Bundesrat und die eidgenössischen Räte können einiges zu verlässlichen Rahmenbedingungen beitragen, etwa mit der Klärung des Verhältnisses zwischen der Schweiz und Europa und damit verbunden mit dem Fortbestand der bilateralen Verträge, dem raschen Abschluss des Stromabkommens, der Einführung von attraktiven Lenkungsmassnahmen, der Dynamisierung des Wasserzinses, der Klärung der Eigenmietwertbesteuerung und der zugehörigen Steuererleichterungen, einer partiellen Lockerung des Raumplanungsgesetzes usw. Solange in diesen Bereichen schwerwiegende Ungewissheiten bestehen, werden die Energieversorger und die Gebäudeeigentümer nur sehr zurückhaltend in neue erneuerbare Energien oder die Energieeffizienz investieren; dies macht fraglich, ob die Ziele der Energiestrategie 2050 erreicht werden. In dieser kritischen Situation sollte der Bundesrat mehr Führungsstärke zeigen, und die beiden Räte sollten die Zukunftsbewältigung der Schweiz über Partikulärinteressen stellen.

Regulierung # Politik (Bund, Kanton, Gemeinde)

4.8. Regulierung fokussieren und vereinfachen!

Regulierung mit Gesetzen, Verordnungen und Normen ist eine starke Stellschraube auf dem Weg zu den Zielen der Energiestrategie 2050. Nötig sind nicht mehr, sondern wirkungsvollere und besser verständliche Regeln.

Das energierelevante Regelwerk, das noch in einem anderen Kontext formuliert wurde, entspricht nicht mehr den aktuellen Anforderungen und Möglichkeiten. Die Kantone müssen daher ihre Planungs-, Bau- und Energiegesetze im Hinblick auf die rasche und wirtschaftliche Umsetzung der Energiestrategie 2050 fokussieren und die Bewilligungs- und Genehmigungsverfahren vereinfachen. Besondere Bedeutung kommt der nächsten Revision der Mustervorschriften der Kantone im Energiebereich (MuKEn) und deren konsequenter Umsetzung zu. Die MuKEn sollten sich auf wenige, klar definierte und verständliche Zielwerte fokussieren.

Öffentliche Verwaltung # Politik (Bund, Kanton, Gemeinde)

4.9. Die nächste Generation informieren und begeistern!

Soll der Ausstieg aus der Kernenergie und der fossilen Energie gelingen, muss die nächste Generation informiert und begeistert werden.

Die Jugendlichen demonstrieren rund um die Welt für eine lebenswerte Welt ohne Klimaerwärmung. Ihnen wird oft vorgeworfen, sie täten das ohne vertieftes Wissen über Ursachen und Zusammenhänge. Also muss ihnen dieses Wissen vermittelt werden. Dazu führen Kantone und Gemeinden in der Grundschule einen attraktiven Ausbildungsblock zu Energie- und Klimafragen ein.