



100% Strom aus erneuerbaren Energien für E-Mobilität:

*Effekte, Marktszenarien
und Handlungsempfehlungen*

Auftraggeber:

Verbund

ATKEARNEY



TECHNISCHE
UNIVERSITÄT
WIEN
Vienna University of Technology

Der vorliegende Endbericht ist das Ergebnis der Studie „100% Strom aus erneuerbaren Energien für E-Mobilität“. Auftraggeber der Studie ist die Verbund AG.

Die Studie wurde in Zusammenarbeit zwischen A.T. Kearney und der Technischen Universität Wien erstellt, wobei die Kapitel 1,4 und 5 von A.T. Kearney erstellt wurden, das Kapitel 3 und 6 gemeinsam und das Kapitel 2 von der Technischen Universität Wien.

Verfasser:

A.T. Kearney

Dipl.Ing, Dr. Florian Haslauer
Dipl.Ing. Johanna Isola
Mag. Georg Reich
Dr. Arnold Rofner, MSc
Mag. Michael Tatschl

Technische Universität Wien

Univ.Prof. Dr.Dipl.Ing. Reinhard Haas
Mag. Dr. techn. Gerhard Totschnig

Impressum – A.T. Kearney

A.T. Kearney Ges.m.b.H.

Trattnerhof 1
A-1010 Wien
Tel.: +43-1-53 667-0
Fax: +43-1-53 579-67
office.vienna@atkearney.com
www.atkearney.at

Für den Inhalt verantwortlich: Dr. Florian Haslauer

© 2012 A.T. Kearney. Alle Rechte vorbehalten.

Impressum – Technische Universität Wien

Vienna University of Technology

Department of Power Systems and Energy Economics, Energy Economics Group (EEG)
Gusshausstrasse 25-29/373-2
A-1040 Vienna
Tel: +43-1-58801-37303
Fax: +43-1-58801-37397
frey@eeg.tuwien.ac.at
www.eeg.tuwien.ac.at

Für den Inhalt verantwortlich: Univ.Prof. Dr.Dipl.Ing. Reinhard Haas

© 2012 Technische Universität Wien. Alle Rechte vorbehalten

Verlagsort und Herstellungsort: Wien

Nachdruck nur auszugsweise und mit genauer Quellenangabe gestattet. Gedruckt auf chlorfrei gebleichtem Papier.

INHALT

Zusammenfassung	3
Summary.....	4
1 Rahmen der Studie und quantitative Szenarien Elektromobilität.....	5
1.1 Zielsetzung.....	5
1.2 Rahmen der Studie	5
1.3 Quantitative Szenarien E-Mobilität.....	8
1.3.1 Betrachtete Typen von Elektrofahrzeugen.....	9
1.3.2 Nutzergruppen	10
1.3.3 Anzahl der E-Fahrzeuge und Verteilung auf Nutzergruppen.....	11
1.3.4 Verbrauch und Reichweite je Fahrzeugtyp	16
1.3.5 Fahrleistung je Nutzergruppe.....	17
1.3.6 Plugged-in Profil und Ladesystem je Nutzergruppe.....	19
1.3.7 Modellierung der Tageslastprofile für E-Fahrzeuge.....	21
2 Volkswirtschaftliche und ökologische Effekte der E-Mobilität auf Basis 100% Erneuerbare.....	22
2.1 Volkswirtschaftliche Effekte	22
2.1.1 Fossile Energieimporte	23
2.1.2 Wertschöpfungs- und Beschäftigungseffekte	26
2.1.3 Kosteneinsparungen für CO ₂ -Emissionen	28
2.2 Ökologische Effekte.....	30
2.2.1 Einsparung CO ₂ -Emissionen	30
2.2.2 Steigerung des Anteils erneuerbarer Energieträger	32
2.2.3 Steigerung der Energieeffizienz.....	35
2.3 Fazit: Positive Effekte durch E-Mobilität auf Basis 100% Erneuerbare.....	36
3 Abdeckung des zusätzlichen Strombedarfs.....	37
3.1 Abdeckung des zusätzlichen Strombedarfs aus E-Mobilität durch Neuanlagen erneuerbare Energien	37
3.1.1 Zusätzlicher Strombedarf aus E-Mobilität bis 2030	37
3.1.2 Erzeugung aus erneuerbaren Energien bis 2030	40
3.1.3 Fazit.....	44
3.2 Bedeutung der E-Mobilität für Stromnachfrage und -erzeugung.....	45
3.2.1 Ermittlung der Lastkurven durch E-Mobilität	46
3.2.2 Lastkurven durch E-Mobilität im Tagesverlauf für 2020	48
3.2.3 Lastkurven durch E-Mobilität im Tagesverlauf für 2030	50
3.2.4 Erzeugungskurven neue Erneuerbare im Jahres- und Tagesverlauf	52
3.2.5 Auswirkungen der Elektromobilität auf den Regelenergiebedarf.....	54
3.2.6 Übereinstimmung der zusätzlichen erneuerbaren Erzeugung mit dem E-Mobilitätsbedarf.....	56
3.2.7 Fazit.....	58
3.3 Potenziale der Steuerbarkeit der E-Mobilitätslast	59

3.3.1	Steuerungsszenario spitzengeglättetes Ladeverhalten	59
3.3.2	Glättung der Nachfragekurve	62
3.3.3	Bessere Nutzung der Erneuerbaren	63
3.4	Hebel zur Ladesteuerung	67
3.5	Fazit: Umsetzbarkeit der E-Mobilität auf Basis 100% Erneuerbare	67
4	Marktdesign	68
4.1	Erwartungen an die Elektromobilität	68
4.2	E-Mobilität Strombereitstellung außerhalb des bestehenden Ökostromregimes	69
4.3	Marktaufbau durch Nachfrage-Stimulierung	71
4.4	Sicherstellung EE-Verwendung durch Stromkennzeichnung und ein Green-Label System	72
4.4.1	Entwicklung eines hochwertigen „Green Labels“ für E-Mobilität	73
4.4.2	Status quo der Ökostromzertifikate	74
4.4.3	Weitere Gestaltung	79
4.5	Fazit	80
5	Politische Handlungsempfehlungen	81
5.1	Conclusio	84
6	Ausblick	86
6.1	Entwicklung bis 2050	86
6.2	Entwicklung der Ladetechnologien	87
6.2.1	Beispiele von laufenden und künftigen Entwicklungen	89
6.2.2	Auswirkungen auf Verbrauch und Ladeverhalten	90
6.3	Perspektiven für die Kopplung von Stromaufbringung und -verbrauch nach 2030	90
7	Appendix	91
7.1	Rahmenprognose Kraftfahrzeuge	91
7.2	Energiepreise	92
7.3	Annahmen ökologische Effekte	93
7.4	Energiebedarf	94
7.5	Die Erzeugung der zusätzlichen Erneuerbaren für die Elektromobilität verglichen mit dem Elektromobilitätsbedarf	96
8	Abbildungsverzeichnis	100
9	Tabellenverzeichnis	105
10	Literaturverzeichnis	107

Zusammenfassung

Damit Elektromobilität durchstarten kann, bedarf es vor allem Strom. Wenn dieser aus erneuerbaren Energien bezogen wird, sollte Elektromobilität CO₂-Emissionen signifikant reduzieren. Doch wie hoch sind die Reduktionen und was sind weitere ökologische Effekte? Was sind mögliche volkswirtschaftliche Effekte? Ist 100% Strom aus erneuerbaren Energien für E-Mobilität wirtschaftlich machbar? Wie lauten hierfür die Rahmenbedingungen?

Diese Studie baut auf der bisherigen Literatur auf und beantwortet diese Fragen anhand von zwei Szenarien speziell für Österreich. Das Szenario „Business as usual“, in welchem keine Marktanreizsysteme verwendet werden, um die Durchdringung der E-Mobilität zu steigern und das Szenario „Umsetzung Energiestrategie“, welches die Entwicklung der Elektromobilität durch Maßnahmen aktiv forciert.

Die Studie zeigt, dass die Umsetzung auf Basis 100% Strom aus erneuerbaren Energien für E-Mobilität volkswirtschaftlich und ökologisch sinnvoll und machbar ist. Positive volkswirtschaftliche Effekte umfassen Einsparungen fossiler Energieimporte, eine verbesserte Außenhandelsbilanz und inländische Wertschöpfung für erneuerbare Stromerzeugung. Bis 2030 ergeben sich folgende Effekte. Kumulierte Einsparungen durch verminderte Importe an Rohöl von 5,4 Mrd. €. Durch den benötigten Ausbau an erneuerbaren Energiekapazitäten werden 1.773 zusätzliche Arbeitsplätze geschaffen und es wird eine zusätzliche Wertschöpfung von 231 Mio. € generiert. Positiver ökologischer Effekt ist insbesondere die Verringerung der CO₂-Emissionen. E-Mobilität auf Basis von 100% erneuerbaren Energien führt zu CO₂-Emissions-Reduktion von bis zu 2,5 Mio. Tonnen in 2030. Weitere positive ökologische Effekte beinhalten eine Steigerung der Energieeffizienz sowie eine Erhöhung des Anteils erneuerbarer Energietechnologien.

Die Studie zeigt weiters, dass die Umsetzung wirtschaftlich machbar ist. Das notwendige Potential an Erneuerbaren ist ausreichend vorhanden. Der Strombedarf für E-Mobilität auf Basis 100% erneuerbarer Energien beschleunigt den Zubau der Erneuerbaren, macht jedoch in Summe nur einen geringen Teil davon aus. Der Bedarf aus E-Mobilität beläuft sich nur auf 2% (2020) bzw. 7% (2030) der Stromerzeugung aus Erneuerbaren. Weiters ist es möglich, den Gesamtenergieverbrauch durch den Einsatz von E-Mobilität zu senken. Da der Ladebedarf für E-Autos in gewissen Grenzen steuerbar ist, leistet die E-Mobilität einen positiven Beitrag zur besseren Nutzung von erneuerbarer Stromerzeugung.

Für die Umsetzung der besprochenen Szenarien ist das Schaffen von entsprechenden Rahmenbedingungen notwendig. Eine aktive Umsetzung der Energiestrategie Österreichs stellt die Ausgangsbasis dar. Ein wettbewerblich organisiertes Marktsystem soll die Entwicklung von Geschäftsmodellen beschleunigen und die Förderkosten optimieren. Hier sollen Provider von E-Mobilitätsleistungen zertifizierten erneuerbaren Strom außerhalb des Ökostromregimes anbieten. Der Markt hierfür wird idealerweise über eine Stimulierung der Nachfrage aufgebaut. Der Gesetzgeber sollte einen hohen wirtschaftlichen Anreiz setzen, dass nur Grünstrom für E-Mobilität verwendet wird. Dieser Anreiz kann durch eine Verknüpfung von Förderungen bei Anschaffung eines Elektrofahrzeuges mit der Verwendung von zertifiziertem erneuerbaren Strom erreicht werden. Somit entsteht ein Grünstrom Markt außerhalb des Ökostromregimes, der Anreize für zusätzliche Investitionen setzt.

Summary

Nowadays e-mobility is widely discussed and explored on a global scale. This study explores the specific outcomes of an e-mobility implementation using 100% renewable energy. It provides answers to pending questions such as what are the economic and ecological outcomes and whether a realization is feasible at all. This study builds on recent literature and answers these questions specifically for Austria using the simulation of two scenarios. The scenario “Business as usual” which assumes no further incentives to increase the penetration of electric vehicles and the scenario “Implementation Energy Strategy” where economic stimulus and other support spur the development of electric powertrains.

The paper shows that an introduction of e-mobility using 100% renewables energies is not only environmentally beneficial, but also offers several economic advantages. Positive economic effects comprise a considerable reduction in imports of fossil fuels, a more favorable balance of trade and the creation of workplaces in the field of renewable energy production. Quantified this means total cumulated savings due to a reduction in imports of fossil fuels of approximately 5.4 billion €, the creation of around 1.773 additional workplaces and a contribution of additional 231 million € to the GDP in 2030. From an ecological point of view, the use of 100% clean energy for e-mobility significantly decreases the emission of CO₂ while increasing the share of renewable energy and overall energy efficiency. Cumulated savings of CO₂ emissions amount to 2.5 million tons CO₂ in 2030.

The study illustrates that an implementation is feasible, as the required potential of renewable energy sources is present in Austria. The forecasted power demand for e-mobility is only a moderate part of the planned additional capacity of renewable energy and represents 7% of the total renewable energy production in 2030. Moreover, the introduction of e-mobility allows for a potential decline in the total energy consumption. Additionally, the study demonstrates that the demand for charging the electronic vehicle can be regulated to a certain extent and thus can optimize the use of renewable energy production.

Key for the implementation of the discussed scenarios is succeeding in setting-up the required environment. The realization of the scenario “Energy Strategy Austria” establishes the basis, while a competitively organized market model supports the development of the required new business models and optimizes the allocation and amount of subsidies. In this market, e-mobility providers offer certified green energy outside the existing eco-regime. The corresponding market should be created via a stimulus on the demand side. Moreover, the legislator should set an incentive that only clean energy is used for e-mobility, e.g. a subsidy for buying an electric car is only granted upon the condition of using certified green energy. The required certification of the energy via green labels shall not only ensure the exclusive use of renewable energy in e-mobility, but it also sets incentives for further investments and builds trust by providing transparency for consumers.

1 Rahmen der Studie und quantitative Szenarien Elektromobilität

1.1 Zielsetzung

Das Thema Elektromobilität wird in Österreich und vielen anderen Ländern der Welt mit großer Dynamik diskutiert und entwickelt. Oft stehen hierbei das Auto selbst oder die unmittelbar benötigten Komponenten wie Batterien und Ladeinfrastruktur im Vordergrund.

Diese Studie befasst sich mit der Frage, ob die Strombereitstellung für Elektromobilität ökonomisch und ökologisch sinnvoll aus 100% erneuerbarer Stromerzeugung erfolgen kann. Es soll gezeigt werden, welche positiven Effekte daraus verwertbar sind.

Es soll weiters dargestellt werden, wie das Marktdesign für die Bereitstellung von „Grünstrom“ ausgestaltet sein soll, um Anreize für die Verwendung von „Grünstrom“ beim Nutzer der Elektromobilität zu schaffen sowie auch auf der Angebotsseite ungeforderten, erneuerbaren Strom aus zusätzlichen Anlagen bereitzustellen.

Politische Handlungsempfehlungen sollen Vorschläge für die dafür notwendigen Rahmenbedingungen liefern.

1.2 Rahmen der Studie

Diese Studie bettet sich in die Landschaft der zahlreichen Studien zum Thema Elektromobilität ein und ergänzt diese um die bislang wenig betrachteten Fragestellungen zur volkswirtschaftlichen und ökologischen Machbarkeit und Sinnhaftigkeit der Strombereitstellung aus 100% erneuerbaren Quellen speziell für Österreich.

Daher schließt diese Studie an die Zahlen und Ergebnisse einer Vielzahl von Untersuchungen an, die in den letzten Jahren in verschiedenen europäischen Ländern durchgeführt wurden. So werden beispielsweise die Annahmen für die Marktentwicklung der Elektromobilität, Verbrauch und Reichweite der E-Fahrzeuge und die Fahrleistungen der verschiedenen Nutzergruppen nach gewissenhafter Plausibilitätsprüfung aus bestehenden Studien übernommen.

Neu ist jedoch die Abbildung des Stromverbrauchs durch E-Mobilität in Österreich auf neu zu errichtende „Erneuerbare Energietechnologien“-Erzeugungsanlagen und die Betrachtung der volkswirtschaftlichen und ökologischen Auswirkungen. Hierbei werden auch die Veränderungen der Arbeitsmarktsituation und Wertschöpfungsstufen in Österreich durch Reduktionen im Bereich konventioneller Fahrzeuge und deren Kompensation durch erneuerbare Energietechnologien und E-Fahrzeuge untersucht.

Der Fokus dieser Studie liegt auf vierrädrigen Elektrofahrzeugen und leichten Nutzfahrzeugen (mit weniger als 3,5 t höchstzulässigem Gesamtgewicht). Zweiräder sowie größere Nutzfahrzeuge, Busse und Schienenfahrzeuge werden nicht berücksichtigt.

Integration in das Gesamtverkehrssystem

Elektrofahrzeuge haben einen höheren energetischen Wirkungsgrad als Otto- und Dieselmotoren. Sie können bis zu 3,5 mal so effizient sein¹. Elektromobilität kann daher ökologische und wirtschaftliche Vorteile bringen, sie löst aber nicht das Problem von Staus, hohen Platzbedarf des motorisierten Individualverkehrs sowie weiteren Verkehrs- und Umweltproblemen. Es ist daher eine Einbettung der Elektromobilität in ein Gesamtverkehrskonzept notwendig.

Der Fokus dieser Studie liegt, wie oben erwähnt, auf dem motorisierten Verkehr. Dieser nimmt auch den größten Teil am Modal Split in Österreich ein (vgl. folgende Grafik)².

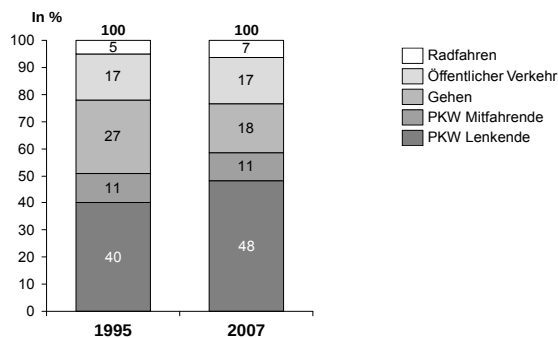


Abbildung 1: Modal Split in Österreich (in %)

Bei erfolgreicher Einführung bietet Elektromobilität die Chance, den Klimaschutzeffekt zu maximieren. Ziel ist es, mehr Mobilität mit weniger Energie zu sichern und damit Mobilität ressourcenschonend zu gestalten. Hierzu ist es notwendig, dass Elektromobilität im Rahmen eines integrierten Verkehrssystems eingeführt wird und es dabei auch zu einer Steigerung der Nutzung besonders nachhaltiger Verkehrsformen wie Öffentlicher Verkehr, Rad- und Fußverkehr sowie Carpooling kommt³.

Bei der Einbindung von E-Mobilität in das Gesamtverkehrskonzept steht Verkehrsvermeidung an erster Stelle, gefolgt von Verkehrslenkung, Verkehrsmittelwahl und Ressourcenschonung bzw. Umweltschutz.

Bei der Verkehrsvermeidung hat die Städte- und Verkehrswegplanung eine hohe Bedeutung. Die gezielte Lenkung von Verkehrsströmen kann auf unterschiedliche Art ausgestaltet werden (z.B.: City Maut, Road Pricing). Eine intelligente Einbettung von E-Mobilität in das Gesamtverkehrskonzept beinhaltet den Ausbau und die Optimierung des öffentlichen Verkehrsmittelangebots mit Beachtung von idealen Schnittstellen zwischen den Verkehrsmitteln sowie die Entwicklung innovativer Geschäftsmodelle (E-Fahrzeug Leasingsysteme, Car2Go, Car-Sharing Systeme, Pedelec-Vermietung, etc.). Vor allem Pendler nehmen bei der Optimierung von intermodalen Schnittstellen mit ihrem konstanten und dadurch besser prognos-

¹ Eichlseder H., Blassnegger J.: Der zukünftige Ottomotor – überlegener Wettbewerber zum Dieselmotor?

² VCÖ 2010: Energiewende- Schlüsselfaktor Verkehr, BMVIT 2007

³ Elektromobilität: Rahmenbedingungen aus der Sicht des Klima-bündnis

tizier- und steuerbaren Mobilitätsverhalten eine wichtige Stellung ein. Ziel der Pendler sind meist urbane Zentren. Diese können als Katalysator für die elektromobile Entwicklung wirken, da hier Lärm-, Abgas und Feinstaubemissionen die größten Ausmaße annehmen.

Schließlich soll auch die Verkehrsmittelwahl beeinflusst werden. Der Radverkehr zum Beispiel zeigt noch erhebliche Potenziale. In Österreich liegt der Anteil der mit Rad zurückgelegten Wege bei 7% im Vergleich zu 27% Prozent in den Niederlanden⁴. Ein Mittel zur Steigerung des Radverkehrsanteils wäre beispielsweise die verstärkte Nutzung von Elektrofahrrädern in Österreich.

⁴ VCÖ 2010: Energiewende- Schlüsselfaktor Verkehr

1.3 Quantitative Szenarien E-Mobilität

Für die quantitativen Analysen der verschiedenen Einflüsse der Elektromobilität in Österreich müssen verschiedene Rahmenbedingungen festgelegt und Modellannahmen getroffen werden. In den folgenden Abschnitten werden die zu betrachtenden Fahrzeugtypen festgelegt, Nutzergruppen definiert und Annahmen für Verbrauch, Reichweite, Fahrleistung sowie Ladeprofile und -systeme getroffen. Diese quantitativen Szenarien sind Grundlage für ein Modell, mit dem für verschiedene Szenarien Tageslastprofile für Elektrofahrzeuge berechnet werden können.

Die Modellrechnungen im Rahmen der Studie werden einerseits für das Szenario „Business as usual“ und andererseits für das Szenario „Umsetzung Energiestrategie“ durchgeführt⁵.

Das ambitionierte Szenario verwendet die idealen politischen, wirtschaftlichen und technischen Bedingungen zur Entwicklung einer Elektromobilität, welche sich nach der Energiestrategie Österreichs des BMVJ, Lebensministeriums sowie des nationalen Einführungsplans des BMVIT richten und ist daher folglich „Umsetzung Energiestrategie“ genannt. Diese sieht eine Forcierung zu einer schrittweisen, flächendeckenden Einführung von Elektromobilität in Österreich vor⁶. Der Einsatz von erneuerbarem Strom in Elektrofahrzeugen stellt insbesondere in Österreich einen starken Hebel für die Erreichung des Zieles eines 10% Anteils erneuerbarer Energie bis 2020 im Verkehr dar. Die Studie zeigt, dass mittels einer Einführung der E-Mobilität auf Basis 100% erneuerbarer Energien ein wichtiger Beitrag zu den Klima und Energiezielen im Bereich der Elektromobilität erreicht werden kann. Das Szenario „Umsetzung Energiestrategie“ geht folglich von der Implementierung von Marktanzreizsystemen, welche die Entwicklung der Elektromobilität in Österreich forciert, aus. Die folgenden Faktoren sind hierbei als wesentlich anzusehen:

- Fiskalische und andere Kaufanreize, um die Preisdifferenz zu konventionellen Fahrzeugen zu reduzieren. Als Hebel ist hier insbesondere ein System der NoVA-Spreizung zu nennen, bei dem E-Fahrzeuge keiner Steuer, konventionelle Fahrzeuge mit Verbrennungsmotor hingegen stark erhöhter Besteuerung unterliegen.
- Ankaufsförderungen, Vergünstigungen beim Kraftstoff, Parken oder Citymaut.
- Eine optimale infrastrukturelle Versorgung, welche einen kontinuierlichen Fahrzeugbetrieb ohne Unwägbarkeiten ermöglicht. Zum Beispiel: Schnellladeinfrastruktur in Ballungszentren.
- Die Elektrizitätswirtschaft tätigt strategische Investitionen in den Netzausbau, die sich langfristig amortisieren und sie stellt den „Fahrstrom“ aus zusätzlichen erneuerbaren Energien bereit.

Das Szenario „Business as usual“ stellt jenen Fall dar, in dem Marktanzreize für die rasche Umsetzung der E-Mobilität nur in geringem Ausmaß bzw. überhaupt nicht umgesetzt werden. Die technischen Details sind im Appendix zusammengefasst (siehe Kapitel 7.1).

⁵ Zur Entwicklung bis zum Jahr 2020: Umweltbundesamt: Szenarien für Elektromobilität in Österreich bis zum Jahr 2020, Wien, 2011. Zur Entwicklung bis zum Jahr 2030: Hochrechnung des Umweltbundesamtes

⁶ Lebensministerium, BMVFJ 2010: Energiestrategie Österreich

1.3.1 Betrachtete Typen von Elektrofahrzeugen

Im Fokus dieser Studie stehen PKW und leichte Nutzfahrzeuge mit elektrischem Antrieb, die mit Strom aus dem Netz geladen werden können (vgl. Abbildung 2). Diese Gruppe wird als E-Fahrzeuge bezeichnet und im Folgenden in Batterie-Elektrofahrzeuge (BEV) und Plug-in Hybridfahrzeuge (PHEV) unterteilt.

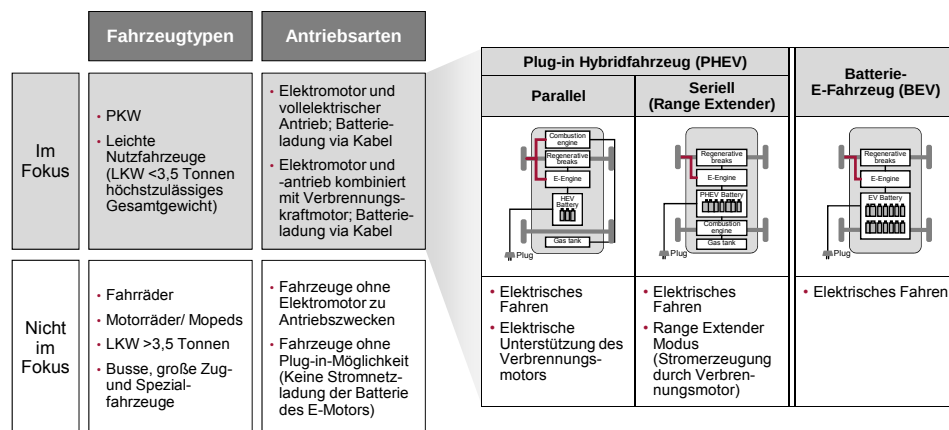


Abbildung 2: Fahrzeugtypen und Antriebsarten

Die Lastkurve durch Elektroautos wird auf Basis des Nutzungs- und Plug-in-Verhaltens von neun Nutzergruppen modelliert. Dazu wird die Anzahl der E-Fahrzeuge je Nutzergruppe bestimmt und mit der Stundenlast je Nutzer und Fahrzeugtyp zu einer Gesamtlastkurve aggregiert (vgl. Abbildung 3).

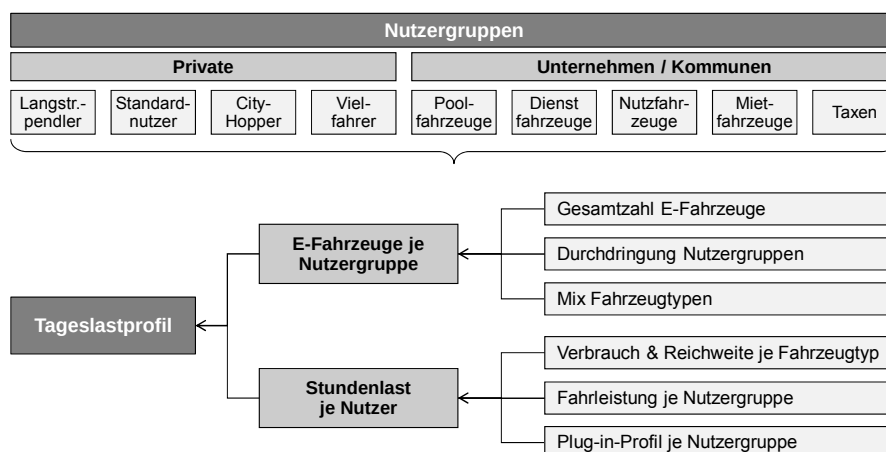


Abbildung 3: Struktur des Modells – Nutzergruppen und Werttreiber

1.3.2 Nutzergruppen

Das durch Elektrofahrzeuge bedingte Tageslastprofil ist insbesondere abhängig von Ladezeitpunkt und Strombedarf. Da diese Faktoren auf dem Fahr- und Plug-in-Verhalten des Fahrzeugnutzers beruhen und sich dieses über die Gesamtheit aller E-Fahrzeug-Nutzer hinweg unterscheidet, wird das Lastprofil jeweils für die neun unterschiedlichen Nutzergruppen separat berechnet.

Wir unterscheiden dabei vier Gruppen privater Nutzer und fünf Gruppen gewerblicher/kommunaler Nutzer⁷:

Langstreckenpendler	Fahrzeuge für private Nutzung. Regelmäßige Fahrten zum und vom Arbeitsplatz bei täglicher Fahrleistung von 60 km und mehr. (> 20.000 km Fahrleistung p.a.)
Standardnutzer	Fahrzeuge für private Nutzung. Bei großen Teil der Nutzer auch regelmäßige Fahrten zum und vom Arbeitsplatz (d.h. Berufspendler mit kurzen oder mittellangen Strecken). (7.500 bis 30.000 km Fahrleistung p.a., exkl. Gruppe der Langstreckenpendler)
City-Hopper	Klein-/Kleinstfahrzeuge mit ausgeprägter regionaler Nutzung (sowohl in der Stadt, wie auch am Land). (< 7.500 km Fahrleistung p.a.)
Vielfahrer	Fahrzeuge für private und geschäftliche Nutzung mit regelmäßigen Fahrten von mehr als 100km. (> 30.000 km Fahrleistung p.a., exkl. Gruppe der Langstreckenpendler)
Poolfahrzeuge	Nichtpersonengebundene Fahrzeuge für Fahrten an und zwischen Betriebsstandorten und zu Kunden/Geschäftspartnern. Rein geschäftliche Nutzung.
Dienstfahrzeuge	Personengebundene Firmenfahrzeuge für geschäftliche und private Nutzung.
Nutzfahrzeuge	Leichte Transporter, leichte Einsatzfahrzeuge mit ausgeprägter regionaler Nutzung. (LKW unter 3,5 t höchstzulässigem Gesamtgewicht, Klasse N1)
Mietfahrzeuge/ Car-Sharing	Fahrzeuge und Klein-/Kleinstfahrzeuge für geschäftliche und private Nutzung. Nutzung vor allem in/um Metropolen und Großstädte sowie in Verkehrsknotenpunkten.
Taxen	Fahrzeuge für den Taxibetrieb. Nutzung vor allem in/um Metropolen und Großstädten durch geschlossene Nutzergruppe.

Tabelle 1: Definitionen Nutzergruppen

Eine Verteilung der Nutzergruppen nach ihrem jeweiligen Anteil am Fahrzeugbestand von 5,06 Mio. PKW und leichten Nutzfahrzeugen in 2011 zeigt mit einem Anteil von 80% die Schlüsselrolle des Privatanutzersegments für den Erfolg einer langfristigen E-Fahrzeug-Durchdringung (vgl. Abbildung 4).

⁷ Einteilung der Nutzergruppen in Anlehnung an: BDEW: Die zukünftige Elektromobilitätsinfrastruktur gestalten. Berlin, September 2010.

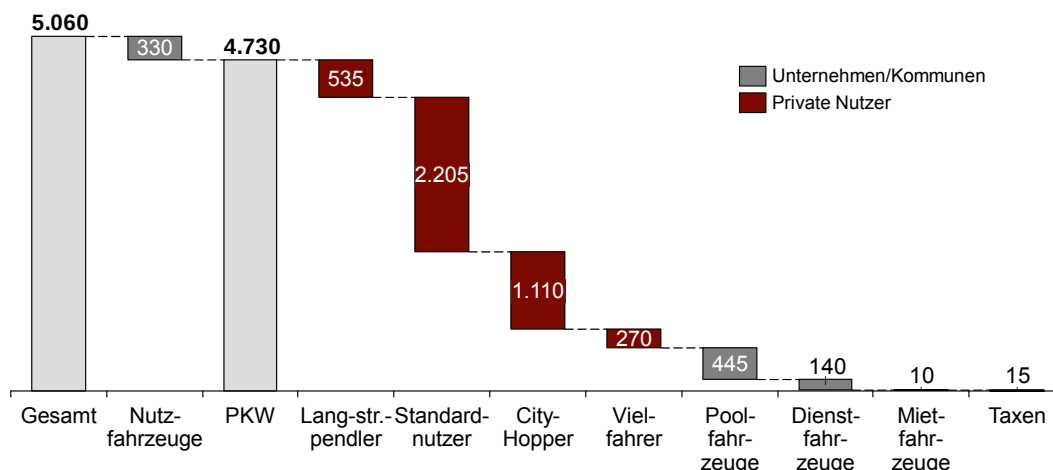


Abbildung 4: Fahrzeugbestand je Nutzergruppe 2011 (in Tausend)

Bei der Entwicklung des Gesamtfahrzeugbestandes 2011 bis 2030 legen wir die Prognose des Modells GLOBEMI der TU Graz zu Grunde⁸. Sie stellt zugleich die Bezugsgröße bei der im Folgekapitel dargestellten Durchdringung der Nutzergruppen mit E-Fahrzeugen dar.

Jahr	Fahrzeuge	Jahr	Fahrzeuge
2011	5.060.200	2021	5.781.000
2012	5.139.600	2022	5.839.800
2013	5.218.900	2023	5.898.600
2014	5.298.200	2024	5.957.400
2015	5.377.400	2025	6.016.200
2016	5.446.500	2026	6.076.900
2017	5.515.500	2027	6.137.500
2018	5.584.500	2028	6.198.100
2019	5.653.400	2029	6.258.700
2020	5.722.200	2030	6.319.300

Tabelle 2: Entwicklung des Gesamtfahrzeugbestandes⁹ 2011 bis 2030

1.3.3 Anzahl der E-Fahrzeuge und Verteilung auf Nutzergruppen

Die Berechnung der Lastprofile wird auf Basis von zwei Szenarien des Umweltbundesamtes für die Entwicklung des Gesamt-E-Fahrzeugbestandes von 2011 bis 2030 modelliert¹⁰. Im ambitionierten Szenario, welches die Marktdurchdringung im Szenario „Umsetzung Energie-strategie“ darstellt, wird von 239.000 E-Fahrzeugen in 2020 und 1,6 Mio. E-Fahrzeugen in

⁸ Vgl. Umweltbundesamt: Szenarien für Elektromobilität in Österreich bis zum Jahr 2020, Wien, 2011. Sowie Modell GLOBEMI des Institut für Verbrennungstechnik der TU Graz aus dem Jahr 2009.

⁹ PKW sowie LKW der Klasse N1.

¹⁰ Zur Entwicklung bis zum Jahr 2020: Umweltbundesamt: Szenarien für Elektromobilität in Österreich bis zum Jahr 2020, Wien, 2011. Zur Entwicklung bis zum Jahr 2030: Hochrechnung des Umweltbundesamtes.

2030 ausgegangen. Im weniger ambitionierten Szenario, das der Marktdurchdringung im Szenario „Business as usual“ entspricht, werden 60.000 E-Fahrzeuge für das Jahr 2020 und 861.000 für 2030 prognostiziert.

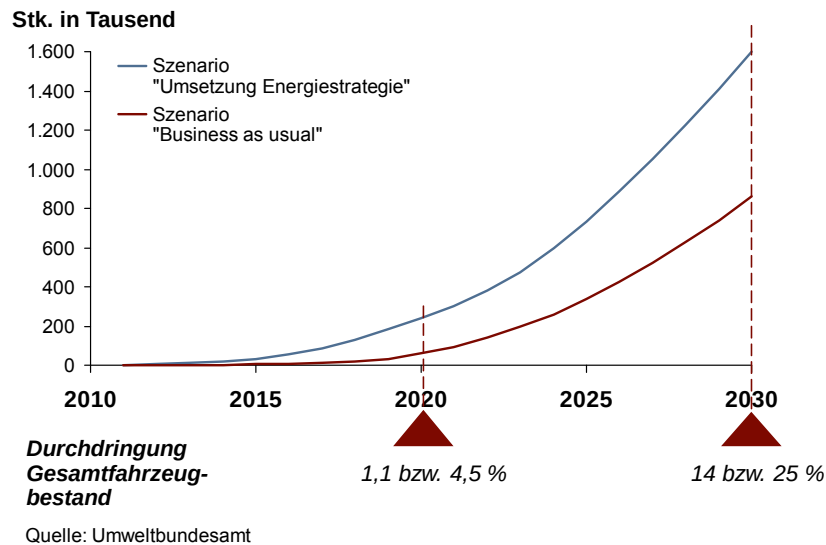


Abbildung 5: E-Fahrzeugbestand 2011 bis 2030 (in Tausend)

Bei der Durchdringung der jeweiligen Nutzergruppen mit E-Fahrzeugen gehen wir von folgender schrittweiser Entwicklung des Marktes aus:

1. Modellregionen: Erprobung und Demonstration
2. Firmen- und kommunale Flotten: Höhere Auslastung, Firmengelände für Ladeinfrastruktur geeignet, Imagegewinn
3. Berufspendler mit überdurchschnittlichen Tagesstrecken: Spezifisches Nutzungsverhalten geeignet, um aus Kostengründen auf elektrisches Fahren umzusteigen

Bestätigung findet diese Sichtweise im Aktionsprogramm zur Markteinführung von Elektrofahrzeugen von Wirtschaftskammer und Lebensministerium¹¹, welches Modellregionen, Firmen- und kommunale Flotten ebenfalls in den Fokus seiner Förderungen und Steuerungsmaßnahmen stellt. Dieselbe Stoßrichtung findet sich im Nationalen Einführungsplan Elektromobilität des BMVIT¹².

Eine breite Anwendung durch alle Gruppen privater Nutzer ist bis 2020 hingegen nicht zu erwarten. Auf Basis dieser Ausführungen wird für das Jahr 2020 ein Nutzermix von 60% Privatanutzer vs. 40% Unternehmen/Kommunen prognostiziert.

¹¹ Wirtschaftskammer Österreich/ BMLFUW: 10 Punkte Aktionsprogramm zur Markteinführung von Elektromobilität mit erneuerbaren Energien. Wien, 2010.

¹² BMVIT: Strategie und Instrumente sowie proprietäre Anwender- und Einsatzbereiche für den Nationalen Einführungsplan Elektromobilität. Wien, März 2010.

Für die Anzahl der E-Fahrzeuge je Nutzergruppe und die daraus resultierende Durchdringung der Nutzersegmente¹³ ergibt sich folgendes Bild:

	Szenario „Umsetzung Energiestrategie“		Szenario „Business as usual“		Delta	
	Anzahl	Durchdringung	Anzahl	Durchdringung	Anzahl	Durchdringung
Langstreckenpendler	83.530	13,8 %	20.970	3,5 %	62.560	10,30%
Standardnutzer	35.800	1,4 %	8.990	0,4 %	26.810	1,00%
City-Hopper	21.480	1,7 %	5.390	0,4 %	16.090	1,30%
Vielfahrer	2.390	0,8 %	600	0,2 %	1.790	0,60%
Poolfahrzeuge	48.680	9,7 %	12.220	2,4 %	36.460	7,30%
Dienstfahrzeuge	11.930	7,5 %	3.000	1,9 %	8.930	5,60%
Nutzfahrzeuge	31.020	8,3 %	7.790	2,1 %	23.230	6,20%
Mietfzg./Car-Sharing	1.430	12,7 %	360	3,2 %	1.070	9,50%
Taxen	2.390	14,1 %	600	3,5 %	1.790	10,60%
Gesamt E-Fahrzeuge	238.650	4,5 %	59.920	1,1 %	178.730	3,40%
Gesamt Fahrzeuge	5.722.230		5.722.230			

Tabelle 3: E-Fahrzeuganzahl und -durchdringung¹⁴ je Nutzergruppe in 2020

In den Jahren 2020 bis 2030 ist von einem schwächeren Wachstum und beginnender Sättigung im Bereich gewerblicher und kommunaler Fahrzeuge auszugehen. Es wird eine zunehmende Verlagerung starker Zuwachsraten hin zu privaten Nutzern, insbesondere Berufspendlern und City-Hoppern mit geringeren Fahrleistungen, erwartet.

Für das Jahr 2030 ergibt sich - diesen Ausführungen entsprechend - ein Mix von 75% Privatanutzer vs. 25% öffentliche/gewerbliche Nutzer (vgl. Tabelle 4).

¹³ Für das Jahr 2020 erfolgt die Verteilung der Gesamtzahl E-Fahrzeuge auf die Nutzergruppen anhand der dargestellten Ausführungen auf Basis eigener Annahmen.

¹⁴ Durchdringung hier und in Folge berechnet auf Basis des prognostizierten Fahrzeugbestandes des jeweiligen Jahres (vgl. Tabelle 2).

	Szenario „Umsetzung Energiestrategie“		Szenario „Business as usual“		Delta	
	Anzahl	Durchdringung	Anzahl	Durchdringung	Anzahl	Durchdringung
Langstreckenpendler	326.160	49 %	175.550	26 %	150.610	23%
Standardnutzer	527.610	19 %	283.980	10 %	243.630	9%
City-Hopper	319.760	23 %	172.110	12 %	147.650	11%
Vielfahrer	23.980	7 %	12.910	4 %	11.070	3%
Poolfahrzeuge	207.850	37 %	111.870	20 %	95.980	17%
Dienstfahrzeuge	52.760	30 %	28.400	16 %	24.360	14%
Nutzfahrzeuge	127.910	31 %	68.840	17 %	59.070	14%
Mietfzg./Car-Sharing	4.800	38 %	2.580	21 %	2.220	17%
Taxen	7.990	43 %	4.300	23 %	3.690	20%
Gesamt E-Fahrzeuge	1.598.820	25 %	860.560	14 %	738.260	11%
Gesamt Fahrzeuge	6.319.310		6.319.310			

Tabelle 4: E-Fahrzeuganzahl und -durchdringung¹⁵ je Nutzergruppe in 2030

¹⁵ Für das Jahr 2030 erfolgt die Verteilung der Gesamtzahl E-Fahrzeuge auf die Nutzergruppen anhand der dargestellten Ausführungen auf Basis eigener Annahmen.

