

***DIE STEIRISCHE ELEKTROMOBILITÄT  
IM JAHR 2020  
Perspektiven und Szenarien für die Einführung von  
Elektro-Fahrzeugen in der Steiermark***

*G. JUNGMEIER, K.-P. FELBERBAUER, M. BEERMANN*



---

# RESOURCES – Institut für Wasser, Energie und Nachhaltigkeit Forschungsgruppe Energieforschung

ELISABETHSTRASSE 5, A-8010 GRAZ  
TEL. (0316) 876/1338  
FAX (0316) 876/1320

*gefördert von:*  
Das Land Steiermark – Wissenschaft und Forschung

*Projekt Nr: RES.04-09.GF.025-01  
Bericht Nr: ENG-B-09/10  
Endbericht 92 Seiten (inkl. 2 Anhänge)*

## ***DIE STEIRISCHE ELEKTROMOBILITÄT IM JAHR 2020 Perspektiven und Szenarien für die Einführung von Elektro-Fahrzeugen in der Steiermark***

*G. JUNGMEIER, K.-P. FELBERBAUER, M. BEERMANN*

*MAI 2011*

## Gender-Klausel

Aus Gründen der Textökonomie werden im vorliegenden Bericht weibliche Formen nicht explizit angeführt. An dieser Stelle wird jedoch ausdrücklich darauf hingewiesen, dass sich alle personenbezogenen Formulierungen grundsätzlich gleichermaßen auf Frauen und Männer beziehen.

Projekt Nr.: RES.04-09.GF.025-01

Bericht Nr.: ENG-B-09/10

Freigegeben: Graz, am 31. Mai 2011



---

R. Padinger  
Forschungsgruppenleiter

---

G. Jungmeier  
Projektleiter



# Inhaltsverzeichnis

<b>ZUSAMMENFASSUNG .....</b>	<b>6</b>
<b>SUMMARY.....</b>	<b>8</b>
<b>1 EINLEITUNG .....</b>	<b>10</b>
1.1 <i>Motivation.....</i>	<i>10</i>
1.2 <i>Zielsetzung.....</i>	<i>10</i>
<b>2 AUSGANGSLAGE.....</b>	<b>11</b>
2.1 <i>Szenarien für Elektro-Fahrzeuge in Österreich.....</i>	<i>11</i>
2.2 <i>Merkmale der Bezirke in der Steiermark.....</i>	<i>12</i>
2.3 <i>Mobilität in der Steiermark.....</i>	<i>15</i>
2.4 <i>Fahrzeugbestand in der Steiermark.....</i>	<i>17</i>
2.5 <i>Energiebedarf des Verkehrs in der Steiermark.....</i>	<i>19</i>
2.6 <i>Strombedarf und Stromerzeugung aus erneuerbarer Energie in der Steiermark.....</i>	<i>21</i>
2.7 <i>Emissionen in der Steiermark.....</i>	<i>24</i>
2.7.1 <i>Treibhausgas-Emissionen.....</i>	<i>24</i>
2.7.2 <i>Partikel-Emissionen.....</i>	<i>26</i>
2.8 <i>Kosten der Transportdienstleistung.....</i>	<i>31</i>
2.9 <i>Treibhausgas-Emissionen der Transportdienstleistung.....</i>	<i>34</i>
<b>3 SZENARIEN .....</b>	<b>38</b>
3.1 <i>Modellierung.....</i>	<i>38</i>
3.1.1 <i>Modellstruktur.....</i>	<i>38</i>
3.1.2 <i>Parameter.....</i>	<i>40</i>
3.1.3 <i>Szenarien-Festlegung.....</i>	<i>44</i>
3.2 <i>Ergebnisse.....</i>	<i>46</i>
3.2.1 <i>Mögliche Entwicklung von Elektro-Fahrzeugen in der Steiermark.....</i>	<i>46</i>
3.2.2 <i>Bezirke für die frühe Einführung von Elektro-Fahrzeugen.....</i>	<i>47</i>
3.2.3 <i>Zusätzlicher Leistungsbedarf.....</i>	<i>49</i>
3.2.4 <i>Zusätzlicher Strombedarf.....</i>	<i>54</i>
3.2.5 <i>Treibhausgas-Emissionen.....</i>	<i>56</i>
3.2.6 <i>Partikel-Emissionen.....</i>	<i>58</i>
3.2.7 <i>Erneuerbare Treibstoffe im Jahr 2020.....</i>	<i>59</i>
3.2.8 <i>Ladestationen.....</i>	<i>61</i>
3.2.9 <i>Zusätzliche Stromerzeugung.....</i>	<i>61</i>
3.3 <i>Chancen &amp; Herausforderungen für die steirische Wirtschaft.....</i>	<i>65</i>
3.3.1 <i>Chancen.....</i>	<i>65</i>
3.3.2 <i>Herausforderungen.....</i>	<i>67</i>
<b>4 SCHLUSSFOLGERUNGEN .....</b>	<b>69</b>
<b>5 LITERATURVERZEICHNIS .....</b>	<b>72</b>
<b>6 ANHANG .....</b>	<b>74</b>
6.1 <i>Anhang 1 – 1. e-mobility conference 29.04 - 02.05.2010, Graz &amp; 2. e-mobility conference 28.04-29.04.2011, Graz - Beiträge von JOANNEUM RESEARCH.....</i>	<i>74</i>
6.2 <i>Anhang 2 – Unterlagen zum 1. Vernetzungsworkshop „Road Map - Neue Mobilität in der Steiermark“.....</i>	<i>81</i>

## Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Entwicklung des Anteils von Elektro-Fahrzeugen an den jährlichen Neuzulassungen in Österreich 2010-2020 (Datenbasis: UBA, 2010a).....	11
Abbildung 2: Anzahl Elektro-Fahrzeuge in Österreich 2010-2020 (Datenbasis: UBA, 2010a).....	12
Abbildung 3: Überblick über die 17 steirischen Bezirke (Land Steiermark, 2011).....	13
Abbildung 4: Modal-Split in der Steiermark (Datenbasis: Land Steiermark, 2008).....	15
Abbildung 5: Modal-Split nach Altersklassen in Österreich 1995 (Datenbasis: BMVIT, 2007).....	16
Abbildung 6: Anteil der Wege nach Modal-Split und Wegezweck in Österreich 1995 (Datenbasis: BMVIT, 2007).....	17
Abbildung 7: Entwicklung des KFZ-Bestands in der Steiermark 1982-2009 (Datenbasis: Land Steiermark, 2011).....	18
Abbildung 8: Jährliche KFZ-Neuzulassungen in der Steiermark 1982-2009 (Datenbasis: Land Steiermark, 2011).....	18
Abbildung 9: Anteile der Verkehrsmittel am Energiebedarf im Verkehrssektor in Österreich (Datenbasis: Pucher, 2010).....	19
Abbildung 10: Verteilung des End-Energiebedarfs im Verkehrssektor in der Steiermark (Datenbasis: Klimaschutzplan Steiermark, 2010).....	20
Abbildung 11: Anteile der Treibstoffe für Straßenverkehrsfahrzeuge des Verkehrssektor in der Steiermark 2009 (Datenbasis Österreich: UBA, 2010b).....	20
Abbildung 12: Leistung im öffentlichen steirischen Netz in einer Winterwoche 2010 (Datenbasis: Energie Steiermark, 2010).....	21
Abbildung 13: Anteile erneuerbarer Energien der Bilanzgruppe der OeMAG in der Steiermark auf Bezirksebene 2009 (LEV, 2010).....	22
Abbildung 14: Anteile der erzeugten erneuerbaren Energiemengen von 520 GWh ohne Groß-Wasserkraft in der Bilanzgruppe der OeMAG in der Steiermark 2009 (Datenbasis: LEV, 2010).....	22
Abbildung 15: Anteile des Strom-Mix für Stromaufbringung in der Steiermark 2010 (Datenbasis: Landesenergiebeauftragter Steiermark, 2011).....	23
Abbildung 16: Mögliche Entwicklung von Stromgestehungskosten für erneuerbaren Strom bis 2050 (in Beermann et al., 2010 Datenbasis: Nitsch 2004, Nitsch 2007, Fritsche 2004).....	23
Abbildung 17: Strom aus erneuerbaren Energieträgern in Österreich – Produktion und Ausbaupotentiale (Beermann et al., 2010).....	24
Abbildung 18: Treibhausgas-Emissionen Steiermark und nach Sektoren 1990-2006 (UBA, 2009).....	25
Abbildung 19: Treibhausgas-Emissionen Österreich und nach Sektoren 1990-2006 (UBA, 2009).....	25
Abbildung 20: Treibhausgas-Emissionen des Verkehrssektors Österreich 1990-2009 (UBA, 2011a).....	26
Abbildung 21: PM2,5-Emissionen Steiermark und nach Sektoren 2000-2007 (UBA, 2009).....	27
Abbildung 22: PM10-Emissionen Steiermark und nach Sektoren 2000-2007 (UBA, 2009).....	27
Abbildung 23: PM2,5-Emissionen Österreich und nach Sektoren 2000-2007 (UBA, 2009).....	28
Abbildung 24: PM10-Emissionen Österreich und nach Sektoren (UBA, 2009).....	28
Abbildung 25: Partikel-Emissionen des Verkehrssektors in Österreich 1990-2008 (UBA, 2011b).....	29
Abbildung 26: Partikel-Emissionen im Verkehrssektor in Österreich 2008 (Datenbasis: UBA, 2009).....	30
Abbildung 27: Partikel-Emissionen im Straßenverkehr in Österreich 2008 (Datenbasis: UBA, 2009).....	30
Abbildung 28: Technische Parameter des „PKW-mittel-Benzin“ und des „PKW-mittel-Elektro“ und Annahmen für die ökonomische Analyse (Datenbasis: Renault, 2011).....	31
Abbildung 29: Kosten der Transportdienstleistung am Beispiel Renault im Vergleich „PKW-mittel-Benzin“ und „PKW-mittel-Elektro“.....	32
Abbildung 30: Technische Parameter des „PKW-klein-Benzin“ und des „PKW-klein-Elektro“ und Annahmen für die ökonomische Analyse (Datenbasis: Mitsubishi Motors Austria, 2011).....	33
Abbildung 31: Kosten der Transportdienstleistung am Beispiel Mitsubishi im Vergleich „PKW-klein-Benzin“ und „PKW-klein-Elektro“.....	33
Abbildung 32: THG-Emissionen der Fahrzeugherstellung (Beermann et al.,2010).....	34
Abbildung 33: THG-Emissionen verschiedener Stromerzeugungsarten und Strom-Mixe (Beermann et al., 2010).....	35

Abbildung 34: THG-Emissionen der Transportdienstleistung am Beispiel „PKW-Klein“ (Beermann et al., 2010).....	36
Abbildung 35: THG-Emissionen in Abhängigkeit vom Energieverbrauch des Fahrzeugs.....	37
Abbildung 36: Modellstruktur „e-drive“ (Beermann et al., 2010) .....	38
Abbildung 37: Modellstruktur „e-mobility Styria 2020“.....	40
Abbildung 38: Mögliche Bestandsentwicklung der Elektro-Fahrzeuge in der Steiermark bis zum Jahr 2020 .....	46
Abbildung 39: Bewertung der Merkmale der steirischen Bezirke für die frühe Einführung von Elektro-Fahrzeugen.....	47
Abbildung 40: Steirische Bezirke mit „sehr guten“ und „guten Voraussetzungen“ für die frühe Einführung von Elektro-Fahrzeugen bis zum Jahr 2020 .....	48
Abbildung 41: Verteilung der Elektro-Fahrzeuge des Szenario „e-mobility Styria 2020“ in den steirischen Bezirken im Jahr 2020.....	49
Abbildung 42: Ladeleistung Szenario „e-mobility Styria 2020 – ungesteuert“ .....	50
Abbildung 43: Leistung im öffentlichen steirischen Netz in einer Winterwoche mit der Ladeleistung Szenario „e-mobility Styria 2020 – ungesteuert“ .....	51
Abbildung 44: Ausschnitt der maximalen Leistung in der Steiermark an einem Wintertag mit der Ladeleistung Szenario „e-mobility Styria 2020 – ungesteuert“.....	51
Abbildung 45: Ladeleistung Szenario „e-mobility Styria 2020 – starr gesteuert“ .....	52
Abbildung 46: Leistung im öffentlichen steirischen Netz in einer Winterwoche mit der Ladeleistung Szenario „e-mobility Styria 2020 – starr gesteuert“ .....	53
Abbildung 47: Vergleich der Ladeleistung im Szenario „e-mobility Styria 2020 – ungesteuert“ und Szenario „e-mobility Styria 2020 – starr gesteuert“ .....	53
Abbildung 48: Energiebedarf für den Betrieb der steirischen PKW .....	55
Abbildung 49: Anteil des zusätzlichen Strombedarfs für 30.700 Elektro-Fahrzeuge am Strombedarf der Steiermark 2009 .....	55
Abbildung 50: THG-Emissionen der PKW in der Steiermark.....	57
Abbildung 51: Reduktion der THG-Emissionen .....	57
Abbildung 52: Partikel-Emissionen im Verkehrssektor in der Steiermark 2008.....	58
Abbildung 53: Partikel-Emissionen im Straßenverkehr in der Steiermark 2008 .....	59
Abbildung 54: Anzahl zusätzlich zu errichtender Stromerzeugungsanlagen für 30.700 Elektro-Fahrzeuge in der Steiermark.....	62
Abbildung 55: Geplanter Ausbau der Stromerzeugung von 4.700 GWh/a bis 2013 in der Steiermark (Datenbasis: Österreichs Energie, 2010 & eigene Annahmen) .....	63
Abbildung 56: Geplanter Ausbau der Stromerzeugung von 7.800 GWh/a bis 2015 in der Steiermark (Datenbasis: Österreichs Energie, 2010 & eigene Annahmen) .....	64
Abbildung 57: Wertschöpfungskette eines Elektro-Fahrzeugs .....	65

## Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Merkmale der 17 steirischen Bezirke (Datenbasis: Land Steiermark, 2011) .....	14
Tabelle 2: Strom-Mix „Österreich“ 2007 (Beermann et al., 2010) .....	35
Tabelle 3: Strom-Mix „Erneuerbar 2020“ (Beermann et al., 2010).....	35
Tabelle 4: Zuordnung Nutzergruppen und Fahrzeugklassen.....	41
Tabelle 5: Fahrprofile.....	41
Tabelle 6: Ladeleistungen .....	42
Tabelle 7: Ladeleistungen je Nutzergruppe.....	42
Tabelle 8: Aufteilung der Fahrzeuge in der Steiermark 2009 auf Nutzergruppen.....	43
Tabelle 9: Aufteilung der Fahrzeuganzahl nach Fahrzeugklassen .....	43
Tabelle 10: Fahrzeugklassen und technische Parameter (Beermann et al., 2010) .....	43
Tabelle 11: Merkmale der 5 Szenarien für Elektro-Fahrzeuge und den Referenzfall .....	45
Tabelle 12: Ersatz von Benzin- und Diesel-Fahrzeugen.....	45
Tabelle 13: Anteil der elektrisch gefahrenen Kilometer im Szenario „e-mobility Styria 2020“ .....	45
Tabelle 14: Anzahl Elektro-Fahrzeuge der Nutzergruppen im Szenario „e-mobility Styria 2020“ .....	47
Tabelle 15: Ergebnisse für den maximalen zusätzlichen Leistungsbedarf und den zusätzlichen Leistungsbedarf während der Abendspitze .....	54
Tabelle 16: Faktoren zur Bewertung der Endenergiequellen für den Straßenverkehr nach RED .....	59
Tabelle 17: Bewertung des Energiebedarfs im PKW-Sektor Steiermark im Jahr 2020 ohne Berücksichtigung RED.....	60
Tabelle 18: Bewertung des Energiebedarf im PKW-Sektor Steiermark im Jahr 2020 unter Berücksichtigung RED.....	60
Tabelle 19: Anzahl der notwendigen Ladestationen .....	61
Tabelle 20: Notwendige Anlagen zur Erzeugung des zusätzlichen Stromes für 30.700 Elektro-Fahrzeuge.....	62
Tabelle 21: Kraftwerke in Bau bzw. Planung in der Steiermark (2011-2015) (Datenbasis: Österreichs Energie, 2010 & eigene Annahmen) .....	63
Tabelle 22: Anzahl der unselbständig Beschäftigten in den möglichen Stärkefeldern für Elektro-Fahrzeuge in der Steiermark 2009 (SFM2010-Kurzfassung, 2010) .....	66





## Zusammenfassung

Elektro-Fahrzeuge haben neben Biotreibstoffen das Potential für eine bedeutende Substitution von diesel- und benzinbetriebenen Fahrzeugen und können, vor allem wenn sie mit Strom aus erneuerbarer Energie betrieben werden, einen wesentlichen Beitrag zu einer deutlichen Reduktion der Treibhausgas-Emissionen (THG-Emissionen) und auch der lokalen Partikel-Emissionen im Transportsektor leisten. In Österreich (Treibstoffbedarf des Verkehrssektors: 320 PJ/a) und der Steiermark (Treibstoffbedarf des Verkehrssektors: 43 PJ/a davon 16 PJ/a für PKW) sind im Jahr 2009 bereits 7% Biotreibstoffe vor allem Biodiesel und Bioethanol als Beimischung zu Benzin und Diesel auf dem Markt. Nach den europäischen Vorgaben in der Richtlinie für erneuerbare Energie soll der Anteil erneuerbarer Treibstoffe im Jahr 2020 10% betragen. Die THG-Emissionen betragen in der Steiermark im Jahr 2007 etwa 14,1 Mio. t CO<sub>2</sub>-Äquivalent (CO<sub>2</sub>-Äq)<sup>1</sup> (Verkehrssektor: 1,7 Mio. t CO<sub>2</sub>-Äq, Stromerzeugung: 1,9 Mio. t CO<sub>2</sub>-Äq). Die Partikel-Emissionen betragen im Jahr 2007 etwa 7.500 t/a, etwa 19% stammen aus dem Verkehrssektor. Im Jahr 2009 hatte die Steiermark einen PKW-Bestand von etwa 664.000 und 43.529 PKW-Neuzulassungen. Der Strombedarf betrug im Jahr 2009 8.300 GWh/a und der maximale Leistungsbedarf betrug an einem Wintertag um 11:00 Uhr im öffentlichen steirischen Netz 1.429 MW. Der Anteil erneuerbarer Stromerzeugung beträgt 61%. Da die Steiermark große Potentiale an Biomasse und erneuerbarer Elektrizität besitzt, können zukünftig Biotreibstoffe und Elektromobilität einen bedeutenden Beitrag zu einem nachhaltigen Transportsektor in der Steiermark leisten.

Das Projektziel war die zukünftigen Perspektiven für die Einführung von Elektro-Fahrzeugen in der Steiermark zu analysieren. Hierbei wurden Szenarien für die Elektro-Fahrzeuge in der Steiermark bis zum Jahr 2020 erarbeitet. Auf Grundlage von Szenarien des Umweltbundesamtes für die Einführung der Elektro-Fahrzeuge in Österreich wurde das Modell „e-mobility Styria 2020“ entwickelt, um die mögliche Bestandsentwicklung der Elektro-Fahrzeuge in der Steiermark bis zum Jahr 2020 zu untersuchen. Des Weiteren wurden die 17 steirischen Bezirke mit deren Bezirksmerkmalen bewertet und Bezirke mit „sehr guten“ und „guten“ Voraussetzungen für die frühe Einführung von Elektro-Fahrzeugen identifiziert. Mit dem Modell „e-drive“ wurde der zusätzliche Strom- und Leistungsbedarf ermittelt. Neben den Kosten der Transportdienstleistung wurden basierend auf Lebenszyklusanalysen THG- und Feinstaub-Emissionen der Transportdienstleistung und deren Reduktionspotential durch die Einführung von Elektro-Fahrzeugen bis zum Jahr 2020 ermittelt. Es wurden 4 frühe Nutzergruppen von Elektro-Fahrzeugen mit überdurchschnittlichen Jahreskilometern festgelegt:

1. PKW-Pendler,
2. Gewerblicher Verkehr und öffentlicher Dienst,
3. Privat-PKW und
4. Zweit-PKW.

Die Analyse von 5 Szenarien mit 3 unterschiedlichen Stromerzeugungsarten („Strom-Mix Österreich“, „Strom aus Erdgas“, „Strom-Mix Erneuerbar“) und 2 Ladestrategien („ungesteuert“, „gesteuert“) brachte folgende Ergebnisse:

- Unter günstigen Rahmenbedingungen sind bis zu 30.700 Elektro-Fahrzeuge im Jahr 2020 in der Steiermark möglich (das entspricht 4,6% am PKW-Gesamtbestand 2009).
- 6 Bezirke haben aufgrund ihrer Bezirks-Merkmale „sehr gute Voraussetzungen“ für die frühe Einführung von Elektro-Fahrzeugen bis zum Jahr 2020:
  - Deutschlandsberg,
  - Feldbach,
  - Graz,
  - Graz-Umgebung,
  - Leibnitz und
  - Weiz.

---

<sup>1</sup> Summe aus Kohlendioxid (CO<sub>2</sub>), Methan (CH<sub>4</sub>) und Lachgas (N<sub>2</sub>O)

- Der Energiebedarf für die PKW in der Steiermark wird von derzeit 4.481 GWh/a (16 PJ/a) auf 4.331 GWh/a (15,65 PJ/a) reduziert.
- Der zusätzliche Strombedarf für 30.700 Elektro-Fahrzeuge beträgt 98 GWh/a (0,35 PJ/a), das entspricht 1,2% des Strombedarfs von 8.300 GWh/a in der Steiermark.
- Der maximale Leistungsbedarf von 1.429 MW um 11:00 Uhr im öffentlichen steirischen Netz wird durch das Laden von 30.700 Elektro-Fahrzeugen um 2,8 MW erhöht, das entspricht 0,19% des maximalen Leistungsbedarfs
- Der zusätzliche Leistungsbedarfs während der Abendspitze um 17:45 Uhr von 1.356 MW im öffentlichen Netz beträgt bei „ungesteuertem“ Laden von 30.700 Elektro-Fahrzeugen 15,4 MW, womit sich die Leistung um 17:45 auf 1.371 MW erhöht und minimal unter dem maximalen Leistungsbedarf von 1.429 MW im öffentlichen steirischen Netz um 11:00 Uhr liegt.
- Die maximale zusätzliche Leistung beträgt bei „starr gesteuertem“ Laden (während der Nacht - 22:45 Uhr) von 30.700 Elektro-Fahrzeugen 75 MW.
- Für 30.700 Elektro-Fahrzeuge werden im Jahr 2020 etwa 38.500 Ladestationen benötigt.
- Die notwendige Anzahl von Anlagen zur Erzeugung des zusätzlichen erneuerbaren Stromes von 98 GWh/a beträgt:
  - 1 Groß-Wasserkraftwerk mit 20 MW oder
  - 3 Klein-Wasserkraftwerke mit je 7 MW oder
  - 23 Windkraftwerke mit je 2 MW oder
  - 19 Biogasanlagen mit je 1 MW oder
  - 500 große PV-Anlagen mit je 200 kW oder
  - 24.000 kleine PV-Anlagen mit je 15 kW.
- Die Analyse des derzeitigen Zubaus bzw. geplanten Zubaus bis 2015 von Stromerzeugungsanlagen in der Steiermark ergab etwa:
  - 95% der Energie werden fossil aus Erdgas und
  - 5% der Energie werden erneuerbar erzeugt.
- Die Analyse der jährlichen Reduktion der THG-Emissionen durch die 30.700 Elektro-Fahrzeuge ergab je nach Stromerzeugungsart etwa:
  - 30.000 t CO<sub>2</sub>-Äq/a bei „Strom aus Erdgas“,
  - 50.000 t CO<sub>2</sub>-Äq/a bei „Strom-Mix Österreich“ mit 54% erneuerbarem Strom und
  - 75.000 t CO<sub>2</sub>-Äq/a bei „Strom-Mix Erneuerbar 2020“.
  - Das sind zwischen 1,7 bis 4,4% der derzeitigen THG-Emissionen im Verkehrssektor der Steiermark.
- Die Analyse der jährlichen Reduktionspotentiale der Partikel-Emissionen durch den Ersatz von je 15.350 Diesel- und Benzin-PKW durch die 30.700 Elektro-Fahrzeuge ergab bei:
  - Diesel-PKW bis zu 8,8 t/a,
  - Benzin-PKW bis zu 0,5 t/a und
  - in Summe bis zu 9,3 t/a.
  - Das entspricht bis zu 4% der derzeitigen Partikel-Emissionen von Diesel- und Benzin-PKW in der Steiermark.
- Das Erreichen des europäischen Zielwerts von 10% erneuerbaren Treibstoffen im PKW-Sektor bis zum Jahr 2020 bei Einführung von 30.700 Elektro-Fahrzeugen mit überdurchschnittlichen Jahreskilometern ist bei Einsatz eines hohen Anteils (>50%) erneuerbarer erzeugten Stroms und einem gleichen Anteil Biotreibstoffe möglich, da der Strombedarf für die Elektro-Fahrzeuge laut der Richtlinie für erneuerbare Energie mit 2,5 bewertet werden darf
- Die steirische Wirtschaft besitzt ein hohes Potential für die Schaffung weiterer Arbeitsplätze (z.B. „Green Jobs“) in sämtlichen Bereichen der Wertschöpfungskette über den Lebenszyklus eines Elektro-Fahrzeugs, vor allem in den Bereichen:
  - Automotive/Mobilität,
  - Energie- und Umwelttechnik/erneuerbare Energien,
  - Engineering/Anlagenbau und
  - Telekommunikation/IT/NeueMedien/Elektronik.

## Summary

Electric-vehicles, as well as biofuels, have the potential for a significant substitution of diesel and gasoline vehicles. They can contribute to a reduction of greenhouse gas emissions (GHG) and particulate matter emissions in the transport sector, especially if they are powered by additional renewable electricity. In Austria (fuel consumption: 320 PJ/a) and Styria (fuel consumption: 43 PJ/a of which 16 PJ/a for passenger cars) the amount of transportation biofuels, especially biodiesel and bioethanol blended to gasoline and diesel, was about 7% in 2009. According to the European Renewable Energy Directive, the share of renewable fuels should be 10% in 2020, where renewable electricity is counted with a factor of 2.5.

