Isel, Lienzer Dolomiten © Wolfgang Retter

ENERGIEWENDE UND GEWÄSSERSCHUTZ

WWF-Szenario für eine naturverträgliche Energiewende in den Bundesländern Österreichs

Gesamtbericht für Österreich

Impressum

Erstellt von Thomas Steffl, scenario editor im Auftrag von WWF Österreich

Stand: Juni 2018

Kontakt:

Karl Schellmann / Energie & Klima, WWF Österreich, karl.schellmann@wwf.at

Bettina Urbanek / Gewässerschutz, WWF Österreich, bettina.urbanek@wwf.at

Dieses Dokument ist online unter wwf.at/energiewende-und-gewaesserschutz verfügbar.

INHALTSVERZEICHNIS

1. Hintergrund und Zielsetzung 5
2. Zusammenfassung der wichtigsten Ergebnisse 10
   2.1. Die Vorgangsweise 10
   2.2. Die Entwicklung des Energiebedarfs 10
   2.3. Die Energieaufbringung bis 2050 12
   2.4. Der naturverträgliche Wasserkraft-Ausbau 16
3. Conclusio und Handlungsempfehlungen 20
4. Vorgangsweise und Methodik 22
   4.1. Endenergiebedarf 22
   4.2. Begriffsbestimmungen 24
   4.3. Bruttoinlandsverbrauch 25
5. Endenergiebedarf 2030 und 2050 28
   5.1. Ergebnisse für Österreich 28
   5.2. Ergebnisse der Bundesländer 30
   5.3. Exkurs: Spezifischer Endenergiebedarf der privaten Haushalte 33
   5.4. Exkurs: Tanktourismus in Österreich 34
6. Naturverträgliche Wasserkraft 36
   6.1. Ökologische Bewertungen 36
   6.2. Energiewirtschaftliche Bewertungen 40
   6.3. Szenario „WWF-Energiewende“ 40
   6.4. Handlungsempfehlungen 43
   6.5. Energie- und Klimazukunft Österreich 45
   6.6. Grössenordnung des schwankenden Wasserdargebots 45
   6.7. Vergleich von 2050-Szenarien 45
7. Energiebereitstellung 2030 & 2050 47
   7.1. Gegenüberstellung der Primärenergiepotenziale 47
   7.2. Gegenüberstellung des Bedarfs und der Aufbringung 48
   7.3. Mix des Bruttoinlandsverbrauchs 51
   7.4. Wasserkraft-Nutzung 54
   7.5. Windkraft-Nutzung 55
   7.6. Photovoltaik-Nutzung 56
   7.7. Biomasse-Nutzung 57
   7.8. Solarthermie-Nutzung 58
   7.9. Nutzung oberflächennaher Geothermie 59
   7.10. Nutzung tiefer Geothermie 60
   7.11. Nutzung fossiler Energieträger 61
   7.12. Nutzung brennbarer Abfälle 62

Literatur 63

Glossar 66

Tabellenanhang 69

1. HINTERGRUND UND ZIELSETZUNG

Die Begrenzung des Klimawandels auf eine durchschnittliche Erwärmung der globalen Oberflächentemperatur deutlich unter 2° ist nicht nur international, sondern auch national eine der größten gesellschaftlichen Herausforderungen der nächsten Jahrzehnte. Österreich als hoch entwickelter, reicher Industriestaat steht in der Pflicht seine globale Verantwortung wahrzunehmen und mit entsprechenden Zielen, Strategien, Maßnahmen und daraus folgenden Treibhausgasreduktionen zum Klimaschutz beizutragen, nicht zuletzt auch durch das völkerrechtlich verbindliche Pariser Klimaschutzabkommen. 84 % der österreichischen Treibhausgasemissionen haben einen direkten Energiebezug[1]. Berücksichtigt man dabei das begrenzte Budget an noch möglichen Treibhausgasemissionen, muss innerhalb der 2040er Jahre eine ausgeglichene Treibhausgasbilanz erreicht werden, um die 2°-Grenze zu schaffen, für die 1,5°-Grenze bereits im Jahr 2030. Eine rasche und gelungene Energiewende in Österreich ist somit von zentraler Bedeutung.

Darüber hinaus ist Österreich im globalen Vergleich überdurchschnittlich von der Erderwärmung betroffen: Seit 1880 wurde eine globale Temperaturerhöhung von 0,85° verzeichnet, in Österreich stiegen die Temperaturen im selben Zeitraum um nahezu 2°. Alleine in der ersten Hälfte des 21. Jahrhundert wird ein weiterer Temperaturanstieg in Österreich um 1,4° erwartet, die zweite Hälfte des Jahrhunderts lässt sich noch durch eine ambitionierte Klimapolitik beeinflussen (APCC 2014a).

Einen Ausblick auf zukünftige, gesundheitliche Folgen bot der Rekordsommer 2003 in Österreich, in dem 180 bis 330 zusätzliche hitzebedingte Todesfälle verzeichnet wurden (APCC 2014b). Darüber hinaus werden sich nicht-heimische Schädlinge und Krankheitserreger ausbreiten sowie Extremwetterereignisse noch stärker als bislang beobachtet zunehmen, wovon alle Lebens- und Wirtschaftsbereiche auch monetär betroffen sind. Als Beispiel: Im Zeitraum von 1981 bis 1990 lagen alleine die direkten, jährlichen Schäden durch Extremwetterereignisse in Österreich bei 97 Mio. Euro, für die Periode 2001 bis 2010 stiegen diese auf durchschnittlich 706 Mio. Euro pro Jahr. Indirekte Kosten und der voranschreitende Klimawandel werden private und öffentliche Budgets zukünftig noch deutlich mehr belasten (APCC 2014b).

Der Alpenraum ist von der Erderwärmung sehr stark betroffen und dessen sensible Ökosysteme zählen zu den verwundbarsten Gebieten Europas. Ein ambitioniertes Handeln in Österreich ist daher nicht nur für den globalen Klimaschutz entscheidend, sondern liegt auch im eigenen Interesse aller in Österreich. Das hohe Gesundheitsniveau, die Wirtschafts-

[1] Werte für 2013 inklusive Emissionshandel; mit direktem Bezug zum Energiesystem: 45,6 % Energie und Industrie, 28,0 % Verkehr, 10,5 % Gebäude; kein direkter Bezug zum Energiesystem: 9,7 % Landwirtschaft, 3,8 % Abfallwirtschaft, 2,6 % Fluorierte Gase; (Zechmeister et al. 2015)

leistung im Tourismus und in der Produktion sowie allgemein der hohe Lebensstandard hierzulande lassen sich nur mit einer ernst gemeinten und rasch umgesetzten Klimapolitik sichern.

Das im Dezember 2015 von der internationalen Staatengemeinschaft beschlossene Klimaschutzabkommen von Paris bietet dafür eine gemeinsame Grundlage, die sich auch in nationale und regionale Politiken niederschlagen muss. Mit der „mission2030" (BMNT & BMVIT 2018) wurde für Österreich 2030 ein Reduktionsziel von Treibhausgasemissionen festgeschrieben, dass zwar den momentanen (viel zu schwachen) EU-Zielen aber nicht den Paris-Zielen entspricht. Die von Österreich angestrebte Dekarbonisierung bis 2050 steht damit auf wackeligen Beinen und damit auch die Einhaltung der 2°-Grenze. Die Absichtserklärung von Paris, Maßnahmen zu setzen, die die Einhaltung der 1,5°-Grenze ermöglichen, scheint völlig aus dem Fokus verschwunden zu sein. Auch ist fraglich, wie die Dekarbonisierung zum „Nulltarif", d. h. ohne zugesicherte Budgets und ohne Quantifizierung der Reduktionswirkung und des Finanzbedarfs, erfolgreich sein soll. Bereits der Entwurf der Klima- und Energiestrategie wurde in der WWF-Studie „Schwarzbuch Klimastrategie" (Veigl 2018) im Detail analysiert.

Bis vor kurzem beschränkte sich die „Energiestrategie Österreich" (BMWFJ & BMLFUW 2010) auf einen Zielhorizont bis 2020. Die Bundesländer Österreichs haben für sich Energiestrategien entwickelt und publiziert, deren Zielhorizonte teilweise weiter in die Zukunft reichen. Der weitere Weg bis 2050 ist allerdings auch dort nur unscharf abgebildet und beschränkt sich häufig auf die Absicht, bis 2050 das eigene Bundesland mit 100 % erneuerbaren Energien versorgen zu können. Das geht grundsätzlich in die richtige Richtung, klammert aber den realen Austausch von Energie und Energieträgern zwischen den Bundesländern aus, wodurch die Gefahr der Übernutzung einzelner erneuerbarer Energiequellen weit über die ökologischen Grenzen hinaus besteht. Die vorliegende Arbeit zeigt dass die Bundesländer unterschiedliche Potentiale entwickeln und auch unterschiedliche Energiemengen für die Österreichweite naturverträgliche Energiewende bereitstellen können. Eine Bundeslandscharfe Abgrenzung der Energieversorgung ist weder möglich noch sinnvoll.

Insbesondere der notwendige Schutz der Gewässerökosysteme und der österreichischen Flussjuwele werden dabei oftmals unterschätzt. Ökologisch intakte Fließgewässer und ein funktionierender Gewässerhaushalt erfüllen sehr viele und komplexe Aufgaben. Als Lebensadern unserer Landschaft reinigen sie durch biologische Prozesse das Wasser, führen Hochwässer ab, schaffen vielfältige Lebensräume (z. B. Auwälder), stehen in Austausch mit den Grundwasserkörpern und haben somit Einfluss auf die Trinkwasserqualität.

Werden Flüsse von weitläufigen Auen begleitet, können sie enorme Wassermengen aufnehmen, speichern und verzögert wieder abgeben. So leisten Flusslandschaften einen wichtigen Beitrag zur Hochwasservorsorge. Wasserkraftnutzung geht meist Hand in Hand mit Regulierungen und Abschneiden von begleitenden Auen und Feuchtgebieten.

Auch für Freizeit und Erholung sind unsere Flüsse unverzichtbar. Über 3,7 Millionen Menschen leben in weniger als 2,5 Kilometer Entfernung von einem großen Fluss – das sind 43 % aller Österreicherinnen und Österreicher. Und trotzdem: Kein anderer Bereich ist im letzten Jahrhundert so vehement unter die Räder gekommen wie flussnahe Naturräume.

Gerade die wasserwirtschaftlichen Nutzungen, die mit Querbauwerken die Durchlässigkeit von Fließgewässern unterbrechen oder eine relevante Menge an Wasser aus dem Fluss abzweigen, stellen massive Eingriffe in diese Ökosysteme dar. Sie verändern die Charakteristik und die Lebensräume in den Fließgewässern stark, unterbrechen die Durchgängigkeit für Fische, stören den Geschiebehaushalt und belasten oft die Ökologie mit künstlichen starken Wasserstandsschwankungen (Schwall und Sunk).

Ein starker Rückgang an Biodiversität, wie sie an allen Fließgewässern seit Jahrzehnten zu verzeichnen ist – nicht zuletzt wegen der hohen Wasserkraft-Nutzung – führt nicht nur zu einem Verlust an ökologischen Lebensräumen, sondern bedeutet auch eine Gefährdung der lebenswichtigen Ressource Wasser in der Zukunft.

Diese Fokussierung auf isolierte und einzel-technologische Betrachtungsweisen mit einem zu kurz gefassten Zeithorizont sowie das Hintanstellen des Einsparpotenziales kann dazu führen, dass erneuerbare Energiequellen übernutzt werden (z. B. Wasserkraft, teilweise auch Wälder) und die Erschließung bislang kaum genutzter Potenziale vernachlässigt wird (z. B. Geothermie, Photovoltaik). Es ist allgemein nachvollziehbar, dass ein Ausbau von bereits gut etablierten oder kurzfristig profitablen Energietechnologien und eine Begrenzung des Blickwinkels auf die eigene Region bzw. spezifische Märkte realpolitisch leichter „zu verkaufen“ ist. Für den Klimaschutz und in weiterer Folge für eine gelungene Energiewende sind diese Einschränkungen allerdings nicht förderlich.

Mit der Studie **„Energie- und Klimazukunft Österreich“** (Veigl 2017), welche im Auftrag von WWF, GLOBAL 2000 und Greenpeace erstellt wurde, existiert bereits ein Österreich-Szenario für die naturverträgliche Energiewende. Aufbringungsseitig wurde in dieser Studie bereits das naturverträgliche und nachhaltig nutzbare Energiepotenzial Österreichs erhoben. Auf Seiten des Energiebedarfs wurden das prognostizierte Bevölkerungs- und Wirtschaftswachstum berücksichtigt und realistische, sektorale Einsparungspfade abgebildet. Somit liegen fundierte Energieszenarien für 2030 und 2050 für Österreich vor, die der vorliegenden Studie als Grundlage dienen.

Das Wasserkraft-Ausbaupotenzial ist in Österreich nahezu erschöpft und nimmt in Energieszenarien für 2030 und 2050 auch nur eine untergeordnete Rolle ein. Zum Beispiel im „Szenario Erneuerbare Energie 2030 und 2050“ des Umweltbundesamtes (Krutzler et al. 2016) wird von einem Ausbau an erneuerbaren Energien von insgesamt 84 TWh (302 PJ) im Zeitraum von 2010 bis 2030 bzw. 2050 ausgegangen. Der Anteil der Wasserkraft beträgt hierbei 5 bzw. 8 % am gesamten Ausbau, wesentlich größere Anteile haben der Ausbau der Nutzung von Biomasse, Windkraft und Photovoltaik (in diesem Szenario).

Ob das im „Szenario Erneuerbare Energie 2030 und 2050“ gegenüber anderen Studien großzügig bemessene Wasserkraftpotenzial nun gänzlich oder nur zur Hälfte realisiert wird, hat auf das energetische Gesamtergebnis lediglich eine geringe Auswirkung. Da sich damit für die zukünftige Energieversorgung nur noch die Frage stellt, ob der Wasserkraftausbau einen kleinen oder sehr kleinen Anteil am Ausbau aller erneuerbaren Energien hat, rücken ökologische Aspekte beim weiteren Wasserkraftausbau noch mehr in den Vordergrund.

Gewässerökosysteme sind stark bedroht und müssen geschützt werden

Die dramatische Bedrohung von Gewässerökosystemen lässt sich am Verlust der Lebensräume in den Flusslandschaften darstellen: Bebaute Flächen wie Siedlungen und Infrastruktur sind im Flussraum seit 1870 um das Fünffache gewachsen. Die Fläche von Schotterinseln und naturnahen Uferzonen ist dagegen um 71 % zurückgegangen, Auwälder sind um 10 % und landwirtschaftliche Flächen um 25 % geschrumpft. Besonders dramatisch ist der Rückgang von Feuchtwiesen, Mooren und Brachen um 82 % oder fast 600 km² (WWF 2017).

Diesen europaweiten schlechten Zustand der Wasserressourcen haben auch die EU und alle Mitgliedsstaaten in den 1990er Jahren erkannt und im Jahr 2000 ist die Wasserrahmenrichtlinie zum langfristigen Schutz und für die Sanierung von Fließgewässern, Seen und Grundwasser in Kraft getreten. Zentrale Prinzipien sind ein Verschlechterungsverbot der Gewässerökologie durch Projekte und einem Sanierungsgebot für Gewässer, die nicht in gutem Zustand sind.

In Österreich sind laut „Nationaler Gewässerbewirtschaftungsplan 2015“ (BMLFUW 2017) nur mehr 15 % der Fließgewässer in sehr gutem ökologischen Zustand, 22 % in gutem ökologischen Zustand. 60 % der Fließgewässer müssen bis 2027 saniert werden, damit sie den guten Zustand wieder erreichen. Vor diesem Hintergrund wird die Bedeutung einer Gesamtsicht der Energiewende deutlich, es braucht Ansätze wie in der vorliegenden Studie, um die Energieziele zu erreichen und gleichzeitig den langfristigen Schutz der Wasserressourcen zu gewährleisten.

Die Richtlinie forciert daher auch strategische Planungsinstrumente zum Schutz der Gewässer. Umgesetzt in das österreichische Wasserrecht sind das die Instrumente der Regionalprogramme zum Schutz von Fließgewässern (Bundesländerebene) und Wasserwirtschaftliche Planungsinstrumente (Bundesebene).

Der WWF hat bereits im Jahr 2014 im **„WWF-Ökomasterplan Stufe III“** (WWF 2014) sämtliche Fließgewässer[2] bzw. deren Teilstrecken Österreichs umfassend nach ökologischen Kriterien beurteilt und damit dargelegt, welche Strecken aus gewässerökologischer Sicht vor

[2] mit einem Einzugsgebiet ≥ 10 km²

weiteren Eingriffen geschützt gehören. Weiters wurden über 100 geplante Wasserkraftwerksprojekte nach den folgenden energiewirtschaftlichen Kriterien beurteilt: deren allgemeine Wirtschaftlichkeit, ihr potenzieller Beitrag zur Versorgungssicherheit und -qualität sowie zum Klimaschutz.

Für den weiteren Wasserkraftausbau wurden jene Flussstrecken ausgeschlossen, die entweder bereits unter Schutz stehen oder nach ökologischen Kriterien besonderen Schutz bedürfen. Das daraus ableitbare und für eine Energiestrategie relevante Wasserkraft-Ausbaupotenzial in ganz Österreich lässt sich mit rund 2,0 TWh (7 PJ) im Szenario „WWF-Energiewende" beziffern[3]. Diese detaillierte Aufbereitung des nachhaltigen und naturverträglichen Wasserkraft-Ausbaupotenzials floss bereits in die oben beschriebene „Energie- und Klimazukunft Österreichs" ein und soll in der vorliegenden Studie als Grundlage für die Ableitung der Energiepotenziale der Bundesländer dienen.

Vor diesem Hintergrund lässt sich die **Zielsetzung** der vorliegenden Studie „Energiewende und Gewässerschutz" wie folgt zusammenfassen:

- Aufzeigen, dass eine naturverträgliche Energiewende in Österreich möglich ist, bei der gleichzeitig unsere Wasserressourcen langfristig gesichert werden, sowie die ökologisch wertvollsten Gewässerstrecken unter Schutz gestellt werden.
- Detaillierung der Ergebnisse der „Energie- und Klimazukunft Österreich" (Veigl 2017) auf die Bundesländer Österreichs
- unter Berücksichtigung der landesspezifischen Rahmenbedingungen und naturverträglicher Energiepotenziale sowie
- eine Darstellung der jeweiligen Anteile der Bundesländer an der Aufbringung erneuerbarer Energie für eine österreichweite Energiewende
- mit einem besonderen Fokus auf die Vermeidung der Übernutzung von erneuerbaren Primärenergiequellen und heimischer Naturschätze – insbesondere bei der Wasserkraftnutzung durch
- Aufzeigen der ökologisch schützenswerten Fließgewässerstrecken der Bundesländer.

Damit hat die Studie auch zum Ziel, die österreichischen Bundesländer bei der Weiterentwicklung ihrer Energiestrategien zu unterstützen und die Vereinbarkeit mit der Unterschutzstellung ökologisch wertvoller Gewässerstrecken darzulegen.

Die vorliegende Studie **„Energiewende und Gewässerschutz"** versteht sich als Weiterentwicklung der **„Energie- und Klimazukunft Österreich"** (Veigl 2017) sowie des **„WWF-Ökomasterplan Stufe III"** (WWF 2014).

[3] Stand: Mai 2014; vgl. WWF 2014, Seite 64ff

2. ZUSAMMENFASSUNG DER WICHTIGSTEN ERGEBNISSE

Mit der „Energie- und Klimazukunft Österreich“ (Veigl 2017) haben WWF, GLOBAL 2000 und Greenpeace im Jahr 2017 ein umfassendes Szenario zur Halbierung des Energiebedarfs und zur Versorgung Österreichs mit 100 % erneuerbarer Energie bis 2050 vorgestellt. Die nun zusätzlich vorliegende Studie zieht diese Ergebnisse heran und rechnet sowohl die künftige Energienachfrage als auch das ausbaufähige Potenzial erneuerbarer Energien anhand von klaren Kriterien den jeweiligen Bundesländern Österreichs zu. Dadurch entstehen naturverträgliche und aufeinander abgestimmte Energieentwicklungspfade für alle neun Bundesländer, die ein sinnvolles, gesamtösterreichisches Konzept ergeben.

2.1. DIE VORGANGSWEISE

- Bei der Berechnung des zukünftigen Energiebedarfs wurden die spezifischen Rahmenbedingungen (Bevölkerungsentwicklung, Industriestruktur, Gebäudestruktur, Mobilitätsentwicklung usw.) jedes Bundeslandes berücksichtigt, wodurch erstmalig ein realistischer und nachvollziehbarer Abgleich zwischen nationalen Zielwerten und jenen der Bundesländer erfolgt ist.
- Für die Abschätzung der Energieaufbringung stand eine bilanzielle Selbstversorgung Österreichs 2050 im Mittelpunkt, d. h., dass im Jahresverlauf so viel erneuerbare Energie erzeugt wird, wie verbraucht wird – einen unterjährigen Austausch gibt es natürlich. Wir gehen also NICHT davon aus, dass jedes einzelne Bundesland seinen gesamten Energieverbrauch selbst bereitstellen muss, sondern schlagen vor, dass erneuerbare Energiequellen in Österreich dort genutzt werden, wo das naturverträglich und gemäß den gegebenen Potenzialen am sinnvollsten möglich ist. Die Studie liefert somit einen durchgängigen Plan dafür, wie die Energiewende in Österreich in und mit den Bundesländern umgesetzt werden kann.
- Da der „WWF-Ökomasterplan Stufe III“ (WWF 2014) die Grundlage für die Ermittlung des jeweils nutzbaren Wasserkraft-Ausbaupotenzials der Bundesländer war, sind der Gewässerschutz und damit die notwendigen ökologischen Grenzen des Wasserkraft-Ausbaus und auch die energiewirtschaftliche Sinnhaftigkeit der vorliegenden Wasserkraftprojekte in vollem Umfang berücksichtigt.

2.2. DIE ENTWICKLUNG DES ENERGIEBEDARFS

Die vorliegende Berechnung des zukünftigen Energiebedarfs zeigt einen starken Rückgang im Vergleich zum derzeitigen Bedarf, der zu einer Angleichung der Bundesländer in ihren

Klimaschutz- und Energieeffizienz-Erfolgen bis 2050 führt. Durch die angenommene flächendeckende Anwendung des Passivhaus-Standards im Neubau sowie einer energetischen Sanierung des Gesamtbestandes (bis auf einzelne schutzwürdige Gebäude), den 50 %igen Umstieg auf öffentliche Verkehrsmittel sowie den zukünftig emissionsfreien Kfz-Antrieben werden bestehende Unterschiede in der Siedlungsstruktur teilweise kompensiert, weshalb sich der Pro-Kopf-Energiebedarf bis zu einem gewissen Grad annähert. Wien verbleibt aufgrund seiner besonderen Struktur das mit Abstand effizienteste Bundesland, die weiteren Bundesländer können aber trotz geringerer Bevölkerungsdichte und ihrer flächenbezogen weitläufigeren Raumnutzung deutlich aufschließen.

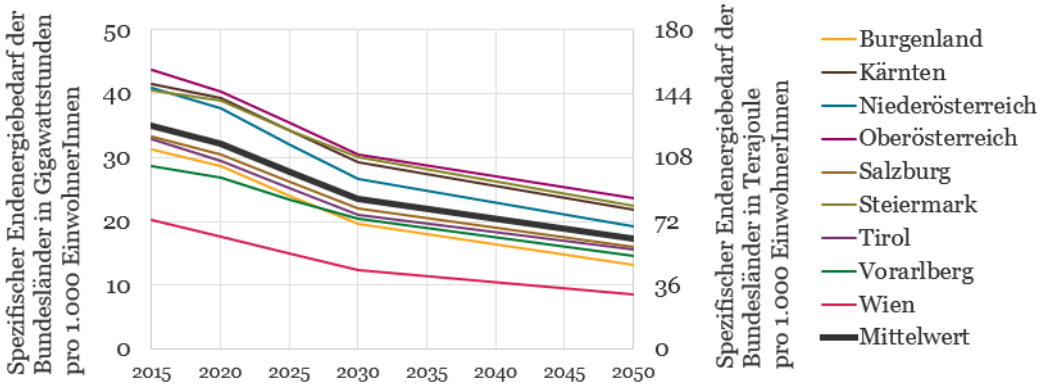

Abbildung 1: Entwicklung des spezifischen (Gesamt-)Endenergiebedarfs der Bundesländer bezogen auf die Bevölkerungszahl (Quellen: Statistik Austria 2015a & 2017a, Veigl 2017 und eigene Berechnungen)

In absoluten Zahlen betrachtet und aufgeteilt auf die einzelnen Sektoren (Haushalte, Verkehr, Dienstleistungen, Produktion und Landwirtschaft) zeigen sich die strukturellen Schwerpunkte der Bundesländer. Während zum Beispiel Niederösterreich relativ „verkehrsintensiv“ ist, fällt in der Steiermark ein großer Anteil des Energiebedarfs auf den produzierenden Sektor. Diese spezifischen Rahmenbedingungen, die sich durch die Siedlungs- und Wirtschaftsstrukturen der einzelnen Bundesländer ergeben, werden auch zukünftig vorhanden sein. Das heißt, dass Gewerbe- und Industriebetriebe in den Bundesländern erhalten bleiben, in der Raumplanung werden Schwerpunkte in der Ortskern(wieder)belebung und der effizienten Nutzung von Infrastruktureinrichtungen gesetzt. Auch bei öffentlichen und privaten Dienstleistungen erfolgt keine (Ab-)Wanderung. Der Bevölkerungszuwachs wird vor allem in den Ballungszentren der Bundesländer geschehen, wodurch der Anteil an großvolumigen Wohngebäuden gegenüber Ein- und Zweifamilienhäusern zunimmt. Diese Verdichtung führt auch dazu, dass öffentliche Verkehrsmittel intensiver genutzt werden und kostengünstiger betrieben werden können.