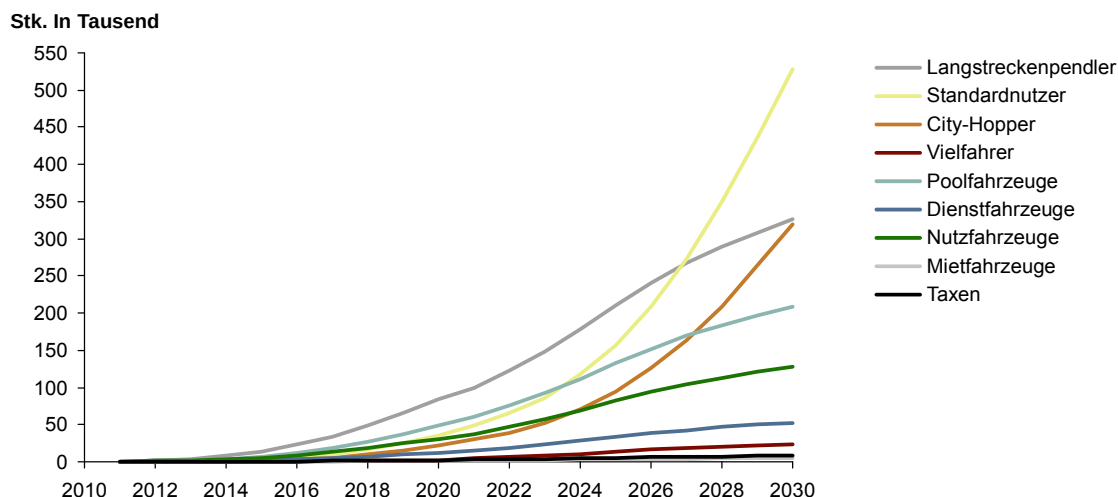


Abbildung 6: Entwicklung E-Fahrzeugbestand je Nutzergruppe im Szenario „Umsetzung Energiestrategie“ (in Tausend)

Bei der Anzahl prognostizierter Elektrofahrzeuge muss auch zwischen den Fahrzeugtypen Batterie-E-Fahrzeuge (BEV) und Plug-in Hybridfahrzeuge (PHEV) differenziert werden, da die technischen Unterschiede abweichenden Ladebedarf bedingen.

Für das Jahr 2020 wird von einem PHEV-Anteil an allen E-Fahrzeugen von 65% ausgegangen. Der hohe PHEV-Anteil ist insbesondere auf der gegenüber BEV erhöhten Reichweiten-sicherheit und den günstigeren Anschaffungskosten in den ersten Jahren zurückzuführen. Aufgrund der zu erwartenden sinkenden Batteriepreise und verbesserter Ladeinfrastruktur, gewinnen reine Batterie-Elektrofahrzeuge im Zeitablauf an Attraktivität und werden im Jahr 2030 ihren Anteil auf 45% erhöhen.

	2020		2030	
	BEV	PHEV	BEV	PHEV
Langstreckenpendler	45 %	55 %	50 %	50 %
Standardnutzer	20 %	80 %	40 %	60 %
City-Hopper	45 %	55 %	65 %	36 %
Vielfahrer	5 %	95 %	10 %	90 %
Poolfahrzeuge	40 %	60 %	45 %	55 %
Dienstfahrzeuge	10 %	90 %	20 %	80 %
Nutzfahrzeuge	20 %	80 %	25 %	75 %
Mietfzg./Car-Sharing	30 %	70 %	40 %	60 %
Taxen	35 %	65%	40 %	60 %
Gesamt E-Fahrzeuge	35 %	65 %	45 %	55 %

Tabelle 5: Mix Fahrzeugtypen je Nutzergruppe in 2020 und 2030

1.3.4 Verbrauch und Reichweite je Fahrzeugtyp

Die Verteilung der Fahrzeugtypen BEV und PHEV wurde bereits in Kapitel 1.3.3 vorgenommen. In Bezug auf den Energieverbrauch spielt neben der Antriebsart insbesondere auch die Fahrzeuggröße eine wichtige Rolle.

Grundsätzlich lässt sich am Markt beobachten, dass Nutzer mit höherer Fahrleistung vermehrt mittlere bis große Fahrzeugmodelle nutzen, wohingegen Nutzer mit niedriger Fahrleistung kleine bis mittlere Fahrzeugmodelle verwenden. Ein Blick auf die aktuell angebotenen und zukünftig geplanten E-Fahrzeugmodelle zeigt, dass in der Klein- und Kleinstwagenklasse BEV-Modelle dominieren, wohingegen PHEV überwiegend im Bereich der Mittel- bis Oberklasse angeboten werden¹⁶. Aus diesen Informationen lässt sich die Fahrzeuggröße je Nutzergruppe und Fahrzeugtyp wie folgt zuordnen:

	Fahrzeuggröße	
	BEV	PHEV
Langstreckenpendler	Mittel	Mittel
Standardnutzer	Klein	Mittel
City-Hopper	Klein	Mittel
Vielfahrer	Mittel	Groß
Poolfahrzeuge	Mittel	Mittel
Dienstfahrzeuge	Mittel	Groß
Nutzfahrzeuge	Transporter	Transporter
Mietfzg./Car-Sharing	Klein	Mittel
Taxen	Mittel	Groß

Tabelle 6: Fahrzeuggröße je Nutzergruppe und Fahrzeugtyp

Klein = Klein- und Kleinstwagen

Mittel = Mittelklasse

Groß = Obere Mittelklasse und Oberklasse

Der Verbrauch je Fahrzeugklasse und -größe wird für PKW auf Basis der Herstellerangaben zu 106 aktuellen und zukünftig geplanten BEV/PHEV berechnet¹⁷. Für die Reichweiten- und Verbrauchsmerkmale von Nutzfahrzeugen werden jeweils ein BEV-Transporter und ein PHEV-Transporter herangezogen¹⁸ (vgl. Tabelle 7).

Mehrere Praxistests haben gezeigt, dass der tatsächliche Verbrauch bei E-Fahrzeugen von den Herstellerangaben abweichen kann. Neben ungünstigen Fahrbedingungen wie starke Steigungen, längere Standzeiten, etc. erhöht die Nutzung von Heizung/Klimaanlage, Licht,

¹⁶ Lt. Herstellerangaben zu 106 BEV/PHEV. Vgl. Ecologic / CE Delft: Impact of Electric Vehicles, Deliverable 1. Delft, April 2011.

¹⁷ Ecologic / CE Delft: Impact of Electric Vehicles, Deliverable 1. Delft, April 2011.

¹⁸ Ford-Werke GmbH: Elektromobilitäts-Projekt "colognE-mobil" – Praxisphase zeigt positive Zwischenergebnisse. <http://www.presseportal.de>, Juli 2011. Sowie Daimler AG: Sauber und flüsterleise durch die City. <http://media.daimler.com>, 2008.

Radio und sonstiger Elektronik den tatsächlichen Verbrauch signifikant¹⁹. Aufgrund dieser Umstände und den im Rahmen der Ladung auftretenden Ladeverlusten²⁰ rechnen wir in Folge mit einem 25%-Aufschlag auf den von Herstellern angegebenen Verbrauch.

In Anlehnung an in der Automobilherstellung regelmäßig auftretenden technischen Neuerungen und Verbesserungen (hier insbesondere in den Bereichen Fahrzeugdynamik und Leichtbauweise), rechnen wir mit jährlichen Effizienzsteigerungen von 0,5 Prozent bis 2030²¹.

	Reichweite (elektrisch in km)		Verbrauch (kWh/100km)	
	BEV*	PHEV	BEV*	PHEV
Klein	154	46	13,2	13,2
Mittel	176	57	16,5	19,8
Groß	149	54	18,3	22,0
Nutzfahrzeuge	130	30	21,5	46,7
+ 25 % Aufschlag				

Tabelle 7: Reichweite und Verbrauch je Fahrzeugtyp und –größe 2010

* Durchschnittswerte von Herstellerangaben

Klein = Klein- und Kleinstwagen

Mittel = Mittelklasse

Groß = Obere Mittelklasse, Oberklasse

Die beschränkte batteriebezogene Reichweite von PHEV und anschließende Nutzung des Zweitmotors limitiert die Zahl täglich elektrisch gefahrener Kilometer bei diesem Fahrzeugtyp auf 57 km bei mittleren und 54 km bei großen PKW²² bzw. 30 km bei der Gruppe „Nutzfahrzeuge“²³.

1.3.5 Fahrleistung je Nutzergruppe

Die Tagesfahrleistung wird aus der durchschnittlichen Jahresfahrleistung der Nutzergruppe jeweils für die zwei Ausprägungen Wochentage und Wochenenden/Feiertage abgeleitet.

¹⁹ Auto Motor und Sport: E-Autos im Reichweitentest – E-Smart leidet unter Kälte. Dezember 2010. Sowie ATZ: Der Range-Extender rettet das Elektrofahrzeug – Interview mit Dr. Fischer (AVL). Januar 2011. Sowie Auto Motor und Sport: Mitsubishi i-MiEV – Die Klimaanlage kostet Reichweite. August 2009.

²⁰ Vgl. Fraunhofer IAO: Systemanalyse BWe Mobil. Hrsg.: Wirtschaftsministerium Baden-Württemberg. Stuttgart, 2010, S. 21. Sowie: Technische Universität Graz: Auswirkungen zukünftiger Elektromobilität auf die österreichische Elektrizitätswirtschaft. Graz, April 2011, S. 39 f.

²¹ Diese 0,5% werden immer auf Basis des jeweils im Jahr 2011 veranschlagten Verbrauch je Fahrzeugtyp und -größe berechnet

²² Durchschnittliche elektrische Reichweite PHEV auf Basis der Herstellerangaben zu 106 BEV/PHEV. Vgl. Ecologic / CE Delft: Impact of Electric Vehicles, Deliverable 1. Delft, April 2011.

²³ 30 km durchschnittliche Reichweite des Hybrid-Transporters „Mercedes Sprinter Prototyp“. Vgl. Daimler AG: Sauber und flüsterleise durch die City. <http://media.daimler.com>, 2008.

An Wochentagen wird grundsätzlich von täglicher Nutzung und täglichem Plug-in ausgegangen. Abweichend hiervon wird bei „City-Hoppern“ eine Nutzungswahrscheinlichkeit von 50%, bei Mietfahrzeugen eine Nutzungswahrscheinlichkeit von 66% unterstellt. Für die Gruppen „Langstreckenpendler“ und „Taxen“ gehen wir aufgrund der hohen Fahrleistungen und adäquaten Versorgung mit spezifisch installierter Ladeinfrastruktur von täglich zweimaligem Plug-in aus.

An Wochenenden bzw. Feiertagen reduziert sich die Nutzungswahrscheinlichkeit der privaten Nutzer und der Gruppe „Dienstfahrzeuge“ auf 50%, jene der „Nutzfahrzeuge“ auf 25% und jene der „Poolfahrzeuge“ auf 20%²⁴. Die Nutzungswahrscheinlichkeit von Taxen und Mietfahrzeugen verändert sich nicht gegenüber Wochentagen.

Für die Berechnung des Ladebedarfs bei einem Plug-in ist die Zahl der bis dahin elektrisch gefahrenen Kilometer ausschlaggebend. Nachfolgend wird diese Kilometerzahl und die zugehörige tägliche Nutzungswahrscheinlichkeit – aufgrund der limitierten Reichweite von PHEVs – differenziert je Fahrzeugtyp dargestellt (vgl. Tabelle 8).

	Jahresfahrleistung*	Elektrisch gefahrene km vor Plug-in und Nutzungs-/Plug-in-Wahrscheinlichkeit			
		Montag-Freitag		Samstag/Sonntag/Feiertag	
		BEV	PHEV	BEV	PHEV
Langstreckenpendler	23.200 km	2 x 40 km** 100%	2 x 40 km** 100%	60 km 50%	57 km 50%
Standardnutzer	12.200 km	35 km 100%	35 km 100%	60 km 50%	57 km 50%
City-Hopper	5.200 km	25 km 50%	25 km 50%	35 km 50%	35 km 50%
Vielfahrer	34.300 km	120 km 100%	54 km 100%	80 km 50%	54 km 50%
Poolfahrzeuge	10.700 km	40 km 100%	40 km 100%	40 km 20%	40 km 20%
Dienstfahrzeuge	21.100 km	70 km 100%	54 km 100%	60 km 50%	54 km 50%
Nutzfahrzeuge	19.300 km	70 km 100%	30 km 100%	70 km 25%	30 km 25%
Mietfzg./Car-Sharing	22.300 km	95 km 67%	57 km 67%	85 km 67%	57 km 67%
Taxen	58.400 km	2 x 80 km** 100%	2x 54 km** 100%	2 x 80 km** 100%	2 x 54 km** 100%

Tabelle 8: Fahrleistung und Plug-in Wahrscheinlichkeit

* Bezogen auf ein Batterie-Elektrofahrzeug (BEV), gerundet auf 100 km

** Bedeutet: Täglich zweimaliges Fahren der angegebenen Strecke und zweimaliges Laden

²⁴ Der Einsatz von Nutzfahrzeugen an Wochenenden ist je nach Nutzungszweck nicht auszuschließen; dies gilt ebenso für Poolfahrzeuge und hier im Speziellen für die Nutzung an Samstagen.

1.3.6 Plugged-in Profil und Ladesystem je Nutzergruppe

Zur Berechnung der Tageslastkurve wird jeder Nutzergruppe ein Plugged-in Profil zugewiesen. Ausgangspunkt ist dabei die Definition von möglichen Plugged-in Phasen und die Annahme, dass der Ladevorgang ohne weitere Steuerung direkt nach dem Verbinden des Ladekabels beginnt.

Die Zeitpunkte, an denen E-Fahrzeuge ans Netz an- und wieder abgeschlossen werden, unterscheiden sich je Nutzer, wurden jedoch für Zwecke dieser Studie zu drei typischen Plugged-in Zeiträumen zusammengefasst²⁵: Nachtphase, Tagesphase, Tagesverteilte Kurzphasen (vgl. Tabelle 9).

In einem zweiten Schritt wurde jeder Plugged-in Phase ein Ladesystem mit definierter Ladeleistung zugeordnet. Aufgrund der langen Plugged-in Zeiträume in der „Nachtphase“ und „Tagesphase“ wird hier eine niedrige Ladeleistung als geeignet angesehen. Gründe für die Anwendung niedriger Ladeleistungen sind insbesondere die geringen Investitionskosten in die Ladeinfrastruktur, die Schonung der Batterie und Verlängerung ihrer Lebensdauer sowie die Vermeidung lokaler Netzüberlastungen²⁶. Anders verhält es sich bei tagesverteilten Kurzphasen, wo aufgrund unregelmäßig kurzer Plugged-in Zeiträume eine schnelle Ladung nötig ist und ein Aufbau der erforderlichen Infrastruktur beispielsweise bei Einkaufszentren, in Parkhäusern oder auf öffentlichen Flächen, etc. wahrscheinlicher ist²⁷.

	Plug-in Zeitpunkt	Plugged-in Zeitraum*	Ladeleistung
Nachtphase	Abends (z.B. zu Hause)	18 – 7 Uhr	Niedrig
Tagesphase	Morgens (z.B. nach der Fahrt zum Arbeitsort)	8 – 17 Uhr	Niedrig
Tagesverteilte Kurzphasen	Kontinuierlich verteilt (z.B. bei kürzeren Stopps, wenn in der Stadt/Region unterwegs)	9 – 18 Uhr, jeweils kurze Phasen	Hoch

Tabelle 9: Plugged-in Zeiträume und Ladeleistung

* Durchschnittliche Plug-in und Plug-out Zeitpunkte

Aufgrund erwarteter Verbesserungen der Batterie- und Ladetechnologien sowie laufender Installation von Ladeinfrastruktur für schnellere Ladungen wird von einem im Zeitverlauf kontinuierlichen Anstieg der Ladeleistungen ausgegangen. Ausgehend von 3,7 kW für

²⁵ E-Fahrzeuge werden in vielen Fällen (insb. an Wochenenden oder bei Nutzergruppen mit geringerer täglicher Nutzungswahrscheinlichkeit) über längeren als in diesen drei Varianten jeweils definierten Plugged-in Zeitraum angesteckt sein. Für Zwecke der Ermittlung von Lastkurven durch E-Fahrzeuge und in Hinblick auf die dargestellten Varianten der Ladesteuerung („Ladestart nach Plug-in“ sowie „spitzengeglättetes Laden“) sind jedoch diese von vorwiegender Relevanz.

²⁶ Fraunhofer IAO: Systemanalyse BWe Mobil. Hrsg.: Wirtschaftsministerium Baden-Württemberg. Stuttgart, 2010, S. 21-23.

²⁷ EWI: Potenziale der Elektromobilität bis 2050 – Eine Szenariobasierte Analyse der Wirtschaftlichkeit, Umweltauswirkungen und Systemintegration. Köln, Juni 2010, S. 30.

niedrige Ladeleistung²⁸ bzw. 10 kW für hohe Ladeleistung in 2011, werden diese Werte im Modell bis zum Jahr 2030 auf 10 bzw. 25 kW angehoben²⁹.

Das Plugged-in Profil je Nutzergruppe ergibt sich aus dem jeweiligen Mix der drei Plugged-in Zeiträume. Diese Verteilung kann sich wiederum innerhalb einer Nutzergruppe zwischen Wochentagen und Wochenenden/Feiertagen unterscheiden³⁰. Im Anschluss findet sich die Aufstellung der Plugged-in Zeiträume je Nutzergruppe³¹ (vgl. Tabelle 10).

Steckt der „Langstreckenpendler“ beispielsweise Montag bis Freitag sowohl Morgens nach der Fahrt zur Arbeit (Tagesphase) wie auch Abends zu Hause an (Nachtphase), wird er das morgendliche Anstecken am Arbeitsplatz an Wochenenden nicht vornehmen. Für die Gruppe der City-Hopper wird hingegen (u.a. aufgrund niedrigerer Fahrleistung) angenommen, dass diese nur einmal täglich und dabei nutzerverteilt in einer der drei Phasen laden.

	Montag-Freitag			Samstag/Sonntag/Feiertag		
	Nacht-phase	Tages-phase	Tages-verteilt	Nacht-phase	Tages-phase	Tages-verteilt
Langstreckenpendler	100 %	100 %	0 %	100 %	0 %	0 %
Standardnutzer	80 %	10 %	5 %	80 %	0 %	3 %
City-Hopper	60 %	10 %	15 %	60 %	0 %	5 %
Vielfahrer	80 %	10 %	5 %	80 %	0 %	3 %
Poolfahrzeuge	90 %	0 %	10 %	90 %	0 %	6 %
Dienstfahrzeuge	80 %	15 %	5 %	80 %	0 %	3 %
Nutzfahrzeuge	90 %	0 %	10 %	90 %	0 %	2 %
Mietfzg./Car-Sharing	60 %	0 %	20 %	60 %	0 %	20 %
Taxen	100 %	0 %	100 %	100 %	0 %	100 %

Tabelle 10: Plugged-in Zeiträume je Nutzergruppe (Anteil Fahrzeuge je Phase)

Exemplarisch wird das Plugged-in Profil für die Gruppe der „Standardnutzer“ an Wochentagen abgebildet (vgl. Abbildung 7).

²⁸ Vgl. Technische Universität Graz: Auswirkungen zukünftiger Elektromobilität auf die österreichische Elektrizitätswirtschaft. Graz, April 2011, S. 35 f.

²⁹ Für niedrige Ladeleistung bedeutet dies, dass bei Anwendung niedriger Ladeleistung 100% der Anschlüsse mit 3,7 kW ausgestattet sind und 0% mit 10 kW, wobei dieses Verhältnis sich bis 2030 linear auf 0% 3,7 kW vs. 100% 10 kW kehrt. Dieselbe Logik gilt für die hohe Ladeleistung (100% mit 10 kW in 2011 vs. 100% mit 25 kW in 2030).

³⁰ Unabhängig von den Annahmen zur täglichen Nutzungswahrscheinlichkeit in Tabelle 8, wonach an Wochenenden ein Großteil der Nutzergruppen Ihre E-Fahrzeuge nur jedes zweite Mal nutzen, kann aufgrund der potenziell starken Einschränkung des individuellen Mobilitätsbedürfnisses der Fahrzeugnutzer nicht davon ausgegangen werden, dass damit der gesamte Tag von einem signifikanten Teil der Nutzer als Zeitraum für Zwecke der Ladesteuerung zur Verfügung gestellt wird.

³¹ Mix der Plugged-in Zeiträume je Nutzergruppe aggregiert für beide Fahrzeugtypen BEV und PHEV in Anlehnung an die Annahmen und Ausführungen in BDEW: Die zukünftige Elektromobilitätsinfrastruktur gestalten. Berlin, September 2010.

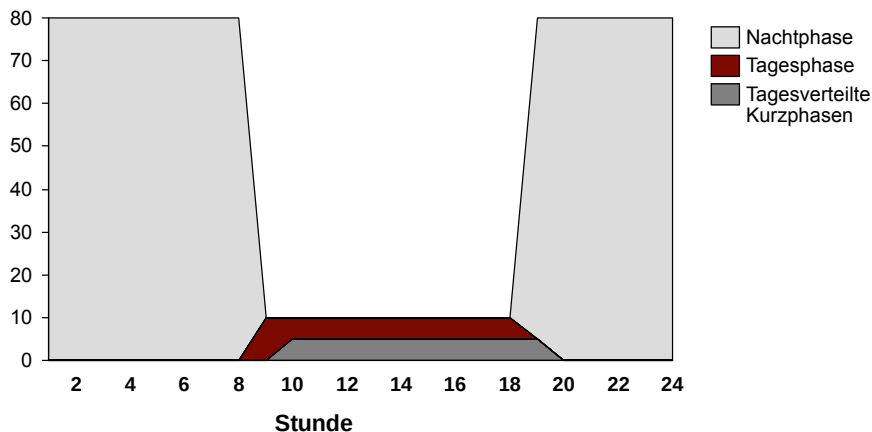


Abbildung 7: Beispiel: Plugged-in Profil „Standardnutzer“, Mo-Fr (Nutzeranteil je Zeitraum in %)

1.3.7 Modellierung der Tageslastprofile für E-Fahrzeuge

Zur Bestimmung des Tageslastprofils durch Elektrofahrzeuge findet ein Modell Anwendung, das die Berechnung von Stromlastkurven auf stündlicher Basis ermöglicht. Das Modell verwendet die oben dargestellten Annahmen zu

- Typen von Elektrofahrzeugen,
- Nutzergruppen,
- Anzahl der E-Fahrzeuge und Verteilung auf Nutzergruppen,
- Verbrauch und Reichweite je Fahrzeugtyp,
- Elektrischer Fahrleistung je Nutzergruppe,
- Plugged-in-Profil,
- Ladesystem je Nutzergruppe und
- Ladewirkungsgrad.

In Abhängigkeit der jeweils zur Verfügung stehenden Ladeleistung (vgl. Tabelle 9) wird die benötigte Ladedauer unter Annahme eines linearen Ladeverlaufs berechnet. Trotz absinkender Ladeleistung in der letzten Phase der Ladung³², ist diese Prämisse für das vorliegende Modell nutzbar, da die Lasten auf stündlicher Basis errechnet werden und die tatsächlichen Lastspitzen damit abgebildet sind.

Somit können typische Tageslastprofile für verschiedenen Szenarien und Modell-Jahre berechnet werden. Weiter unten wird dieses Modell um einen einfachen Ansatz der aktiven Steuerung des Ladezeitpunktes erweitert, um die Einflussmöglichkeiten solcher Verfahren auf die Tageslastprofile zu demonstrieren.

³² Bei der Standardladung von Lithium-Ionen-Akkumulatoren wird zunächst mit konstantem Strom und ab Erreichen des definierten kritischen State of Charge mit stark fallender Leistung über einen verbleibenden kurzen Zeitraum geladen. Nickel-Cadmium- und Nickel-Metall-Hybrid-Zellen werden ebenfalls bei konstantem Strom geladen und weisen im Falle eines integrierten Abschaltkriteriums auch eine fallende Leistung in der Schlussphase auf.

Vgl. Forschungsstelle für Energiewirtschaft: Elektrizitätswirtschaftliche Einbindung von Elektrostraßenfahrzeugen. Dezember 2007. S. 13 f. Sowie: Technische Universität Graz: Auswirkungen zukünftiger Elektromobilität auf die österreichische Elektrizitätswirtschaft. Graz, April 2011, S. 81 f.

2 Volkswirtschaftliche und ökologische Effekte der E-Mobilität auf Basis 100% Erneuerbare

Ein zentraler Aspekt dieser Studie ist es, die diskutierten Szenarien „E-Mobilität auf Basis 100% erneuerbarer Energie“ aus gesellschaftlicher Sicht zu analysieren. Dabei werden, wie im Folgenden dargestellt, volkswirtschaftliche und ökologische Effekte untersucht.

Es werden in den zwei Szenarien „Business as usual“ sowie „Umsetzung Energiestrategie“ die Effekte einer Umsetzung der E-Mobilität auf Basis 100% erneuerbarer Energieträger sowie eines konventionellen Mixes dargestellt. Die Zusammensetzung des Strommix aus Erneuerbaren für die zukünftigen Jahre wird in Kapitel 3.1 näher erläutert. Beim konventionellen Mix wird auf das im „e-Trend Forum Stromszenario 2050“ Abschlussbericht dargestellte Szenario „Grün“ zurückgegriffen. Dieses setzt sich wie folgt zusammen.

Konventioneller Mix	2010	2020	2030
Erdgas	64%	81%	91%
Steinkohle	30%	19%	9%
Erdölderivate	6%	0%	0%

Tabelle 11: Konventioneller Mix

2.1 Volkswirtschaftliche Effekte

Elektromobilität hat die Option, die Energiedienstleistungen (individuelle) Mobilität am Ort der Nutzung emissionsfrei bereitzustellen. In Anbetracht der derzeit gravierenden drückenden energie-, umwelt- und gesellschaftspolitischen Probleme stellt sich natürlich die Frage, wie eine Umsetzung der E-Mobilität auf Basis 100% erneuerbare Energieträger dazu beitragen kann, diese zu lösen.

Die wichtigsten dieser Probleme mit Energie- und Umweltbezug sind:

- Limitierte fossile Ressourcen;
- Hohe Importabhängigkeit Österreichs bei fossilen Energieträgern;
- Verschärfung des Treibhauseffekts durch CO₂- und andere THG-Emissionen
- Beschäftigungspolitik: Schaffen „grüner“ Arbeitsplätze

In diesem Kontext sind die wichtigsten volkswirtschaftlichen Effekte, die wir in dieser Studie bewerten, folgende:

1. Wie trägt eine Umsetzung der E-Mobilität auf Basis 100% erneuerbare Energieträger dazu bei, den Verbrauch an limitierten fossilen Ressourcen zu reduzieren und damit auch die Energieimporte Österreichs zu verringern?
2. Wie kann eine Umsetzung der E-Mobilität auf Basis 100% erneuerbare Energieträger zur Entschärfung der globalen Erwärmung durch Verminderung der THG-Emissionen beitragen? In diesem Zusammenhang ist auch von Bedeutung, welche Kostenreduktion in Bezug

auf Strafzahlungen für Österreich durch Nichterreichen der EU-CO₂-Ziele erreicht werden können?

3. Schließlich ist aus gesamtgesellschaftlicher Sicht relevant, welche Beschäftigungs- und Wertschöpfungseffekte mit einer Umsetzung der E-Mobilität auf Basis 100% erneuerbare Energieträger erreicht werden können. Dies ist vor allem auch deshalb wichtig, weil die geschaffenen Arbeitsplätze als sogenannte „green jobs“ einzustufen sind.

Diese drei Kategorien an volkswirtschaftlichen Effekten werden im Folgenden näher erörtert.

2.1.1 Fossile Energieimporte

Der erste wichtige volkswirtschaftliche Effekt, den wir analysieren, sind die Einsparungen an fossilen Energieimporten und der daraus resultierenden Kosteneinsparungen. Dazu werden zunächst in den Abbildung 8 bis Abbildung 11 die Einsparungen bei E-Mobilität basierend auf Strom aus 100% erneuerbaren Energieträgern präsentiert.

Diese betragen bis 2030 im Szenario „Business as usual“ ca. 400.000 Tonnen Rohöl pro Jahr, vgl. Abbildung 8, im Szenario „Umsetzung Energiestrategie“ sind es 800.000 Tonnen Rohöl pro Jahr (vgl. Abbildung 9). Kumuliert bedeutet das, dass bis 2030 im Szenario „Business as usual“ ca. 3 Mio. Tonnen Rohöl weniger importiert werden muss (vgl. Abbildung 8), im Szenario „Umsetzung Energiestrategie“ sind es 6 Mio. Tonnen Rohöl weniger (vgl. Abbildung 9).

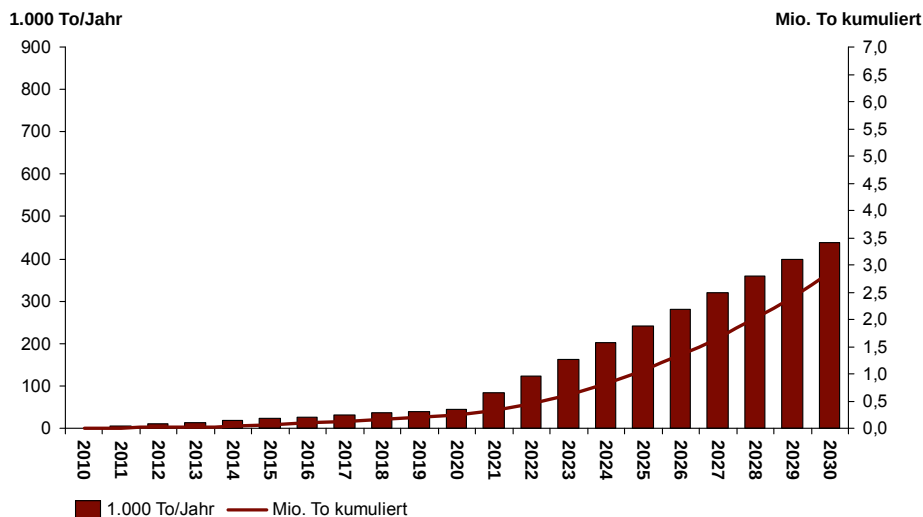


Abbildung 8: Importeinsparungen an Rohöl-Äquivalenten im Szenario „Business as usual“ (1000 toe/Jahr bzw. kumuliert in Mio. Tonnen Rohöl)

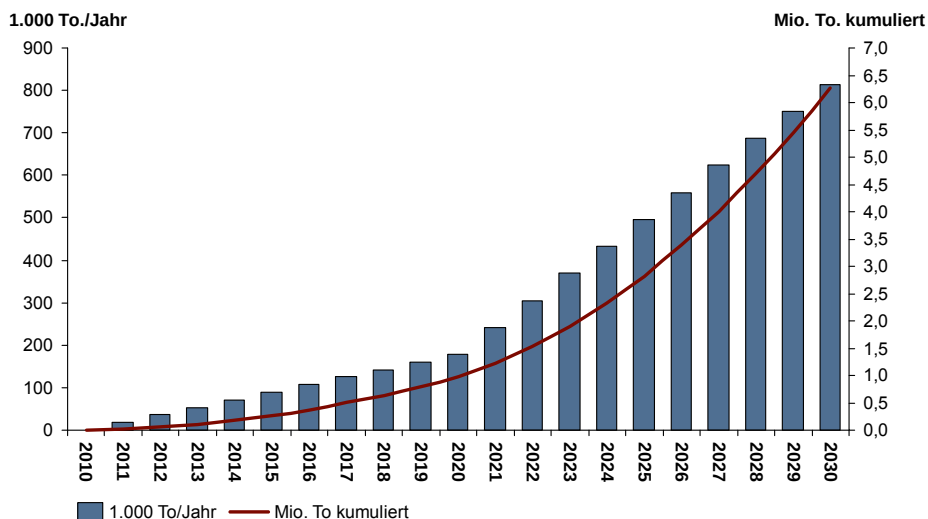


Abbildung 9: Importeinsparungen an Rohöl-Äquivalenten im Szenario „Umsetzung Energiestrategie“ (1000 toe/Jahr bzw kumuliert in Mio. Tonnen Rohöl)

Die monetären Einsparungen bei der Verwendung von 100% erneuerbarem Strom für die Elektromobilität in den beiden Szenarien sind in den Abbildung 10 und Abbildung 11 dargestellt. Bis zum Jahr 2030 werden im Szenario „Business as usual“ ca. 400 Mio. € pro Jahr weniger für Rohölimporte ausgegeben, im Szenario „Umsetzung Energiestrategie“ sind es ca. 800 Mio. € pro Jahr weniger.

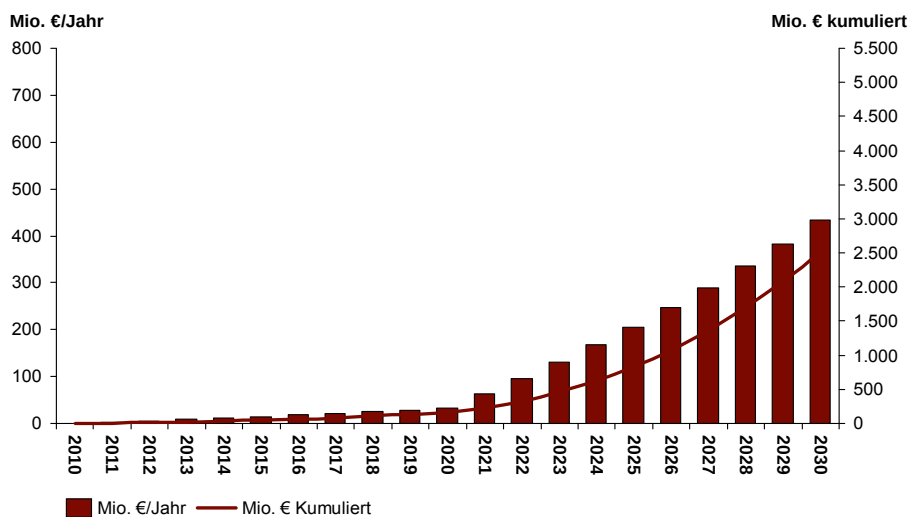


Abbildung 10: Monetäre Importeinsparungen im Szenario „Business as usual“ (Mio. €/Jahr bzw. kumuliert in Mio. €)

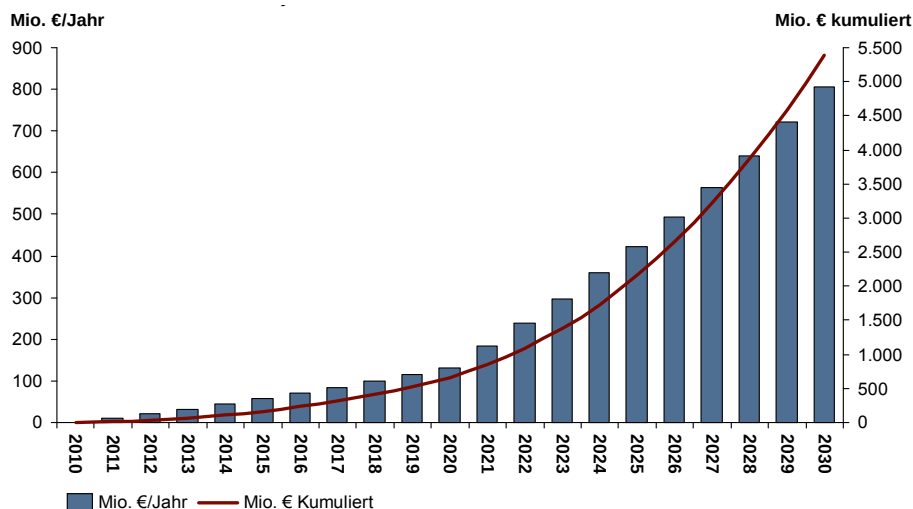


Abbildung 11: Monetäre Importeinsparungen im Szenario „Umsetzung Energiestrategie“ (Mio. €/Jahr bzw. kumuliert in Mio. €)

Die Entlastungen der Handelsbilanz in den beiden Szenarien entsprechen den zuvor dargestellten monetären Einsparungen bei Rohölimporten.

Welches Delta ergibt sich nun bei den fossilen Energieimporten zwischen einem 100% erneuerbaren Energien Strommix und dem konventionellen Mix? Den Unterschied an Einsparungen bei den fossilen Importen zeigen die Abbildung 12 und Abbildung 13. Im 100% erneuerbaren Energien Mix werden bis 2030 im Szenario „Energiestrategie“ ca. 4.000 GWh/Jahr an fossilen Importen eingespart, im „Business as usual“-Szenario ca. 2.000 GWh/Jahr. Bei beiden Szenarien ist für die Alternative des konventionellen Mix keine Einsparung erkennbar. Abbildung 14 und Abbildung 15 zeigen den noch bemerkenswerteren kumulierten Effekt: bis 2030 werden im Szenario „Energiestrategie“ ca. 32.000 GWh an fossilen Importen eingespart.

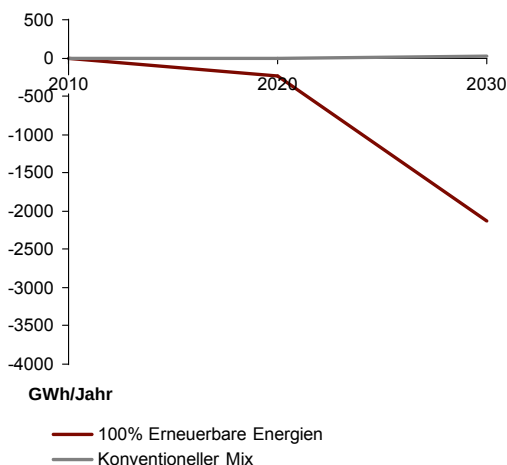


Abbildung 12: Fossile Energieimporte im Szenario „Business as usual“ (in GWh/Jahr)

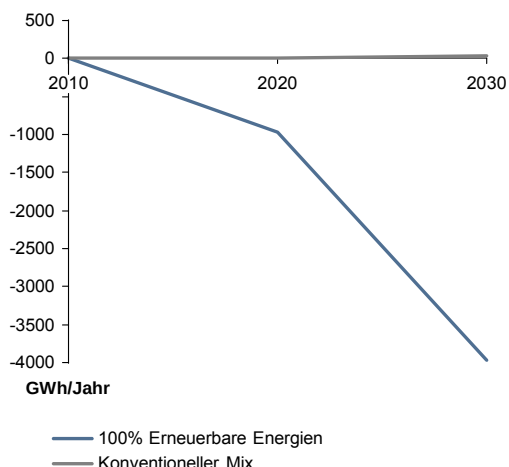


Abbildung 13: Fossile Energieimporte im Szenario „Umsetzung Energiestrategie“ (in GWh/Jahr)

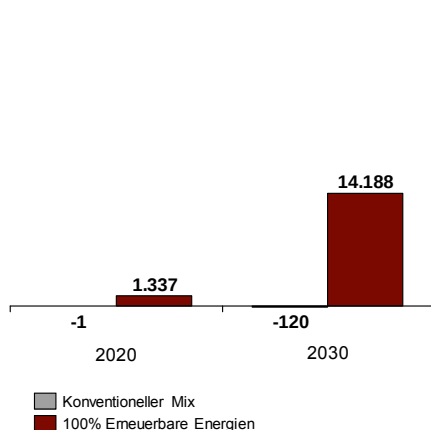


Abbildung 14: Kumulierte Einsparungen an fossilen Energieimporten im Szenario „Business as usual“ (in GWh)

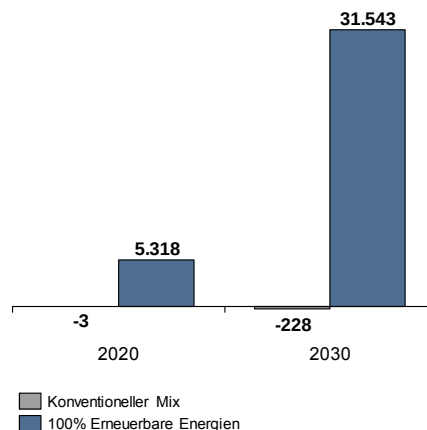


Abbildung 15: Kumulierte Einsparungen an fossilen Energieimporten im Szenario „Umsetzung Energiestrategie“ (in GWh)

Aus diesen Darstellungen ist klar zu erkennen, dass ein fossiler Strommix für Elektromobilität zu keinen Einsparungen an Energieimporten im Verkehrsbereich führt.

2.1.2 Wertschöpfungs- und Beschäftigungseffekte

Die Ermittlung der Wertschöpfungs- und Beschäftigtenzahlen in dieser Analyse erfolgt basierend auf den historischen Daten von Statistik Österreich in einzelnen Branchen mit Schwerpunkt der „Detailerhebung zu Umwelttechnik“.³³

In Bezug auf die methodische Vorgangsweise sind die wichtigsten Rahmenbedingungen:

Wir berücksichtigen bei Wertschöpfungen und Beschäftigten nur die inländischen Beiträge. Diese wurden aufgeschlüsselt nach Vorleistungen Inland, Fertigung von Komponenten (z. B. Turbinen, Wechselrichter), Handel mit Komponenten und Installation/Planung ermittelt. Zentrale Basis dafür sind die Ist-Daten aus den oben beschriebenen Quellen von Statistik Austria.

³³Zusammengefasst sind die wichtigsten Referenzen für die Analysen zu Wertschöpfung und Beschäftigung:

- Kletzan-Slamanig Daniela, Angela Köppl, Österreichische Umwelttechnikindustrie. Entwicklungen – Schwerpunkte – Innovationen. Studie im Auftrag des Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft, des Bundesministeriums für Verkehr, Innovation und Technologie, des Bundesministeriums für Wirtschaft, Familie und Jugend sowie der Wirtschaftskammer Österreich, Wien, 2009.
- Statistik Austria, Detailerhebung zu Umwelttechnik 2004-2008
- Statistik Austria, 2005-2008 Leistungs- und Strukturerhebung,
- Statistik Austria, 2009-2010 Schätzungen auf Basis der Konjunkturerhebung
- Technikum Wien, EEG TU Wien, WIFO: Perspektiven, Potentiale und mögliche inländische Wertschöpfung der GIPV 2009, Projekt im Auftrag des KLIEN.
- TU Wien, EEG: Export- und Wachstumspotentiale erneuerbarer Energiesysteme, Forschungsprojekt im Auftrag des BMVIT; Endbericht Dezember 2011
- VERBUND: interne Informationen bezüglich Beschäftigung in Wasser- und kalorischen Kraftwerken;
- OMV: Interne Informationen bezüglich Beschäftigung in der Mineralölindustrie

Diese Ist-Daten wurden - basierend auf den aktuellen Entwicklungen für installierte Kapazitäten - bis 2010 fortgeschrieben. Für die zukünftigen Entwicklungen werden weiters dynamische Lerneffekte berücksichtigt. Ausgehend von den spezifischen Investitionen je kW installierte Leistung im Basisjahr 2010 und dem Anteil der inländischen Wertschöpfung, werden mit Hilfe der Lernraten die Wertschöpfungen bis 2030 fortgeschrieben. Der Anteil der inländischen Wertschöpfung und Beschäftigung bleibt dabei gleich wie 2010 (bzw. die Jahre davor). Das bedeutet, je mehr Einheiten produziert werden, desto weniger Beschäftigte sind pro Einheit notwendig!