The GHG emissions in Styria in 2007 were 14.1 million tonnes CO<sub>2</sub> equivalent (Mt CO<sub>2</sub>-eq)<sup>2</sup> (transport 1.7 Mt CO<sub>2</sub>-eq, energy supply: 1.9 Mt CO<sub>2</sub>-eq). The particulate matter emissions in 2007 were about 7,500 tonnes per year; of which 19% were emitted by the transport sector. In 2009 the Styrian passenger car stock was about 664,000 of which 43,529 were new passenger cars. The electricity demand in the year 2009 was about 8,300 GWh/a, of which 61% was generated by renewable sources. The maximum power demand on a winter day at 11:00 clock was about 1,429 MW in the Styrian electricity grid. Due to the fact that Styria has a great additional potential of biomass and renewable electricity, biofuels and electric-vehicles can significantly contribute to a future sustainable transport sector in Styria.

The objective of "Styrian e-mobility in 2020" was to analyse the future prospects for the introduction of electric vehicles in Styria. Scenarios for electric vehicles were developed based on scenarios for the introduction of electric vehicles in Austria. The model "e-mobility Styria 2020" was developed to investigate the possible implementation of electric-vehicles in Styria until 2020. Furthermore, the 17 Styrian districts were assessed by their characteristics. Districts with "very good" and "good" framework conditions for the early introduction of electric-vehicles were identified. With the model "e-drive" the additional power and electricity demand was calculated. Moreover, the costs for transportation services were determined. Furthermore, based on a life cycle analysis, GHG and particulate matter emissions from transport services and their potential reductions in emissions by the introduction of electric-vehicles by 2020 were calculated. In the analysis, four groups of early adopters of electric-vehicles were identified:

1. Daily passenger car commuters,
2. Business vehicle and public transportation fleets,
3. Private car users and
4. users of the second car in a two-car household.

The analysis of five scenarios with three different types of electricity generation ("electricity mix Austria", "electricity from natural gas", "electricity mix renewable") and two charging strategies ("uncontrolled", "controlled") lead to the following results:

- Under favourable conditions, up to 30,700 electric-vehicles are possible in Styria by 2020 (i.e. 4.6% of the total car stock in 2009).
- The following six districts have "very good" framework conditions for the early introduction of electric-vehicles:
  - Deutschlandsberg,
  - Feldbach,
  - Graz,
  - Graz-Umgebung,
  - Leibnitz and
  - Weiz.
- A reduction of the total energy demand for passenger cars in Styria from 4,481 GWh/a (16 PJ/a) to 4,331 GWh/a (15.65 PJ/a) is possible.

---

<sup>2</sup> Including carbon dioxide (CO<sub>2</sub>), methane (CH<sub>4</sub>) and nitrous oxide (N<sub>2</sub>O)

- The electricity demand for 30,700 electric-vehicles is 98 GWh/a, i.e. 1.2% of the current electricity demand in Styria.
- The maximum power demand in the Styrian electricity grid of about 1,429 MW at 11:00 clock is raised by 2,8 MW for charging 30,700 electric vehicles, i.e. 0,19% of the maximum power demand.
- The additional power demand during the evening peak at 17:45 is about 15,4 MW, increasing the current power demand at this time to 1,371 MW. This is still a little less than the current maximum power demand of about 1,429 MW at 11:00.
- The maximum additional power demand is about 75 MW in the night at about 22:45 clock.
- 30,700 electric-vehicles require about 38,500 charging stations by 2020.
- The number of power plants required for the additional renewable electricity is:
  - 1 large 20 MW hydro power plant or
  - 3 small hydro power plants each with 7 MW or
  - 23 wind turbines each with 2 MW or
  - 19 biogas plants each with 1 MW or
  - 500 large PV systems each with 200 kW or
  - 24,000 small PV systems each with 15 kW.
- The analysis of the currently built and planned new power plants in Styria by 2015 showed:
  - 95% of the additional produced electricity will be generated by natural gas and
  - 5% of the additional produced electricity will be generated by renewable electricity.
- The possible annual GHG emission reduction is:
  - 30,000 t CO<sub>2</sub>-eq/yr using "electricity from natural gas",
  - 50,000 t CO<sub>2</sub>-eq using an "electricity mix Austria" with 54% renewable electricity and
  - 75,000 t CO<sub>2</sub>-eq/yr an "electricity mix renewable".
  - These correspond to between 1.7 to 4.4% of the current GHG emissions from the transport sector in Styria.
- The annual reduction of particulate matter emissions by replacing each 15,350 diesel and 15,350 gasoline passenger cars by 30,700 electric-vehicles is estimated as 9.3 t PM10/yr (8.8 t/yr from diesel and 0.5 t/yr from gasoline cars). This is 4% of current particulate matter emissions from passenger cars in Styria.
- Reaching the European target of 10% renewable fuels in the passenger car sector by 2020 is possible with 30,700 electric-vehicles, if the share of the additional electricity is above 50% from renewable energy and the same amount of transportation biofuel used as today. This is possible because the renewable electricity is counted with a factor of 2.5.
- The Styrian economy has a great potential for job creation (e.g., "Green Jobs") in all areas of the value chain during the life cycle of an electric-vehicle. The areas where job creation will be particularly interesting are:
  - Automotive/Mobility,
  - Energy and Environmental Technology and Renewable Energy,
  - Engineering/Construction and
  - Telecommunications/IT/New Media/Electronic.

# 1 Einleitung

## 1.1 Motivation

Elektro-Fahrzeuge haben neben Biotreibstoffen das Potential zu einer bedeutenden Substitution von diesel- und benzinbetriebenen Fahrzeugen und können, wenn Strom aus erneuerbarer Energie verwendet wird, einen wesentlichen Beitrag zu einer deutlichen Reduktion der Treibhausgas-Emissionen (THG-Emissionen) und auch der lokalen Feinstaubemissionen im Transportsektor leisten. In Österreich und der Steiermark sind im Jahr 2009 bereits 7% Biotreibstoffe vor allem als Beimischung zu Benzin und Diesel auf dem Markt. Nach den europäischen Vorgaben in der Richtlinie für erneuerbare Energie (Europäisches Parlament, 2009) soll der Anteil erneuerbarer Treibstoffe im Jahr 2020 10% betragen. In dieser Richtlinie ist festgelegt, dass Elektro-Fahrzeuge mit einem Faktor 2,5 bewertet werden können, sofern die Elektrizität nachweislich aus erneuerbarer Energie stammt.

Da die Steiermark große Potentiale an Biomasse und erneuerbarer Elektrizität besitzt, können zukünftig Biotreibstoffe und Elektromobilität einen bedeutenden Beitrag zu einem nachhaltigen Transportsektor in der Steiermark leisten.

## 1.2 Zielsetzung

Das Projektziel war es, die zukünftigen Perspektiven für die Einführung von Elektro-Fahrzeugen in der Steiermark zu analysieren. Hierbei werden neben der Vernetzung und dem Informationsaustausch der Steirischen Akteure, Szenarien für die Elektromobilität in der Steiermark bis 2020 erarbeitet.

Ausgehend von den Vorarbeiten zum „Nationalen Einführungsplan Elektromobilität“ des BMVIT (BMVIT, 2010), die am 14. März 2010 veröffentlicht wurden, werden diese Szenarien für die Steiermark entwickelt. Der Schwerpunkt wird dabei auf die ersten interessantesten Anwendungsbereiche der Elektro-Mobilität gelegt, z.B. Pendler in Vernetzung mit der S-Bahn, öffentliche und betriebliche Flotten. Diese Anwendungsbereiche sind insofern interessant, als dass sie einen Großteil der Bevölkerung und der Stakeholder ansprechen und zusätzlich ein hohes Bedürfnis nach Mobilität aufweisen. Dieses hohe Bedürfnis nach Mobilität birgt ein hohes Potential konventionell mit Diesel- bzw. Benzin-PKW gefahrene Kilometer mit einem Elektro-Fahrzeug durch elektrisch gefahrene Kilometer zu ersetzen und so zu einer Reduktion der THG- und Partikel-Emissionen im PKW-Sektor in der Steiermark beizutragen.

Basierend auf Lebenszyklusanalysen werden die möglichen Reduktionen der Treibhausgas- und Partikel-Emissionen, der zusätzliche Strom- und Leistungsbedarf sowie die Kosten der Elektromobilität ermittelt und im Vergleich zu Benzin und Diesel bewertet. Zusätzlich wird der Bedarf zum schrittweisen Aufbau der entsprechenden Infrastruktur z.B. Ladestationen erarbeitet. Des Weiteren werden die Chancen und Herausforderungen der Elektromobilität für die Steirische Wirtschaft untersucht sowie die Möglichkeit in der Wertschöpfungskette der Elektromobilität zusätzliche Green Jobs zu schaffen.



## 2 Ausgangslage

### 2.1 Szenarien für Elektro-Fahrzeuge in Österreich

Für die breite Einführung von Elektro-Fahrzeugen in Österreich gibt es unterschiedliche Szenarien. Im März 2010 wurden Vorarbeiten zum „Nationalen Einführungsplan Elektromobilität“ des BMVIT (BMVIT, 2010) veröffentlicht. Diese Vorarbeiten bilden die Grundlage für die Erstellung des „Nationalen Einführungsplans Elektromobilität“ unter Beteiligung der relevantesten Stakeholder z.B. Auto(verkäufer), Stromversorger, Konsumenten, Betriebe, Verwaltung und Forschung. Der Einführungsplan ist strategisch langfristig ausgerichtet und soll jene Dimensionen vorgeben, die für eine erfolgreiche Realisierung zu berücksichtigen sind (BMVIT, 2010). Konkrete Zahlen der zukünftigen Durchdringung mit Elektro-Fahrzeugen in Österreich wurden nicht genannt.

Die Initiative „austrian mobile power“ als branchenübergreifendes Netzwerk von österreichischen Unternehmen aus den Bereichen Automobilindustrie, Energieerzeugung, Forschung und Anbietern von Energietechnologien geht für Österreich von einem Flottenbestand von 200.000 Elektro-Fahrzeugen im Jahr 2020 aus (amp, 2011).

Das Umweltbundesamt veröffentlichte 2010 einen Bericht zum Thema „Elektromobilität in Österreich – Szenario 2020 und 2050“ (UBA, 2010a). Darin werden erreichbare Potentiale von Elektro-Fahrzeugen bis 2020 und bis 2050 unter der Voraussetzung von günstigen politischen, wirtschaftlichen und technischen Bedingungen zur Einführung und Entwicklung dargestellt. Bis zum Jahr 2020 wird unter sehr günstigen Randbedingungen von einem Flottenbestand von bis zu 210.000 Elektro-Fahrzeugen (Abbildung 2) ausgegangen, dies entspricht einem Anteil von 4% der österreichischen Gesamtfahrzeugflotte. Im Rahmen der Szenarien wurde der Anteil der Elektro-Fahrzeuge am Flottenbestand über den Anteil der Elektro-Fahrzeuge an den jährlichen Neuzulassungen kontinuierlich erhöht. Bis zum Jahr 2020 wird von einem Anteil der Elektro-Fahrzeuge an den Neuzulassungen von etwa 17% ausgegangen (Abbildung 1) (UBA, 2010a).

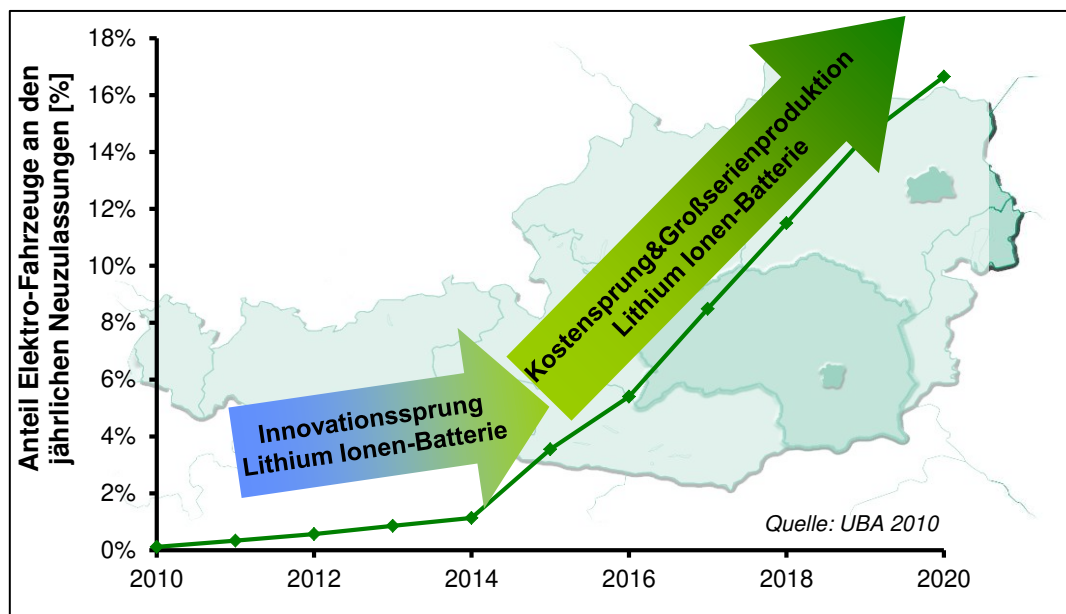


Abbildung 1: Entwicklung des Anteils von Elektro-Fahrzeugen an den jährlichen Neuzulassungen in Österreich 2010-2020 (Datenbasis: UBA, 2010a)

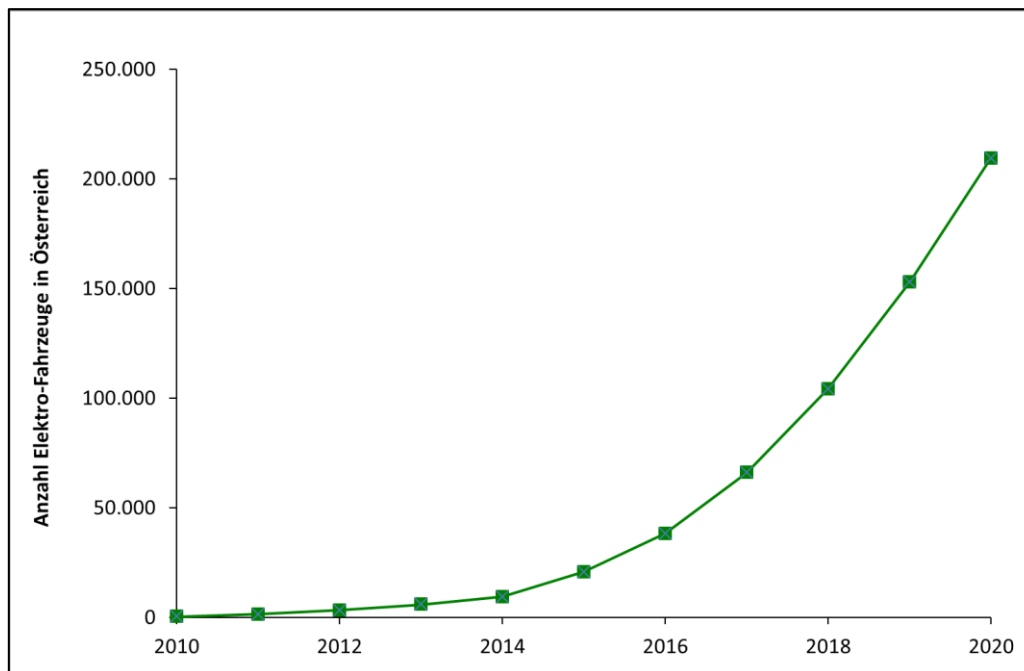


Abbildung 2: Anzahl Elektro-Fahrzeuge in Österreich 2010-2020 (Datenbasis: UBA, 2010a)

## 2.2 Merkmale der Bezirke in der Steiermark

Das Bundesland Steiermark ist mit einer Fläche von 16.401 km<sup>2</sup> das zweitgrößte Bundesland Österreichs (83.879 km<sup>2</sup>) und hat 1,2 Mio. Einwohner (Stand: 1.1.2009). Die Landeshauptstadt ist Graz mit einer Fläche von 127,5 km<sup>2</sup>, einer Einwohnerzahl von 0,25 Mio. (Stand: 1.1.2009) und einer Bevölkerungsdichte von 1.992 Einwohnern/km<sup>2</sup> (Land Steiermark, 2011). [Abbildung 3](#) zeigt einen Überblick über das Land Steiermark und seine 17 Bezirke (in Klammer Bezeichnung der Bezirke laut KFZ-Kennzeichen):

1. Graz (G)
2. Bruck an der Mur (BM)
3. Deutschlandsberg (DL)
4. Feldbach (FB)
5. Fürstenfeld (FF)
6. Graz-Umgebung (GU)
7. Hartberg (HB)
8. Judenburg (JU)
9. Knittelfeld (KF)
10. Leibnitz (LB)
11. Leoben (LE, LN)
12. Liezen (LI, GB, BA)
13. Mürzzuschlag (MZ)
14. Murau (MU)
15. Radkersburg (RA)
16. Voitsberg (VO)
17. Weiz (WZ)





Abbildung 3: Überblick über die 17 steirischen Bezirke (Land Steiermark, 2011)

Tabelle 1 gibt einen Überblick über die wesentlichen statistischen Merkmale der 17 Bezirke, die im Rahmen des Projekts zur Auswahl von Szenarien für die frühe Einführung von Elektro-Fahrzeugen in der Steiermark herangezogen wurden. Als Datenbasis wurden die Jahre 2001, 2008 und 2009 herangezogen. Die wesentlichen statistischen Merkmale sind:

- Einwohneranzahl
- Bevölkerungsdichte [Einwohner/km<sup>2</sup>]
- Steuerkraftquote [€]
- Erwerbsquote der 15-64 Jährigen [%]
- Anzahl der Gemeinde-Auspendler
- Anzahl der Gemeinde-Auspendler mit einem KFZ
- Haushalte pro Wohngebäude
- KFZ-Neuzulassungen pro Jahr
- KFZ-Neuzulassungen pro 1.000 Einwohner
- PKW-Neuzulassungen
- PKW & Kombi Dichte pro 1.000 Einwohner
- KFZ-Bestand
- S-Bahn-Anschluss des Bezirks

Tabelle 1: Merkmale der 17 steirischen Bezirke (Datenbasis: Land Steiermark, 2011)

Bezirk	Einwohner 2009	Bevölkerungsdichte 2009 [Einwohner/km²]	Steuerkraftquote 2009 [€]	Erwerbsquote 15 - 64 Jährigen 2008 [%]	Gemeinde-Auspendler 2001	Gemeinde-Auspendler KFZ 2001	Haushalte pro Wohngebäude 2001	KFZ Neuzulassungen 2009	KFZ Neuzulassungen 2009 [je 1.000 Einwohner]	PKW Neuzulassungen 2009	PKW & Kombi Dichte 2009 [je 1.000 Einwohner]	KFZ-Bestand insgesamt 2009	S-Bahn
G	253.994	1.992	1.540	67,6	17.112	11.348	3,6	13.611	54	10.860	469,0	150.649	ja
BM	63.145	48	1.110	71,7	15.392	10.503	2,1	3.222	51	2.540	519,7	42.928	ja
DL	61.054	71	926	75,0	19.281	14.229	1,2	3.014	49	2.206	595,2	53.749	ja
FB	67.344	92	928	77,4	21.809	16.188	1,2	2.898	43	2.043	612,9	65.801	ja
FF	22.945	87	999	77,4	6.827	5.036	1,3	988	43	739	604,4	20.809	nein
GU	141.226	128	974	75,8	48.344	36.154	1,3	6.465	46	4.458	590,1	116.323	ja
HB	67.286	70	863	77,0	20.944	14.138	1,2	3.137	47	2.181	620,5	62.765	nein
JU	45.681	42	998	71,9	11.459	7.927	1,8	2.009	44	1.577	523,5	31.503	nein
KF	29.333	51	918	71,7	8.067	5.705	2,0	1.184	40	897	533,9	20.703	nein
LB	76.957	113	884	75,3	25.042	17.781	1,2	4.127	54	2.874	589,3	68.118	ja
LE	64.253	58	1.059	69,9	14.757	9.892	2,5	2.998	47	2.381	509,4	42.291	ja
LI	80.603	25	993	73,9	19.201	12.724	1,4	3.950	49	3.060	534,7	61.837	nein
MZ	40.855	48	1.097	71,5	10.328	6.661	1,7	1.877	46	1.479	521,6	28.721	ja
MU	29.918	22	901	73,7	8.682	4.779	1,2	1.116	37	789	549,8	23.806	nein
RA	23.186	69	896	76,0	7.057	5.200	1,1	1.067	46	757	595,9	22.789	ja
VO	52.687	78	867	73,2	16.064	12.099	1,4	2.348	45	1.796	581,2	42.205	ja
WZ	87.012	81	1.007	77,8	26.985	19.749	1,3	4.126	47	2.892	603,7	78.013	ja
<b>Steiermark</b>	<b>1.207.479</b>	<b>74</b>	<b>998</b>	<b>73,9</b>	<b>297.351</b>	<b>210.113</b>	<b>2</b>	<b>58.137</b>	<b>46,3</b>	<b>43.529</b>	<b>562,0</b>	<b>933.010</b>	

## 2.3 Mobilität in der Steiermark

In der Steiermark werden über 60% der Wege (Modal-Split) mit dem motorisierten Individualverkehr (52% KFZ-Lenker, 11% KFZ-Mitfahrer) zurückgelegt. 20% der Wege werden zu Fuß, 13% mit dem öffentlichen Verkehr und 4% mit dem Fahrrad zurückgelegt (Abbildung 4). Elektro-Fahrzeuge sollen vor allem KFZ-Lenker ansprechen.

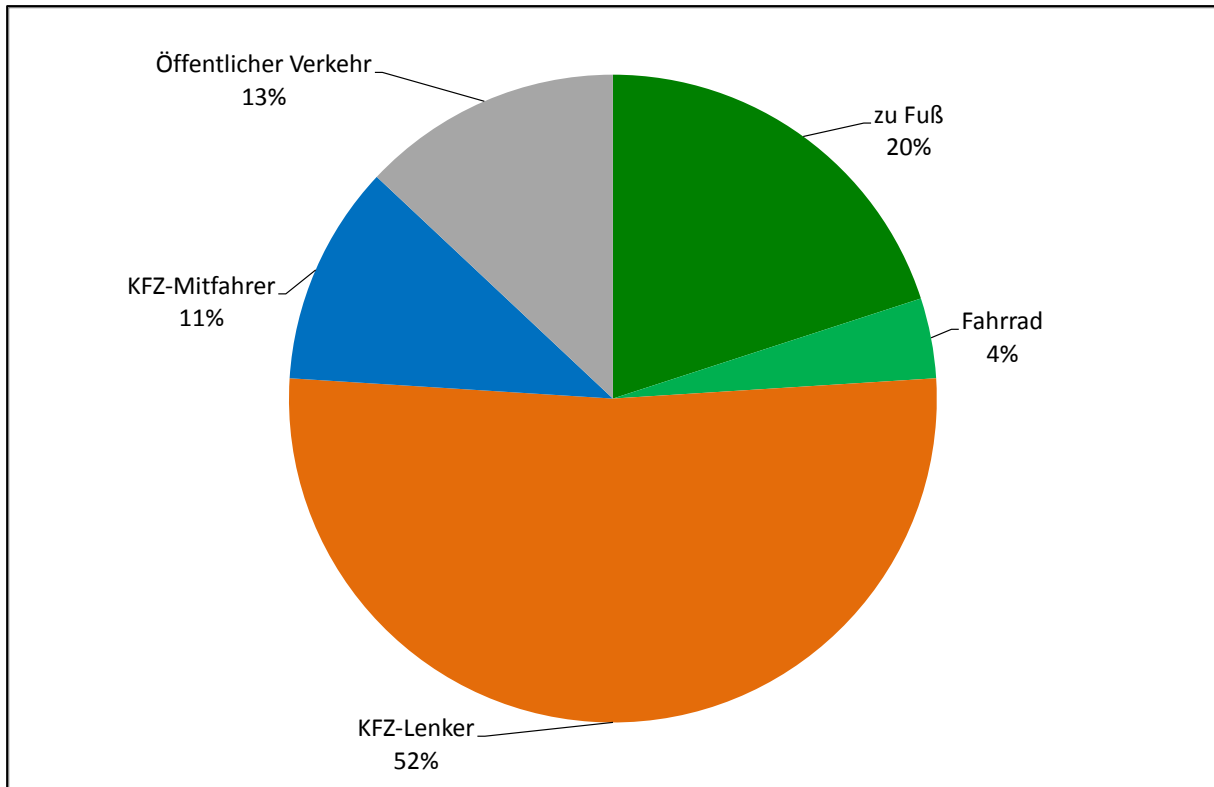


Abbildung 4: Modal-Split in der Steiermark (Datenbasis: Land Steiermark, 2008)

Abbildung 5 zeigt die Verteilung des Modal-Splits in Abhängigkeit der Altersklassen in Österreich. Es ist zu erkennen, dass sich der Anteil der Wege, die zu Fuß, mit dem Fahrrad und den öffentlichen Verkehrsmitteln zurückgelegt werden, bei der nicht erwerbstätigen Bevölkerung (6 bis 15 Jahre & 66 Jahre und älter) stärker ausgeprägt ist. Mit zunehmender Erwerbstätigkeit steigt der Anteil der mit dem KFZ zurückgelegten Wege von 41% (16 bis 25 Jährige) auf einen Anteil von 56% (36 bis 45 Jährige) an. Der Modal-Split für gesamt Österreich setzt sich wie folgt zusammen:

- 51% aus motorisiertem Individualverkehr (40% KFZ-Lenker, 11% KFZ-Mitfahrer),
- 27% aus zu Fuß zurückgelegten Wegen,
- 17% aus öffentlichem Verkehr und
- 5% aus mit dem Fahrrad zurückgelegten Wegen zusammen.

Hier zeigt sich, dass die erwerbstätige Bevölkerung im Alter von 16 bis 55 Jahren eine interessante Zielgruppe für Elektro-Fahrzeuge ist.