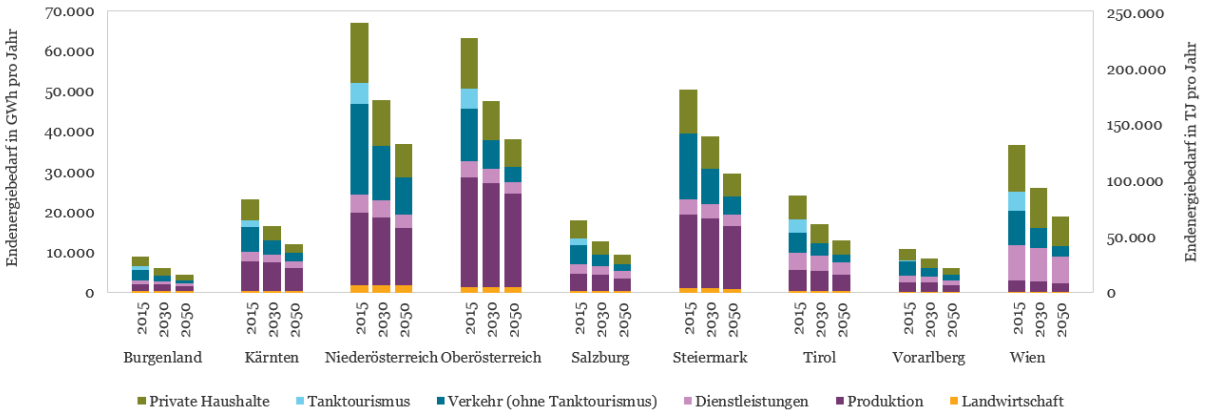

Abbildung 2: Sektoraler Endenergiebedarf der Bundesländer 2015, 2030 & 2050 (Quellen: Statistik Austria 2017a, Veigl 2017 und eigene Berechnungen)

2.3. DIE ENERGIEAUFBRINGUNG BIS 2050

Die Energieaufbringung (Bruttoinlandsverbrauch in der Abbildung unten) ist 2050 auf die neun Bundesländer gemäß deren Möglichkeiten und Gegebenheiten aufgeteilt. Wie z. B. auch in der Lebensmittelproduktion oder bei der Gewinnung von Industrierohstoffen steuert jedes Bundesland seinen Beitrag angepasst an die eigenen Rahmenbedingungen bei. Die Energieaufbringung erfolgt unabhängig von Bundesländergrenzen – ist jedoch sehr wohl durch ökologische und technische Grenzen limitiert. Nicht die einzelnen Bundesländer für sich, sondern Österreich als Ganzes kann sich in der Jahresbilanz 2050 vollständig auf Basis erneuerbarer Energien selbst versorgen.

Der Bruttoinlandsverbrauch entspricht der eigenen Energieproduktion korrigiert um Importe und Exporte. Abzüglich des Eigenbedarfs der Energiewirtschaft, der gegebenen Umwandlungs- und Transportverluste sowie dem nicht-energetischen Verbrauch ergibt sich daraus – vereinfacht betrachtet – der Endenergiebedarf. 2015 wurden in Österreich 381 TWh (1.373 PJ) an „Rohenergie“ (Bruttoinlandsverbrauch) bereitgestellt, um den Endenergiebedarf von 302 TWh (1.087 PJ) abdecken zu können, welcher bis 2050 auf 169 TWh (607 PJ) sinkt. Für eine Energieversorgung mit 100 % erneuerbaren Energien müssen dafür 246 TWh (885 PJ) an „Rohenergie“ aufgebracht werden.

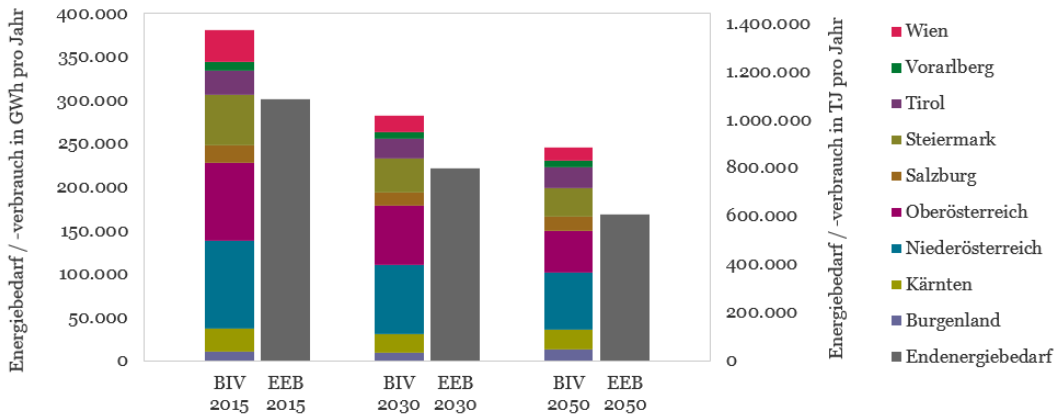

Abbildung 3: Gegenüberstellung des Bruttoinlandsverbrauchs (BIV) und des Endenergiebedarfs (EEB) 2015, 2030 & 2050 (Quellen: Statistik Austria 2017a, Veigl 2017 und eigene Berechnungen)

Die Energieversorgung Österreichs kann 2050 vollständig im Inland und durch erneuerbare Primärenergiequellen erfolgen.

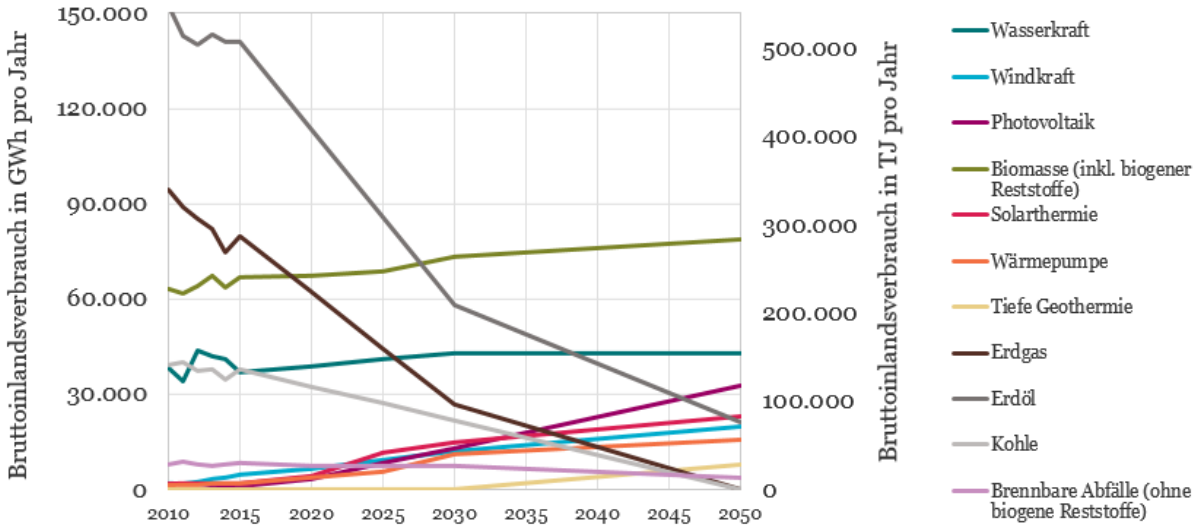

Abbildung 4: Primärenergiequellen des Bruttoinlandsverbrauchs in Österreich im zeitlichen Verlauf bis 2050 (Quellen: Statistik Austria 2017a, Veigl 2017 und eigene Berechnungen)

Biomasse nimmt dabei den größten Anteil mit 78.836 GWh (283.810 TJ) ein, welche vor allem in Niederösterreich, der Steiermark und in Oberösterreich bereitgestellt wird. Die Nutzung von land- und forstwirtschaftlicher Biomasse sowie von biogenen Reststoffen steigert sich somit von 2015 bis 2050 um 18 %.

Die **Wasserkraft** behält ihren hohen Stellenwert in der Energieversorgung Österreichs, ohne dass ein starker Ausbau erfolgt. Bereits ab 2030 werden 43.000 GWh (154.800 TJ) Wasserkraft genutzt (plus 5 % gegenüber dem Jahr 2014[4]) – bis 2050 erfolgt kein weiterer Ausbau. Der Ausbau bis 2030 wird vor allem in den Bundesländern Tirol und Salzburg erfolgen.

Die **Photovoltaik** wird bis 2050 auf 32.700 GWh (117.720 TJ) ausgebaut, wobei in allen Bundesländern Dach- und Fassadenflächen für die Stromgewinnung um- bzw. aufgerüstet werden und somit ein massiver Solarstromausbau in ganz Österreich geschieht – plus 3.390 % gegenüber der jetzigen Nutzung (2015).

Auch die **Solarthermie** kann bis 2050 einen ambitionierten Ausbau auf den Dach- und Fassadenflächen in allen Bundesländern verzeichnen, sodass in Österreich 23.200 GWh (83.520 TJ) genutzt werden (plus 980 % ggü. 2015).

Die vermehrte Nutzung von **Wärmepumpen** zeigt aufgrund der begrenzten Transportmöglichkeiten von Niedertemperaturwärme ein sehr ähnliches Bild der Verteilung auf die

[4] Um mit den Ergebnissen des „WWF-Ökomasterplan Stufe III“ (WWF 2014) konsistent zu sein und das jährlich mitunter stark schwankende Wasserdargebot zu berücksichtigen, wird beim Wasserkraft-Ausbau das Bezugsjahr 2014 herangezogen. Die deutlichen Schwankungen im Wasserdargebot sind in Abbildung 4 im Zeitraum 2010 bis 2015 gut zu erkennen.

Bundesländer wie die Solarthermie. 2050 werden insgesamt 15.629 GWh (56.264 TJ) Wärme mittels Wärmepumpen bereitgestellt (plus 665 % ggü. 2015).

Die **Windkraft** steuert ebenso einen wichtigen Beitrag zur erneuerbaren Energieversorgung Österreichs 2050 bei. Bereits ab 2030 werden insgesamt 12.000 GWh (43.200 TJ) an Windstrom verfügbar sein, ab 2050 sogar 20.000 GWh (72.000 TJ) – eine Steigerung um 313 % gegenüber der heutigen Nutzung (2015). Das „windreiche" Niederösterreich wird dabei den größten Anteil der Windkraftanlagen installiert haben. Hinsichtlich des zusätzlichen Ausbaus folgen Oberösterreich und das Burgenland.

Die derzeit für die Stromgewinnung praktisch nicht genutzte **tiefe Geothermie** hat ihre Nutzungspotenziale vor allem in Oberösterreich und Niederösterreich. Weitere wesentliche Potenziale werden in der Steiermark, im Burgenland und in Salzburg erschlossen. Damit werden 2050 im gesamten Bundesgebiet 7.700 GWh (27.720 TJ) Geothermie-Strom erzeugt (plus 3.053 % ggü. 2015), wobei der Ausbau ab 2030 erfolgt.

Fossile Energieträger werden 2050 energetisch gar nicht genutzt – rund 15 % des derzeitigen (2015) Erdölverbrauchs verbleiben in diesem Energieszenario für die nicht-energetische Verwendung in der chemischen und pharmazeutischen Industrie (21.100 GWh bzw. 75.960 TJ). Der Verbrauch an Erdgas und Kohle sinkt bis 2050 auf null. Bis 2030 sinkt der gesamte Verbrauch an fossilen Energieträgern auf 107.000 GWh (385.200 TJ), das heißt minus 67 % Erdgas, minus 59 % Erdöl und minus 42 % Kohle bis 2030.

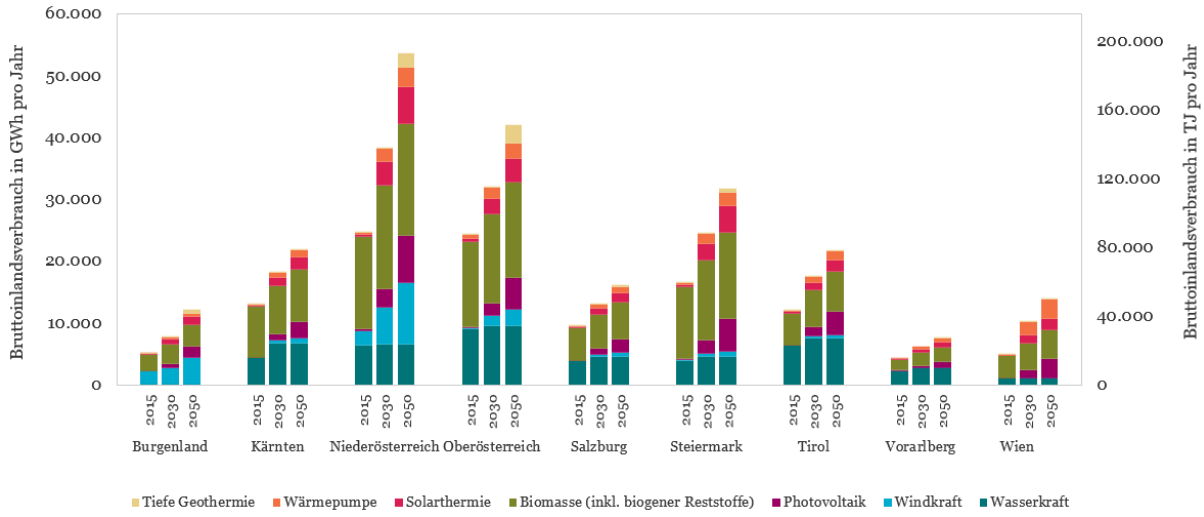

Abbildung 5: Bruttoinlandsverbrauch der Bundesländer nach Primärenergiequellen ohne fossile Energien 2015, 2030 & 2050 (Quellen: Statistik Austria 2017a, Veigl 2017 und eigene Berechnungen)

Für 2050 ergibt sich ein Mix in der Energieaufbringung (exklusive fossiler Energieträger für die nicht-energetische Verwendung) von:

- 19 % Wasserkraft
- 9 % Windkraft
- 15 % Photovoltaik
- 35 % Biomasse (inkl. biogener Reststoffe)
- 10 % Solarthermie
- 7 % Wärmepumpe
- 3 % Tiefe Geothermie
- 2 % Brennbare Abfälle (ohne biogene Reststoffe)

In der vorliegenden Studie „Energiewende & Gewässerschutz“ wurden die resultierenden Treibhausgasemissionen auf Länderebene nicht eigens betrachtet, diese finden sich im Detail auf Bundesebene in der „Energie- und Klimazukunft Österreich“ (Veigl 2017).

2.4. DER NATURVERTRÄGLICHE WASSERKRAFT-AUSBAU

Ein Vergleich unterschiedlichster Szenarien, die das Energiesystem Österreichs 2050 abbilden, zeigt, dass keine dieser Studien einen massiven Ausbau der Wasserkraft in Betracht zieht.

Für eine erfolgreiche Energiewende in Österreich hin zu einer Energieversorgung aus 100 % erneuerbaren Energien braucht es eine deutliche Reduktion des Energiebedarfs und einen ausgewogenen Mix an unterschiedlichen Energiequellen. Die Wasserkraft ist hierfür in Österreich bereits weitestgehend ausgebaut und hat ihre naturverträgliche Obergrenze praktisch erreicht. Der weitere Ausbau an erneuerbaren Energien in der Energieaufbringung erfolgt durch die Erschließung anderer Primärenergiequellen wie etwa Biomasse, Photovoltaik oder Windkraft. Das heißt, dass ein forcierter Wasserkraftausbau in Österreich weder durch Argumente zur Erreichung der Energiewende noch als essenzieller Beitrag Österreichs zum Klimaschutz dargestellt werden kann.

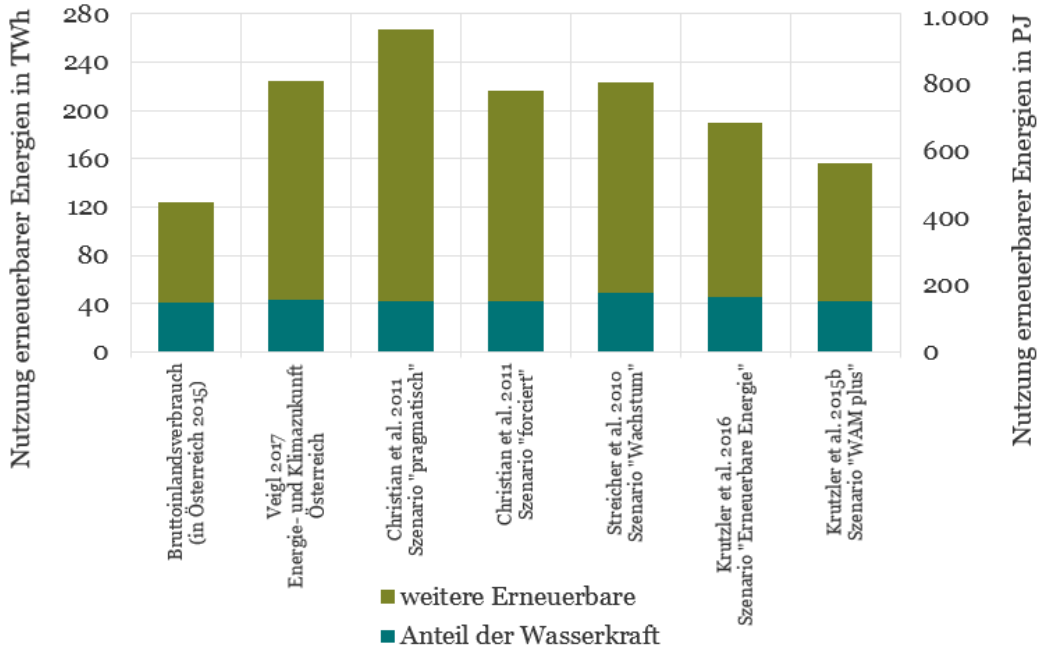

Abbildung 6: Gegenüberstellung von sechs 2050-Szenarien mit der derzeitigen Wasserkraftnutzung in Österreich (Quellen: Statistik Austria 2017b und in der Abbildung angegeben)

Die Wasserkraftnutzung ist in Österreich aus ökologischer und energiewirtschaftlicher Sicht auf 43.000 GWh (154.800 TJ) begrenzt. Derzeit (Stand 2014) sind davon bereits 41.010 GWh (147.635 TJ) ausgebaut. Um eine Übernutzung der lebenswichtigen Ressource Wasser und die Verschlechterung oder gar Zerstörung von zentralen Ökosystemen zu vermeiden, braucht es eine strenge Unterschutzstellung ökologisch wichtiger Fließgewässer.

Im „WWF-Ökomasterplan Stufe III“ (WWF 2014) wurden die Fließgewässer Österreichs nach ökologischen und energiewirtschaftlichen Kriterien bewertet, daraus Szenarien für den noch möglichen Wasserkraft-Ausbau abgeleitet und Handlungsempfehlungen formuliert.

Für die ökologischen Bewertungen wurden insgesamt 50 Einzelkriterien in Betracht gezogen, diese auf Redundanz und eine flächendeckende Datenverfügbarkeit überprüft und im Zuge dessen auf 39 Bewertungskriterien reduziert. Die erarbeiteten Bewertungskriterien basieren

vorwiegend auf dem Österreichischen Wasserkatalog[5], welcher um die Erkenntnisse aus dem „WWF-Ökomasterplan Stufe II“ (WWF 2010) ergänzt wurden.

Die detaillierte Untersuchung der österreichischen Fließgewässer und die Ergebnisse der umfassenden Bewertung wurden auch (geo)grafisch aufbereitet, um einen Überblick über die resultierenden Ausschlussstrecken zu bieten.

[5] „Österreichischer Wasserkatalog, Wasser schützen – Wasser nutzen. Kriterien zur Beurteilung einer nachhaltigen Wasserkraftnutzung (BMLFUW-UW.4.1.2/0004-I/4/2012)“

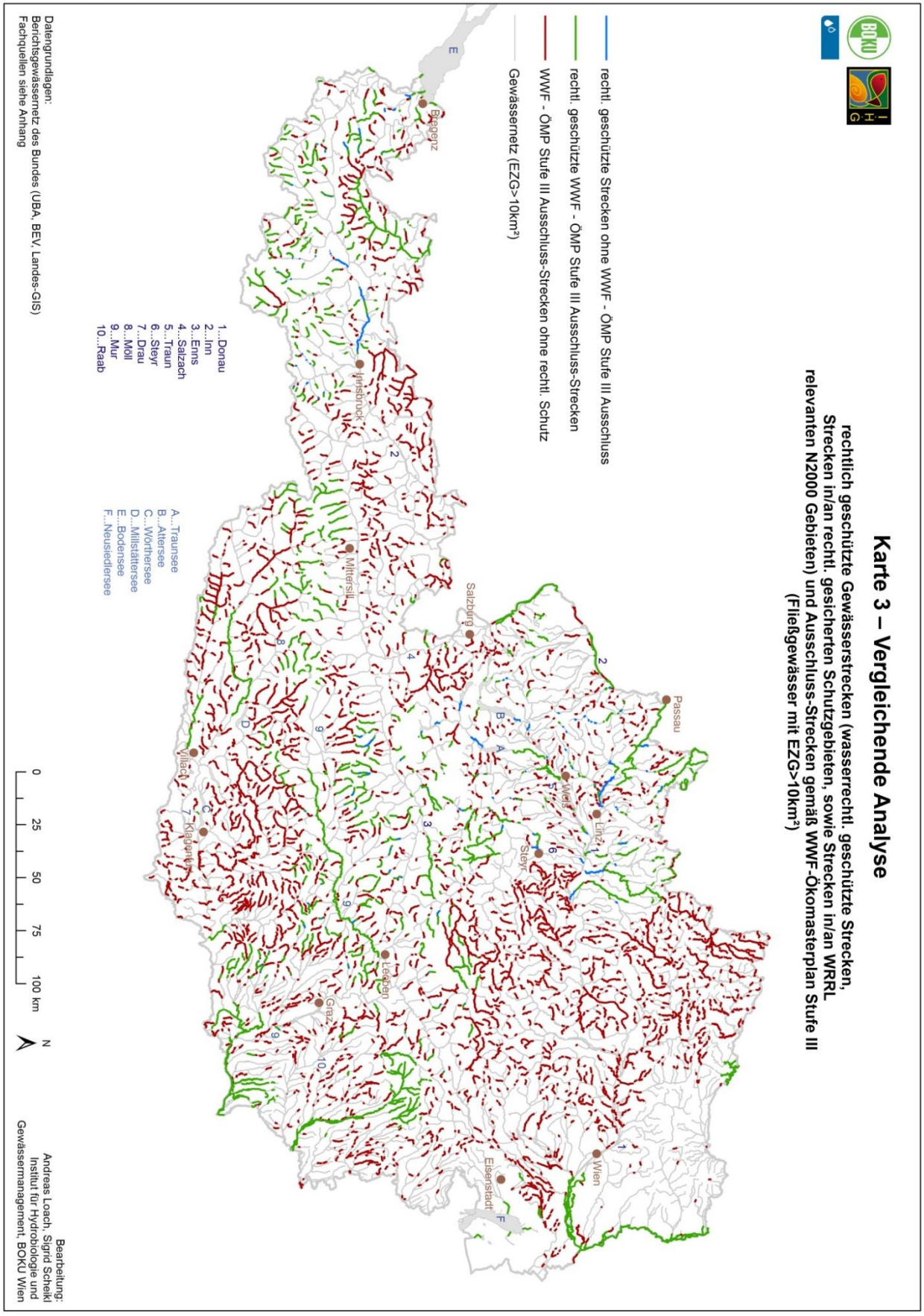

Abbildung 7: Ausschlussgebiete an österreichischen Fließgewässern (Quelle: WWF 2014)

3. CONCLUSIO UND HANDLUNGS-EMPFEHLUNGEN

Für das Gelingen der Energiewende braucht es eine ambitionierte und wirkungsorientierte Energie- und Klima-Gesamtstrategie, die in abgestimmte und sachlich begründbare Teilstrategien der Bundesländer mündet. Weder der Bund noch die einzelnen Länder können die Energiewende im Alleingang erfolgreich umsetzen. Die Ziele des Pariser Klimaschutz-abkommens und damit die Begrenzung auf 1,5° Erwärmung müssen dabei in den Mittelpunkt rücken. Für die dafür nötige Reduktion der Treibhausgas-Emissionen um 50% bis 203 und 90% bis 2050 braucht es zwei grundlegende, konkrete Ziele:

1.) Der Endenergiebedarf in Österreich muss bis 2030 um 30 % und bis 2050 um 50 % sinken. Ohne ambitionierte politische Maßnahmen für dieses Ziel kann eine Energiewende nicht gelingen. Dazu müssen vor allem in den Bereichen Verkehr und Gebäudesanierung tiefgreifende Veränderungen erfolgen, aber auch Geräte und industrielle Anlagen auf höchste Energiesparstandards modernisiert werden....

2.) Der Anteil an erneuerbaren Energien am gesamten Endenergieverbrauch Österreichs muss bis 2030 auf 60 % und bis 2050 auf 100 % steigen. Da die dafür genutzten Ökosysteme auch zahlreiche andere wichtige Funktionen erfüllen – nicht zuletzt für die Resilienz im Zuge der Klimaanpassung – muss dies auf eine naturverträgliche Weise geschehen.

3.) Klimaschutz als auch Natur- und Gewässerschutz dürfen nicht länger getrennt von der Energiepolitik betrieben werden. Auch die Abstimmung mit weiteren Bereichen muss stärker einbezogen werden, z. B. Artenschutz, Wirtschaftspolitik, Land- und Forstwirtschaft und Verkehrsmasterpläne. Hierbei ist auf die gleichzeitige Erreichung verschiedener Verpflichtungen aus EU-Vorgaben zu achten, etwa Energie- und Klimaziele und Erfordernisse aus der Wasserrahmenrichtlinie, der Fauna-Flora-Habitat-Richtlinie sowie der Vogelschutzrichtlinie.
Klimaschutz darf nicht als Vorwand für kurzfristige Einzelinteressen von Unternehmen und AkteurInnen gegen den Naturschutz verwendet werden.

Der WWF sieht folgende Handlungsempfehlungen für (politische) EntscheidungsträgerInnen im Mittelpunkt der Aktivitäten hin zu einer natur- und klimaverträglichen Energiezukunft Österreichs:

- Es braucht eine strategische Planung für den Ausbau aller Erneuerbaren Energien – eine **Energieerzeugungsplanung** - auf Bundesebene, so wie sie in dieser Studie vor allem für die Wasserkraft angewendet wurde. Die Planung auf Bundesebene berücksichtigt dabei die unterschiedlichen Ausbaupotenziale und Gewässerschutz- / Naturschutzpotenziale der Bundesländer. Diese strategischen Planungen werden von den Bundesländern in deren Energieplänen implementiert und umgesetzt.

- Für die strategische Planung bezüglich des Gewässerschutzes braucht es die **Unterschutzstellung von ökologisch wichtigen Gewässern**, um die Ziele des Gewässerschutzes zu erreichen und unsere Wasserressourcen langfristig zu sichern. Die Instrumente im Wasserrecht dafür sind Regionalprogramme zum Schutz von Fließgewässern (Bundeslandebene) sowie Wasserwirtschaftliche Rahmenpläne (Bundesebene). In einer strategischen Umweltprüfung (SUP) kann eine umfassende fachliche Bewertung sowie die Einbindung von NGOs und Bürgern sichergestellt werden. Der Schutz von Fließgewässern verhindert auch eine missbräuchliche Instrumentalisierung des Klimaschutzes oder der Energiewende.

