

# Pumpspeicher in den Bergen: Joker für die Energiewende?

Pumpspeicherwerke sind aus der Energiewende und der zukünftigen CO<sub>2</sub>-armen Stromproduktion nicht wegzudenken. Obwohl sie viel Strom verbrauchen, gelten sie als umweltfreundlich.



Rund 2,1 Milliarden Franken werden in den Bau des Pumpspeicherwerks Limmern (GL) investiert, Mitte 2017 geht es in Betrieb. Die Kraftwerke Linth-Limmern sollen damit eine Leistung erreichen, die dem Kernkraftwerk Leibstadt entspricht.

Bild: Axpo

«Wenn die Flüsse aufwärts fließen ...»: So beginnt ein bekannter Spruch fürs Poesiealbum, in welchem die Welt kopfsteht. Dabei gibt es aufwärtsfliessendes Wasser tatsächlich: An 19 Orten in der Schweiz überwindet der Mensch die Schwerkraft und pumpt jährlich rund 1,5 km<sup>3</sup> Wasser bergwärts. Mehr als 1300 GWh hochwertige Elektrizität setzt er ein, um das kostbare Nass wieder dort hinzubringen, wo es ursprünglich herkam. Verkehrte Welt? Der in zahlreichen europäischen Ländern eingeschlagene Pfad der Energiewende bedingt einen radikalen Umbau des Energiesystems. Ein System, das stark schwankende Strommengen aus Wind- und Photovol-

taikanlagen integrieren muss, funktioniert nur mit leistungsfähigen Zwischenspeichern. Gegenwärtig gelten Pumpspeicherwerke als einzige Energiespeichertechnologie, die sowohl mit den täglichen Produktionsschwankungen von erneuerbaren Energieträgern als auch mit den jahreszeitlichen Schwankungen in der Energienachfrage umgehen kann. Darum und weil künftig auch noch Kernkraftwerke stillgelegt werden sollen, gewinnen Pumpspeicherwerke mit dem Ausbau der erneuerbaren Energien an Bedeutung. Das zeigen die Erfahrungen in windreichen Ländern wie Portugal, Irland oder dem Vereinigten Königreich.

## Alpenländer tauschen Erfahrungen aus

Die Energiewende ist in Frankreich, Deutschland, Grossbritannien, Dänemark, Belgien, Spanien, Österreich und seit 2011 in der Schweiz beschlossene Sache. Doch über den geeigneten Pfad und das Tempo dieser Neuausrichtung streiten sich die Akteure. Gerade die Alpenländer Schweiz und Österreich können von einem internationalen Wissens- und Erfahrungsaustausch profitieren, wollen doch beide in der nahen Zukunft den Anteil der erneuerbaren Energien im Strommix stark erhöhen. In einem Workshop zum Thema Pumpspeicherkraft in den Alpen suchten Wissenschaftler und Kraftwerksbetreiber Antworten auf die

Fragen, wie grün das Geschäft mit dem Wasser eigentlich sei beziehungsweise wie man die Nachhaltigkeit von Pumpspeicherwerken möglichst realitätsnah messen könnte.

Österreichs Strom stammt heute zu 64 Prozent aus Wasserkraft und zu 33 Prozent aus thermischen Kraftwerken. Der Beitrag von neuen Erneuerbaren, namentlich Wind, Sonne oder Biomasse, ist dort verschwindend gering. In der Schweiz deckt die Kernkraft momentan rund zwei Fünftel des Strombedarfs, die Wasserkraft liefert 56 Prozent. Mittels neuer Anlagen und Verbesserungen an bestehenden Infrastrukturen soll deren Anteil bis 2050 weiter erhöht werden. Dazu braucht es weitere Pumpspeicherwerke (z. B. Grimsel 3), die die 19 bestehenden Anlagen ergänzen. Drei davon, Linth-Limmern, Nant de Drance, und Veytaux FMHL+, sollen 2017 und 2018 ans Netz gehen.