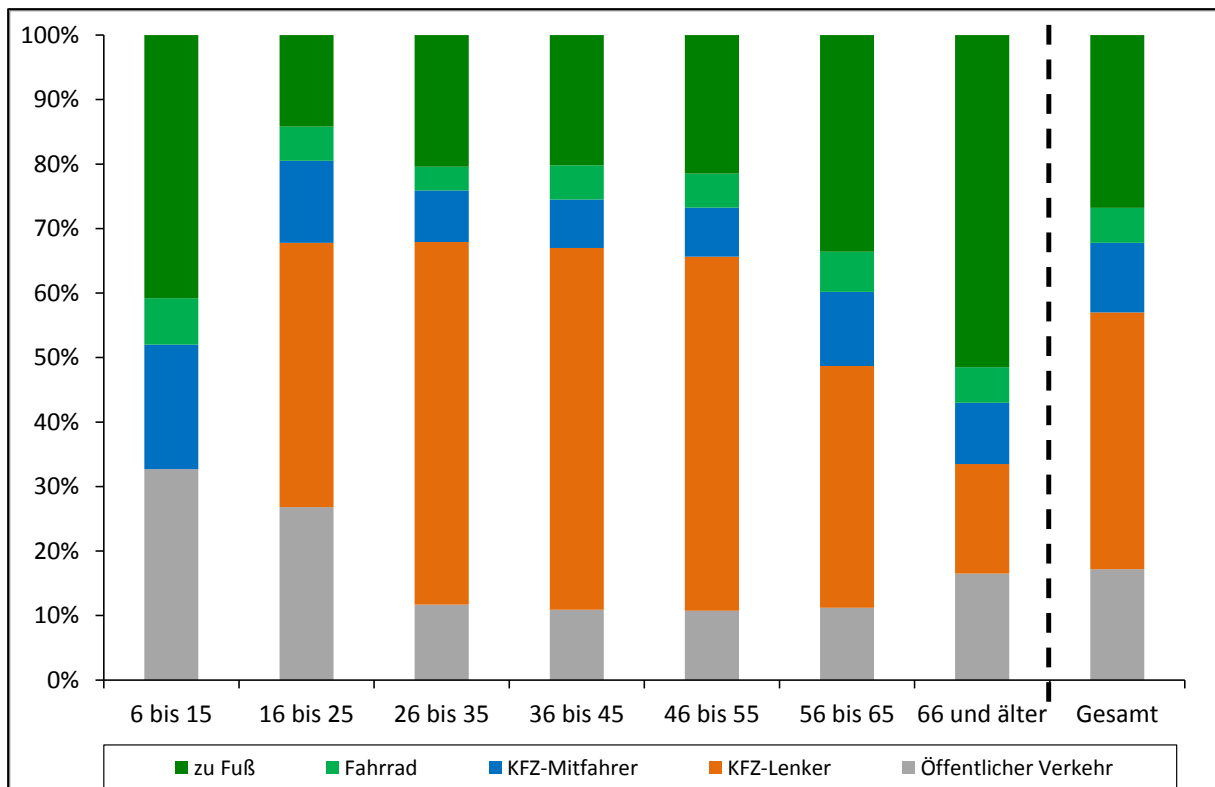


Abbildung 5: Modal-Split nach Altersklassen in Österreich 1995 (Datenbasis: BMVIT, 2007)

Abbildung 6 zeigt den Anteil der zurückgelegten Wege aufgeschlüsselt nach Verkehrsmittel und Wegezweck für Österreich. Je nach Wegezwecke variiert die Wahl des Verkehrsmittels stark. 63% der Wege zum Zweck des täglichen Pendelns vom Wohnort zum Arbeitsplatz werden mit dem motorisierten Individualverkehr (57% KFZ-Lenker, 6% KFZ-Mitfahrer) zurückgelegt. Im Bereich der dienstlichen bzw. geschäftlichen Wege dominiert auch der Anteil des motorisierten Individualverkehrs mit 79% (73% KFZ-Lenker, 6% KFZ-Mitfahrer). Private Erledigungen und Einkäufe werden zu 48% mit dem motorisiertem Individualverkehr (37% KFZ-Lenker, 11% KFZ-Mitfahrer), zu 37% zu Fuß oder zu 6% mit dem Rad erledigt. Der Ausbildungsverkehr wird zum Großteil mit öffentlichen Verkehrsmitteln (45%), zu Fuß (33%) oder mittels motorisierten Individualverkehrs (7% KFZ-Lenker, 10% KFZ-Mitfahrer) zurückgelegt. Ein interessantes Potential zur Einführung von Elektro-Fahrzeugen ist bei Wegzwecken mit einem hohen Anteil an motorisiertem Individualverkehr gegeben. Ausgehend vom Modal-Split der unterschiedlichen Wegezwecke vor allem im Bereich der Pendler-Wege und den dienstlich- bzw. geschäftlichen-Wegen.

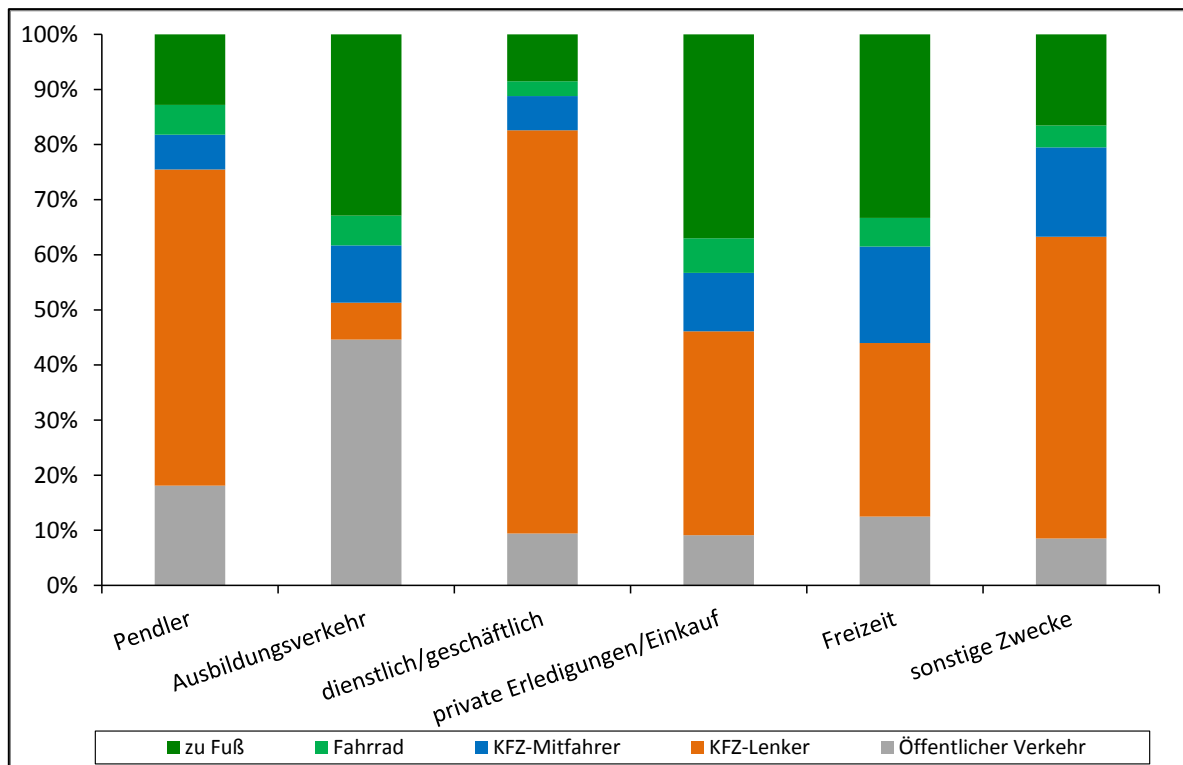


Abbildung 6: Anteil der Wege nach Modal-Split und Wegezweck in Österreich 1995 (Datenbasis: BMVIT, 2007)

## 2.4 Fahrzeugbestand in der Steiermark

Abbildung 7 zeigt die Entwicklung des KFZ-Bestands, unterteilt in PKW und sonstige KFZ, in der Steiermark in den Jahren von 1982 bis 2009. Im Jahr 1982 waren 556.000 KFZ (359.000 PKW und 197.000 sonstige KFZ) in der Steiermark zugelassen. Im Jahr 2009 waren es 933.000 KFZ (664.000 PKW und 269.000 sonstige KFZ), dies entspricht einer Zunahme des KFZ-Bestands zwischen 1982 und 2009 von rund 72%. Bezogen auf den PKW-Bestand entspricht dies einer Zunahme von 90%.

Abbildung 8 zeigt die Entwicklung der jährlichen KFZ-Neuzulassungen, unterteilt in PKW und sonstige KFZ, in der Steiermark im Zeitraum 1982 bis 2009. Im Jahr 1982 wurden insgesamt 43.300 KFZ (28.600 PKW und 14.700 sonstige KFZ) neuzugelassen. Im Jahr 2009 waren es 58.100 KFZ (43.500 PKW und 14.600 sonstige KFZ).

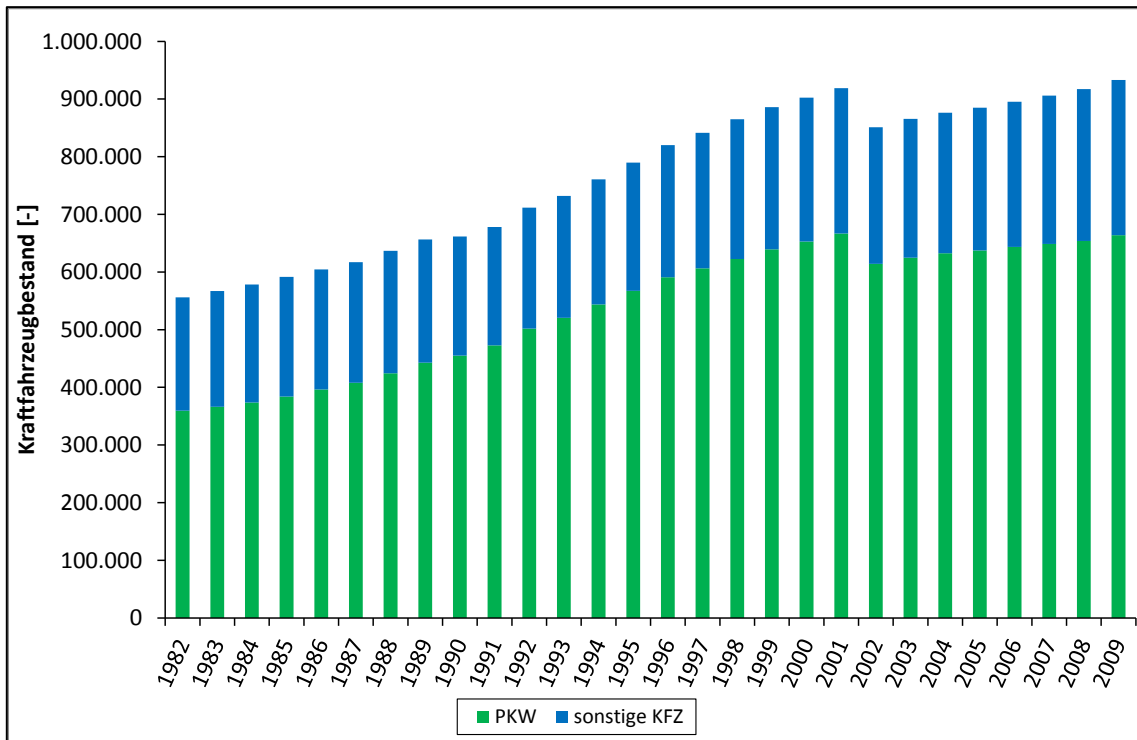


Abbildung 7: Entwicklung des KFZ-Bestands in der Steiermark 1982-2009 (Datenbasis: Land Steiermark, 2011)

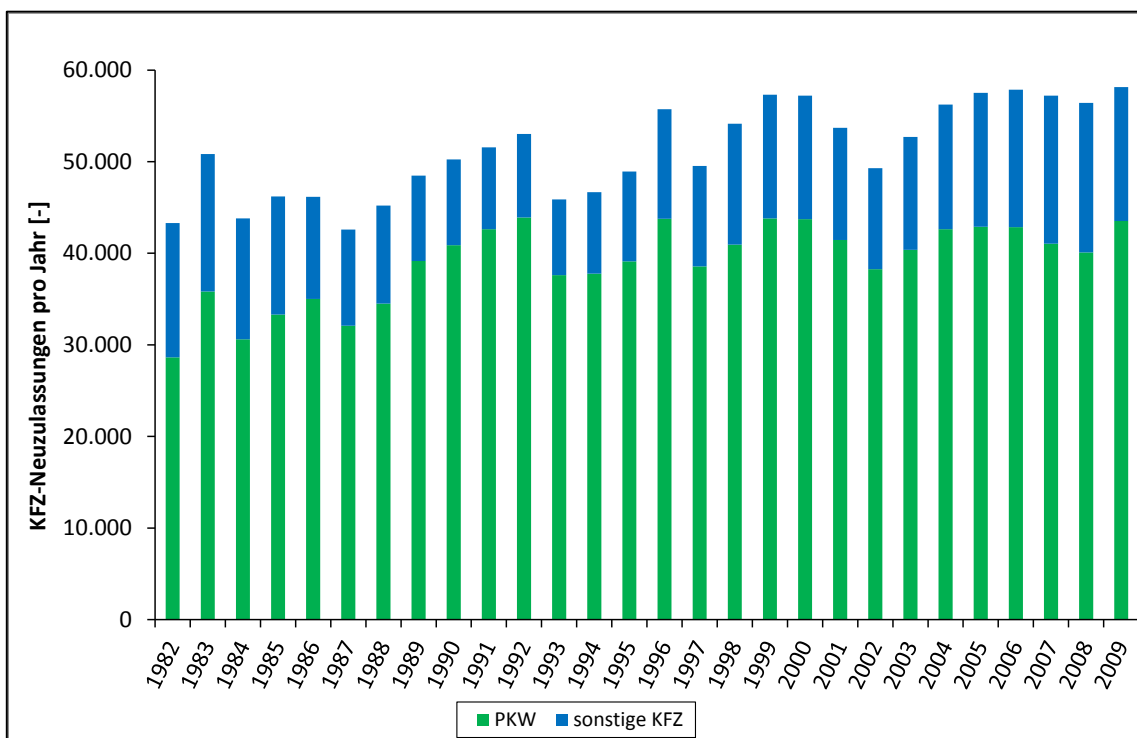


Abbildung 8: Jährliche KFZ-Neuzulassungen in der Steiermark 1982-2009 (Datenbasis: Land Steiermark, 2011)

## 2.5 Energiebedarf des Verkehrs in der Steiermark

Der Energiebedarf für den Verkehrssektor betrug in der Steiermark im Jahr 2007 43 PJ (Klimaschutzplan Steiermark, 2010), im Vergleich dazu in Österreich 392 PJ (Statistik, Austria 2010a). Abbildung 9 zeigt die Anteile der unterschiedlichen Verkehrsmittel am Energiebedarf im Verkehrssektor in Österreich. 38% des Energiebedarfs entfielen auf PKW, 25% auf LKW und Busse, 19,4% auf den Kraftstoffexport im Fahrzeugtank („Tanktourismus“), 10% auf den Flugverkehr, 4% auf die Eisenbahn, 3% auf den Transport in Rohrfernleitungen (Pipelines), 1% auf den Bereich Mofa und Motorrad und 0,3% auf den Bereich der Binnenschifffahrt.

Ausgehend von dieser Verteilung wurde die Verteilung des Energiebedarfs von 43 PJ aus dem Jahr 2007 für den Verkehrssektor in der Steiermark auf die einzelnen Verkehrsmittel vereinfacht ermittelt (Abbildung 10). Auf PKW in der Steiermark entfallen somit 16,1 PJ/a. Dieser Bereich ist somit für die Einführung von Elektro-Fahrzeugen besonders interessant.

Für Straßenverkehrsfahrzeuge (PKW, LKW, Busse, Mofa, Motorrad, Kraftstoffexport im Fahrzeugtank) erfolgte die Bereitstellung des Energiebedarfs von 35,2 PJ durch 71% Diesel, 22% Benzin und 7% Biotreibstoffe (Beimischung von Biodiesel und Bioethanol) bereitgestellt (Abbildung 11).

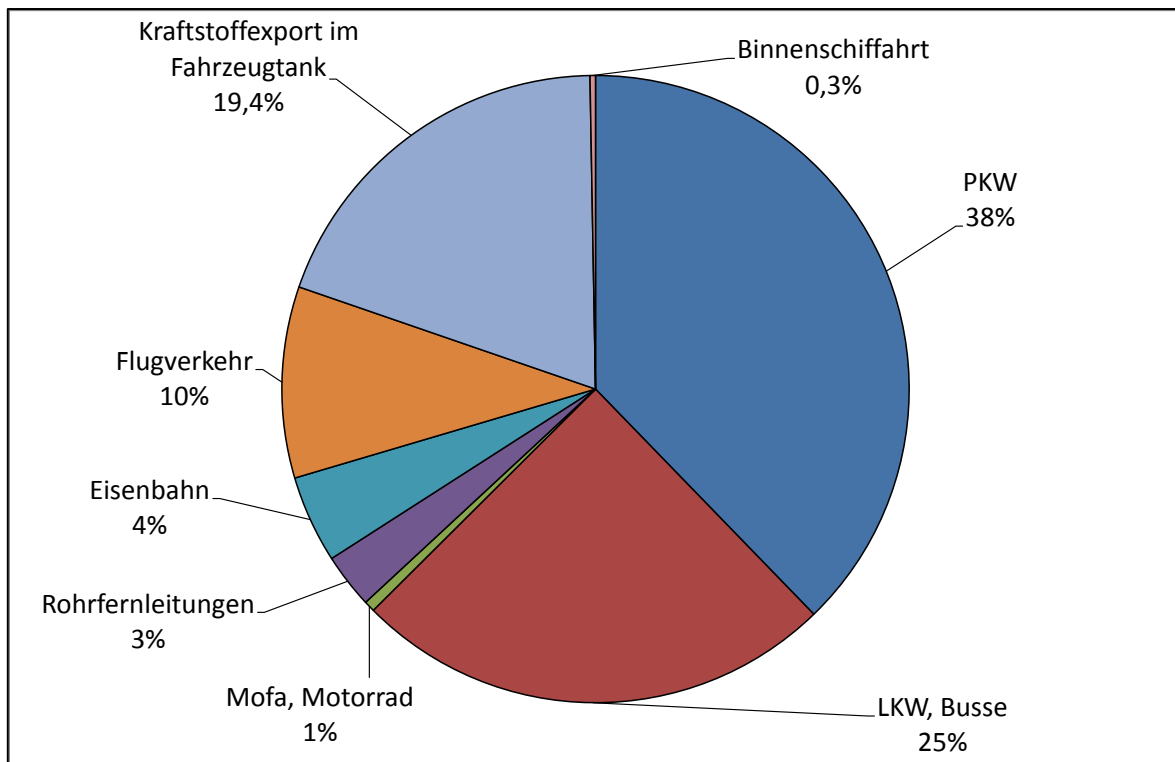
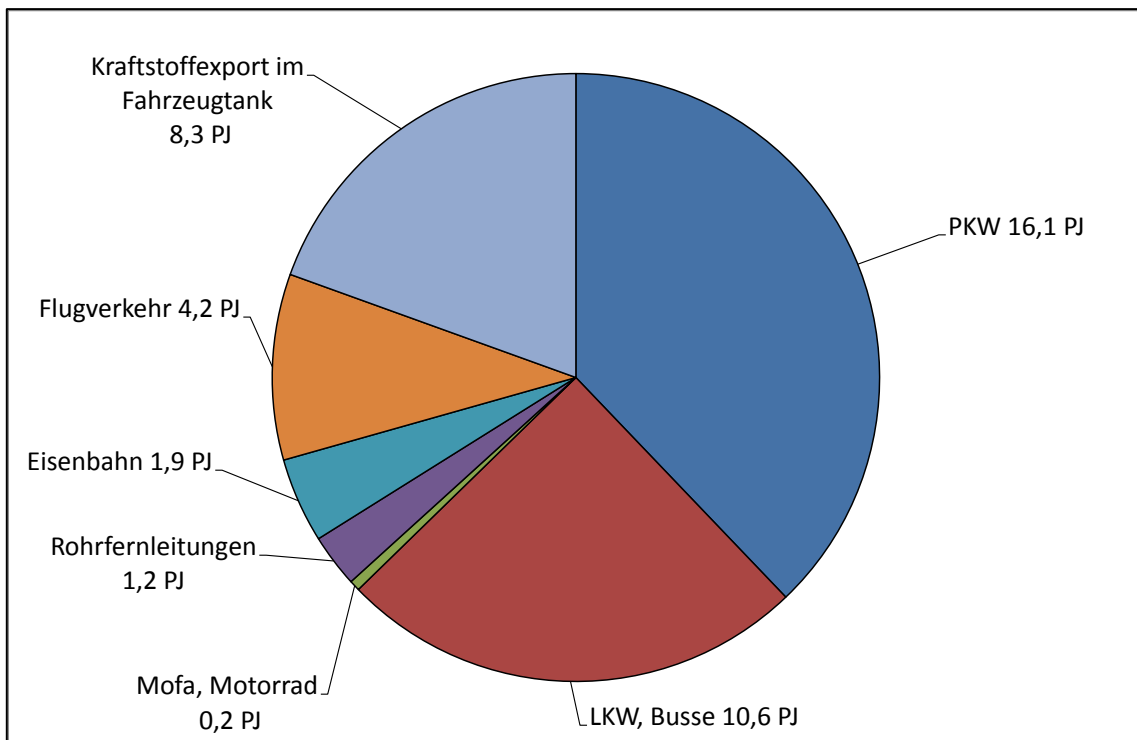
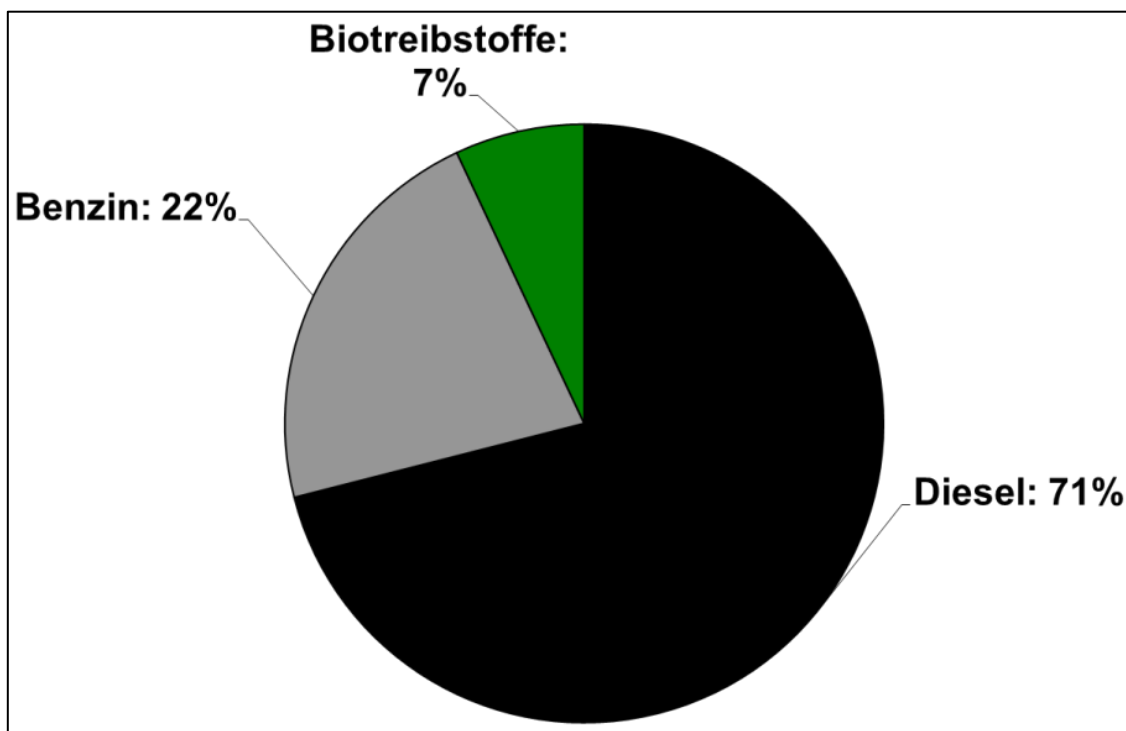


Abbildung 9: Anteile der Verkehrsmittel am Energiebedarf im Verkehrssektor in Österreich (Datenbasis: Pucher, 2010)



**Abbildung 10:** Verteilung des End-Energiebedarfs im Verkehrssektor in der Steiermark (Datenbasis: Klimaschutzplan Steiermark, 2010)

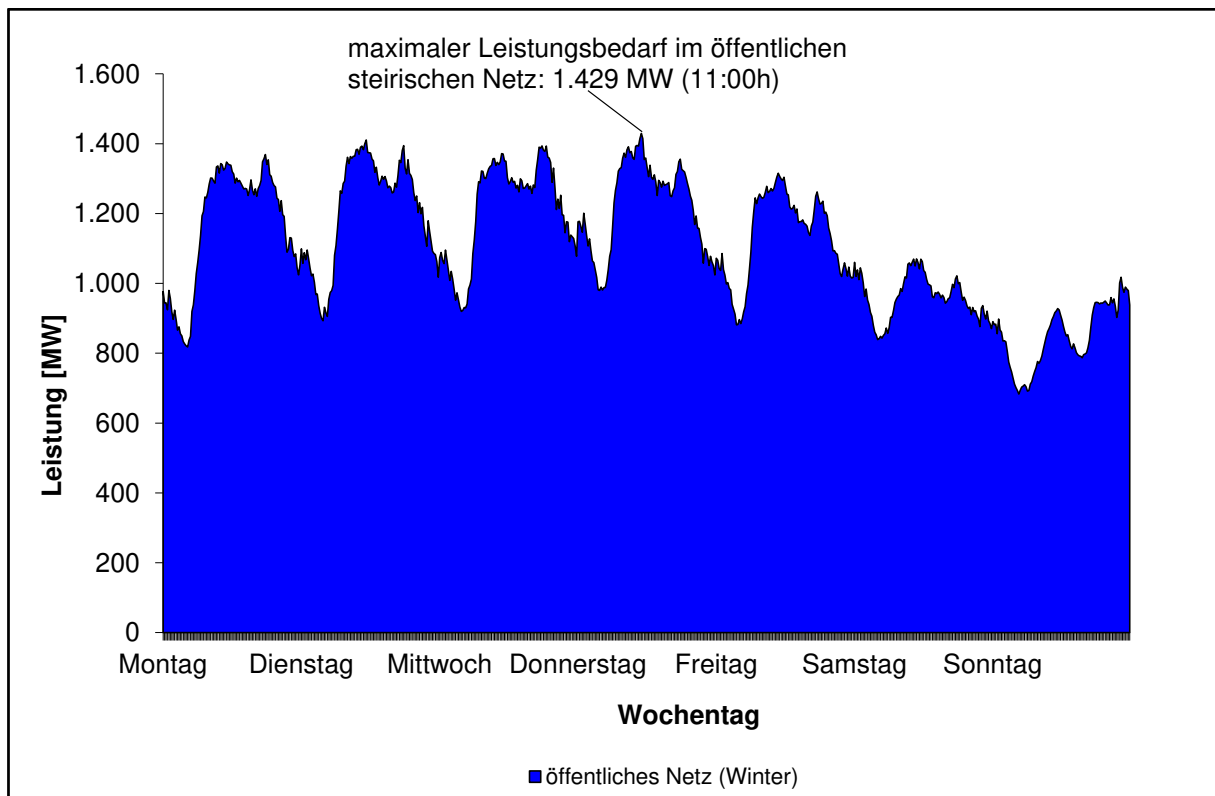


**Abbildung 11:** Anteile der Treibstoffe für Straßenverkehrsfahrzeuge des Verkehrssektor in der Steiermark 2009 (Datenbasis Österreich: UBA, 2010b)



## 2.6 Strombedarf und Stromerzeugung aus erneuerbarer Energie in der Steiermark

Der Betrieb von Elektro-Fahrzeugen erfordert die Erzeugung zusätzlicher elektrischer Energie, die zur Maximierung der Umweltvorteile vorwiegend aus erneuerbaren Energiequellen erzeugt werden soll. Der derzeitige Strombedarf in der Steiermark betrug im Jahr 2009 etwa 8.300 GWh/a (e-control, 2010). Der maximale Leistungsbedarf ([Abbildung 12](#)) während einer typischen Winterwoche im öffentlichen steirischen Netz betrug im Jahr 2010 1.429 MW um 11:00 Uhr. Die Abendspitze betrug 1.393 MW um 18:30 Uhr (Energie Steiermark, 2010).