- Der Ausbau der Photovoltaik, Biomasse- und Windenergie-Nutzung sind wesentliche Bausteine einer ambitionierten Klimaschutz- und Energiestrategie. Einheitliche **umweltgerechte Regeln**, die insbesondere Natur- und Artenschutzinteressen berücksichtigen, sind wichtige Eckpfeiler, um etwaige negative Folgen zu vermeiden.

- Es braucht **Naturschutzkriterien für die Förderungen des Ausbaues von erneuerbaren Energien**: Förderungen müssen an Kriterien für den Naturverbrauch geknüpft werden. Die Reihung der Projekte und die Höhe der Förderung müssen an ein Maß für die Beeinträchtigung von Ökosystemen im Verhältnis zur generierten Leistung gekoppelt werden. Nur so kann garantiert werden, dass die Fördermittel am effizientesten eingesetzt werden, ohne für Ziele des Gewässer- und Naturschutzes kontraproduktiv zu wirken. Priorität bei den Förderungen sollen Modernisierungen bestehender Anlagen haben.

4. VORGANGSWEISE UND METHODIK

Die Grundlage für die vorliegende Studie ist die Studie „Energie- und Klimazukunft Österreich“ (Veigl 2017), welche u.a. auf Ergebnissen aus der „Energieautarkie für Österreich 2050“ (Streicher et al. 2010), „Energie [R]evolution Österreich 2050“ (Bliem et al. 2011) und „Zukunftsfähige Energieversorgung für Österreich“ (Christian et al. 2011) beruht. Sämtliche Annahmen und Ergebnisse der Energiezukunft[6] wurden auch für die vorliegende Studie übernommen. Soweit es für die Detaillierung der Modellierung notwendig war, wurden statistische Daten auf Bundesländerebene und weitere Studien wie z.B. „REGIO Energy“ (Stanzer et al. 2010) oder die „Bundesländer Luftschadstoff-Inventur 1990-2013“ (Anderl et al. 2015) hinzugezogen.

Für die detaillierte Abbildung des Wasserkraft-Ausbaupotenzials wurden die Ergebnisse des „WWF-Ökomasterplan Stufe III“ (WWF 2014) verwendet und somit die ökologischen und energiewirtschaftlichen Bewertungen des darin enthaltenen Szenarios „WWF-Energiewende“ übernommen. Die insgesamt 39 ökologischen Bewertungskriterien basieren vorwiegend auf dem Österreichischen Wasserkatalog[7], welcher um die Erkenntnisse aus dem „WWF-Ökomasterplan Stufe II“ (WWF 2010) erweitert wurden. Als Ergänzung zur ökologischen Bewertung wurde in Anlehnung an jene des Wasserkataloges eine energiewirtschaftliche Bewertung von mehr als 100 geplanten Wasserkraftprojekten (Datenstand: 2014) anhand der Kriterien Wirtschaftlichkeit, Versorgungssicherheit, Versorgungsqualität und Klimaschutz für alle im WWF-Ökomasterplan[8] berücksichtigten Kraftwerksvorhaben durchgeführt. Die detaillierten Ergebnisse ermöglichten eine direkte Übernahme des Szenarios „WWF-Energiewende“ für die vorliegende Studie.

4.1. ENDENERGIEBEDARF

Analog zur „Energie- und Klimazukunft Österreich“ (Veigl 2017) wurde der Endenergiebedarf für die Sektoren Landwirtschaft, Produktion, Dienstleistungen, Verkehr und Haushalte unterschieden, wobei als Sub-Sektor der Kraftstoffexport im Fahrzeugtank (Tanktourismus) berücksichtigt wurde. Sämtliche Annahmen der Energiezukunft wurden übernommen und soweit als möglich auch im Mengengerüst für die Bundesländer im Detail berücksichtigt. In einem ersten Schritt wurden Bundesländer-Endenergiebilanzen für 2030

[6] Zugunsten einer besseren Lesbarkeit wird im Folgenden die Studie „Energie- und Klimazukunft Österreich“ (Veigl 2017) mitunter vereinfacht als Energiezukunft bezeichnet.

[7] „Österreichischer Wasserkatalog, Wasser schützen – Wasser nutzen. Kriterien zur Beurteilung einer nachhaltigen Wasserkraftnutzung (BMLFUW-UW.4.1.2/0004-I/4/2012)“

[8] Analog zur Energiezukunft werden auch Bezüge auf den „WWF-Ökomasterplan Stufe III“ (WWF 2014) verkürzt als WWF-Ökomasterplan verwendet.

und 2050 erstellt, die Summenwerte mit den Ergebnissen der Energiezukunft Österreich abgeglichen und in weiterer Folge für die Jahre 2020 und 2025 präzisiert.

Der Endenergiebedarf des **landwirtschaftlichen Sektors** wurde analog des derzeitigen (Daten 2015) sektoralen energetischen Endverbrauchs der Gesamtenergiebilanzen der einzelnen Bundesländer (Statistik Austria 2017a) für die Jahre 2030 und 2050 aufgeteilt und auf die Zielwerte der Energiezukunft angeglichen. Für 2050 wird unterstellt, dass durch eine Ernährungsumstellung und Reduktion von Lebensmittelabfällen landwirtschaftliche Flächen für die Futtermittel- und Energieproduktion frei werden, wodurch der Import und Export von Agrarprodukten minimiert werden und Österreich sich trotz Bevölkerungswachstum (Statistik Austria 2016a) mit Lebens- und Futtermitteln sowie Energiepflanzen(resten) versorgen kann.

Der Endenergiebedarf im **Produktionssektor** wurde analog der Annahmen der Energiezukunft ausgehend von den derzeitigen Industriestrukturen der Bundesländer (Statistik Austria 2017a) übertragen. Der Abgleich mit den Zielvorgaben der Energiezukunft inkludierte das unterstellte Wirtschaftswachstum in die Bundesländerergebnisse, wodurch das Bruttoregionalprodukt (Statistik Austria 2015b) bis 2030 um 0,6 % p.a. und 2030 bis 2050 um 0,3 % p.a. wächst. Der Produktionszuwachs in der Rohstahlproduktion erfolgt im Lichtbogenofen, die derzeit produzierten Mengen verbleiben bis 2030 im Hochofenprozess. Bis 2050 setzen sich Lichtbogenöfen und die Wasserstoff-Direktreduktion vollständig durch. Die zeitliche Umsetzung und damit die Wirksamkeit von Effizienzmaßnahmen im Produktionssektor wurden um die Ergebnisse der Industrieszenarien im Hinblick auf die Klimaziele 2030 und 2050 (Krutzler et al. 2015a) ergänzt.

Im **Dienstleistungssektor** wurde bereits in der Energiezukunft ein Wachstum von 1,2 % p.a. bis 2030 und 2030 bis 2050 um 0,6 % berücksichtigt. Reduktionen des Endenergiebedarfs werden v.a. durch thermisch-energetisch optimierte Gebäude realisiert. Für die vorliegende Studie wurde angenommen, dass sich ab 2030 die Energieintensität (bezogen auf die jeweilige Wertschöpfung) des Dienstleistungssektors für alle Bundesländer außer Wien angleicht – Wien verbleibt absolut betrachtet mit dem mit Abstand geringsten Energieaufwand pro Wertschöpfung, die anderen Bundesländer können aber relativ aufschließen.

Die Annahmen im **Verkehrssektor** decken sich mit jenen der Energiezukunft, wobei für 2020 ein Zuwachs des Landverkehrs angenommen wird, der die Einsparungen durch einen teilweisen Wegfall des Tanktourismus in etwa ausgleicht. Ab 2030 erfolgt kein Tanktourismus mehr aufgrund des Wegfalls von steuerlichen Anreizen. Durch Änderungen im Modal Split (Personen- wie Güterverkehr) verdoppelt sich der Strombedarf für den Schienenverkehr in etwa. Für den Straßenverkehr (ohne Tanktourismus) wurde bis 2020 ein Zuwachs des energetischen Endverbrauchs von rd. 2 % unterstellt. Bis 2050 reduziert sich dieser Energiebedarf allerdings auf ein Viertel, wobei ab 2030 eine Annäherung des spezifischen Energiebedarfs pro Kopf der Bundesländer (außer Wien) erfolgt. Wie im Dienstleistungssektor verbleibt Wien als das energieeffizienteste Bundesland pro Kopf, die anderen

Bundesländer können aber durch effizientere Fahrzeuge und einen Ausbau an öffentlichen Verkehrsmitteln deutlich aufholen.

Um eine bessere Vergleichbarkeit der Bundesländer untereinander zu gewährleisten und auch um die „Bundeskompetenz Tanktourismus" in den Länderenergiebilanzen eigens ausweisen zu können, wurde anhand des „Second Estimate" der „Bundesländer Luftschadstoff-Inventur" (Anderl et al. 2015) der **Kraftstoffexport in Fahrzeugtanks** (Tanktourismus) abgeschätzt und in allen Betrachtungen gesondert behandelt. Für die in der gegenständlichen Studie erstellten Energiebilanzen wurde ein schrittweiser Rückgang des Tanktourismus unterstellt, der mit 2030 vollständig zum Erliegen kommt.

Im Sektor der **privaten Haushalte** wurde (analog der Energiezukunft) unterstellt, dass die Wohnnutzfläche pro Kopf konstant gehalten wird und somit ein Zuwachs lediglich im Ausmaß des Bevölkerungswachstums erfolgt. Bis 2050 reduziert sich der Endenergiebedarf auf ungefähr die Hälfte des heutigen Niveaus, wobei auch hier Wien einen Effizienzvorsprung gegenüber den anderen Bundesländern halten kann und diese sich untereinander angleichen.

4.2. BEGRIFFSBESTIMMUNGEN

Während der Endenergiebedarf sehr klar und allgemein verständlich definiert ist, braucht es für die Abdeckung von eben diesem eine deutlichere Begriffsbestimmung, um Verwechslungen und Fehlinterpretationen zu vermeiden. Der Vollständigkeit halber werden im Folgenden aber alle in der vorliegenden Studie verwendeten Energiebegriffe und die dazugehörigen Betrachtungs- bzw. Systemgrenzen näher beschrieben.

Unter dem **Endenergiebedarf** wird unabhängig von der tatsächlichen Energieform und dem Ursprung der Primärenergiequelle jener Energiebedarf verstanden, der zur Erfüllung des jeweiligen Nutzens bzw. der Energiedienstleistung am Anwendungsort benötigt wird. Der Energieaufwand für die Erschließung der Energiequelle, etwaige Umwandlungsverluste und der benötigte Transportaufwand bzw. Verluste im Zuge des Energietransportes sind damit nicht im Endenergiebedarf inbegriffen. Im Hinblick auf bestehende Daten der Statistik Austria ist der Endenergiebedarf mit dem energetischen Endverbrauch gleichzusetzen.

Um ein vollständiges Bild von einem Energiesystem abbilden zu können, wird dem Energiebedarf ein Energieverbrauch in der Aufbringung bzw. Bereitstellung gegenübergestellt. Dieser Verbrauch deckt auch Verluste und Aufwände im Rahmen der Erschließung, möglicherweise mehreren Umwandlungsschritten und dem Transport ab, jedoch ist die exakte Systemgrenze in dieser Prozess- bzw. Umwandlungskette allgemein nicht eindeutig festgelegt. Dieser Umstand kann zu Fehlinterpretationen der Ergebnisse führen.

Häufig wird der Begriff des Primärenergieverbrauchs verwendet. Streng genommen versteht man unter Primärenergie allerdings jene Energie, wie sie ursprünglich vorkommt, sprich vor der ersten Umwandlung bzw. dem ersten Aufwand zu deren Erschließung. Der Baumbestand in einem Wald oder die Windverhältnisse in einer bestimmten Höhe sind für sich schwer

interpretierbar, da sie keine Rückschlüsse darauf zulassen, wie viel von diesem Potenzial tatsächlich nutzbar sind – aufgrund von technologischen, ökologischen, wirtschaftlichen oder gesellschaftlichen Rahmenbedingungen und Änderungen. Deswegen wird zumeist auf eine sekundärenergetische Betrachtung mit momentanen oder einfach ableitbaren Rahmenbedingungen zurückgegriffen.

Um mit bestehenden statistischen Daten konsistent und kompatibel zu sein, wird für die gegenständliche Studie der Sekundärenergieverbrauch im Sinne des **Bruttoinlandsverbrauchs** verwendet. Somit sind in die Betrachtungen der nicht-energetische Verbrauch, Transportverluste, der Eigenverbrauch des Energiesektors und Umwandlungsverluste inkludiert. Zu betonen ist, dass aufgrund der Grundannahmen der Studie – energetische Selbstversorgung Österreichs bis 2050 sowie Minimierung von energierelevanten Importen und Exporten auf ein vernachlässigbares bzw. ausgeglichenes Niveau – der Bruttoinlandsverbrauch sich der inländischen Rohenergieproduktion angleicht.

4.3. BRUTTOINLANDSVERBRAUCH

Für die Abdeckung des Endenergiebedarfs wurde der resultierende Bruttoinlandsverbrauch anhand des derzeitigen und den verfügbaren Primärenergiepotenzialen auf die Bundesländer aufgeteilt. Als Startpunkt wurde der jeweilige Bruttoinlandsverbrauch 2015 (Statistik Austria 2017a) übernommen. Der Ausbau an erneuerbaren Energien und der Rückgang der fossilen Energien erfolgte analog dem Zielpfad der „Energie- Klimazukunft Österreich“ (Veigl 2017). Der detaillierte Umbau der Sekundärenergiebereitstellung wurde an das jeweilige Primärenergieangebot der Bundesländer angepasst – in der Form, dass Energie über Bundesländergrenzen hinweg ausgetauscht werden kann und somit die Primärenergiequellen optimal genutzt werden. Dadurch wurden regionale Übernutzungen von erneuerbaren Energien vermieden und der stete Energieaustausch des realen Energiesystems besser abgebildet (wenngleich der Austausch mit Nachbarstaaten vernachlässigt wurde).

Die Zuordnung des Bereitstellungspotenzials der **Wasserkraft** konnte sehr detailliert anhand der Ergebnisse des „WWF-Ökomasterplan Stufe III“ (WWF 2014) durchgeführt werden. Somit wurde der gegenwärtige und zukünftig notwendige Gewässerschutz berücksichtigt sowie als nicht rentabel und energiewirtschaftlich als nicht relevant eingestufte Vorhaben ausgeschlossen.

Die Nutzung der **Windkraft** wurde geographisch analog der Ergebnisse der Projekte „REGIO Energy“ (Stanzer et al. 2010) und „Windatlas“ (Krenn et al. 2011) verortet. Dabei wurden ökologische, wirtschaftliche und technische Restriktionen berücksichtigt. Einschränkungen, die sich aufgrund von Akzeptanz-Faktoren (NIMBY-Effekte[9]) ergeben, wurden nicht berücksichtigt.

[9] Not In My BackYard – Grundsätzliche Zustimmung zu z.B. einer Energietechnologie, jedoch Ablehnung sobald diese im eigenen, unmittelbaren Umfeld wahrnehmbar wird.

Die **Photovoltaik** und die **Solarthermie** wurden vorwiegend nach den „REGIO Energy" Ergebnissen (Stanzer et al. 2010) auf die einzelnen Bundesländer verteilt. Korrekturen erfolgten aufgrund der Siedlungsdichten der Bundesländer bezüglich der thermischen Nutzung. Grundsätzlich wurde von einer gebäudeintegrierten Anwendung[10] ausgegangen.

Biogene Energien wurden für die Aufteilung auf die Bundesländer in landwirtschaftliche und forstwirtschaftliche Biomasse sowie biogene Reststoffe unterschieden und erst für die Darstellung der Gesamtnutzung wieder zusammengeführt. Die Aufteilung des landwirtschaftlichen Nutzungspotenzials beruhte auf den Daten von „REGIO Energy" (Stanzer et al. 2010), der „Agrarstrukturerhebung 2013" (Statistik Austria 2016a) und dem „Viehbestand 2013" (Statistik Austria 2016b). Das forstwirtschaftliche Nutzungspotenzial erfolgte anhand der Ergebnisse des Projektes „REGIO Energy" (Stanzer et al. 2010) und der „Agrarstrukturerhebung 2013" (Statistik Austria 2016a). Für die Aufteilung von biogenen Reststoffen auf die Bundesländer wurden die Hauptaggregate Ablauge und Klärschlamm bzw. der Anteil der Papierindustrie (Statistik Austria 2016a) und die Bevölkerungsverteilung (Statistik Austria 2015a) herangezogen. Regionale Korrekturen wurden aufgrund von ökologischen Aspekten bei der Ausschöpfung des Potenzials und aufgrund der Transportstrecken der gewonnenen Sekundärenergieträger vorgenommen.

Die Aufteilung der potenziellen Nutzung von **Wärmepumpen** und **Tiefer Geothermie** erfolgte streng nach den „REGIO Energy" Ergebnissen (Stanzer et al. 2010) und wurden anhand der Ergebnisse des Projektes „GEO-Pot" (Ostermann et al. 2010) verifiziert. Die geographische Verteilung ergab somit eine Nutzung der oberflächennahen Erdwärme analog den Siedlungsgebieten Österreichs und eine Erschließung des bekannten hydrothermalen Geothermie-Potenzials vor allem in Ober- und Niederösterreich.

Der Rückgang von **fossilen** Energieträgern wurde analog den Vorgaben der Energiezukunft auf die Bundesländer aufgeteilt, wobei der nicht-energetische Verbrauch von Erdöl anhand des derzeitigen nicht-energetischen Verbrauchs sowie der Ausprägung der chemischen und petrochemischen Industrie im jeweiligen Bundesland berücksichtigt wurde (Statistik Austria 2017a).

Brennbare Abfälle (ohne biogene Reststoffe) fallen sowohl im Gewerbe, in der Industrie und in Haushalten an. Die Aufteilung der Ergebnisse der Energiezukunft erfolgte somit nach dem Wirtschaftsaufkommen (Statistik Austria 2015b) und der Bevölkerungsstruktur (Statistik Austria 2015a).

Abschließend soll betont sein, dass die gewählte Vorgangsweise klar von den bestehenden Autarkie- und Autonomie-Ansätzen der Bundesländer abweicht. Energie wird in der

[10] Eine genauere Erhebung des Solarpotenzials und damit auch Verteilung eben dieses wäre über die Solar(dach)-kataster der Bundesländer möglich, allerdings konnten nur für das Burgenland und Wien Summenwerte für sehr gut und gut geeignete Dachflächen recherchiert werden. In den anderen Bundesländern sind die Kataster entweder nicht flächendeckend verfügbar oder es fehlt die Möglichkeit Werte für das gesamte Landesgebiet gebündelt auslesen zu können.

vorliegenden Studie dort bereitgestellt, wo sie aufgrund der Primärenergiepotenziale anfällt und gegebenenfalls in anderen Bundesländern verbraucht. Die gewählten Annahmen bzw. im Mengengerüst vorgenommenen Korrekturen berücksichtigen die Transportmöglichkeiten (bzw. dessen Sinnhaftigkeit) der unterschiedlichen Energieformen.

5. ENDENERGIEBEDARF 2030 UND 2050

Einen groben Überblick über die hinterlegten Annahmen bietet das Kapitel „4.1 Endenergiebedarf“, detaillierter sind diese in der „Energie- und Klimazukunft Österreich“ (Veigl 2017) beschrieben.

5.1. ERGEBNISSE FÜR ÖSTERREICH

Die Szenario-Ergebnisse prognostizieren eine Bedarfsreduktion auf 221 TWh (797 PJ) für 2030 und 169 TWh (607 PJ) für 2050. Ausgehend vom Endenergiebedarf im Jahr 2015 von 302 TWh (1.087 PJ) bedeutet dieses einen Einspargewinn von 27 % bis 2030 und 44 % bis 2050.

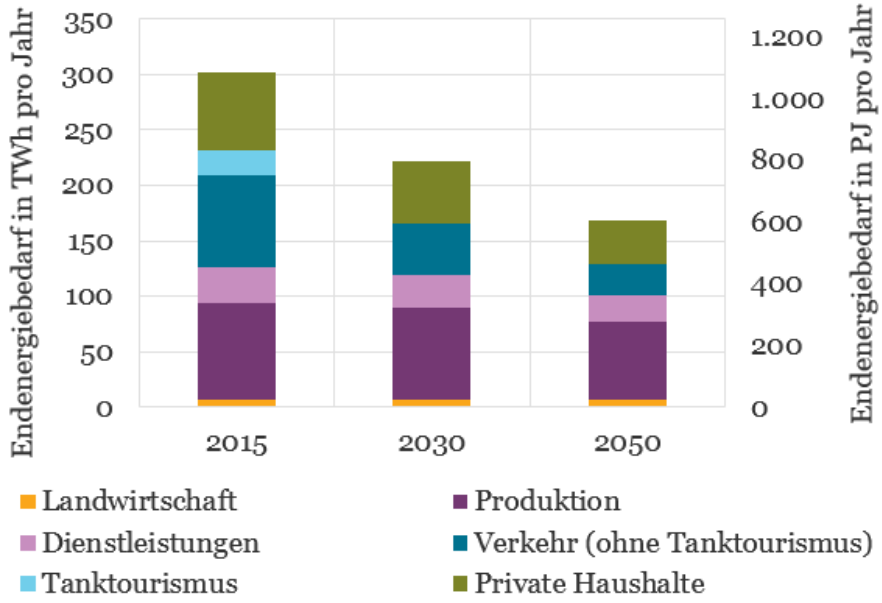

Abbildung 8: Sektoraler Endenergiebedarf in Österreich 2015, 2030 & 2050 (Quellen: Statistik Austria 2017a, Veigl 2017 und eigene Berechnungen)

Der Endenergiebedarf des landwirtschaftlichen Sektors verbleibt bis 2030 in etwa konstant und nimmt danach (bis 2050) um etwa 4 % ab. Im Produktionssektor können Reduktionen von 5 % (bis 2030) und 18 % (bis 2050) verzeichnet werden, jeweils bezogen auf das Jahr 2015. Öffentliche und private Dienstleistungen reduzieren ihren Endenergiebedarf um 8 % bzw. 26 %. Der Sektor der privaten Haushalte zeigt größere Einsparungen auf – minus 22 % bis 2030 und 45 % bis 2050. Die größte Energieeinsparung kann im Verkehrssektor erzielt werden. Unabhängig vom Kraftstoffexport im Fahrzeugtank aufgrund von Preisunter-

schieden zu Nachbarländern (Tanktourismus) reduziert sich der Endenergiebedarf um 43 % bis 2030 und 66 % bis 2050 (jeweils bezogen auf den Endenergiebedarf 2015). Der Tanktourismus selbst wurde mit 22 TWh (79 PJ) beziffert und kommt bis 2030 zum Erliegen.

Zu betonen ist, dass die dargestellte Bedarfsreduktion umfassende und aufeinander abgestimmte Maßnahmen und Anstrengungen benötigt, die derzeit nur zu einem sehr geringen Anteil umgesetzt oder geplant sind. Die Ergebnisse des landwirtschaftlichen Sektors beruhen vor allem auf der Berücksichtigung des gesellschaftlichen Trends hin zu einer gesünderen und fleischärmeren Ernährung sowie der deutlichen Reduktion von Lebensmittelverschwendungen. Im Produktionssektor gilt es neben der Substitution von fossilen Energieträgern auch wesentliche Effizienzgewinne zu lukrieren, die das Innovationspotenzial heimischer Betriebe sowohl fordern als auch fördern. Die Energieeinsparungen im Dienstleistungssektor werden nur durch ambitionierte Anforderungen an die thermische Qualität der genutzten Gebäude und klare Suffizienz-Vorgaben erreichbar sein – passive statt aktive Systeme zur Gebäudekühlung, bedarfsoptimierte statt wenig ausgelastete Nutzung von Räumen und Infrastruktur. Die unterstellten Veränderungen im Modal Split hin zum Schienenverkehr und zu sanften Mobilitätsformen brauchen konsequente und konsistente Maßnahmen, die u.a. den öffentlichen Personenverkehr flächendeckend attraktiver gestalten und auch den kleinräumigen Güterverkehr berücksichtigten. Die preisbedingten Anreize des Tanktourismus müssen dauerhaft abgeschafft werden und damit das Niveau von Kraftstoffpreisen auf jenem der österreichischen Nachbarstaaten gehalten werden. Private Haushalte und damit auch die Wohnbauträger benötigen ein Umfeld, in dem sowohl die Sanierungsrate als auch die Sanierungstiefe (im Sinne der thermisch-energetischen Qualität der Gebäudehülle) massiv gesteigert werden. Darüber hinaus bedarf es einer umfassenden und zukunftsfähigen Raumplanung, die energetisch optimierte Siedlungsräume der kurzen Wege schafft, wodurch auch sämtliche Infrastrukturen effizienter genutzt werden können.

Die Energiewende im Sinne der Ziele des Klimaschutzabkommens von Paris kann nur gelingen, wenn der Endenergiebedarf bis 2050 halbiert wird und damit auf etwa 165 TWh (ca. 600 PJ) gesenkt werden kann.

5.2. ERGEBNISSE DER BUNDESLÄNDER

Im Folgenden werden die Ergebnisse der einzelnen Bundesländer grob beschrieben. Weitere Details zu den einzelnen Bundesländern finden sich in einem eigenständigen Bericht.

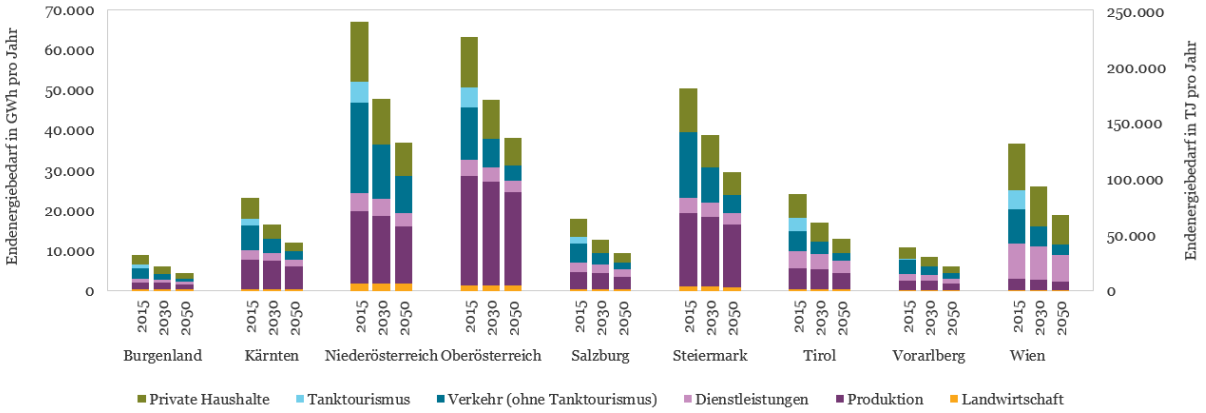

Abbildung 9: Sektoraler Endenergiebedarf der Bundesländer 2015, 2030 & 2050 (Quellen: Statistik Austria 2017a, Veigl 2017 und eigene Berechnungen)

Der Endenergiebedarf im **Burgenland** reduziert sich von 9.021 GWh (32.476 TJ) im Jahr 2015 auf 6.193 GWh (22.295 TJ) 2030 und weiter auf 4.423 GWh (15.923 TJ) 2050. Das Burgenland ist, von Seiten des Endenergiebedarfs betrachtet und im Vergleich zu den anderen Bundesländern, landwirtschaftlich geprägt und nimmt 2015 rund 3 % des österreichischen Endenergiebedarfs ein. Im Vergleich mit dem nationalen Durchschnitt werden im Burgenland überdurchschnittliche Bedarfsreduktionen erzielt: Insgesamt sinkt der Endenergiebedarf um 31 % bzw. 51 % bis 2030 bzw. 2050 (Österreich: minus 27 % bzw. 44 %), was vor allem durch deutliche Einspargewinne im Verkehrssektor ermöglicht wird.