**Speicher als Schlüsselement**

«Für eine erfolgreiche Energiewende in der Schweiz und Österreich sind der Neubau von Pumpspeicherwerken und vor allem die Vergrösserung der Speicherkapazitäten zwingend notwendig», betonte Steffen Schweizer, Leiter der Fachstelle Ökologie der Kraftwerke Oberhasli. Pumpspeicher stellen derzeit die einzige grosskalibrige Speichermöglichkeit den täglichen, bzw. wöchentli-

chen Produktionsschwankungen dar und gelten daher als wertvoller Joker in der Energiewende.

**Wenig lukrative Wasserkraft bremst Ausbaupläne**

Bei solchen Aussichten müssten Pumpspeicher für Investoren eigentlich höchst attraktiv sein. In Wirklichkeit aber scheuen sich Wasserkraftunternehmen vor weiteren Investitionen, sagte Peter Matt, Bereichsleiter Engineering Services der Vorarlberger Illwerke AG. Seit einigen Jahren kämpfen sie mit Unsicherheiten: Strommarktliberalisierung, Netznutzungsgebühren, die Auswirkungen von Subventionen auf den Strommarkt und, im Fall der Schweiz, mit ungünstigen Wechselkursen. Auch die fallenden Strompreise in Europa bereiten Sorgen, verursacht durch einen Überschuss von Strom aus Braunkohle, aber auch von Wind- und Sonnenkraft. Für Letzteres ist laut Matt vor allem die massive Entwertung der CO<sub>2</sub>-Zertifikate und die starke Subventionierung der neuen Erneuerbaren verantwortlich.

So kommt es, dass immer weniger Gelder in den Wasserkraftsektor fliessen und Ausbaupläne ins Stocken geraten. Noch vor der Energiewende schöpften die Betreiber von Pumpspeicherwerken mit dem Verkauf von Mittagstrom hohe Gewinne ab. Heute jedoch dienen Pumpspeicher vornehmlich der

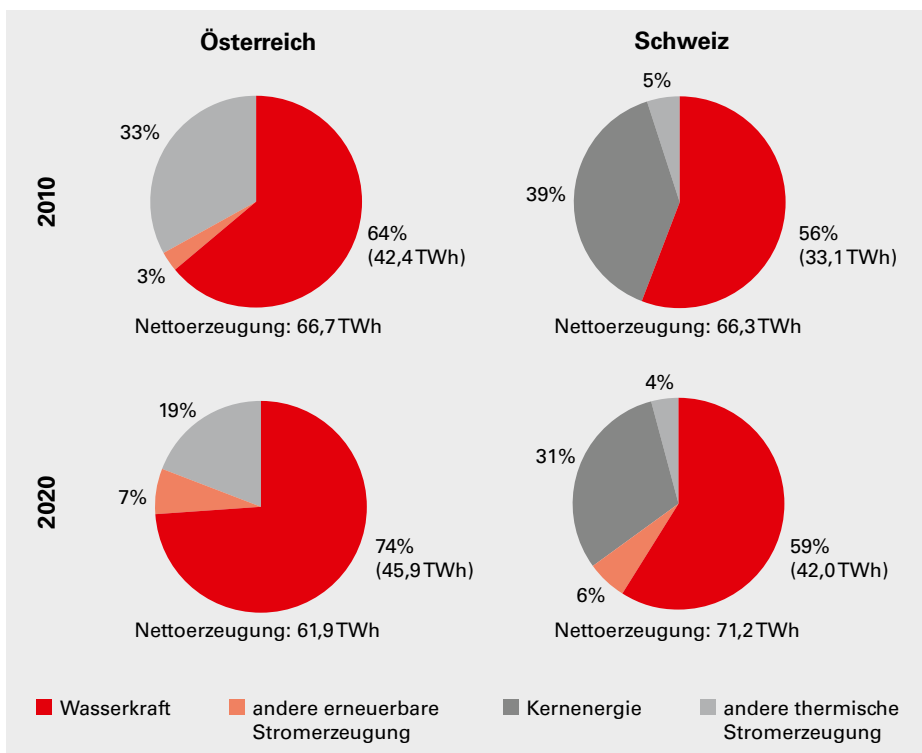
wenig lukrativen, dafür aber äusserst wichtigen Regulierung der Netzspannung. Der gegenwärtige Umfang dieser flexiblen Stromproduktion reicht für die Schweiz und Österreich gerade einmal aus, um die zusätzliche Netzeinspeisung aus erneuerbaren Energiequellen bis Mitte des Jahrhunderts zu regulieren. Danach werden zusätzliche Speicher- und/oder Pumpkapazitäten notwendig sein. Damit diese in 30 Jahren bereitstehen, müssen sie heute geplant werden.