**Abbildung 12:** Leistung im öffentlichen steirischen Netz in einer Winterwoche 2010 (Datenbasis: Energie Steiermark, 2010)

[Abbildung 13](#) zeigt einen Überblick über die Anteile des erneuerbar erzeugten Stroms (ohne Groß-Wasserkraft) in den 17 steirischen Bezirken. In Summe waren im Jahr 2009 985 Anlagen nach dem Ökostromgesetz zur Erzeugung erneuerbaren Stroms mit einer Leistung von 208,6 MW installiert. Diese erzeugten im Jahr 2009 520 GWh erneuerbaren Strom in der Bilanzgruppe der „Abwicklungsstelle für Ökostrom AG“ (OeMAG).

[Abbildung 14](#) zeigt die Anteile der im Jahr 2009 erzeugten erneuerbaren Energiemengen aufgeteilt auf ihre Herkunft. Es ist zu erkennen, dass der Großteil des in der Steiermark in der Bilanzgruppe der OeMAG erzeugten erneuerbaren Stroms aus Klein-Wasserkraft (34%), Biomasse (24%), Biogas (21%) und Wind (19%) stammt.

[Abbildung 15](#) zeigt den Strom-Mix für die Stromaufbringung in der Steiermark für das Jahr 2010.

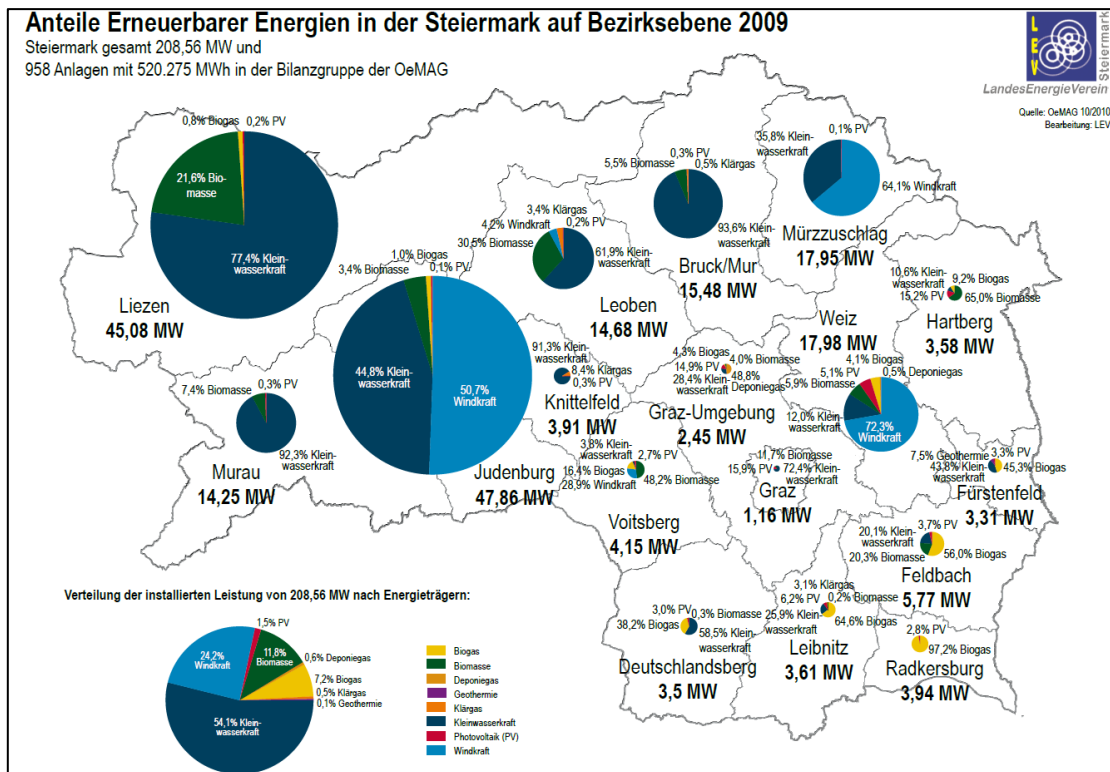


Abbildung 13: Anteile erneuerbarer Energien der Bilanzgruppe der OeMAG in der Steiermark auf Bezirksebene 2009 (LEV, 2010)

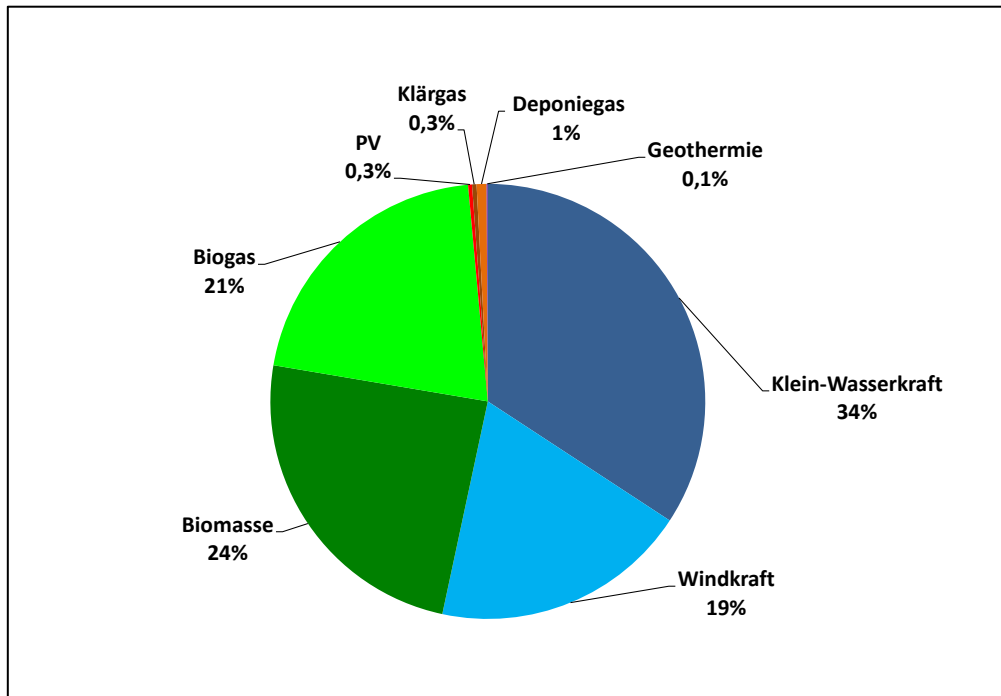


Abbildung 14: Anteile der erzeugten erneuerbaren Energiemengen von 520 GWh ohne Groß-Wasserkraft in der Bilanzgruppe der OeMAG in der Steiermark 2009 (Datenbasis: LEV, 2010)

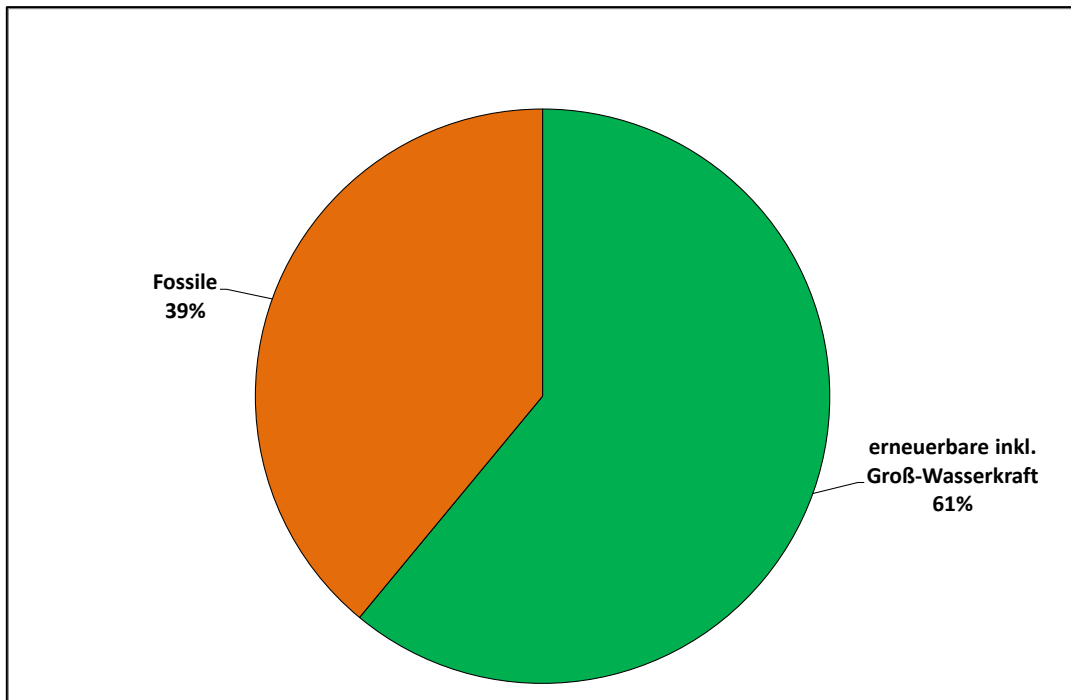


Abbildung 15: Anteile des Strom-Mix für Stromaufbringung in der Steiermark 2010 (Datenbasis: Landesenergiebeauftragter Steiermark, 2011)

In Abbildung 16 sind die Stromgestehungskosten aus neuen Anlagen für erneuerbaren Strom aus verschiedenen Studien zusammengefasst.

Abbildung 17 zeigt die Stromproduktion aus erneuerbaren Energieträgern im Jahr 2007 in Österreich und deren mögliche Ausbaupotentiale bis zum Jahr 2020, sowie deren technisch-wirtschaftliches Ausbaupotential insgesamt.

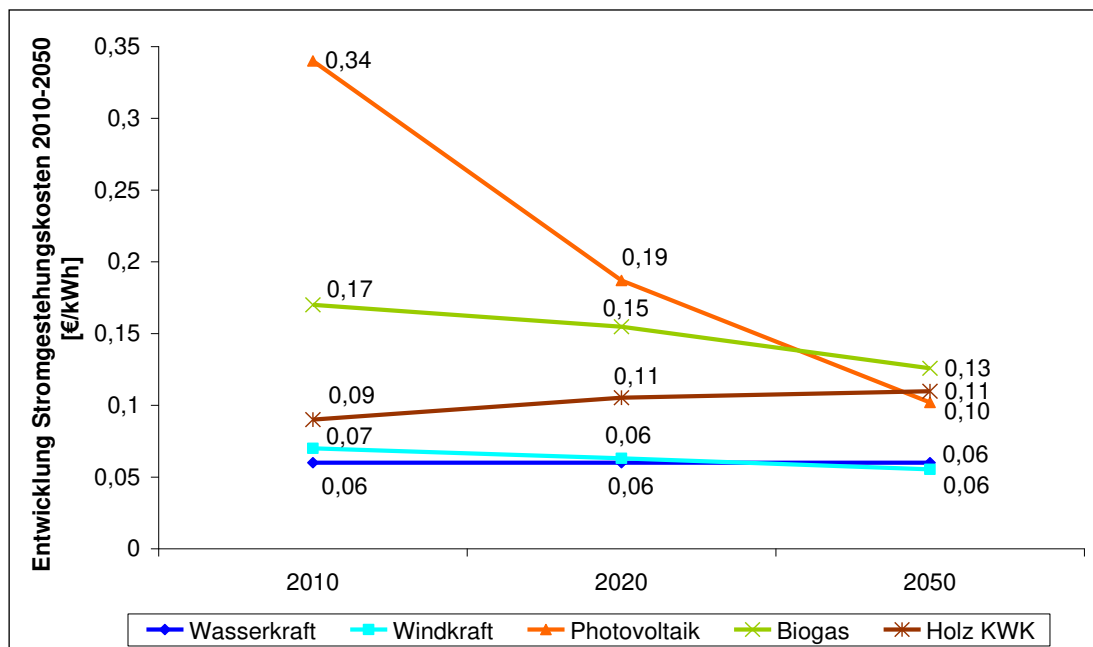


Abbildung 16: Mögliche Entwicklung von Stromgestehungskosten für erneuerbaren Strom bis 2050 (in Beermann et al., 2010 Datenbasis: Nitsch 2004, Nitsch 2007, Fritsche 2004)

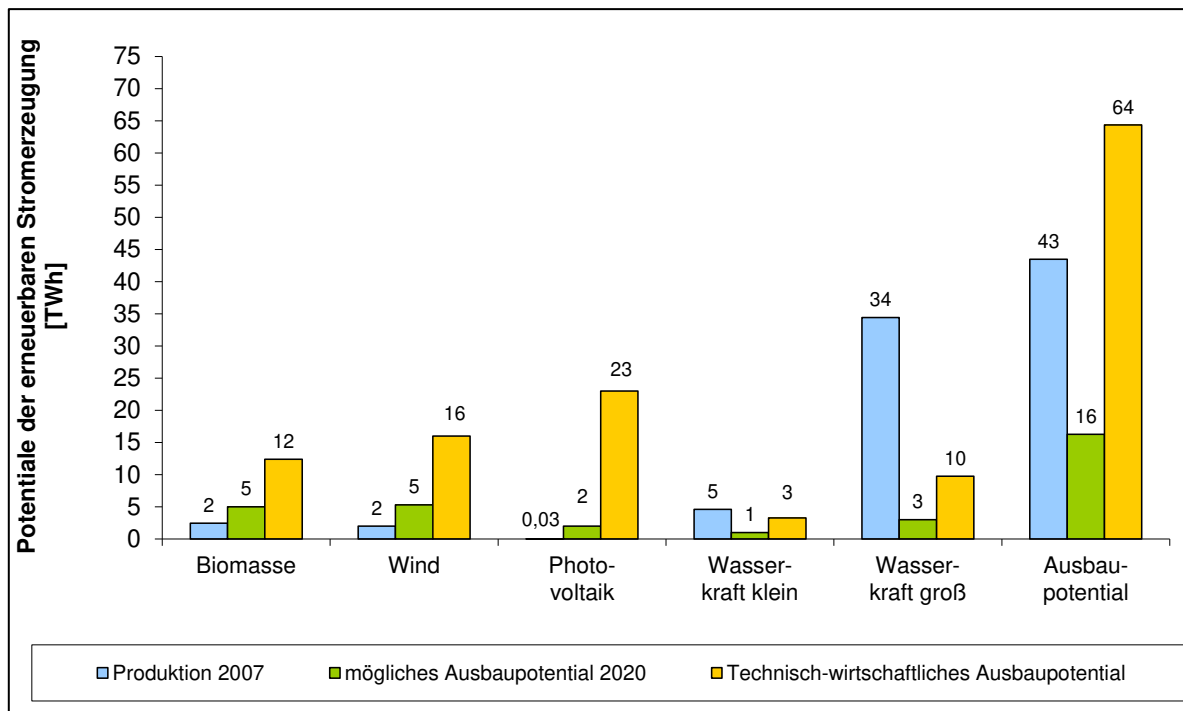


Abbildung 17: Strom aus erneuerbaren Energieträgern in Österreich – Produktion und Ausbaupotentiale (Beermann et al., 2010)

## 2.7 Emissionen in der Steiermark

### 2.7.1 Treibhausgas-Emissionen

Die THG-Emissionen der Steiermark sind von 1990 bis 2007 um 3,3% auf 14,1 Mio. t CO<sub>2</sub>-Äquivalent (CO<sub>2</sub>-Äq) (beinhalten Kohlendioxid- (CO<sub>2</sub>), Methan- (CH<sub>4</sub>) und Lachgas-Emissionen (N<sub>2</sub>O)) angestiegen (Abbildung 18). Wesentliche Treiber für diesen Anstieg sind die Sektoren Verkehr mit einer Zunahme von 51% und Industrie mit einer Zunahme von 27%. Die Abnahme der Treibhausgas-Emissionen im Verkehrssektor von 2005 auf 2006 ist auf den Einsatz von Biokraftstoffen und einen Rückgang des Kraftstoffabsatzes zurückzuführen (UBA, 2009). Im Verkehrssektor stiegen die THG-Emissionen von etwa 1 Mio. t CO<sub>2</sub>-Äq (1990) auf etwa 1,7 Mio. t CO<sub>2</sub>-Äq (2007) an. Im Sektor der Energieversorgung schwankten die THG-Emissionen jährlich aufgrund des unterschiedlichen Einsatzes der thermischen fossilen Kraftwerke und bewegten sich zwischen etwa 1,9 Mio. t CO<sub>2</sub>-Äq (2007) und 2,3 Mio. t CO<sub>2</sub>-Äq (2003).

Im Vergleich dazu sind die THG-Emissionen in Österreich von 1990 bis 2007 um 11% auf 88,0 Mio. t CO<sub>2</sub>-Äq angestiegen (Abbildung 19). 31% der Treibhausgas-Emissionen entfallen auf den Sektor Industrie und 28% auf den Verkehrssektor. Die Treibhausgas-Emissionen im Verkehrssektor stiegen von 1990 bis 2007 um 73% (UBA, 2009).

Abbildung 20 zeigt die Entwicklung der Treibhausgas-Emissionen des Verkehrssektors von 1990 bis 2009 in Österreich. Seit 1990 ist eine Zunahme der Treibhausgas-Emissionen um rund 54% im Verkehrssektor zu verzeichnen. Im Jahr 2009 konnte ein Rückgang von rund 5,4% im Vergleich zum Jahr 2008 festgestellt werden. Dieser Rückgang ist auf eine verminderte Nachfrage nach Gütertransportdienstleistungen, bedingt durch die verminderte Wirtschaftsleistung und auf einen gestiegenen Anteil an Biokraftstoffen, zurückzuführen (UBA, 2011a).

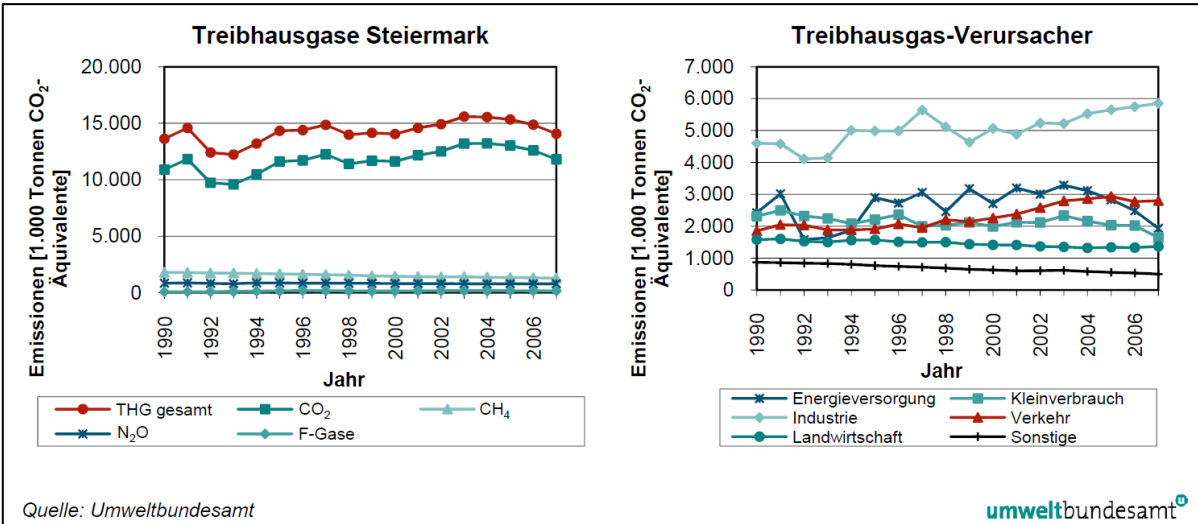


Abbildung 18: Treibhausgas-Emissionen Steiermark und nach Sektoren 1990-2006 (UBA, 2009)

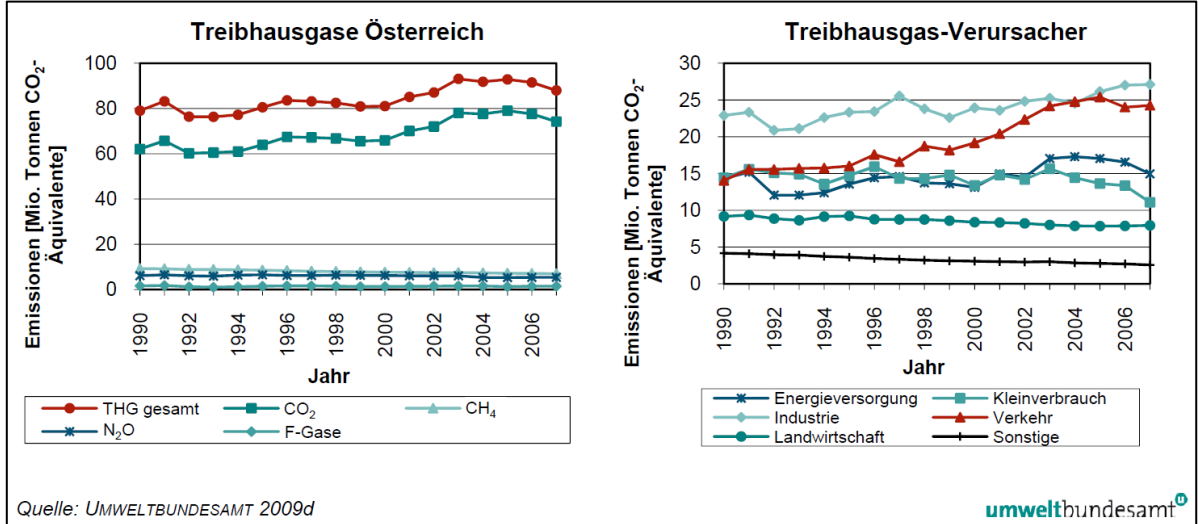
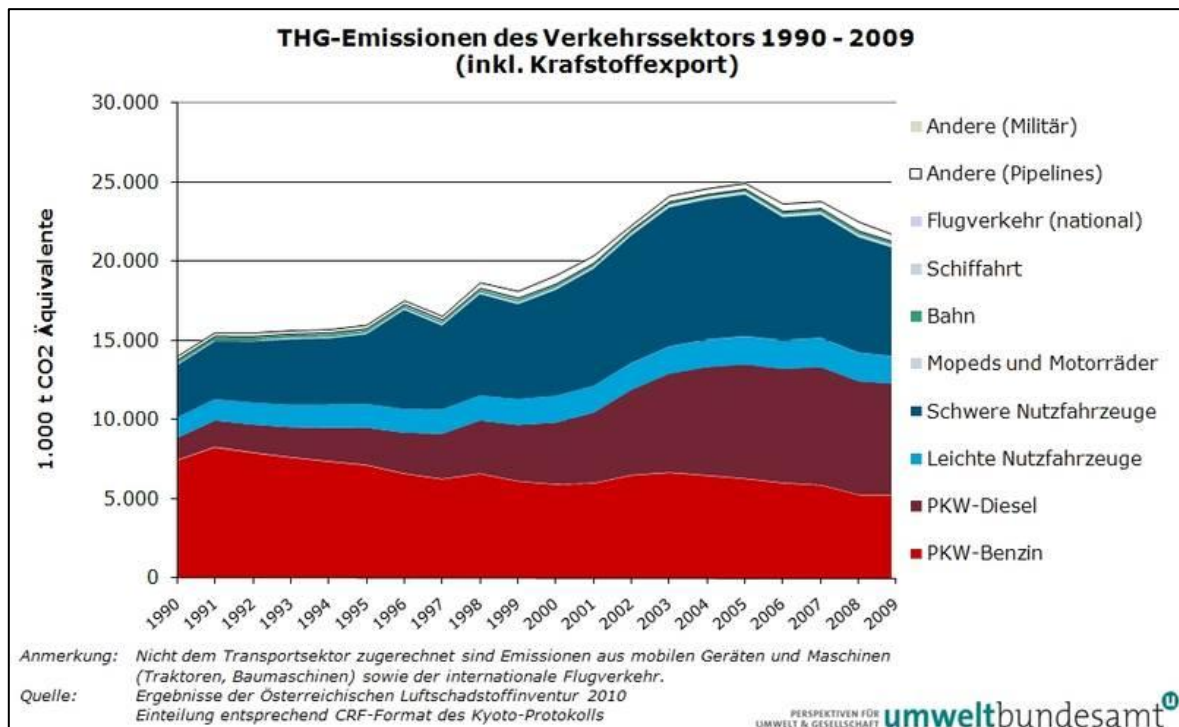


Abbildung 19: Treibhausgas-Emissionen Österreich und nach Sektoren 1990-2006 (UBA, 2009)



**Abbildung 20:** Treibhausgas-Emissionen des Verkehrssektors Österreich 1990-2009 (UBA, 2011a)

## 2.7.2 Partikel-Emissionen

Neben Treibhausgas-Emissionen werden auch Partikel-Emissionen verursacht, diese umfassen auch die Feinstaub-Emissionen. Unter Feinstaub-Emissionen wird ein heterogenes Gemisch partikelförmiger Luftinhalstoffe verstanden. Dabei wird die Feinstaubbelastung anhand der Masse folgender Größen der Staubfraktionen beschrieben:

- PM<sub>2,5</sub>: Die als Feinstaub (PM<sub>2,5</sub>) bezeichnete Staubfraktion enthält 50% der Teilchen mit einem Durchmesser von 2,5 µm (0,0025 mm), einen höheren Anteil kleinerer Teilchen und einen niedrigeren Anteil größerer Teilchen.
- PM<sub>10</sub>: Die als Feinstaub (PM<sub>10</sub>) bezeichnete Staubfraktion enthält 50% der Teilchen mit einem Durchmesser von 10 µm (0,01 mm), einen höheren Anteil kleinerer Teilchen und einen niedrigeren Anteil größerer Teilchen.