In **Kärnten** sinkt der Endenergiebedarf bis 2030 auf 16.631 GWh (59.873 TJ) und bis 2050 auf 12.158 GWh (43.769 TJ), ausgehend von einem Wert von 23.184 GWh (83.464 TJ) für 2015. Im endenergetisch-sektoralen, österreichweiten Vergleich ist Kärnten sehr ausgeglichen bei einem Anteil von knapp 8 % am österreichischen Endenergiebedarf 2015. Die derzeit hohe Energieintensität in den Sektoren Dienstleistungen und Haushalte wird bis 2050 ausgeglichen, wodurch auch in Kärnten überdurchschnittliche Bedarfsreduktionen verbucht werden. Bis 2030 sinkt der Endenergiebedarf in Kärnten um 28 %, bis 2050 um knapp 48 %, was 1 bis 4 %-Punkte über dem österreichischen Mittel liegt.

Niederösterreich ist 2015 das Bundesland mit dem höchsten Endenergiebedarf von 67.131 GWh (241.671 TJ), welcher sich bis 2030 auf 47.961 GWh (172.659 TJ) und bis 2050 auf 36.954 GWh (133.034 TJ) reduziert. 2015 fallen 22 % des nationalen Endenergiebedarfs auf Niederösterreich und zeigt einen deutlichen Schwerpunkt in der Landwirtschaft und im Verkehrssektor (ohne Tanktourismus). Aufgrund der Siedlungsstrukturen in Nieder-

österreich kann die Bedarfsreduktion beim Verkehr nicht den österreichischen Durchschnitt erreichen, dafür liegen die Einsparungen im Produktionssektor und bei den Haushalten leicht darüber. Insgesamt liegen die Bedarfsreduktionen in Niederösterreich mit minus 29 % bis 2030 und minus 45 % bis 2050 leicht über dem Bundesdurchschnitt.

2015 verfügt **Oberösterreich** über einen Endenergiebedarf von 63.172 GWh (227.420 TJ), der sich bis 2030 auf 47.507 GWh (171.025 TJ) und bis 2050 auf 38.053 GWh (136.991 TJ) reduziert. Somit übernimmt Oberösterreich zukünftig die Rolle des Bundeslandes mit dem höchsten Endenergiebedarf – derzeit mit 21 % Anteil am nationalen Endenergiebedarf noch auf Platz 2 hinter Niederösterreich. Dies liegt darin begründet, dass Oberösterreich stark industriell geprägt ist und im österreichischen Vergleich bereits relativ wenig Energie für die Sektoren Dienstleistungen, Verkehr und Haushalte aufwendet – der Tanktourismus liegt in etwa im Bundesdurchschnitt. Dadurch kann Oberösterreich nur noch geringere Einsparreduktionen als die anderen Bundesländer erzielen: minus 25 % bzw. 40 % bis 2030 bzw. 2050 (Österreich: minus 27 % bzw. 44 %).

Der Endenergiebedarf in **Salzburg** liegt im Jahr 2015 bei 18.020 GWh (64.872 TJ) und reduziert sich bis 2030 auf 12.815 GWh (46.132 TJ) und bis 2050 auf 9.468 GWh (34.086 TJ). Im nationalen Vergleich des Endenergiebedarfs 2015 zeigt Salzburg einen überdurchschnittlichen Tanktourismus und einen leichten Dienstleistungsschwerpunkt (zu Lasten des Produktionssektors) bei einem Anteil von 6 % am gesamten Endenergiebedarf Österreichs. Vor allem die genutzten Einsparpotenziale im Produktionssektor, aber auch bei den Haushalten führen dazu, dass Salzburg seinen Endenergiebedarf bis 2030 um 29 % und bis 2050 um 48 % senken kann und somit 2 bis 4 %-Punkte über dem österreichischen Durchschnitt liegt.

In der **Steiermark** sinkt der Endenergiebedarf auf 38.869 GWh (139.927 TJ) im Jahr 2030 und auf 29.492 GWh (106.172 TJ) bis 2050 – ausgehend von einem derzeitigen Endenergiebedarf von 49.611 GWh (178.599 TJ), rund 16 % des österreichischen Bedarfs. Der Vergleich mit der durchschnittlichen, sektoralen Verteilung des Endenergiebedarfs weist der Steiermark einen deutlichen Schwerpunkt im Produktionssektor aus. Die Analyse des Tanktourismus in Österreich (Anderl et al. 2015 und eigene Berechnungen) zeigt, dass die Steiermark das einzige Bundesland ist, das Kraftstoff im Tank aus dem Ausland importiert[11]. Durch die industrielle Prägung der Steiermark können lediglich geringere Reduktionen des Endenergiebedarfs als der österreichische Durchschnitt erzielt werden, wenngleich im Haushaltssektor deutlich überdurchschnittliche Teilergebnisse eingefahren werden. Insgesamt sinkt der Endenergiebedarf der Steiermark bis 2030 um knapp 22 % und bis 2050 um 41 %.

Tirol weist 2015 einen Endenergiebedarf von 24.111 GWh (86.798 TJ) auf, welcher 8 % des österreichischen Gesamtbedarfs darstellt. Bis 2030 wird der Endenergiebedarf Tirols auf

[11] Angesichts der Kraftstoffpreisentwicklungen der österreichischen Nachbarstaaten sowie der geographischen Lage und damit der Situation im grenzüberschreitenden Verkehr der Steiermark ein nachvollziehbares Ergebnis.

17.000 GWh (61.199 TJ) und bis 2050 auf 13.006 GWh (46.820 TJ) gesenkt. Der nationale, endenergetische Vergleich zeigt, dass Tirol einen hohen Anteil am Tanktourismus und Dienstleistungssektor innehat. Überdurchschnittliche Bedarfsreduktionen können bis 2050 im Bereich der produzierenden Industrie erzielt werden, während die privaten Haushalte geringere Einsparungen als der österreichische Durchschnitt aufweisen. Der gesamte Endenergiebedarf Tirols sinkt bis 2030 um 30 %, bis 2050 um 46 % und liegt somit über dem österreichischen Mittel (minus 27 % bzw. 44 %).

In **Vorarlberg** sinkt der Endenergiebedarf ausgehend vom Wert für 2015 von 10.920 GWh (39.311 TJ) auf 8.486 GWh (30.549 TJ) im Jahr 2030 und weiter auf 6.222 GWh (22.398 TJ) im Jahr 2050. Derzeit nimmt Vorarlberg also fast 4 % des österreichischen Endenergiebedarfs ein. Im endenergetisch-sektoralen, österreichweiten Vergleich ist Vorarlberg durch seinen Dienstleistungssektor und einen geringen Tanktourismus geprägt. Deutliche, überdurchschnittliche Bedarfsreduktionen bis 2050 werden im Produktionssektor und bei den privaten Haushalten erzielt. Insgesamt sinkt der Endenergiebedarf in Vorarlberg von 2015 bis 2030 um 22 % und bis 2050 um 43 %, somit 1 bis 5 %-Punkte weniger als der österreichische Durchschnitt.

Wien hatte 2015 einen Endenergiebedarf von 36.792 GWh (132.452 TJ). Dieser wird bis 2030 auf 25.999 GWh (93.596 TJ) und bis 2050 auf 18.837 GWh (67.813 TJ) gesenkt. Derzeit hat Wien einen Anteil von gut 12 % am nationalen Endenergiebedarf. Von Seiten des endenergetischen Vergleichs der Bundesländer weist Wien einen besonders hohen Dienstleistungs- und Tanktourismusanteil[12] auf, während die Sektoren Landwirtschaft und Produktion deutlich kleiner als der Bundesdurchschnitt sind. Aufgrund der Industriestruktur Wiens können überdurchschnittliche Einsparpotenziale im Produktionssektor gehoben werden. Aufgrund der Siedlungsstruktur wird Wien im Verkehrssektor ein ambitionierterer, relativer Reduktionspfad zugesprochen. Insgesamt sinkt der Endenergiebedarf in Wien um 29 % bzw. 49 % bis 2030 bzw. 2050 und liegt damit über dem österreichweiten Durchschnitt.

Abschließend soll angemerkt sein, dass „überdurchschnittliche Bedarfsreduktionen“ auch als ein hoher Nachholbedarf den anderen Bundesländern gegenüber interpretiert werden können. Im Gegenzug bedeuten relative Reduktionspfade unterhalb des Bundesdurchschnitts, dass das jeweilige Bundesland in diesem Sektor bereits besser als ein fiktives Durchschnittsbundesland mit Energie haushält.

[12] Auch durch die methodisch bedingte „Headquarterproblematik“ (vgl. Anderl et al. 2015, Seite 144)

5.3. EXKURS: SPEZIFISCHER ENDENERGIEBEDARF DER PRIVATEN HAUSHALTE

Exemplarisch soll am Beispiel des Sektors der privaten Haushalte aufgezeigt werden, wie die Angleichung des sektoralen, spezifischen Endenergiebedarfs[13] der einzelnen Bundesländer erfolgt ist. Sinngemäß treffen die Aussagen auch auf die Sektoren Verkehr (ohne Tanktourismus) und Dienstleistungen zu – im Dienstleistungssektor als Energieintensität mit der Wertschöpfung als Bezugsgröße. Eine Angleichung des spezifischen Endenergiebedarfs ist notwendig, um den aktuellen Stand der einzelnen Bundesländer hinsichtlich eines unterstellten, energieoptimierten Zielwertes realitätsnahe zu berücksichtigen. In einfacheren Worten: Bis 2050 wird der Pro-Kopf-Endenergiebedarf in den Bundesländern (außer Wien) in etwa gleich hoch sein, da sich durch eine energieoptimierte Raumplanung, effiziente Gebäudetechnologien und flächendeckende, öffentliche Verkehrsanbindung die geographischen Unterschiede relativieren. Maßnahmen, die diese Aspekte aufgreifen, sind in den Bundesländern derzeit unterschiedlich weitreichend umgesetzt. Um diese Unterschiede in der „Startposition" auszugleichen, erfolgte die beschriebene Angleichung des Pro-Kopf-Endenergiebedarfs.

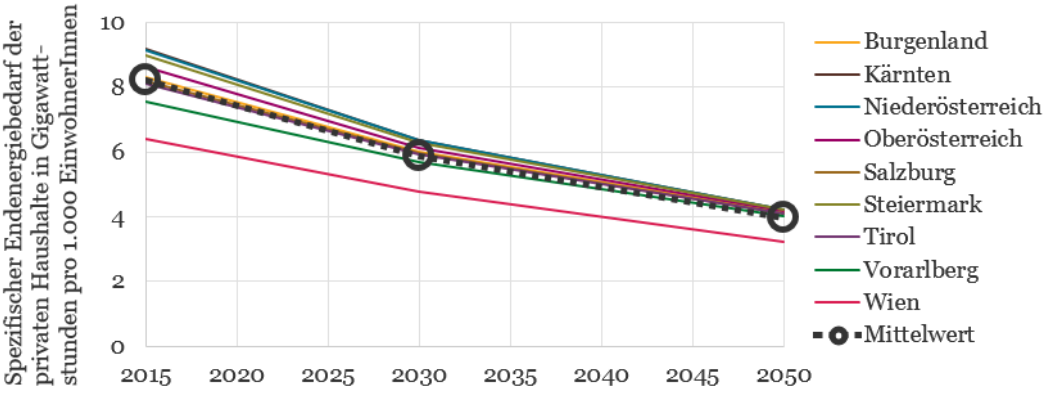

Abbildung 10: Annahmen für das Szenario bezüglich des spezifischen Endenergiebedarfs der privaten Haushalte 2015, 2030 & 2050 (Quellen: Statistik Austria 2017a, Veigl 2017 und eigene Berechnungen)

Für die privaten Haushalte wurde die Anzahl der EinwohnerInnen als Bezugsgröße gewählt. Aufgrund der Siedlungsstruktur und allgemein der räumlichen Ausdehnung nimmt Wien im Hinblick auf die Energieeffizienz in den betrachteten Sektoren eine Sonderstellung ein. Somit

[13] Üblicherweise wird unter Energieintensität der Energiebedarf bezogen auf die Bruttowertschöpfung bzw. das Bruttoinlandsprodukt verstanden. Um eine Verwechslung der Bezugsgröße zu vermeiden, wurde in der gegenständlichen Studie deswegen der etwas sperrigere Begriff des spezifischen Endenergiebedarfs (bezogen auf die Bevölkerungszahl) verwendet.

wurde das zweit-effizienteste Bundesland als Benchmark[14] für die weiteren Bundesländer herangezogen.

Bis 2030 wurde unterstellt, dass sich der spezifische Endenergiebedarf vor allem zwischen den Bundesländern (außer Wien) angleicht. Von 2030 bis 2050 erfolgt eine Angleichung aller Bundesländer mit Wien, wobei Wien mit Abstand den geringsten Wert aufweist. Für den Sektor der privaten Haushalte beträgt der nach der Anzahl der EinwohnerInnen gewichtete Mittelwert für Österreich (inkl. Wien) derzeit 8,2 GWh (30 TJ) pro 1.000 EinwohnerInnen. Dieser Wert sinkt bis 2030 um 29 %, bis 2050 um 52 %. Wien liegt 2015 noch 22 % unter diesem Mittelwert, 2030 nur noch 19 % und 2050 gleicht sich diese Spanne bis auf 18 % an.

5.4. EXKURS: TANKTOURISMUS IN ÖSTERREICH

Wie bereits oben erwähnt, nimmt der preisbedingte Kraftstoffexport im Fahrzeugtank (Tanktourismus) einen darstellbaren Anteil im Endenergiebedarf der österreichischen Bundesländer ein. Lediglich die Steiermark importiert Kraftstoff im Fahrzeugtank. Durch Ergänzung des „Second Estimate“ der „Bundesländer Luftschadstoff-Inventur 1990-2013“ (Anderl et al. 2015) um eine Umwertung (eigene Berechnung) in den Endenergiebedarf, lässt sich abschätzen, dass 2015 rund 22,9 TWh (82 PJ) Kraftstoff im Tank exportiert wurden. Dem gegenüber stehen 0,9 TWh (3 PJ) „Tankimport“. Somit verbleibt ein Saldo von 21,9 TWh (79 PJ) Tanktourismus in Österreich.

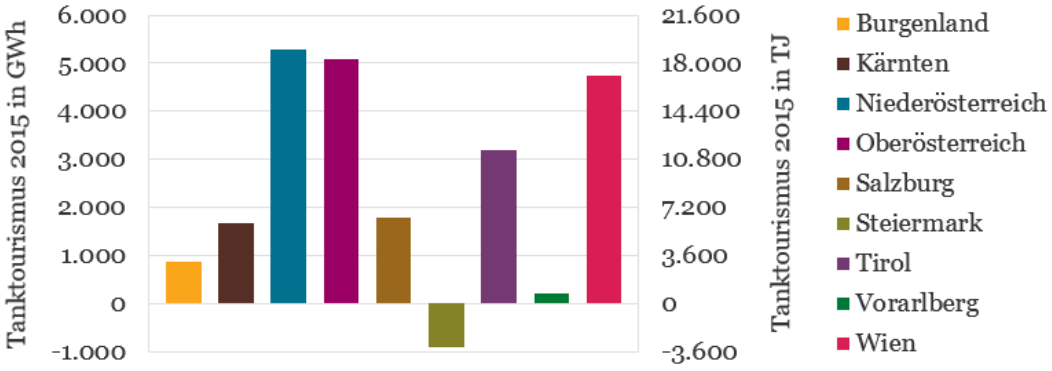

Abbildung 11: Abschätzung des Tanktourismus in Österreich 2015 (Quellen: Anderl et al. 2015 und eigene Berechnungen)

[14] Im Falle der privaten Haushalte wurde ein Gesamtvergleich der durchschnittlichen Wohnfläche pro EinwohnerIn (Statistik Austria 2016c) und Wohngebäudearten (Statistik Austria 2013) der resultierenden Energieintensität gegenübergestellt. Dieser Vergleich erbrachte keine eindeutigen und für die Bundesländer (außer Wien) klar nachvollziehbaren Korrelationen. Dadurch wurde die Auswahl eines Bundeslandes als Benchmark für alle anderen (außer Wien) als hinreichend aussagekräftig angenommen.

Besonders „betroffen“ sind die Bundesländer Niederösterreich, Oberösterreich und Tirol. Wien wird – methodisch bedingt – aufgrund der „Headquarterproblematik[15]“ überproportional groß in dieser Abschätzung dargestellt. Zur Abschätzung des Anteils des Tanktourismus wird der Kraftstoffabsatz mit einem Berechnungsmodell zur Darstellung der tatsächlichen Fahrleistung verglichen. Da zahlreiche Großabnehmer ihre Firmenzentrale (und damit die Rechnungsadresse) in Wien haben, wird deren Kraftstoffbezug Wien zugerechnet, wobei der Kraftstoff in anderen Bundesländern getankt und auch verfahren wird. Das fahrleistungsbasierte Modell berücksichtigt allerdings diesen Unterschied, wodurch bei der Differenzbildung – also dem Herausrechnen des Anteils des Tanktourismus – ein methodisch bedingter Fehler entsteht, der als „Headquarterproblematik“ bezeichnet wird. Da allerdings Daten, die eine noch bessere Treffsicherheit gewährleisten würden, nicht verfügbar sind, wird diese Methode momentan zur Bestimmung des Anteils des Tanktourismus verwendet.

Der bis 2030 unterstellte Rückgang des Tanktourismus auf ein vernachlässigbares Niveau führt alleine zu einer Reduktion des Endenergiebedarfs von 7 %, bezogen auf das Jahr 2015.

[15] vgl. Anderl et al. 2015, Seite 32

6. NATURVERTRÄGLICHE WASSERKRAFT

Der „WWF-Ökomasterplan Stufe III“ (WWF 2014) liefert weitere Grundlagen für die ökologisch verträgliche, strategische Entwicklung des österreichischen Wasserkraftausbaues. Nach Einschätzung des WWF reichen die bislang aufgelegten bzw. verabschiedeten Kriterienkataloge und Leitlinien nicht aus, um die sensiblen Gewässer Österreichs angemessen zu schützen. Bereits erste Analysen im Jahre 2009 zeigten, dass die Kraftwerksvorhaben ohne strategisches Gesamtkonzept entwickelt wurden. Die Kriterienkataloge geben somit hauptsächlich Hinweise und Entscheidungshilfen im konkreten Fall der Bewertung einzelner Kraftwerksprojekte. Vor allem im Bereich der Ökologie fehlen eine gesamthafte Betrachtung und eine klare nationale Ausbaustrategie. Die vorliegenden Leitlinien und Kriterienkataloge geben nämlich nur Aufschluss darüber, welche Kriterien grundsätzlich wichtig sind, eine aus ökologischer und energiepolitischer Sicht optimierte Ausbaustrategie lässt sich nicht ableiten.

Damit entsteht eine Situation, in der einerseits eine Vielzahl von Kraftwerksprojekten ökologisch unvertretbaren Schaden anrichten würde, andererseits ist aber auch nicht erkennbar, ob und welche Projekte für die energiepolitischen Ziele notwendig sind.

Im „WWF-Ökomasterplan Stufe III“ (WWF 2014), der auf jahrelangen Vorarbeiten aufbaut sowie eine sachliche und fundierte Aufbereitung des Wasserkraft-Ausbaupotenzials in Österreich bietet, wurden die Fließgewässer Österreichs nach ökologischen und energiewirtschaftlichen Kriterien bewertet, daraus Szenarien für den noch möglichen Wasserkraft-Ausbau abgeleitet und Handlungsempfehlungen formuliert. Ein Abriss der Inhalte des WWF-Ökomasterplans wird im Folgenden wiedergegeben.

6.1. ÖKOLOGISCHE BEWERTUNGEN

Für die ökologischen Bewertungen im „WWF-Ökomasterplan Stufe III“ (WWF 2014) wurden insgesamt 50 Einzelkriterien in Betracht gezogen, diese auf Redundanz und eine flächendeckende Datenverfügbarkeit überprüft und im Zuge dessen auf 39 Bewertungskriterien reduziert. Die erarbeiteten Bewertungskriterien basieren vorwiegend auf dem Österreichischen Wasserkatalog[16], welcher um die Erkenntnisse aus dem „WWF-Ökomasterplan Stufe II“ (WWF 2010) ergänzt wurde.

[16] „Österreichischer Wasserkatalog, Wasser schützen – Wasser nutzen. Kriterien zur Beurteilung einer nachhaltigen Wasserkraftnutzung (BMLFUW-UW.4.1.2/0004-I/4/2012)“

Tabelle 1: Erarbeitete Kriterienauswahl des „WWF-Ökomasterplan Stufe III“ (Quelle: WWF 2014, Seite 17)

Gruppe	Einzelkriterium	Basis für Kriterien-auswahl	Daten-herkunft	Aufnahme in Bewertung	Aus-schluss-grund
Ökologischer Zustand	Ökologischer Zustand	ÖWK	NGP 2009	ja	
	Ökologischer Zustand	ÖMP II	ÖMP II	nein	Redundanz
	Seltenheit Ökologischer Zustand	ÖWK	ÖWK	nein	
Hydro-morpho-logischer Zustand	Natürlichkeit Hydromorphologie	ÖWK	ÖWK	ja	
	Hydromorphologischer Zustand	ÖMP II	ÖMP II	nein	Redundanz
Schlüsselhabitate	Gletscherbach	ÖWK	ÖWK	ja	
	Großer Fluss	ÖWK	ÖWK	ja	
	Seeausrinn	ÖWK	ÖWK	ja	
	Seltenheit Allgemeine Typen	ÖWK	ÖWK	ja	
	Typspezifische Ausprägungen	ÖWK	ÖWK	ja	
	Zubringer Epirhithral	ÖWK	ÖWK	ja	
	Zubringer Metarhitral	ÖWK	ÖWK	ja	
	Zubringer Laichhabitate	ÖWK	NEU	ja	
	Laichhabitate Seeforelle	ÖWK	NEU	ja	

Gruppe	Einzelkriterium	Basis für Kriterien-auswahl	Daten-herkunft	Aufnahme in Bewertung	Aus-schluss-grund
Schlüsselarten	Dohlenkrebs	ÖWK	NEU	ja	
	Flussperlmuschel	ÖWK	NEU	ja	
	Tamariske	ÖWK	NEU	ja	
	Karausche	ÖWK	NEU	ja	
	Moderlieschen	ÖWK	NEU	ja	
	Nerfling	ÖWK	NEU	ja	
	Renke	ÖWK	NEU	ja	
	Wolgazander	ÖWK	NEU	ja	
	Nase	ÖWK	NEU	ja	
	Äsche	ÖWK	NEU	ja	
	Huchen	ÖWK	NEU	ja	
Schlüsselarten	Steinkrebs	ÖWK	-	nein	keine flächendeckenden oder homogen erhobenen Daten verfügbar
	Bachmuschel	ÖWK	-	nein	
	Große Moosjungfer	ÖWK	-	nein	
	Helm-Azurjungfer	ÖWK	-	nein	
	Sibirische Azurjungfer	ÖWK	-	nein	
	Grüne Flussjungfer	ÖWK	-	nein	
	Vogel-Azurjungfer	ÖWK	-	nein	
	Quell-Azurjungfer	ÖWK	-	nein	
Auen	Wichtige Auenlandschaft	ÖWK	UBA (NEU)	ja	

Gruppe	Einzelkriterium	Basis für Kriterien-auswahl	Daten-herkunft	Aufnahme in Bewertung	Aus-schluss-grund
Rechtlich gesicherte Schutzgebiete	Wildnisgebiet	ÖMP II	ÖMP II (NEU)	ja	
	Nationalpark	ÖMP II	ÖMP II (NEU)	ja	
	Sonderschutzgebiet	ÖMP II	ÖMP II (NEU)	ja	
Sonstige Schutzgebiete	Natura 2000	ÖMP II	ÖMP II (NEU)	ja	
	Natura 2000 WRRL-relevant	ÖMP II	ÖMP II (NEU)	ja	
	RAMSAR	ÖMP II	ÖMP II (NEU)	ja	
	Landschaftsschutzgebiet	ÖMP II	ÖMP II (NEU)	ja	
	Naturdenkmal	ÖMP II	ÖMP II (NEU)	ja	
Sonstige Schutzgebiete	Naturschutzgebiet	ÖMP II	ÖMP II (NEU)	ja	
	Ruhegebiet	ÖMP II	ÖMP II (NEU)	ja	
	Andere nationale Schutzgebiete	ÖMP II	ÖMP II (NEU)	ja	
	Flussheiligtum	NEU	WWF (NEU)	ja	
Freie Fließstrecke / Migrationskorridor	Freie Fließstrecke	ÖMP II	ÖMP II	ja	
	Seltenheit Freie Fließstrecke S	ÖWK	ÖWK	ja	
	Seltenheit Freie Fließstrecke M/L	ÖWK	ÖWK	ja	
	Migrationskorridor	ÖWK	ÖWK	ja	

Für jedes Kriterium wurde eine aussagekräftige Bewertungsskala festgelegt und anhand der verfügbaren Datenlage durch das Institut für Hydrobiologie und Gewässermanagement der Universität für Bodenkultur Wien bewertet.

6.2. ENERGIEWIRTSCHAFTLICHE BEWERTUNGEN

Die energiewirtschaftlichen Bewertungen erfolgten durch e3consult in Anlehnung an den Österreichischen Wasserkatalog nach den Kriterien:

- Wirtschaftlichkeit (spezifische Investitionskosten),
- Versorgungssicherheit (Regelarbeitsvermögen),
- Versorgungsqualität (Erzeugungscharakteristik, Engpassleistung, Speicherinhalt und Speicherdauer) sowie
- Klimaschutz (Vermeidung von Treibhausgas-Emissionen).

Für die Bewertungen wurde auf öffentlich verfügbare Daten zurückgegriffen, um die Transparenz und Nachvollziehbarkeit sicherzustellen. Darüber hinaus wurde die dreistufige Bewertungsskala des Wasserkatalogs (gering-mittel-hoch) auf eine sechsstufige Skala erweitert, um eine bessere Aussagekraft der Ergebnisse zu erzielen.