**Sind Pumpspeicherwerke grün?**

Der Planung und dem Bau von Pumpspeicherwerken stehen zahlreiche Hürden im Weg, etwa Fragen der Umweltverträglichkeit oder Nachhaltigkeit. Darf man eine Technologie, die zu gewissen Tages- oder Jahreszeiten immense Strommengen verbraucht, überhaupt als umweltfreundlich bezeichnen? Die gleiche Frage stellt sich bei den Auswirkungen dieser Anlagen auf die im Tal liegenden Ökosysteme, deren Funktioniern und Vielfalt zum Beispiel von der Restwassermenge abhängt. Um solche aquatischen Ökosysteme möglichst wenig zu beeinträchtigen, braucht es einen Mindestabfluss, dessen Menge nicht zu weit unter dem natürlichen Abfluss liegen darf. Aber was heisst schon «natürlich», wenn es im Alpenraum kaum noch naturbelassene Gewässer gibt? Die neusten Abflussmodelle kommen dem natürlichen Abfluss nahe. Sie berücksichtigen inzwischen auch hydraulische Bauwerke und detaillierte Betriebspläne von Wasserkraftanlagen sowie die Umleitung von Wasserflüssen oder die kurzfristigen Schwankungen der Wassermenge unterhalb des Kraftwerks (Schwall und Sunk). Will man zudem den Einfluss einer Pumpspeicheranlage auf die Gewässer erfassen, müssen auch Informationen zur Gletscher- und Schneeschmelze und zum Schwund von Permafrost einbezogen werden, sodass die Veränderung der Abflussregimes abgeschätzt werden kann. Den Nachweis zu erbringen, wie grün Pumpspeicherwerke letztlich sind, ist eine komplizierte Angelegenheit. Gleichzeitig fragt sich, wie grün die Alternativen sind.

**Lohnt sich die Investition?**

Ob die Kosten eines Pumpspeichers gerechtfertigt sind, hängt von dessen Nutzen ab, das heisst in erster Linie vom erwarteten Gewinn durch die Produktions- und Regulierungsleistung. Auch dieser unterliegt dem Wandel: Wie Lukas Schmocker, Bauingenieur an der ETH Zürich, am Workshop aufzeigte, wird der Rückzug der Gletscher nach 2050 vermehrt Sedimente freisetzen, was die