Die Wertschöpfungs- und Beschäftigungswerte werden pro Jahr - getrennt nach Bau und Betrieb von Anlagen - ermittelt. In den Werten für Betrieb sind auch jene für Wartung und Instandhaltung enthalten. Es werden weiters die Nettoeffekte berücksichtigt. Das heißt, es werden die Effekte, die verloren gehen, z.B. bei Tankstellen oder in der Raffinerie, von den positiven Effekten abgezogen. Weiters werden die Vergleichseffekte bei den anteilmäßig erforderlichen kalorischen Kraftwerken abgezogen. Dies trifft nur im Szenario „Energiesstrategie“ nach 2020 für zusätzlich neu zu bauende Kapazitäten an GuD-Kraftwerken zu.

Die folgenden zwei Abbildungen zeigen die Wertschöpfungseffekte durch Implementierung neuer erneuerbarer Kapazitäten auf Basis des verwendeten erneuerbaren Energien-Erzeugungsportfolios. Im Szenario „Business as usual“ steigt das Delta zwischen 100% Erneuerbare Energien und einem konventionellen Mix bei der Wertschöpfung bis 2030 auf fast 130 Mio. €/Jahr, im Szenario „Umsetzung Energiesstrategie“ auf nahezu 200 Mio. €/Jahr.

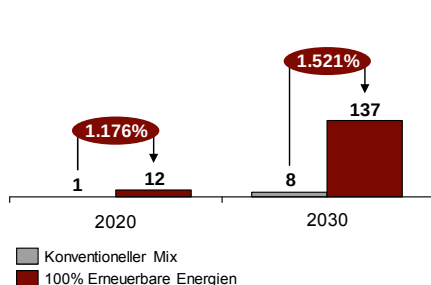


Abbildung 16: Wertschöpfung durch Implementierung neuer erneuerbarer Kapazitäten im Szenario „Business as usual“ (Mio. €/Jahr)

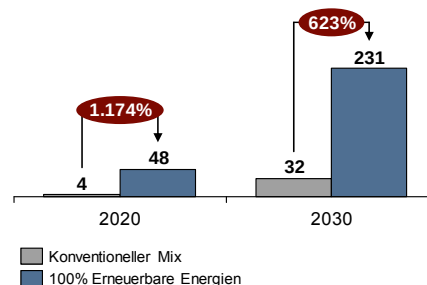


Abbildung 17: Wertschöpfung durch Implementierung neuer erneuerbarer Kapazitäten im Szenario „Umsetzung Energiesstrategie“ (Mio. €/Jahr)

Das Delta der Beschäftigungseffekte durch Implementierung neuer erneuerbarer Kapazitäten auf Basis der definierten Erneuerbaren Energien-Erzeugungsportfolios sind in den Abbildung 18 und Abbildung 19 dargestellt. Im Szenario „Business as usual“ steigt das Delta der Beschäftigten bis 2030 um ca. 980, im Szenario „Umsetzung Energiesstrategie“ um ca. 1.650 pro Jahr.

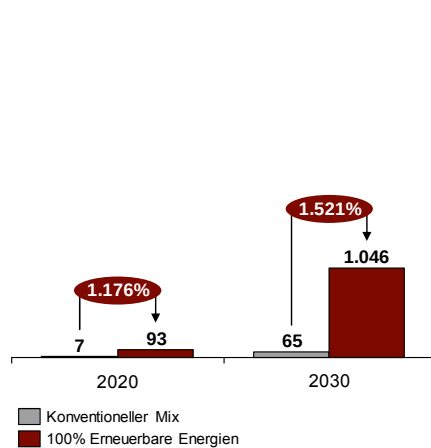


Abbildung 18: Beschäftigte durch Implementierung neuer erneuerbarer Kapazitäten Mix im Szenario „Business as usual“ (in FTEs)

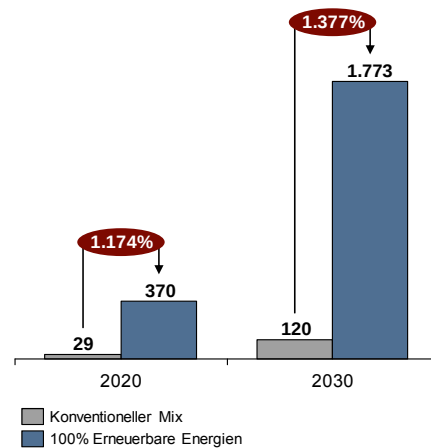


Abbildung 19: Beschäftigte durch Implementierung neuer erneuerbarer Kapazitäten im Szenario „Umsetzung Energiestrategie“ (in FTEs)

2.1.3 Kosteneinsparungen für CO₂-Emissionen

Mit der Einführung von E-Mobilität sind auch Einsparungen der Kosten für CO₂-Emissionen verbunden. Die darunter liegende Abbildung zeigt die Reduktionen an CO₂-Kosten für Zertifikate durch Strom für E-Mobilität aus erneuerbaren Energieträgern, im Vergleich zu Strom aus einem konventionellen Mix bis zum Jahr 2030 in den Szenarien „Business as usual“ und „Umsetzung Energiestrategie“ (CO₂-Zertifikatspreise laut KPC³⁴ in €/Tonne CO₂: 2020: 36; 2030 40). Die Einsparungen belaufen sich im Jahr 2030 bei Verwendung eines Strommix von 100% Erneuerbaren Energien auf ca. 100 Mio. €/Jahr im Szenario „Umsetzung Energiestrategie“ bzw. zu ca. 54 Mio. €/Jahr im Szenario „Business as usual“ und für Strom aus einem konventionellen Mix auf ca. 29 Mio. €/Jahr im Szenario „Umsetzung Energiestrategie“ bzw. zu ca. 16 Mio. €/Jahr im Szenario „Business as usual“.

³⁴ Kommunalkredit Public Consulting (2011): Monetäre Bewertung von CO₂-Reduktionsszenarien im Zuge der Einführung von E-Mobilität in Österreich

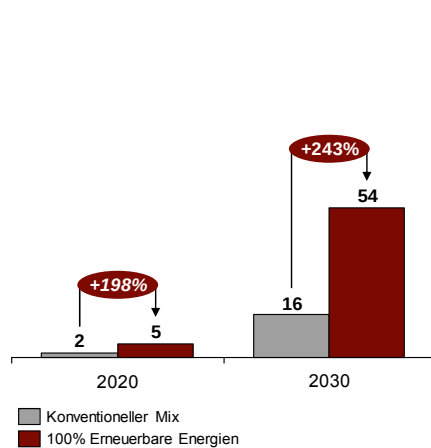


Abbildung 20: Reduktion an CO₂-Kosten für Zertifikate im Szenario „Business as usual“ (in Mio. €/Jahr)

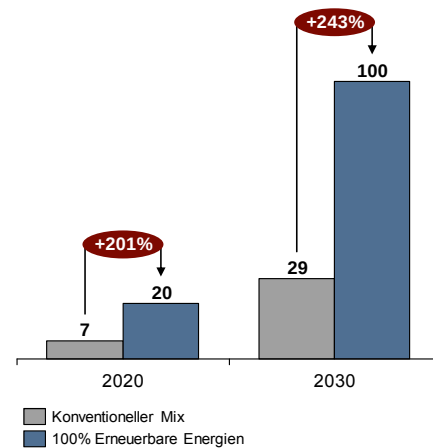


Abbildung 21: Reduktion an CO₂-Kosten für Zertifikate im „Umsetzung Energiestrategie“ (in Mio. €/Jahr)

Abbildung 22 und Abbildung 23 stellen die kumulierten Einsparungen der CO₂-Kosten in den verschiedenen Szenarien dar. Das Delta der kumulierten Einsparungen im Szenario „Umsetzung Energiestrategie“ auf Basis 100% Erneuerbare Energien zu einem konventionellen Mix im Jahr 2030 beträgt ca. 500 Mio. €. Somit sind die CO₂-Kosteneinsparungen auf Basis 100% Erneuerbarer Energien deutlich höher als bei Verwendung des konventionellen Strommix.

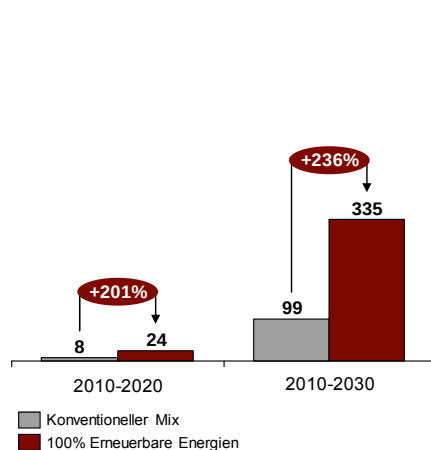


Abbildung 22: Kumulierte Einsparungen CO₂-Kosten im Szenario „Business as usual“ (in Mio. €)

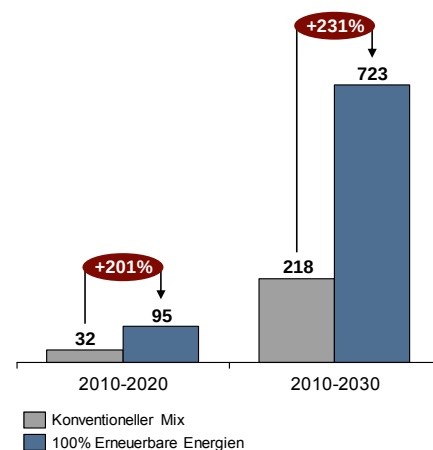


Abbildung 23: Kumulierte Einsparungen CO₂-Kosten im Szenario „Umsetzung Energiestrategie“ (in Mio. €)

2.2 Ökologische Effekte

Neben den direkten volkswirtschaftlichen Effekten sind die Auswirkungen auf die Umwelt von Relevanz. In diesem Kontext analysieren wir die Einsparungen an CO₂-Emissionen, die Steigerung des Anteils erneuerbarer Energieträger und die Verbesserung der Energieeffizienz zur Bereitstellung der Energiedienstleistung Mobilität.

2.2.1 Einsparung CO₂-Emissionen

Die Reduktionen an CO₂-Emissionen in den beiden Szenarien sind in den Abbildung 24 und Abbildung 25 dargestellt. Als konventionelle Alternative wird folgender Mix zugrunde gelegt: 2020: 19% Kohle, 81% Erdgas basierend auf Erdgas mit einem Transportweg von 4.000 km, wie in CONCAWE (2008) dokumentiert dargestellt (CO₂-Äquivalent der Emissionen des Gaskraftwerks 2010: 126 g CO₂/MJ_Ele, CO₂-Äquivalent der Emissionen des Kohlekraftwerks 2010: 269 g CO₂/MJ_Ele). Bis 2050 wird eine Reduktion der spezifischen Emissionswerte um 15% angenommen. Es ist deutlich zu erkennen, dass die Randbedingung, dass Strom für E-Mobilität aus erneuerbaren Energieträgern bereit zu stellen ist, von zentraler Bedeutung für die Reduktion der Treibhausgasemissionen ist. Bis zum Jahr 2030 werden im Szenario „Business as usual“ nur ca. 0,4 Mio. Tonnen CO₂-Equiv bei Strom aus GuD Anlagen eingespart, während bei 100% Strom aus erneuerbaren Energieträgern 1,3 Mio. Tonnen CO₂-Equiv pro Jahr weniger emittiert werden (vgl. Abbildung 24). Im Szenario „Umsetzung Energiestrategie“ werden bis zum Jahr 2030 ca. 0,7 Mio. Tonnen CO₂-Equiv bei Strom aus dem konventionellen Mix eingespart, während bei 100% Strom aus erneuerbaren Energieträgern 2,5 Mio. Tonnen CO₂-Equiv pro Jahr eingespart werden (vgl. Abbildung 25).

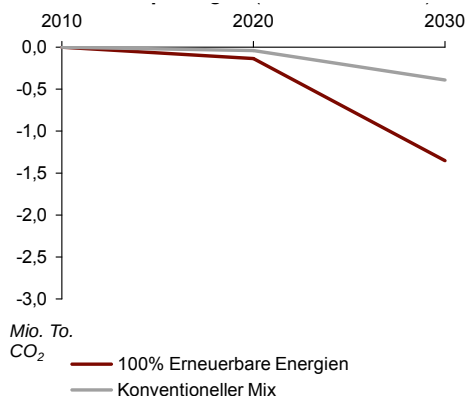


Abbildung 24: Reduktionen an CO₂-Emissionen im Szenario „Business as usual“ (in Mio. TO CO₂)

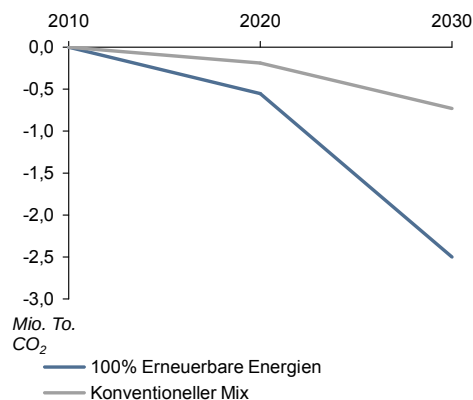


Abbildung 25: Reduktionen an CO₂-Emissionen im Szenario „Umsetzung Energiestrategie“ (in Mio. TO CO₂)

Welche Auswirkungen haben nun diese Effekte in Bezug auf die politischen Zielsetzungen zur CO₂-Reduktion? Das Ziel der „Energiestrategie“ ist es, laut Klimaschutzbericht 2010 des UBA³⁵, die CO₂-Emissionen im Verkehrsbereich in Österreich bis 2020 von 25,0 im Jahr

³⁵ Umweltbundesamt: Klimaschutzbericht 2010, REP-0267, Wien 2010

2005 auf 20,8 Mio. Tonnen CO₂-Äquivalente zu verringern. Das entspricht einer notwendigen Reduktion um 4,2 Mio. Tonnen CO₂-Äquivalente. In unserem „Business as usual“ – Szenario werden die CO₂-Emissionen um 0,14 Tonnen CO₂-Äquivalente reduziert (vgl. Abbildung 24). Damit trägt das „Business as usual“ -Szenario mit 3,3% zum Erreichen des CO₂-Reduktionsziels im Verkehr in Österreich bis 2020 im Vergleich zu 2005 bei. Im Szenario „Umsetzung Energiestrategie“ werden die CO₂-Emissionen um 0,56 Tonnen CO₂-Äquivalente reduziert (vgl. Abbildung 25). Damit trägt das Szenario „Umsetzung Energiestrategie“ mit 13,3% zum Erreichen des CO₂-Reduktionsziels im Verkehr in Österreich bis 2020 im Vergleich zu 2005 bei.

Im Vergleich dazu ist in der Variante „E-Mobilität mit konventionellem Strommix“ die Reduktion an CO₂-Emissionen entsprechend den Relationen in den Abbildung 24 und Abbildung 25 geringer.

CO ₂ Reduktionen bis 2020	Mio. Tonnen CO ₂ -Äquivalente
Business as usual	-0,14
Umsetzung Energiestrategie	-0,56
CO ₂ Reduktionsziel Verkehr 2020	4.2

Tabelle 12: Politische Zielsetzung CO₂-Reduktionen bis 2020

Von spezieller Relevanz ist weiters die CO₂-Bilanz bei einzelnen Fahrzeugen. Dies zeigt Abbildung 26 am Beispiel eines durchschnittlichen 77 kW-Fahrzeugs für verschiedene Mixes der Aufbringung bei E-Mobilität im Vergleich zu den Emissionen eines konventionellen Fahrzeugs. Es ist deutlich zu erkennen, dass nur für den erneuerbaren Mix bei E-Mobilität ein klarer ökologischer Vorteil zu erkennen ist, während bei Strom aus dem EU-Mix das Elektroauto geringfügig besser, bei Strom aus dem konventionellen Mix das Elektroauto deutlich schlechter abschneidet als das konventionelle Auto.

Der Darstellung in Abbildung 32 liegen folgende Annahmen basierend auf UBA (2011) und CONCAWE (2008) zugrunde:

Konventionelles Fahrzeug: Dieselfahrzeug 77 kW, Verbrauch: 54,5 kWh/100, km, spezif. CO₂-Emissionen: 0,309 kgCO₂_equ/kWh auf Well-to-Wheel-Basis basierend auf CONCAWE (2008)

Elektrofahrzeug: 77 kW-Äquivalenzfahrzeug: 29,5 kWh/100km³⁶

CO ₂ Emissionen	kgCO ₂ _equ/kWh
CO ₂ -Emissionen erneuerbare Energieträger	0,014
CO ₂ -Emissionen EU-Mix	0,468
Energieeffizienzziele 2020:	0,611

Tabelle 13: Spezif. CO₂-Emissionen von Strom in kgCO₂_equ/kWh auf Well-to-Wheel-Basis

³⁶ Bei Annahme eines 60 kW Äquivalenzfahrzeugs ist die Belastung 22,87 kWh/100km und entspricht somit den Annahmen aus Abschnitt 1.3.4

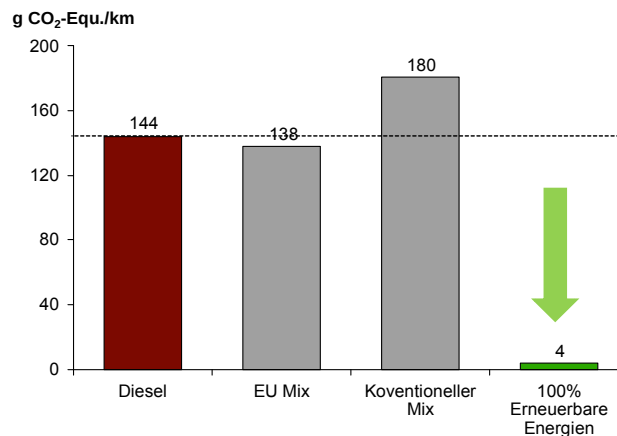


Abbildung 26: CO₂ Bilanz verbrennungsbezogenes Fahrzeug versus E-Mobilität

2.2.2 Steigerung des Anteils erneuerbarer Energieträger

Die Umsetzung auf Basis „E-Mobilität auf Basis 100% erneuerbarer Energie“ leistet auch einen positiven Beitrag zur Erreichung des energiepolitischen Ziels „34% Anteil erneuerbarer Energieträger am Endenergieverbrauch bis 2020“ durch Beschleunigung des Ausbaus der erneuerbaren Energien.

Die absoluten Werte für die zusätzliche Stromerzeugung aus erneuerbaren Energieträgern in den beiden Szenarien sind in den Abbildung 27 und Abbildung 29 dargestellt. Bis 2030 werden ca. 4,5 TWh/Jahr im Szenario „Umsetzung Energiestrategie“ im Vergleich zu ca. 2,5 TWh/Jahr im Szenario „Business as usual“ Strom produziert.

Dies führt zu zusätzlichen Stromerzeugungskapazitäten aus erneuerbaren Energieträgern in den beiden Szenarien wie in den Abbildung 28 und Abbildung 30 dargestellt. Bis 2030 werden ca. 2,1 GW im Szenario „Umsetzung Energiestrategie“ im Vergleich zu ca. 1,2 GW im Szenario „Business as usual“ an Stromerzeugungskapazitäten errichtet.

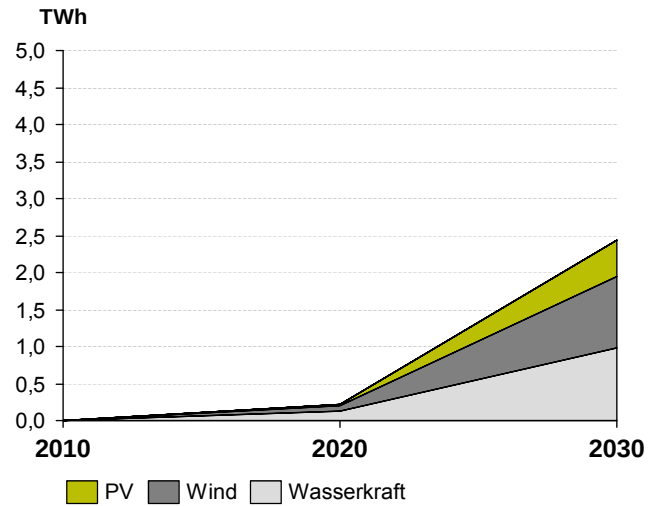


Abbildung 27: Zusätzliche Stromerzeugung aus erneuerbaren Energieträgern durch Strom für E-Mobilität bis zum Jahr 2030 im Szenario „Business as usual“ (in TWh/Jahr)

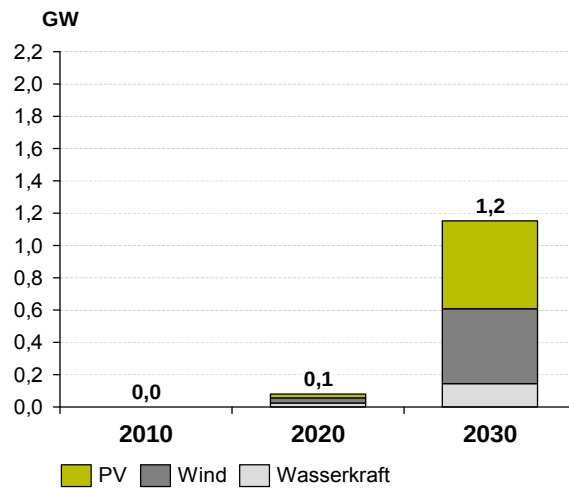


Abbildung 28: Zusätzliche Kapazitäten zur Stromerzeugung aus erneuerbaren Energieträgern durch Strom für E-Mobilität bis zum Jahr 2030 im Szenario „Business as usual“ (in GW kumuliert)

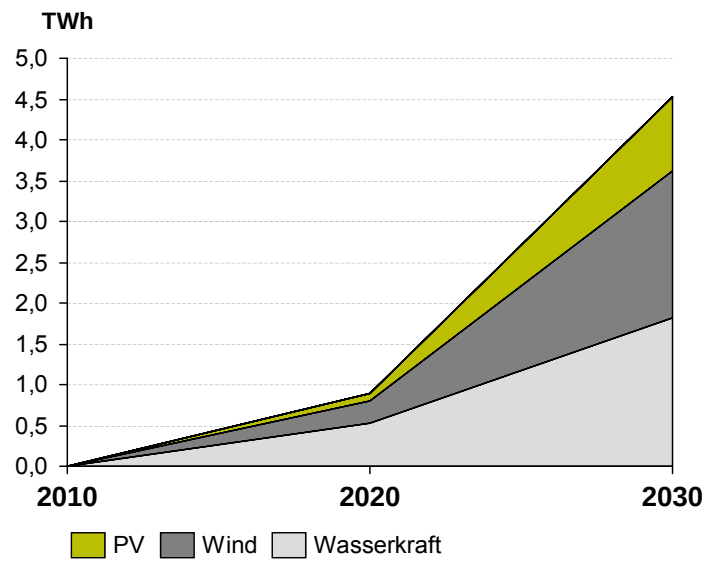


Abbildung 29: Zusätzliche Stromerzeugung aus erneuerbaren Energieträgern durch Strom für E-Mobilität bis zum Jahr 2030 im Szenario „Umsetzung Energiestrategie“ (in TWh/Jahr)

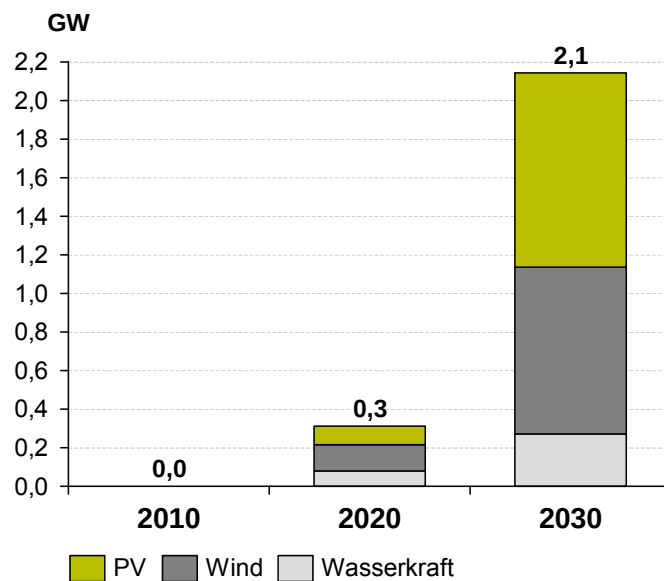


Abbildung 30: Zusätzliche Kapazitäten zur Stromerzeugung aus erneuerbaren Energieträgern durch Strom für E-Mobilität bis zum Jahr 2030 im Szenario „Umsetzung Energiestrategie“ (in GW kumuliert)

2.2.3 Steigerung der Energieeffizienz

Die Umsetzung von E-Mobilität auf Basis 100% erneuerbarer Energie leistet auch einen Beitrag zur Erreichung des energiepolitischen Ziels „Steigerung der Energieeffizienz bis 2020 um 20%“. Basierend auf dem Energieeinsparziel von 77.384 GWh/Jahr im Jahr 2020 – siehe Tabelle 14 – ergeben sich folgende Beiträge:

Das Szenario „Business as usual“ trägt mit 0,3% zum Erreichen des 20%-Ziels der Energieeffizienzziele bis 2020 bei. Der durchschnittliche Haushalt in Österreich benötigt jährlich 16,99 Gigajoule Strom³⁷. Die Energieeinsparung im Szenario „Business as usual“ entspricht somit ca. der Stromversorgung von ungefähr 51.500 Haushalten.

Das Szenario „Umsetzung Energiestrategie“ trägt mit 1,3% (967 GWh/Jahr) zum Erreichen des 20%-Ziels der Energieeffizienzziele bis 2020 bei, dies entspricht der Stromversorgung von ca. 205.000 Haushalten.

Energieeinsparungen		
Energieeinsparung 2020 Szenario „Business as usual“:	243.1	GWh/Jahr
Energieeinsparung 2020 Szenario „Umsetzung Energiestrategie“:	966.8	GWh/Jahr
Energieeinsparziele 2020:	77.384	GWh/Jahr

Tabelle 14: Energieeffizienz

Aus den Einsparungen an CO₂-Emissionen, der Steigerung des Anteils erneuerbarer Energieträger und der Verbesserung der Energieeffizienz zur Bereitstellung der Energiedienstleistung Mobilität resultieren folgende Beiträge zum Erreichen der 2020-Ziele:

Ziel	Zielwerte	Beitrag E-Mobility	
		Business as usual	Umsetzung Energiestr.
10% Anteil EE im Verkehr in 2020	10% des Gesamtverbrauchs durch Verkehr in 2020: 6.389 GWh/Jahr	8,8%	34,9%
CO ₂ Reduktionen im Verkehr in 2020	Einsparungen in 2020: 20,8 Mio. Tonnen CO ₂ Äquivalente	3,3%	13,3%
34%- EE-Anteil für Österreich in 2020	34% des Energieverbrauchs in 2020: 20.000 GWh/Jahr	2,8%	11,2%
80%- EE-Anteil für Stromerzeugung in 2020	80% der Stromerzeugung in 2020: 10.000 GWh/Jahr	2,3%	9,3%
Energieeinsparziel 20% bis 2020	20% des Energieverbrauchs in 2020: 77.384 GWh/Jahr	0,3%	1,3%

Abbildung 31: Energieeinsparungen durch Elektromobilität und Energiesparziele 2020

³⁷ Statistik Austria 2011: Gesamtenergieeinsatz alle Energieträger 2009/2010

2.3 Fazit: Positive Effekte durch E-Mobilität auf Basis 100% Erneuerbare

Die Darstellung der einzelnen volkswirtschaftlichen und ökologischen Effekte durch E-Mobilität auf Basis 100% erneuerbarer Energien in Österreich in den letzten zwei Abschnitten zeigt deutlich, dass eine Vielzahl von Argumenten für diese Strategie sprechen.

Auf volkswirtschaftlicher Seite erfolgt durch die Reduktion der fossilen Energieimporte eine Verbesserung der Außenhandelsbilanz bei gleichzeitiger Verminderung der Abhängigkeit von Drittstaaten. Von wesentlicher Bedeutung ist die inländische Wertschöpfung der neu zu errichtenden erneuerbaren Stromerzeugung. Die Wertschöpfungsverluste in der österreichischen Automobilzulieferindustrie und im Service-Bereich werden hierdurch weit mehr als kompensiert.

Aus ökologischer Sicht zeigt sich, dass die Substitution von immer teurer werdender, importierter Energie durch fortschrittliche, hoch effiziente Fahrzeugtechnik und inländischer Stromproduktion aus Wasser, Wind und Sonne signifikante Auswirkungen auf die Treibhausgasemissionen hat. Die Bedingung, dass Strom für E-Mobilität aus erneuerbaren Energieträgern stammen muss, ist von zentraler Bedeutung, um CO₂-Emissionen zu verringern. Die Kosten für CO₂-Emissionen im Rahmen des internationalen CO₂-Handels können stark gesenkt werden. Gleichzeitig wird ein Schritt in Richtung der vereinbarten Klimaschutzziele unternommen. Weiters ist die Verdrängung des Energieträgers „Öl“ aus dem Energiemix und die Erhöhung des Anteils erneuerbarer Energien am Endenergieverbrauch im Verkehrsbereich besonders hervorzuheben. Auch leistet das vorgestellte Konzept der E-Mobilität auf Basis 100% Erneuerbarer in Österreich wesentliche Beiträge zur Erreichung der energiepolitischen Ziele 2020: Der zusätzliche Ausbau der erneuerbaren Energien durch E-Mobilität leistet einen Anteil von bis zu 11% am Ziel eines 34% Erneuerbare Energien-Anteils in Österreich und bis zu 35% am Ziel von 10% Anteil Erneuerbare Energien im Verkehr 2020. Dieser Beitrag ergibt sich zusätzlich zu den geplanten Mengen aus dem Ökostromgesetz.

Zusammenfassend lässt sich festhalten, dass die Einführung der E-Mobilität in Österreich sinnvoll ist. Wobei die deutlich positiven volkswirtschaftlichen und ökologischen Effekte der E-Mobilität nur auf Basis von 100% Erneuerbaren Energien in Österreich darstellbar sind.

3 Abdeckung des zusätzlichen Strombedarfs

Ein weiterer zentraler Aspekt dieser Studie ist es, die Abdeckung des zusätzlichen Strombedarfs, der durch E-Mobilität entsteht, zu analysieren. Die Abdeckung durch zusätzliche erneuerbare Energien wird in Abschnitt 3.1 diskutiert. Im anschließenden Abschnitt 3.2 wird die Bedeutung der E-Mobilität für Stromnachfrage und –erzeugung analysiert. Der zuvor diskutierte zusätzlich notwendige Strom wird im Detail untersucht. Hierfür wird besonders auf den zeitlich aufgelösten Ladebedarf eingegangen. Der Stromverbrauch wird stündlich aufgeschlüsselt und der Stromerzeugung der nicht regelbaren Erneuerbaren gegenübergestellt, um eine Obergrenze für den Regelenergiebedarf zu ermitteln sowie Überschüsse zu prognostizieren. Schließlich wird auch eine Übereinstimmung der zusätzlichen erneuerbaren Erzeugung mit dem E-Mobilitätsbedarf analysiert. In Abschnitt 3.3 werden die Potenziale der Steuerbarkeit der E-Mobilitätslast untersucht. Diese sind abhängig von einem intelligenten Lademanagement, siehe Kapitel 3.4. Schließlich wird eine Schlussfolgerung zur Umsetzbarkeit der E-Mobilität auf Basis 100% erneuerbarer Technologien getroffen (Kapitel 3.5).

3.1 Abdeckung des zusätzlichen Strombedarfs aus E-Mobilität durch Neuanlagen erneuerbare Energien

Zuerst wird in diesem Abschnitt der zusätzliche Strombedarf aus E-Mobilität bis 2030 errechnet (Abschnitt 3.1.1). Anschließend wird die Erzeugung aus erneuerbaren Energien mit und ohne E-Mobilität prognostiziert (Abschnitt 3.1.2). Schließlich wird der Ausbau der erneuerbaren Technologien dem zusätzlichen Strombedarf der E-Mobilität gegenübergestellt, um dessen Abdeckung zu analysieren (Abschnitt 3.1.3).

3.1.1 Zusätzlicher Strombedarf aus E-Mobilität bis 2030

Zur Bestimmung des zusätzlichen Strombedarfs aus E-Mobilität wird der Verbrauch je Nutzergruppe und Fahrzeugtyp aggregiert. Zur Berechnung wird das in Abschnitt 1.3 näher erläuterte Modell verwendet.

Die Tabelle 15 zeigt, wie sich der zusätzliche Energiebedarf auf die verschiedenen Nutzergruppen im Szenario „Umsetzung Energiestrategie“ aufteilt. Im Jahr 2020 haben Langstreckenpendler mit PHEV den mit Abstand größten Anteil am Strombedarf aus E-Mobilität (28%). Im Jahr 2030 hingegen verringert sich ihr auf Anteil 18,6% und es sind nun bereits Standardnutzer mit PHEV, welche den größten Teil des E-Mobilitätsstrombedarfs beanspruchen (18,8%).

	Elektr. Fahrleistung 2011 (kWh/Jahr/Fahrzeug)		Strombedarf* (MWh)			
			2020		2030	
	BEV	PHEV	BEV	PHEV	BEV	PHEV
Langstreckenpendler	4.792	5.707	172.293	250.978	710.548	846.089
Standardnutzer	2.010	2.970	13.784	81.426	385.574	854.791
City-Hopper	851	1.277	7.882	14.440	160.854	129.920
Vielfahrer	7.066	4.534	806	9.827	15.405	88.981
Poolfahrzeuge	2.224	2.669	41.424	74.632	189.116	277.370
Dienstfahrzeuge	4.286	4.534	4.891	46.549	41.115	174.008
Nutzfahrzeuge	5.184	4.825	30.760	114.479	150.697	420.835
Mietfzg./Car-Sharing	3.683	3.433	1.516	3.294	6.424	8.982
Taxen	12.045	10.841	9.623	16.074	35.017	47.273
			275.352	619.813	282.980	611.699
			895 GWh		4.543 GWh	

Tabelle 15: Strombedarf E-Mobilität pro Jahr im Szenario „Umsetzung Energiestrategie“

* Szenario „Umsetzung Energiestrategie“. Eine erwartete Effizienzsteigerung von 0,5 % p.a. ist entsprechend berücksichtigt.

Abbildung 32 aggregiert den zusätzlichen Bedarf an Strom über alle Nutzergruppen und zeigt die jährliche Entwicklung des zusätzlichen Strombedarfs. In Summe errechnet sich im Jahr 2030 ein maximaler zusätzlicher Energiebedarf von rund 4,5 TWh im Szenario „Umsetzung Energiestrategie“ bzw. rund 2,4 TWh im Szenario „Business as usual“.

Der errechnete Energiebedarf von 4,5 TWh im Szenario „Umsetzung Energiestrategie“ bestätigt sich auch in der Prognose des Umweltbundesamtes³⁸. Leichte Abweichungen im Gesamtstromverbrauch in diesem Szenario sowie im Szenario „Business as usual“ erklären sich durch die folgenden unterschiedlichen Parameter:

- Berücksichtigung von leichten Nutzfahrzeugen im Vgl. zur UBA-Studie,
- Einer differenzierten Betrachtung von Nutzergruppen mit spezifischen Jahresfahrleistungen, Fahrzeugtypen und -größen und jeweiligem Verbrauch
- Ein sich aus dieser Modellierung von Nutzergruppen ergebender, unterschiedlicher Mix zwischen BEV und PHEV.

³⁸ Umweltbundesamt 2011: Elektromobilität 2020 und 2050

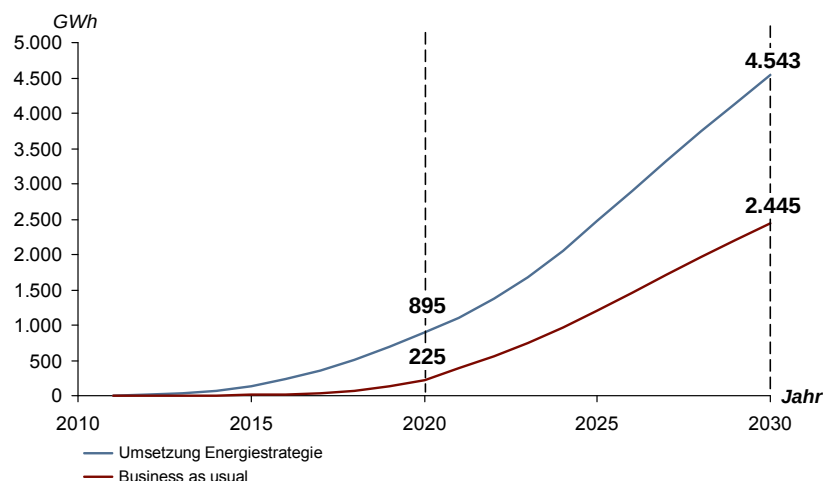


Abbildung 32: Zusätzlicher jährlicher Strombedarf E-Mobilität (in GWh)

Betrachtet man nicht nur den Stromverbrauch, sondern den gesamten Energiebedarf, ergibt sich - dank der Einführung der E-Mobilität - ein Netto-Energie-Einsparungseffekt. So ergibt sich zum Beispiel im Jahr 2030 im Szenario „Umsetzung Energiestrategie“ durch Verzicht auf Öl/Benzin eine Netto-Energie Einsparung von bis zu 4TWh (Abbildung 34).

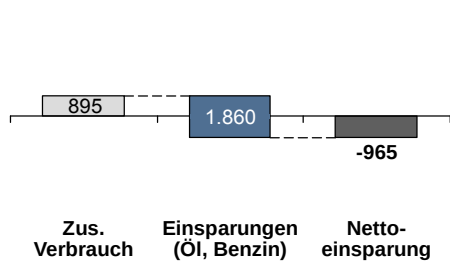


Abbildung 33 Netto-Energie-Einsparungen im Szenario „Umsetzung Energiestrategie“ im Jahre 2020 (in GWh)

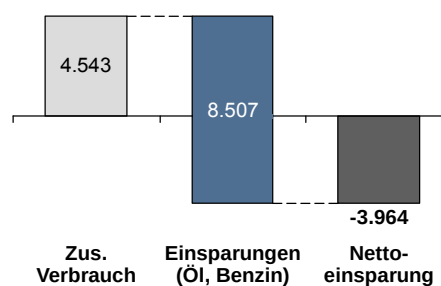


Abbildung 34 Netto-Energie-Einsparungen im Szenario „Umsetzung Energiestrategie“ im Jahre 2030 (in GWh)

3.1.2 Erzeugung aus erneuerbaren Energien bis 2030

Stromerzeugung im Referenzszenario (keine Elektromobilität)

In Tabelle 16 und Abbildung 35 sind die Referenzszenario-Annahmen dieser Studie zum Inlandsstromverbrauch und zur erneuerbaren Stromerzeugung in Österreich bis 2030 dargestellt.

Stromerzeugung in TWh	2010	2020	2030
Wasserkraft	38,2	42,2	45,2
Wind	2,1	6,1	8,1
PV	0,0	1,2	2,1
Bioenergie	4,5	5,8	8,5
Erdgas	14,3	17,9	21,3
Steinkohle + Derivate	6,7	4,3	2,2
Erdölderivate	1,3	0,0	0,0
Erneuerbarer Strom	44,8	55,3	63,9
Inlandstromverbrauch	69	78	87
Anteil Erneuerbare am Verbrauch (%)	65%	71%	73%

Tabelle 16: Entwicklung des Inlandsstromverbrauch und der erneuerbare Stromerzeugung in Österreich im Referenzszenario (keine Elektromobilität)

Entsprechend der EU Richtlinie 2009/28/EG zur Förderung der Nutzung von Energie aus erneuerbaren Quellen, wird für die Berechnung des Anteils erneuerbarer Energie der österreichische Bruttoendenergieverbrauch herangezogen, der definiert ist als Endenergieverbrauch plus Netzverluste plus Energiebedarf bei Kraftwerken. Bruttoendenergieverbrauch wird auch in den Statistiken der E-Control Inlandsstromverbrauch genannt.

Die Szenario-Annahmen zur erneuerbaren Stromerzeugung in 2020 entsprechen den im Ökostromgesetzes 2012 genannten Ausbauzielen. Die Ausbauziele des Ökostromgesetzes 2012 sind höher als die im Nationalen Aktionsplan 2010 für erneuerbare Energie für Österreich (NREAP-AT) definierten Werte. Die Szenario Annahmen für den Ausbau der Erneuerbaren nach 2020 entsprechen den im „e-Trend Forum Stromszenario 2050“ Abschlussbericht dargestellten Szenario Grün. Der Ausbau der Wasserkraft im Szenario orientiert sich schließlich an den erschließbaren Wasserkraftpotenzialen, wie sie in der erneuerbare Energie 2020 Studie des Lebensministeriums (2009) angegeben sind. Der fossile Erzeugungsmix entspricht dem des im „e-Trend Forum Stromszenario 2050“ Abschlussbericht dargestellten Szenario Grün. Wie auch in der Energiestrategie Österreich wird in diesem Szenario angenommen, dass der Stromverbrauch bis 2020 um 1,2 % pro Jahr wächst. Für diese Studie wird unterstellt, dass dieses moderate Wachstum sich bis 2050 fortsetzt. In Presseaussendungen des Bundesministerium für Wirtschaft, Familie und Jugend ist als Ziel des Ökostromgesetzes 2012 angegeben, im Jahr 2020 85% des Stromverbrauches durch erneuerbare Energien zu erzeugen. Dies widerspricht nicht dem in Tabelle 16 angegebenen Wert von 71% für das Jahr 2020, da sich die 85% auf die gesamte erneuerbare Erzeugung im Verhältnis zur Abgabemenge an Endverbraucher in öffentlichen Netzen beziehen, während sich die 71%, entsprechend der EU Richtlinie 2009/28/EG, auf den Bruttoendener-

gieverbrauch (inklusive Netzverluste und Eigenbedarf der Kraftwerke) im gesamten österreichischen Stromnetz beziehen.