6.3. SZENARIO „WWF-ENERGIEWENDE“

Anhand der Bewertungsergebnisse wurden insgesamt sechs Szenarien entwickelt, die vor allem einen unterschiedlich ambitionierten Gewässerschutz abbilden. Bewertet wurden 102 recherchierte Kraftwerksvorhaben in Österreich anhand der dazu öffentlich zugänglichen Daten.

Für das Szenario „WWF-Energiewende“ sind nach ökologischen Gesichtspunkten 50 Vorhaben auszuschließen, wovon 23 auch nach energiewirtschaftlichen Aspekten nicht interessant bzw. relevant sind. Alle untersuchten Vorhaben zusammen haben ein Regelarbeitsvermögen von 4.304 GWh (15.495 TJ), wovon 498 GWh (1.794 TJ) alleine nach energiewirtschaftlichen Aspekten auszuschließen sind. Somit verbleibt ein wirtschaftlich attraktives Ausbaupotenzial von 3.806 GWh (13.701 TJ) für Österreich, welches sich nach ökologischen Gesichtspunkten auf 2.013 GWh (7.247 TJ) reduziert (in etwa zur Hälfte aus Revitalisierung und neuem Zubau).

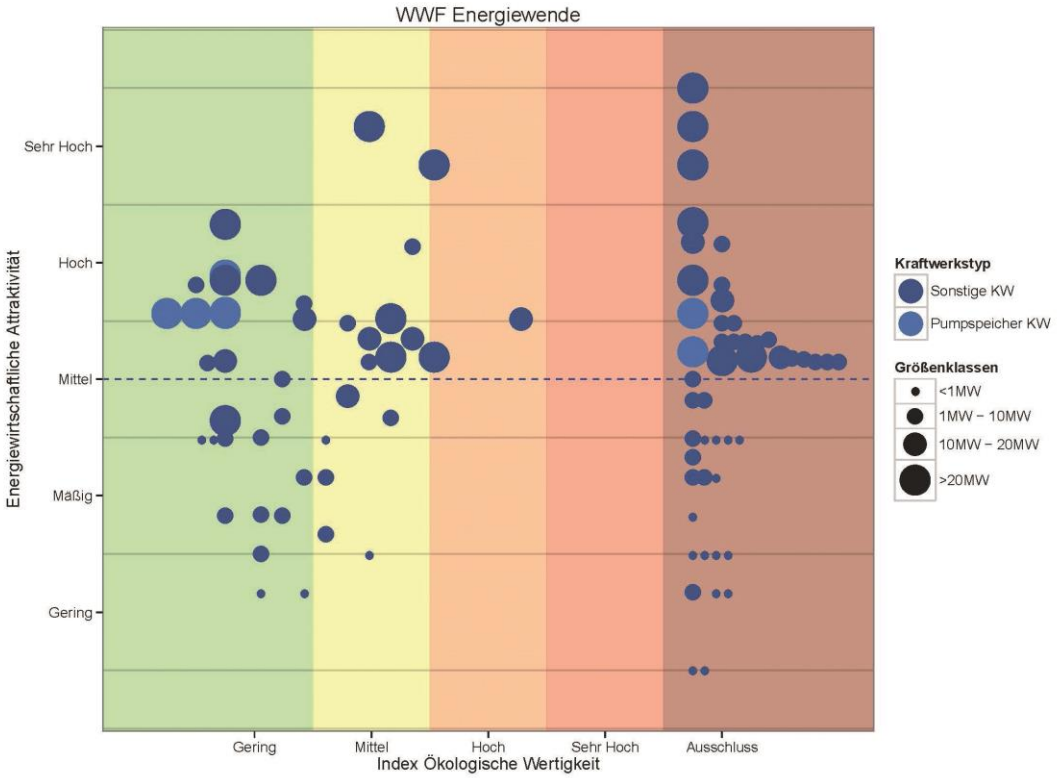

Abbildung 12: Bewertungsergebnisse der 102 Wasserkraftwerksvorhaben (Quelle: WWF 2014)

Die Gegenüberstellung der Bewertungsergebnisse in der obigen Abbildung zeigt sehr gut auf, dass weder die Kraftwerksgröße noch der Kraftwerkstyp (Laufkraftwerk oder Pumpspeicher) eindeutig zu einem Ausschluss im entwickelten Szenario führen. Lediglich Kleinstwasserkraftwerke erhielten aufgrund ihrer geringen Relevanz aus energiewirtschaftlicher Sicht (Y-Achse) eine geringe Bewertung. Aus ökologischer Sicht (X-Achse) finden sich sowohl im Ausschluss als auch im ökologisch vertretbaren Bereich Kleinstwasserkraftwerke.

Die detaillierte Untersuchung der österreichischen Fließgewässer und die Ergebnisse der umfassenden Bewertung wurden auch (geo)grafisch aufbereitet, um einen Überblick über die resultierenden Ausschlussstrecken zu bieten.

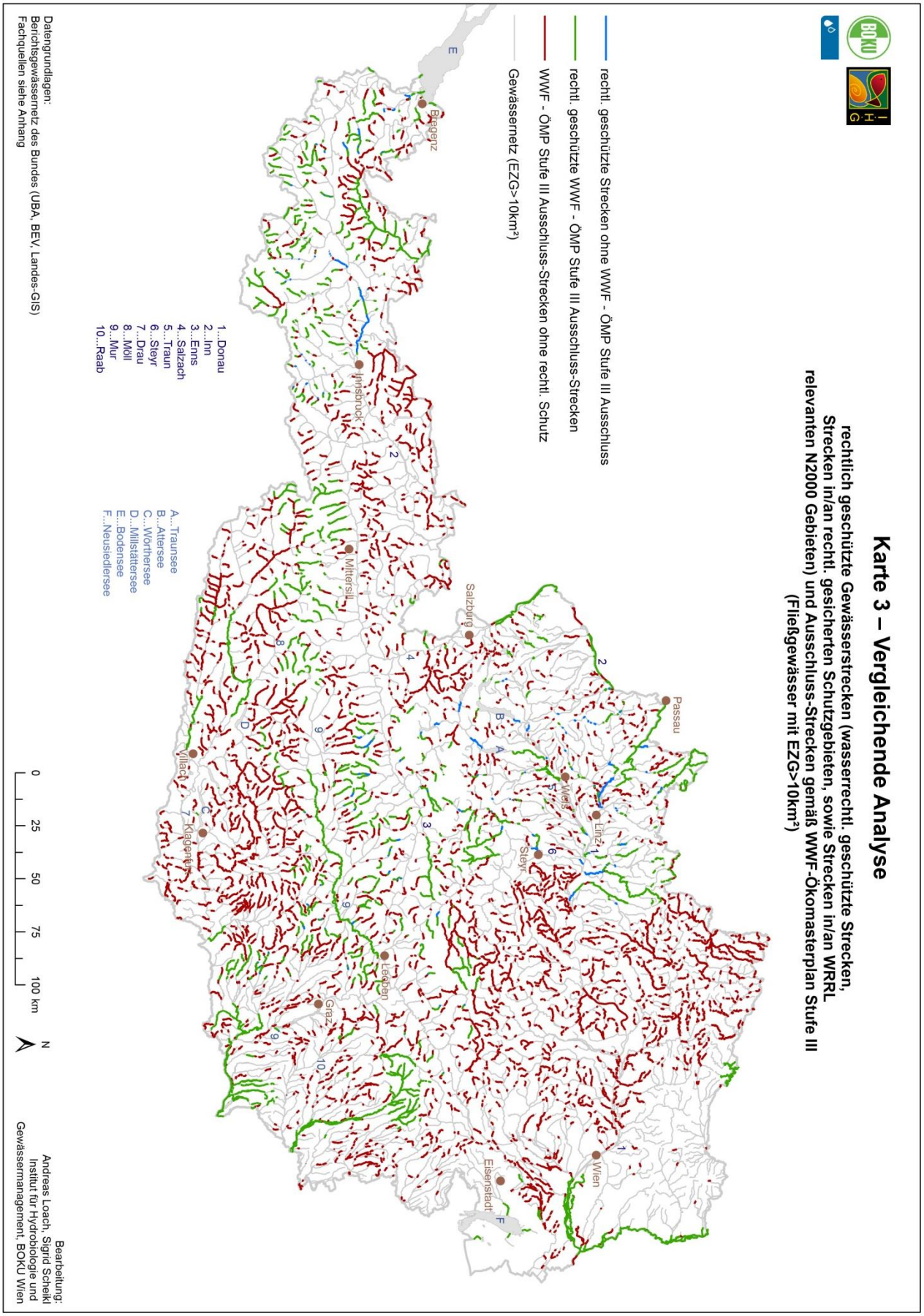

Abbildung 13: Ausschlussgebiete an österreichischen Fließgewässern (Quelle: WWF 2014)

6.4. HANDLUNGSEMPFEHLUNGEN

Basierend auf den detaillierten Ergebnissen des WWF-Ökomasterplans wurden acht Handlungsempfehlungen[17] formuliert, die sich wie folgt zusammenfassen lassen:

Naturverträgliche Gesamtstrategie zum bislang unkoordinierten Wasserkraft-Ausbau in Österreich entwickeln

Die Hauptmotivation für die Errichtung von neuen Wasserkraftwerken entspringt überwiegend privaten und / oder unternehmerischen Interessen. Öffentliche Interessen wie der Klimaschutz oder die Energiewende spielen dabei oft keine fundamentale Rolle, sondern werden zumeist nur als Rechtfertigungshilfe vorgeschoben. Es mangelt an einer nationalen Gesamtstrategie, die auch ökologische und soziale Aspekte berücksichtigt.

Österreichs Wasserkraft-Ausbauziele auf ein realistisches, für die Energiewende und den Gewässerschutz sinnvolles Maß, reduzieren

Die Realisierung des hohen Ausbauzieles der österreichischen Energiestrategie ist technisch bis 2020 als Zielhorizont gar nicht im vollen Umfang möglich. Außerdem ergeben sich Zielkonflikte, da die verpflichtende Vermeidung einer Verschlechterung des Gewässerzustandes und damit die Umsetzung der EU-Wasserrahmenrichtlinie nicht ausreichend berücksichtigt wird.

Eine transparente und vollständige Datenbank von aktuellen Wasserkraft-Ausbauvorhaben und deren ökologischen Auswirkungen schaffen

Es fehlt an einer zentralen und öffentlich zugänglichen Datenbank mit allen geplanten Kraftwerksvorhaben in Österreich. Zumindest die Kriterien des Wasserkataloges sollten dort transparent und einheitlich erfasst werden. Darüber hinaus konnten Datendefizite bei ökologischen Aspekten identifiziert werden, z.B. fehlen Informationen zu Schutzgütern (Arten und Lebensräume).

Strategische Planung nach dem Vorbild des WWF-Ökomasterplans flächendeckend umsetzen

Mit dem „WWF-Ökomasterplan Stufe III“ wurde belegt, dass eine strategische Planung möglich ist, die sowohl ökologische als auch energiewirtschaftliche Aspekte berücksichtigt. Damit liegt ein detaillierter strategischer Plan vor, wo und wie weit die Wasserkraft in Österreich noch ausgebaut werden kann.

[17] vgl. WWF 2014, Seite 82ff

Ökologische Grenzen des Wasserkraft-Ausbaus akzeptieren und die Schutzwürdigkeit von Flussjuwelen respektieren

Rund die Hälfte der Wasserkraft-Vorhaben in realistischen Ausbauszenarien könnten nur mit Ausnahmegenehmigungen umgesetzt werden[18], da Konflikte mit europäischen und nationalen Schutzgesetzen vorprogrammiert sind. Das Szenario „WWF-Energiewende" sieht ein ökologisch vertretbares Wasserkraft-Ausbaupotenzial von 2 TWh (7 PJ) für Österreich.

Energiewirtschaftliche Grenzen des Wasserkraft-Ausbaus akzeptieren und das geänderte Marktumfeld der Wasserkraft beachten

In allen Szenarien zeigt sich, dass die Hälfte der bestehenden Kraftwerksvorhaben energiewirtschaftlich nicht relevant ist, da diese entweder nur für die Versorgung eines Kleinverbrauchers Verwendung finden können und / oder bei weitem nicht profitabel betrieben werden können. Potenzial ergibt sich durchaus bei der Sanierung bestehender Anlagen, im Zuge deren der Stand der Technik hergestellt wird, der oft Leistungssteigerungen ermöglicht.

Förderungen für Kraftwerksbau braucht Kriterien von Naturverträglichkeit

Um Steuergelder für die Energiewende effektiv einzusetzen, braucht es Kriterien für die Wirtschaftlichkeit und die Naturverträglichkeit bei der Vergabe von Fördergeldern. Damit kann sichergestellt werden, dass Steuergelder nicht kontraproduktiv eingesetzt werden, indem sie undifferenziert Erneuerbare Energie fördern und dabei den Zielen des Gewässerschutzes und der Wasserrahmenrichtlinie entgegenwirken.

Es braucht Kriterien für die Naturverträglichkeit von Kraftwerksvorhaben, etwa das Verhältnis von generierter Leistung zu der verschlechterten Gewässerstrecke. Gefördert werden sollen die Kraftwerke, die den größten Beitrag zur Energiewende bringen mit der im Verhältnis geringsten Störung der Gewässerökologie.

Sonderfall Pumpspeicherkraftwerke

Nach den gewählten Bewertungskriterien konnten einige Pumpspeicher-Vorhaben gut abschneiden, was darauf zurückzuführen ist, dass der Landschafts- und Naturverbrauch geringer ist als bei Lauf- oder Speicherkraftwerken. Die kritische Diskussion darüber, welche Herkunft der eingelagerte Strom hat, kann damit aber nicht ersetzt werden.

Die vorliegende Studie „Energiewende und Gewässerschutz" adressiert drei dieser acht Handlungsempfehlungen in direkter Linie, indem ein koordinierter Wasserkraft-Ausbau dargestellt wird, der sowohl technisch machbar als auch rechtlich und ökologisch vertretbar ist. Darüber hinaus ist er am für das gesamte Energiesystem notwendige Maß ausgerichtet und bezieht auch die Ausbaupotenziale anderer erneuerbarer Energien mit ein.

[18] Siehe z.B. WWF und ÖKOBÜRO, 2018: Umsetzung des Verschlechterungsverbots gemäß EU-Wasserrahmenrichtlinie in Österreich im Bereich Wasserkraft

6.5. ENERGIE- UND KLIMAZUKUNFT ÖSTERREICH

Wie auch zahlreiche andere Studien belegt die „Energie- und Klimazukunft Österreich“ (Veigl 2017), dass ein österreichisches Energiesystem mit 100 % erneuerbaren Energien möglich ist. In diesem Szenario wird (gegenüber dem Bezugsjahr 2013) lediglich ein Ausbau von weniger als 2.000 GWh (7.200 TJ) an Wasserkraft benötigt, um den gesamten Energiebedarf Österreichs 2050 abzudecken. Demnach sollte die österreichische Wasserkraft bereits ab 2030 über ein Regelarbeitsvermögen von 43 TWh (155 PJ) verfügen (im Vergleich zu dem Wasserdargebot des Jahres 2014), wobei der Ausbau gleichsam aus Revitalisierung bzw. Repowering und Neubau erzielt wird.

6.6. GRÖSSENORDNUNG DES SCHWANKENDEN WASSERDARGEBOTS

Im Jahr 2015 wurden in Österreich 37 TWh (133 PJ) Wasserkraft als elektrische Energie genutzt. Betrachtet man die letzten zehn Jahre, so schwankt dieser Wert mitunter erheblich – je nach Wasserdargebot, welches abhängig ist von der Niederschlagsmenge im jeweiligen Jahr bzw. Vorjahr. Ohne einen eventuellen Kraftwerksbau zu berücksichtigen, findet sich in diesem Zehn-Jahres-Vergleich (2006 bis 2015) ein Minimum im Jahr 2011 mit 34 TWh (123 PJ) und ein Maximum im Jahr darauf, nämlich 2012, mit 44 TWh (158 PJ). Alleine dadurch ergibt sich eine Spanne in der Größenordnung von 10 TWh (35 PJ), die Jahr für Jahr der Output der Wasserkraft schwankt ohne signifikante Änderungen am Kraftwerksbestand (Statistik Austria 2017b).

6.7. VERGLEICH VON 2050-SZENARIEN

Wie die Energieversorgung Österreichs 2050 tatsächlich aussehen wird, kann aus heutiger Sicht nur vorsichtig prognostiziert – bestenfalls fundiert abgeschätzt – werden. In wissenschaftlichen Studien werden Szenarien ausgearbeitet, welche die Möglichkeiten abbilden, unter welchen Annahmen sich die zukünftige Entwicklung entsprechend darstellt. Die Annahmen eines erstrebenswerten Szenarios können somit gleich als Maßnahmenplan oder als dessen Entwurf verstanden werden.

Darüber hinaus können die einzelnen Szenarien miteinander verglichen werden, um Übereinstimmungen und Unterschiede aufzuzeigen. Um den für eine Energiezukunft Österreich 2050 notwendigen Wasserkraftausbau abschätzen zu können, bieten sich gleich mehrere Szenarien für einen solchen Vergleich an. Im untenstehenden Diagramm sind sechs Szenarien dem Status quo gegenübergestellt. Dargestellt ist der Bruttoinlandsverbrauch durch Wasserkraft und die weiteren erneuerbaren Energien zusammengefasst. Klar ersichtlich ist, dass in keiner Studie ein signifikanter Ausbau der Wasserkraft in Österreich angenommen wurde, während der deutlich unterschiedliche Ausbau der weiteren Erneuerbaren als Indikator dafür gesehen werden kann, dass sich die unterstellten

Annahmen in jeder Studie mitunter stark voneinander unterscheiden. Das heißt, ein massiver Ausbau der Wasserkraft löst in Österreich keine Energieprobleme – der Anteil der Wasserkraft sollte in etwa gleich zum heutigen Stand bleiben. Diese Aussage lässt sich durch den Vergleich unterschiedlichster 2050-Szenarien klar untermauern.

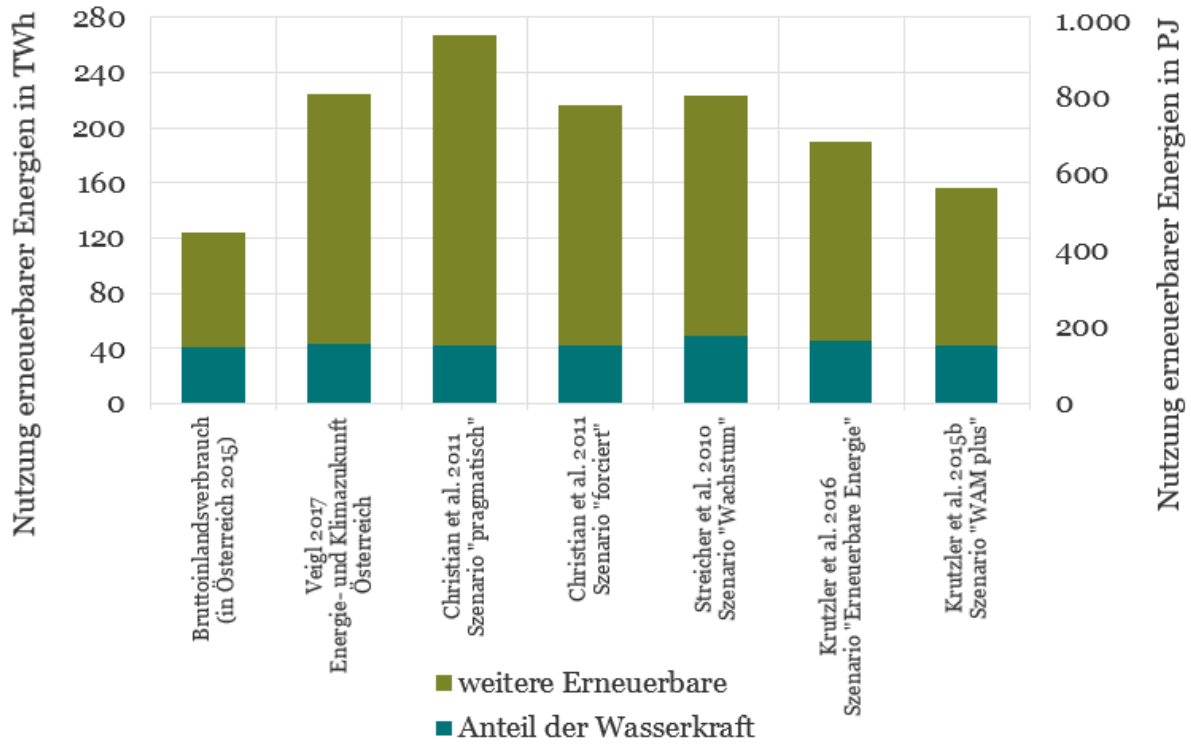

Abbildung 14: Gegenüberstellung von sechs 2050-Szenarien mit der derzeitigen Wasserkraft-Nutzung in Österreich (Quellen: Statistik Austria 2017b und in der Abbildung angegeben)

Die Wasserkraft nimmt im zukünftigen Energiesystem auch auf heutigem Niveau eine wichtige Rolle ein. Der mögliche Wasserkraft-Ausbau ist in Österreich bereits weitestgehend ausgereizt.

7. ENERGIEBEREITSTELLUNG 2030 & 2050

Der österreichische Energiebedarf wird im Szenario der „Energie- und Klimazukunft Österreich“ (Veigl 2017) bis 2050 zu 100 % mit heimischen, erneuerbaren Energien gedeckt. In der gegenständlichen Studie wurden die Ergebnisse der Energiezukunft auf die Bundesländer Österreichs aufgeteilt bzw. übertragen, um das entwickelte Szenario 2030 und 2050 auch auf der Ebene der Bundesländer greifbar zu machen. Darüber hinaus wird aufgezeigt, wie die auszubeutenden Primärenergiequellen geografisch in Österreich verteilt sind, um sicherzustellen, dass diese dort erschlossen werden, wo das auch möglichst naturverträglich und effizient erreichbar ist.

7.1. GEGENÜBERSTELLUNG DER PRIMÄRENERGIEPOTENZIALE

Da in der vorliegenden Studie die Ergebnisse der Energiezukunft auf die Bundesländer Österreichs übertragen wurden, wird in beiden Studien von denselben möglichen Ausbaupotenzialen für erneuerbare Primärenergiequellen ausgegangen.

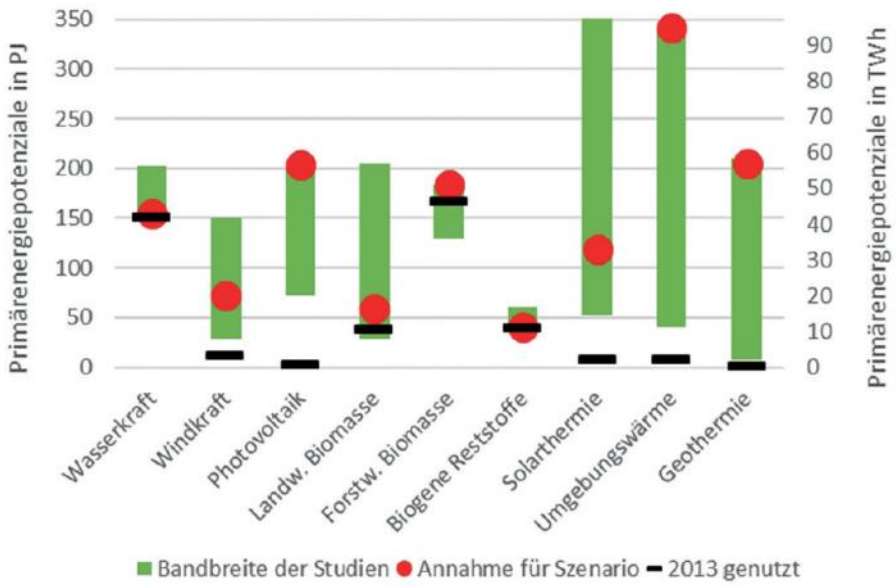

Abbildung 15: Mögliche Ausbaupotenziale von erneuerbaren Primärenergiequellen in Österreich (Quelle: Veigl 2017, Seite 25)

Die dargestellten Potenziale wurden aus „den“ drei 2050-Potenzialstudien für Österreich entnommen (Bliem et al. 2011, Christian et al. 2011 und Streicher et al. 2010) und mit den Ergebnissen des Projekts „REGIO Energy“ (Stanzer et al. 2010) sowie des Bundesforschungszentrums für Wald ergänzt. Diese Spannen an quantifizierten Ausbaupotenzialen wurden herangezogen, um die jeweiligen Ausbaupotenziale für die „Energie- und Klimazukunft

Österreich“ (Veigl 2017) zu bestimmen. Ausgehend von diesen Ausbaupotenzialen wurde die jeweilige Nutzung im Szenario bis 2050 abgeleitet.

Ersichtlich ist ein im Vergleich eher konservativer Ansatz bei der Wasserkraft-Nutzung, der sich durch die im vorangegangenen Kapitel argumentierte ökologische Notwendigkeit ergibt. Das gewählte Wasserkraft-Ausbaupotenzial von 43 TWh (155 PJ) wird im Szenario vollständig genutzt. Für die Windkraft-Nutzung wurde ein Potenzial von 20 TWh (72 PJ) identifiziert, welches für das Szenario vollständig genutzt wird. Das gewählte Angebot an Photovoltaik mit knapp 57 TWh (204 PJ) ist im Vergleich mit den Potenzialstudien eher hoch angesetzt, wird im Szenario selbst bis 2050 aber nur zu 58 % genutzt. Die Potenziale für landwirtschaftliche Biomasse mit knapp 17 TWh (59 PJ) und biogene Reststoffe mit gut 11 TWh (41 PJ) wurden sehr vorsichtig beurteilt, um nicht in Konkurrenz mit der Nahrungs- und Futtermittelproduktion sowie einer konsequenten Abfallvermeidungsstrategie zu treten. Das Potenzial an forstwirtschaftlicher Biomasse wurde mit 51 TWh (183 PJ) eher hoch angesetzt, da angenommen wurde, dass freiwerdende Ackerflächen für die Bewaldung zur Verfügung stehen. Alle drei Biomasse-Potenziale werden im Szenario vollständig genutzt. Für die Solarthermie-Nutzung wurde ein Potenzial von 33 TWh (119 PJ) identifiziert, welches im Szenario zu 70 % genutzt wird. Das Primärenergiepotenzial an Umgebungswärme wurde eher hoch mit 95 TWh (341 PJ) quantifiziert. Von diesem werden im Szenario lediglich 16 % genutzt. Die Abschätzungen für das Geothermie-Potenzial unterliegen einer großen Bandbreite, da auch die Technologien zur Erschließung (v.a. im Bereich der Verstromung) noch nicht vollends kommerziell ausgereift sind. Deswegen wurde im Szenario eine breite Erschließung auch erst ab dem Jahr 2030 angenommen. Das Geothermie-Potenzial wurde mit 57 TWh (205 PJ) beziffert, welches zu knapp 14 % Prozent im Szenario genutzt wird.