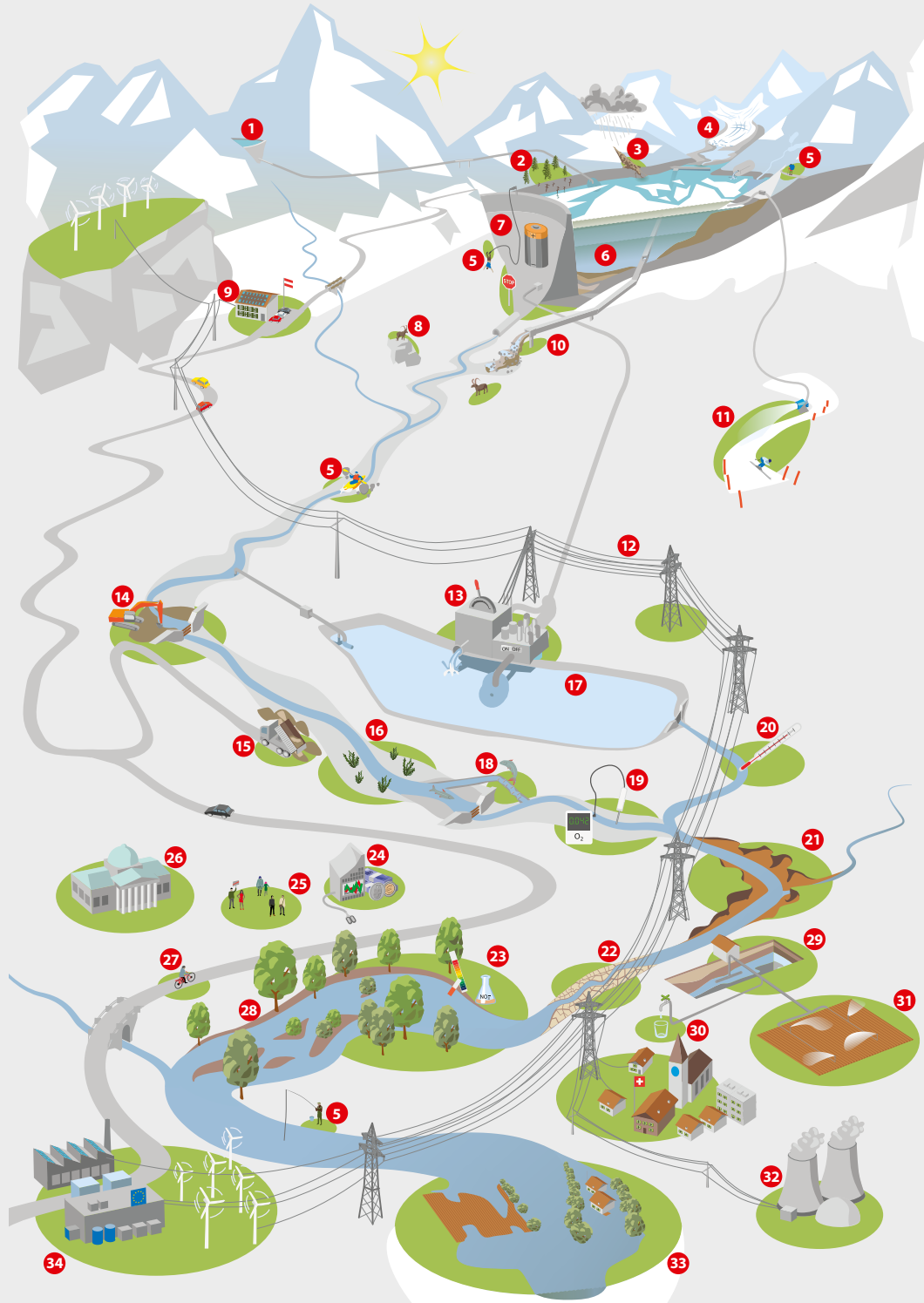


Jährliche Nettostromerzeugung in der Schweiz und in Österreich für das Jahr 2010 mit einem Szenario für 2020. Grafik: WSL, Quellen: BFE 2011; BMWFJ 2010; BFE 2013 Szenario POM/ Fossil-zentralisiert und erneuerbare Energie C&E.



# Sind Pumpspeicherwerke eine grüne Lösung?

Mit Wasserkraft werden heute rund 55 Prozent des Schweizer Stroms produziert – Tendenz steigend. Bau, Ausbau und Umbau von Wasserkraftanlagen sind umstritten, wo unterschiedliche Interessen aufeinanderprallen. Die WSL hat in einem Workshop mit verschiedenen Experten und Akteuren aus der Schweiz und Österreich diese Grafik entwickelt. Sie zeigt auf, welche Bereiche unserer Umwelt, Wirtschaft und Gesellschaft von der Wasserkraft- und Pumpspeicherkraftnutzung betroffen sind und was umgekehrt die Wasserkraftnutzung beeinflusst. Neben Konfliktpotenzial birgt diese erneuerbare Energie auch zahlreiche Chancen.



Neben der Fischwanderung gibt es bei der Beurteilung der Wasserkraft noch viel mehr zu berücksichtigen: Wechselwirkungen der Pumpspeicherkraft mit der Umwelt, Wirtschaft und Gesellschaft.

Grafik: WSL, Valentin Rüegg und Astrid Björnsen Gurung

Stauseen verlanden lässt und die Stromproduktion entsprechend reduziert. Erhöhte Sedimentfrachten beschleunigen zudem den Verschleiss der Turbinen und anderer Hydraulikteile, was die Effizienz und die Gewinne der Anlagen schmälert. Technologien, welche die Ablagerung von Sedimenten verringern, zum Beispiel Sedimentumleitstollen oder Spülungen, oder solche, die den Verschleiss der Turbinen reduzieren, werden darum zurzeit intensiv erforscht und im Feld erprobt. Hinzu kommt, dass potenzielle Lawinnengänge, Eisbrüche, Steinschläge oder Erdbeben in Speicherseen sowie neu entstehende Gletscherseen das Risiko von Flutwellen bergen.