Im Jahr 2007 wurden in der Steiermark rund 3.600 t PM<sub>2,5</sub> bzw. 7.500 t PM<sub>10</sub> emittiert ([Abbildung 21](#) und [Abbildung 22](#)). Hauptverursacher der Feinstaub-Emissionen bei den PM<sub>2,5</sub>-Emissionen sind die Kleinverbraucher mit 49% (etwa 1.740 t), gefolgt von der Industrie mit 21% (etwa 770 t) und dem Verkehr mit 19% (etwa 660 t). Bei den PM<sub>10</sub>-Emissionen wurden 45% (etwa 3.400 t) durch die Industrie, gefolgt von den Kleinverbrauchern mit 26% (etwa 1.940 t) und dem Verkehr mit 15% (etwa 1.110 t) emittiert (UBA, 2009).

Die stärksten Zuwächse von 2000 bis 2007 im Bereich der Feinstaub-Emissionen verzeichnete der Sektor Kleinverbrauch mit Emissionszuwächsen von 52 t (PM<sub>2,5</sub>) bzw. 70 t (PM<sub>10</sub>). Im Verkehrssektor sind die Feinstaub-Emissionen seit 2000 um 3,7% (PM<sub>10</sub>) gestiegen bzw. um 3,3% (PM<sub>2,5</sub>) gesunken. Die Zunahme der PM<sub>10</sub>-Emissionen im Verkehrsbereich ist auf die Zunahme an Dieselfahrzeugen zurückzuführen (UBA, 2009).

In Österreich wurden 2007 22.600 t PM<sub>2,5</sub> bzw. 43.000 t PM<sub>10</sub> emittiert ([Abbildung 23](#) und [Abbildung 24](#)), dies entspricht einer Abnahme der PM<sub>2,5</sub>-Emissionen von 1,8% bzw. der PM<sub>10</sub>-Emissionen von 0,9% im Vergleich zum Jahr 2000. Hauptverursacher der PM<sub>2,5</sub>-

Emissionen im Jahr 2007 waren der Sektoren Kleinverbrauch 42%, Verkehr mit 25% und Industrie mit 20%. Die PM10-Emissionen wurden zu 38% durch den Sektor Industrie, zu 25% durch den Sektor Kleinverbrauch und zu 20% durch den Sektor Verkehr verursacht (UBA, 2009).

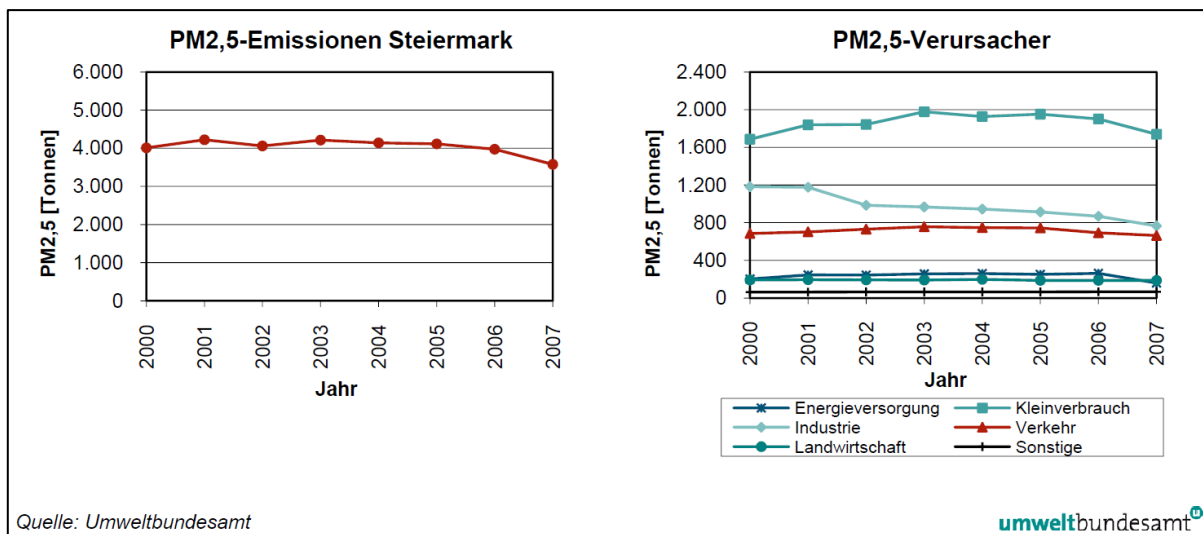


Abbildung 21: PM2,5-Emissionen Steiermark und nach Sektoren 2000-2007 (UBA, 2009)

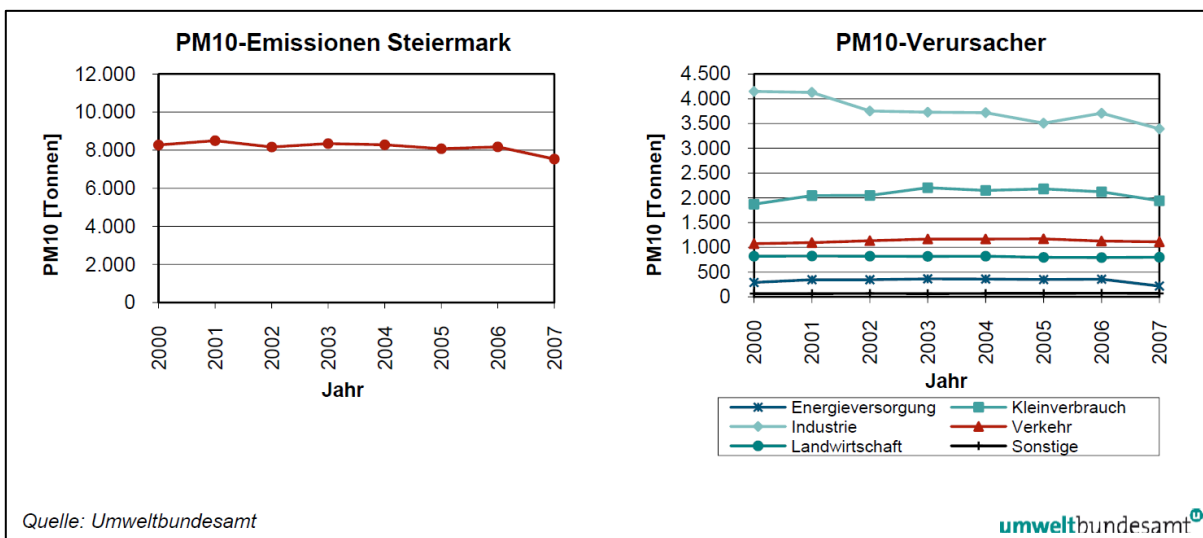


Abbildung 22: PM10-Emissionen Steiermark und nach Sektoren 2000-2007 (UBA, 2009)



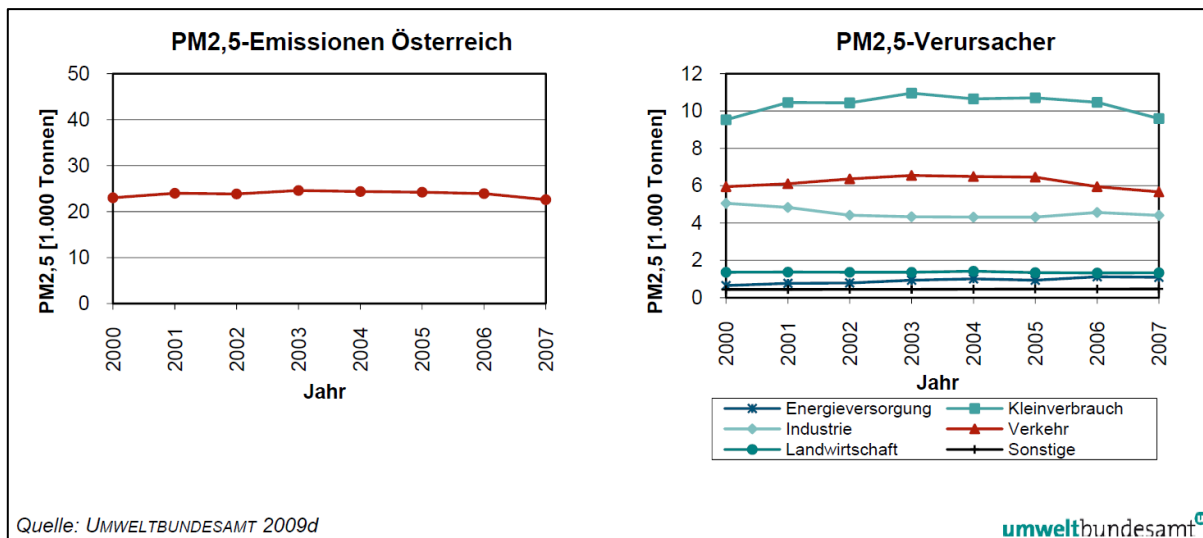


Abbildung 23: PM2,5-Emissionen Österreich und nach Sektoren 2000-2007 (UBA, 2009)

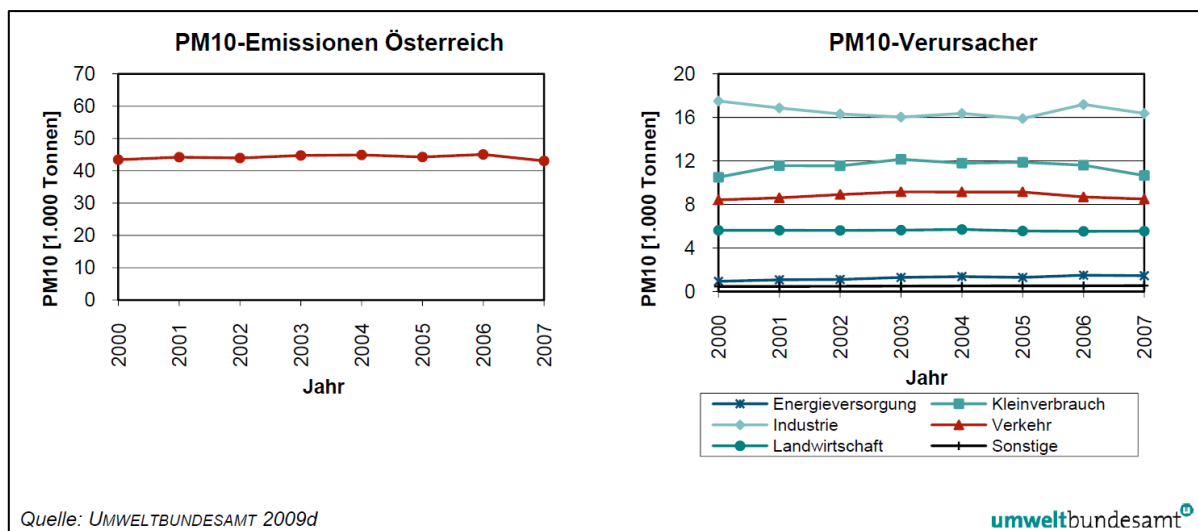
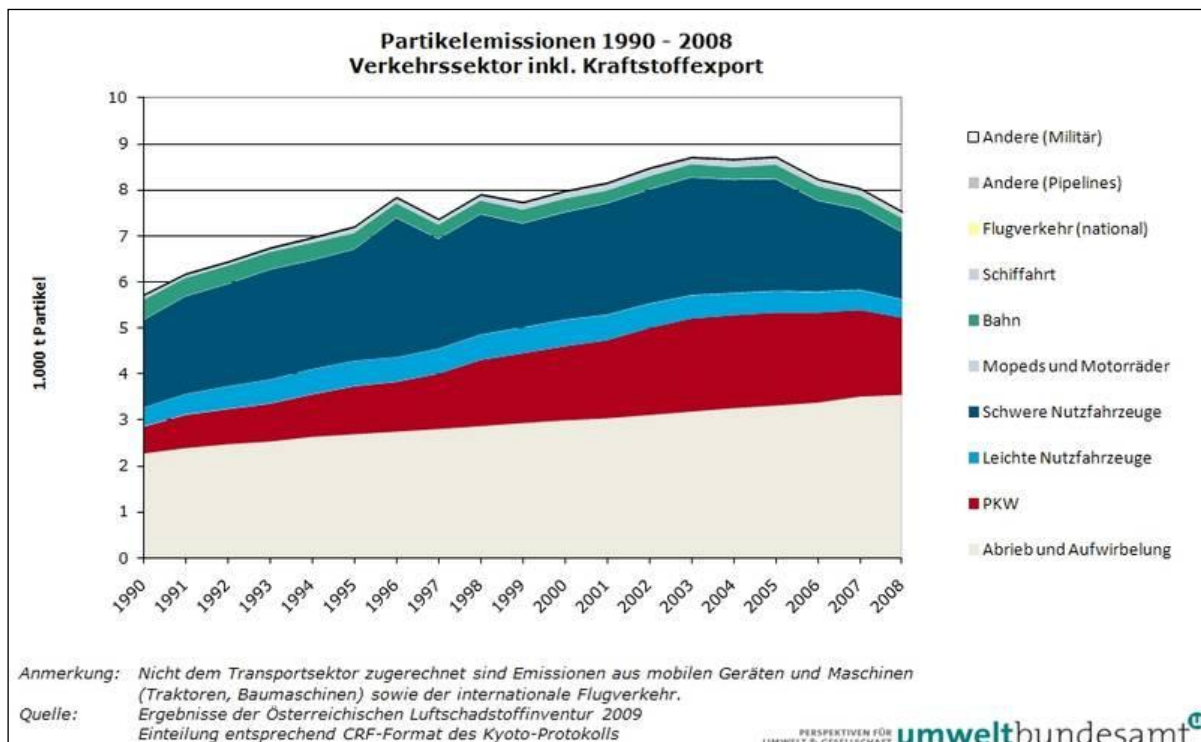


Abbildung 24: PM10-Emissionen Österreich und nach Sektoren (UBA, 2009)

Abbildung 25 zeigt die Partikel-Emissionen im Verkehrssektor in Österreich von 1990 bis 2008. Die „direkten“ Feinstaub-Emissionen (jene im Abgas) stammen dabei in erster Linie von Dieselmotoren von PKW und LKW (im Jahr 2008 jeweils zu etwa 25%).

Die direkten Feinstaub-Emissionen von Diesel-PKW tragen etwa 5% zu den PM10-Emissionen und etwa 6,5% zu den PM2,5-Emissionen bei. Eine wesentliche „indirekte“ Emissionsquelle sind Abrieb und Aufwirbelung von Straßenstaub. Diese war 2008 für etwa 45% der Feinstaub-Emissionen des Verkehrs verantwortlich. Das Reduktionspotential direkter Feinstaub-Emissionen von Diesel-PKW durch den Einsatz von Elektro-Fahrzeugen lässt sich somit über den Substitutionsgrad von Diesel-PKW durch Elektro-Fahrzeuge abschätzen. Der Einfluss der Einführung von Elektro-Fahrzeugen auf die indirekten Feinstaub-Emissionen durch Aufwirbelung kann auf Grundlage der vorliegenden Daten nicht quantifiziert werden. Eine Reduktion der Emissionen durch Abrieb ist im Zuge der Einführung von Elektro-Fahrzeugen nicht zu erwarten (Beermann et al., 2010).





**Abbildung 25: Partikel-Emissionen des Verkehrssektors in Österreich 1990-2008 (UBA, 2011b)**

**Abbildung 26** zeigt die Verteilung Partikel-Emissionen im Verkehrssektor der einzelnen Verkehrsmittel im Jahr 2008. In Summe betragen die Partikel-Emissionen etwa 8.230 t, wobei der Großteil (7.023 t) durch den Straßenverkehr verursacht wurde. Dahinter lagen der Flugverkehr (771 t), der Bahnverkehr (307 t), die Schifffahrt (108 t) und andere Verursacher (17 t).

**Abbildung 27** zeigt die Verteilung der 7.023 t Partikel-Emissionen im Straßenverkehr verteilt auf die Kraftfahrzeug-Typen im Jahr 2008 für Österreich. Der Großteil (49%) der Partikel-Emissionen mit 3.437 t wurde durch Abrieb und Aufwirbelung verursacht. Diesel-PKW verursachten im Jahr 2008 1.739 t (25%) Partikel-Emissionen und Benzin-PKW 79 t (1%). Die restlichen Emittenten waren schwere Nutzfahrzeuge mit 1.317 t und leichte Nutzfahrzeuge mit 400 t. Elektro-Fahrzeuge können am Abrieb und der Aufwirbelung nichts verändern, jedoch die direkten Emissionen entfallen bei Elektro-Fahrzeugen. Insgesamt können also Elektro-Fahrzeuge etwa 25% (Anteil der Partikel-Emissionen von PKW) der Partikel-Emissionen verändern.

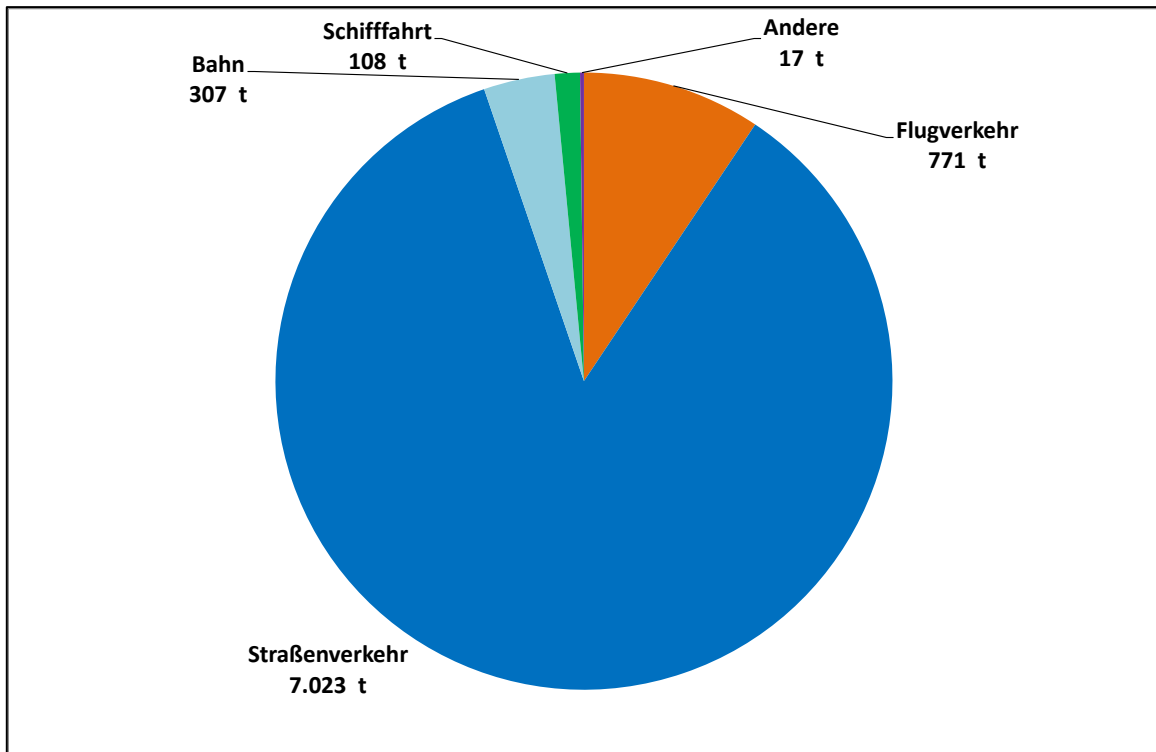


Abbildung 26: Partikel-Emissionen im Verkehrssektor in Österreich 2008 (Datenbasis: UBA, 2009)

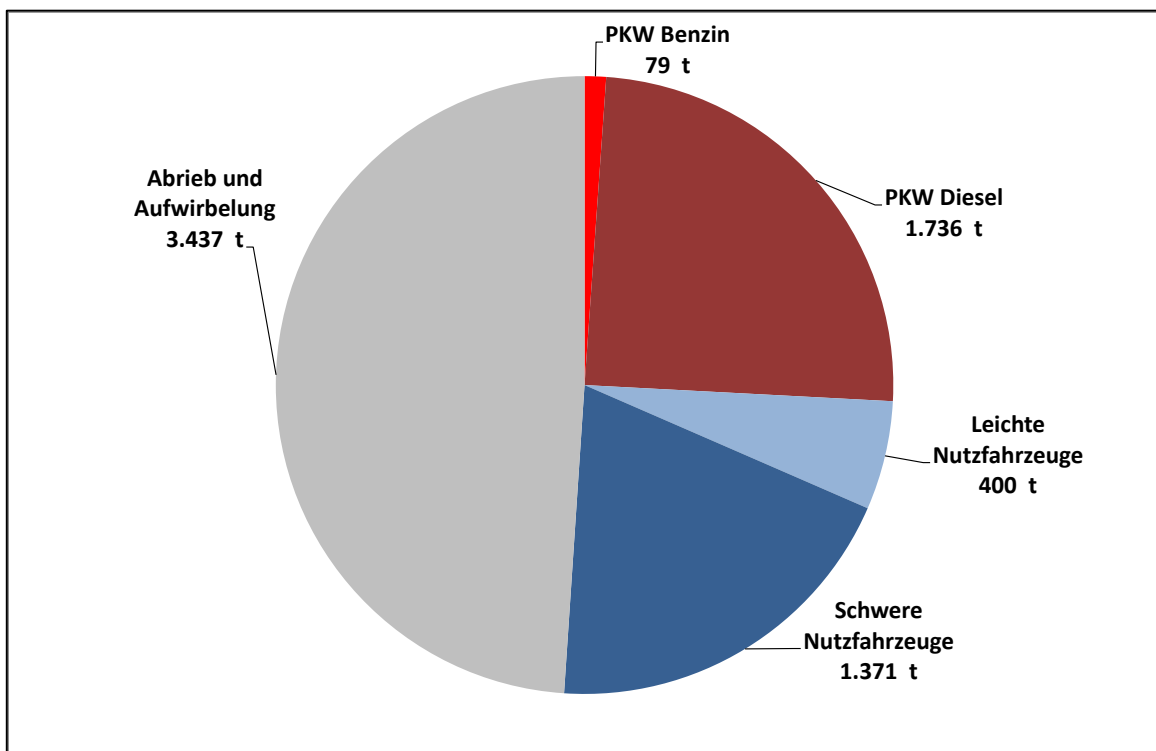


Abbildung 27: Partikel-Emissionen im Straßenverkehr in Österreich 2008 (Datenbasis: UBA, 2009)

## 2.8 Kosten der Transportdienstleistung

Eine Voraussetzung für die breite Markteinführung von Elektro-Fahrzeugen im Straßenverkehr ist die wirtschaftliche Konkurrenzfähigkeit gegenüber Benzin- und Diesel-Fahrzeugen. Der Kostenvergleich der unterschiedlichen Fahrzeuge erfolgt anhand von 2 Beispielen auf Grundlage der Kapital- und Betriebskosten (Methode der Kostenanalyse siehe auch (Beermann et al., 2010)). Im Folgenden werden die Kosten der Transportdienstleistung für 2 Elektro-Fahrzeuge (Renault Fluence Z.E., Mitsubishi MiEv) im Vergleich zu den baugleichen Benzinmodellen (Renault Fluence 1.6 16V – „PKW-mittel“, Mitsubishi Colt 1.1 – „PKW-klein“) dargestellt. Ausgehend vom aktuellen Stand der Kosten wird auch der Einfluss von unterschiedlichen zukünftigen möglichen Entwicklungen der Kosten für eine Betriebsdauer von 10 Jahren untersucht.

Für den Kostenvergleich dieser Fahrzeuge wurden die Kilometerkosten [€/PKW-km] errechnet. Für die Berechnung wurden folgende Parameter herangezogen:

- Anschaffungskosten inkl. MWSt. [€],
- Batterie-Kosten in Anschaffungskosten enthalten bzw. Leasing Variante [€/Monat],
- Energiekosten [€/l bzw. €/kWh],
- Fahrleistung (10.000 km/a),
- Wartungskosten [€/Jahr] und
- Kalkulatorischer Zinssatz (5%/a).

Abbildung 28 zeigt die technischen und ökonomischen Parameter des „PKW-mittel-Benzin“ und des baugleichen batteriebetriebenen Elektro-Fahrzeugs „PKW-mittel-Elektro“.

Abbildung 29 zeigt die errechneten Kosten der Transportdienstleistung für den „PKW-mittel-Benzin“ und den „PKW-mittel-Elektro“. Für den „PKW-mittel-Elektro“ und den „PKW-klein-Elektro“ wurden die Energiekosten variiert:

1. derzeitige Kosten des österreichischen Haushaltsstrompreis, sowie die Kosten von PV-Strom und
2. eine mögliche zukünftige Steuer auf Strom für Elektro-Fahrzeuge (in der Höhe der derzeitigen Mineralölsteuer).