Das zukünftige Energiesystem lebt von einem ausgewogenen Mix an erneuerbaren Primärenergiequellen und nicht von der Fokussierung auf wenige Einzeltechnologien.

7.2. GEGENÜBERSTELLUNG DES BEDARFS UND DER AUFBRINGUNG

Um auch Importe von fossilen Energieträgern abbilden zu können, wird in der gegenständlichen Studie der Bruttoinlandsverbrauch für die Aufbringung von Sekundärenergie verwendet. Eine Beschränkung auf die inländische Energieproduktion würde den Rückgang fossiler Energieträger aus der Darstellung ausklammern. Unter der Annahme, dass zukünftig Importe und Exporte von erneuerbaren Energieträgern über ein Bilanzjahr ausgeglichen sind, können die Werte für 2030 und 2050 auch als Inlandsproduktion interpretiert werden, was für fossile Energieträger zu keinem Zeitpunkt zutrifft. Dadurch können die angegebenen Werte zum Bruttoinlandsverbrauch auch als Ausbauziele der einzelnen Bundesländer angesehen werden.

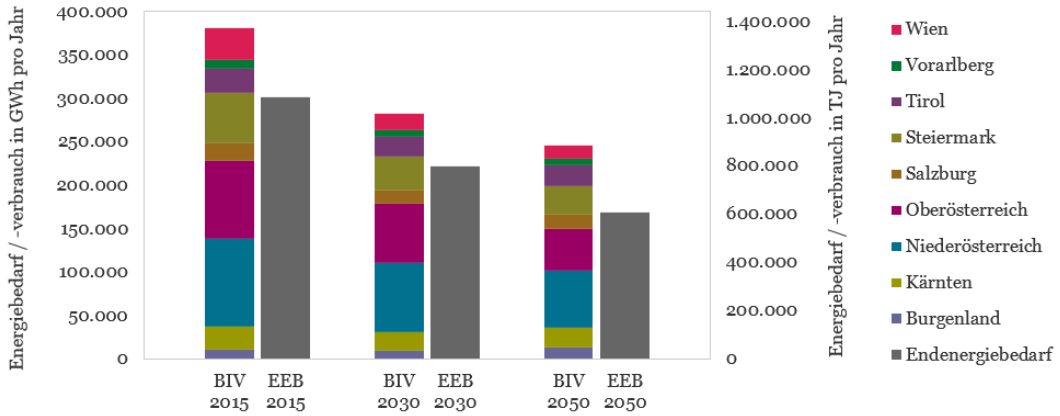

Abbildung 16: Gegenüberstellung des Endenergiebedarfs (EEB) und des Bruttoinlandsverbrauchs (BIV) 2015, 2030 & 2050 (Quellen: Statistik Austria 2017a, Veigl 2017 und eigene Berechnungen)

Bevor in den folgenden Unterkapiteln die Änderungen im österreichischen Energieverbrauch nach Primärenergieträgern im Detail dargestellt werden, soll ein Überblick eine Hauptmotivation der gegenständlichen Studie aufzeigen. Im obigen Diagramm sind der Endenergiebedarf Österreichs und der Bruttoinlandsverbrauch der Bundesländer gegenübergestellt. Betrachtet man zum Beispiel das Burgenland und Wien im Detail, entwickelt sich der Endenergiebedarf (EEB) für beide Bundesländer sehr ähnlich, nämlich minus 51 % bzw. 49 % im Zeitraum von 2015 bis 2050 (siehe Kapitel „5 Endenergiebedarf 2030 und 2050“, Unterkapitel „5.2

Ergebnisse der Bundesländer“). Auf Seiten des Bruttoinlandsverbrauchs (BIV) sind gegenläufige Trends zu erkennen. Während in Wien von 2015 bis 2050 der Bruttoinlandsverbrauch um 59 % sinkt, steigt dieser im Burgenland im gleichen Zeitraum um 20 %. Das heißt, dass das Burgenland Energie in andere Bundesländer exportiert, damit diese ihren Energiebedarf decken können, ohne dadurch die natürlichen Ressourcen in allen Bundesländern zu übernutzen.

Eine naturverträgliche Energiewende braucht koordinierte Gesamt-Ausbauziele und nicht die Energieautarkie der einzelnen Bundesländer.

7.3. MIX DES BRUTTOINLANDSVERBRAUCHS

Der Anteil erneuerbarer Energiequellen nimmt in diesem Szenario im Energiemix Österreichs stetig zu. Während im Jahr 2030 noch 38 % des Bruttoinlandsverbrauchs auf fossilen Energieträgern basieren, beschränkt sich dieser Wert 2050 auf den nicht-energetischen Verbrauch von Erdöl (knapp 9 % des Energieträger-Mix 2050). Die Energieversorgung selbst wird 2050 zu 100 % mit erneuerbaren Energien abgedeckt. Um mit statistischen Daten konsistent zu sein (Sekundärenergieverbrauch im Sinne des Bruttoinlandsverbrauchs) ist auch der nicht-energetische Verbrauch von fossilen Energien dargestellt. Für eine bessere Interpretierbarkeit der Ergebnisse ist der nicht-energetische Verbrauch von biobasierten Energieträgern (land- und forstwirtschaftliche Produkte sowie biogene Reststoffe) nicht abgebildet.

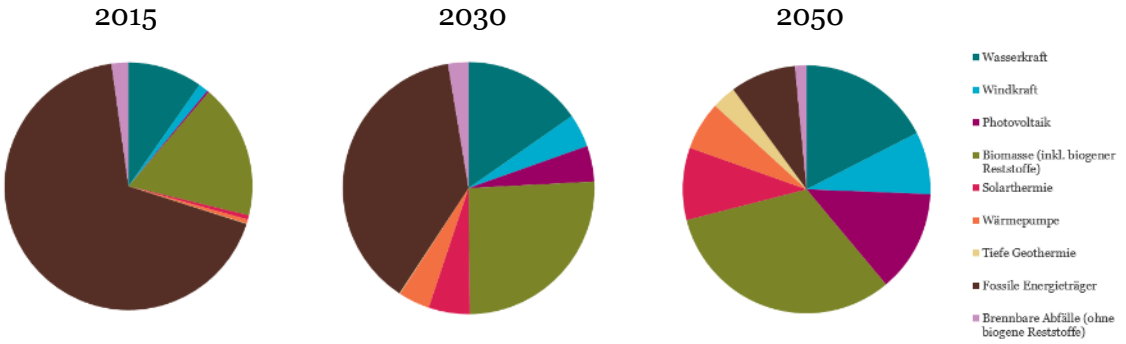

Abbildung 17: Primärenergiequellen des Bruttoinlandsverbrauchs Österreichs 2015, 2030 & 2050 (Quellen: Statistik Austria 2017a, Veigl 2017 und eigene Berechnungen)

Die Wasserkraft nimmt mit dem Ausbau des naturverträglichen Potenzials vor allem anteilig zu, während die steigenden Anteile der Windkraft, Photovoltaik, Solarthermie, Wärmepumpe und Geothermie durch einen deutlichen Ausbau begründet sind. Der gewachsene Anteil der Biomasse (inkl. biogener Reststoffe) wird durch eine vermehrte Nutzung 2050 um 18 % ggü. 2015 verursacht. Brennbare Abfälle (ohne biogene Reststoffe) gehen im selben Zeitraum um 56 % zurück – aufgrund von geringeren Abfallmengen und der vermehrten stofflichen Nutzung.

Für 2050 ergibt sich ein Mix in der Energieaufbringung (exklusive fossiler Energieträger für die nicht-energetische Verwendung) von:

- 19 % Wasserkraft
- 9 % Windkraft
- 15 % Photovoltaik
- 35 % Biomasse (inkl. biogener Reststoffe)
- 10 % Solarthermie
- 7 % Wärmepumpe
- 3 % Tiefe Geothermie
- 2 % Brennbare Abfälle (ohne biogene Reststoffe)

Detailergebnisse zu den einzelnen Primärenergiequellen werden in den folgenden Unterkapiteln präsentiert.

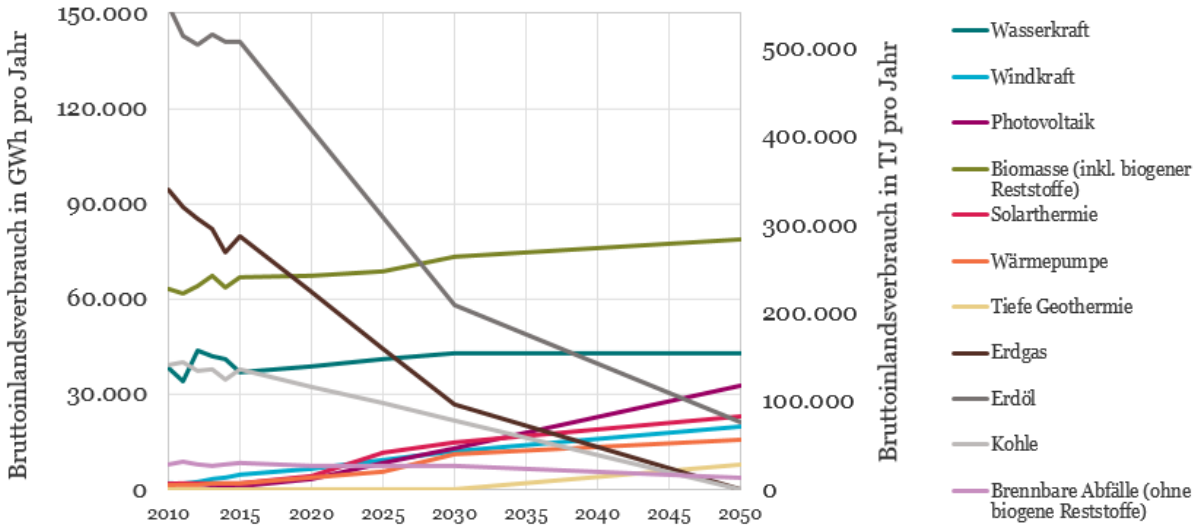

Abbildung 18: Primärenergiequellen des Bruttoinlandsverbrauchs Österreich im zeitlichen Verlauf (Quellen: Statistik Austria 2017a, Veigl 2017 und eigene Berechnungen)

Die obere Abbildung bietet einen Überblick über die Entwicklung der einzelnen Primär-energiequellen über die Zeit hinweg bis 2050. Deutlich ersichtlich ist der Rückgang der fossilen Energien (Erdgas, Erdöl und Kohle). Der 2050 verbleibende Erdöl-Verbrauch begründet sich durch die stoffliche Nutzung in der chemischen und petrochemischen Industrie – nicht für die energetische Verwendung. Die untere Abbildung zeigt den Vergleich der derzeitigen und im Szenario errechneten erneuerbaren Energieproduktion der Bundesländer. Im Detail werden diese in den folgenden Unterkapiteln beschrieben.

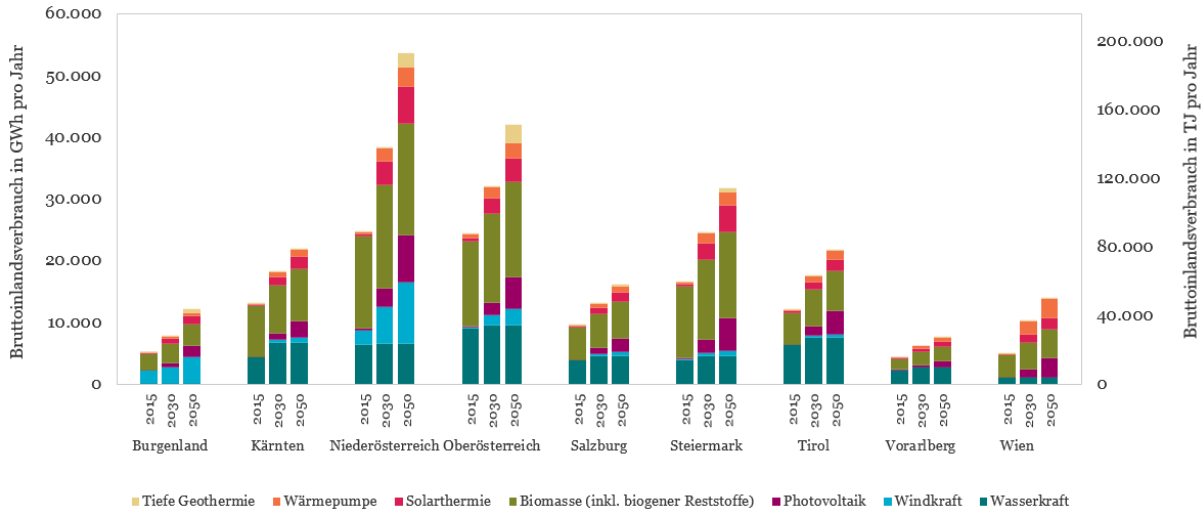

Abbildung 19: Bruttoinlandsverbrauch der Bundesländer ohne fossile Energien 2015, 2030 & 2050 (Quellen: Statistik Austria 2017a, Veigl 2017 und eigene Berechnungen)

Mit einem Ausbau von 2 TWh deckt die Wasserkraft im Jahr 2050 insgesamt 19 % des Energieverbrauchs ab.

7.4. WASSERKRAFT-NUTZUNG

Das bestehende, naturverträglich nutzbare Wasserkraft-Ausbaupotenzial wird bis 2030 durch Revitalisierung von bestehenden Anlagen und ökologisch verträglichen Neubau gehoben. Wichtige Flussjuwele in Österreich bleiben somit erhalten und damit auch die Ziele des Gewässerschutzes beachtet.

Aufgrund des jährlich mitunter stark schwankenden Wasserdargebots (siehe Kapitel „6.6 Grössenordnung des schwankenden Wasserdargebots“) wird der Wasserkraft-Ausbau im WWF-Energieszenario mit den Statistikdaten für das Jahr 2014 verglichen und ist damit auch konsistent mit Ergebnissen des „WWF-Ökomasterplan Stufe III“ (WWF 2014). Die weiteren Primärenergiequellen in den folgenden Unterkapiteln werden den aktuellsten Statistikdaten für 2015 gegenübergestellt.

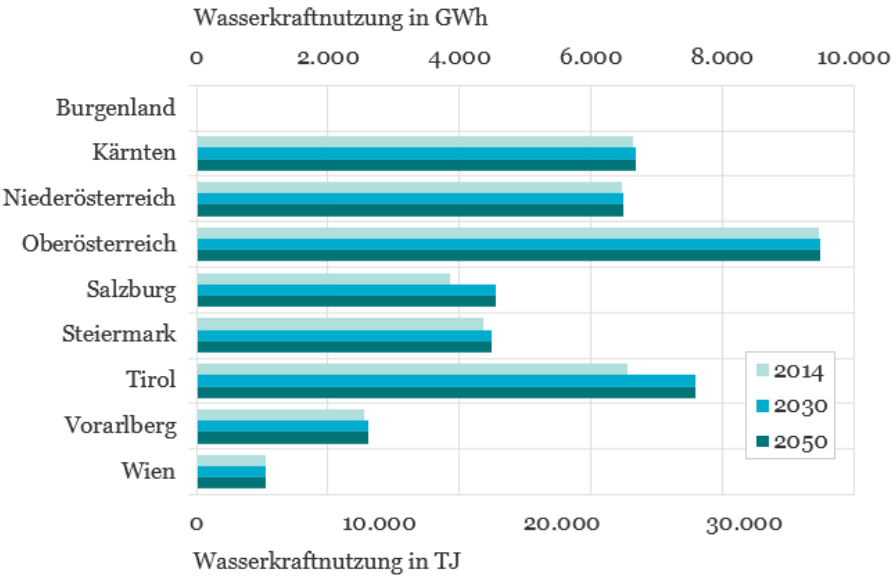

Abbildung 20: Bruttoinlandsverbrauch – Wasserkraft 2014, 2030 & 2050 (Quellen: Statistik Austria 2017a, Veigl 2017 und eigene Berechnungen)

Der Zubau (durch Neubau und Revitalisierung) von insgesamt 1.990 GWh (7.164 TJ) verteilt sich vor allem auf die Bundesländer Tirol mit 1.030 GWh (3.708 TJ) und Salzburg mit 697 GWh (2.509 TJ). Weitere 263 GWh (947 TJ) Regelarbeitsvermögen werden insgesamt in der Steiermark, in Vorarlberg, Kärnten, Oberösterreich und Niederösterreich ausgebaut, wodurch ab 2030 in Österreich 43.000 GWh (154.800 TJ) Wasserkraft genutzt werden[19]. Zwischen 2030 und 2050 erfolgt kein weiterer Wasserkraft-Ausbau.

[19] Bei einem Wasserdargebot das jenem des Jahres 2014 entspricht.

7.5. WINDKRAFT-NUTZUNG

Unter Bedacht des Vogelschutzes und in Symbiose mit größtenteils landwirtschaftlichen Flächen wird die Windkraft-Nutzung zukünftig weiter ausgebaut (zu einem guten Teil auch durch Repowering bestehender Anlagen). Der auf diese Weise erzielte Ausbau beträgt 7.160 GWh (25.775 TJ) bis 2030 und insgesamt 15.160 GWh (54.575 TJ) bis 2050 – etwas mehr als eine Vervierfachung der derzeitigen Windkraft-Nutzung.

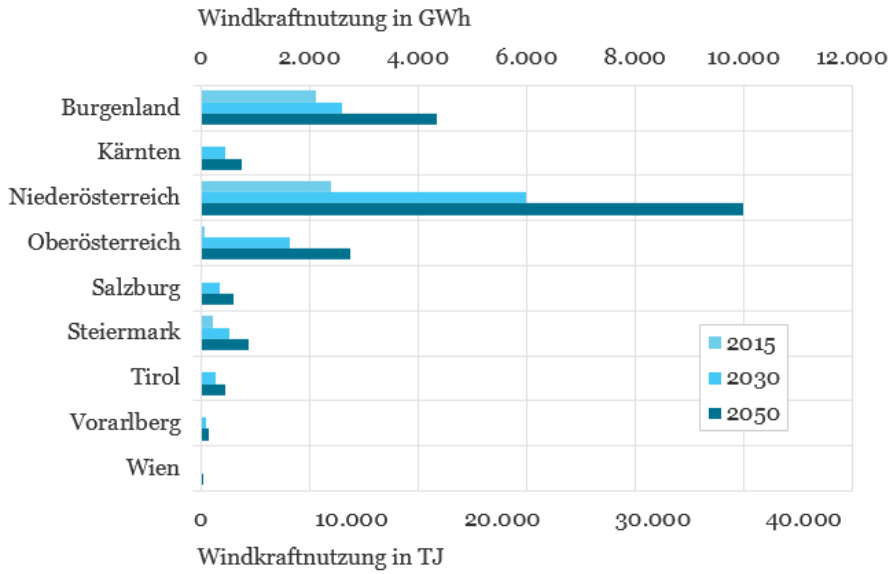

Abbildung 21: Bruttoinlandsverbrauch – Windkraft 2015, 2030 & 2050 (Quellen: Statistik Austria 2017a, Veigl 2017 und eigene Berechnungen)

Der Ausbau erfolgt in allen Bundesländern zu unterschiedlichen Anteilen. Im „windreichen" Niederösterreich werden bis 2050 zu den momentan bestehenden Anlagen weitere 7.595 GWh (27.342 TJ) installiert, in Oberösterreich 2.675 GWh (9.630 TJ) und im Burgenland 2.226 GWh (8.014 TJ). In der Steiermark wird der momentane Windkraft-Bestand durch einen Ausbau um 663 GWh (2.387 TJ) in etwa vervierfacht, in Wien liegt dieser Faktor bei etwa 3,5 (plus 27 GWh bzw. 97 TJ). Auch die restlichen Bundesländer, die ihr Windkraft-Potenzial 2015 noch nicht erschlossen haben, werden bis 2050 Zuwächse verzeichnen: Kärnten 758 GWh (2.729 TJ), Salzburg 601 GWh (2.164 TJ), Tirol 463 GWh (1.667 TJ) und Vorarlberg 152 GWh (547 TJ).

7.6. PHOTOVOLTAIK-NUTZUNG

Der Photovoltaik-Ausbau von insgesamt 31.763 GWh (114.347 TJ) bis 2050 erfolgt durch gebäudeintegrierte Systeme, wodurch Dach- und Fassadenflächen für die Stromproduktion genutzt werden. Freistehende Anlagen bleiben dabei eine Randerscheinung auf landwirtschaftlichen Ödlandflächen und werden nur in Ausnahmefällen gesehen.

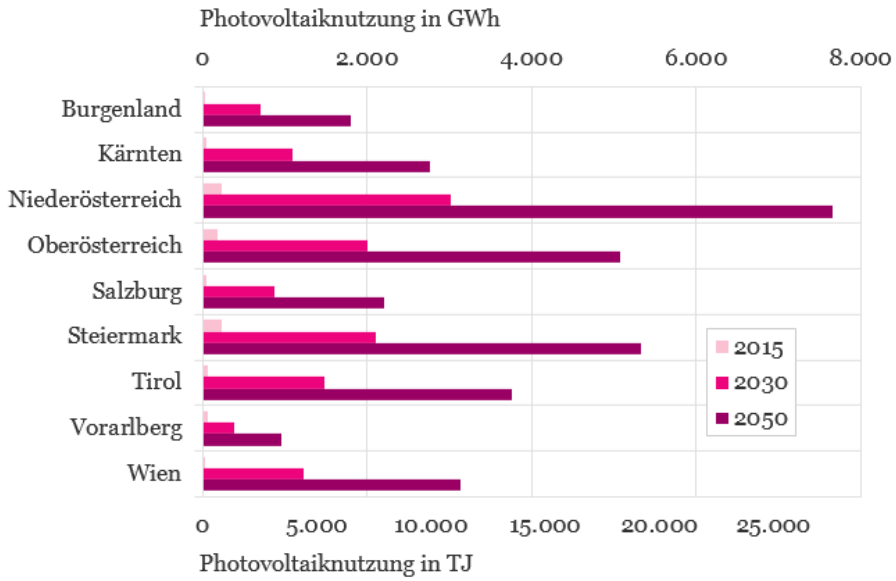

Abbildung 22: Bruttoinlandsverbrauch – Photovoltaik 2015, 2030 & 2050 (Quellen: Statistik Austria 2017a, Veigl 2017 und eigene Berechnungen)

Bis 2050 werden in Niederösterreich 7.410 GWh (26.676 TJ), in Oberösterreich 4.900 GWh (17.640 TJ), in der Steiermark 5.093 GWh (18.335 TJ), in Tirol 3.711 GWh (13.360 TJ), in Wien 3.094 GWh (11.138 TJ), in Kärnten 2.707 GWh (9.745 TJ), in Salzburg 2.163 GWh (7.787 TJ), im Burgenland 1.781 GWh (6.412 TJ) und in Vorarlberg 906 GWh (3.262 TJ) zusätzliche Photovoltaik installiert. Bis 2030 stehen insgesamt 12.900 GWh (46.440 TJ) Photovoltaik-Strom in Österreich zur Verfügung, welcher bis 2050 auf 32.700 GWh (117.720 TJ) anwächst.

7.7. BIOMASSE-NUTZUNG

Die Nutzung von Biomasse in Österreich verteilt sich im Jahr 2050 zu 21 % auf landwirtschaftliche Biomasse, zu 65 % auf forstwirtschaftliche Biomasse und zu 14 % auf biogene Reststoffe. Diese Anteile variieren von Bundesland zu Bundesland, weswegen an dieser Stelle die Ergebnisse zusammengefasst präsentiert werden, um eine übersichtliche Darstellung zu ermöglichen. Der relativ geringe Anteil an landwirtschaftlicher Biomasse vermeidet eine mögliche Konkurrenz mit der Nahrungs- und Futtermittelproduktion. Forstwirtschaftliche Biomasse wird insoweit genutzt, wie dieses dauerhaft und nachhaltig möglich ist. Biogene Reststoffe werden zu einem größtmöglichen Anteil verwertet, wobei die stoffliche Nutzung priorisiert wird.

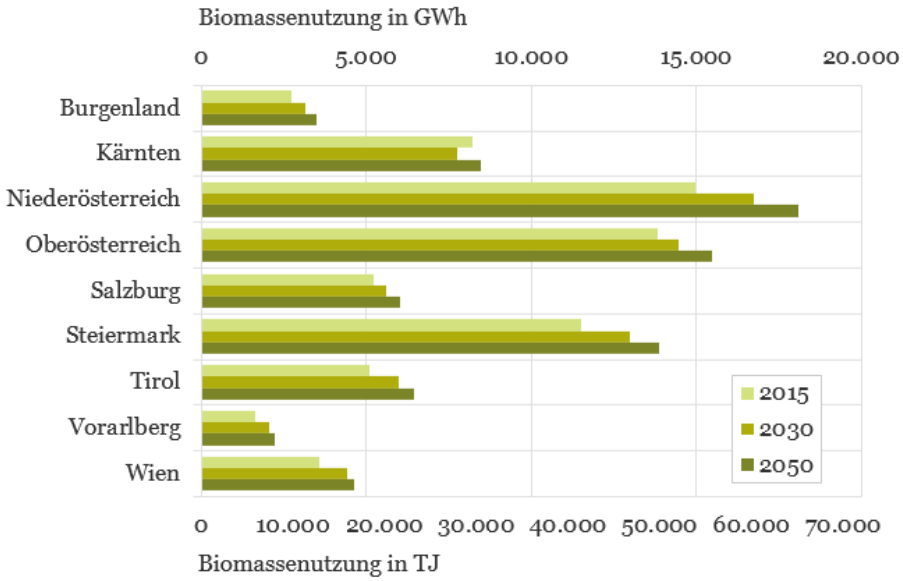

Abbildung 23: Bruttoinlandsverbrauch – Biomasse inkl. biogener Reststoffe 2015, 2030 & 2050 (Quellen: Statistik Austria 2017a, Veigl 2017 und eigene Berechnungen)

Derzeit (2015) umfasst die energetische Biomassenutzung in Österreich 66.910 GWh (240.877 TJ), welche bis 2050 auf 78.836 GWh (283.811 TJ) gesteigert wird (Steigerung um 18 %). Den größten Zuwachs erfährt Niederösterreich mit 3.130 GWh (11.268 TJ), vor allem durch eine vermehrte Nutzung von forstwirtschaftlicher Biomasse. In der Steiermark werden zusätzliche 2.358 GWh (8.489 TJ) lukriert, überwiegend aus der Forstwirtschaft aber auch aus biogenen Reststoffen. In den anderen sieben Bundesländern gemeinsam werden bis 2050 weitere 6.438 GWh (23.177 TJ) an zusätzlicher Biomasse genutzt. Bis 2030 wächst die Biomassenutzung in Österreich auf 73.200 GWh (263.521 TJ) an, bis 2050 auf 78.836 GWh (283.811 TJ).