## Dorn im Auge von Touristen

Ein weiterer Stolperstein auf dem Weg zu neuen Pumpspeicheranlagen kann die Bevölkerung sein: Sie akzeptiert die Wasserkraft im Gegensatz zur Sonnenenergie nicht uneingeschränkt als zielführende Massnahme für die Energiewende, wie eine Umfrage der Eidgenössischen Forschungsanstalt für Wald, Schnee und Landschaft WSL zeigt. Das gilt es ernst zu nehmen, denn Konflikte, die im Zusammenhang mit dem Ausbau der Erneuerbaren entstehen und zur Ablehnung von neuen Projekten führen, könnten das Potenzial für eine zusätzliche Stromgewinnung durch erneuerbare Energien gesamtschweizerisch empfindlich reduzieren.

Auch der optische Eingriff ins Landschaftsbild darf im touristisch stark genutzten Alpenraum nicht unterschätzt werden. Im Gegensatz zu Wasserkraftanlagen im Unterlauf beeinträchtigen die Talsperren in den Schweizer und den österreichischen Alpen relativ geringe Flächen. Reservoirs sind oft gut in den Bergtälern oder sogar im Berg versteckt. Streitigkeiten entstehen vorwiegend in

Strassen- oder Siedlungsnähe und in Tourismusregionen, weniger in entlegenen Gebieten. Ob eine Landschaftsveränderung durch eine Anlage akzeptiert wird, hängt mitunter davon ab, ob Wasserkraft vom Betrachter als «grüne Energie» wahrgenommen wird.

## Zusatznutzen von Reservoirs

Diese und weitere Aspekte sollten in Bewertungsinstrumente einfließen, mit denen konkrete Bauvorhaben auf Herz und Nieren geprüft werden, darüber waren sich die Workshop-Teilnehmer einig. Mehr Aufmerksamkeit sollten zudem kumulative Umwelteffekte erhalten, betonte der Biologe Leopold Füreder von der Universität Innsbruck. Tiere und Pflanzen geraten meist nicht aus einem einzigen Grund in Bedrängnis, zum Beispiel weil die Abflussdynamik nicht mehr stimmt, sondern wegen des Zusammenspiels verschiedener Faktoren wie des fehlenden Geschiebes, veränderter Wassertemperaturen und des mangelnden Austausches mit anderen Lebensräumen.

Bewährte Bewertungsinstrumente stossen bei Pumpspeicherwerken allerdings an Grenzen, weil die Anlagen nicht primär der Stromproduktion dienen, sondern der raschen Strombereitstellung, der Stromspeicherung und der Regulierung der Netzspannung. Folglich können diese zusätzlichen Leistungen respektive die Auswirkungen von Pumpspeicherwerken nicht direkt mit anderen Stromerzeugungsanlagen verglichen werden. Wichtig für die Nachhaltigkeitsbetrachtung ist auch die Tatsache, dass der Bau und der Betrieb von Kraftwerken nicht nur Kosten für die Umwelt verursachen, sondern auch einen nicht zu vernachlässigenden Mehrfachnutzen generieren, der über die Versorgungssicherheit hinausgeht. Dazu zählt der finanzielle

Nutzen für die regionale, nationale und internationale Wirtschaft oder auch für den Hochwasserschutz. Ein möglicher Zusatznutzen von Reservoirs könnte zukünftig darin bestehen, anstelle der Gletscher auch Trink- und Bewässerungswasser zu liefern. Bis heute fehlt jedoch ein Instrument, das den Wert dieser Mehrfachnutzung von Speicherseen gegen die Kosten der Wasserkraft abzuwägen vermag.