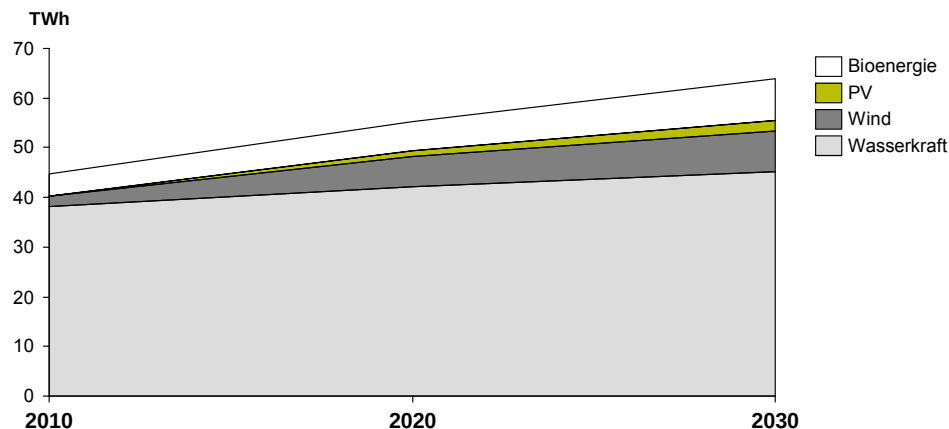


Abbildung 35: Referenzszenario-Annahmen zur erneuerbaren Stromerzeugung in Österreich bis 2030 (in TWh)

Stromerzeugung der erneuerbare Energien in den Elektromobilitätsszenarios

Wie in Kapitel 4 Marktdesign dargestellt, wird in dieser Studie angenommen, dass der zusätzliche Strombedarf für die Elektromobilität an ein Marktdesign mit einer zusätzlichen erneuerbaren Erzeugung gekoppelt ist. Der tatsächliche Erzeugungsmix der zusätzlichen Erneuerbaren ergibt sich daher auf Grund folgender Prinzipien des Marktdesigns:

- Jahresbilanz: Der Strombedarf der Elektrofahrzeuge wird durch zusätzliche Erneuerbare Erzeugung bereitgestellt
- Die zusätzliche erneuerbare Erzeugung wird mit Hilfe der in Österreich noch verfügbaren Potentiale durchgeführt
- Der Erzeugungsmix ergibt sich aus den wirtschaftlich günstigsten noch verfügbaren Potentialen

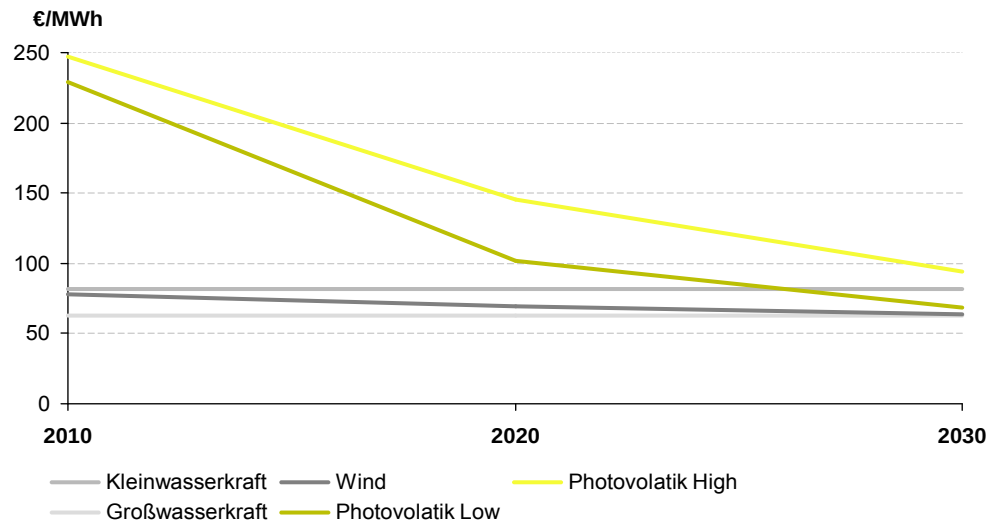


Abbildung 36: Prognose der Entwicklung der Stromgestehungskosten günstiger neuer Anlage (in €/MWh)

In Abbildung 36 sind die erwarteten Stromgestehungskosten für neue Wasserkraftwerke, Windkraftanlagen und Photovoltaik angegeben. Die Prognosen der Stromgestehungskosten für neue Windkraftanlagen sind aus dem EU Projekt RE-Shaping³⁹ übernommen. Die Stromgestehungskosten neuer Wasserkraftwerke beruhen auf Schätzungen der Verbund Hydro Power. Es wird angenommen, dass bei Wasserkraft die Kosten steigen werden, da die günstigsten Standorte zunehmend ausgebaut werden. Die Prognosen der Stromgestehungskosten neuer Photovoltaikfreiflächenanlagen in Österreich wurden der Solar Generation 6 Studie⁴⁰ von EPIA entnommen, wobei Levelised Cost of Electricity für die Large Ground-Mounted Systems verwendet und auf die Strahlungsbedingungen in Österreich umgerechnet wurden. PV High und PV Low grenzen die Kostenunsicherheit ab. Aus Abbildung 36 sieht man, dass sich die Stromgestehungskosten von neuen Wasserkraftwerken und Windkraftwerken bis 2020 zunehmend angleichen und dass ab 2030 auch die Kosten von neuen Photovoltaikanlagen in vergleichbare Größenordnungen kommen. Weiteres haben natürlich auch die Kosten, die Dauer und der Erfolg der Bewilligungsverfahren einen entscheidenden Einfluss auf den tatsächlichen Erzeugungsmix der zusätzlichen Erneuerbaren.

³⁹ EU Projekt RE-Shaping: Shaping an effective and efficient European renewable energy market. www.reshaping-res-policy.eu

⁴⁰ EPIA(European Photovoltaik Industry Association): Solar generation 6- Solar photovoltaic electricity empowering the world

Stromerzeugung in TWh	2010	2020	2030
Wasserkraft	100%	60%	40%
Windkraft	0%	30%	40%
PV	0%	10%	20%

Tabelle 17: Prognose des erneuerbaren Mixes für die Elektromobilität auf Basis des Marktdesings

Basierend auf den Prognosen der Stromgestehungskosten (vgl. Abbildung 36) und den am Anfang des Abschnittes beschriebenen Prinzipien des Marktdesings wurde eine Prognose des daraus resultierenden erneuerbaren Mixes erstellt (Tabelle 17). Weiters wird angenommen, dass die Stromerzeugung der zusätzlichen Wasserkraft aus neuen Laufwasserkraftwerken kommt. Basierend auf diesem Mix, wird in Tabelle 15 und Tabelle 16 die gesamte österreichische erneuerbare Stromerzeugung für das „Umsetzung Energiestrategie“ und das „Business as usual“ Elektromobilitätsszenario von 2010 bis 2030 dargestellt.

Stromerzeugung in TWh	2010	2020	2030
Wasserkraft	38,2	42,7	47,0
Windkraft	2,1	6,3	9,9
PV	0,0	1,3	3,0
Bioenergie	4,5	5,8	8,5
Erneuerbarer Strom gesamt	44,8	56,2	68,4
Erneuerbarer Strom f. E-Mobilität	0,0	0,895	4,543

Tabelle 18: Gesamte österreichische erneuerbaren Stromerzeugung im „Umsetzung Energiestrategie“ Elektromobilitätsszenario

Stromerzeugung in TWh	2010	2020	2030
Wasserkraft	38,2	42,3	46,2
Windkraft	2,1	6,1	9,1
PV	0,0	1,3	2,6
Bioenergie	4,5	5,8	8,5
Erneuerbarer Strom gesamt	44,8	55,6	66,3
Erneuerbarer Strom f. E-Mobilität	0,0	0,225	2,445

Tabelle 19: Gesamte österreichische erneuerbare Stromerzeugung im „Business as usual“ Elektromobilitätsszenario

Bei der Analyse des Szenarios ist zu beachten, dass nach den neuen Ergebnissen des Klima- und Energiefonds Projektes AuWiPot⁴¹, das maximale ökonomisch realisierbare Potential bei Windenergie bei 30-100 TWh liegt (bei Einspeisetarifen von 9,7- 15 ct/kWh). Bei der gebäudeintegrierten Photovoltaik gibt es laut der „Technologie-Roadmap für Photovoltaik in Österreich“ des bmvt (2007) ca. 33 TWh an Erzeugungspotential. Für Photovoltaik-freiflächenanlagen ist das Potential noch um einiges größer. Die Wasserkraft nähert sich im Gegensatz zu PV und Windenergie mit dem Szenario „Umsetzung Energiestrategie“ dem

⁴¹ <http://www.windatlas.at/ergebnisse.html>

ökonomisch und ökologisch realisierbaren Potentialen von 49,6 TWh⁴². Die Obergrenzen der Biomasse Potentiale für die Stromerzeugung hängen stark von den Annahmen des Biomasseeinsatzes zur Wärmeerzeugung ab. Es ist aber anzunehmen, dass hier keine großen Restpotentiale bestehen.

3.1.3 Fazit

Eine Analyse des Strombedarfs durch E-Mobilität zeigt einen zusätzlichen Energiebedarf von rund 4,5 TWh in 2030 in der Umsetzung des Energiestrategie Szenarios (vgl. Abbildung 37). Insgesamt kommt es bei der Einführung von E-Mobilität zu einer Netto-Energie-Einsparung. Das Marktdesign für Elektromobilität stellt sicher, dass der Strombedarf im Rahmen einer Jahresbilanz durch zusätzliche erneuerbare Erzeugung aus Österreich gedeckt wird. Der Erzeugungsmix ergibt sich aus den wirtschaftlich günstigen verfügbaren Potentialen in Österreich. Es gibt genügend Potentiale, um diese zusätzlichen Strommengen erneuerbar zu erzeugen.

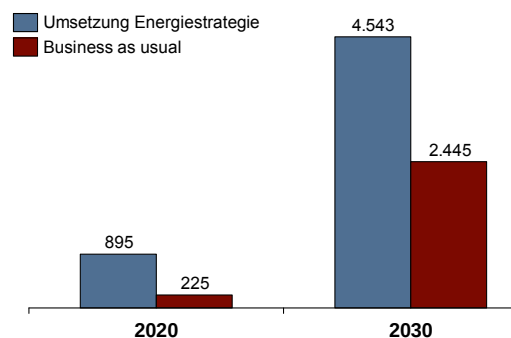


Abbildung 37: Strommengen für zusätzlichen Bedarf aus Erneuerbaren für E-Mobilität (in GWh)

Abbildung 38 zeigt den gesamt österreichischen Erzeugungsmix für den Inlandstrombedarf, inklusive E-Mobilität im Szenario „Umsetzung Energiestrategie“. Es kommt zu einem Zuwachs an erneuerbarer Stromerzeugung von 11 TWh zwischen 2010 und 2020 und von 24 TWh zwischen 2010 und 2030.

⁴² Erneuerbare Energie 2020 Studie des Lebensministeriums (2009)

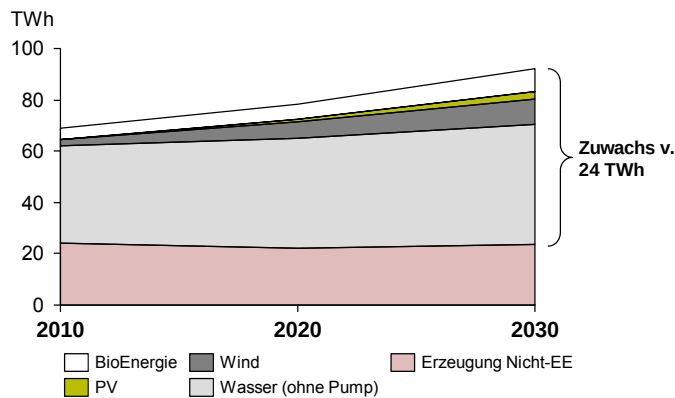


Abbildung 38: Der gesamte österreichische Erzeugungsmix für den Inlandstrombedarf inklusive E-Mobilität im Szenario „Umsetzung Energiestrategie“

Abbildung 39 zeigt, dass der Elektromobilitätsbedarf im „Umsetzung Energiestrategie“ Szenario, dem Szenario mit dem höchsten Energiebedarf, nur einen moderaten Anteil von 1,6% (2020) beziehungsweise 6,6% (2030) der erneuerbaren Erzeugung beträgt.

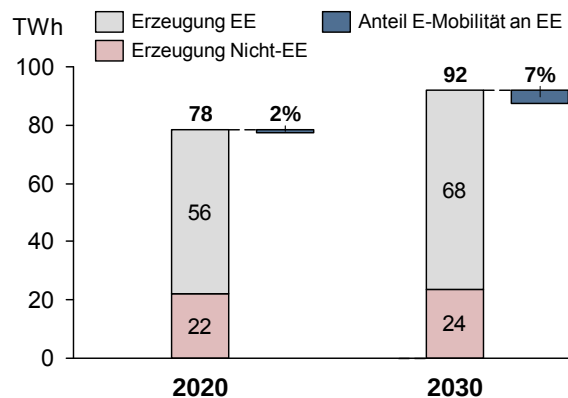


Abbildung 39: Gesamte österreichische erneuerbare Erzeugung mit E-Mobilität im Vergleich mit E-Mobilität-Nachfrage im Szenario „Umsetzung Energiestrategie“

3.2 Bedeutung der E-Mobilität für Stromnachfrage und -erzeugung

Nachdem im vorhergehenden Abschnitt der Strombedarf für E-Mobilität in Summe betrachtet wird, soll in diesem Abschnitt **der zeitlich aufgelöste Ladebedarf** untersucht werden. Hierzu werden drei Schritte vorgenommen, um einen etwaigen Regelenergiebedarf sowie Überschüsse abzuschätzen.

In einem ersten Schritt werden die Lastkurven der E-Mobilität ermittelt (Abschnitt 3.2.1). Hierzu wird das Ladeverhalten im ungesteuerten Fall erläutert und wie sich das Lastprofil für eine Nutzergruppe ergibt. Es wird das in Abschnitt 1.3.7 beschriebene Modell verwendet,

das für gewählte Szenarien und Modelljahre den Ladebedarf für einen typischen Wochentag oder Wochenenden/Feiertage berechnet.

Im zweiten Schritt werden die Lastprofile über alle Nutzergruppen aggregiert und die Gesamtlastkurven für die Jahre 2020 und 2030, jeweils für das „Umsetzung Energiestrategie“ und das „Business as usual“ Szenario dargestellt. Der Stromverbrauch wird hierbei stündlich aufgeschlüsselt dargestellt (Abschnitt 3.2.2 und 3.2.3).

Im dritten Schritt werden die stündlichen Erzeugungskurven der gesamten, nicht regelbaren erneuerbaren Stromerzeugung des „Umsetzung Energiestrategie“ Szenarios mit der gesamten Last inklusive der E-Mobilität verglichen. Hier wird untersucht, welche Problematik sich aus der Variabilität der Erneuerbaren ergibt und was der Beitrag der Elektromobilität sein kann (vgl. Abschnitt 3.2.4 und 3.2.5).

Im letzten Abschnitt (3.2.6) wird noch näher auf die zusätzlich erneuerbare Erzeugung eingegangen und ihre Übereinstimmung mit dem E-Mobilitätsbedarf untersucht.

3.2.1 Ermittlung der Lastkurven durch E-Mobilität

Zur Ermittlung der spezifischen Lastkurve je Nutzergruppe sind neben den bereits besprochenen Parametern Ladeleistung, Ladedauer und Plugged-in Zeiträume noch Annahmen über die Zeitpunkte des Ladestarts zu treffen. Im einfachsten Fall – dem ungesteuerten Laden oder „Ladestart bei Plug-in“ – wird das E-Fahrzeug nach dem Plug-in sofort vollständig geladen.

Im Rahmen des Plugged-in-Zeitraums „Tagesverteilte Kurzphasen“ kommt es dadurch aufgrund tagesverteilter Plug-ins zu gleichmäßig verteilten Ladestarts mit einer geringeren Plugged-in-Wahrscheinlichkeit zu Beginn und am Ende des Tages (vgl. Tabelle 20).

Betrachtet man hingegen die beiden Plugged-in Zeiträume „Nachtphase“ sowie „Tagesphase“, kommt es hier zu einer starken Häufung des Ladestarts rund um den durchschnittlichen Plug-in Zeitpunkt zu Beginn der Phase (vgl. Tabelle 20).

	Plugged-in Zeitraum	Plug-in / Ladestart	Verteilung Plug-in/Ladestarts je Stunde
Nachtphase	18 – 7 Uhr	Zu Beginn des Zeitraums, mit Nachzügler	75% von 15-20 Uhr, 25% von 21-1 Uhr
Tagesphase	8 – 17 Uhr	Zu Beginn des Zeitraums	92% von 7-9 Uhr, 4% um 6 bzw. 10 Uhr
Tagesverteilte Kurzphasen	9 – 18 Uhr, jeweils kurze Phasen	Über Zeitraum verteilt	Laufende Ankunft/Abfahrt, gleichverteilter Ladestart

Tabelle 20: Plug-in und Ladestarts je Plugged-in Zeitraum⁴³

⁴³ Die Häufung des Plug-in zu den angegebenen Zeitpunkten entspricht auch den Ergebnissen der Studie CABLED (Ultra Low Carbon Vehicle trials within Coventry and Birmingham), in welcher über einen Zeitraum von 12 Monaten Daten von 45 E-Fahrzeug-Nutzern analysiert wurden. Vgl. CABLED: Largest 'Real World' Electric Vehicle Trial Reveals Full Year Findings, <http://cabled.org.uk/press>, veröffentlicht am 13.07.2011.

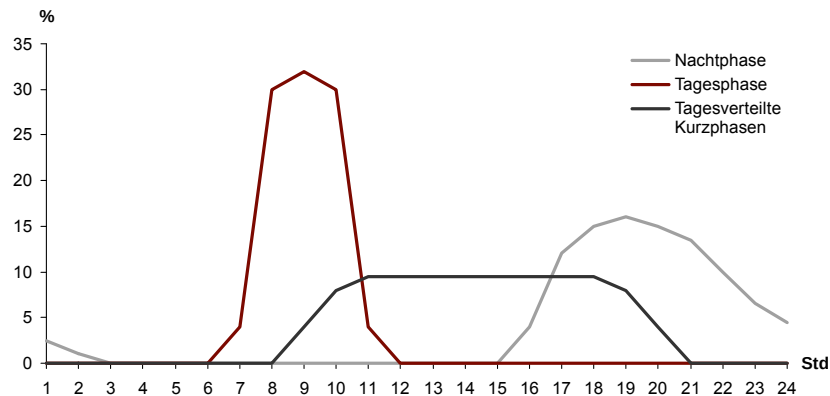


Abbildung 40: Verteilung der Ladestarts für Ladestart bei Plug-in (je Stunde in %)

Weist man nun der Verteilung der Ladestarts je Nutzergruppe die zugehörige Ladeleistung, den spezifischen Ladebedarf von Nutzergruppe und Fahrzeugtyp sowie die resultierende Ladedauer zu, errechnet sich in Kombination mit der Fahrzeuganzahl ein Tageslastprofil.

In Folge wird beispielhaft das Lastprofil der Nutzergruppe „Langstreckenpendler“ für das Szenario „Umsetzung Energiestrategie“ im Jahr 2020, getrennt in Wochentage vs. Wochenenden/Feiertage, dargestellt (vgl. Abbildung 41). Man erkennt dabei die durch das tägliche Pendeln zur Arbeit bedingte morgendliche Lastspitze an Wochentagen (268 MW um 10 Uhr) sowie hohe Lasten in den Abendstunden (bis zu 134 MW). Die Lastspitze an Wochenenden liegt mit 109 MW um 20 Uhr deutlich unter jener an Wochentagen.

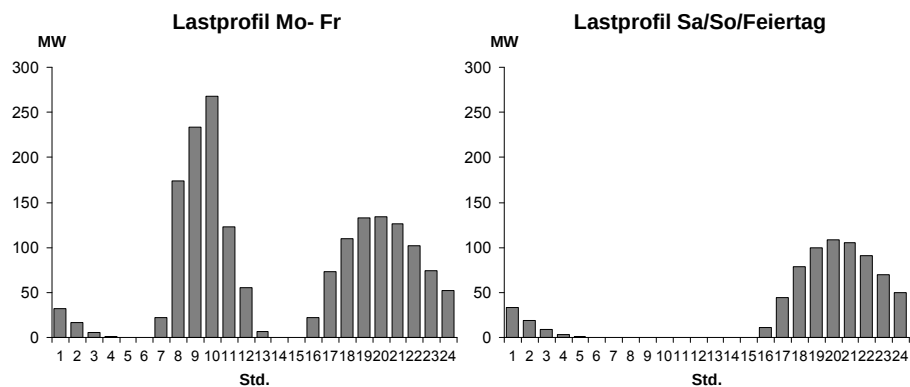


Abbildung 41: Lastprofil „Langstreckenpendler“, Szenario „Umsetzung Energiestrategie“ 2020 (Spitzenlast je Stunde in MW)

Berechnet man nun die Lastprofile über alle Nutzergruppen hinweg und aggregiert diese, erhält man das Gesamtlastprofil der E-Fahrzeuge für das gewünschte Jahr und den gewünschten Tag. In den folgenden Unterkapiteln werden die Lastkurven für die Jahre 2020 und 2030 jeweils für das „Umsetzung Energiestrategie“ und das „Business as usual“ Szenario dargestellt.

3.2.2 Lastkurven durch E-Mobilität im Tagesverlauf für 2020

Szenario „Umsetzung Energiestrategie“

Für das Jahr 2020 werden im Szenario „Umsetzung Energiestrategie“ 239.000 E-Fahrzeuge prognostiziert. Modelliert über alle Nutzergruppen hinweg, ergibt sich für Wochentage in 2020 eine Lastkurve mit einer Vormittag- und Abendspitze, wobei die Tagesspitzenlast von 374 MW um 20 Uhr auftritt (vgl. Abbildung 42).

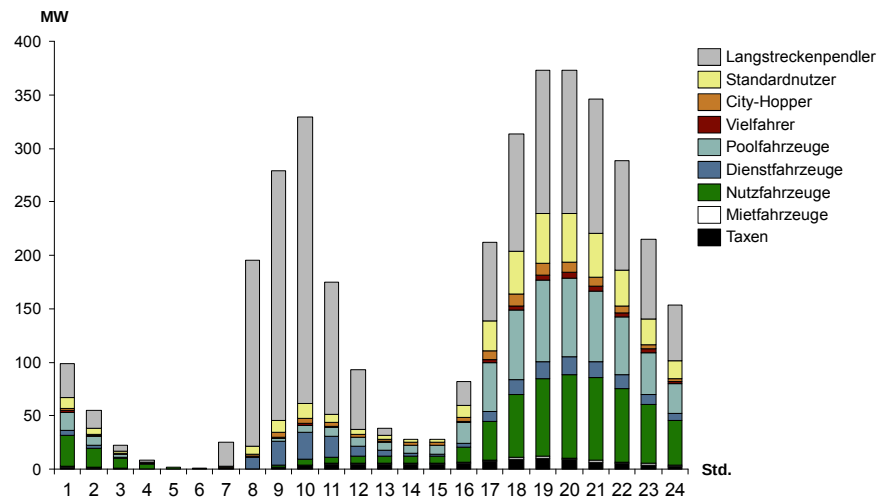


Abbildung 42: Ladestart bei Plug-in, Szenario „Umsetzung Energiestrategie“ 2020, Mo-Fr (Spitzenlast je Stunde in MW)

Betrachtet man Wochenenden bzw. Feiertage desselben Jahres, ergeben sich die größten Lasten mit durchwegs über 100 MW zwischen 17 und 23 Uhr, wobei die Spitze von 215 MW um 20 Uhr signifikant unter der Spitzenlast an Wochentagen liegt (Abbildung 43).

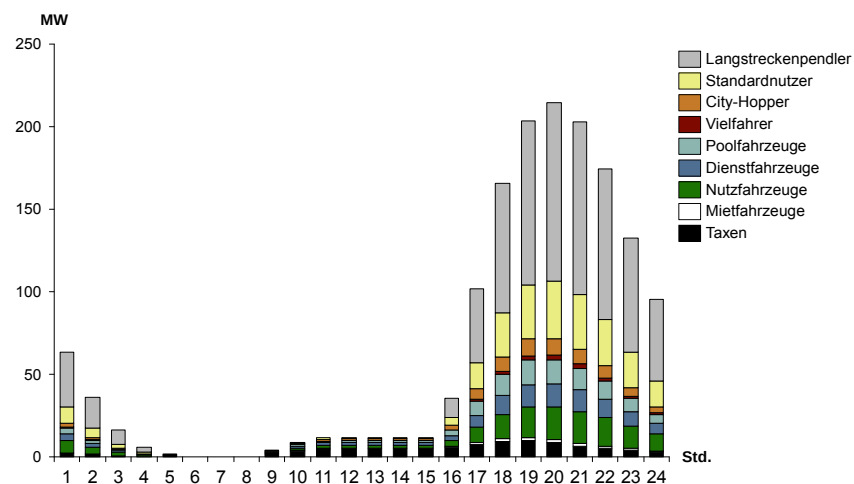


Abbildung 43: Ladestart bei Plug-in, Szenario „Umsetzung Energiestrategie“ 2020, Sa/So/Ft (Spitzenlast je Stunde in MW)

Szenario „Business as usual“

Bei 60.000 E-Fahrzeugen im Jahr 2020 beträgt die Lastspitze an Werktagen 94 MW und liegt damit etwa bei einem Viertel der Spitzenlast des Szenario „Umsetzung Energiestrategie“ (vgl. Abbildung 44). Die entsprechende Lastkurve für Wochenenden/Feiertage hat ihre Spitze ebenfalls abends um 20 Uhr mit 54 MW (vgl. Abbildung 45).

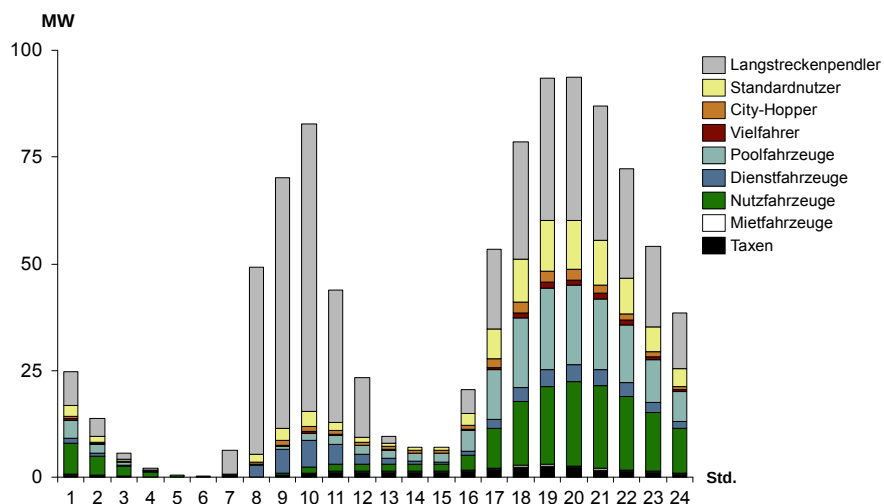


Abbildung 44: Ladestart bei Plug-in, Szenario „Business as usual“ 2020, Mo-Fr
(Spitzenlast je Stunde in MW)

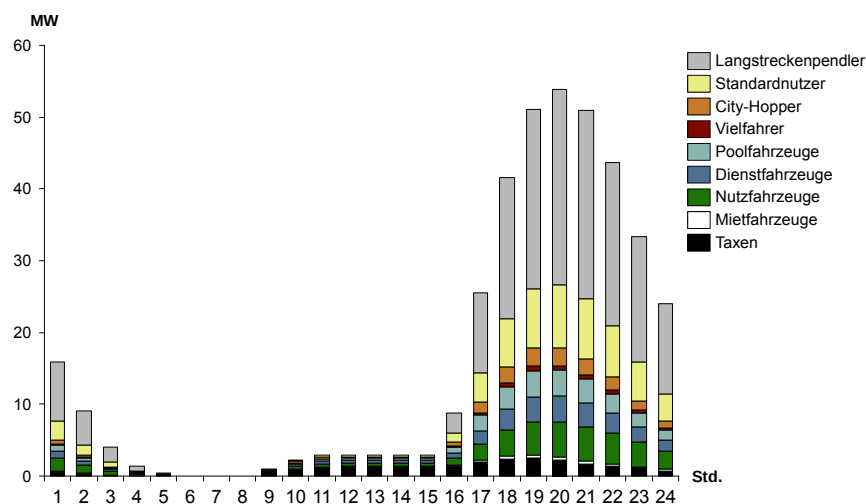


Abbildung 45: Ladestart bei Plug-in, Szenario „Business as usual“ 2020, Sa/So/Ft
(Spitzenlast je Stunde in MW)

3.2.3 Lastkurven durch E-Mobilität im Tagesverlauf für 2030

Szenario „Umsetzung Energiestrategie“

Die Lastkurven für das Jahr 2030 basieren im Szenario „Umsetzung Energiestrategie“ auf 1,6 Mio. E-Fahrzeugen. Daraus ergeben sich folgende Lastkurven für Wochentage (vgl. Abbildung 46) und Wochenenden/Feiertage (vgl. Abbildung 47).

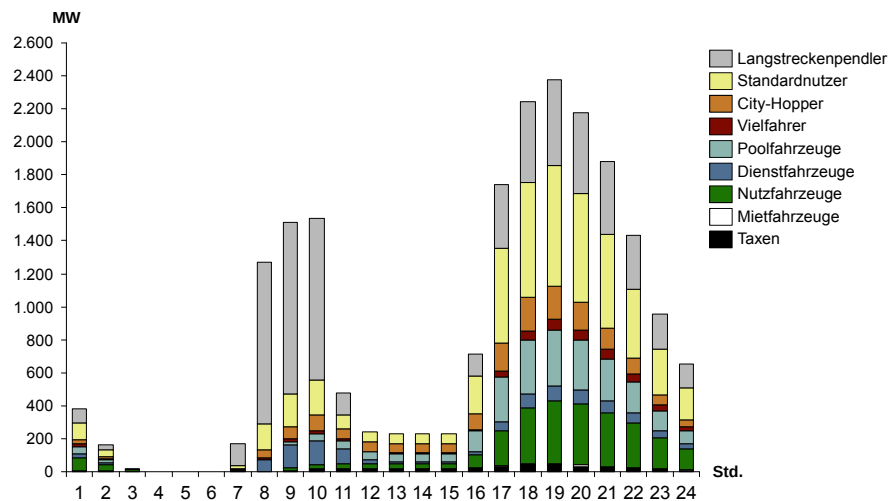


Abbildung 46: Ladestart bei Plug-in, Szenario „Umsetzung Energiestrategie“ 2030, Mo-Fr (Spitzenlast je Stunde in MW)

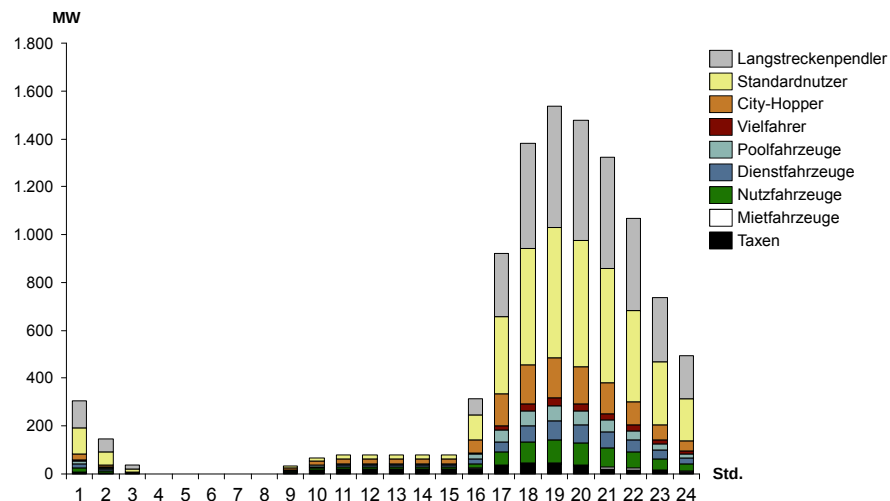


Abbildung 47: Ladestart bei Plug-in, Szenario „Umsetzung Energiestrategie“ 2030, Sa/So/Ft (Spitzenlast je Stunde in MW)

Szenario „Business as usual“

Im Szenario „Business as usual“ wird für das Jahr 2030 ein Bestand von 861.000 E-Fahrzeugen prognostiziert. Die daraus resultierenden Lastkurven stellen sich wie folgt dar:

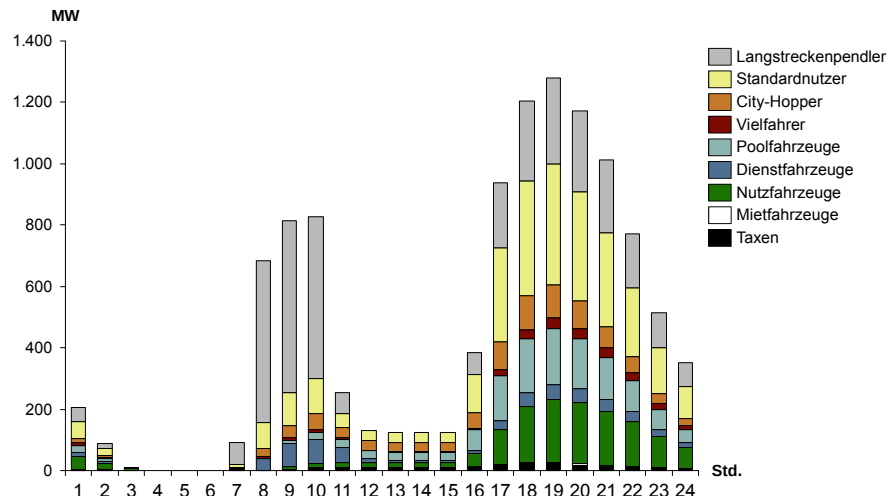


Abbildung 48: Ladestart bei Plug-in, Szenario „Business as usual“ 2030, Mo-Fr
(Spitzenlast je Stunde in MW)

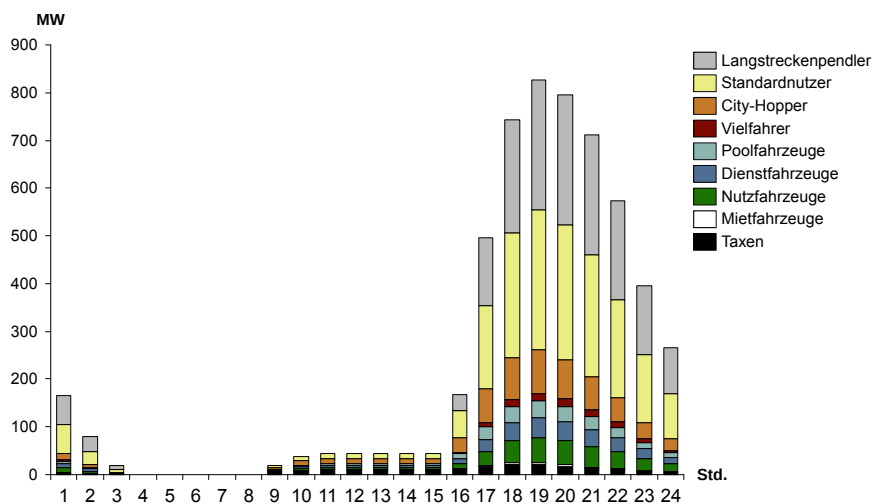


Abbildung 49: Ladestart bei Plug-in, Szenario „Business as usual“ 2030, Sa/So/Ft
(Spitzenlast je Stunde in MW)

Zusammenfassend lässt sich feststellen, dass im Fall des ungesteuerten Ladens „Ladestart bei Plug-in“ wesentliche Lastgradienten auftreten und die Last ungleich über den Tag verteilt ist. Weiter unten in dieser Studie wird eine Variante für gesteuertes Laden vorgestellt, welche die Beeinflussbarkeit der Lastkurven demonstriert.

3.2.4 Erzeugungskurven neue Erneuerbare im Jahres- und Tagesverlauf

Für die Simulationen der erneuerbaren Erzeugung in diesem Kapitel wurden die stündlichen, realen österreichischen Windeinspeisungsdaten des Jahres 2005, stündliche Satellitendaten-Auswertungen des Jahres 2005 der Solaren Einstrahlung auf 30° geneigte und nach Süden ausgerichteten Dachflächen für die 9 Landeshauptstädte in Österreich, die stündliche Erzeugung der Laufkraftwerke des Verbund Hydro Power im Jahr 2005 und stündliche Lastkurven des Jahres 2005 verwendet. Diese Zeitserien wurden entsprechend skaliert, um den Erzeugungsmix und die Nachfrage des „Umsetzung Energiestrategie“ 2030 Szenarios zu simulieren.

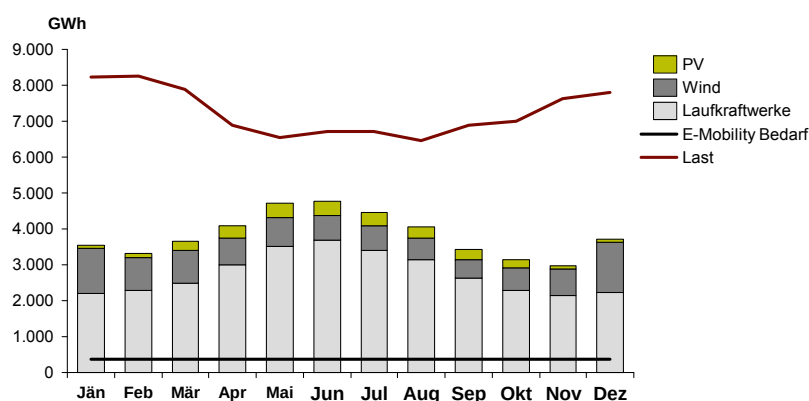


Abbildung 50: Monatliche Stromerzeugung der gesamten nicht regelbaren Erneuerbaren (Laufwasserkraft, Wind und Photovoltaik) für das Szenario „Umsetzung Energiestrategie“ im Jahr 2030 im Vergleich zum monatlichen Inlandsstromverbrauch und zum Elektromobilitätsbedarf.

Der monatliche Verlauf der Stromerzeugung der gesamten nicht regelbaren Erneuerbaren (Wasserkraft, Wind, Photovoltaik) ist dominiert von saisonalen Verlauf der Laufwasserkraft. In Abbildung 51 ist der stündliche Verlauf der Lastkurve inklusive des Elektromobilitätsbedarfes und der gesamten nicht regelbaren Erzeugung der Erneuerbaren dargestellt. Man sieht, dass auch bei einer stündlichen Auflösung die Erzeugung der nicht regelbaren Erneuerbaren fast immer kleiner als die Last ist. Nur in 137 Stunden des Jahres kommt es zu einem Erzeugungsüberschuss. Die Summe der überschüssigen Energie beträgt aber nur 0,15% der erneuerbaren Erzeugung und ist somit vernachlässigbar.

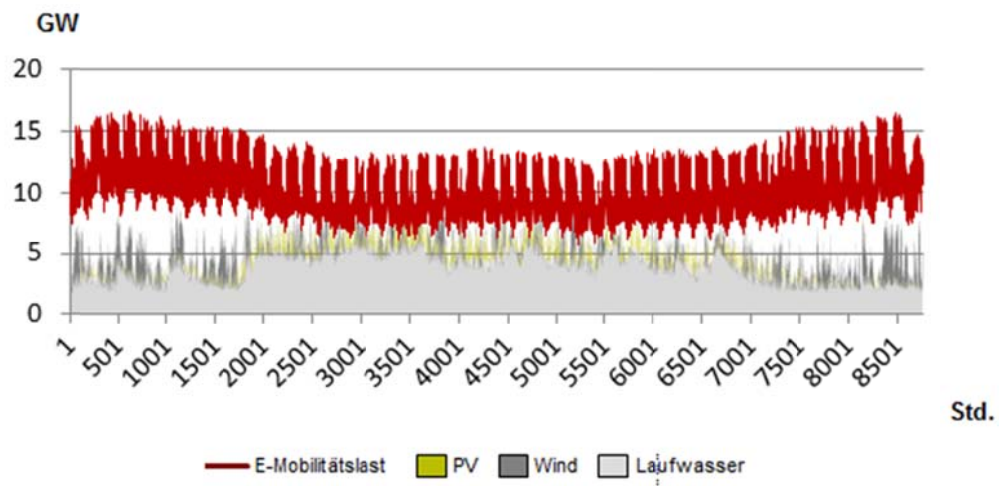


Abbildung 51: Stündliche Erzeugung der nicht regelbaren Erneuerbaren (Laufwasserkraft, Wind und Photovoltaik) für das Szenario „Umsetzung Energiestrategie“ im Jahr 2030 im Vergleich zum Inlandsstromverbrauch inklusive E-Mobilität (Ladestart bei Plug-In)

Ein typischer Tagesgang der nicht regelbaren Erneuerbaren ist in Abbildung 52 für das Szenario „Umsetzung Energiestrategie“ im Jahr 2030 dargestellt.