7.8. SOLARTHERMIE-NUTZUNG

Der Ausbau an Solarthermie stützt sich auf gebäudeintegrierte Systeme, wobei die Abdeckung des lokalen Niedertemperatur-Wärmebedarfs prioritär gegenüber dem Strombedarf (der mittels Photovoltaik abgedeckt werden könnte) beachtet wird. Das heißt, dass geeignete Dach- und Fassadenflächen vorrangig für die solarthermische Nutzung verwendet werden, um den lokalen Wärmebedarf weitestgehend abdecken zu können. Die verbleibenden Dach- und Fassadenflächen werden für die Stromproduktion mittels Photovoltaik verwendet. Beide Ausbaustrategien zeigen somit ein ähnliches Bild, wobei jenes der Solarthermie durch die begrenzten Transportmöglichkeiten und die jahreszeitliche Gegenläufigkeit des Angebotes zum Bedarf der Niedertemperatur-Wärme limitiert ist. Nicht im Detail berücksichtigt sind mögliche Großanlagen zu Bereitstellung von Prozesswärme und zur Unterstützung bzw. für den sommerlichen Betrieb von Nahwärme-Netzen.

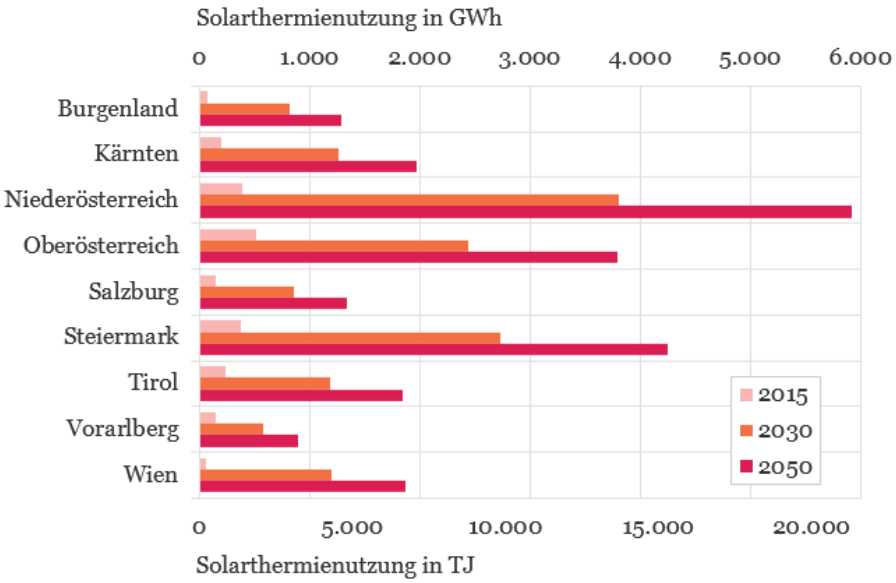

Abbildung 24: Bruttoinlandsverbrauch – Solarthermie 2015, 2030 & 2050 (Quellen: Statistik Austria 2017a, Veigl 2017 und eigene Berechnungen)

Der Ausbau von insgesamt 21.051 GWh (75.784 TJ) an Solarthermie in Österreich bis 2050, verteilt sich vor allem auf die einwohnerstarken Flächen-Bundesländer Niederösterreich mit 5.535 GWh (19.926 TJ), Steiermark mit 3.881 GWh (13.972 TJ) und Oberösterreich mit 3.277 GWh (11.797 TJ) – analog dem hohen, lokalen Wärmebedarf und der nutzbaren Dach- und Fassadenflächen. In Wien werden bis 2050 aufgrund der großvolumigeren Gebäudestruktur 1.818 GWh (6.545 TJ) ausgebaut, dahinter folgen Kärnten mit 1.775 GWh (6.390 TJ), Tirol mit 1.609 GWh (5.792 TJ), Burgenland mit 1.207 GWh (4.345 TJ), Salzburg mit 1.193 GWh (4.295 TJ) und Vorarlberg mit 756 GWh (2.722 TJ). Bis 2030 werden österreichweit 14.900 GWh (53.640 TJ) und bis 2050 sogar 23.200 GWh (83.520 TJ) Solarwärme genutzt.

7.9. NUTZUNG OBERFLÄCHENNAHER GEOTHERMIE

Die Nutzung oberflächennaher Geothermie mittels Wärmepumpen[20] orientiert sich stark an der Bevölkerungszahl aufgrund der limitierten Transportmöglichkeiten von Niedertemperatur-Wärme. Dadurch erfolgt der Zugewinn von 13.587 GWh (48.913 TJ) in Österreich bis 2050 vor allem in Siedlungsgebieten.

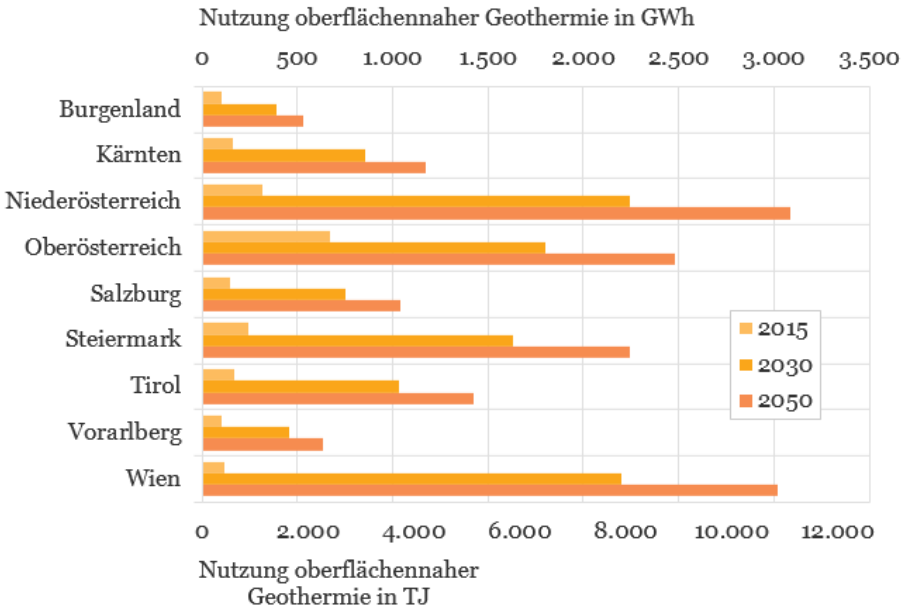

Abbildung 25: Bruttoinlandsverbrauch – Wärmepumpe 2015, 2030 & 2050 (Quellen: Statistik Austria 2017a, Veigl 2017 und eigene Berechnungen)

Bis 2050 werden in Wien 2.899 GWh (10.437 TJ) an zusätzlichen Wärmepumpen installiert, in Niederösterreich 2.767 GWh (9.961 TJ), in der Steiermark 1.998 GWh (7.193 TJ), in Oberösterreich 1.807 GWh (6.505 TJ), in Tirol 1.252 GWh (4.507 TJ), in Kärnten 1.013 GWh (3.647 TJ), in Salzburg 890 GWh (3.204 TJ), in Vorarlberg 533 GWh (1.919 TJ) und im Burgenland 428 GWh (1.541 TJ). Bis 2030 liefern Wärmepumpen somit insgesamt 11.367 GWh (40.921 TJ) und 15.629 GWh (56.264 TJ) im Jahr 2050.

[20] Es wird davon ausgegangen, dass ausschließlich Wärmequellen genutzt werden, die hohe Arbeitszahlen zulassen (Erdsonden, Grundwasser, Betriebsabwärme usw.).

7.10. NUTZUNG TIEFER GEOTHERMIE

Tiefer im Erdreich liegende, geothermische Energiequellen werden derzeit in Österreich kaum genutzt (244 GWh bzw. 879 TJ). Bis 2030 werden die Technologien zur Nutzung der enormen Potenziale weiterentwickelt und hin zu einer breiten Marktdiffusion etabliert. Dadurch können bis 2050 österreichweit 7.456 GWh (26.842 TJ) an zusätzlichem Geothermie-Strom genutzt werden, ohne funktionierende Ökosysteme übermäßig zu belasten oder sogar zu zerstören. Die über die (hier abgebildete) Stromproduktion hinausgehenden Wärmepotenziale wurden dabei nicht berücksichtigt, auch wenn diese im Einzelfall (z.B. beim Einsatz in Wien) noch einen erheblichen Beitrag zur Wärmeversorgung liefern können. Ebenso wurde das Potenzial durch petrothermale Systeme (Nutzung von an sich trockenen aber heißen Tiefenlagen durch Schaffung von künstlichen Aquiferen) nicht näher betrachtet.

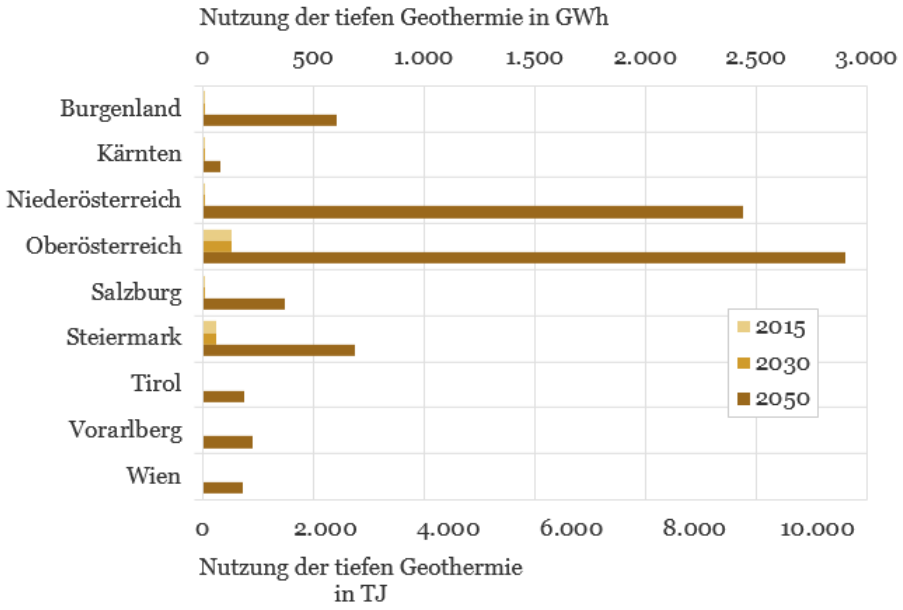

Abbildung 26: Bruttoinlandsverbrauch – Tiefe Geothermie 2015, 2030 & 2050 (Quellen: Statistik Austria 2017a, Veigl 2017 und eigene Berechnungen)

Der Ausbau der vorwiegend hydrothermalen Erschließung von tiefen, geothermischen Lagerstätten findet bis 2050 vor allem in den Bundesländern Oberösterreich mit 2.774 GWh (9.986 TJ) und Niederösterreich mit 2.432 GWh (8.755 TJ) statt. Zusätzlich zur bestehenden balneologischen Nutzung (in Thermalbädern) werden in der Steiermark 626 GWh (2.254 TJ) und im Burgenland 597 GWh (2.149 TJ) an Potenzial zur Stromproduktion gehoben. In den weiteren Bundesländern können insgesamt darüberhinausgehende 1.027 GWh (3.697 TJ) lukriert werden. Bis 2030 verbleibt die Nutzung tiefer Geothermie auf dem heutigen Niveau, bis 2050 erfolgt ein massiver Ausbau auf 7.700 GWh (27.720 TJ).

7.11. NUTZUNG FOSSILER ENERGIETRÄGER

2015 importierte Österreich 163.239 GWh (587.659 TJ) Erdöl, 109.679 GWh (394.846 TJ) Erdgas und 32.318 GWh (116.344 TJ) Kohle. Zusätzlich wurden 22.393 GWh (80.615 TJ) fossile Energieträger im Inland produziert, was zusammen 79 % des Bruttoinlands-verbrauchs[21] ausmachte (Statistik Austria 2017b).

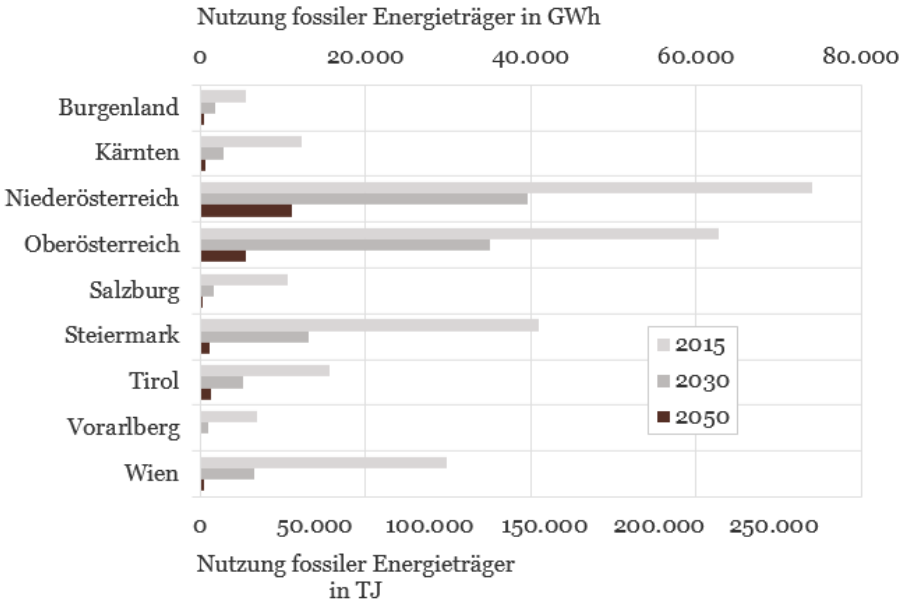

Abbildung 27: Bruttoinlandsverbrauch - Fossile Energieträger 2015, 2030 & 2050 (Quellen: Statistik Austria 2017a, Veigl 2017 und eigene Berechnungen)

Bis 2030 geht der Bruttoinlandsverbrauch aller fossiler Energieträger in Österreich auf 107.000 GWh (385.200 TJ) zurück, wobei Kohle nur noch als Reduktionsmittel Verwendung findet, fossile Kraftstoffe teilweise ersetzt sind, praktisch kein Öl mehr für Heizzwecke genutzt wird, der Anteil an Gas-Heizungen und der Einsatz in der Industrie sinkt. In Fernwärme-KWKs, die nach 2000 errichtet wurden, wird Erdgas noch eingesetzt. Ab 2050 wird keine Kohle und kein Erdgas mehr benötigt. Erdöl wird nur noch für nicht-energetische Zwecke verarbeitet. Die Aufteilung des verbleibenden Verbrauchs richtet sich somit an der Verortung des momentanen nicht-energetischen Verbrauchs sowie der Verteilung der chemischen und petrochemischen Industrie, da im Szenario keine (Ab-)Wanderung von Industriezweigen unterstellt wurde.

[21] ohne Berücksichtigung der Lagerbewegungen

7.12. NUTZUNG BRENNBARER ABFÄLLE

Derzeit (Stand 2015) werden 8.437 GWh (30.374 TJ) an brennbaren Abfällen (exkl. biogene Reststoffe) energetisch genutzt. Durch eine forcierte Kreislaufwirtschaft wird dieses Abfallaufkommen zwar gemindert, dennoch verbleiben erhebliche Abfallmengen über Jahrzehnte gebunden (in z.B. Gebäuden und Anlagen). Bis 2030 wird die Menge an brennbaren Abfällen in Österreich auf 7.400 GWh (26.640 TJ) reduziert und bis 2050 weiter auf 3.700 GWh (13.320 TJ).

Die Bundesländer-Zuteilung der Abfallmengen für 2030 und 2050 erfolgte nach der Bevölkerungsentwicklung und den Aktivitäten der jeweiligen Produktionssektoren. Unter der Voraussetzung, dass in allen Bundesländern Abfälle zumindest aus energetischer Sicht ähnlich zusammengesetzt sind, lässt sich daraus ableiten, in welchen Bundesländern zukünftig eine stoffliche oder eine energetische Abfallverwertung zu priorisieren ist.

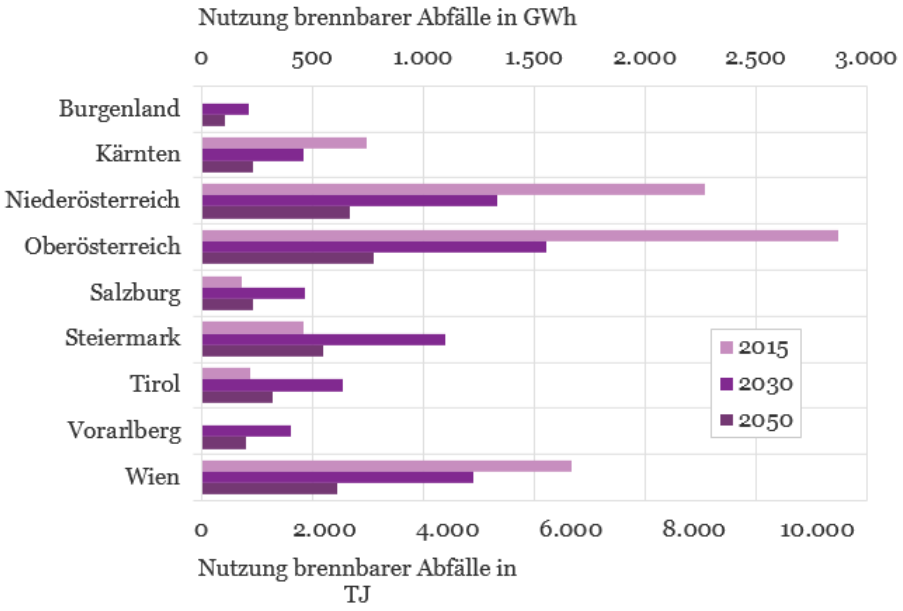

Abbildung 28: Bruttoinlandsverbrauch - Brennbare (nicht-erneuerbare) Abfälle 2015, 2030 & 2050 (Quellen: Statistik Austria 2017a, Veigl 2017 und eigene Berechnungen)

Im Burgenland, in Salzburg, in der Steiermark, in Tirol und Vorarlberg wird zukünftig eine vermehrte Abwärmenutzung aus der Abfallverbrennung erfolgen, um einerseits weiterhin den Anforderungen der Deponieverordnung gerecht zu werden und andererseits dieses nicht unerhebliche Energiepotenzial besser auszunutzen. In Kärnten, Niederösterreich, Oberösterreich und Wien wird die stoffliche Verwertung forciert, wodurch das energetische Potenzial aus der Abfallverwertung sinkt.

LITERATUR

Anderl et al. (2015): Bundesländer Luftschadstoff-Inventur 1990-2013, Regionalisierung der nationalen Emissionsdaten auf Grundlage von EU-Berichtspflichten (Datenstand 2015). Umweltbundesamt in Kooperation mit den Bundesländern. Wien 2015.

APCC (2014a): Zusammenfassung für Entscheidungstragende (ZfE). In: Österreichischer Sachstandsbericht Klimawandel 2014 (AAR 2014). Austrian Panel on Climate Change (APCC), Verlag der Österreichischen Akademie der Wissenschaften. Wien 2014.

APCC (2014b): Der Einfluss des Klimawandels auf die Anthroposphäre. In: Österreichischer Sachstandsbericht Klimawandel 2014 (AAR 2014). Austrian Panel on Climate Change (APCC), Verlag der Österreichischen Akademie der Wissenschaften. Wien 2014.

Bliem et al. (2011): Energie [R]evolution Österreich 2050. Institut für höhere Studien im Auftrag von EVN, Greenpeace und vida. Wien 2011.

BMLFUW (2017): Nationaler Gewässerbewirtschaftungsplan 2015. Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft. Wien 2017.

BMNT & BMVIT (2018): mission 2030, Die österreichische Klima- und Energiestrategie (Endfassung). Bundesministerium für Nachhaltigkeit und Tourismus, Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie. Wien 2018.

BMWFJ & BMLFUW (2010): EnergieStrategie Österreich. Bundesministerium für Wirtschaft, Familie und Jugend, Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft, Wien 2010.

Christian et al. (2011): Zukunftsfähige Energieversorgung für Österreich. Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie im Rahmen der Programmlinie Energiesysteme der Zukunft. St. Pölten 2010.

Freiland (2008): GVE-Umrechnungsschlüssel für den Tierbesatz pro Hektar. Freiland – Verband für ökologisch-tiergerechte Nutztierhaltung. Wien 2008.

Hirschberger et al. (2006): Potenziale der Biomassenutzung aus dem Österreichischen Wald unter Berücksichtigung der Biodiversität. WWF Österreich in Zusammenarbeit mit den Österreichischen Bundesforste. Wien 2006.

Krenn et al. (2011): Windatlas und Windpotentialstudie Österreich. Energiewerkstatt et al. im Auftrag des Klima- und Energiefonds im Rahmen der Programmschiene Neue Energien 2020. Friedburg 2011.

Krutzler et al. (2015a): Industrieszenarien im Hinblick auf die Klimaziele 2030 und 2050. Umweltbundesamt. Wien 2015.

Krutzler et al. (2015b): Energiewirtschaftliche Szenarien im Hinblick auf die Klimaziele 2030 und 2050, Szenario WAM plus, Synthesebericht 2015. Umweltbundesamt et al. Wien 2015.

Krutzler et al. (2016): Szenario erneuerbare Energie 2030 und 2050. Umweltbundesamt im Auftrag des Österreichischen Biomasseverbandes, IG Windkraft und save energy Austria. Wien 2016.

Ostermann et al. (2010): GEO-Pot, Seichtes Geothermie Potenzial Österreichs. Institut für Geotechnik, Boden- und Felsmechanik (TU Wien) et al. im Rahmen des Programms Energie der Zukunft. Wien 2010.

Stanzer et al. (2010): REGIO Energy, Regionale Szenarien erneuerbarer Energiepotenziale in den Jahren 2012/2020. Österreichisches Institut für Raumplanung et al. im Auftrag des Bundesministeriums für Verkehr, Innovation und Technologie sowie Bundesministeriums für Wirtschaft und Arbeit. Wien / St. Pölten 2010.

Statistik Austria (2013): Wohnungen 2011 nach Wohnsitzangabe, Art des (Wohn-)Gebäudes und Bundesland. Statistik Austria. Wien 2013.

Statistik Austria (2015a): Bevölkerungsprognose 2014-2075 laut Hauptvariante. Statistik Austria. Wien 2015.

Statistik Austria (2015b): Bruttowertschöpfung zu Herstellungspreisen nach Wirtschaftsbereichen und Bundesländern (Daten für 2013). Statistik Austria. Wien 2015.

Statistik Austria (2016a): Agrarstrukturerhebung 2013, STATcube. Abgerufen am 10.06.2016. Statistik Austria. Wien 2016.

Statistik Austria (2016b): Viehbestand nach Bundesländern, Rinder, Schweine, Schafe und Ziegen (Daten für 2013). Statistik Austria. Wien 2016.

Statistik Austria (2016c): Wohnungsgröße von Hauptwohnsitzwohnungen nach Bundesland, Durchschnittliche Wohnfläche pro Person (Daten 2013). Statistik Austria. Wien 2016

Statistik Austria (2017a): Bundesländer-Energiebilanzen 1988-2015 (Daten für 2010 bis 2015). Statistik Austria. Wien 2017.

Statistik Austria (2017b): Gesamtenergiebilanz Österreich 1970-2015 (Daten für 2010 bis 2015). Statistik Austria. Wien 2017.

Streicher et al. (2010): Energieautarkie für Österreich 2050, Feasibility Study. Institut für Konstruktion und Materialwissenschaften (Universität Innsbruck) et al. im Auftrag des Klima- und Energiefonds. Innsbruck 2010.

Veigl (2017): Energie- und Klimazukunft Österreich, Szenario für 2030 und 2050. WWF Österreich. Im Auftrag von GLOBAL 2000, Greenpeace und WWF. Wien 2017.

Veigl (2018): Schwarzbuch Klimastrategie, Analyse des Entwurfs der Klima- und Energiestrategie der österreichischen Bundesregierung. WWF Österreich. Wien 2018.

WWF (2009): WWF-Ökomasterplan, Schutz für Österreichs Flussjuwele. WWF Österreich. Wien 2009.

WWF (2010): WWF-Ökomasterplan Stufe II, Schutz für Österreichs Flussjuwele. WWF Österreich. Wien 2010.

WWF (2014): WWF-Ökomasterplan Stufe III, Schutz für Österreichs Flussjuwele. WWF Österreich in Zusammenarbeit mit Institut für Hydrobiologie und Gewässermanagement (BOKU) und e3consult. Wien 2014.

WWF (2015): Gewässerschutzplan „Unser Inn“, Wasserwirtschaftlicher Rahmenplan für das Flusseinzugsgebiet des Tiroler Inn, Version II. WWF Österreich. Wien 2015.

WWF (2017): Flüssevision für Österreich, Geschichte und Zukunft der Österreichischen Flussräume. WWF Österreich. Wien 2017.

Winkelmeier et al. (2014): Das realisierbare Windpotential Österreichs für 2020 und 2030, Follow-Up Studie zum Projekt „Windatlas und Windpotenzialstudie Österreich“. Energiewerkstatt. Friedburg 2014.

Zechmeister et al. (2015): Klimaschutzbericht 2015. Umweltbundesamt. Wien 2015.