## Sollen Flüsse aufwärtsfliessen?

Wenn das Energiesystem von morgen zuverlässig funktionieren soll, benötigen wir grosskalibrige Speichersysteme, die bisher nur in Form von Pumpspeichern vorliegen. Ist es nun aber gut oder schlecht, jährlich mehr Wasser, als der Bielersee zu fassen vermag, wieder den Berg hinaufzupumpen? Für die schweizerisch-österreichische Expertengruppe steht fest: Es dürfte sehr schwierig werden, ein so ausgeklügeltes Bewertungssystem zu entwickeln, das eine einfache Antwort auf diese Frage liefert. Hingegen steht für sie fest, dass die Integration von Wind- und Photovoltaikanlagen nach dem aktuellen Stand der Technologieentwicklung ohne Pumpspeicherwerke nicht gelingen kann und die im Poesiealbum dargestellte «verkehrte Welt» schon lange Realität geworden ist.

Zurück zur Frage «Wie grün sind Pumpspeicherwerke?»: Isoliert betrachtet, ist das Pumpgeschäft mit dem Wasser nur bedingt grün. Als Teil eines Massnahmenpaketes zur Erreichung der Klima- und Energieziele aber tragen Pumpspeicherwerke dazu bei, die Schweiz und Europa etwas grüner zu machen. Sie sind nicht grün, aber sie machen grün.

*Astrid Björnsen Gurung*

- |   |   |
|---|---|
| 1 Umleitung von Wasserressourcen                            | 18 Fischwanderung   |
| 2 Einstaufläche   | 19 pH-Wert des Wassers  |
| 3 Lawinen und Erdbeben                                      | 20 Wassertemperatur   |
| 4 Gletscher- und Permafrostschwund                          | 21 Ufererosion  |
| 5 Tourismus und Freizeit                                    | 22 Dürre und Trockenheit (Vorsorge)                               |
| 6 Verlandung des Stauraums                                  | 23 Chemische Zusammensetzung des Wassers                          |
| 7 Energiespeicherung, Wasserrückhalt und Abflussregulierung | 24 Finanzmärkte und Subventionen                                  |
| 8 Habitatschutz   | 25 Mitsprache der Bürger  |
| 9 Ausgleich von variablen erneuerbaren Energien             | 26 Gesetzgebung   |
| 10 Umleitungsstollen für Sedimente                          | 27 Talsperren und Zufahrtsstrassen                                |
| 11 Beschneidungsanlagen                                     | 28 Hartholzauen   |
| 12 Infrastruktur des Stromnetzes                            | 29 Grundwasser  |
| 13 Betrieb Pumpspeicherkraftwerk (Turbinieren, Pumpen)      | 30 Trinkwasser  |
| 14 Kies-/Sedimententnahme                                   | 31 Bewässerung  |
| 15 Geschiebeanreicherung                                    | 32 Stilllegung der Kernkraftwerke                                 |
| 16 Auen und Flussuferhabitate                               | 33 Hochwasser(schutz)   |
| 17 Ausgleichsbecken   | 34 Stromimporte und -exporte und Ausgestaltung der Energiepolitik |

## Referenzen:

- BFE (Bundesamt für Energie). 2011. Schweizerische Elektrizitätsstatistik 2010. Bern, Schweiz: BFE. [www.bfe.admin.ch/php/modules/publikationen/stream.php?extlang5de&name5de\\_1762876.pdf](http://www.bfe.admin.ch/php/modules/publikationen/stream.php?extlang5de&name5de_1762876.pdf)
- BFE (Bundesamt für Energie). 2013. Energieperspektiven 2050 – Zusammenfassung. Bern, Schweiz: BFE. [www.bfe.admin.ch/themen/00526/00527/06431/index.html?lang5de&dossier\\_id506420](http://www.bfe.admin.ch/themen/00526/00527/06431/index.html?lang5de&dossier_id506420)
- BMWFJ (Bundesministerium für Wirtschaft, Familie und Jugend), BMLFUW (Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft). 2010. Energiestrategie Österreich: Massnahmenvorschläge. Wien, Österreich: BMWFJ und BMLFUW. [www.bmwfw.gv.at/Ministerium/Staatspreise/Documents/energiestrategie\\_oesterreich.pdf](http://www.bmwfw.gv.at/Ministerium/Staatspreise/Documents/energiestrategie_oesterreich.pdf)