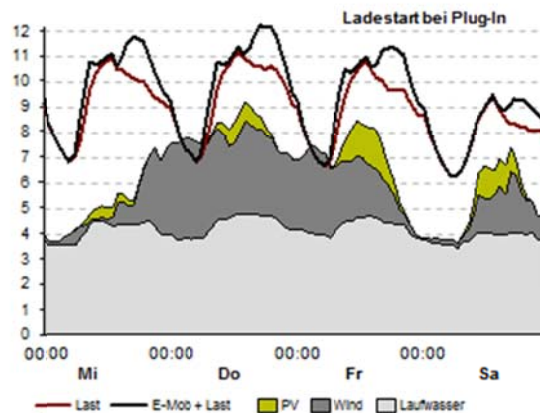


Abbildung 52: Typischer Tagesgang im August der gesamten Stromerzeugung der nicht regelbaren neuen Erneuerbaren (Laufwasserkraft, Wind und Photovoltaik) im „Umsetzung Energiestrategie“ Szenario 2030 im Vergleich zur Inlandsstromnachfrage und dem Elektromobilitätsbedarf bei Ladestart bei Plug-In

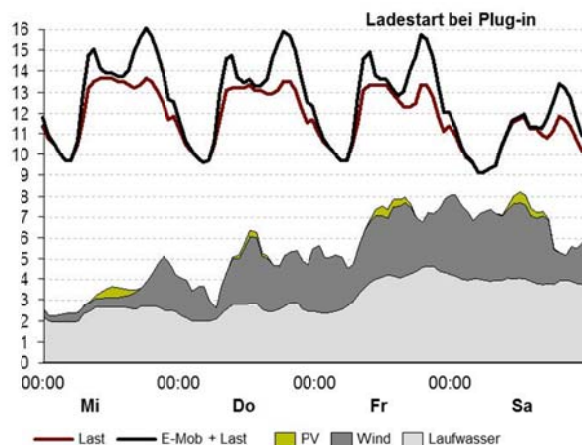


Abbildung 53: Typischer Tagesgang im Jänner der gesamten Stromerzeugung der nicht regelbaren neuen Erneuerbaren (Laufwasserkraft, Wind und Photovoltaik) im „Umsetzung Energiestrategie“ Szenario 2030 im Vergleich zur Inlandsstromnachfrage und dem Elektromobilitätsbedarf bei Ladestart bei Plug-In

3.2.5 Auswirkungen der Elektromobilität auf den Regelenergiebedarf

In Abbildung 54 sind die Dauerlinien der Last ohne E-Mobilität, der Last ohne E-Mobilität abzüglich der nicht regelbaren Erneuerbaren und die Last inklusiver der E-Mobilitätsnachfrage abzüglich der nicht regelbaren Erneuerbaren, dargestellt. Das Laden der Elektromobile bei Plug-In erhöht, unter der Annahme eines sofortigen Ladens bei Plug-In, das Maximum der residualen Last um 2,4 GW auf 13,1 GW in 2030. Dieses Maximum wird im Winter in windschwachen Stunden zwischen 17 und 20 Uhr erreicht und entsteht durch das sofortige Laden der heimkehrenden Elektrofahrzeuge während der Abendspitze. Da Österreich gegenwärtig Speicherkraftwerke mit einer Engpassleistung von 7,2 GW hat und das Szenario für 2030 9,6 GW GuD Kraftwerke vorsieht, ist diese Residuale Last von 13,1 GW unproblematisch. Zusätzlich ist auch mit einem weiteren Ausbau der Engpassleistungen der Pumpspeicher zu rechnen. Wie schon vorher erläutert, gibt es nur wenige Stunden, in denen die nicht regelbare erneuerbare Erzeugung größer ist als die Last. Die Summe der überschüssigen Energie beträgt aber nur 0,15% der erneuerbaren Erzeugung und ist somit vernachlässigbar.

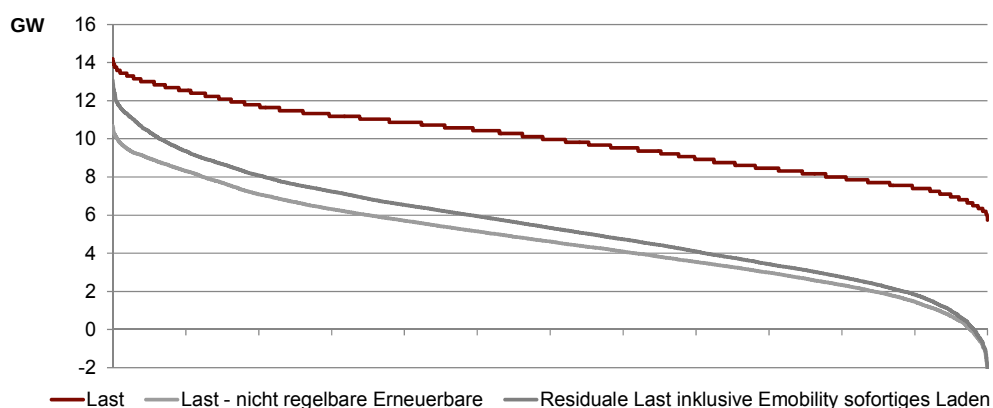


Abbildung 54: Dauerlinien der Last, der Last abzüglich der nicht regelbaren erneuerbaren Erzeugung und der residualen Last inklusive der Elektromobilitätsnachfrage für das „Umsetzung Energiestrategie“ Szenario 2030 Ladestart bei Plug-in

Die Extremwerte sind in der folgenden Tabelle zusammengefasst

		Last	Last – nicht regelbare Erneuerbare	Residuale Last inkl. E-Mobilität
Maximalwert	GW	14,2	10,7	13,1
Max Gradient	GW/h	2,0	5,7	5,8
Minimalwert	GW	5,7	-2,5	-2,5
Min Gradient	GW/h	-1,1	-4,5	-4,5

Tabelle 21: „Umsetzung Energiestrategie“ Szenario 2030 - Ladestart bei Plug-in

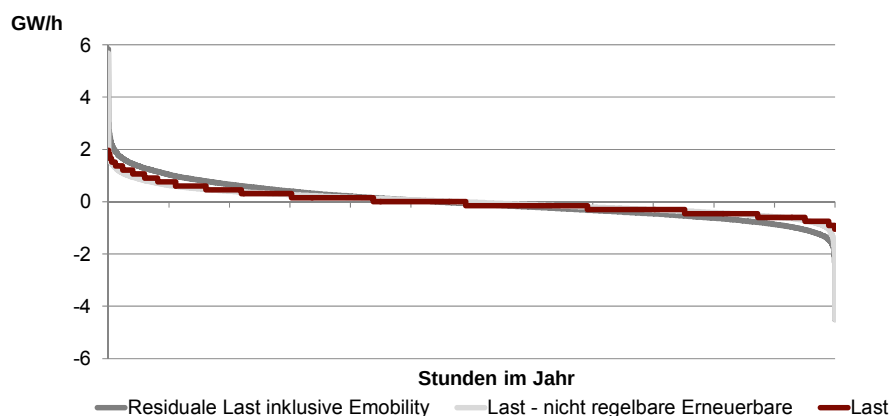


Abbildung 55: Dauerlinie der Gradienten der Last, der Last abzüglich der nicht regelbaren erneuerbaren Erzeugung und der residualen Last inklusive der Elektromobilitätsnachfrage für das „Umsetzung Energiestrategie“ Szenario 2030 - Ladestart bei Plug-in

In Abbildung 54 sind die Dauerlinien der stündlichen Änderung der Last ohne E-Mobilität, der Last ohne E-Mobilität abzüglich der nicht regelbaren Erneuerbaren und die Last inklusiver der E-Mobilitätsnachfrage abzüglich der nicht regelbaren Erneuerbaren dargestellt. Ein positiver Gradient bedeutet, dass die residuale Last in einer Stunde um diesen Wert zunimmt. Ein negativer Gradient bedeutet eine Abnahme der residualen Last in der entsprechenden Stunde. Die wenigen Stunden mit einem großen negativen Gradienten sind daher unproblematisch, da sie nur eine rasch zunehmende erneuerbare Erzeugung darstellen. Diese kann bei Bedarf auch abgeregelt werden. Problematischer sind Zunahmen bei den positiven Gradienten. Die Last ohne Elektromobilität weist maximale positive Gradienten von 2 GW/h auf. In Abbildung 55 kann man erkennen, dass die Dauerlinie der Gradienten für die Last und für die „Last abzüglich der nicht regelbaren Erneuerbaren“ praktisch ident sind. Selbst die Gradienten der „Residualen Last inklusive E-Mobilität“ sind nur für 60 Stunden über den 2GW/h. Diese positiven Gradienten $> 2,5$ GW/h treten ausnahmslos zwischen 5 und 8 Uhr morgens auf, wenn der Wind stark nachlässt und die Nachfrage stark steigt. Der singuläre Maximalwert ist 5,8GW/h. Alle anderen Werte liegen unter 3 GW/h. Da Österreich gegenwärtig Speicherkraftwerke mit einer Engpassleistung von 7,2 GW hat und das Szenario für 2030 9,6 GW GuD Kraftwerke im Szenario vorsieht, sind diese positiven Gradienten unproblematisch. Zusätzlich ist auch mit einem weiteren Ausbau der Engpassleistungen der Pumpspeicher zu rechnen. Auch sind diese Situationen vorhersehbar und der Wind könnte vorher abgeregelt werden, um die Gradienten zu reduzieren. Auch eine Ladesteuerung der Elektroautos könnte zu einem Vermeiden einer Ladung in diesen Stunden beitragen.

3.2.6 Übereinstimmung der zusätzlichen erneuerbaren Erzeugung mit dem E-Mobilitätsbedarf

In diesem Kapitel wird untersucht, wie die zusätzliche erneuerbare Erzeugung für die Elektromobilität mit dem Elektromobilitätsbedarf korreliert. Wie auch schon im vorherigen Kapitel, wird angenommen, dass die zusätzliche Erzeugung für die Elektromobilität aus Laufwasserkraft, Windenergie und Photovoltaik stammt. Für die Berechnungen in diesem Kapitel werden die stündliche Erzeugung der Laufkraftwerke auf der Salzach und der Mur im Jahr 2005 verwendet, da hier laut der VEÖ⁴⁴-Wasserkraftpotential Studie 2008 ca. 6 TWh Wasserkraftausbaupotential vorhanden ist, welches z.B. für die Elektromobilität verwendet werden könnte. Diese Wasserkraftzeitserien und die stündlichen, realen österreichischen Windeinspeisungsdaten des Jahres 2005 sowie stündliche Satellitendaten-Auswertungen des Jahres 2005 der solaren Einstrahlung auf 30° geneigte und nach Süden ausgerichtete Dachflächen für die 9 Landeshauptstädte in Österreich, werden den Szenarien entsprechend skaliert und dienen als Grundlage der Simulationen.

⁴⁴ VEÖ nun Oesterreichs Energie – die Interessenvertretung der österreichischen E-Wirtschaft

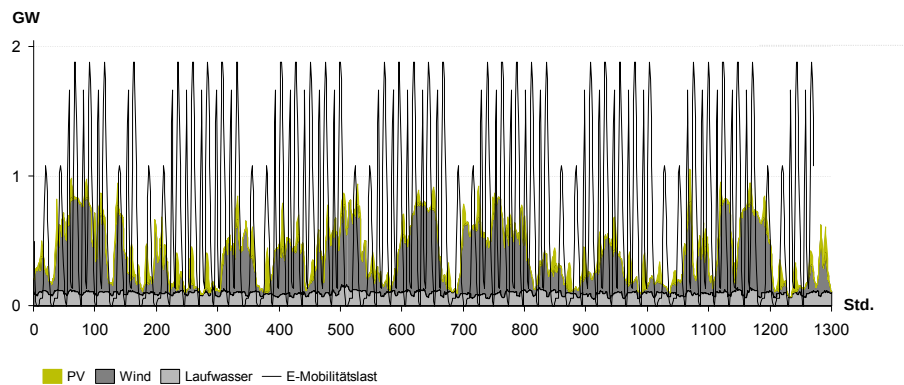


Abbildung 56: Die Erzeugung der zusätzlichen Erneuerbaren für die Elektromobilität verglichen mit dem Elektromobilitätsbedarf für das „Umsetzung Energiestrategie“ Szenario 2030 bei Ladestart bei Plug-In

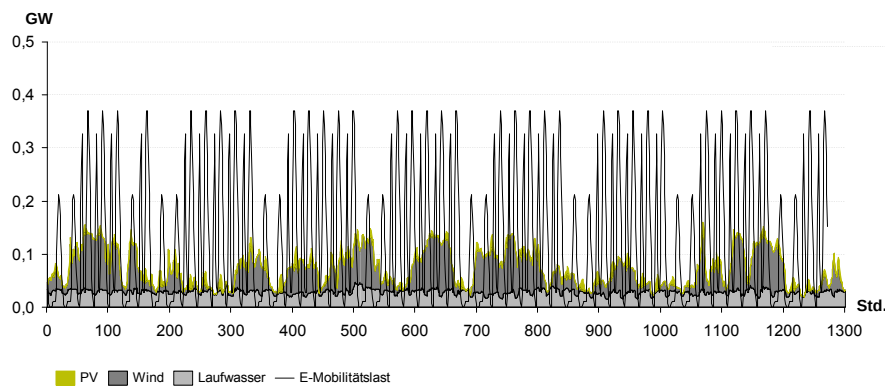


Abbildung 57: Die Erzeugung der zusätzlichen Erneuerbaren für die Elektromobilität verglichen mit dem Elektromobilitätsbedarf für das „Umsetzung Energiestrategie“ Szenario 2020 bei Ladestart bei Plug-In

In den obigen Abbildungen kann man schon erkennen, dass eine Abdeckung des E-Mobilitätsstroms durch alleine neue Erneuerbare nicht zu jeder Stunde des Jahres möglich ist. Die komplette Jahresdarstellung befindet sich im Anhang (Abschnitt 7.5). In diesen Abbildungen kann man erkennen, dass im Sommer die Erzeugung der zusätzlichen Erneuerbaren für die Elektromobilität größer ist als im Winter. Im vorherigen Kapitel wurde dargestellt, dass die Integration dieser zusätzlichen erneuerbaren Erzeugung in das gesamte österreichische Stromsystem kein Problem darstellt. Im Folgenden wird untersucht, wie groß der Speicherbedarf wäre, wenn man verlangen würde, dass der Strom für die Elektromobilität aus den zusätzlichen, neuen Laufwasserkraftwerken, Windanlagen und Solaranlagen, isoliert vom Gesamtstromsystem, geregelt werden muss. Wenn es also einen Überschuss bei der erneuerbaren Erzeugung für die Elektromobilität im Vergleich zum Elektromobilitätsbedarf gibt, müsste der Strom gespeichert werden, um später in Zeiten der Unterdeckung wieder eingespeist zu werden. In Abbildung 58 ist das Simulationsergebnis dargestellt.

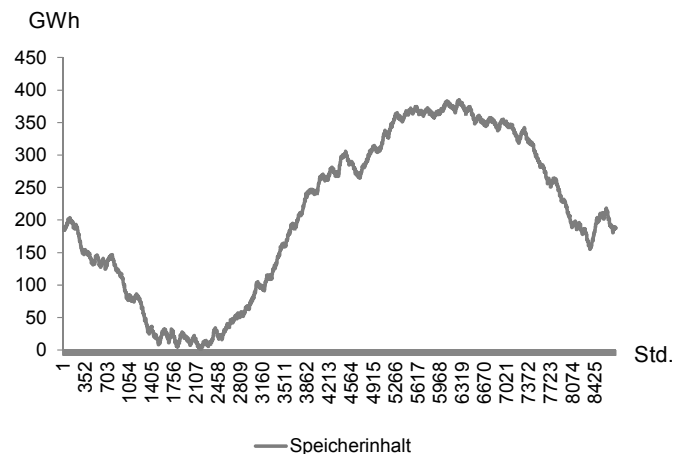


Abbildung 58: Gesamter Energieinhalt aller Stromspeicher, welche die erneuerbare Erzeugung für die Elektromobilität auf stündlicher Basis mit dem Elektromobilitätsbedarf ausgleichen. Annahme ist hier die isolierte Betrachtungsweise der E-Mobilität vom Gesamtsystem

Man kann aus Abbildung 58 klar erkennen, dass ein Ausgleich der erneuerbaren Erzeugung für den Elektromobilitätsbedarf, isoliert vom Gesamtsystem, eine saisonale Speicherung der Erzeugungsüberschüsse aus dem Sommerhalbjahr für das Winterhalbjahr erfordern würde. Die erforderliche Speicherkapazität von an die 400 GWh ist sehr groß. Einer der größten Speichersysteme in Österreich Kaprun Oberstufe, hat eine Pumpspeicherkapazität von nur 70 GWh. Ein eventuell gesteuertes Laden der Elektrofahrzeuge hat keine Auswirkungen auf den Speicherbedarf da hier ein saisonaler Ausgleich erforderlich ist. Es ist dabei auch zu berücksichtigen, dass die Speicherverluste von ca. 11-15% mit einer zusätzlichen erneuerbaren Erzeugung ausgeglichen werden müssten. Was natürlich, auch wenn die Stromspeicher gratis wären, zu einer Kostensteigerung der Stromaufbringung von 11-15% führen würde.

3.2.7 Fazit

Die Ladung von Elektrofahrzeugen während der Abendspitze des Verbrauchs würde eine Erhöhung residualer Last um ca. 2,4 GW bedeuten. Weiters führen der hohe Erneuerbareanteil und das ungesteuerte Laden der Elektromobilität für wenige Stunden im Jahr zu einer erhöhten Änderungsrate der residualen Last. Da Österreich gegenwärtig Speicherkraftwerke mit einer Engpassleistung von 7,2 GW hat und das Szenario für 2030 9,6 GW GuD Kraftwerke im Szenario vorsieht, sind diese positiven Gradienten unproblematisch. Zusätzlich ist auch mit einem weiteren Ausbau der Engpassleistungen der Pumpspeicher zu rechnen. Gesteuertes Laden der Elektrofahrzeuge kann dazu beitragen, die Abendspitze bei der Stromnachfrage zu reduzieren und hohe Laständerungsgradienten zu vermeiden.

Wenn man verlangen würde, dass der Strom für die Elektromobilität aus den zusätzlichen neuen Laufwasserkraftwerken, Windanlagen und Solaranlagen isoliert vom Gesamtsystem ausgeregelt werden muss, ist eine saisonale Speicherung der Erzeugungsüberschüsse aus dem Sommerhalbjahr für das Winterhalbjahr erforderlich.

3.3 Potenziale der Steuerbarkeit der E-Mobilitätslast

In diesem Abschnitt soll zuerst demonstriert werden, dass die Lastkurven durch E-Mobilität grundsätzlich steuerbar sind (Abschnitt 3.3.1). Weiters wird gezeigt, wie die Steuerbarkeit des Ladeverhaltens gezielt genutzt werden kann. Das erste Beispiel zeigt auf, wie die Steuerbarkeit der E-Mobilitätslast zum Glätten der Nachfragekurve verwendet werden kann (Abschnitt 3.3.2). Das zweite Beispiel zeigt, wie die Steuerbarkeit des Ladeverhaltens einen Beitrag zu einer besseren Nutzung der erneuerbaren Energien leisten kann (Abschnitt 3.3.3).

3.3.1 Steuerungsszenario spitzengeglättetes Ladeverhalten

Wie im vorangehenden Abschnitt beschrieben und dargestellt, kommt es im einfachen Fall des ungesteuerten Ladens – Ladestart bei Plug-in – zu zeitlich gehäuftem Ladestarts und damit hohen Lastspitzen. Diese treten insbesondere zu Beginn längerer Plugged-in-Zeiträume auf.

Die nun folgende Betrachtung soll zeigen, dass sich diese Lastspitzen vermeiden lassen. Ferner wird die Beeinflussbarkeit der durch E-Mobilität verursachten Lastkurve demonstriert.

Das Steuerungsszenario „spitzengeglättetes Laden“ basiert auf der Annahme, dass bei längeren Plugged-in Phasen das Laden der Batterie nicht zwingenderweise zeitgleich mit dem Plug-in erfolgen muss, sondern eine Verteilung der Ladungen über diesen Zeitraum erfolgen kann. Die Grenze der Flexibilität bei der Festlegung des Ladebeginn- und Ladeendzeitpunktes liegt jedoch in dem Bedürfnis des Nutzers, zum Ende der definierten Plugged-in Phase ein vollständig geladenes Fahrzeug vorzufinden.

Für die folgenden Darstellungen des „spitzengeglätteten Ladens“ wird die Prämisse eingeführt, dass durch intelligente Ladesteuerung eine Gleichverteilung der Ladevorgänge innerhalb langer Plugged-in Phasen erfolgt (dies betrifft die Plugged-in Zeiträume „Nachtphase“ und „Tagesphase“). Um den Nutzern die nötige Mobilitätssicherheit zu bieten, müssen alle Ladungen eine Stunde vor dem Zeitpunkt des erwarteten (hier: definierten) Plug-outs abgeschlossen sein (vgl. Abbildung 59). Eine Steuerung von kurzen und unregelmäßig anfallenden Plugged-in Phasen (wie im Falle der „Tagesverteilten Kurzphasen“) wird, unter Beachtung der Nutzerbedürfnisse, als nicht machbar angenommen.

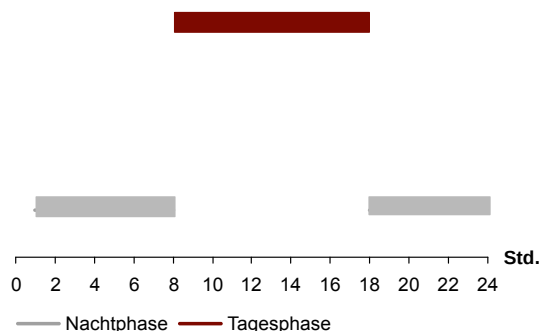


Abbildung 59: Zur Ladesteuerung geeignete Zeiträume (24 Stunden Betrachtung)

Um zu zeigen, dass mit dieser Art der gleichverteilten Ladesteuerung eine Glättung der Lastspitzen, die morgens und abends für den Fall des Ladestarts bei Plug-in auftreten, erreicht werden kann, wird beispielhaft die spitzengeglättete Gesamtlastkurve für das Szenario „Umsetzung Energiestrategie“ im Jahr 2030 dargestellt (vgl. Abbildung 60) für Wochentage und Wochenenden/Feiertage (vgl. Abbildung 61).

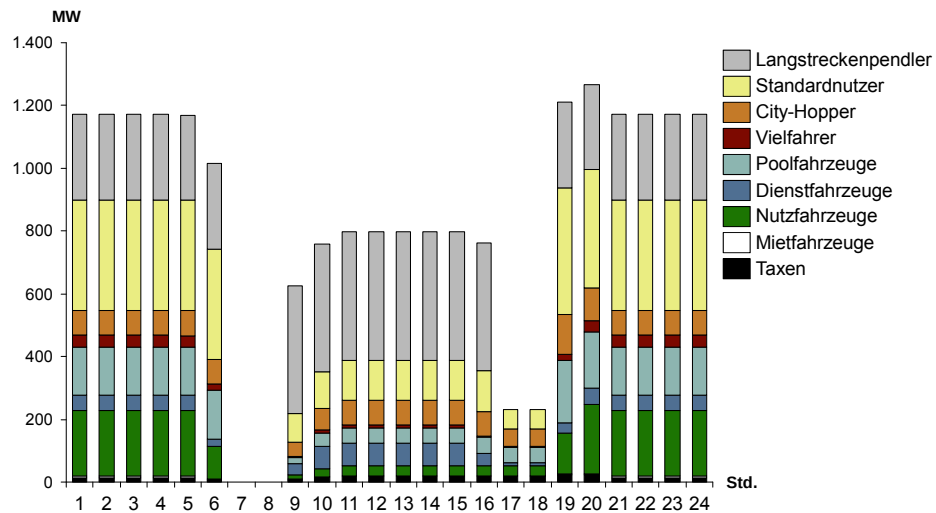


Abbildung 60: Spitzengeglättetes Laden, Szenario „Umsetzung Energiestrategie“ 2030, Mo-Fr (Spitzenlast je Stunde in MW)

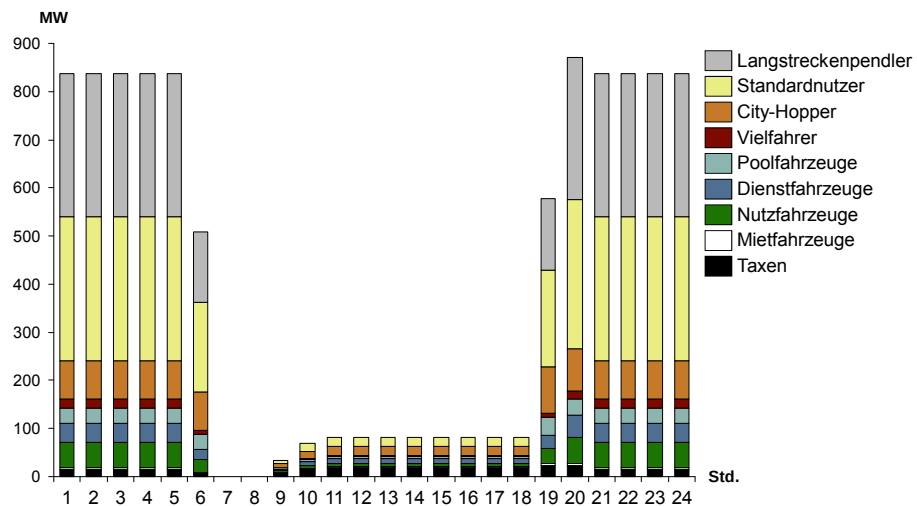


Abbildung 61: Spitzengeglättetes Laden, Szenario „Umsetzung Energiestrategie“ 2030, Sa/So/Ft (Spitzenlast je Stunde in MW)

Um die durch Ladesteuerung erreichbare Flexibilität versus Ladestart bei Plug-in aufzuzeigen, werden abschließend die Lastkurven beider Varianten in einer kombinierten Grafik dargestellt (vgl. Abbildung 62 und Abbildung 63).

Die Abbildungen zeigen deutlich, dass die zum Laden der E-Fahrzeuge benötigte Last in gewissen Grenzen steuerbar ist. Das hier vorgestellte Steuerungsszenario erreicht fast eine Gleichverteilung der Last.

Die Ursache der morgens und abends erkennbaren Unterbrechungen liegt in den getroffenen Modellannahmen, wo von diskreten Tag- und Nachtphasen ausgegangen wird (vgl. Abbildung 59). Beachtet man die in der Realität ausgeprägte Heterogenität der Nutzergruppen, sind diese Übergänge deutlich fließender, was eine flexiblere Gestaltung der Lastkurven erlaubt.

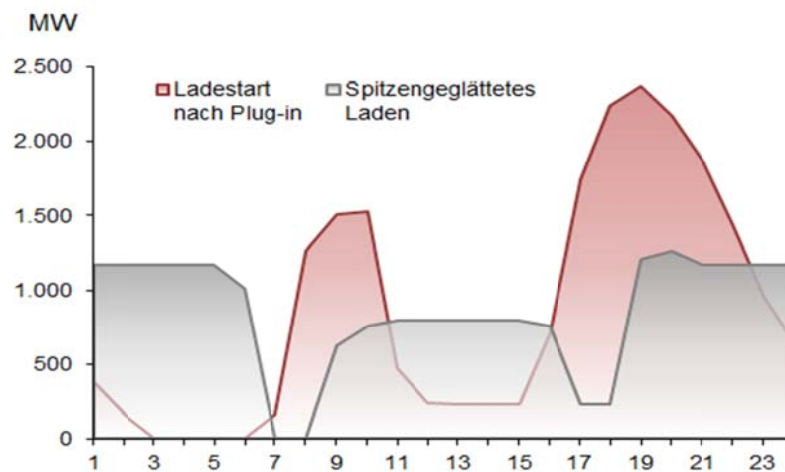


Abbildung 62: Ladestart bei Plug-in vs. Spitzengeglättetes Laden, Szenario „Umsetzung Energiestrategie“ 2030, Mo-Fr (Spitzenlast je Stunde in MW)

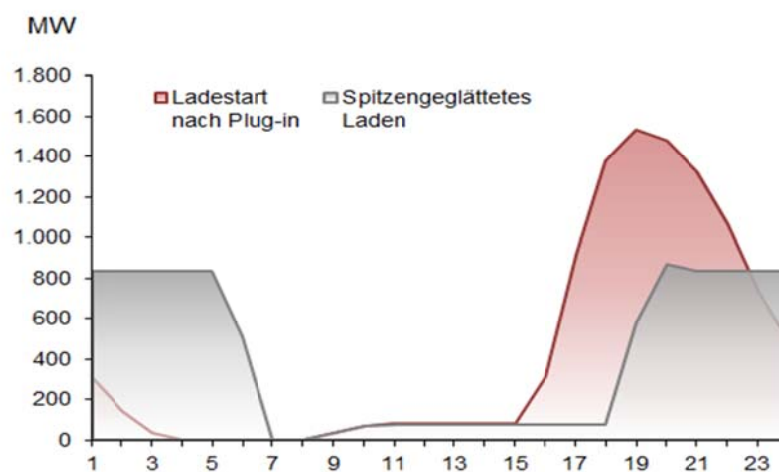


Abbildung 63: Ladestart bei Plug-in vs. Spitzengeglättetes Laden, Szenario „Umsetzung Energiestrategie“ 2030, Sa/So/Ft (Spitzenlast je Stunde in MW)

Es wurde nun demonstriert, dass die Lastkurven durch E-Mobilität grundsätzlich steuerbar sind. Nun soll anhand zweier Beispiele der Nutzen deren Steuerbarkeit veranschaulicht

werden. Es wird einerseits die Glättung der Nachfragekurve (Abschnitt 3.3.2) und andererseits die bessere Nutzung der erneuerbaren Energien aufgezeigt (Abschnitt 3.3.3)

3.3.2 Glättung der Nachfragekurve

Die folgenden Grafiken zeigen die Lastkurven der E-Mobilität und der österreichischen Haushalte in zwei Varianten. Erstere demonstriert die Lastkurven im einfachen Fall des ungesteuerten Ladens – nach Plug-in (vgl. Abbildung 64). Zweitere zeigt die Lastkurven im Szenario „spitzengeglättetes Laden“ (vgl. Abbildung 65)⁴⁵.

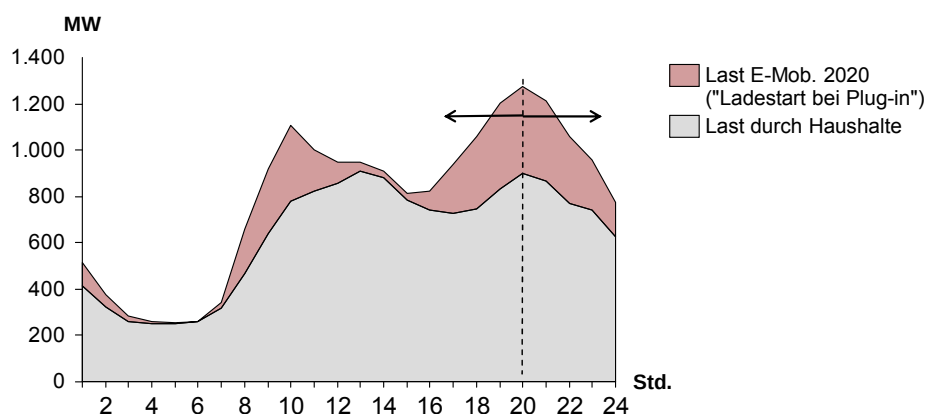


Abbildung 64 : Lastkurven der E-Mobilität und österreichischer Haushalte, Werktags, Szenario „Umsetzung Energiestrategie“ 2020; Variante „Ladestart nach Plug-in“

In Abbildung 64 wird erkennbar, dass sich der Verlauf der Lastkurven für die österreichischen Haushalte und E-Mobilität sehr ähneln. Dies führt bei mangelnder Steuerung zu einer signifikanten Verstärkung der Spitzen. Die maximale Last beträgt in diesem Szenario 1.275 MW.

⁴⁵ Das Lastprofil zeigt einen Sommertag in Österreich errechnet aus den Daten für Wien (Multiplikation mit Faktor 5)

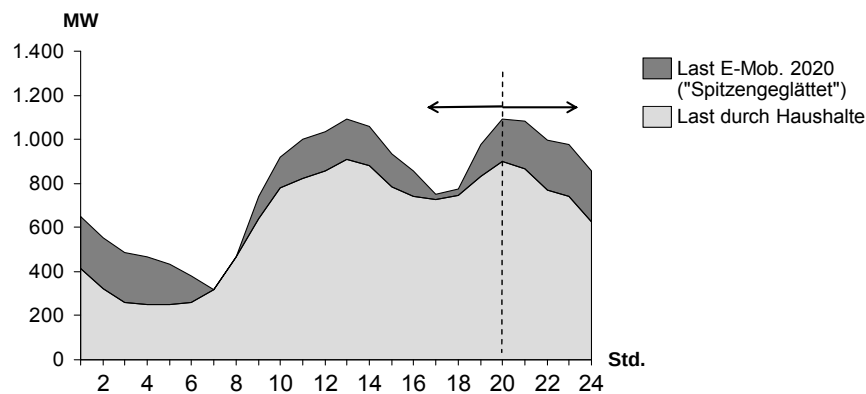


Abbildung 65: Lastkurven der E-Mobilität und österreichischer Haushalte, Werktags, Szenario „Umsetzung Energiestrategie“ 2020; Variante „Spitzengeglättetes Laden“

Das Konsumverhalten von Energie in den Haushalten ist nicht beeinflussbar, daher verändert sich die Last durch Haushalte in der Variante „Spitzengeglättetes Laden“ gegenüber der Variante „Ladestart nach Plug-in“ nicht. Das Ladeverhalten hingegen kann durch das Setzen von Anreizen sehr wohl gesteuert werden. Ein Vergleich der beiden oben gezeigten Grafiken (vgl. Abbildung 65 und Abbildung 64) zeigt die Auswirkung auf die Gesamlastkurve aufgrund der Steuerbarkeit der E-Mobilitätslast. In Abbildung 65 zeigt die Nachfragekurve nun verringerte Spitzen und eine gleichmäßigere Verteilung der Last über den Tagesverlauf. Die Tagesspitze von 1275 MW wurde um 180 MW auf 1095 MW reduziert.

3.3.3 Bessere Nutzung der Erneuerbaren

Die folgenden Grafiken zeigen die Lastkurven aus E-Mobilität und die Erzeugungskurve der neuen erneuerbaren Energien für die Jahre 2020 und 2030 für einen typischen Winter⁴⁶ sowie Sommertag⁴⁷ im Szenario „Umsetzung Energiestrategie“. Die Erzeugungskurven basieren auf den in Abschnitt 3.2.6 simulierten Werten für die zusätzliche erneuerbare Erzeugung für die Elektromobilität in den entsprechenden Jahren. Die linke Abbildung präsentiert jeweils Lastkurven im einfachen Fall des ungesteuerten Ladens – nach Plug-in (vgl. Abbildung 66). Die jeweils rechte Abbildung zeigt die Lastkurven im Szenario „spitzengeglättetes Laden“ (vgl. Abbildung 67)⁴⁶.

⁴⁶ Erzeugungskurve am Beispiel der stündlich gemittelten Werte von 20-23.7.2005

⁴⁷ Erzeugungskurve am Beispiel der stündlich gemittelten Werte von 01-04.01.2005

Lastkurven durch E-Mobilität und Erzeugungskurven neuer Erneuerbarer im Tagesverlauf für 2020

Abbildung 66 und Abbildung 67 stellen die Lastkurven der E-Mobilität mit den Erzeugungskurven nach Technologien für einen Sommertag im Jahr 2020 gegenüber.

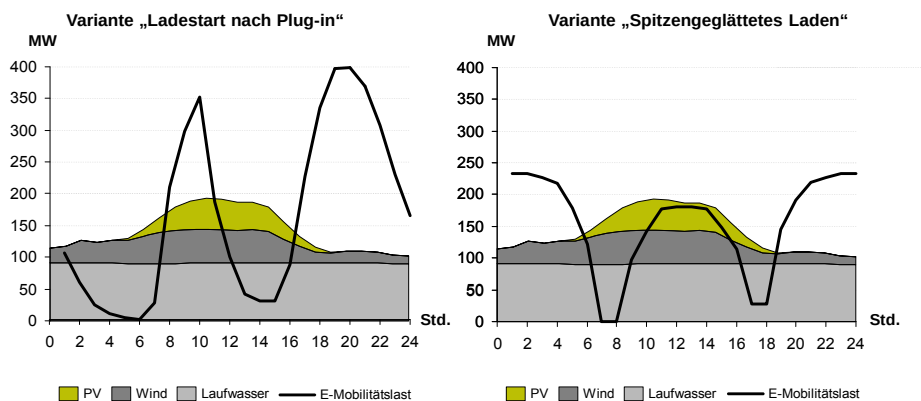


Abbildung 66: Lastkurven aus E-Mobilität und Erzeugungskurve neuer erneuerbarer Energien, Sommer 2020; Variante „Ladestart nach Plug-in“

Abbildung 67: Lastkurven aus E-Mobilität und Erzeugungskurve neuer erneuerbarer Energien, Sommer 2020; Variante „Spitzengeglättetes Laden“

Abbildung 68 und Abbildung 69 stellen die Lastkurven der E-Mobilität mit den Erzeugungskurven nach Technologien für einen Wintertag im Jahr 2020 gegenüber.

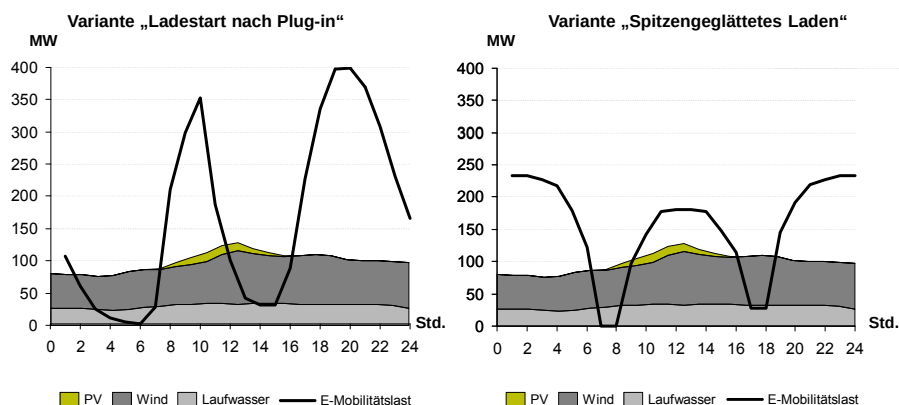


Abbildung 68: Lastkurven aus E-Mobilität und Erzeugungskurve neuer erneuerbarer Energien, Winter 2020; Variante „Ladestart nach Plug-in“

Abbildung 69: Lastkurven aus E-Mobilität und Erzeugungskurve neuer erneuerbarer Energien, Winter 2020; Variante „Spitzengeglättetes Laden“

Lastkurven durch E-Mobilität und Erzeugungskurven neuer Erneuerbarer im Tagesverlauf für 2030

Abbildung 70 und Abbildung 71 stellen die Lastkurven der E-Mobilität mit den Erzeugungskurven nach Technologien für einen Sommertag im Jahr 2030 gegenüber.

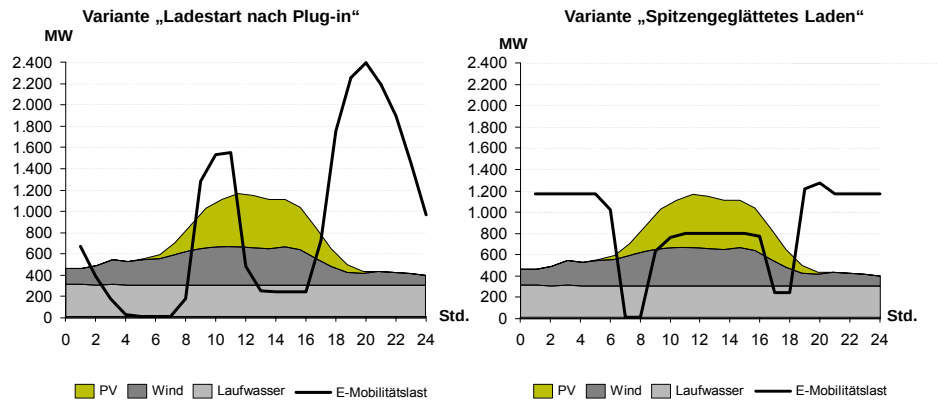


Abbildung 70: Lastkurven aus E-Mobilität und Erzeugungskurve neuer erneuerbarer Energien, Sommer 2030; Variante „Ladestart nach Plug-in“

Abbildung 71: Lastkurven aus E-Mobilität und Erzeugungskurve neuer erneuerbarer Energien, Sommer 2030; Variante „Spitzengeglättetes Laden“

Abbildung 72 und Abbildung 73 stellen die Lastkurven der E-Mobilität mit den Erzeugungskurven nach Technologien für einen Wintertag im Jahr 2030 gegenüber.

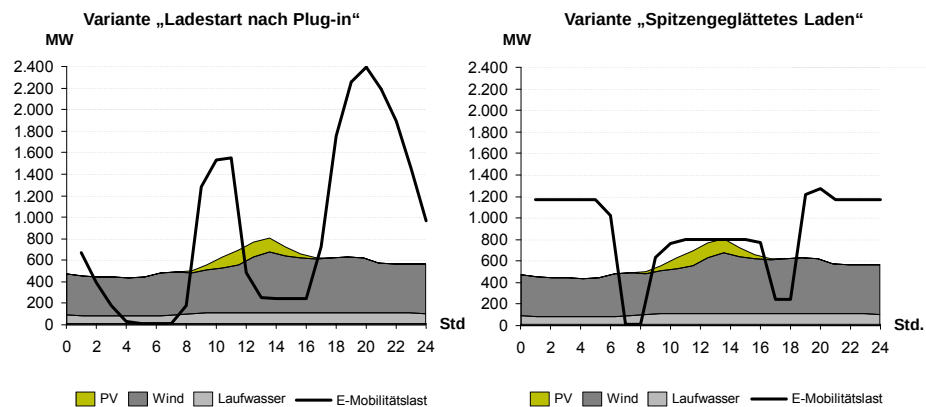


Abbildung 72: Lastkurven aus E-Mobilität und Erzeugungskurve neuer erneuerbarer Energien, Winter 2030; Variante „Ladestart nach Plug-in“

Abbildung 73: Lastkurven aus E-Mobilität und Erzeugungskurve neuer erneuerbarer Energien, Winter 2030; Variante „Spitzengeglättetes Laden“

Der Vergleich der Erzeugungs- und Lastkurven in den vorangegangenen Abbildungen zeigt deren asynchronen Verlauf auf. Der im Tagesverlauf nicht konstante Verlauf der Erzeugungskurve ist vor allem auf Wind und PV zurückzuführen. Da die herkömmlichen Lasten kaum steuerbar sind, können neue erneuerbare Energien so nicht sinnvoll genutzt werden. Es müssen daher Maßnahmen zur Steuerung des Ladeverhaltens ergriffen werden.