	Renault Fluence 1.6 16V - Benzin	Renault Fluence Z.E. - Batterie Elektro
Technische Daten		
Leergewicht	1.265 kg	1.610 kg
Leistung	81 kW	70 kW
Verbrauch	6,7 l/100km	25 kWh/100km
Reichweite (max)	900 km	180 km
Kosten inkl. MWSt	19.990 €	26.400 €
Batterieleasing	-	79 €/Monat
Energiekosten	1,35 €/l	0,20 €/kWh
Fahrleistung	10.000 km/Jahr	10.000 km/Jahr
Wartung	400 €/Jahr	220 €/Jahr
Versicherung	600 €/Jahr	250 €/Jahr
Zinssatz	5 %/Jahr	5 %/Jahr

Abbildung 28: Technische Parameter des „PKW-mittel-Benzin“ und des „PKW-mittel-Elektro“ und Annahmen für die ökonomische Analyse (Datenbasis: Renault, 2011)

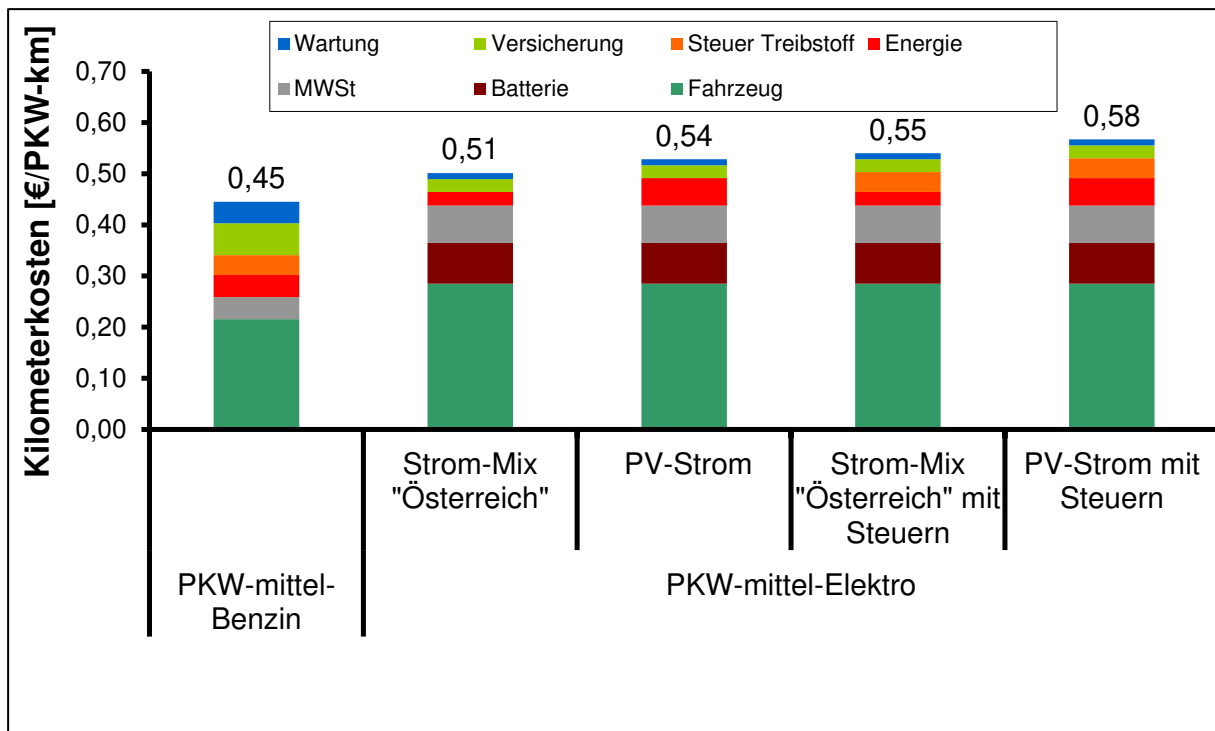


Abbildung 29: Kosten der Transportdienstleistung am Beispiel Renault im Vergleich „PKW-mittel-Benzin“ und „PKW-mittel-Elektro“

Abbildung 29 zeigt die errechneten Kosten der Transportdienstleistung für den „PKW-klein-Benzin“ und den „PKW-klein-Elektro“.

Die Ergebnisse zeigen, dass der „PKW-mittel-Elektro“ beim derzeitigen Strom-Mix „Österreich“ mit Kosten von 0,51 €/PKW-km nur um 0,06 €/PKW-km teurer ist als der „PKW-mittel-Benzin“ mit 0,45 €/PKW-km. Mit PV-Strom inkl. Steuern ist der „PKW-mittel-Elektro“ um 0,13 €/PKW-km teurer als der „PKW-mittel-Benzin“.

Abbildung 30 zeigt die Gegenüberstellung der technischen und ökonomischen Parameter des benzinbetriebenen „PKW-klein-Benzin“ und des baugleichen batteriebetriebenen Elektro-Fahrzeugs „PKW-klein-Elektro“.

Abbildung 31 zeigt die errechneten Kosten der Transportdienstleistung für den „PKW-klein-Benzin“ und den „PKW-klein-Elektro“.

Die Ergebnisse zeigen, dass der „PKW-klein-Elektro“ beim derzeitigen Strom-Mix Österreich mit Kosten von 0,53 €/PKW-km um 0,27 €/PKW-km teurer ist als der „PKW-klein-Benzin“ mit 0,26 €/PKW-km. Mit PV-Strom inkl. Steuern ist der „PKW-klein-Elektro“ um 0,33 €/PKW-km teurer als der „PKW-klein-Benzin“.



	Mitsubishi Colt 1.1 - Benzin	Mitsubishi MiEv - Batterie Elektro
Technische Daten		
Leergewicht	935 kg	1.110 kg
Leistung	55 kW	49 kW
Verbrauch	5,4 l/100km	17 kWh/100km
Reichweite (max)	800 km	150 km
Kosten inkl. MWSt	8.999 €	35.900 €
Batterieleasing	-	-
Energiekosten	1,35 €/l	0,20 €/kWh
Fahrleistung	10.000 km/Jahr	10.000 km/Jahr
Wartung	400 €/Jahr	220 €/Jahr
Versicherung	600 €/Jahr	250 €/Jahr
Zinssatz	5 %/Jahr	5 %/Jahr

Abbildung 30: Technische Parameter des „PKW-klein-Benzin“ und des „PKW-klein-Elektro“ und Annahmen für die ökonomische Analyse (Datenbasis: Mitsubishi Motors Austria, 2011)

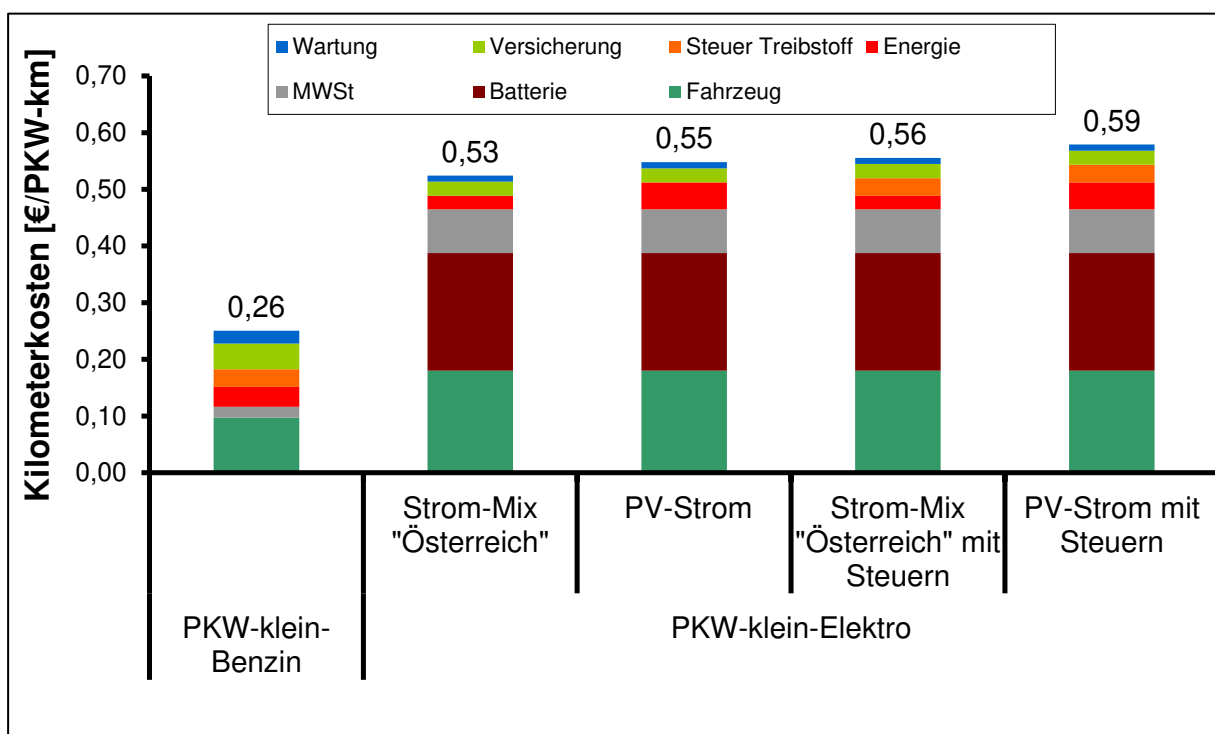


Abbildung 31: Kosten der Transportdienstleistung am Beispiel Mitsubishi im Vergleich „PKW-klein-Benzin“ und „PKW-klein-Elektro“

## 2.9 Treibhausgas-Emissionen der Transportdienstleistung

In (Beermann et al., 2010) wurde auf Basis einer Lebenszyklusanalyse ein ökologischer Vergleich von Elektro-Fahrzeugen mit Benzin- und Diesel-Fahrzeugen durchgeführt. Die Ergebnisse der Lebenszyklusanalyse wurden auf eine PKW-Transportdienstleistung bezogen, z.B. g CO<sub>2</sub>-Äq/PKW-km.

In Abbildung 32 sind die THG-Emissionen aus der Herstellung des Fahrzeugs am Beispiel eines kleinen PKW („PKW-Klein“) (Spezifikationen siehe Tabelle 10) dargestellt. Die THG-Emissionen der Herstellung sind beim Elektro-Fahrzeug gegenüber dem Benzin-Fahrzeug um 23% (mit 1 Batterie) bzw. 66% (mit 2 Batterien) und gegenüber dem Diesel-Fahrzeug um 17% bzw. 58% höher. Die Unterschiede beim Antriebsstrang und bei der Batterie ergeben sich vor allem über die Mengen der eingesetzten Nicht-Eisen-Metalle (z.B. Aluminium, Kupfer), die in ihrer Herstellung energie- und CO<sub>2</sub>-intensiv sind (Beermann et al., 2010).

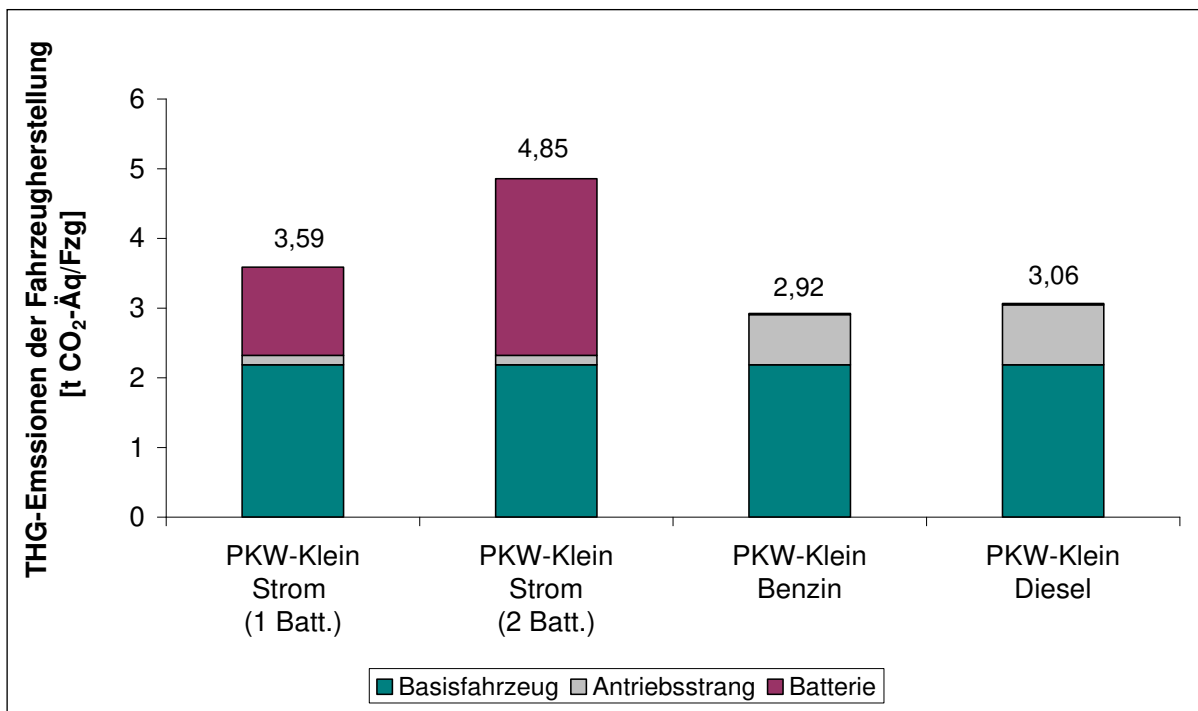


Abbildung 32: THG-Emissionen der Fahrzeugherstellung (Beermann et al.,2010)

In (Beermann et al., 2010) wurden auch die THG-Emissionen für verschiedene Stromerzeugungsarten berechnet (Abbildung 33). Dabei wurden erneuerbare (Wasserkraft, Windkraft, Photovoltaik, Biomasse) und fossile (Erdgas, Öl, Steinkohle) Stromerzeugungsarten sowie verschiedene Strom-Mixe untersucht. Neben dem Strom-Mix „Österreich“ (Tabelle 2) wurde zusätzlich der Strom-Mix „Erneuerbar 2020“ festgelegt (Tabelle 3). Dieser beruht auf den bis zum Jahr 2020 zusätzlich realisierbaren Potentialen erneuerbarer Stromproduktion in Österreich.

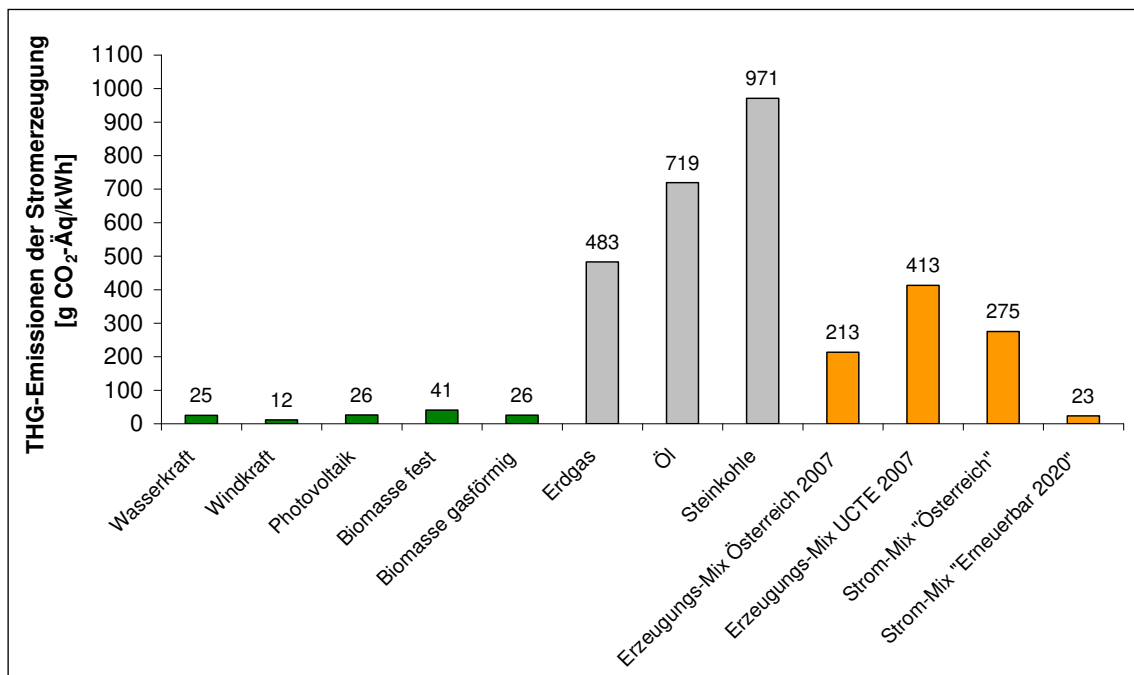


Abbildung 33: THG-Emissionen verschiedener Stromerzeugungsarten und Strom-Mixe (Beermann et al., 2010)

Tabelle 2: Strom-Mix „Österreich“ 2007 (Beermann et al., 2010)

Anteile Stromerzeugung für Stromverbrauch in Österreich	
Osterreich-Mix	69,2%
UCTE-Mix	30,8%
Wasserkraft	45,4%
Kohle	16,5%
Erdgas	15,6%
Kernenergie	9,0%
Müllverbrennung	0,6%
Biogene Brennstoffe	5,4%
Erdöl	4,1%
Wind	3,4%
PV	0,0%
Summe	100%

Tabelle 3: Strom-Mix „Erneuerbar 2020“ (Beermann et al., 2010)

Strom-Mix "Erneuerbar 2020"	[TWh/a]	[%]
Biomasse fest	4,3	26,4%
Biomasse gasförmig	0,7	4,2%
Wind	5,3	32,6%
PV	2	12,1%
Groß-Wasserkraft	3	18,5%
Klein-Wasserkraft	1	6,2%
Summe	16,2	100%

In Abbildung 34 sind die THG-Emissionen der Transportdienstleistung für Elektro-, Benzin- und Diesel-Fahrzeuge am Beispiel des PKW-Klein dargestellt. Für die Darstellung des Einflusses der Stromproduktion auf die THG-Emissionen der Transportdienstleistung des Elektro-Fahrzeugs wurden der Strom-Mix „Erneuerbar 2020“ (Tabelle 3), der Strom-Mix „Österreich“ (Tabelle 2) und Strom aus Erdgas eingesetzt (Beermann et al., 2010).

Das Elektro-Fahrzeug mit Strom aus dem Mix „Erneuerbar 2020“ hat die geringsten THG-Emissionen mit 32 g CO<sub>2</sub>-Äq/km und hat gegenüber dem Diesel-PKW (153 g CO<sub>2</sub>-Äq/km) um 121 g CO<sub>2</sub>-Äq/km bzw. 79% geringere THG-Emissionen. Wird der Strom-Mix „Österreich“ eingesetzt, beträgt das Einsparungspotential etwa 72 g CO<sub>2</sub>-Äq/km bzw. 47% und bei Strom aus Erdgas 30 g CO<sub>2</sub>-Äq/km oder 19%. Gegenüber dem Benzin-PKW (192 g CO<sub>2</sub>-Äq/km) zwischen 83% (Strom-Mix „Erneuerbar 2020“) und 35% (Strom aus Erdgas).

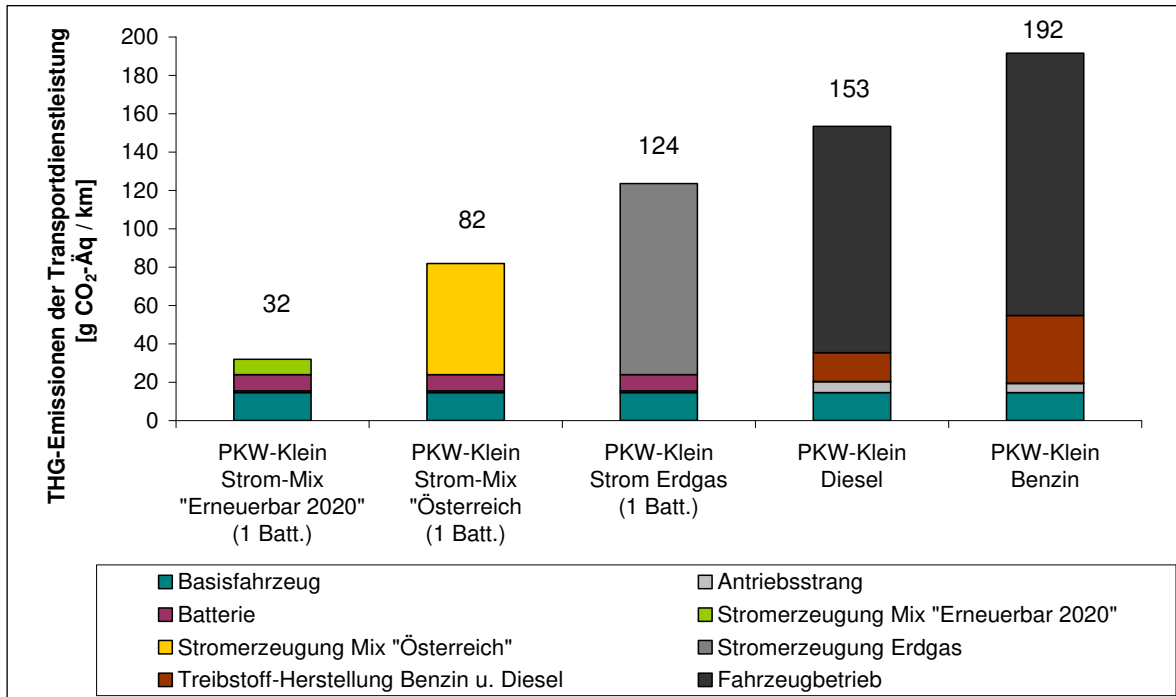


Abbildung 34: THG-Emissionen der Transportdienstleistung am Beispiel „PKW-Klein“ (Beermann et al., 2010)

Abbildung 35 zeigt eine Analyse der THG-Emissionen in Abhängigkeit vom Energieverbrauch eines Fahrzeugs. Es ist zu erkennen, dass ein typisches Elektro-Fahrzeug mit einem Energieverbrauch von etwa 25 kWh/100 PKW-km, wenn es mit Strom aus Erdgas betrieben wird, THG-Emissionen von etwa 150 g CO<sub>2</sub>-Äq/PKW-km aufweist. Im Vergleich dazu weist ein typisches Diesel-Fahrzeug mit einem Energieverbrauch von etwa 60 kWh/100 PKW-km (entspricht etwa 6 Liter/100 PKW-km) THG-Emissionen von etwa 200 g CO<sub>2</sub>-Äq/PKW-km auf. Somit emittiert das Elektro-Fahrzeug im Vergleich zum konventionellen Diesel-Fahrzeug etwa 50 g CO<sub>2</sub>-Äq/PKW-km weniger. Wird das gleiche Elektro-Fahrzeug jedoch mit Strom aus Wasserkraft betrieben, emittiert es mit etwa 25 g CO<sub>2</sub>-Äq/PKW-km um 125 g CO<sub>2</sub>-Äq/PKW-km weniger als im Vergleich zum Betrieb mit Strom aus Erdgas.



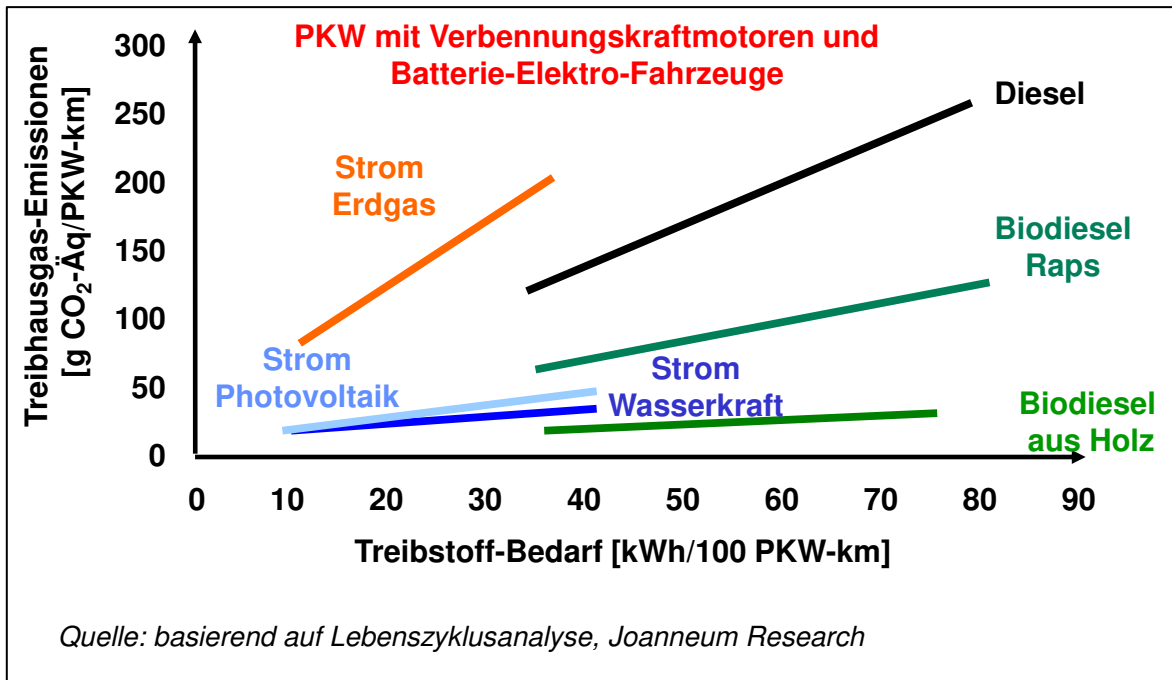


Abbildung 35: THG-Emissionen in Abhängigkeit vom Energieverbrauch des Fahrzeugs

### 3 Szenarien

Um die Szenarien für die Elektro-Fahrzeuge im Jahr 2020 zu erarbeiten wurde im Rahmen dieses Projektes das Modell „e-mobility Styria 2020“ entwickelt. Mit diesem können die mögliche zukünftige Durchdringung von Elektro-Fahrzeugen berechnet und interessante Bezirke für die frühe Einführung von Elektro-Fahrzeugen bis 2020 identifiziert werden. Um die ökologischen Auswirkungen sowie den zusätzlichen Strombedarf (Menge, Leistung) von Elektro-Fahrzeugen im Jahr 2020 in der Steiermark bewerten zu können, wurde das Modell „e-drive“ (Beermann et al., 2010) eingesetzt. Im Folgenden werden die Modellstrukturen der beiden Modelle, die Parametrisierung und die Modellergebnisse für die Berechnungen beschrieben.

#### 3.1 Modellierung

##### 3.1.1 Modellstruktur

Die Modellierung im Modell „e-drive“ (Abbildung 36) beruht auf folgenden Merkmalen zur Beschreibung der Implementierung von Elektro-Fahrzeugen im Straßenverkehr:

- Nutzergruppen
- Fahrzeugklassen
- Fahr- und Ladeprofile
- Ladeleistung
- Stromerzeugung
- Netzlast

Auf Grundlage dieser Merkmale können, nach der Festlegung der Ausgangssituation, unterschiedliche Szenarien definiert und berechnet werden.