GLOSSAR

Aquifer	Fachbegriff aus der Geologie und Hydrologie für einen unterirdischen Wasserstrom bzw. eine grundwasserführende Schicht. Im Zusammenspiel mit der tiefen Geothermie kann das Wasser eines Aquifers als Wärmequelle genutzt werden.
balneologische Nutzung	Balneologie (Bäderkunde): Unter balneologischer Nutzung wird die Verwendung in Thermal- und Heilbädern verstanden.
Bruttoinlands-verbrauch	Der Bruttoinlandsverbrauch ist durch die Statistik Austria klar definiert und eignet sich dadurch besonders gut, um die Vergleichbarkeit von Energiekennzahlen zu gewährleisten. Der Bruttoinlandsverbrauch entspricht der Rohenergieproduktion korrigiert um Importe & Exporte sowie der Lagerbewegungen. Damit entspricht er dem energetischen Endverbrauch inklusive dem nicht-energetischen Verbrauch, aller Transport- und Umwandlungsverluste sowie dem Eigenverbrauch der Energiewirtschaft.
Endenergiebedarf	Wird in den Daten der Statistik Austria als „Energetischer Endverbrauch“ bezeichnet. Der Endenergiebedarf entspricht der benötigten Energiemenge an der Systemgrenze „Haus-anschluss“, z.B.: Energiegehalt der gelieferten Menge Pellets für ein Einfamilienhaus.
Energieautarkie	Unter Energieautarkie versteht man die physikalische Selbstversorgung mit Energie, indem die Bereitstellung des gesamten, eigenen Energieverbrauchs durch Ressourcen innerhalb der eigenen geographischen Grenzen erfolgt.
Energieautonomie	Unter Energieautonomie wird im Allgemeinen die bilanzielle Selbstversorgung eines geographischen Gebietes verstanden. Damit ist der physikalische Energieaustausch über die Gebietsgrenzen möglich, jedoch die Jahresbilanz ausgeglichen.
Energiepotenzial	Ein Energiepotenzial ist die mögliche Menge an Energie, die für eine bestimmte Nutzung zur Verfügung steht. Die Art der Nutzung beeinflusst dabei wesentlich die Größe des Potenzials. Zum Beispiel: Nimmt man an, dass die Windverhältnisse in einem bestimmten Gebiet über mehrere Jahresmittelwerte hinweg konstant sind, dann ist diese Menge an Energie „im“ Wind ebenso konstant. Setzt man unterschiedliche Wind-kraftanlagen (kleine oder große Windräder zur Stromproduktion oder andere Technologien) ein, werden unterschiedliche Anteile dieser Windenergie nutzbar. Das Energiepotenzial schwankt

	somit mit der eingesetzten Technologie.
Energieträger	Als Energieträger wird die physische Form von energiehaltigen Substanzen bezeichnet, z.B.: sind Erdöl oder Brennholz typische Energieträger.
Energiewende	Ist die Gesamtheit des Wandels hin zu einem Energiesystem ohne fossile und nukleare Energien. Die Energiewende ist vorrangig durch die Eindämmung des Klimawandels aber auch weiterer gesellschaftlicher Herausforderungen motiviert.
hydrothermale Systeme	Hydrothermale Systeme ist der Oberbegriff für bestimmte Technologien der tiefen Geothermie. Diese Systeme nutzen direkt warme, unterirdische Grundwasserströme, indem diese an die Oberfläche gefördert, dort für die Bereitstellung von Wärme und / oder Strom genutzt und (erkaltet) wieder in die Tiefe geleitet werden.
nicht-energetischer Verbrauch	Der nicht-energetische Verbrauch beschreibt den Verbrauch an Energieträgern außerhalb der Energiewirtschaft, z.B.: Kohle als Reduktionsmittel oder Erdöl für pharmazeutische Produkte.
petrothermale Systeme	Petrothermale Systeme ist der Oberbegriff für bestimmte Technologien der tiefen Geothermie. Diese Systeme schaffen künstliche Wasserströme in tiefen Gesteinsschichten. Über Bohrungen wird ein Wärmeträgermedium (vorwiegend Wasser) in heiße Gesteinsschichten eingebracht und nachdem es sich erwärmt hat, wieder an die Oberfläche gepumpt, wo es für die Bereitstellung von Wärme und / oder Strom genutzt wird.
Primärenergie	Unter Primärenergie wird die aus menschlicher Sicht ursprüngliche Energieform und -menge bezeichnet, z.B.: der Energieinhalt eines Baumes im Wald oder die Größe eines Erdölvorkommens in 3 km Tiefe. Die Form oder Menge an Primärenergie alleine sagt noch nichts darüber aus, wie viel davon genutzt werden kann, weil das stark von der Art der Erschließung und dem Einsatzziel abhängt.
Rohenergie-produktion	Die Rohenergieproduktion ist eine Energiemenge, die durch die Statistik Austria einheitlich definiert ist. Unter Rohenergie-produktion versteht man jene Menge an Energie, die z.B. ein Wasserkraftwerk oder eine Pelletsanlage liefert (ohne Transport- oder Lagerverluste zu berücksichtigen).
Sanierungsrate	Unter der Sanierungsrate versteht man den Anteil jener Gebäude am gesamten Gebäudebestand, die im betrachteten Jahr (thermisch-energetisch) saniert wurden. Eine Sanierungs-rate von 1 % bedeutet, dass 1 % des Gebäudebestandes in diesem Jahr saniert wurden. Bleiben diese 1 % konstant, benötigt es 100

	Jahre, bis der gesamte Gebäudebestand saniert wurde.
Sanierungstiefe	Unter Sanierungstiefe versteht man die Qualität und den Umfang einer (thermisch-energetischen) Gebäudesanierung. Anhand der Sanierungstiefe unterscheidet man also, ob lediglich ein Thermoputz aufgetragen wurde oder umfassend vom Dach bis zum Keller Sanierungsmaßnahmen durchgeführt wurden.
Sekundärenergie	Sekundärenergie ist der Oberbegriff für Energiemengen, die zwischen ihrem Vorkommen als Primärenergie und ihrer Anlieferung als Endenergie liegen. Zum Beispiel sind der Bruttoinlandsverbrauch oder die produzierte Rohenergiemenge Sekundärenergien. Der Energieinhalt eines nicht erschlossenen Erdöl-Vorkommen wird als Primärenergie bezeichnet – die Energiemenge, die ein Lkw bei einer Tankstelle tankt, als Endenergie. Sämtliche energetischen Betrachtungen dazwischen (Förderungen, Transport, Raffination und weiterer Transport) beziehen sich auf die Sekundärenergiemenge mit unterschiedlichen Bezeichnungen im Detail.
Systemgrenze	Die Systemgrenze trennt, was innerhalb und was außerhalb einer bestimmten Betrachtung liegt. Um unterschiedliche Betrachtungen (z.B. in Szenarien oder Studien) vergleichen zu können, müssen die Systemgrenzen eindeutig beschrieben werden. Systemgrenzen können anhand von realen geographischen, systembedingten oder völlig frei gewählten Grenzen gezogen werden (oftmals auch aufgrund der Verfügbarkeit von entsprechenden Daten).
Tanktourismus	Unter Tanktourismus wird der Kraftstoffexport im Fahrzeugtank verstanden. Zum Beispiel tanken Lkw im Zuge des Transitverkehrs Italien-Deutschland häufig in Tirol, da die Dieselpreise dort im Vergleich zu den Nachbarstaaten geringer sind. Der Energieverbrauch und die daraus resultierenden Treibhausgas-Emissionen müssen (gemäß der internationalen Vereinbarungen) bilanziell allerdings Österreich zugeschrieben werden.

Verwendete Energieeinheiten	TJ (Terajoule) – 1 TJ entspricht ca. 0,278 GWh PJ (Petajoule) – 1 PJ entspricht 1.000 TJ GWh (Gigawattstunde) – 1 GWh entspricht 3,6 TJ TWh (Terawattstunde) – 1 TWh entspricht 1.000 GWh

TABELLENANHANG

QUELLENANGABE FÜR ALLE TABELLEN

Werte für 2015: Energiebilanz des jeweiligen Bundeslandes (Statistik Austria 2017a)

Werte für 2030 & 2050: eigene Berechnungen gemäß den Szenario-Ergebnissen der „Energie- und Klimazukunft Österreich“ (Veigl 2017)

ENDENERGIEBEDARF IM BURGENLAND

in TJ	2015	2030	2050
Landwirtschaft	1.290	1.276	1.223
Produktion	6.234	5.938	4.761
Dienstleistungen	3.248	2.998	2.387
Verkehr (ohne Tanktourismus)	9.954	5.247	2.491
Tanktourismus	3.114	0	0
Private Haushalte	8.636	6.835	5.062
Summe	32.476	22.295	15.923

in GWh	2015	2030	2050
Landwirtschaft	358	354	340
Produktion	1.732	1.650	1.322
Dienstleistungen	902	833	663
Verkehr (ohne Tanktourismus)	2.765	1.458	692
Tanktourismus	865	0	0
Private Haushalte	2.399	1.899	1.406
Summe	9.021	6.193	4.423

ENDENERGIEBEDARF IN KÄRNTEN

in TJ	2015	2030	2050
Landwirtschaft	1.959	1.938	1.857
Produktion	26.459	25.056	20.502
Dienstleistungen	8.280	7.261	5.478
Verkehr (ohne Tanktourismus)	22.254	12.541	7.665
Tanktourismus	6.055	0	0
Private Haushalte	18.457	13.077	8.267
Summe	83.464	59.873	43.769

in GWh	2015	2030	2050
Landwirtschaft	544	538	516
Produktion	7.350	6.960	5.695
Dienstleistungen	2.300	2.017	1.522
Verkehr (ohne Tanktourismus)	6.182	3.484	2.129
Tanktourismus	1.682	0	0
Private Haushalte	5.127	3.633	2.296
Summe	23.184	16.631	12.158

ENDENERGIEBEDARF IN NIEDERÖSTERREICH

in TJ	2015	2030	2050
Landwirtschaft	6.666	6.594	6.318
Produktion	64.481	61.012	51.214
Dienstleistungen	16.623	15.346	12.220
Verkehr (ohne Tanktourismus)	80.659	48.351	33.086
Tanktourismus	19.051	0	0
Private Haushalte	54.191	41.357	30.196
Summe	241.671	172.659	133.034

in GWh	2015	2030	2050
Landwirtschaft	1.852	1.832	1.755
Produktion	17.911	16.948	14.226
Dienstleistungen	4.617	4.263	3.394
Verkehr (ohne Tanktourismus)	22.405	13.431	9.191
Tanktourismus	5.292	0	0
Private Haushalte	15.053	11.488	8.388
Summe	67.131	47.961	36.954

ENDENERGIEBEDARF IN OBERÖSTERREICH

in TJ	2015	2030	2050
Landwirtschaft	5.347	5.289	5.068
Produktion	97.685	92.612	83.275
Dienstleistungen	14.267	13.170	10.487
Verkehr (ohne Tanktourismus)	46.946	25.538	13.937
Tanktourismus	18.247	0	0
Private Haushalte	44.928	34.415	24.225
Summe	227.420	171.025	136.991

in GWh	2015	2030	2050
Landwirtschaft	1.485	1.469	1.408
Produktion	27.135	25.726	23.132
Dienstleistungen	3.963	3.658	2.913
Verkehr (ohne Tanktourismus)	13.041	7.094	3.871
Tanktourismus	5.069	0	0
Private Haushalte	12.480	9.560	6.729
Summe	63.172	47.507	38.053

ENDENERGIEBEDARF IN SALZBURG

in TJ	2015	2030	2050
Landwirtschaft	1.286	1.272	1.219
Produktion	15.317	14.523	11.724
Dienstleistungen	8.604	7.943	6.325
Verkehr (ohne Tanktourismus)	17.288	9.915	6.073
Tanktourismus	6.431	0	0
Private Haushalte	15.946	12.480	8.745
Summe	64.872	46.132	34.086

in GWh	2015	2030	2050
Landwirtschaft	357	353	339
Produktion	4.255	4.034	3.257
Dienstleistungen	2.390	2.206	1.757
Verkehr (ohne Tanktourismus)	4.802	2.754	1.687
Tanktourismus	1.786	0	0
Private Haushalte	4.430	3.467	2.429
Summe	18.020	12.815	9.468

ENDENERGIEBEDARF IN DER STEIERMARK

in TJ	2015	2030	2050
Landwirtschaft	3.890	3.848	3.687
Produktion	66.159	62.761	56.168
Dienstleistungen	13.469	12.434	9.901
Verkehr (ohne Tanktourismus)	58.809	31.560	16.535
Tanktourismus	-3.311	0	0
Private Haushalte	39.583	29.324	19.881
Summe	178.599	139.927	106.172

in GWh	2015	2030	2050
Landwirtschaft	1.081	1.069	1.024
Produktion	18.377	17.434	15.602
Dienstleistungen	3.741	3.454	2.750
Verkehr (ohne Tanktourismus)	16.336	8.767	4.593
Tanktourismus	-920	0	0
Private Haushalte	10.995	8.145	5.523
Summe	49.611	38.869	29.492

ENDENERGIEBEDARF IN TIROL

in TJ	2015	2030	2050
Landwirtschaft	1.430	1.414	1.355
Produktion	18.860	17.900	14.900
Dienstleistungen	15.198	14.030	11.172
Verkehr (ohne Tanktourismus)	18.479	10.671	6.949
Tanktourismus	11.485	0	0
Private Haushalte	21.347	17.184	12.444
Summe	86.798	61.199	46.820

in GWh	2015	2030	2050
Landwirtschaft	397	393	376
Produktion	5.239	4.972	4.139
Dienstleistungen	4.222	3.897	3.103
Verkehr (ohne Tanktourismus)	5.133	2.964	1.930
Tanktourismus	3.190	0	0
Private Haushalte	5.930	4.773	3.457
Summe	24.111	17.000	13.006

ENDENERGIEBEDARF IN VORARLBERG

in TJ	2015	2030	2050
Landwirtschaft	525	520	498
Produktion	8.730	8.351	6.494
Dienstleistungen	5.604	5.173	4.119
Verkehr (ohne Tanktourismus)	13.306	8.006	5.079
Tanktourismus	780	0	0
Private Haushalte	10.365	8.499	6.207
Summe	39.311	30.549	22.398

in GWh	2015	2030	2050
Landwirtschaft	146	144	138
Produktion	2.425	2.320	1.804
Dienstleistungen	1.557	1.437	1.144
Verkehr (ohne Tanktourismus)	3.696	2.224	1.411
Tanktourismus	217	0	0
Private Haushalte	2.879	2.361	1.724
Summe	10.920	8.486	6.222

ENDENERGIEBEDARF IN WIEN

in TJ	2015	2030	2050
Landwirtschaft	602	596	571
Produktion	10.351	9.882	7.824
Dienstleistungen	31.699	29.643	23.931
Verkehr (ohne Tanktourismus)	30.897	17.802	9.372
Tanktourismus	17.110	0	0
Private Haushalte	41.794	35.673	26.116
Summe	132.452	93.596	67.813

in GWh	2015	2030	2050
Landwirtschaft	167	165	159
Produktion	2.875	2.745	2.173
Dienstleistungen	8.805	8.234	6.647
Verkehr (ohne Tanktourismus)	8.583	4.945	2.603
Tanktourismus	4.753	0	0
Private Haushalte	11.609	9.909	7.254
Summe	36.792	25.999	18.837

ENDENERGIEBEDARF IN ÖSTERREICH

in TJ	2015	2030	2050
Landwirtschaft	22.995	22.747	21.795
Produktion	314.276	298.035	256.862
Dienstleistungen	116.991	107.998	86.020
Verkehr (ohne Tanktourismus)	298.593	169.631	101.187
Tanktourismus	78.962	0	0
Private Haushalte	255.246	198.843	141.143
Summe	1.087.062	797.255	607.007

in GWh	2015	2030	2050
Landwirtschaft	6.388	6.319	6.054
Produktion	87.299	82.788	71.350
Dienstleistungen	32.497	30.000	23.895
Verkehr (ohne Tanktourismus)	82.942	47.120	28.107
Tanktourismus	21.934	0	0
Private Haushalte	70.902	55.234	39.206
Summe	301.962	221.460	168.613

BRUTTOINLANDSVERBRAUCH IM BURGENLAND

in TJ	2015	2030	2050
Wasserkraft	20	25	25
Windkraft	7.644	9.395	15.658
Photovoltaik	100	2.568	6.510
Biomasse (inkl. biogener Reststoffe)	9.869	11.393	12.627
Solarthermie	281	2.972	4.627
Wärmepumpe	380	1.396	1.919
Tiefe Geothermie	33	33	2.181
Fossile Energieträger	20.257	6.705	1.857
Brennbare Abfälle (ohne biogene Reststoffe)	20	762	381
Summe	38.604	35.249	45.786

in GWh	2015	2030	2050
Wasserkraft	6	7	7
Windkraft	2.123	2.610	4.349
Photovoltaik	28	713	1.808
Biomasse (inkl. biogener Reststoffe)	2.741	3.165	3.507
Solarthermie	78	826	1.285
Wärmepumpe	105	388	533
Tiefe Geothermie	9	9	606
Fossile Energieträger	5.627	1.863	516
Brennbare Abfälle (ohne biogene Reststoffe)	6	212	106
Summe	10.723	9.791	12.718

BRUTTOINLANDSVERBRAUCH IN KÄRNTEN

in TJ	2015	2030	2050
Wasserkraft	15.733	24.030	24.030
Windkraft	1	1.638	2.730
Photovoltaik	194	3.920	9.938
Biomasse (inkl. biogener Reststoffe)	29.622	27.990	30.592
Solarthermie	718	4.564	7.107
Wärmepumpe	577	3.073	4.225
Tiefe Geothermie	38	38	294
Fossile Energieträger	44.101	10.363	2.447
Brennbare Abfälle (ohne biogene Reststoffe)	2.698	1.666	833
Summe	93.681	77.282	82.195

in GWh	2015	2030	2050
Wasserkraft	4.370	6.675	6.675
Windkraft	0	455	758
Photovoltaik	54	1.089	2.761
Biomasse (inkl. biogener Reststoffe)	8.228	7.775	8.498
Solarthermie	199	1.268	1.974
Wärmepumpe	160	854	1.174
Tiefe Geothermie	10	10	82
Fossile Energieträger	12.250	2.879	680
Brennbare Abfälle (ohne biogene Reststoffe)	749	463	231
Summe	26.022	21.467	22.832

BRUTTOINLANDSVERBRAUCH IN NIEDERÖSTERREICH

in TJ	2015	2030	2050
Wasserkraft	22.660	23.351	23.351
Windkraft	8.681	21.612	36.020
Photovoltaik	875	10.868	27.549
Biomasse (inkl. biogener Reststoffe)	53.929	60.268	65.196
Solarthermie	1.396	13.695	21.324
Wärmepumpe	1.151	8.083	11.113
Tiefe Geothermie	44	44	8.801
Fossile Energieträger	266.524	142.465	40.059
Brennbare Abfälle (ohne biogene Reststoffe)	8.171	4.816	2.408
Summe	363.431	285.201	235.821

in GWh	2015	2030	2050
Wasserkraft	6.294	6.486	6.486
Windkraft	2.411	6.003	10.006
Photovoltaik	243	3.019	7.653
Biomasse (inkl. biogener Reststoffe)	14.980	16.741	18.110
Solarthermie	388	3.804	5.923
Wärmepumpe	320	2.245	3.087
Tiefe Geothermie	12	12	2.445
Fossile Energieträger	74.034	39.574	11.128
Brennbare Abfälle (ohne biogene Reststoffe)	2.270	1.338	669
Summe	100.953	79.222	65.506

BRUTTOINLANDSVERBRAUCH IN OBERÖSTERREICH

in TJ	2015	2030	2050
Wasserkraft	32.542	34.194	34.194
Windkraft	254	5.929	9.881
Photovoltaik	652	7.216	18.291
Biomasse (inkl. biogener Reststoffe)	49.849	52.042	55.798
Solarthermie	1.867	8.776	13.664
Wärmepumpe	2.415	6.488	8.920
Tiefe Geothermie	480	480	10.466
Fossile Energieträger	226.233	126.021	19.940
Brennbare Abfälle (ohne biogene Reststoffe)	10.337	5.592	2.796
Summe	324.628	246.736	173.951

in GWh	2015	2030	2050
Wasserkraft	9.039	9.498	9.498
Windkraft	70	1.647	2.745
Photovoltaik	181	2.004	5.081
Biomasse (inkl. biogener Reststoffe)	13.847	14.456	15.500
Solarthermie	519	2.438	3.796
Wärmepumpe	671	1.802	2.478
Tiefe Geothermie	133	133	2.907
Fossile Energieträger	62.843	35.006	5.539
Brennbare Abfälle (ohne biogene Reststoffe)	2.871	1.553	777
Summe	90.174	68.538	48.320

BRUTTOINLANDSVERBRAUCH IN SALZBURG

in TJ	2015	2030	2050
Wasserkraft	14.040	16.434	16.434
Windkraft	0	1.298	2.163
Photovoltaik	149	3.130	7.934
Biomasse (inkl. biogener Reststoffe)	18.774	20.209	21.708
Solarthermie	544	3.108	4.840
Wärmepumpe	534	2.718	3.737
Tiefe Geothermie	47	47	1.347
Fossile Energieträger	38.319	6.004	1.046
Brennbare Abfälle (ohne biogene Reststoffe)	669	1.680	840
Summe	73.076	54.628	60.049

in GWh	2015	2030	2050
Wasserkraft	3.900	4.565	4.565
Windkraft	0	361	601
Photovoltaik	41	869	2.204
Biomasse (inkl. biogener Reststoffe)	5.215	5.614	6.030
Solarthermie	151	863	1.344
Wärmepumpe	148	755	1.038
Tiefe Geothermie	13	13	374
Fossile Energieträger	10.644	1.668	291
Brennbare Abfälle (ohne biogene Reststoffe)	186	467	233
Summe	20.299	15.174	16.680

BRUTTOINLANDSVERBRAUCH IN DER STEIERMARK

in TJ	2015	2030	2050
Wasserkraft	13.616	16.174	16.174
Windkraft	805	1.917	3.195
Photovoltaik	843	7.565	19.176
Biomasse (inkl. biogener Reststoffe)	41.528	46.734	50.016
Solarthermie	1.348	9.839	15.320
Wärmepumpe	883	5.874	8.077
Tiefe Geothermie	219	219	2.471
Fossile Energieträger	147.456	47.400	3.964
Brennbare Abfälle (ohne biogene Reststoffe)	1.654	3.956	1.978
Summe	208.351	139.678	120.370

in GWh	2015	2030	2050
Wasserkraft	3.782	4.493	4.493
Windkraft	224	532	887
Photovoltaik	234	2.101	5.327
Biomasse (inkl. biogener Reststoffe)	11.536	12.982	13.893
Solarthermie	374	2.733	4.255
Wärmepumpe	245	1.632	2.244
Tiefe Geothermie	61	61	686
Fossile Energieträger	40.960	13.167	1.101
Brennbare Abfälle (ohne biogene Reststoffe)	459	1.099	549
Summe	57.875	38.799	33.436

BRUTTOINLANDSVERBRAUCH IN TIROL

in TJ	2015	2030	2050
Wasserkraft	22.951	27.322	27.322
Windkraft	0	1.001	1.668
Photovoltaik	208	5.352	13.566
Biomasse (inkl. biogener Reststoffe)	18.436	21.525	23.262
Solarthermie	847	4.264	6.639
Wärmepumpe	620	3.728	5.126
Tiefe Geothermie	10	10	675
Fossile Energieträger	56.558	18.786	4.722
Brennbare Abfälle (ohne biogene Reststoffe)	806	2.304	1.152
Summe	100.436	84.293	84.134

in GWh	2015	2030	2050
Wasserkraft	6.375	7.589	7.589
Windkraft	0	278	463
Photovoltaik	58	1.487	3.768
Biomasse (inkl. biogener Reststoffe)	5.121	5.979	6.462
Solarthermie	235	1.184	1.844
Wärmepumpe	172	1.036	1.424
Tiefe Geothermie	3	3	188
Fossile Energieträger	15.711	5.218	1.312
Brennbare Abfälle (ohne biogene Reststoffe)	224	640	320
Summe	27.899	23.415	23.371

BRUTTOINLANDSVERBRAUCH IN VORARLBERG

in TJ	2015	2030	2050
Wasserkraft	8.116	9.447	9.447
Windkraft	0	329	548
Photovoltaik	218	1.373	3.479
Biomasse (inkl. biogener Reststoffe)	5.976	7.388	7.976
Solarthermie	526	2.085	3.247
Wärmepumpe	358	1.656	2.277
Tiefe Geothermie	0	0	818
Fossile Energieträger	24.729	3.569	400
Brennbare Abfälle (ohne biogene Reststoffe)	4	1.456	728
Summe	39.927	27.303	28.920

in GWh	2015	2030	2050
Wasserkraft	2.254	2.624	2.624
Windkraft	0	91	152
Photovoltaik	61	381	967
Biomasse (inkl. biogener Reststoffe)	1.660	2.052	2.216
Solarthermie	146	579	902
Wärmepumpe	100	460	633
Tiefe Geothermie	0	0	227
Fossile Energieträger	6.869	991	111
Brennbare Abfälle (ohne biogene Reststoffe)	1	404	202
Summe	11.091	7.584	8.033

BRUTTOINLANDSVERBRAUCH IN WIEN

in TJ	2015	2030	2050
Wasserkraft	3.725	3.823	3.823
Windkraft	41	82	136
Photovoltaik	135	4.448	11.275
Biomasse (inkl. biogener Reststoffe)	12.893	15.971	16.636
Solarthermie	208	4.336	6.752
Wärmepumpe	434	7.906	10.871
Tiefe Geothermie	9	9	667
Fossile Energieträger	107.586	23.888	1.524
Brennbare Abfälle (ohne biogene Reststoffe)	6.016	4.408	2.204
Summe	131.047	64.842	53.889

in GWh	2015	2030	2050
Wasserkraft	1.035	1.062	1.062
Windkraft	11	23	38
Photovoltaik	38	1.236	3.132
Biomasse (inkl. biogener Reststoffe)	3.581	4.436	4.621
Solarthermie	58	1.205	1.876
Wärmepumpe	121	2.196	3.020
Tiefe Geothermie	3	3	185
Fossile Energieträger	29.885	6.636	423
Brennbare Abfälle (ohne biogene Reststoffe)	1.671	1.224	612
Summe	36.402	18.020	14.969

BRUTTOINLANDSVERBRAUCH IN ÖSTERREICH

in TJ	2015	2030	2050
Wasserkraft	133.402	154.800	154.800
Windkraft	17.425	43.200	72.000
Photovoltaik	3.374	46.440	117.720
Biomasse (inkl. biogener Reststoffe)	240.877	263.521	283.811
Solarthermie	7.735	53.640	83.520
Wärmepumpe	7.353	40.921	56.264
Tiefe Geothermie	879	879	27.720
Fossile Energieträger	931.763	385.200	75.960
Brennbare Abfälle (ohne biogene Reststoffe)	30.374	26.640	13.320
Summe	1.373.182	1.015.242	885.116

in GWh	2015	2030	2050
Wasserkraft	37.056	43.000	43.000
Windkraft	4.840	12.000	20.000
Photovoltaik	937	12.900	32.700
Biomasse (inkl. biogener Reststoffe)	66.910	73.200	78.836
Solarthermie	2.149	14.900	23.200
Wärmepumpe	2.042	11.367	15.629
Tiefe Geothermie	244	244	7.700
Fossile Energieträger	258.823	107.000	21.100
Brennbare Abfälle (ohne biogene Reststoffe)	8.437	7.400	3.700
Summe	381.439	282.012	245.865

Unser Ziel
Wir wollen die weltweite Zerstörung der Natur und Umwelt stoppen und eine Zukunft gestalten, in der Mensch und Natur in Harmonie miteinander leben.

www.wwf.at

WWF Österreich
Ottakringer Straße 114-116
1160 Wien

Tel.: +43 1 488 17-0
Fax: +43 1 488 17-44
wwf@wwf.at
www.wwf.at
www.facebook.com/WWFOesterreich