In den Abbildungen zum „spitzengeglätteten Laden“ wird durch die mögliche Steuerung der E-Mobilitätslast eine Angleichung der Last und Erzeugung erreicht (rechten Abbildungen z.B.: Abbildung 71). Im Gegensatz zu den herkömmlichen Lasten, ist das Ladeverhalten für E-Fahrzeuge steuerbar. Dies erlaubt eine optimierte Nutzung des Stromes aus neuen Erneuerbaren. Die erzielten Angleichseffekte können mit zunehmender E-Fahrzeugdurchdringung und steigendem Stromverbrauch durch E-Fahrzeuge kontinuierlich verbessert werden.

Man erkennt in den Grafiken weiters, dass bei Betrachtung der zusätzlich geplanten erneuerbaren Energien - ohne Integration in das gesamte österreichische Stromsystem - der E-Mobilitätsstrom nicht zu jeder Stunde des Jahres decken kann. Vor allem im Sommer ist die Erzeugung der zusätzlichen Erneuerbaren für die Elektromobilität größer als im Winter. Dies wurde bereits im Abschnitt 3.2.6 erklärt und ist dort näher erläutert.

In den Abbildung 74 und Abbildung 75 wird ein Sommertag 2030 dargestellt ohne Wind und PV-Erzeugung. Dies verdeutlicht, dass eine Integration in das österreichische Stromsystem notwendig ist, damit eine Lieferung 100% erneuerbaren Stroms für E-Mobilität möglich ist. An solchen windschwachen Tagen und bestehender Wolkendecke, können alleine neue Erneuerbare Energieträger den Bedarf nicht decken und der Einsatz von Pumpspeichern (vor allem im Winter) bzw. bestehenden Wasserkraftanlagen (vor allem im Sommer) ist notwendig.

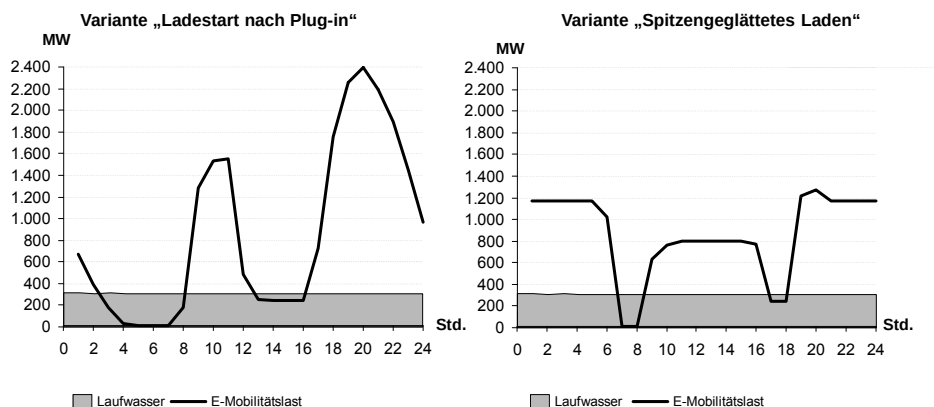


Abbildung 74: Lastkurven aus E-Mobilität und Erzeugungskurve neuer erneuerbarer Energien, Winter 2030; Variante „Ladestart nach Plug-in“ ohne Wind und PV

Abbildung 75: Lastkurven aus E-Mobilität und Erzeugungskurve neuer erneuerbarer Energien, Winter 2030; Variante „Spitzengeglättetes Laden“ ohne Wind und PV

3.4 Hebel zur Ladesteuerung

Auf dem Gebiet des intelligenten Lademanagements und der Integration von E-Mobilität in ein intelligentes Stromsystem (Smart Grid/Smart Energy System) besteht wesentlicher Forschungs- und Entwicklungsbedarf. Zukünftige Verfahren werden auf der Vernetzung aller Energie-Akteure – vom Großkraftwerk über Netzbetreiber und größere Windparks bis hin zu kleinen PV-Anlagen und E-Fahrzeugen – aufsetzen und in hohem Maße automatisiert den Stromverbrauch an die dargebotsabhängige Einspeisung aus Wind und Sonne anpassen können. Die hierfür benötigten fahrzeug- und systemseitigen Voraussetzungen für das Lademanagement und die energiewirtschaftliche Integration von Elektromobilität in Smart Grids sind frühzeitig sicherzustellen.

Zusätzlich zur aktiven Steuerung des Ladevorgangs sind mögliche Innovationen im Bereich der Ladetechnik und deren Auswirkungen auf das Ladeverhalten zu berücksichtigen. Für Details wird auf den Ausblick in Abschnitt 6.2 verwiesen.

3.5 Fazit: Umsetzbarkeit der E-Mobilität auf Basis 100% Erneuerbare

Die in diesem Kapitel dargestellten Modellrechnungen für den Strombedarf der E-Mobilität und deren Vergleich mit Erzeugungsszenarien auf Basis erneuerbarer Energien zeigen: Der Strombedarf für E-Mobilität macht nur einen Teil des geplanten Zubaus der Erneuerbaren bis 2030 aus. Eine ökologische und nachhaltige Abdeckung des zusätzlichen Bedarfs ist möglich und es ergibt sich durch die Einführung der E-Mobilität eine Netto-Energie-Einsparung.

Eine isolierte Betrachtung der Erzeugung der neuen Erneuerbaren und des E-Mobilitätsstrombedarfs zeigt, dass eine Integration der neuen erneuerbaren Energien in das gesamt-österreichische Stromsystem notwendig ist, um den E-Mobilitätsstrombedarf zu jeder Stunde zu decken.

Die Ladung von Elektrofahrzeugen während der Abendspitze des Verbrauchs würde eine Erhöhung der residualen Last bedeuten. Die in Österreich vorhandenen Speicherkraftwerke können dies unproblematisch decken. Zusätzlich ist auch mit einem weiteren Ausbau der Engpassleistungen der Pumpspeicher zu rechnen.

Der exakte Ladezeitpunkt ist für E-Fahrzeuge in gewissen Grenzen steuerbar. Durch eine geschickte Ausnutzung der Freiheitsgrade, kann der Ladestrom an die von Wasser, Wind und Sonne abhängige erneuerbare Stromerzeugung besser angepasst werden, als dies bei vielen anderen Stromverbrauchern möglich ist. Auf dem Gebiet des intelligenten Lademanagements und der Integration in das intelligente Stromsystem (Smart Grid/Smart Energy System) besteht jedoch noch wesentlicher Forschungs- und Entwicklungsbedarf.

Zusammenfassend lässt sich festhalten: E-Mobilität auf Basis von 100% erneuerbarer Energien in Österreich ist machbar, da das notwendige Potential an Erneuerbaren vorhanden ist und die Systemintegration der fluktuierenden Einspeisung durch ein intelligentes Lademanagement der E-Fahrzeuge sogar noch verbessert wird.

4 Marktdesign

Dieses Kapitel zeigt, wie ein wettbewerbliches Marktmodell für die Einführung und den Ausbau der Elektromobilität - auf Basis 100% Erneuerbare Energien Strom - organisiert sein kann. Es sollen mit diesem die Ziele von 100% Strom aus erneuerbaren Energien für E-Mobilität sowie eine schnelle Durchdringung, um positive wirtschaftliche und ökonomische Effekte zu realisieren, erreicht werden.

Unter wettbewerblich ist dabei zu verstehen, dass ausreichend wirtschaftliche Anreize für Anbieter, die E-Mobilität Leistungen mit 100% Erneuerbare Energien Stromversorgung bereitstellen, vorhanden sind und diese Anbieter Geschäftsmodelle entwickeln, die zu für den Kunden attraktiven Angeboten führen. Ein wettbewerbliches Marktmodell führt auch dazu, dass der Staat weniger Mittel einsetzen muss, um das Ziel einer auf 100% Erneuerbare Energien-Strom basierenden E-Mobilität Einführung in Österreich zu erreichen, als im Falle einer nicht wettbewerblichen, stärker regulierten Einführung der E-Mobilität.

Das hier vorgeschlagene Marktmodell hat drei wesentliche Eckpfeiler. Erstens soll die Bereitstellung des Erneuerbare Energien-Stroms für die E-Fahrzeuge außerhalb des bestehenden Ökostromregimes erfolgen und somit Anreize für zusätzliche Erneuerbare Energien-Investitionen schaffen. Des weiteren soll die Nachfrage durch Steuererleichterungen bzw. – entfall beim Fahrzeugkauf stimuliert und die staatliche Förderung fokussiert werden. Der dritte Aspekt des Marktmodells ist die Sicherstellung der Verwendung von Erneuerbare Energien-Strom für die E-Mobilität durch Grünstrom-Zertifikate. Um die beschriebenen volkswirtschaftlichen und ökologischen Effekte zu erzielen, ist bei den Zertifikaten die Forderung nach einer Additionalität bzgl. des Kapazitätsausbaus erneuerbarer Energien sinnvoll.

Der erste Abschnitt fasst allgemeine Erwartungen der Elektromobilität von Nutzern zusammen (Abschnitt 4.1). Die darauf folgenden drei Abschnitte beschreiben die Eckpunkte des wettbewerblichen Marktsystems (Abschnitt 4.2, Abschnitt 4.3 und Abschnitt 4.4).

4.1 Erwartungen an die Elektromobilität

Was sind die Treiber der Nachfrage beim Kauf eines Autos? Was sind die Voraussetzungen für den Kauf eines Elektroautos? Die Antworten auf diese Fragen sollen die Erwartungen an die Elektromobilität schildern.

Die Kosten des Fahrzeuges sind der Schlüsseltreiber beim Kauf eines Autos und haben momentan die höchste Bedeutung. Funktionalität und Image nehmen jedoch an Bedeutung, vor allem bei höherer Kaufkraft, stetig zu. Nach einer Nutzerbefragung von PwC fließen bereits bei zwei Drittel Umweltüberlegungen bei dem Kauf eines Fahrzeugs in die Kaufentscheidung mit ein. Laut Nutzern sprechen meist die hohen Anschaffungskosten gegen den Kauf eines Elektrofahrzeuges. Es wird erwartet, dass der Staat den Vertrieb von Elektroautos stimulieren muss. So gewährt Norwegen zum Beispiel eine volle Steuerbefreiung für Elektroautos. Ein weiterer Grund warum sich heute wenige für ein Elektrofahrzeug entscheiden, ist der geringe Wissenstand der Autofahrer über die Elektromobilität. Nur 9% glauben, relativ viel über Elektromobilität zu wissen, während 61% angeben, kaum darüber informiert

zu sein. Es ist folglich noch weitere Öffentlichkeitsarbeit zur Aufklärung über die Elektromobilität notwendig. Was sind nun die Voraussetzungen, unter denen der Kauf eines Elektroautos vorstellbar wird?⁴⁸

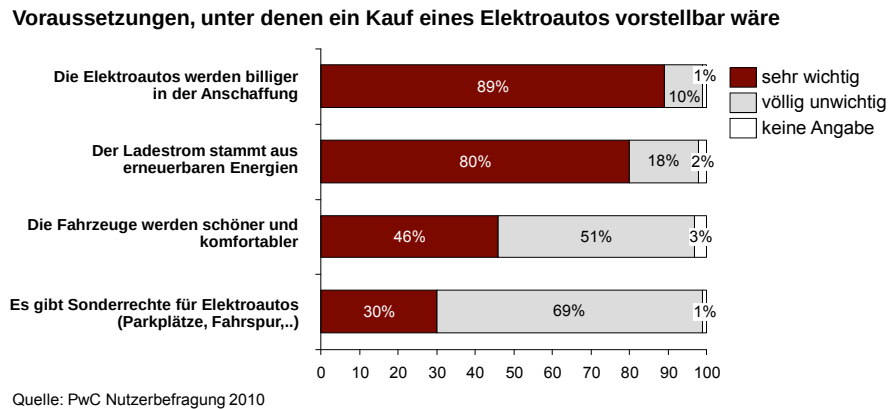


Abbildung 76: Nutzerbefragung „Voraussetzungen für den Kauf eines Elektrofahrzeuges“

Bei Betrachtung der obigen Grafik stechen zwei notwendige Voraussetzungen heraus. Erstens, die Anschaffungskosten müssen sinken. Zweitens, der Ladestrom muss aus erneuerbaren Energien kommen. Der Konsument ist sich bewusst, dass ein Elektroauto nicht automatisch ein umweltfreundliches Auto ist. Er verlangt daher, dass der verwendete Strom für die Elektromobilität aus regenerativen Energiequellen stammt.

4.2 E-Mobilität Strombereitstellung außerhalb des bestehenden Ökostromregimes

Eine Anforderung an das Marktmodell ist, dass der Strom für E-Mobilität aus erneuerbaren Energien bereitgestellt wird. Hier soll jedoch nicht auf das bestehende Ökostromregime zurückgegriffen werden, weil die Gefahr besteht, nur einem Verschiebeeffect in der Verwendung von Erneuerbare Energien-Strom hin zur E-Mobilität auszulösen.

In Österreich wird der Anteil der Stromerzeugung aus neuen erneuerbaren Energien beinahe komplett über das Ökostromgesetz gefördert. Die damit verbundenen Kosten werden über alle Stromverbraucher Österreichs sozialisiert. Für den Endkunden werden diese Kosten in Form der Ökostromabgabe auf seiner Rechnung bemerkbar. Das Ökostromgesetz stellt ein Förderregime für erneuerbare Energien dar, wobei die Förderung über Einspeisetarife erfolgt. Diese werden jährlich mittels Verordnung in Cent pro kWh festgesetzt und nach Anlagentype und Größe unterschieden. Zur Herstellung einer Planungssicherheit erhält der Förderwerber diese über einen festgelegten Zeitraum von zumeist 13 bis 15 Jahren. Die

⁴⁸ Elektromobilität: Herausforderungen für Industrie und öffentliche Hand; PwC und Fraunhofer IAO 2010

Mittelaufbringung erfolgt über einen Verrechnungspreis sowie der Zählpunktpauschale, welche nach Netzebene gestaffelt wird⁴⁹.

Für die Abrechnung des Ökostroms ist eine privatwirtschaftlich organisierte Kapitalgesellschaft eingerichtet worden. Die OeMAG Abwicklungsstelle für Ökostrom AG hat mit Anfang Oktober 2006 diese Aufgabe übernommen. Ihre Tätigkeiten umfassen⁵⁰:

- Abnahme des Ökostroms zu den durch das Ökostromgesetz bestimmten Preisen
- Berechnung der Ökostromquoten
- tägliche Zuweisung des Ökostroms auf Grund der Ökostromquoten an die Stromhändler
- Bewirtschaftung der neu geschaffenen Förderkontingente
- Abwicklung der Förderanträge

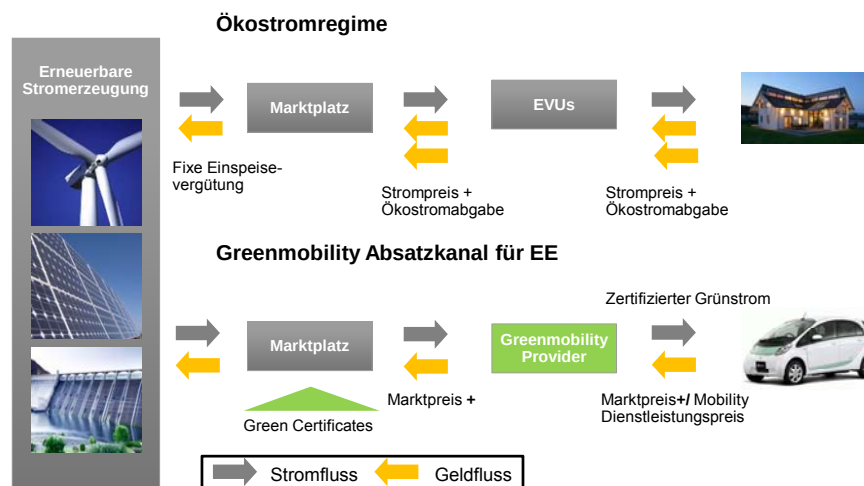


Abbildung 77: Ökostromregime und Greenmobility Absatzkanal

Um für die Versorgung der E-Fahrzeuge die Errichtung zusätzlicher erneuerbarer Stromerzeugungskapazitäten zu incentivieren, muss ein vom Ökoregime unabhängiger Markt geschaffen werden. Auf einem derartigen Markt muss Nachfrage nach Erneuerbaren Energien-Strom mit zertifiziertem Erneuerbaren Energie-Mix bestehen, der einen Preis zumindest in der Höhe der Einspeisetarife des Ökostromregimes erreicht. Ein derartiger Markt ist in Deutschland bereits entstanden. Kunden kaufen von meist neuen Anbietern zertifizierten Grünstrom und sind bereit, dafür ein Preispremium zu zahlen.

Im E-Mobilität Markt ist nicht notwendigerweise davon auszugehen, dass der Nutzer eines E-Fahrzeuges auch bereit ist, ein Preispremium für Grünstrom zu zahlen. Ein sinnvoller

⁴⁹ Ökostromgesetz 2012

⁵⁰ OeMAG, Abwicklungsstelle für Ökostrom AG

Weg, um dies aber dennoch sicherzustellen, ist beispielsweise die staatliche Förderung beim Kauf eines E-Fahrzeuges mit der Verwendung von EE-Strom mit Herkunftsnachweis zu verknüpfen. Damit würde ein Markt entstehen, der unabhängig vom Ökostromregime und damit auch unabhängig von möglichen Reduzierungen der Einspeisetarife in den nächsten Jahren funktioniert.

Energiekosten machen weiters nur einen kleinen Teil der Gesamtkosten eines E-Fahrzeuges aus. Der Konsument reagiert daher folglich weniger preissensitiv auf einen etwaig höheren E-Mobilitätsstrompreis. Total Costs of Ownership spiegeln die Gesamtkosten des Fahrzeuges über seine gesamte Laufzeit wieder. Sie enthalten daher neben den Anschaffungskosten auch die laufenden Betriebs- und Instandhaltungskosten.

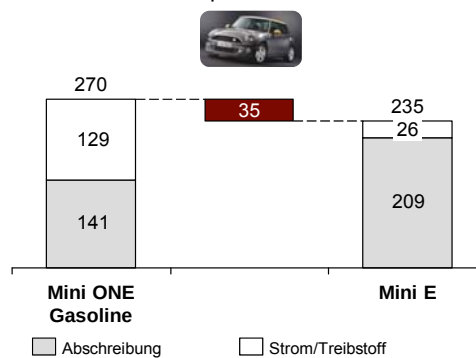


Abbildung 78: Monatliche TCO im Jahr 2020, BMW Mini E (in €/Monat)

Energiekosten machen auch im Jahr 2020, das heißt, nach bereits starker Reduktion der Anschaffungskosten, lediglich 12% der Total Cost of Ownership (TCO) aus. Dieser Wert bezieht sich exemplarisch auf einen BMW Mini E mit einem Energieverbrauch von 12.6 kWh/100km und einer Batteriekapazität von 30 KWh (weitere Parameter siehe Abschnitt 4.3). Beim konventionellen Fahrzeugpendant liegt der Anteil der Treibstoffkosten mit ungefähr 48% signifikant höher⁵¹.

4.3 Marktaufbau durch Nachfrage-Stimulierung

Damit sich der Markt für Erneuerbare Energien-Strom außerhalb des Ökostromregimes entwickelt, ist das Entstehen von schnell wachsender Nachfrage wichtig. In einem wettbewerblich organisierten Markt wird die Nachfrage mit innovativen Geschäftsmodellen und Angeboten befriedigt.

Der Markt kann durch eine Stimulierung auf der Nachfrageseite aufgebaut werden. Sobald ausreichend E-Fahrzeuge auf den Straßen unterwegs sind, die den E-Mobilitätsstrom nachfragen, entsteht auch der entsprechende Anbietermarkt. Eine wettbewerbliche Marktentwicklung ist durch eine zeitlich limitierte Forcierung der E-Mobilität in der Anschubphase am besten zu gewährleisten. Das heißt, Anreize müssen beim Kauf eines Fahrzeuges ansetzen, zum Beispiel durch eine Steuerbefreiung. Die staatlichen Anreize zum Kauf in der Anfangs-

⁵¹ Berücksichtigung einer Reduktion des Treibstoffverbrauches um 30% auf 4.2l

phase ermöglichen die notwendigen Volumina, um Größeneffekte auszunutzen und laufen mit zunehmender Wettbewerbsfähigkeit der Elektroautos aus.

Das wettbewerbliche Marktdesign sollte dafür sorgen, dass die Betriebskosten des E-Fahrzeuges zumindest gleich oder niedriger, wie jene herkömmlicher Fahrzeuge sind. Dies ermöglicht schließlich, dass langfristig nach Realisierung der zu erwartenden Kostenreduktion, speziell im Batteriebereich in den kommenden Jahren, E-Fahrzeuge in Betrachtung der Total Costs of Ownership günstiger als verbrennungsmotorbezogene Fahrzeuge werden.

Anbei eine Darstellung, wie sich die Total Costs of Ownership (TCO) im Zeitablauf verändern. Es werden die TCO eines elektrischen Autos mit jenem eines entsprechenden herkömmlichen Autos verglichen (hier exemplarisch ein BMW Mini ONE Gasoline vs Mini E). Diese hängen wesentlich von Ölpreis, Fahrleistung sowie Entwicklung der Batteriekosten ab.

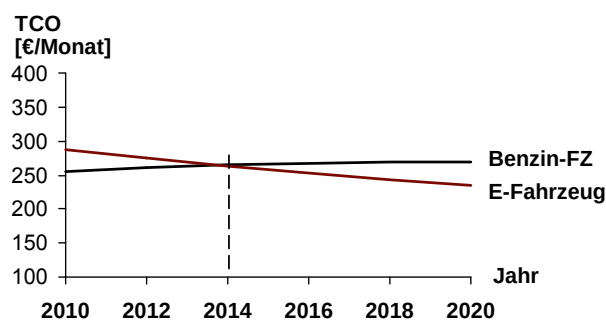


Abbildung 79: TCO Vergleich Elektroauto vs herkömmliches Auto (in €/Monat)

Annahmen zu der Berechnung der TCO in 2020 umfassen einen Ölpreis von 128\$/Barrel und eine Fahrleistung von 15.000km/Jahr. Weiters wird eine Abnahme der Batteriekosten von 4% p.a sowie eine Abnahme der Kosten für Verbrennungsmotoren von 2% p.a. unterstellt. Es wurden keine Finanzierungskosten, Förderungen beim Kauf oder sonstige Anreize berücksichtigt.

4.4 Sicherstellung EE-Verwendung durch Stromkennzeichnung und ein Green-Label System

Nur Strom der aus erneuerbaren Energien bereitgestellt wird, führt zu den demonstrierten signifikanten positiven ökologischen und volkswirtschaftlichen Effekten. Letztlich stellt sich damit die Frage: Wie kann sichergestellt werden, dass nur Erneuerbarer Energien-Strom, der außerhalb des Ökostromregimes bereitgestellt wird, für Elektromobilität bezogen wird? Ein marktwirtschaftliches System spricht für Anreize anstatt Verbote. Eine Möglichkeit ist, dass ein hoher Anreiz für den Kunden gesetzt wird, „Grünstrom“ zu verwenden. Dies soll nun am Beispiel der Steuererleichterung demonstriert werden. So kann eine Steuererleichterung beim Kauf des E-Fahrzeuges mit der Auflage verbunden werden, einen Nachweis zu erbringen, dass nur EE-Strom für das Fahrzeug verwendet wird. Dies kann über „Green-Certificates“ sichergestellt werden, welche von einer Zertifizierungsstelle für „Grünstrom“ vergeben werden.

Nun gilt es noch festzustellen, welche genauen Voraussetzungen dieses „Green-Certificate“ idealerweise erfüllen soll. Dies wird im anschließenden Abschnitt „Entwicklung eines hochwertigen „Green Labels“ für E-Mobilität“ beantwortet. In einem zweiten Schritt werden die bereits vorhandenen „Green-Certificates“ analysiert, um herauszufinden, ob auf diese zurückgegriffen werden kann und somit bestehende Marktmechanismen genutzt werden können.

4.4.1 Entwicklung eines hochwertigen „Green Labels“ für E-Mobilität

Ein hochwertiges Green Label für E-Mobilität muss sich zum Ziel setzen, dem Nutzer auf transparente Weise Informationen zu vermitteln, welche es ihm ermöglichen, zwischen verschiedenen Angeboten von „Mobilitätsstrom“ - im Hinblick auf Herkunft und Qualität der Stromerzeugung - wählen zu können.

Im Folgenden soll erörtert werden, welche Voraussetzungen ein solches Green Label erfüllen sollte. Die Ausführungen beschränken sich auf inhaltliche Aspekte, der (marketing-relevante) Aspekt Aufmachung soll hier nicht betrachtet werden.

Ein hochwertiges „Green Label“ muss mehrere Bedingungen erfüllen:

- Glaubwürdigkeit und Authentizität
- Auswahl von aussagekräftigen Kenngrößen

Glaubwürdigkeit und Authentizität

Da es keine einheitliche Definition des Begriffs Ökostroms gibt, können bei den Verbrauchern Unsicherheiten entstehen, wenn diese auf Strom aus erneuerbaren Energien umsteigen wollen⁵². Hier spielen folgende Faktoren eine Rolle⁵³:

- Die Bezeichnung Ökostrom ist nicht geschützt und kann daher von jedem Anbieter frei verwendet werden.
- Der Handel mit auf RECS Zertifikaten basierenden Strom wird zusehends kritisch aufgenommen und als nicht aus erneuerbaren Quellen stammend im engeren Sinne betrachtet (**nicht** in Österreich relevant, siehe Exkurs: RECS).
- Es wird kritisiert, dass bei fehlendem Neuaufbau von regenerativen Kapazitäten lediglich eine Umschichtung beim Verbrauch erfolgen kann; Additionalität erneuerbarer Kapazitäten stellt daher ein wesentliches Kriterium für ein hochwertiges Green Label dar.
- Da verschiedene Ansätze hinsichtlich der zu betrachtenden Energiequellen existieren, ist die Angabe der verwendeten Technologie wesentlich.

Um also Glaubwürdigkeit und Authentizität beim Nutzer zu erzielen, ist die Auswahl entsprechender Kenngrößen von großer Bedeutung.

⁵² <http://photovoltaik-360.de/2011/10/oekostrom-im-trend/>;
<http://www.umstellung.info/magazin/umwelt/energie/umstellen-auf-oekostrom-darauf-sollte-man-achten/>;
<http://www.verivox.de/nachrichten/oekostrom-zertifizierung-nachfrage-steigt-sieben-neue-produkte-80279.aspx>

⁵³ Öko-Institut e.V. Ökostrom: Nutzen für Verbraucher und Umwelt

Auswahl von aussagekräftigen Kenngrößen

Mögliche Angaben für ein hochwertiges „Green Label“ für Ökostrom im Allgemeinen und E-Mobilität im Besonderen sind gegeben durch⁵⁴:

- Angabe des erzielten „Mix“ der Primär-Erzeugung nach Technologien (z.B. im Jahresdurchschnitt)
- Der Anteil von Strom aus „Neuanlagen“, die **zusätzlich unabhängig** vom Ökostromgesetz gebaut werden, um die Investition in den Ausbau der Erneuerbaren hervorzuheben (Additionalität)
- Der Importanteil des vermarkteten erneuerbaren Stromes bzw. der Anteil heimischer Erzeugung

Darauf aufbauend sollte ein Standard definiert werden, der auf österreichischer Ebene vorherrschend und damit wesentlich zur Transparenz beiträgt.

Um eine breite Akzeptanz sicherzustellen ist ferner die Öffnung für alle Marktteilnehmer sowie eine breite Unterstützung für die Kriterien des Labels notwendig. Das langfristige Vertrauen der Kunden wird durch regelmäßige und unabhängige Audits der zertifizierten Produkte sichergestellt.

4.4.2 Status quo der Ökostromzertifikate

Wie bereits oben erwähnt, ist der Begriff Ökostrom nicht geschützt, daher können Stromanbieter „grüne“ Tarife anbieten, welche sich in ihrer ökologischen Güte erheblich unterscheiden. Ökostromzertifikate sollen hier Abhilfe schaffen und Verbrauchern erlauben, einfach zu identifizieren, ob der Strom auf ökologische Weise aus erneuerbaren Energien erzeugt wurde. Es gibt mittlerweile eine Vielzahl unterschiedlicher Ökolabels mit unterschiedlichen Erfordernissen für die Herstellung des Stroms. Daher müssen Herkunftszertifikate und unterschiedliche Qualitäten von „Green Labels“ klar unterschieden werden. Die folgenden Zertifikate stammen - bis auf das Umweltzeichen „Grüner Strom“ - aus Deutschland. Sie beziehen sich daher meist auf das Erneuerbaren Energiegesetz (EEG), welches das deutsche Pendant zum Ökostromgesetz darstellt.

Die wichtigsten Ökostromzertifikate in der Übersicht:

TÜV-Nord⁵⁵: Basis ist die "VdTÜV-Basisrichtlinie Ökostromprodukte", welche unter anderem folgende Anforderungen enthält. Strom muss aus 100% erneuerbarer Energie gewonnen werden. Erlaubt sind jedoch 50 Prozent aus KWK. Weiters muss der Stromanbieter den Ausbau Erneuerbarer in seine Geschäftspolitik einbeziehen. Die Preisaufschläge auf das Ökostromprodukt müssen dem Bau neuer regenerativen Anlagen zugutekommen.

⁵⁴ Öko-Institut e.V. Ökostrom: Hintergrundpapier des Öko-Instituts zu Ökostrom

⁵⁵ TÜV NORD, VdTÜV-Basisrichtlinie Ökostromprodukte (Ausgabe 06.2002)

TÜV-Süd: Es werden momentan drei Ökostromproduktzertifikate (EE01, EE02, UE01) sowie drei Erzeugungszertifikate, welche klarstellen, dass umweltfreundlicher Strom produziert und geliefert wird, angeboten.

- EE01⁵⁶: Der Strom muss zu 100% aus erneuerbaren Energien stammen. Mindestens 25% der Liefermenge müssen aus neuen Kraftwerken kommen. Die Preisaufschläge für Ökostrom-Angebote müssen für den Aufbau von erneuerbaren Energien verwendet werden.
- EE02⁵⁷: Der Strom muss zu 100% aus erneuerbaren Energien stammen. Die Zeitgleichheit zwischen Erzeugung und Verbrauch muss im Viertelstundenraster garantiert sein. Die Preisaufschläge müssen für den Aufbau von regenerativen Energien verwendet werden.
- UE01⁵⁸: Der Strom muss zu mindestens 50% aus erneuerbaren Energien stammen, die restlichen Strommengen aus Kraft-Wärme-Kopplung. Mindestens 25% der Liefermenge muss aus neuen Kraftwerken stammen. Die Preisaufschläge müssen für den Aufbau von erneuerbaren Energien verwendet werden.
- Erzeugung EE⁵⁹: Klimaschutz sowie der Ausbau der erneuerbaren Energien müssen in der Unternehmenspolitik festgelegt, verfolgt und über gesetzliche Anforderungen hinausgehen. Der erzeugte Strom stammt vollständig aus identifizierbaren und klar beschriebenen Quellen erneuerbarer Energien und diese werden dem Kunden offengelegt. Zertifiziert wird die tatsächlich vermarktete Erzeugung. Hierbei werden Jahresmengen geliefert, wobei keine Garantien zu spezifischen Fahrplänen vereinbart werden.
- Erzeugung EE+⁶⁰: Klimaschutz sowie der Ausbau der erneuerbaren Energien müssen in der Unternehmenspolitik festgelegt, verfolgt und über gesetzliche Anforderungen hinausgehen. Der erzeugte Strom stammt vollständig aus identifizierbaren und klar beschriebenen Quellen erneuerbarer Energien und diese werden dem Kunden offengelegt. Zusätzlich erfolgen Leistungs-Zusagen an den Kunden in Form von Fahrplänen. Um die Einhaltung der geforderten Belieferung von Grünstrom zu garantieren, müssen folglich in mehreren Anlagen „Grünstrom“ produziert werden, um die zeitlich vereinbarte Lieferung im Falle eines Ausfalls zu gewährleisten.
- Erzeugung UE⁶¹: Der erzeugte Strom wird aus fossilen Kraft-Wärme-Kopplungs-Anlagen gewonnen oder aus KWK Anlagen, die mit Haushalt- und Industrie-Abfall befeuert werden. Die verwendeten Kraft-Wärme-Kopplungs-Anlagen müssen einen

⁵⁶ TÜV SÜD, EE01 (Version 10/08)

⁵⁷ TÜV SÜD, EE02 (Version 10/08)

⁵⁸ TÜV SÜD, UE01 (Version 10/08)

⁵⁹ TÜV SÜD, Erzeugung EE (Version 04/2011)

⁶⁰ TÜV SÜD, Erzeugung EE+ (Version 10/2008)

⁶¹ TÜV SÜD, Erzeugung UE (Version 10/2008)

Jahresnutzungsgrad von mindestens 70 % (fossil befeuert) bzw. von mindestens 45% (abfallbefeuert) erreichen und sollen die Anforderungen der EU-Richtlinie 2004/8 für hocheffiziente KWK berücksichtigen. Die CO₂-Emissionen pro kWh (Strom + Wärme) liegen unter denen eines modernen gasbefeuerter GuD-Kraftwerks, das ausschließlich Strom produziert. Der biogene Anteil (auf Energiegehalt bezogen) im Abfall wird mit Null-Emissionen bewertet.

Öko-Strom⁶²: Das Prüfzeichen wird von Landesgewerbeanstalt Bayern vergeben und diese unterscheidet zwei Gütesiegel. Es müssen bei beiden Investitionen in Neuanlagen auf Basis einer Marktprognose durchgeführt werden. Die Zertifikate gehen jedoch nicht darauf ein, ob es sich bei den Anlagen, aus denen der Strom stammt, um ältere oder neuere Modelle handelt.

- **Öko-Strom-regenerativ**: Der Strom muss aus den regenerativen Energiequellen stammen laut Definition des Erneuerbare Energien-Gesetzes.
- **Öko-Strom-effektiv**: Mindestens 25% des Stroms müssen aus regenerativen Quellen erzeugt werden. Die restliche Energie muss mittels effektiver KWK erzeugt werden.

OK Power⁶³: Es wird der "zusätzliche Umweltutzen" betont. Dies bedeutet, dass durch den Ökostrom-Bezug neue Anlagen zur Erzeugung erneuerbarer Energien oder effizienter gasbetriebener Kraft-Wärme-Kopplung gebaut werden sollen, die nicht ohnehin durch staatliche Fördermaßnahmen gebaut würden. Im Rahmen der Kriterien des ok-power Gütesiegels ist es belanglos, ob Ökostrom im eigenen Land erzeugt oder aus dem Ausland eingeführt wird. Das Gütesiegel unterscheidet drei verschiedene Gruppen von Ökostrom-Angeboten:

- **Händlermodell**: Es kommt zu einer vertraglichen Lieferung des Stroms von Ökostromanbietern an den Kunden aus erneuerbaren Energien oder KWK. Ein Anreiz zum Neubau von Ökostrom-Erzeugungsanlagen wird durch folgende Voraussetzungen geschaffen: Mindestens ein Drittel des Stroms muss aus Anlagen kommen, die nicht älter als sechs Jahre sind. Ein weiterer Drittel Strom aus Anlagen, die nicht älter als zwölf Jahre sind. Die Anlagen müssen außerhalb des Förderbereichs des Erneuerbare-Energien-Gesetzes (EEG) entstehen. Der KWK-Anteil ist auf 50% beschränkt.
- **Fondsmodell**: Der gelieferte Strom des Ökostromanbieters kommt aus erneuerbaren Energien. Der Kunde fördert den Ausbau erneuerbarer Energien durch die Zahlung eines Aufpreises auf den üblichen Stromtarif. Der Förderfonds unterstützt die Stromerzeugung in neuen regenerativen Erzeugungsanlagen, bei denen die EEG-Vergütung nicht zu einer Wirtschaftlichkeit führt.

⁶² LGA Bayern Label

⁶³ EnergieVision e.V. Kriterien für das Gütesiegel "ok-power" für Ökostrom version 7.0

- Initiierungsmodelle: Es kommt zu einer vertraglichen Lieferung des Stroms vom Ökostromanbieter an den Kunden aus erneuerbaren Energien, wobei maximal 50%, aus KWK-Anlagen stammen dürfen. Zusätzlicher Umweltnutzen entsteht durch verstärktes Engagement des Stromversorgers zur Initiierung von neuen regenerativen Erzeugungsanlagen, wobei hierfür auch bestehende gesetzliche Förderregelungen mit in Anspruch genommen werden dürfen.

Grüner Strom Label⁶⁴: Dieses Label gilt als strengstes Ökostrom-Gütesiegel in Deutschland. Die Stromanbieter müssen mit einem festgelegten Betrag je verkaufter Kilowattstunde Ökostrom neue regenerative Anlagen fördern. Insgesamt bieten mittlerweile über 90 Energieversorger GSL-zertifizierte Ökostromprodukte an es konnten rund 750 regenerative Neuanlagen realisiert und co-finanziert werden. Das Gütesiegel unterscheidet zwei Ökostromzertifikate:

- **GSL Silber:** Um dieses Zertifikat zu erhalten, muss der Strom nachweislich mindestens 50% aus regenerativen Energiequellen stammen, der Anteil aus KWK-Anlagen darf maximal 50% ausmachen.
- **GSL Gold:** Das Label GSL – Gold wird verliehen, wenn der gesamte Strom aus regenerativen Energiequellen stammt. Darüber hinausgehend muss eine entsprechende Deklaration gemäß Energiewirtschaftsgesetz von „Grünem Strom“ als eine Stromlieferung aus erneuerbaren Energien erfolgen. Ein Nachweis fiktiver Stromlieferungen wie z.B. die umstrittenen RECS Zertifikate werden hierbei nicht anerkannt.

Exkurs: RECS und EECS Zertifikate⁶⁵: Das Renewable Energy Certificate System (RECS) ist ein Bestandteil des European Energy Certificate System (EECS). Das EECS beruht auf EU-Direktiven und nationaler Gesetzgebung und soll das RECS langfristig ablösen, welches auf einen freiwilligen Zusammenschluss aller Teilnehmer besteht. Es ist ein System für den internationalen Handel von Nachweisen für die Erzeugung von erneuerbarer Energie in Europa. Das Ziel der Zertifikate ist es, mittels einer Garantie, dass die vom Kunden verbrauchte Strommenge mit erneuerbaren Energien produziert wurde, europaweit regenerative Energien zu fördern. Das RECS System ist von den zuvor dargestellten Ökostrom Labeln abzugrenzen, da es einen Herkunftsnachweis symbolisiert, während Labels weitere Forderungen an die Stromzusammenstellung stellen (z.B.: Additionalität, Mix Technologien). Das RECS-System wird oft in Medien erwähnt, wobei von Umweltverbänden, Verbraucherzentralen und Energieverbänden vorgeworfen wird, dass es eine „Umettikettierung“ von z.B. Kohlestrom zu Ökostrom ermöglicht. Es sind Umsetzung und die spezifischen Umstände in Ländern, welche zu diesen Aussagen führen. In Deutschland war zum Beispiel nicht die Funktion von RECS das Problem per se, sondern der Umstand, dass es kein zentrales Register gibt, welches die Herkunftsnachweise verwaltet, wie zum Beispiel in Österreich mit der e-control. In Österreich sind RECS-Zertifikate seit dem Inkrafttreten des Elektrizitätswirtschafts- und -organisationsgesetz in der Fassung BGBl. I Nr. 110/2010 2010 am 3.3.2011 von geringer Bedeutung. Dies er-

⁶⁴ Kriterienkatalog des Grüner Strom Label e.V. (2008)

⁶⁵ RECS Deutschland e.V.

klärt sich dadurch, dass nun als Nachweis für Stromerzeugung aus erneuerbaren Energieträgern ausschließlich Herkunftsnachweise gemäß § 8 und § 9 des Ökostromgesetzes bzw. gemäß den Bestimmungen in Art. 15 der EU-Richtlinie 2009/28/EG anerkannt werden. Somit werden lediglich Herkunftsnachweise akzeptiert, die entweder die Anforderungen des österr. Ökostromgesetzes erfüllen und in der Energie-Control GmbH entwickelten Stromnachweisdatenbank aufgefasst oder EU-Herkunftsnachweise (EU-Richtlinie 2009/28/EG) sind. Eine RECS-Zertifizierung kann zwar zusätzlich erfolgen, macht jedoch aufgrund der Kosten und geringen Mehrwerts keinen Sinn mehr in Österreich. Österreichische „Grünstrom“ Verbraucher bekommen folglich aufgrund der strengen Stromkennzeichnungsvorschriften garantiert sauberen, nicht umetikettierten Strom geliefert⁶⁶.

Grüner Strom: In Österreich werden die Anbieter von Ökostrom von der E-Control aufgelistet (derzeit 25 Anbieter mit 100% Ökostrom). Ökostrom umfasst hier Strom aus Wind- und Sonnenenergie, Wasserkraft (Kleinkraftwerke) und Biomasse. Zudem wird das österreichische Umweltzeichen „Grüner Strom“ vergeben (gemäß Richtlinie ZU 46), um die 100%-Stromerzeugung aus regenerativen Quellen zu kennzeichnen. Es ist das einzige österreichische Label am Markt. Dabei muss Strom zumindest zu 1% aus Photovoltaik stammen. Weiters muss im Portfolio mindestens 10% Strom aus Anlagen enthalten sein, die nicht älter als zehn Jahre sind. Der Toleranzbereich für die eingesetzten Primärenergieträger beträgt 10% Über- bzw. Unterschreitung binnen 12 Monaten und 5% Abweichung binnen 24 Monaten. Damit Grüner Strom wettbewerbsfähig angeboten werden kann, darf der Anteil an Wasserkraft bis zu 79% betragen⁶⁷. Als Basisanteil bei der Stromzusammensetzung gilt die von der OeMAG zugewiesene Ökostrommenge, die allen Stromhändlern in Österreich automatisch zugeteilt wird. Diese muss der Stromhändler aliquot auf jedes seiner Produkte aufteilen. Der von der OeMAG zugewiesene Stromanteil alleine kann nicht mit dem Umweltzeichen ausgezeichnet werden. Der restliche Stromanteil wird aus erneuerbaren Energien außerhalb des Ökostromregimes bezogen. Es sind lediglich Herkunftsnachweise aus der von der Energie-Control GmbH entwickelten Stromnachweisdatenbank zu verwenden. Hierzu müssen in Österreich seit dem Inkrafttreten im Dezember 2010 von Art. 15 Abs. 6 der EU-RL 2009/28/EG mindestens folgende Angaben gemacht werden:

- Angaben zur Energiequelle, aus der die Energie erzeugt wurde, und zu Beginn und Ende ihrer Erzeugung
- Angaben dazu, ob der Herkunftsnachweis Elektrizität oder Wärme und/oder Kälte betrifft
- Bezeichnung, Standort, Typ und Kapazität der Anlage, in der die Energie erzeugt wurde
- Angaben dazu, ob und in welchem Umfang die Anlage Investitionsbeihilfen erhalten hat und ob und in welchem Umfang die Energieeinheit in irgendeiner anderen Weise in den Genuss einer nationalen Förderregelung gelangt ist sowie Angaben zur Art der Förderregelung
- Datum der Inbetriebnahme der Anlage
- Ausstellungsdatum, ausstellendes Land und eine eindeutige Kennnummer.