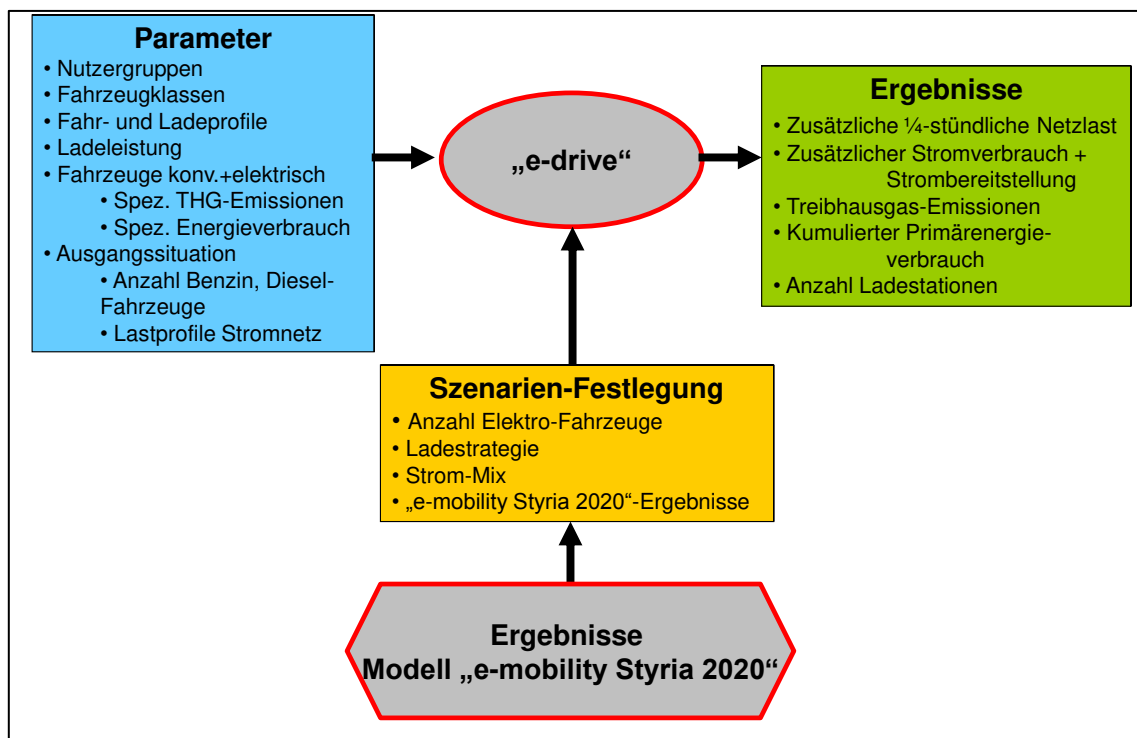


Abbildung 36: Modellstruktur „e-drive“ (Beermann et al., 2010)

Als Ergebnisse können mit dem Modell „e-drive“:

- der viertel-stündliche Verlauf des zusätzlichen Leistungsbedarfs [MW],
- der zusätzliche Stromverbrauch und dessen Bereitstellung [GWh/a],
- die auf den Lebenszyklus bezogenen Treibhausgas-Emissionen [t CO<sub>2</sub>-Äq/a] und
- die Anzahl der benötigten Ladestationen

berechnet und mit den ersetzten Benzin- und Diesel-Fahrzeugen verglichen werden.

Mit Hilfe des entwickelten Modells „e-mobility Styria 2020“ ([Abbildung 37](#)) ist es möglich, die Anzahl an Elektro-Fahrzeugen am Gesamt-PKW-Bestand im Jahr 2020 in der Steiermark bei unterschiedlichen Durchdringungen zu errechnen, sowie interessante steirische Bezirke für die frühe Einführung von Elektro-Fahrzeugen zu identifizieren. Die Modellierung mit Hilfe des Modells „e-mobility Styria 2020“ beruht auf folgenden wesentlichen Bezirks-Merkmalen:

- Einwohner
- Bevölkerungsdichte
- Steuerkraftquote
- Erwerbsquote
- Gemeinde-Auspendler
- Gemeinde-Auspendler-KFZ
- Haushalte pro Wohngebäude
- KFZ-Neuzulassungen
- KFZ-Neuzulassungen pro 1.000 Einwohner
- PKW-Neuzulassungen
- PKW-Dichte
- KFZ-Gesamtbestand
- S-Bahn-Anschluss

Neben den Bezirks-Merkmalen sind folgende Randbedingungen festzulegen:

- Anteil Elektro-Fahrzeuge an den Neuzulassungen,
- Gewichtung der Bezirks-Merkmale und
- Verteilung der für die Steiermark errechneten Elektro-Fahrzeuge auf die Bezirke.

Der erwartete Anteil der Elektro-Fahrzeuge an den Neuzulassungen wurde, aufgrund der guten Datenlage an das „Szenario zur Entwicklung der Elektromobilität in Österreich bis 2020“ des Umweltbundesamtes (UBA, 2010a) angelehnt (siehe [Kapitel 2.1](#)).

Als Ergebnisse liefert das Modell „e-mobility Styria 2020“:

- die Anzahl an Elektro-Fahrzeugen in der Steiermark im Jahr 2020,
- interessante steirische Bezirke für die frühe Einführung von Elektro-Fahrzeugen.

Die Anzahl der ermittelten Elektro-Fahrzeuge in der Steiermark im Jahr 2020 dient in weiterer Folge als wesentlicher Parameter zur Szenarien-Festlegung im Modell „e-drive“.

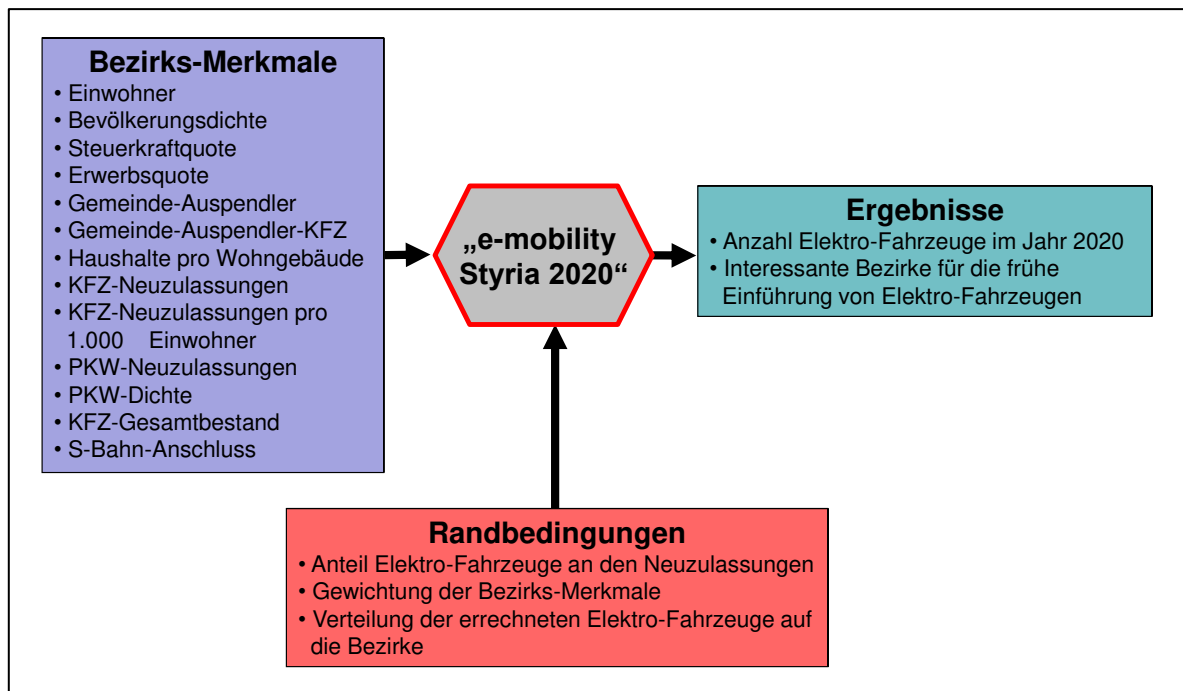


Abbildung 37: Modellstruktur „e-mobility Styria 2020“

### 3.1.2 Parameter

Die Parameter des Modells „e-drive“ sind Nutzergruppe, Fahrzeugklasse, Fahrprofil, Ladeprofil sowie die Ausgangssituation und werden im Folgenden beschrieben.

#### Nutzergruppen

Es wurden folgende 4 Nutzergruppen im Modell berücksichtigt, die erste interessante Anwender von Elektro-Fahrzeugen sein können und einen Großteil der Bevölkerung sowie der relevanten Stakeholder ansprechen und zusätzlich ein hohes Bedürfnis nach Mobilität aufweisen.

Diese 4 Nutzergruppen mit überdurchschnittlich hohen Jahreskilometern sind:

1. PKW-Pendler mit 4 Untergruppen: 30, 60, 90 und 120 km/Tag,
2. Gewerblicher Verkehr und öffentlicher Dienst mit 3 Untergruppen: Öffentlicher Dienst, Lieferservice, Taxi,
3. Privat-PKW mit 2 Untergruppen: Wenig- und Vielfahrer und
4. Zweit-PKW mit 2 Untergruppen: Wenig- und Vielfahrer.

#### Fahrzeugklassen

Im Modell sind 3 Fahrzeugklassen implementiert:

1. PKW-Klein,
2. PKW-Mittel und
3. Lieferwagen

Die elektrisch betriebenen Fahrzeuge schließen neben Batterie-Elektro-Fahrzeugen auch Plug-In-Hybrid-Fahrzeuge als Elektro-Fahrzeuge ein. Diese werden über den Anteil rein elektrisch gefahrener Kilometer berücksichtigt. Jeder Nutzergruppe werden Fahrzeugklassen zugeordnet (Tabelle 4).

Tabelle 4: Zuordnung Nutzergruppen und Fahrzeugklassen

Nutzergruppen	PKW-Pendler				Gewerblicher Verkehr und öffentlicher Dienst			Privat- und Zweit-PKWs	
	30 km/Tag	60 km/Tag	90 km/Tag	120 km/Tag	öffentl. Dienst	Liefer-service	Taxi	Wenig-Fahrer	Viel-Fahrer
PKW-Klein	x	x						x	x
PKW-Mittel	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Lieferwagen					x	x	x		

### Fahrprofile

Die Fahrprofile der verschiedenen Nutzergruppen werden über folgende Eingangsgrößen definiert:

- überdurchschnittlich hohe Jahreskilometer,
- die Standzeiten des Fahrzeugs an einer Ladestation,
  - Ladestation mit Ladeleistung 3,5 kW (z.B. Privatparkplatz, [Tabelle 6](#)),
  - Ladestation mit Ladeleistung 11 kW (z.B. Firmenparkplatz, [Tabelle 6](#)) und
- der rein elektrisch gefahrene Anteil an den Jahreskilometern.

Diese für die Nutzergruppen unterschiedlichen Zeitpunkte der Ladung wurden gewählt, um auch beim Normal-Laden immer eine vollständige Batterieladung bis 6:00 Uhr zu ermöglichen.

In [Tabelle 5](#) werden die Annahmen für die Fahrprofile zusammengefasst.

Tabelle 5: Fahrprofile

	Jahres-kilometer	Standzeit (3,5 kW)	Standzeit (11 kW)
<b>PKW-Pendler</b>			
30 km/Tag	11.000	17:30-06:00	07:00-17:00
60 km/Tag	20.000	18:00-06:30	07:30-16:30
90 km/Tag	30.000	19:00-06:00	07:30-17:00
120 km/Tag	35.000	19:30-06:00	07:45-17:30
<b>Gewerblicher Verkehr und öffentlicher Dienst</b>			
Öffentlicher Dienst	10.000	18:00-06:30	18:00-06:30
Lieferservice	15.000	23:00-07:00	23:00-08:00
Taxi	30.000	00:00-07:00	00:00-07:00
<b>Zweit-PKW</b>			
Viefahrer	15.000	22:00-06:30	22:15-08:00
Wenigfahrer	8.000	21:00-06:30	21:30-08:00
<b>Privat-PKW</b>			
Viefahrer	20.000	22:15-06:30	22:15-08:00
Wenigfahrer	12.000	21:00-06:30	21:30-08:00

## Ladeleistungen

Die 3 im Modell vorgesehenen Ladeleistungen auf der Niederspannungsebene mit 230 V sind

- „Normal-Laden“ mit 3,5 kW und 11 kW sowie
- „Schnell-Laden“ mit 40 kW

Die 3,5 kW und 11 kW stehen an Ladestationen in Haushalten, privatwirtschaftlichen und öffentlichen Parkplätzen zur Verfügung, 40 kW an speziellen Schnellladestationen (Tabelle 6). Das Normal-Laden ist mit 3,5 kW und 11 kW Ladeleistung festgelegt, das Schnell-Laden mit einer Leistung von 40 kW.

Tabelle 6: Ladeleistungen

Ladeleistung	Leistung [kW]	Standort
„Normal-Laden“	3,5 (1 Phase, 16A, 230V)	Haushalte
	11 (3 Phasen, 16A, 230V)	Haushalte, privatwirtschaftl. und öffentliche Parkplätze
„Schnell-Laden“	40 (3 Phasen, 64A, 230V)	Schnellladestationen

## Ladeprofile

Die Ladeprofile werden über die Standzeiten mit der Zeit für Ladebeginn- und Ladeende (Tabelle 5) festgelegt und über 3 Ladeleistungen definiert (Tabelle 6).

Die Zuordnung der 3 Ladeleistungen zu den Nutzergruppen wird festgelegt (Tabelle 7). Es wurde angenommen, dass 75% der Pendler nachts zu Hause mit 3,5 kW und 25% der Pendler auf Firmenparkplätzen tagsüber mit 11 kW lädt. Der öffentliche Dienst, Lieferservice und insbesondere Taxis laden zu je 50% als einzige Nutzergruppe auch an Stromtankstellen mit 40 kW. 85% Nutzer von Privatfahrzeugen laden nachts mit 3,5 kW bzw. 15% mit 11 kW.

Tabelle 7: Ladeleistungen je Nutzergruppe

Ladeleistung [kW] je Nutzergruppe	Pendler [%]	Gewerbl. Verkehr und öffentl. Dienst [%]	Nutzer Zweit-PKW [%]	Nutzer Privat-PKW [%]	Nutzer Motorrad [%]
3,5 kW	75	20	90	85	100
11 kW	25	30	10	15	0
40 kW	0	50	0	0	0

Die Batterieladung folgt bestimmten Batterieladepkurven. Es wird angenommen, dass die Fahrzeuge bei jedem Ladevorgang wieder voll aufgeladen werden.

## Ausgangssituation

Für die Parametrisierung der Ausgangssituation wurde das Jahr 2009 herangezogen. Die Gesamtanzahl von PKW in der Steiermark betrug rund 664.000 (Statistik Austria, 2010b). Die Aufteilung der PKW nach Nutzergruppen und Fahrzeugklassen erfolgte auf Grundlage

von statistischen Informationen (z.B. Pendlerstatistik) und nach eigenen Annahmen (Tabelle 8).

Auf Grundlage dieser Fahrzeuganzahl pro Nutzergruppe wurde die Aufteilung nach Fahrzeugklassen und Unter-Nutzergruppen vorgenommen (eigene Annahmen, Tabelle 9).

Die technischen Parameter für die Fahrzeuge sind in Tabelle 10 dargestellt.

Tabelle 8: Aufteilung der Fahrzeuge in der Steiermark 2009 auf Nutzergruppen

Nutzergruppe	Gesamtzahl Fahrzeuge	Anteile [%]
PKW-Pendler	223.000	33,6
Gewerbl. Verkehr u. öffentl. Dienst	90.000	13,6
Zweit-PKW	155.000	23,3
Privat-PKW	196.006	29,5
<b>Summe PKW</b>	<b>664.006</b>	<b>100,0</b>

Tabelle 9: Aufteilung der Fahrzeuganzahl nach Fahrzeugklassen

Nutzergruppen	Anteile Fahrzeuge [%]										
	PKW-Pendler				Gewerb. Verkehr + öffentl. Dienst			Zweit-PKW		Privat-PKW	
Fahrzeugklasse	30 km/Tag	60 km/Tag	90 km/Tag	120 km/Tag	öffentl. Dienst	Liefer-service	Taxi	Wenig-fahrer	Viel-fahrer	Wenig-fahrer	Viel-fahrer
PKW-Klein	20%	15%	-	-	-	-	-	20%	30%	15%	5%
PKW-Mittel	15%	15%	20%	15%	3%	47,5%	2%	20%	30%	30%	50%
Lieferwagen	-	-	-	-	0%	47,5%	0%	-	-	-	-

Tabelle 10: Fahrzeugklassen und technische Parameter (Beermann et al., 2010)

Fahrzeuge mit fossilem Antrieb	PKW-Klein		PKW-Mittel		Lieferwagen	
	Diesel	Benzin	Diesel	Benzin	Diesel	Benzin
Gesamtgewicht [kg]	960	925	1.471	1.420	2.502	2.414
Leistung [kW]	50	50	75	75	80	80
Verbrauch [l/100km]	4,7	6,2	6,0	7,7	10,7	13,7
Verbrauch [kWh/km]	0,46	0,53	0,59	0,66	1,05	1,18
Batterie-Elektrofahrzeuge	PKW-Klein		PKW-Mittel		Lieferwagen	
Gesamtgewicht [kg]	994		1.739		2.868	
Batteriegewicht [kg]	200		250		400	
Leistung [kW]	50		75		80	
Verbrauch [kWh/km]	0,20		0,27		0,36	

Als Ausgangssituation für das Lastprofil des öffentlichen steirischen Stromnetzes wurde das ¼-stündliche Lastprofil des öffentlichen steirischen Stromnetzes (Energie Steiermark, 2010) für 2 typische Wochen (Winter- bzw. Sommerwoche) herangezogen.

### 3.1.3 Szenarien-Festlegung

Die Festlegung von Szenarien für die steirische Elektromobilität erfolgte über das Modell „e-mobility Styria 2020“. Die Szenarien wurden über folgende Parameter festgelegt:

- Anteil der Elektro-Fahrzeuge an den jährlichen Neuzulassungen,
- Anzahl der Elektro-Fahrzeuge in den Nutzergruppen, (Ergebnisse aus dem Modell „e-mobility Styria 2020“),
- Strom-Mix für die zusätzlich verbrauchte elektrische Energie sowie
- Ladestrategie.

Der Anteil der Elektro-Fahrzeuge wurde an die Berechnungen des Umweltbundesamts (UBA, 2010) (siehe Kapitel 2.1) angelehnt.

#### Ladestrategien

Es wird zwischen „ungesteuerten“ und „starr gesteuerten“ Ladevorgängen unterschieden.

Beim „ungesteuerten Laden“ erfolgt die Batterieladung unmittelbar nach jedem Anstecken des Fahrzeugs an eine Ladestation („Plug&Charge“). „Ungesteuertes Laden“ ist unabhängig von der Netzsituation und erfordert daher keine Kommunikation zwischen Fahrzeug und Ladestation und dem Netz bzw. Stromerzeuger. Ein gleichzeitiges Auftreten der Maxima des zusätzlichen Leistungsbedarfs und der vorhandenen Lastspitzen im öffentlichen Netz und damit eine stärkere Netzbelastung können die Folge sein.

„Starr gesteuertes“ Laden wird zur Vermeidung von Lastspitzen zu Zeiten ohne Lastspitzen im Netz eingesetzt und wird vereinfacht als „Nachtstromladen“ modelliert. Dabei werden die Ladestationen in den Haushalten nur zwischen 22:00 und 6:00 freigeschalten.

#### Art der Stromerzeugung

Die Art der Stromerzeugung für die Elektro-Fahrzeuge wurde in den Szenarien folgendermaßen angenommen:

- Strom-Mix „Erneuerbar 2020“,
- Strom-Mix „Österreich“ und
- Strom aus Erdgas.

Insgesamt wurden 5 Szenarien „e-mobility Styria 2020“ für die Einführung von Elektro-Fahrzeugen und 1 Referenzfall auf Basis des Treibstoff-Mix 2007 modelliert (Tabelle 11). Bei den 5 Szenarien „e-mobility Styria 2020“ wurden die Ladestrategie („ungesteuertes“, „starr gesteuertes“ Laden) und die Art der Stromerzeugung zur Ladung der Elektro-Fahrzeuge kombiniert. Der Treibstoff-Mix 2009 für das Szenario „Referenzfall Benzin & Diesel PKW“ beinhaltet den Diesel- und Benzin-Bedarf der PKW in der Steiermark mit einem Anteil von 7% Biotreibstoffen durch Beimischung von Biodiesel und Bioethanol. Wenn im Folgenden auf das Szenario „e-mobility Styria 2020“ verwiesen wird, sind die Rahmenbedingungen (z.B. zusätzlicher jährlicher Strombedarf) in allen 5 Szenarien gleich.



**Tabelle 11:** Merkmale der 5 Szenarien für Elektro-Fahrzeuge und den Referenzfall

Szenario	Ladestrategie		Stromerzeugungsart			Treibstoff-Mix
	"ungesteuert"	"starr gesteuert"	Strom-Mix "Erneuerbar 2020"	Strom-Mix "Österreich"	Erdgas	"Benzin & Diesel inkl. 7% Biotreibstoffen"
"e-mobility Styria 2020 - ungesteuert"	x					
"e-mobility Styria 2020 - starr gesteuert"		x				
"e-mobility Styria 2020 - Strom Erneuerbar 2020"			x			
"e-mobility Styria 2020 - Strom-Mix Österreich"				x		
"e-mobility Styria 2020 - Strom Erdgas"					x	
"Referenzfall Benzin & Diesel PKW"						x

### Anzahl Elektro-Fahrzeuge

Auf Grundlage der Fahrzeuganzahl aus dem Modell „e-mobility Styria 2020“, (Tabelle 9) wurde der Anteil der durch Elektro-Fahrzeuge ersetzten Benzin- und Diesel-Fahrzeuge festgelegt (Tabelle 12). Im Rahmen der Modellierung werden Diesel- und Benzin-Fahrzeuge in gleicher Anzahl durch Elektro-Fahrzeuge ersetzt. Tabelle 13 zeigt den Anteil elektrisch gefahrener Kilometer der Nutzergruppen im Szenario „e-mobility Styria 2020“.

**Tabelle 12:** Ersatz von Benzin- und Diesel-Fahrzeugen

Fahrzeugklasse	Nutzergruppe [%]											
	PKW-Pendler				Gewerb. Verkehr + öffentl. Dienst			Zweit-PKW		Privat-PKW		Summe
	30 km/Tag	60 km/Tag	90 km/Tag	120 km/Tag	öffentl. Dienst	Liefer-service	Taxi	Wenig-fahrer	Viel-fahrer	Wenig-fahrer	Viel-fahrer	
PKW-Klein	10	8	-	-	-	-	-	7	7	3	3	38
PKW-Mittel	5	3	3	1	10	10	10	5	5	2	2	56
Lieferwagen	-	-	-	-	-	6	-	-	-	-	-	6
Summe	15	11	3	1	10	16	10	12	12	5	5	100

**Tabelle 13:** Anteil der elektrisch gefahrenen Kilometer im Szenario „e-mobility Styria 2020“

Nutzergruppe	Anteil elektrisch gefahrener km [%]
<b>PKW-Pendler</b>	
Pendler 30 km/Tag	100
Pendler 60 km/Tag	100
Pendler 90 km/Tag	60
Pendler 120 km/Tag	40
<b>Gewerbl. Verkehr u. öffentl. Dienst</b>	80
<b>Zweit-PKW</b>	70
<b>Privat-PKW</b>	50

Ausgehend von der Anzahl an Elektro-Fahrzeugen pro Nutzergruppe (Tabelle 14) und der Verteilung der Ladezeiten je Nutzergruppe (Tabelle 7) wurde die erforderliche Anzahl an Ladestationen ermittelt (siehe Kapitel 3.2.8).

## 3.2 Ergebnisse

Im Folgenden werden die Ergebnisse der Szenarien dargestellt. Des Weiteren werden die Auswirkungen der Elektro-Fahrzeuge auf die zusätzliche Netzlast, den zusätzlichen Strombedarf in der Steiermark sowie die mögliche Reduktion der THG- und Partikel-Emissionen dargestellt.

### 3.2.1 Mögliche Entwicklung von Elektro-Fahrzeugen in der Steiermark

Abbildung 38 zeigt 2 mögliche Bestandsentwicklungen der Elektro-Fahrzeuge in der Steiermark bis zum Jahr 2020. Diese basieren zum einen auf der Entwicklung des Anteils der Elektro-Fahrzeuge an den jährliche Neuzulassungen aus dem Umweltbundesamt-Szenarios für Österreich (UBA, 2010a) und auf einer um 50% reduzierten Entwicklung des Anteils der Elektro-Fahrzeuge an den jährlichen Neuzulassungen. Bei einer Entwicklung auf Basis von (UBA, 2010a) bis 2020 beträgt der Bestand an Elektro-Fahrzeugen im Jahr 2020 30.700 Elektro-Fahrzeuge, dies entspricht einem Anteil von etwa 4,6% am derzeitigen steirischen PKW-Bestand von 664.00 Fahrzeugen (Tabelle 14). Entsprechend halbiert sich der mögliche Bestand an Elektro-Fahrzeugen bei einer um 50% reduzierten Entwicklung des Anteils der Elektro-Fahrzeuge an den jährlichen Neuzulassungen bis zum Jahr 2020 auf 15.400 Elektro-Fahrzeuge bzw. 2,3% am derzeitigen PKW-Bestand.

Tabelle 14 zeigt die Verteilung der 30.700 Elektro-Fahrzeuge auf die Nutzergruppen. Des Weiteren ersetzen diese 30.700 Elektro-Fahrzeuge 15.700 Benzin-Fahrzeuge und 15.700 Diesel-Fahrzeuge.

Im Weiteren wird nur noch das Szenario „e-mobility Styria 2020“ mit 30.700 Elektro-Fahrzeugen behandelt.