⁶⁶ Elektrizitätswirtschafts- und -organisationsgesetz 2010 und das Energie-Control-Gesetz erlassen werden, idF BGBl. I Nr. 110/2010

⁶⁷ Österreichisches Umweltzeichen, Richtlinie UZ 2009

In Österreich wird der gesamte Lebenszyklus eines Herkunftsnachweises, von der Generierung über den Transfer bis zum Löschen, in der Stromnachweisdatenbank der E-Control abgebildet. Momentan sind drei Anbieter mit dem österreichischen Umweltzeichen ausgezeichnet.

Die Organisation der untersuchten Gütesiegel sehen unabhängige regelmäßige Audits vor. Das Zentrum für Sonnenenergie- und Wasserstoff-Forschung (ZSW) überprüft zum Beispiel regelmäßig, ob die Stromanbieter die GSL-Kriterien einhalten. Dies kann das notwendige langfristige Vertrauen der Kunden aufbauen.

4.4.3 Weitere Gestaltung

Grundsätzlich sind die Anforderungen an ein „Green Label“ für E-Mobilität weitgehend analog zu denen für ein allgemeines „Green Label“ für Ökostrom. Erfahrungen aus dem bestehenden Ökostrom-Markt sollen daher aufgegriffen und verwertet werden.

Definitionen von „Ökostrom“ sowie die Ansprüche der verschiedenen Labels sind bisher sehr unterschiedlich. Es variieren der vorgegebene Anteil der Erneuerbaren Energie-Quellen an der Stromerzeugung, „Mix“ der Primär-Erzeugung, Anteil der Investition in Neuanlagen, Aufschläge etc. Green Labels mit 100% EE-Strom aus neugebauten Anlagen würden die Anforderungen eines hochwertigen „Green Labels“ optimal erfüllen, sind jedoch nicht vorhanden. Ansätze in diese Richtung sind jedoch erkennbar. Z.B. TÜV-Süd Zertifikat sieht den Ausbau erneuerbarer Energien vor oder das Händlermodell vom Gütesiegel ok Power verlangt, dass mindestens ein Drittel des Stroms aus Anlagen kommen muss, die nicht älter als sechs Jahre sind. Eine weitere Forderung an ein hochwertiges Label für E-Mobilität ist, dass diese Anlagen außerhalb des Förderbereichs des Ökostromregimes entstehen müssen. Auch dies wird von Labels erfüllt. So müssen beim ok Power Label zwei Drittel Strom aus Anlagen ohne EEG-Förderung bzw. vergleichbaren Förderungen (Ökostromgesetz) bezogen werden. Das Anspruchsniveau des Labels sollte im Zeitablauf zu betrachten sein. So kann sich ein Standard von z.B. 10% erneuerbarer Strom aus Neuanlagen heute bis hin zu 50% in 2020 in Zukunft entwickeln. Folglich ist bei Gütezeichen auf Additionalität erneuerbarer Kapazitäten zu achten.

Zusammenfassend kann gesagt werden, dass der Nachweis, dass nur Erneuerbare Energien-Strom für E-Mobilität bezogen wird, bereits heute mittels Einsatzes der vorhandenen „Green Labels“ erfolgen kann. Österreich verfügt weiters über eines der strengsten Stromkennzeichnungssysteme in der EU. Diese zeichnet sich im Bereich der Ausstellung und Verwendung von Nachweisen zur Stromkennzeichnung aus und trägt somit neben den Green Certificates erheblich zur Transparenzherstellung bei Konsumenten bei. Der eindeutig gekennzeichnete und zertifizierte erneuerbare Strom fördert die erneuerbaren Energien **zusätzlich** zum Ökostromregime und unterstützt somit das wettbewerbliche Marktmodell.

4.5 Fazit

In diesem Kapitel wurde gezeigt, wie ein wettbewerbliches Marktmodell, dass die Umsetzung von 100% Strom aus erneuerbaren Energien für E-Mobilität ermöglicht, organisiert werden kann. Hierzu sind drei Schritte notwendig. Erstens, der E-Mobilitätsstrom ist außerhalb des Ökostromregimes bereitzustellen. Dies ermöglicht den Aufbau eines weiteren Absatzkanals, der unabhängig von Förderungen ist. Zweitens, der Marktaufbau ist durch eine nachfrageseitige Stimulierung in der Anschubphase zu gewährleisten. Das bedeutet staatliche Anreize müssen beim Kauf des Fahrzeuges ansetzen. Das wettbewerbliche Marktdesign sollte dafür sorgen, dass die Betriebskosten des E-Fahrzeuges zumindest gleich oder niedriger, wie jene herkömmlicher Fahrzeuge sind. Drittens, es muss sichergestellt sein, dass ein hoher Anreiz besteht, den Grünstrom zu verwenden. Zum Beispiel: Eine Steuererleichterung beim Kauf des E-Fahrzeuges bei Nachweis, dass EE-Strom für das Fahrzeug bezogen wird. Schlüssel hierzu sind die Stromkennzeichnung und „Green Certificates“ für E-Mobilität. Hier kann auf bestehende „Green Label“ für Ökostrom zurückgegriffen werden und somit bestehende Marktmechanismen effizient genutzt werden. In Österreich wäre auch ein eigenes Zertifikatsystem für E-Mobilitätsstrom über eine Datenbank (z.B.: e-Control) vorstellbar.



Abbildung 80: Strombedarfsentwicklung der E-Mobilität

5 Politische Handlungsempfehlungen

Die bisherigen Kapitel haben die Effekte einer Umsetzung der Elektromobilität aus erneuerbaren Energien veranschaulicht. Es sprechen eine Vielzahl von Argumenten für eine Umsetzung der E-Mobilität auf Basis 100% Erneuerbarer Energien. Bis 2030 ergeben sich zusammengefasst folgende positiven Effekte⁶⁸.

Kumulierte Einsparungen an fossilen Energieimporten führen zu einer Verbesserung der Handelsbilanz und belaufen sich auf bis zu 5,4 Mrd. €. Es werden bis zu 1.770 Arbeitsplätze geschaffen und eine zusätzliche Wertschöpfung von ungefähr 231 Mio. € generiert. E-Mobilität auf Basis 100% Erneuerbare führt zu einer signifikanten CO₂-Emissions-Reduktion von bis zu 2,5 Mio. Tonnen an CO₂. Dies entspricht kumulierten Einsparungen an CO₂ Kosten von ungefähr 723 Mio. €. Es wird durch die Steigerung des Anteils an erneuerbaren Energien ein signifikanter Beitrag zum Erreichen der energiepolitischen Ziele 2020 erreicht. So trägt eine Umsetzung zum Beispiel am Ziel 10% Anteil Erneuerbarer Energien im Verkehr bis zu 35% und am Ziel 34%- Erneuerbare Energien-Anteil am Energieverbrauch 11% bei.

Der zusätzliche jährliche Strombedarf beträgt ungefähr 4,5 TWh. Es kommt jedoch durch die Einführung der E-Mobilität zu einem Netto-Energieeinsparungseffekt von bis zu 4 TWh. Ein Vergleich der prognostizierten Strommengen aus Erneuerbaren Energien weist auf eine unproblematische Abdeckung für E-Mobilität hin, allein der prognostizierte Zuwachs an erneuerbaren Energien beträgt bis zu 24 TWh. Weiters sind die Lastkurven durch E-Mobilität grundsätzlich steuerbar. Sie können zur Glättung der Nachfragekurve und zur besseren Nutzung der neuen Erneuerbaren genutzt werden.

Um eine erfolgreiche elektromobile Zukunft und die besprochenen Szenarien umzusetzen, müssen die Voraussetzungen bereits heute geschaffen werden. Hier kommt der Politik eine tragende Rolle zu. Ziel muss es sein, dass sichergestellt wird, dass nur 100% erneuerbare Energien in der E-Mobilität verwendet werden, da nur bei einer Verwendung von 100% Erneuerbaren Energien die beschriebenen volkswirtschaftlichen und ökologischen Effekte erzielt werden.

Aktive Umsetzung der Energiestrategie

Die aktive Umsetzung der Energiestrategie ist die Basis und schafft das notwendige Umfeld für die E-Mobilität Entwicklung. Es müssen hier klare Maßnahmen definiert und umgesetzt werden, die zur Erreichung der definierten Ziele der Energiestrategie bis 2020 führen. Diese hat als vorrangiges Ziel, die Energieeffizienz zu steigern. Für das Jahr 2020 wurde dabei die Stabilisierung des Endenergieverbrauchs auf das Basisjahr 2005 festgelegt. Weiterer Eckpunkte der Energiestrategie sind die konsequente Stärkung erneuerbarer Energieträger sowie die langfristige Sicherung der Energieversorgung zur Sicherstellung der Wettbewerbsfähigkeit und hoher Lebensqualität. Um die Ziele der Energiestrategie zu erreichen und um bis 2050 den Energieverbrauch in Österreich zu halbieren, sind noch Maßnahmenprogramme zu entwickeln. Die Umstellung eines Teils des Straßenverkehrs auf Elektromobilität aus

⁶⁸ Szenario „Umsetzung Energiestrategie“

100% erneuerbare Stromerzeugung ist ein wesentlicher Schritt zur Zielerreichung in Bezug auf Energieeinsparung und Reduzierung des CO₂-Ausstoßes. Der Ausbau der E-Mobilität muss in ein Gesamtverkehrskonzept eingebunden sein. Hierzu ist es notwendig, dass Elektromobilität im Rahmen eines integrierten Verkehrssystems eingeführt wird und es dabei auch zu einer Steigerung der Nutzung besonders nachhaltiger Verkehrsformen wie Öffentlicher Verkehr, Rad- und Fußverkehr sowie Carpooling kommt. Weiters ist ein Konsens über den Ausbau der erneuerbaren Energien bei den Interessensgruppen herzustellen.

Wettbewerbliches Marktmodell

Um die Verwendung von 100% erneuerbaren Strom sicherzustellen und auch Anreize zu schaffen, diese Strommengen in zusätzlichen erneuerbaren Stromerzeugungsanlagen zu produzieren, muss dieser Strom außerhalb des bestehenden Ökostromregimes bereitgestellt werden. Ein wettbewerblich organisierter Markt kann das gewährleisten. Der Gesetzgeber sollte sicherstellen, dass nur zertifizierter „Grünstrom“ für die E-Mobilität verwendet werden darf, oder zumindest ein sehr hoher wirtschaftlicher Anreiz besteht, dies zu tun. Damit entsteht für nicht geförderten „Grünstrom“ ein Markt, der für Investoren einen Anreiz für zusätzliche Investitionen außerhalb des Ökostromregimes schafft. Dieser wirtschaftliche Anreiz kann durch Verknüpfen von Anreizen beim Anschaffen eines Elektrofahrzeuges mit der Verwendung von zertifiziertem „Grünstrom“ erreicht werden.

Stromkennzeichnung „Greenmobility“

Mit zertifiziertem „Grünstrom“ wird sichergestellt, dass nur Erneuerbare Energien-Strom in der E-Mobilität verwendet wird. Es kann hier auf bestehende „Greenlabels“ zurückgegriffen werden und somit bestehende Marktmechanismen genutzt werden. Die Stromkennzeichnung ist nicht nur der Schlüssel zu einem funktionierenden, wettbewerblichen Marktmodell, sondern auch, um das Verbrauchervertrauen und die Nachhaltigkeit der E-Mobilität zu gewährleisten. In Österreich ist mit Inkrafttreten des Elektrizitätswirtschafts- und -organisationsgesetz in der Fassung BGBl. I Nr. 110/2010 2010 im März 2011 bereits ein wichtiger Schritt zur Schaffung von Transparenz bzgl. der Stromkennzeichnung geschaffen worden.

Anreiz für Nutzung E-Mobilität

Staatliche Förderungen in der Anschubphase der E-Mobilität sollten beim Kauf des Fahrzeuges ansetzen. Die nachfrageseitige Fokussierung dieser Anreize durch Steuerbefreiungen bei Fahrzeugkauf ist die wirksamste Form der Anschubförderungen. Der Gesetzgeber sollte sicherstellen, dass ein signifikanter Anreiz für den Käufer eines E-Fahrzeuges besteht, „Grünstrom“ zu nutzen. Dies könnte beispielsweise mit Steuererleichterungen beim Kauf (MwSt., Nova) durch Nachweis einer zertifizierten Grünstrombelieferung erreicht werden. Entfallende Steuereinnahmen könnten hierbei durch eine Anpassung des Steuersystems weitgehend kompensiert werden.

Andere nachfrageseitige Anreize beinhalten direkte Kaufprämien oder Anreize über die Nutzungszeit der E-Fahrzeuge. Letztere beinhalten mögliche Vergünstigungen beim Parken, Benutzen von Fahrspuren oder die Einführung einer Citymaut, wobei saubere Fahrzeuge von der Gebühr befreit werden. Eine andere Möglichkeit, die Verwendung Grünstroms

sicherzustellen, wäre eine Verpflichtung für die Anbieter von E-Mobilität-Leistungen, sich zu zertifizieren. Dies kann zum Beispiel dadurch erreicht werden, dass Förderleistungen für den Aufbau der Infrastruktur unter der Bedingung einer „Grünstrom“ Zertifizierung bereitgestellt werden. Eine anbieterseitige Anreizgestaltung ist jedoch nicht empfehlenswert, da der Markt über die Generierung von Nachfrage aufgebaut werden soll.

Nur eine abgestimmte Zusammenarbeit zwischen allen Akteuren aus Politik, Wirtschaft und Wissenschaft ermöglicht die erfolgreiche Positionierung Österreichs als Vorreiter für „E-Mobilität auf Basis 100% Erneuerbaren“. Die vorgeschlagene Organisation eines wettbewerblich Marktsystems kann die Entwicklung von Geschäftsmodellen und die Entwicklung der E-Mobilität allgemein entscheidend beschleunigen.

Aufgaben auf EU-Ebene

Das Schaffen der notwendigen Rahmenbedingungen beschränkt sich nicht auf die nationale Ebene. Für den langfristigen Erfolg von Elektromobilität sind europaweit einheitliche Prozesse, Standards und IT-Lösungen notwendig. Diese Vereinheitlichung stellt sicher, dass die Nutzer von Elektrofahrzeugen den geforderten simplen und grenzenlosen Zugang zu Ladeinfrastruktur und den damit verbundenen Dienstleistungen in ganz Europa haben werden. Weiters ist eine europaweite Standardisierung Grundvoraussetzung für eine rasche und kosteneffiziente Einführung der Elektromobilität. Zur Schaffung eines integrierten, interoperablen Ladesystems und Standards in Europa ist die EU gefordert, ein effektives Konzept zu entwickeln.

Um die grenzüberschreitenden Hindernisse der Elektromobilität zu überwinden, sind folglich transnationale Projekte notwendig. Erste Schritte hierzu sind bereits erkennbar. Ein Beispiel ist das von der europäischen Kommission im Kontext des European Recovery Plans kürzlich eingeführte Projekt Green eMotion. Es werden in dieser länderübergreifenden Initiative Erfahrungen mit Elektromobilität gesammelt und ausgetauscht, um Standards zu entwickeln.

Zur Sicherstellung, dass Elektromobilität europaweit das Potenzial der positiven ökologischen und volkswirtschaftlichen Effekte ausschöpft, ist es notwendig, dass Grünstrom für E-Mobilität verwendet wird. Nur so kann zum Beispiel ein Beitrag auf dem Weg zu einer Verringerung der CO₂-Emissionen geleistet werden. Dass in dieser Studie beschriebene Marktdesign, lässt sich auch auf europäischer Ebene einsetzen und stellt somit auch einen Lösungsvorschlag auf europäischer Ebene dar.

Wie bereits erwähnt, verfügt Österreich über eine der strengsten Stromkennzeichnungen in Europa. Diese soll als Vorbild für eine europäische Stromkennzeichnung zur Schaffung der notwendigen Transparenz auf internationaler Ebene dienen.

5.1 Conclusio

Zusammenfassend lässt sich festhalten: E-Mobilität auf Basis 100% erneuerbarer Energien in Österreich ist volkswirtschaftlich und ökologisch sinnvoll und technisch machbar, sofern die notwendigen Rahmenbedingungen geschaffen werden.

Volkswirtschaftlich und ökologisch sinnvoll

Die Darstellung der einzelnen volkswirtschaftlichen und ökologischen Effekte durch E-Mobilität auf Basis 100% erneuerbarer Energien in Österreich in Kapitel 2 zeigt deutlich, dass eine Vielzahl von Argumenten für diese Strategie sprechen.

Positive volkswirtschaftliche Effekte enthalten Einsparungen fossiler Energieimporte, eine verbesserte Außenhandelsbilanz und inländische Wertschöpfung für erneuerbare Stromerzeugung. Positive ökologische Effekte enthalten eine Verringerung der CO₂-Emissionen und eine Steigerung der Energieeffizienz sowie eine Erhöhung des Anteils erneuerbarer Energietechnologien. Ein Vergleich dieser Effekte mittels einer Gegenüberstellung der Szenarien auf Basis der Verwendung von Strom aus 100% Erneuerbaren Energien versus einen konventionellen Strommix zeigt, dass E-Mobilität nur auf Basis 100% Strom aus regenerativen Energien ökologisch sinnvoll ist und ein wesentlich höherer volkswirtschaftlicher Beitrag geleistet wird.

Technisch machbar

Die in Kapitel 3 dargestellten Modellrechnungen für den Strombedarf und Lastkurven der E-Mobilität und deren Vergleich mit Erzeugungsszenarien auf Basis erneuerbarer Energien zeigen: E-Mobilität auf Basis von 100% erneuerbarer Energien in Österreich ist machbar, da das notwendige Potential an Erneuerbaren vorhanden ist und die Systemintegration der fluktuierenden Einspeisung durch ein intelligentes Lademanagement der E-Fahrzeuge sogar noch verbessert wird.

Der exakte Ladezeitpunkt ist für E-Fahrzeuge in gewissen Grenzen steuerbar. Durch eine geschickte Ausnutzung der gegebenen Freiheitsgrade kann der Ladestrom an die von Wasser, Wind und Sonne abhängige erneuerbare Stromerzeugung besser angepasst werden, als dies bei vielen anderen Stromverbrauchern möglich ist. Auf dem Gebiet des intelligenten Lademanagements und die Integration in das intelligente Stromsystem (Smart Grid/Smart Energy System) besteht jedoch noch wesentlicher Forschungs- und Entwicklungsbedarf.

Schaffen von Rahmenbedingungen notwendig

Für die Umsetzung der besprochenen Szenarien sind entsprechende Rahmenbedingungen notwendig. Basis ist hier die aktive Umsetzung der Energiestrategie, welche das Umfeld für die Entwicklung der E-Mobilität schafft. Ein wettbewerbliches Marktmodell kann die Entwicklung von Geschäftsmodellen beschleunigen und die Förderkosten optimieren. Hierbei soll der E-Mobilitätsstrom aus 100% erneuerbaren Energien außerhalb des bestehenden Ökostromregimes bereitgestellt werden. Der Markt soll durch eine nachfrageseitige Stimulierung, zum Beispiel durch Steuerbefreiungen für Elektroautos, aufgebaut werden. Eine Anpassung des Steuersystems ermöglicht eine aufbringungsneutrale Begünstigung. Die Stromkennzeichnung sowie ein Green-Certificate System stellen die Verwendung von Erneuerbaren Energien in der E-Mobilität sicher. Hierbei kann auf bereits verfügbare Green-

labels zurückgegriffen und somit bestehende Marktmechanismen genutzt werden. So entsteht schließlich ein wettbewerbliches Marktmodell, welches langfristig ohne Subvention nachhaltig bestehen kann. Hierfür ist die branchenübergreifende Zusammenarbeit aller Akteure mit der Politik auf nationaler sowie EU-Ebene erforderlich.

6 Ausblick

In diesem Kapitel soll nach einer Zusammenfassung der untersuchten Effekte von 100% Strom aus erneuerbaren Energien für E-Mobilität von 2010 bis 2030, weitere Auswirkungen bis 2050 beschrieben werden (vgl. Abschnitt 6.1). Weiters werden die Entwicklungen der Ladetechnologien, welche der Hebel zur Ladesteuerung sind, dargestellt (vgl. Abschnitt 6.2) und Perspektiven für die Kopplung von Stromaufbringung und -verbrauch nach 2030 erläutert (siehe Abschnitt 6.3).

6.1 Entwicklung bis 2050

Anbei nun eine tabellarische Zusammenfassung der volkswirtschaftlichen und ökologischen Effekte von 2010 bis 2030.

Verbesserte Handelsbilanz durch verminderte Ölimporte	Einsparungen durch verminderte Importe an Rohöl ergeben einen kumulierten Effekt von 663 bzw. 5.388 Mio. € in 2020 bzw. 2030, wenn das Szenario „Umsetzung Energiestrategie“ zugrunde gelegt wird. Im Szenario „Business as usual“ würde sich der Effekt nur auf 167 Mio. € (in 2020) bzw. 2.519 Mio. € (in 2030) belaufen
Zusätzliche Wertschöpfung und Beschäftigung	Durch den benötigten Ausbau an Erneuerbaren Energie Kapazitäten ergibt sich eine zusätzliche Wertschöpfung von 48 bzw. 231 Mio. € in 2020 bzw. 2030. Entsprechend ergibt sich eine Anzahl von zusätzlichen Beschäftigten von 370 bzw. 1.773 FTEs
CO2-Bilanz	E-Mobilität auf Basis 100% Erneuerbare führt zu einer signifikanten CO2-Emissions-Reduktion (bis zu 2,5 Mio. To CO2 in 2030 im Szenario „Umsetzung Energiestrategie“)

Tabelle 22: Zusammenfassung volkswirtschaftliche und ökologische Effekte 2010-2030

In der folgenden Abschätzung der Entwicklung bis 2050 wird davon ausgegangen, dass der gesamte Fahrzeugbestand im Jahr 2040 um 5% im Vergleich zu 2030 steigt und im Jahr 2050 um 3% (im Vgl. zu 2040).

Im „Business as usual“ Szenario wird mit einer Zunahme der E-Fahrzeuge um 28% im Jahr 2040 gerechnet bzw. 36% im Jahr 2050. Somit würden sich schließlich ungefähr 1,5 Mio. EFZ auf den Straßen Österreichs im Jahr 2050 befinden.

Im „Umsetzung Energiestrategie“ Szenario wird mit einer stärkeren Zunahme an E-Fahrzeugen gerechnet. Es wird geschätzt, dass der EFZ-Bestand 2040 um 34% (vgl. 2030) zunimmt bzw. 40% (vgl. 2040) im Jahr 2050. Dies ergibt ungefähr 3 Mio. E-Fahrzeugen im Jahr 2050, was bedeutet, dass im Vergleich zum „Business as usual“ Szenario doppelt so viele E-Fahrzeuge verkauft wurden.

Was bedeutet dies nun für die verschiedenen volkswirtschaftlichen und ökologischen Effekte?

Aus volkswirtschaftlicher Sicht sollen nun die Effekte auf fossile Energieimporte skizziert werden. Im Szenario „Business as usual“ ergeben Einsparungen durch verminderte Importe an Rohöl einen von 2010 kumulierten Effekt von 8 Mrd. € (7,5 Mio. toe kumuliert) bzw. 15,8 Mrd. € (12,5 Mio. toe kumuliert) in 2040 bzw. 2050. Wenn das Szenario „Umsetzung Energiestrategie“ zugrunde gelegt wird, würde sich der Effekt auf 15,9 Mrd. € (in 2040) bzw. 31,4 Mrd. € (in 2050) belaufen. Diese Werte entsprechen auch den zu erwartenden Verbesserungen der Handelsbilanz.

Von ökologischer Perspektive sind v.a. die Auswirkungen der E-Mobilität auf CO₂-Emissionen relevant. Bei Umsetzung der E-Mobilität auf Basis 100% erneuerbarer Energien ist mit einer Reduktion von ungefähr 1,5 Mio Tonnen CO₂/Jahr im Jahr 2040 und 2050 im Szenario „Business as usual“ zu rechnen. Im Szenario „Umsetzung Energiestrategie“ wird eine Verminderung von bis zu 3 bzw. 3,1 Mio. Tonnen CO₂/Jahr im Jahr 2040 bzw. 2050 prognostiziert. Mit dieser Reduktion von CO₂-Emissionen würden im Szenario „Business as usual“ jährliche Einsparungen von CO₂-Kosten“ von ungefähr 68 Mio. € im Jahr 2040 und 77 Mio. € im Jahr 2050 einhergehen bzw. im Szenario „Umsetzung Energiestrategie“ ungefähr 133 Mio. € (2040) und 154 Mio. € (2050).

6.2 Entwicklung der Ladetechnologien

Wesentlichen Einfluss auf Verbrauch und Ladeverhalten der E-Fahrzeuge und die Steuerbarkeit der Lastkurven werden verschiedene Innovationen im Bereich der Ladetechnik haben. Je flexibler die Ladetechnologien werden und je intensiver der Nutzer mit dem Fahrzeug interagiert und beispielsweise Informationen über den nächsten Nutzungszeitpunkt zur Verfügung stellt, umso besser kann der Ladevorgang auf die schwankende Verfügbarkeit von Strom aus fluktuierenden Quellen wie Wind und Sonne abgestimmt werden.

Verschiedene Ladetechnologien können prinzipiell durch folgende Kriterien charakterisiert werden:

- Handling (Induktives Laden, Plug-In Laden, Batteriewechsel, etc.)
- Ladegeschwindigkeit (abhängig von Leistung: Normalladung, Schnellladung)
- Rückspeisefähigkeit (ein entsprechend ausgerüstetes E-Fahrzeug kann Strom aus der Batterie zurück in das Stromnetz einspeisen, um kurzfristige Nachfrageengpässe auszugleichen und die Systemsicherheit zu gewährleisten)
- Anwendung und Lademöglichkeiten:
 - o Privater Stellplatz
 - o Arbeitsplatz und Flottenstützpunkt
 - o Öffentliche Ladestationen (Parkplatz, Straßenrand, Parkhäuser, Geschäfte)
 - o Schnellladestation / Stromtankstelle; Wechselstationen für Batterietausch
 - o Bei mobilem induktiven Laden zusätzlich Straßen(-abschnitte)

Die Rückspeisefähigkeit und damit die volle Smart Grid-Integration der E-Mobilität wird im Rahmen einzelner Projekte aktuell entwickelt und erprobt. Der zusätzliche Aufwand für die hierfür benötigte Ladetechnik in E-Fahrzeug und Ladestation ist gegen den Nutzen für das

System abzuwägen. Ebenso sind Abrechnungsmodelle für diese Systemdienstleistung zu entwickeln, die unter anderem die Alterung der Batterie durch den zusätzlichen Entladevorgang berücksichtigen.

Bei Plug-In Systemen möglicherweise auftretende Sicherheits- und Funktionalitätsprobleme sind etwa das Fallen über Kabeln, elektrische Schläge bei Schlechtwetter sowie erhöhter Wartungsaufwand aufgrund beweglicher Teile. Während bei einem Batteriewechsel die Sicherheitsprobleme entfallen, der erhöhte Wartungsaufwand aber bestehen bleibt, entfallen die genannten Probleme beim induktiven Laden vollständig.

Die folgende Tabelle fasst die bestehenden und in Entwicklung begriffenen Technologien anhand der genannten Kriterien zusammen.

Technologie		Ladedauer	Status
Plug-In	Normalladung (Ladeleistung: 3,7 kW)	8 -10 h	• Bereits umgesetzt • Zunahme der Ladeleistung bis zu 12 kW in den kommenden Jahren
	Mittel – Schnellladung (Ladeleistung bis zu 22 kW)	1 h	• Bereits umgesetzt
	Schnellladung (50 kW und mehr)	30 min.	• Bereits möglich • Problematisch für Lebenszeit der Batterie • Kaum weitere Verkürzung der Ladezeiten auch bei höheren Stromstärken möglich
Batterie-wechsel	Batteriewechsel	>1 min.	• Bereits im Einsatz bei Omnibussen etc.; • Wechsel in 1 min möglich, manuell oder automatisch
€	Statisch	6h, kürzer möglich	• Tests im Laufen
	Dynamisch	N.A.	• In Anlaufphase

Tabelle 23: Ladetechnologien

Die Mittelschnellladung wird in der Praxis oft auch als Schnellladung bezeichnet, da die Abgrenzung zur tatsächlichen Schnellladung in den meisten Fällen nicht notwendig ist. Die entsprechende Konvention wurde auch in dieser Studie beibehalten.

In den bisherigen Modellrechnungen wurden die bereits verwendeten Plug-In Technologien Normalladung und (Mittel)Schnellladung berücksichtigt, wie sie heute bereits Verwendung finden – mit steigender Durchdringung an erhöhter Ladeleistung (d.h. 10 bzw. 24 kW statt 3,7 bzw. 10 kW Ladeleistung für Normal-/Schnellladung) bis 2030.

Mögliche Auswirkungen bei Verwendung neuer Technologien sollen im Folgenden erörtert werden.

6.2.1 Beispiele von laufenden und künftigen Entwicklungen

Derzeitige Entwicklungen laufen parallel für alle 3 Technologien und sollen anhand einiger Beispiele ohne Anspruch auf Vollständigkeit illustriert werden.

- TripleSolution⁶⁹ (SEW): TripleSolution speichert Solar- und Windenergie, um diese zu einem späteren Zeitpunkt abzugeben. Die Ladestation erzeugt die benötigte Leistung für das Laden der Batterie ohne Anbindung an das Energieversorgungsnetz. Sollte die Ladestation leer sein, kann ein Fahrzeug über das örtliche Netz geladen werden.
- GE Energy stellte bei der diesjährigen Power Gen in Mailand eine Ladestation vor, die die herkömmliche Ladezeit von 8 Stunden auf 1 Stunde reduziert (bei einer 24 kWh Batterie).
- Induktives Laden: Versuche laufen z.B. bei E.ON oder Siemens Corporate Technology in Zusammenarbeit mit Automobilherstellern, gefördert von BMU: laufende Tests seit Juni 2011 in Berlin mit BMW ActiveE und mit 10 eRuf Porsche, Ladeleistung von 3,6 kW; Effizienz bei Energieübertragung beträgt > 90%; Ladegeräte sind hierbei verschleißfrei und unsichtbar in Umgebung integriert. Ideen sind z.B. das Laden in Taxischlangen.
- Von Arup initiiertes Coventry and Birmingham Low Emission Demonstrators-Konsortium (CABLED)⁷⁰: Ladevorgang für induktives Laden derzeit 6 Stunden, nach Angaben von Neil Butcher, stellvertretender Arup-Direktor, auch schneller möglich; nach eigenen Aussagen wird davon ausgegangen, dass diese Technologie in 10 Jahren Standard ist.
- Batteriewechselstationen: Diese werden bspw. seitens der Firma Kitto (Deutschland) angeboten; Better Place ist der wichtigste internationaler Betreiber von Batteriewechselstationen.

Hinsichtlich weiterer Entwicklungen kann für die kommenden Jahrzehnte von einer weiteren Verkürzung und Flexibilisierung der Ladedauer ausgegangen werden.

Während die Realisierung von Schnellladungssystemen v.a. von entsprechenden Entwicklungen in der Batterietechnologie abhängig ist, um die Anzahl der Lebenszyklen zu erhalten, hängt die Etablierung von Batteriewechselstationen im Wesentlichen von einem entsprechenden Ausbau der Infrastruktur ab.

Es wird davon ausgegangen, dass insbesondere das induktive Laden an Bedeutung gewinnen wird. Induktives Laden hat vielfältige Einsatzmöglichkeiten für statisches Laden (z.B. auch an Ampeln), wie auch mobiles Aufladen (auf Autobahnen). Für das statische Aufladen kann zusätzlich von einer signifikanten Reduktion der Ladezeiten ausgegangen werden.

⁶⁹ SEW Eurodrive: Lösungen – Elektromobilität – Ladestation. <http://www.sew-eurodrive.de>, 18.09.2011.

⁷⁰ Pichler, Georg (Presstext): Interview mit Neil Butcher, <http://www.presstext.com/news/20110723002>, veröffentlicht am 23.7.2011.

6.2.2 Auswirkungen auf Verbrauch und Ladeverhalten

Zusätzlich zur Ladetechnologie werden Verbrauch und Ladeverhalten wesentlich durch die Reichweite, d.h. Batteriekapazität, bestimmt.

Kurzfristig werden Plug-In Systeme vorherrschen. Die gerade im privaten Bereich resultierenden langen Ladezeiten führen zu einem vorherrschenden Laden in der Nacht sowie am Arbeitsplatz; eine Steuerungsmöglichkeit für die Stromerzeuger ist z.B. via Smart Grids-Lösungen gegeben, bei sehr langsamer Ladegeschwindigkeiten allerdings nur beschränkt möglich. Mittelfristig (ab 2020) kann von einer signifikanten Reduktion der Ladezeiten und einer Flexibilisierung der Lademöglichkeiten ausgegangen werden.

Für die Stromerzeugung wird dies eine Vielzahl von möglichen Szenarien mit sich bringen:

- Erhöhte Steuerungsmöglichkeit des Ladevorgangs durch Setzen von Anreizen (z.B. über den Preis)
- Bei entsprechender Incentivierung, vermehrte Nutzung von Standzeiten für die Zwischenspeicherung elektrischer Energie (95% sind Standzeiten). Aufgrund schnellerer Ladezyklen kommt es hier zu keiner Mobilitäts-Einschränkung für den Nutzer.

Insgesamt kann davon ausgegangen werden, dass künftige Entwicklungen eine verbesserte Steuerbarkeit der Ladung von E-Fahrzeugen ermöglichen werden.

6.3 Perspektiven für die Kopplung von Stromaufbringung und -verbrauch nach 2030

Als einer der wichtigsten Aspekte für die Zeit nach 2030 ist eine Intensivierung der Aspekte der Kopplung bzw. der Wechselwirkungen zwischen Stromerzeugung und –nachfrage zu erwarten. Zentral von Bedeutung wird dabei die Stromaufbringung aus dezentralen PV- sowie eventuell Mikro-KWK-Anlagen und das Management des Eigenverbrauchs dieser Anlagen sein. Dies ist unter dem Aspekt der sogenannten „Grid parity“ für PV-Anlagen schon für die Zeit nach 2020 zu erwarten und wird nach 2030 eine wesentlich intensivere Rolle spielen. Derzeit wird dieses Thema unter den Begriffen „Smart grids“ und „zeitvariable Tarife“ subsummiert. Es bedeutet vor allem auch, dass sich die Bedingungen für Netzeinspeisung bzw. Netzbezug praktisch stündlich – oder sogar in noch kürzeren Zeitintervallen – ändern können. Das bedeutet weiters, dass derzeit gängige Begriffe wie Grundlast und Spitzenlast an Bedeutung verlieren werden und die flexible Anpassung von Stromangebot aus Speichern sowie verbraucherseitiges Demand-side Management in den Mittelpunkt des Stromnetzmanagements rücken werden. Es ist offensichtlich, dass diese geänderten Bedingungen auch einen hohen Einfluss auf die verschiedenen Formen der E-Mobilität haben werden, vor allem aber auf jene, die mit Batterien als Speicher operieren. In diesem Kontext werden sich Möglichkeiten der Integration von E-Mobilität und der Nutzung erneuerbaren Energieträger in das gesamte Stromversorgungs- und -nutzungssystem eröffnen, die heute erst in bescheidenem Ausmaß abschätzbar sind. Es zeichnet sich aber deutlich ab, dass in diesem Markt jene Spieler eine zentrale Rolle spielen werden, die sich frühzeitig mit den Möglichkeiten, die diese neuen Bedingungen bieten werden, beschäftigen und sich damit ein langfristig lukratives Geschäftsfeld eröffnen.

7 Appendix

7.1 Rahmenprognose Kraftfahrzeuge

	Prognose Gesamtbestand PKW	Prognose Gesamtbestand Nutzfahrzeuge	EFZ-BEV „Business as usual“	EFZ-PHEV „Business as usual“	EFZ-BEV „Umsetzung der Energiesstrategie“	EFZ-PHEV „Umsetzung der Energiesstrategie“
2011	4.656.931	5.060.200	280	-	1.440	-
2012	4.731.558	5.139.600	540	-	5.140	-
2013	4.806.186	5.218.900	650	350	6.156	3.315
2014	4.880.814	5.298.200	920	920	9.010	9.010
2015	4.955.442	5.377.400	1.587	1.753	15.724	17.376
2016	5.030.070	5.446.500	2.541	3.109	25.725	31.465
2017	5.094.563	5.515.500	4.350	5.900	37.486	50.854
2018	5.159.056	5.584.500	7.382	11.138	51.278	77.362
2019	5.223.549	5.653.400	12.435	20.935	67.782	114.118
2020	5.288.042	5.722.200	20.756	39.164	82.668	155.982
2021	5.352.535	5.781.000	32.942	61.473	91.204	167.650
2022	5.406.973	5.839.800	49.689	89.391	119.341	212.468
2023	5.461.411	5.898.600	71.228	123.123	157.698	270.891
2024	5.515.849	5.957.400	97.915	162.416	205.371	339.537
2025	5.570.288	6.016.200	130.165	206.632	262.986	416.927
2026	5.624.726	6.076.900	168.617	255.270	331.405	501.669
2027	5.680.973	6.137.500	213.296	307.205	410.728	591.866
2028	5.737.220	6.198.100	264.917	360.733	502.313	684.462
2029	5.793.468	6.258.700	324.274	415.270	607.763	778.694
2030	5.849.715	6.319.300	390.522	470.038	725.545	873.275

Tabelle 24: Rahmenprognose Kraftfahrzeuge, UBA 2010

7.2 Energiepreise

		2010	2020	2030	2040	2050
Benzinpreis (inkl. St.)	EUR/Liter	1,240	1,463	1,762	2,000	2,300
Dieselpreis (inkl. St.)	EUR/Liter	1,260	1,528	1,889	2,000	2,300
Benzinpreis (exkl. St.)	EUR/Liter	0,540	0,726	0,975	1,170	1,400
Dieselpreis (exkl. St.)	EUR/Liter	0,650	0,874	1,174	1,170	1,400
Strompreis (exkl. Steuer)		0,030	0,040	0,054	0,073	0,098
Energieabgabe		0,032	0,044	0,060	0,080	0,108
EE-Zuschlag		0,015	0,020	0,030	0,030	0,030
Strompreis (exkl. Steuer)		0,228	0,306	0,415	0,547	0,725
Kraftstoffpreis	EUR/Liter	1,250	1,496	1,826	2,000	2,300

Tabelle 25: Energiepreise

7.3 Annahmen ökologische Effekte

Gasoline:		8,70	kWh/liter			
Rohöl:		11,36	kWh/koe			
		2010	2020	2030	2040	2050
EFZ	[kW/Fahrzeug]	40	40	40	40	40
EFZ	[kWh/Fahrzeug/Jahr]	4.356	3.742	2.831	2.277	1.722
l Gasol/100km		6,26	4,96	3,93	3,615	3,3
kWh/100km		54,5	43,2	34,2	31,5	28,7
CO₂-Emissionen RE	kgCO ₂ _equ/kWh	0,014	0,02	0,028	0,031	0,035
CO₂-Emissionen FF	kgCO ₂ _equ/kWh	0,611	0,531	0,462	0,403	0,386

Tabelle 26: Annahmen ökologische Effekte

7.4 Energiebedarf

	Standard- nutzer	Langstrecken- pendler	City-Hopper	Vielfahrer	Mietfahrzeuge	Taxen	Dienst- fahrzeuge	Nutzfahrzeuge	Poolfahrzeuge
2011	116	3.176	12	102	53	260	432	1.344	657
2012	538	10.982	82	362	180	890	1.486	4.627	2.332
2013	1.420	20.897	261	580	308	1.514	2.689	8.012	4.573
2014	3.395	39.491	694	1.030	548	2.709	4.959	14.513	8.898
2015	7.332	70.196	1.581	1.821	949	4.733	8.779	25.531	16.303
2016	14.608	117.260	3.259	3.024	1.539	7.762	14.597	42.192	28.097
2017	25.632	174.955	5.845	4.485	2.225	11.357	21.668	62.254	43.290
2018	41.893	245.838	9.689	6.262	3.021	15.629	30.275	86.468	62.879
2019	65.835	335.078	15.361	8.478	3.967	20.834	41.006	116.439	88.685
2020	95.210	423.271	22.323	10.633	4.810	25.697	51.440	145.238	116.056
2021	128.451	503.740	30.765	18.747	5.487	29.308	63.692	175.986	142.016
2022	169.002	616.963	39.863	27.745	6.539	34.924	79.933	218.075	176.953
2023	219.109	739.819	51.672	37.290	7.695	41.091	97.453	263.701	214.681
2024	297.861	885.640	70.207	48.227	9.088	48.518	118.076	317.713	259.175
2025	392.441	1.038.331	92.435	59.820	10.547	56.298	139.710	374.425	305.806
2026	516.048	1.177.504	121.452	70.840	11.868	63.339	159.589	426.456	348.534
2027	667.704	1.302.547	154.698	81.119	13.050	69.632	177.579	473.509	387.098
2028	844.559	1.402.503	195.867	89.862	13.985	74.607	192.144	511.529	418.181
2029	1.037.771	1.483.074	243.568	97.329	14.732	78.583	204.026	542.520	443.424
2030	1.242.536	1.558.350	291.336	104.396	15.434	82.310	215.148	571.602	467.020

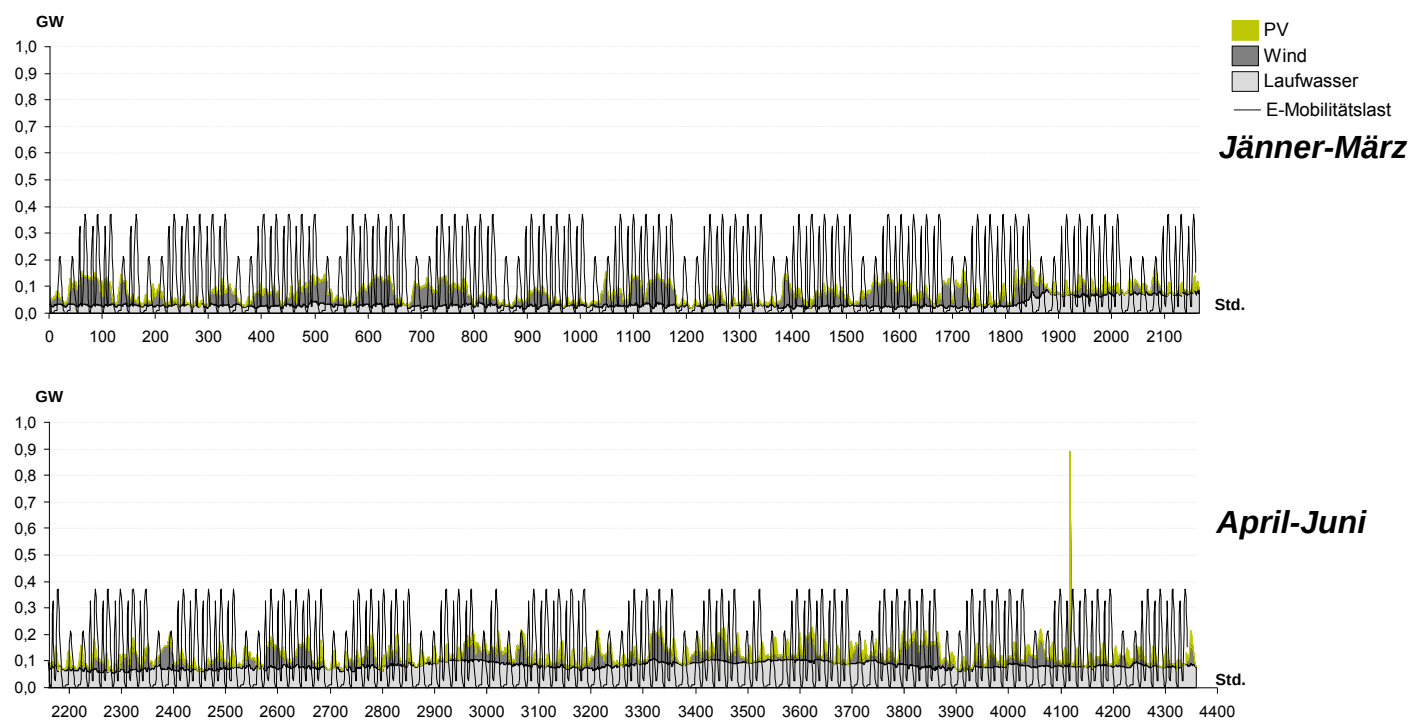
Tabelle 27: Energiebedarf „Umsetzung Energiestrategie“ (in MWh)

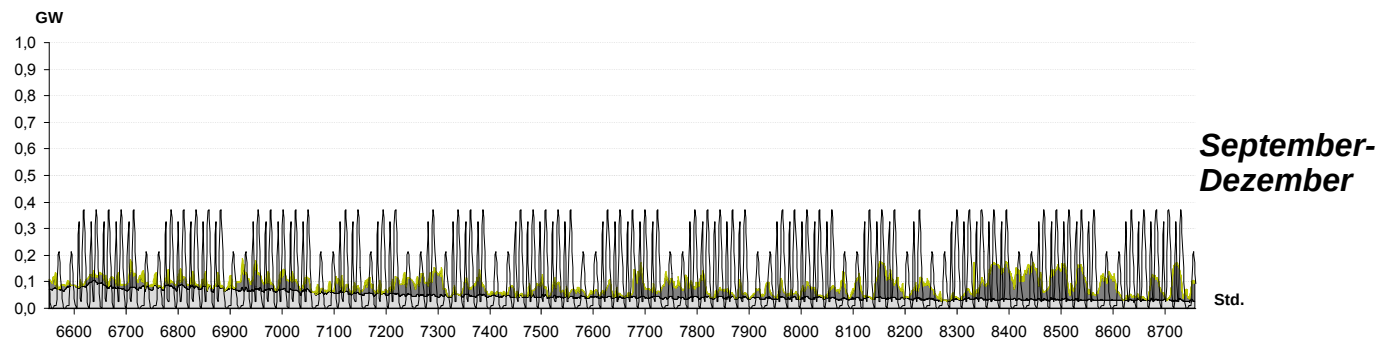
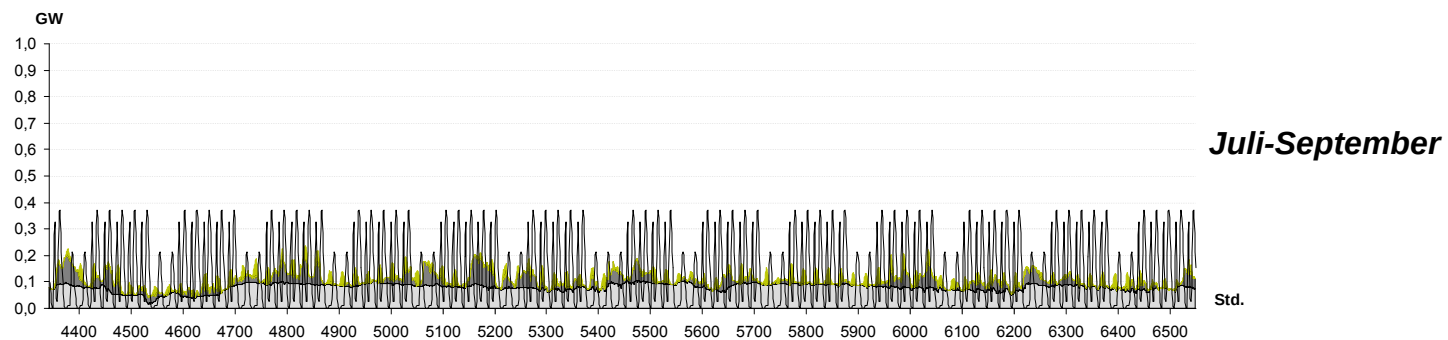
	Standard- nutzer	Langstrecken- pendler	City- Hopper	Vielfahrer	Mietfahrzeuge	Taxen	Dienst- fahrzeuge	Nutzfahrzeuge	Poolfahrzeuge
2011	23	618	2	20	10	51	84	261	128
2012	57	1.154	9	38	19	94	156	486	245
2013	150	2.207	28	61	32	160	284	846	483
2014	347	4.032	71	105	56	277	506	1.482	909
2015	740	7.083	160	184	96	478	886	2.576	1.645
2016	1.443	11.585	322	299	152	767	1.442	4.168	2.776
2017	2.974	20.300	678	520	258	1.318	2.514	7.223	5.023
2018	6.031	35.393	1.395	901	435	2.250	4.359	12.449	9.052
2019	12.078	61.471	2.818	1.555	728	3.822	7.523	21.361	16.270
2020	23.905	106.274	5.605	2.670	1.208	6.452	12.916	36.466	29.139
2021	47.589	146.901	11.416	6.512	1.557	8.319	18.998	51.826	42.089
2022	70.383	211.680	16.618	11.059	2.181	11.648	28.047	75.564	61.702
2023	99.265	289.382	23.426	16.391	2.937	15.682	38.846	104.015	85.129
2024	139.750	372.348	32.955	22.151	3.745	19.993	50.395	134.475	110.161
2025	189.526	462.589	44.656	28.459	4.626	24.691	62.967	167.677	137.390
2026	255.459	550.252	60.136	34.705	5.481	29.254	75.216	200.050	163.886
2027	338.020	634.171	78.327	40.784	6.301	33.624	86.971	231.152	189.281
2028	436.406	707.744	101.219	46.245	7.021	37.456	97.317	258.559	211.591
2029	547.521	774.000	128.510	51.255	7.670	40.913	106.661	283.354	231.707
2030	668.791	838.777	156.811	56.191	8.307	44.303	115.803	307.663	251.372

Tabelle 28: Energiebedarf „Business as usual“ (in MWh)

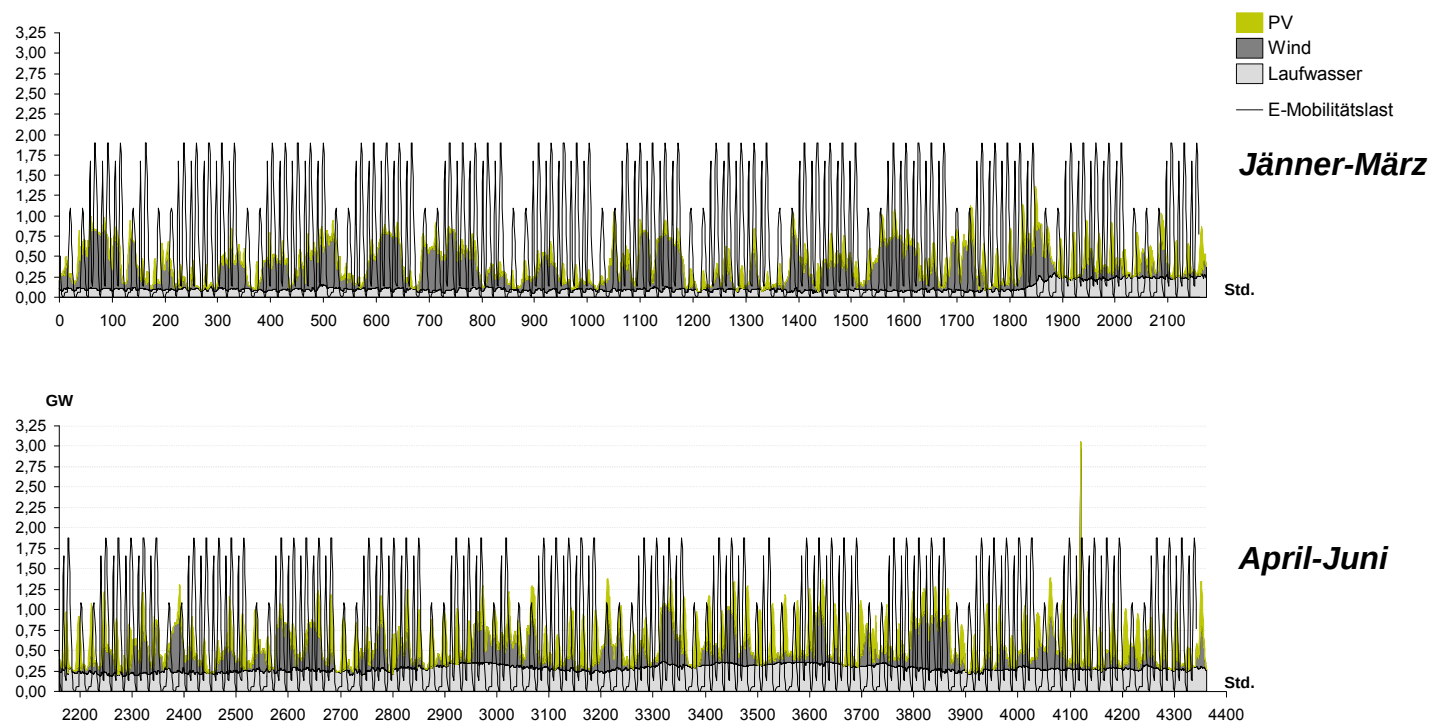
7.5 Die Erzeugung der zusätzlichen Erneuerbaren für die Elektromobilität verglichen mit dem Elektromobilitätsbedarf

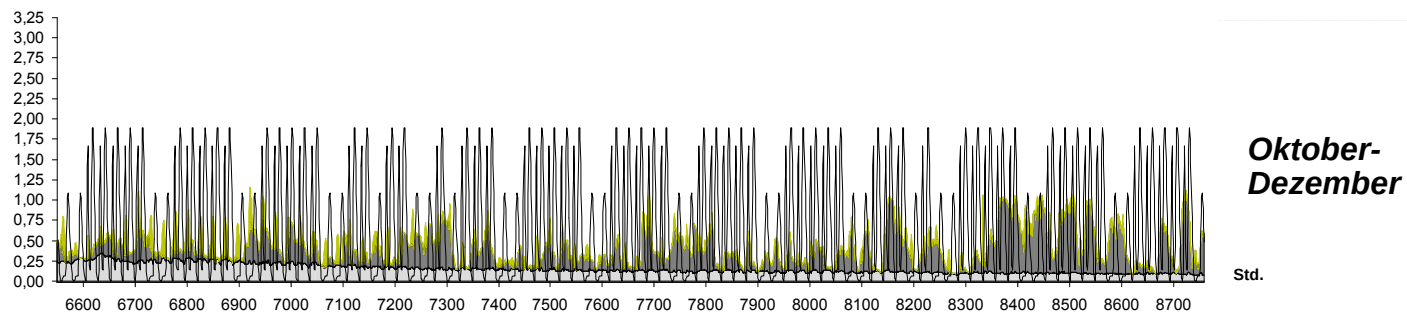
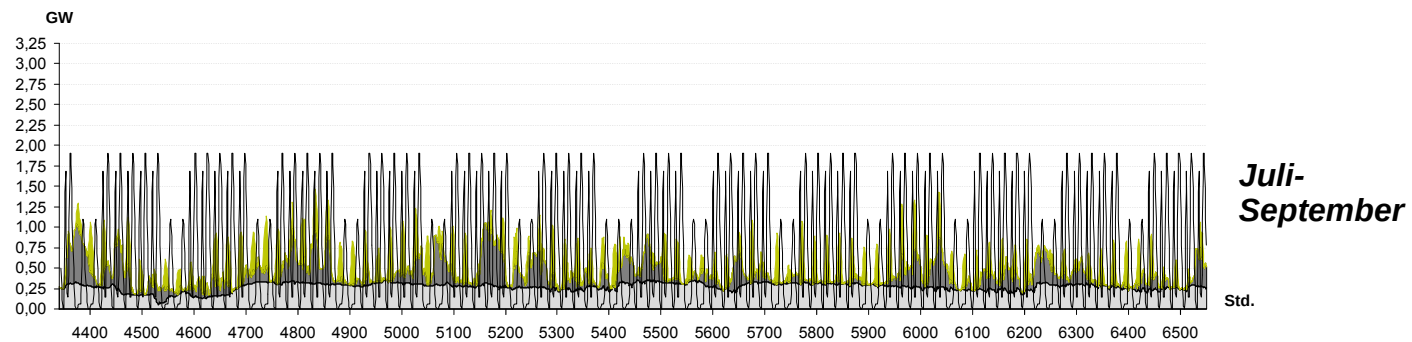
Die Erzeugung der zusätzlichen Erneuerbaren für die Elektromobilität verglichen mit dem Elektromobilitätsbedarf für das „Umsetzung Energiestrategie“ Szenario 2020 bei Ladestart bei Plug-In





Die Erzeugung der zusätzlichen Erneuerbaren für die Elektromobilität verglichen mit dem Elektromobilitätsbedarf für das „Umsetzung Energiestrategie“ Szenario 2030 bei Ladestart bei Plug-In





8 Abbildungsverzeichnis

<i>Abbildung 1: Modal Split in Österreich (in %)</i>	<i>6</i>
<i>Abbildung 2: Fahrzeugtypen und Antriebsarten.....</i>	<i>9</i>
<i>Abbildung 3: Struktur des Modells – Nutzergruppen und Werttreiber</i>	<i>9</i>
<i>Abbildung 4: Fahrzeugbestand je Nutzergruppe 2011 (in Tausend).....</i>	<i>11</i>
<i>Abbildung 5: E-Fahrzeugbestand 2011 bis 2030 (in Tausend)</i>	<i>12</i>
<i>Abbildung 6: Entwicklung E-Fahrzeugbestand je Nutzergruppe im Szenario „Umsetzung Energiestrategie“ (in Tausend).....</i>	<i>15</i>
<i>Abbildung 7: Beispiel: Plugged-in Profil „Standardnutzer“, Mo-Fr (Nutzeranteil je Zeitraum in %)</i>	<i>21</i>
<i>Abbildung 8: Importeinsparungen an Rohöl-Äquivalenten im Szenario „Business as usual“ (1000 toe/Jahr bzw. kumuliert in Mio. Tonnen Rohöl).....</i>	<i>23</i>
<i>Abbildung 9: Importeinsparungen an Rohöl-Äquivalenten im Szenario „Umsetzung Energiestrategie“ (1000 toe/Jahr bzw kumuliert in Mio. Tonnen Rohöl)</i>	<i>24</i>
<i>Abbildung 10: Monetäre Importeinsparungen im Szenario „Business as usual“ (Mio. €/Jahr bzw. kumuliert in Mio. €).....</i>	<i>24</i>
<i>Abbildung 11: Monetäre Importeinsparungen im Szenario „Umsetzung Energiestrategie“ (Mio. €/Jahr bzw. kumuliert in Mio. €).....</i>	<i>25</i>
<i>Abbildung 12: Fossile Energieimporte im Szenario „Business as usual“ (in GWh/Jahr)</i>	<i>25</i>
<i>Abbildung 13: Fossile Energieimporte im Szenario „Umsetzung Energiestrategie“ (in GWh/Jahr)</i>	<i>25</i>
<i>Abbildung 14: Kumulierte Einsparungen an fossilen Energieimporten im Szenario „Business as usual“ (in GWh).....</i>	<i>26</i>
<i>Abbildung 15: Kumulierte Einsparungen an fossilen Energieimporten im Szenario „Umsetzung Energiestrategie“ (in GWh)</i>	<i>26</i>
<i>Abbildung 16: Wertschöpfung durch Implementierung neuer erneuerbarer Kapazitäten im Szenario „Business as usual“ (Mio. €/Jahr)</i>	<i>27</i>
<i>Abbildung 17: Wertschöpfung durch Implementierung neuer erneuerbarer Kapazitäten im Szenario „Umsetzung Energiestrategie“ (Mio. €/Jahr)</i>	<i>27</i>
<i>Abbildung 18: Beschäftigte durch Implementierung neuer erneuerbarer Kapazitäten Mix im Szenario „Business as usual“ (in FTEs)</i>	<i>28</i>
<i>Abbildung 19: Beschäftigte durch Implementierung neuer erneuerbarer Kapazitäten im Szenario „Umsetzung Energiestrategie“ (in FTEs)</i>	<i>28</i>
<i>Abbildung 20: Reduktion an CO₂-Kosten für Zertifikate im Szenario „Business as usual“ (in Mio. €/Jahr).....</i>	<i>29</i>
<i>Abbildung 21: Reduktion an CO₂-Kosten für Zertifikate im „Umsetzung Energiestrategie“ (in Mio. €/Jahr).....</i>	<i>29</i>

Abbildung 22: Kumulierte Einsparungen CO ₂ -Kosten im Szenario „Business as usual“ (in Mio. €).....	29
Abbildung 23: Kumulierte Einsparungen CO ₂ -Kosten im Szenario „Umsetzung Energiestrategie“ (in Mio. €)	29
Abbildung 24: Reduktionen an CO ₂ -Emissionen im Szenario „Business as usual“ (in Mio. TO CO ₂)	30
Abbildung 25: Reduktionen an CO ₂ -Emissionen im Szenario „Umsetzung Energiestrategie“ (in Mio. TO CO ₂)	30
Abbildung 26: CO ₂ Bilanz verbrennungsbezogenes Fahrzeug versus E-Mobilität.....	32
Abbildung 27: Zusätzliche Stromerzeugung aus erneuerbaren Energieträgern durch Strom für E-Mobilität bis zum Jahr 2030 im Szenario „Business as usual“ (in TWh/Jahr)	33
Abbildung 28: Zusätzliche Kapazitäten zur Stromerzeugung aus erneuerbaren Energieträgern durch Strom für E-Mobilität bis zum Jahr 2030 im Szenario „Business as usual“ (in GW kumuliert)	33
Abbildung 29: Zusätzliche Stromerzeugung aus erneuerbaren Energieträgern durch Strom für E-Mobilität bis zum Jahr 2030 im Szenario „Umsetzung Energiestrategie“ (in TWh/Jahr)	34
Abbildung 30: Zusätzliche Kapazitäten zur Stromerzeugung aus erneuerbaren Energieträgern durch Strom für E-Mobilität bis zum Jahr 2030 im Szenario „Umsetzung Energiestrategie“ (in GW kumuliert)	34
Abbildung 31: Energieeinsparungen durch Elektromobilität und Energiesparziele 2020	35
Abbildung 32: Zusätzlicher jährlicher Strombedarf E-Mobilität (in GWh)	39
Abbildung 33 Netto-Energie-Einsparungen im Szenario „Umsetzung Energiestrategie“ im Jahre 2020 (in GWh)	39
Abbildung 34 Netto-Energie-Einsparungen im Szenario „Umsetzung Energiestrategie“ im Jahre 2030 (in GWh)	39
Abbildung 35: Referenzszenario-Annahmen zur erneuerbaren Stromerzeugung in Österreich bis 2030 (in TWh)	41
Abbildung 36: Prognose der Entwicklung der Stromgestehungskosten günstiger neuer Anlage (in €/MWh)	42
Abbildung 37: Strommengen für zusätzlichen Bedarf aus Erneuerbaren für E-Mobilität (in GWh)	44
Abbildung 38: Der gesamte österreichische Erzeugungsmix für den Inlandstrombedarf inklusive E-Mobilität im Szenario „Umsetzung Energiestrategie“	45
Abbildung 39: Gesamte österreichische erneuerbare Erzeugung mit E-Mobilität im Vergleich mit E-Mobilität-Nachfrage im Szenario „Umsetzung Energiestrategie“	45
Abbildung 40: Verteilung der Ladestarts für Ladestart bei Plug-in (je Stunde in %)	47
Abbildung 41: Lastprofil „Langstreckenpendler“, Szenario „Umsetzung Energiestrategie“ 2020 (Spitzenlast je Stunde in MW)	47

Abbildung 42: Ladestart bei Plug-in, Szenario „Umsetzung Energiestrategie“ 2020, Mo-Fr (Spitzenlast je Stunde in MW)	48
Abbildung 43: Ladestart bei Plug-in, Szenario „Umsetzung Energiestrategie“ 2020, Sa/So/Ft (Spitzenlast je Stunde in MW)	48
Abbildung 44: Ladestart bei Plug-in, Szenario „Business as usual“ 2020, Mo-Fr (Spitzenlast je Stunde in MW)	49
Abbildung 45: Ladestart bei Plug-in, Szenario „Business as usual“ 2020, Sa/So/Ft (Spitzenlast je Stunde in MW)	49
Abbildung 46: Ladestart bei Plug-in, Szenario „Umsetzung Energiestrategie“ 2030, Mo-Fr (Spitzenlast je Stunde in MW)	50
Abbildung 47: Ladestart bei Plug-in, Szenario „Umsetzung Energiestrategie“ 2030, Sa/So/Ft (Spitzenlast je Stunde in MW)	50
Abbildung 48: Ladestart bei Plug-in, Szenario „Business as usual“ 2030, Mo-Fr (Spitzenlast je Stunde in MW)	51
Abbildung 49: Ladestart bei Plug-in, Szenario „Business as usual“ 2030, Sa/So/Ft (Spitzenlast je Stunde in MW)	51
Abbildung 50: Monatliche Stromerzeugung der gesamten nicht regelbaren Erneuerbaren (Laufwasserkraft, Wind und Photovoltaik) für das Szenario „Umsetzung Energiestrategie“ im Jahr 2030 im Vergleich zum monatlichen Inlandsstromverbrauch und zum Elektromobilitätsbedarf.	52
Abbildung 51: Stündliche Erzeugung der nicht regelbaren Erneuerbaren (Laufwasserkraft, Wind und Photovoltaik) für das Szenario „Umsetzung Energiestrategie“ im Jahr 2030 im Vergleich zum Inlandsstromverbrauch inklusive E-Mobilität(Ladestart bei Plug-In)	53
Abbildung 52: Typischer Tagesgang im August der gesamten Stromerzeugung der nicht regelbaren neuen Erneuerbaren (Laufwasserkraft, Wind und Photovoltaik) im „Umsetzung Energiestrategie“ Szenario 2030 im Vergleich zur Inlandsstromnachfrage und dem Elektromobilitätsbedarf bei Ladestart bei Plug-In	53
Abbildung 53: Typischer Tagesgang im Jänner der gesamten Stromerzeugung der nicht regelbaren neuen Erneuerbaren (Laufwasserkraft, Wind und Photovoltaik) im „Umsetzung Energiestrategie“ Szenario 2030 im Vergleich zur Inlandsstromnachfrage und dem Elektromobilitätsbedarf bei Ladestart bei Plug-In	54
Abbildung 54: Dauerlinien der Last, der Last abzüglich der nicht regelbaren erneuerbaren Erzeugung und der residualen Last inklusive der Elektromobilitätsnachfrage für das „Umsetzung Energiestrategie“ Szenario 2030 Ladestart bei Plug-in	55
Abbildung 55: Dauerlinie der Gradienten der Last, der Last abzüglich der nicht regelbaren erneuerbaren Erzeugung und der residualen Last inklusive der Elektromobilitätsnachfrage für das „Umsetzung Energiestrategie“ Szenario 2030 - Ladestart bei Plug-in	55
Abbildung 56: Die Erzeugung der zusätzlichen Erneuerbaren für die Elektromobilität verglichen mit dem Elektromobilitätsbedarf für das „Umsetzung Energiestrategie“ Szenario 2030 bei Ladestart bei Plug-In	57
Abbildung 57: Die Erzeugung der zusätzlichen Erneuerbaren für die Elektromobilität verglichen mit dem Elektromobilitätsbedarf für das „Umsetzung Energiestrategie“ Szenario 2020 bei Ladestart bei Plug-In	57

Abbildung 58: Gesamter Energieinhalt aller Stromspeicher, welche die erneuerbare Erzeugung für die Elektromobilität auf stündlicher Basis mit dem Elektromobilitätsbedarf ausgleichen. Annahme ist hier die isolierte Betrachtungsweise der E-Mobilität vom Gesamtsystem	58
Abbildung 59: Zur Ladesteuerung geeignete Zeiträume (24 Stunden Betrachtung)	59
Abbildung 60: Spitzengeglättetes Laden, Szenario „Umsetzung Energiestrategie“ 2030, Mo-Fr (Spitzenlast je Stunde in MW)	60
Abbildung 61: Spitzengeglättetes Laden, Szenario „Umsetzung Energiestrategie“ 2030, Sa/So/Ft (Spitzenlast je Stunde in MW)	60
Abbildung 62: Ladestart bei Plug-in vs. Spitzengeglättetes Laden, Szenario „Umsetzung Energiestrategie“ 2030, Mo-Fr (Spitzenlast je Stunde in MW)	61
Abbildung 63: Ladestart bei Plug-in vs. Spitzengeglättetes Laden, Szenario „Umsetzung Energiestrategie“ 2030, Sa/So/Ft (Spitzenlast je Stunde in MW)	61
Abbildung 64 : Lastkurven der E-Mobilität und österreichischer Haushalte, Werktags, Szenario „Umsetzung Energiestrategie“ 2020; Variante „Ladestart nach Plug-in“	62
Abbildung 65: Lastkurven der E-Mobilität und österreichischer Haushalte, Werktags, Szenario „Umsetzung Energiestrategie“ 2020; Variante „Spitzengeglättetes Laden“ ..	63
Abbildung 66: Lastkurven aus E-Mobilität und Erzeugungskurve neuer erneuerbarer Energien, Sommer 2020; Variante „Ladestart nach Plug-in“	64
Abbildung 67: Lastkurven aus E-Mobilität und Erzeugungskurve neuer erneuerbarer Energien, Sommer 2020; Variante „Spitzengeglättetes Laden“	64
Abbildung 68: Lastkurven aus E-Mobilität und Erzeugungskurve neuer erneuerbarer Energien, Winter 2020; Variante „Ladestart nach Plug-in“	64
Abbildung 69: Lastkurven aus E-Mobilität und Erzeugungskurve neuer erneuerbarer Energien, Winter 2020; Variante „Spitzengeglättetes Laden“	64
Abbildung 70: Lastkurven aus E-Mobilität und Erzeugungskurve neuer erneuerbarer Energien, Sommer 2030; Variante „Ladestart nach Plug-in“	65
Abbildung 71: Lastkurven aus E-Mobilität und Erzeugungskurve neuer erneuerbarer Energien, Sommer 2030; Variante „Spitzengeglättetes Laden“	65
Abbildung 72: Lastkurven aus E-Mobilität und Erzeugungskurve neuer erneuerbarer Energien, Winter 2030; Variante „Ladestart nach Plug-in“	65
Abbildung 73: Lastkurven aus E-Mobilität und Erzeugungskurve neuer erneuerbarer Energien, Winter 2030; Variante „Spitzengeglättetes Laden“	65
Abbildung 74: Lastkurven aus E-Mobilität und Erzeugungskurve neuer erneuerbarer Energien, Winter 2030; Variante „Ladestart nach Plug-in“ ohne Wind und PV	66
Abbildung 75: Lastkurven aus E-Mobilität und Erzeugungskurve neuer erneuerbarer Energien, Winter 2030; Variante „Spitzengeglättetes Laden“ ohne Wind und PV	66
Abbildung 76: Nutzerbefragung „Voraussetzungen für den Kauf eines Elektrofahrzeuges“ .	69
Abbildung 77: Ökostromregime und Greenmobility Absatzkanal	70
Abbildung 78: Monatliche TCO im Jahr 2020, BMW Mini E (in €/Monat)	71

<i>Abbildung 79: TCO Vergleich Elektroauto vs herkömmliches Auto (in €/Monat)</i>	<i>72</i>
<i>Abbildung 80: Strombedarfsentwicklung der E-Mobilität</i>	<i>80</i>

9 Tabellenverzeichnis

<i>Tabelle 1: Definitionen Nutzergruppen</i>	10
<i>Tabelle 2: Entwicklung des Gesamtfahrzeugbestandes 2011 bis 2030</i>	11
<i>Tabelle 3: E-Fahrzeuganzahl und -durchdringung je Nutzergruppe in 2020</i>	13
<i>Tabelle 4: E-Fahrzeuganzahl und -durchdringung je Nutzergruppe in 2030</i>	14
<i>Tabelle 5: Mix Fahrzeugtypen je Nutzergruppe in 2020 und 2030</i>	15
<i>Tabelle 6: Fahrzeuggröße je Nutzergruppe und Fahrzeugtyp</i>	16
<i>Tabelle 7: Reichweite und Verbrauch je Fahrzeugtyp und –größe 2010</i>	17
<i>Tabelle 8: Fahrleistung und Plug-in Wahrscheinlichkeit</i>	18
<i>Tabelle 9: Plugged-in Zeiträume und Ladeleistung</i>	19
<i>Tabelle 10: Plugged-in Zeiträume je Nutzergruppe (Anteil Fahrzeuge je Phase)</i>	20
<i>Tabelle 11: Konventioneller Mix</i>	22
<i>Tabelle 12: Politische Zielsetzung CO₂-Reduktionen bis 2020</i>	31
<i>Tabelle 13: Spezif. CO₂-Emissionen von Strom in kgCO₂_equ/kWh auf Well-to-Wheel-Basis</i>	31
<i>Tabelle 14: Energieeffizienz</i>	35
<i>Tabelle 15: Strombedarf E-Mobilität pro Jahr im Szenario „Umsetzung Energiestrategie“ ...</i>	38
<i>Tabelle 16: Entwicklung des Inlandsstromverbrauch und der erneuerbare Stromerzeugung in Österreich im Referenzszenario (keine Elektromobilität)</i>	40
<i>Tabelle 17: Prognose des erneuerbaren Mixes für die Elektromobilität auf Basis des Marktdesigns</i>	43
<i>Tabelle 18: Gesamte österreichische erneuerbaren Stromerzeugung im „Umsetzung Energiestrategie“ Elektromobilitätsszenario</i>	43
<i>Tabelle 19: Gesamte österreichische erneuerbare Stromerzeugung im „Business as usual“ Elektromobilitätsszenario</i>	43
<i>Tabelle 20: Plug-in und Ladestarts je Plugged-in Zeitraum</i>	46
<i>Tabelle 21: „Umsetzung Energiestrategie“ Szenario 2030 - Ladestart bei Plug-in</i>	55
<i>Tabelle 22: Zusammenfassung volkswirtschaftliche und ökologische Effekte 2010-2030</i>	86
<i>Tabelle 23: Ladetechnologien</i>	88
<i>Tabelle 24: Rahmenprognose Kraftfahrzeuge, UBA 2010</i>	91
<i>Tabelle 25: Energiepreise</i>	92
<i>Tabelle 26: Annahmen ökologische Effekte</i>	93
<i>Tabelle 27: Energiebedarf „Umsetzung Energiestrategie“ (in MWh)</i>	94

<i>Tabelle 28: Energiebedarf „Business as usual“ (in MWh)</i>	95
---	-----------

10 Literaturverzeichnis

Auto Motor und Sport (2010): E-Autos im Reichweitentest – E-Smart leidet unter Kälte. Dezember 2010

ATZ-online (2011): Der Range-Extender rettet das Elektrofahrzeug – Interview mit Dr. Fischer (AVL). Januar 2011

BDEW (2010): Die zukünftige Elektromobilitätsinfrastruktur gestalten. Berlin, September 2010

BDEW / IMUG Beratungsgesellschaft (2010): Marktforschungsstudie zur Verbraucherakzeptanz von Elektrofahrzeugen, BDEW Initiative ELAN 2020. Hannover, Juni 2010

Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft: Erneuerbare Energie 2020, Potenziale und Verwendung in Österreich; März 2009

Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie (2010): Strategie und Instrumente sowie prioritäre Anwender- und Einsatzbereiche für den Nationalen Einführungsplan Elektromobilität, März 2010

Bundesministerium für Wirtschaft, Familie und Jugend (2010): Nationaler Aktionsplan 2010 für erneuerbare Energie in Österreich (NREAP-AT) gemäß der Richtlinie 2009/28/EG des Europäischen Parlaments und des Rates, Juni 2010

Bundesministerium für Wirtschaft, Familie und Jugend (2010): Strategie und Instrumente sowie proprietäre Anwender- und Einsatzbereiche für den Nationalen Einführungsplan Elektromobilität. Wien, März 2010

Bundesministerium für Wirtschaft, Familie und Jugend; Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft (2010): EnergieStrategie Österreich, Wien, März 2010

CABLED (2011): Largest 'Real World' Electric Vehicle Trial - Reveals Full Year Findings, Juli 2011

CONCAWE (2008): Well-to-Wheels analysis of future automotive fuels and powertrains in the European context, Well-to-tank Report Appendix, Description and detailed energy and GHG balance of individual pathways, November 2008

EC (2008): Directive 2009/0016/EC of the European Parliament and of the council on the promotion of the use of energy from renewable sources, COM(2008) 19 final, Jänner 2008

E-control (2010): Bericht über die Stromkennzeichnung 2010

Ecologic / CE Delft (2011): Impact of Electric Vehicles, Deliverable 1. Delft, April 2011

EEG TU Wien (2011): Export- und Wachstumspotentiale erneuerbarer Energiesysteme, Forschungsprojekt im Auftrag des BMVIT; Endbericht Dezember 2011

- Eichlseder H., Blassnegger J.(2008): Der zukünftige Ottomotor – überlegener Wettbewerber zum Dieselmotor?, Institut für Verbrennungskraftmaschinen und Thermodynamik TU Graz 2008
- EnergieVision e.V (2010): Kriterienkatalog „ok power“ Gütesiegel Version 7.0, Stand Oktober 2010
- European Photovoltaik Industry Association (2011): Solar generation 6- Solar photovoltaic electricity empowering the world, 2011
- EWI (2010): Potenziale der Elektromobilität bis 2050 – Eine Szenariobasierte Analyse der Wirtschaftlichkeit, Umweltauswirkungen und Systemintegration. Köln, Juni 2010
- Forschungsstelle für Energiewirtschaft (2007): Elektrizitätswirtschaftliche Einbindung von Elektrostraßenfahrzeugen. Dezember 2007
- Fraunhofer IAO (2008): Systemanalyse BWe Mobil. Hrsg.: Wirtschaftsministerium Baden-Württemberg. Stuttgart, 2010
- Fraunhofer IAO, EEG TU Wien, ECOFYS, EPRG, Lithuanian Energy Institute; Utrecht University, Energy Banking Advisory Ltd., Bocconi University (2010): EU Projekt RE-Shaping: Shaping an effective and efficient European renewable energy market
- Grüner Strom Label e.V.(2008): Kriterienkatalog; Stand 2008
- Kletzan-Slamanig Daniela, Angela Köppl (2009): Österreichische Umwelttechnikindustrie. Entwicklungen – Schwerpunkte – Innovationen; Studie im Auftrag des Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft, des Bundesministeriums für Verkehr, Innovation und Technologie, des Bundesministeriums für Wirtschaft, Familie und Jugend sowie der Wirtschaftskammer Österreich, Wien, 2009
- Klima-Bündnis (2011): Elektromobilität Rahmenbedingungen aus der Sicht des Klima-Bündnis, Resolution des Klima Bündnis, Mai 2011
- Öko-Institut e.V. Ökostrom (2008): Nutzen für Verbraucher und Umwelt, Vortrag von Dominik Seebach im Rahmen der Veranstaltungsreihe "Das Öko-Institut im Dialog" , Oktober 2008 in Freiburg
- Öko-Institut e.V. Ökostrom (2008): Hintergrundpapier des Öko-Instituts zu Ökostrom; Januar 2008
- Ökostromgesetz (2012): 75. Bundesgesetz über die Förderung der Elektrizitätserzeugung aus erneuerbaren Energieträgern; Ausgegeben am 29. Juli 2011
- Österreichischen Klima- und Energiefonds (2009): Gebäudeintegrierte Photovoltaik; Wien September 2009
- Österreichisches Umweltzeichen (2009): Richtlinie UZ 46, Grüner Strom, Stand Jänner 2009
- Österreichisches Institut für Wirtschaftsforschung Karl-Franzens-Universität Graz, Wegener Zentrum für Klima und Globalen Wandel, Technische Universität Graz, Institut für Prozess- und Partikeltechnik, KWI Consultants GmbH, Montanuniversität Leoben, Institut für Werk-

stoffkunde und Prüfung der Kunststoffe (2009): Energiestrukturen für 2020 Technisches Basisdokument für die österreichische Energiestrategie; Wien, Mai 2009

Pichler, Georg (2011): Presstext; Interview mit Neil Butcher, <http://www.presstext.com/news/20110723002>, Juli 2011

PricewaterhouseCoopers AG Wirtschaftsprüfungsgesellschaft, Fraunhofer-Institut für Arbeitswirtschaft und Organisation IAO (2010): Elektromobilität Herausforderungen für Industrie und öffentliche Hand, Frankfurt am Main, Juni 2010

SEW Eurodrive (2011): Lösungen – Elektromobilität – Ladestation. September 2011

Statistik Austria (2004-2008): Detailerhebung zu Umwelttechnik

Statistik Austria (2011): Gesamtenergieeinsatz alle Energieträger 2009/2010

Statistik Austria (2005-2008): Leistungs- und Strukturhebung

Statistik Austria (2009-2010): Schätzungen auf Basis der Konjunkturerhebung

Technikum Wien, EEG TU Wien, WIFO (2009): Perspektiven, Potentiale und mögliche inländische Wertschöpfung der GIPV 2009, Projekt im Auftrag des KLIEN.

Technische Universität Graz (2011): Auswirkungen zukünftiger Elektromobilität auf die österreichische Elektrizitätswirtschaft. Graz, April 2011

Technische Universität Graz (2011): Auswirkungen zukünftiger Elektromobilität auf die österreichische Elektrizitätswirtschaft. Graz, April 2011

TÜV SÜD Industrie Service GmbH (2008): Kriterienkatalog - EE01; Stand Oktober 2008

TÜV SÜD Industrie Service GmbH (2008): Kriterienkatalog - EE02; Stand Oktober 2008

TÜV SÜD Industrie Service GmbH (2008): Kriterienkatalog – UE01; Stand Oktober 2008

TÜV SÜD Industrie Service GmbH (2008): Kriterienkatalog – Erzeugung EE; Stand April 2011

TÜV SÜD Industrie Service GmbH (2008): Kriterienkatalog – Erzeugung EE+; Stand Oktober 2008

TÜV SÜD Industrie Service GmbH (2008): Kriterienkatalog – Erzeugung UE; Stand Oktober 2008

Umweltbundesamt (2010): Klimaschutzbericht 2010, REP-0267, Wien 2010

Umweltbundesamt (2011): Stromszenario 2050 Abschlussbericht der Diskussionsplattform e-Trend Forum; Wien 2011

Verband der Technischen Überwachungs-Vereine e. V.(2005): VdTÜV-Basisrichtlinie Ökostromprodukte; Stand Februar 2005

WIFO et al (2009): Energiestrukturen für 2020: Technisches Basisdokument für die österreichische Energiestrategie; Mai 2009.

Wirtschaftskammer Österreich/ BMLFUW (2010): 10 Punkte Aktionsprogramm zur Markteinführung von Elektromobilität mit erneuerbaren Energien. Wien, 2010

ATKEARNEY

A.T.-Kearney-Ges.m.b.H.
A-1010 Wien, Trattnerhof 1
Tel.: +43-1-53 667-0 | Fax: +43-1-53 579-67
office.vienna@atkearney.com | www.atkearney.at



TECHNISCHE
UNIVERSITÄT
WIEN
Vienna University of Technology

Technische Universität Wien
Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
A-1040 Wien, Gußhausstr. 25-29
Tel.: +43-1-58801-35000 | Fax: +43-1-58801-35098