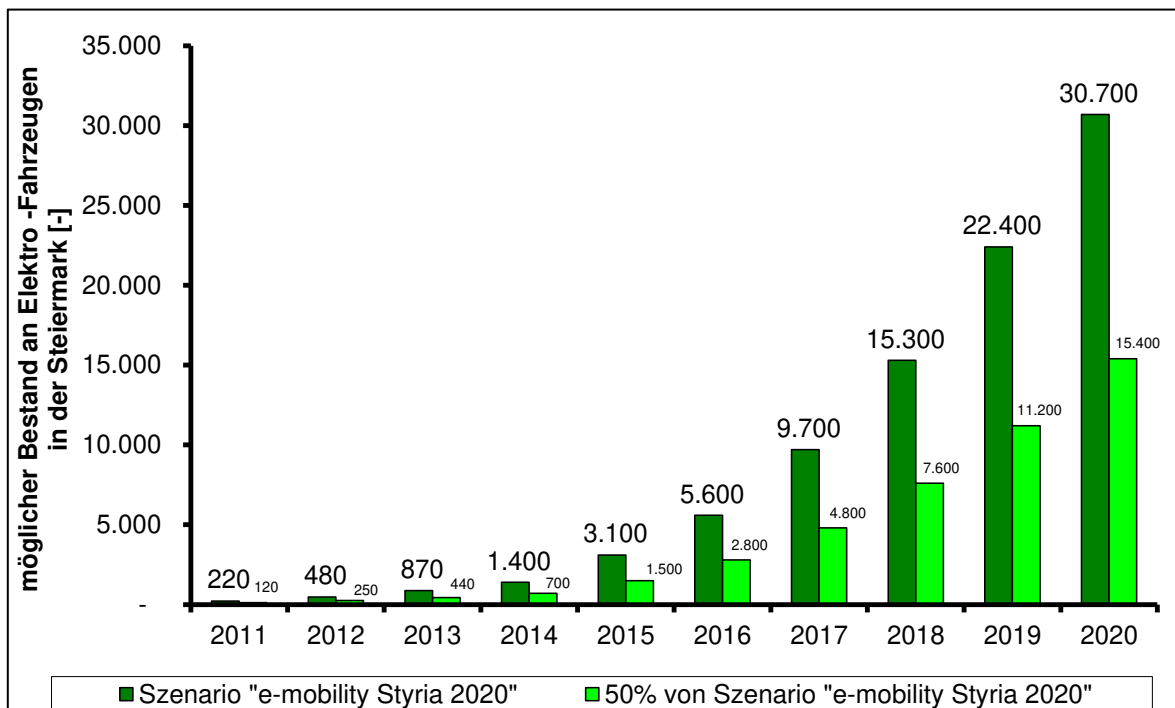


Abbildung 38: Mögliche Bestandsentwicklung der Elektro-Fahrzeuge in der Steiermark bis zum Jahr 2020

Tabelle 14: Anzahl Elektro-Fahrzeuge der Nutzergruppen im Szenario „e-mobility Styria 2020“

Nutzergruppe	Gesamtzahl Fahrzeuge	"e-mobility Styria 2020"	Anteile [%]
PKW-Pendler	223.000	10.889	4,9
Gewerbl. Verkehr u. öffentl. Dienst	90.000	6.904	7,7
Zweit-PKW	155.000	8.818	5,7
Privat-PKW	196.006	4.089	2,1
<b>Summe Fahrzeuge</b>	<b>664.006</b>	<b>30.700</b>	<b>4,6</b>

### 3.2.2 Bezirke für die frühe Einführung von Elektro-Fahrzeugen

Mit Hilfe des Modells „e-mobility Styria 2020“ wurden die interessantesten steirischen Bezirke für die frühe Einführung von Elektro-Fahrzeugen identifiziert. Auf Basis der Bezirks-Merkmale (siehe Kapitel 2.2) wurden diese Merkmale qualitativ zwischen „mäßige Voraussetzungen“, „weniger gute Voraussetzungen“, „gute Voraussetzungen“ bis „sehr gute Voraussetzungen“ bewertet. Diese Bewertung wurde quantifiziert (4 Auswertungsbereiche), um Bezirke mit „sehr guten Voraussetzungen“ und „guten Voraussetzungen“ für die frühe Einführung von Elektro-Fahrzeugen bis 2020 zu identifizieren.

So wurden z.B. Bezirke mit einer hohen Anzahl von Haushalten pro Wohngebäude mit „mäßigen Voraussetzungen“ bewertet, da eine hohe Anzahl an Haushalten pro Wohngebäude eine höhere elektrische Anschlussleistung für die Ladestationen voraussetzt und mehr Ladestationen für die Bewohner bereitgestellt werden müssten. Bezirke mit einer hohen Erwerbsquote, d.h. einem hohen Anteil an arbeitender Bevölkerung wurden mit „sehr guten Voraussetzungen“ bewertet, da davon auszugehen ist, dass gemäß der Verkehrsmittelwahl in Kapitel 2.3 ein höheres Potential zum Erwerb von Elektro-Fahrzeugen in der erwerbstätigen Bevölkerung vorhanden ist. Abbildung 39 zeigt das Ergebnis dieser Bewertung.

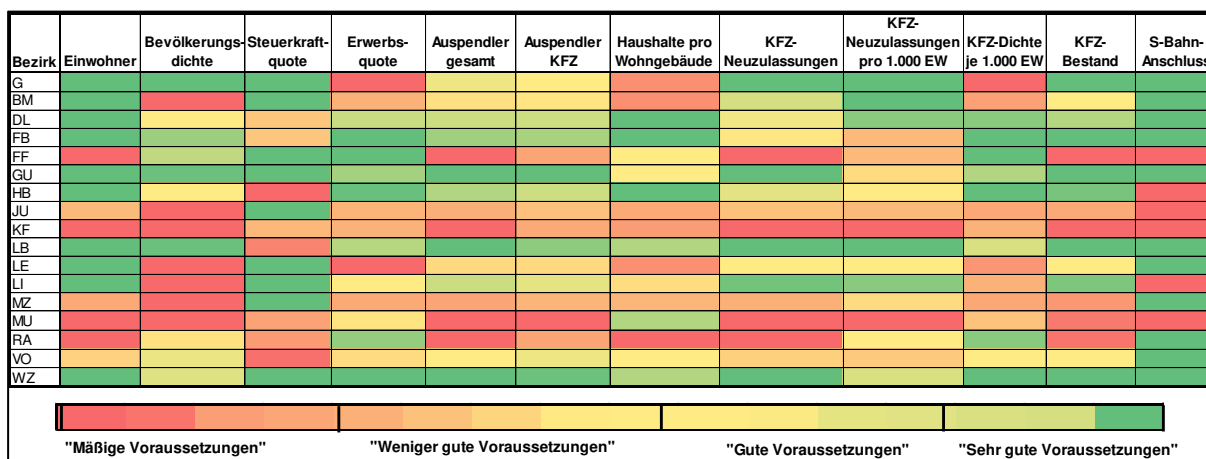


Abbildung 39: Bewertung der Merkmale der steirischen Bezirke für die frühe Einführung von Elektro-Fahrzeugen

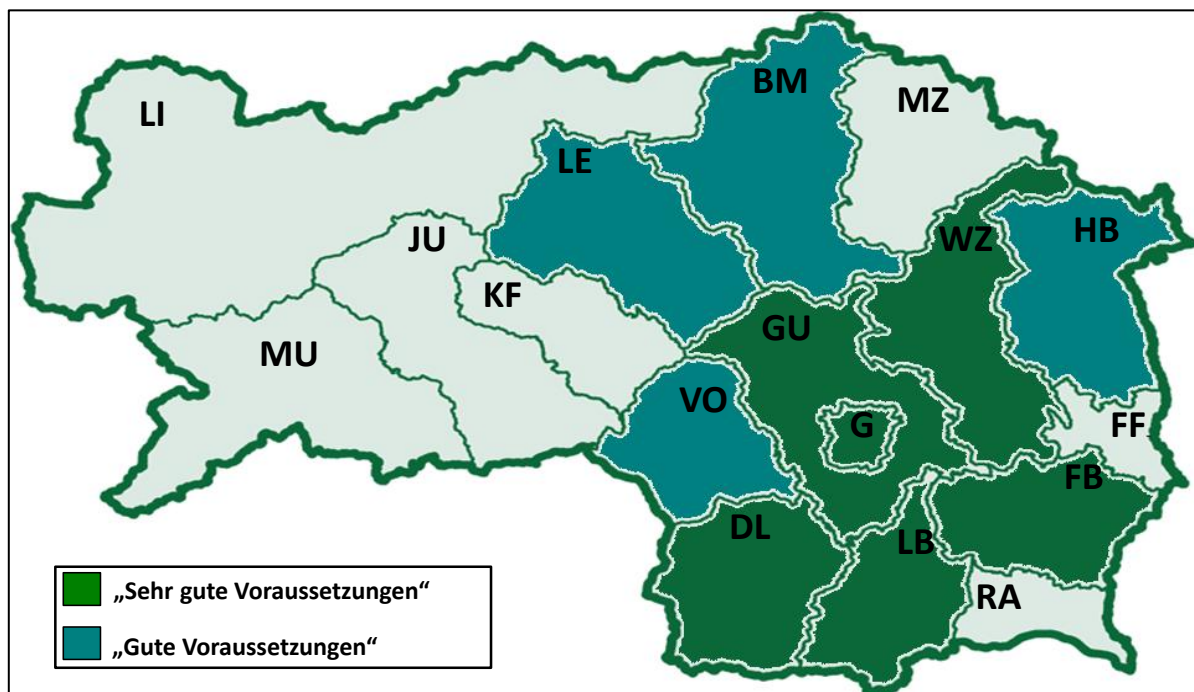
Die Bewertung der Bezirke anhand der Bezirks-Merkmale ergab 6 Bezirke mit „sehr guten Voraussetzungen“ und 4 Bezirke mit „guten Voraussetzungen“ für die frühe Einführung von Elektro-Fahrzeugen bis zum Jahr 2020 (Abbildung 40).

Folgende 6 Bezirke haben „sehr gute Voraussetzungen“ für die frühe Einführung von Elektro-Fahrzeugen bis zum Jahr 2020 (in alphabetischer Reihenfolge):

- Deutschlandsberg (DL),
- Feldbach (FB),
- Graz (G),
- Graz-Umgebung (GU),
- Leibnitz (LB) und
- Weiz (WZ).

Folgende 4 Bezirke haben „gute Voraussetzungen“ für die frühe Einführung von Elektro-Fahrzeugen bis zum Jahr 2020 (in alphabetischer Reihenfolge):

- Bruck an der Mur (BM),
- Hartberg (HB),
- Leoben (LE) und
- Voitsberg (VO).



**Abbildung 40:** Steirische Bezirke mit „sehr guten“ und „guten Voraussetzungen“ für die frühe Einführung von Elektro-Fahrzeugen bis zum Jahr 2020

Diese Bewertung wurde nun zur Verteilung der für die gesamte Steiermark errechneten 30.700 Elektro-Fahrzeuge herangezogen (Abbildung 41).

1. Im ersten Fall wurden die Elektro-Fahrzeuge gleichmäßig auf Basis der PKW-Neuzulassungen im Jahr 2009 in den jeweiligen Bezirken verteilt (violette Säule in Abbildung 41). Hier ist deutlich zu erkennen, dass der Großraum Graz (Graz und Graz-Umgebung) mit den meisten PKW-Neuzulassungen einen möglichen Bestand von 10.800 Elektro-Fahrzeugen im Jahr 2020 hat. Diese Anzahl liegt nur um rund 1.000 Elektro-Fahrzeuge über dem Zielwert von 9.950 Elektro-Fahrzeugen der Modellregion „e-mobility Graz“ (Schmied, 2011), die durch den Klima- und Energiefond gefördert wird. Die verbleibenden 15 Bezirke weisen in diesem Fall einen Bestand von je rund 2.000 bis 500 Elektro-Fahrzeugen je Bezirk auf.

2. Im zweiten Fall wurden die Elektro-Fahrzeuge bevorzugt auf die 6 identifizierten steirischen Bezirke mit „sehr guten Voraussetzungen“ für die frühe Einführung von Elektro-Fahrzeugen verteilt (grüne Säule in [Abbildung 41](#)). Die Bezirke Graz und Graz-Umgebung wurden zum Großraum Graz zusammengefasst und mit dem Zielwert von 9.950 Elektro-Fahrzeugen der Modellregion „e-mobility Graz“ im Jahr 2020 berücksichtigt. Die restlichen 4 Bezirke weisen im Jahr 2020, bei verstärkten Maßnahmen für die frühe Einführung von Elektro-Fahrzeugen, folgende Anzahl auf:

- Weiz (3.900 Elektro-Fahrzeuge)
- Leibnitz (3.750 Elektro-Fahrzeuge)
- Feldbach (3.600 Elektro-Fahrzeuge)
- Deutschlandsberg (3.500 Elektro-Fahrzeuge)

Die verbleibenden 11 Bezirke weisen einen Bestand von etwa 300 bis 750 Elektro-Fahrzeugen je Bezirk auf.

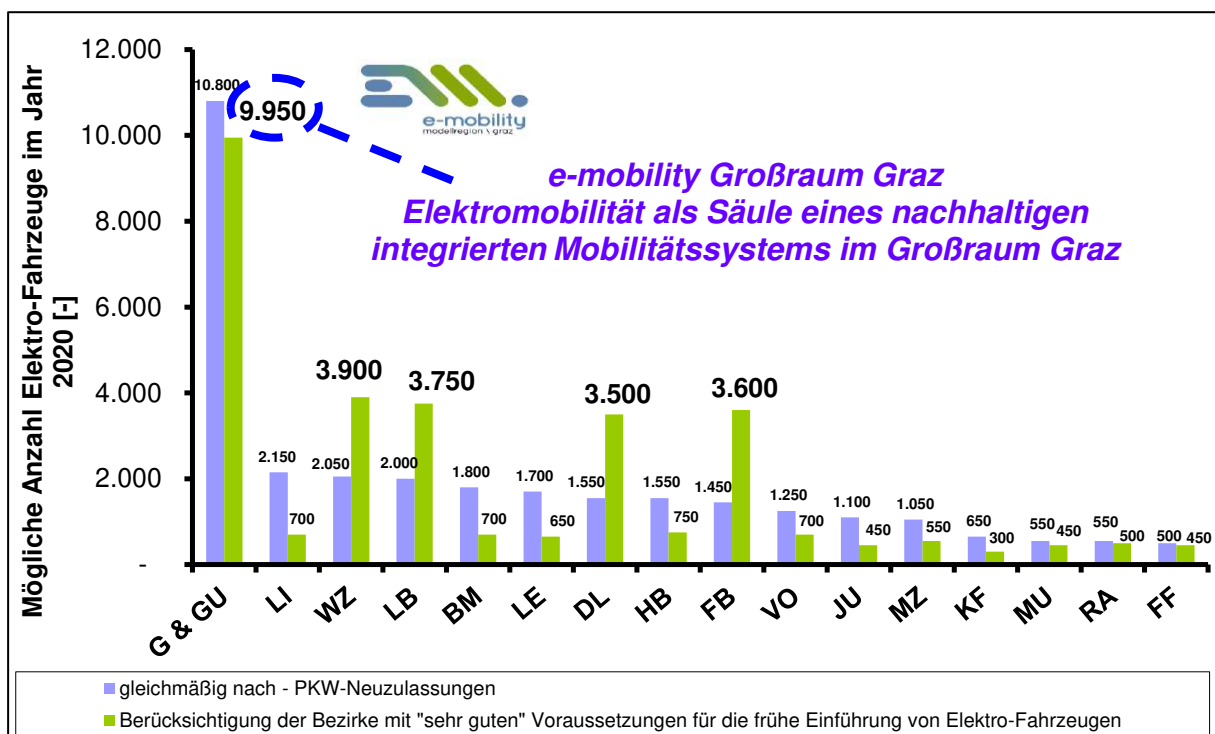


Abbildung 41: Verteilung der Elektro-Fahrzeuge des Szenario „e-mobility Styria 2020“ in den steirischen Bezirken im Jahr 2020

### 3.2.3 Zusätzlicher Leistungsbedarf

Die Auswirkungen der 2 Ladestrategien auf den zusätzlichen Leistungsbedarf und Lastspitzen werden für die Szenarien „e-mobility Styria 2020 – ungesteuert“ und „e-mobility Styria 2020 – starr gesteuert“ mit jeweils 30.700 Elektro-Fahrzeugen dargestellt. Als Grundlage für das Lastprofil des öffentlichen steirischen Netzes wurde eine typische Woche im Winter herangezogen. [Abbildung 42](#) und [Abbildung 45](#) zeigen die Ladeleistung für je einen Wochentag in den Szenarien „e-mobility Styria 2020 – ungesteuert“ bzw. „e-mobility Styria 2020 – starr gesteuert“.

Beim „ungesteuerten“ Laden tritt der zusätzliche maximale Leistungsbedarf von 45 MW ([Abbildung 42](#)) für die Batterieladung um 23:30 auf. Wohingegen der maximale Leistungsbedarf im öffentlichen steirischen Netz von 1.429 MW um 11:00 Uhr bei

„ungesteuertem“ Laden um 2,8 MW auf 1.432 MW erhöht wird, dies entspricht 0,2% der maximalen Leistung.

Zeitgleich mit der Abendspitze von 1.356 MW des öffentlichen Netzes um 17:40 wird eine Ladeleistung von 15,4 MW benötigt. Diese erhöht die Abendspitze von derzeit 1.356 MW auf 1.371 MW, die damit noch immer unter dem derzeitigen maximalen Leistungsbedarf um 11:00 Uhr von 1.429 MW liegt ([Abbildung 43](#) und [Abbildung 44](#)). Die zusätzlichen 15,4 MW Leistungsbedarf entsprechen 1,14% der Abendspitze von 1.356 MW ohne Laden bzw. 1,08% des maximalen Leistungsbedarfs von 1.429 MW im öffentlichen steirischen Netz um 11:00 Uhr.

Dieses Ergebnis zeigt, dass die Einführung von 30.700 Elektro-Fahrzeugen noch kein gesteuertes Laden voraussetzt, um die Lastspitzen zu reduzieren.

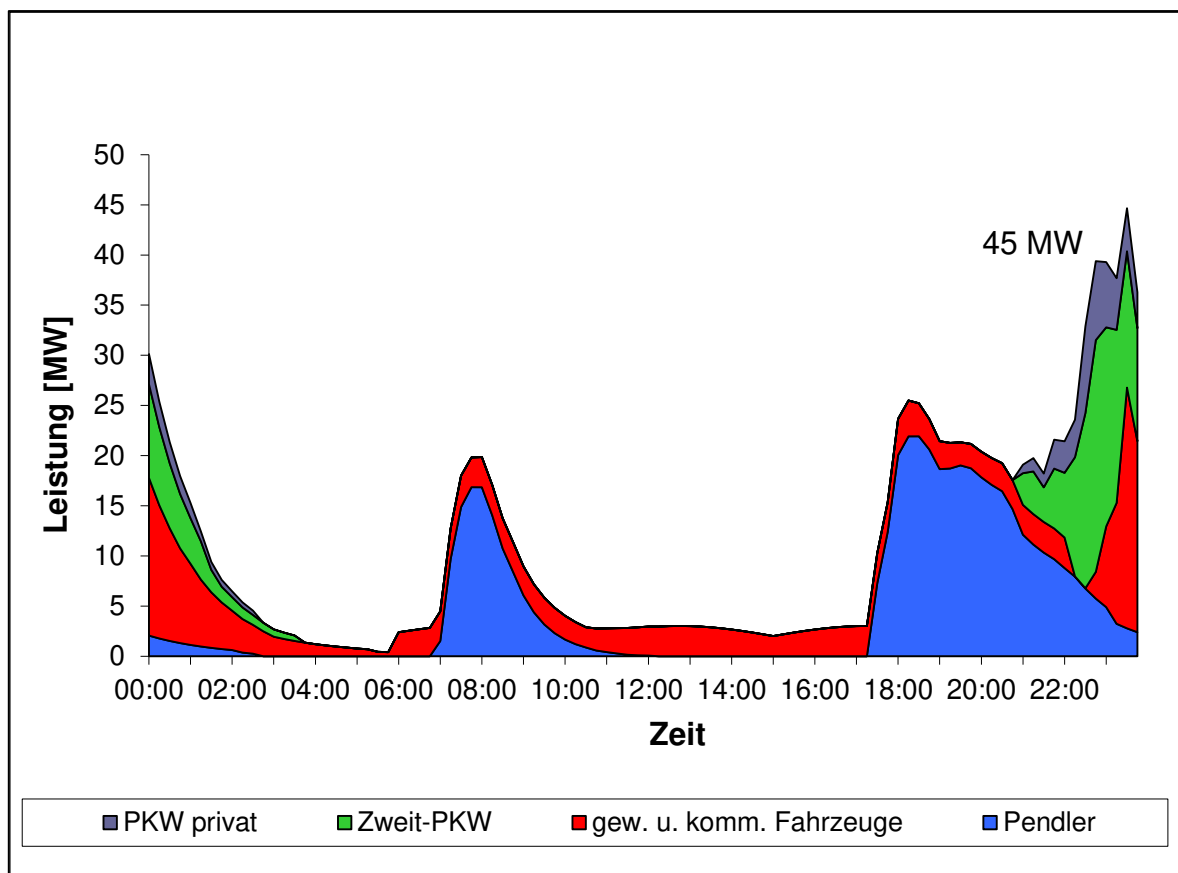


Abbildung 42: Ladeleistung Szenario „e-mobility Styria 2020 – ungesteuert“

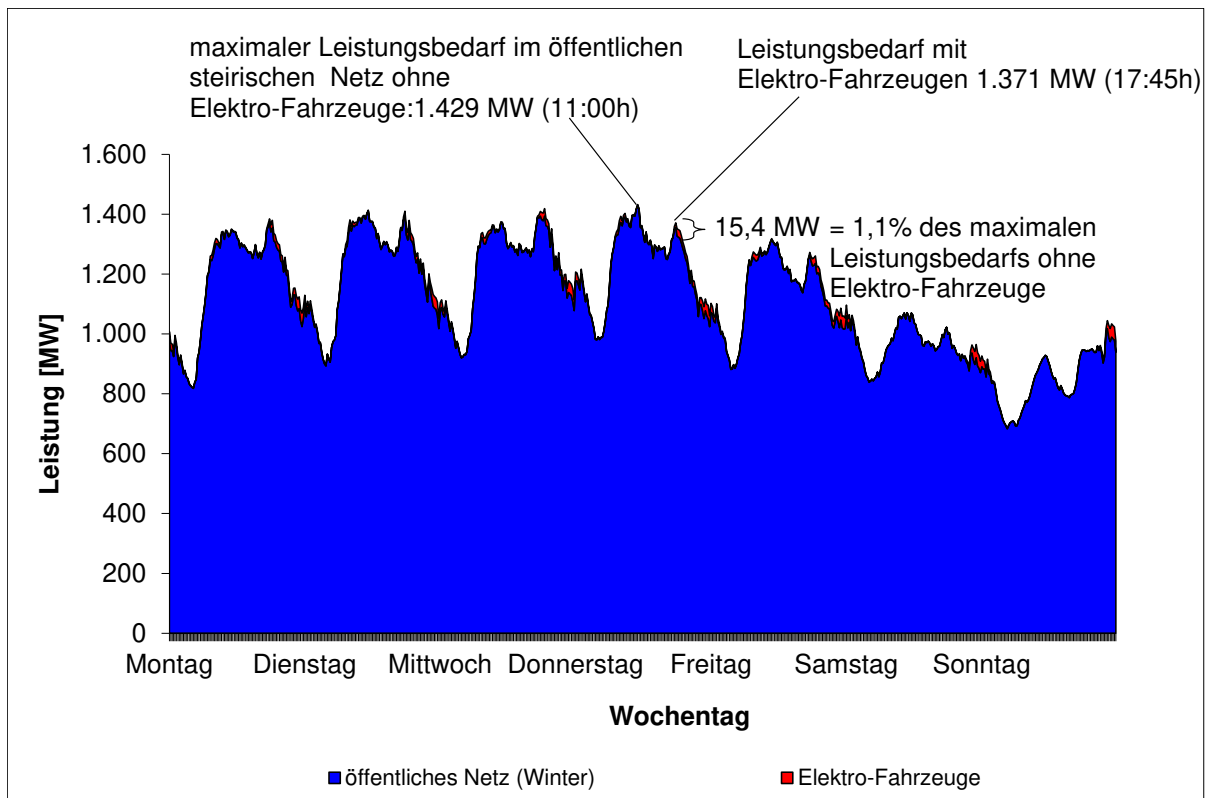


Abbildung 43: Leistung im öffentlichen steirischen Netz in einer Winterwoche mit der Ladeleistung Szenario „e-mobility Styria 2020 – ungesteuert“

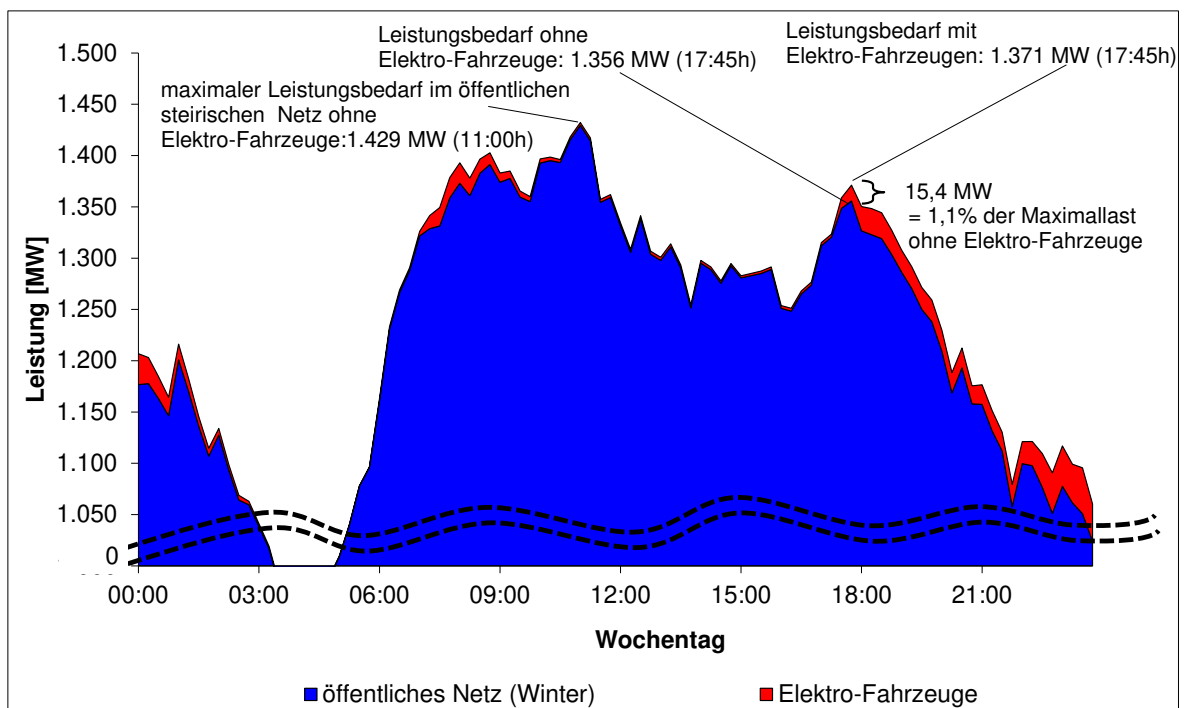


Abbildung 44: Ausschnitt der maximalen Leistung in der Steiermark an einem Wintertag mit der Ladeleistung Szenario „e-mobility Styria 2020 – ungesteuert“

Beim „starr gesteuerten“ Laden in Haushalts-Ladestationen verschiebt sich der maximale zusätzliche Leistungsbedarf für die Batterieladung auf 22:45 Uhr und benötigt 75 MW (Abbildung 45) aufgrund der stufenweisen Freigabe des Nachtstroms (22:00, 00:00 Uhr).

Bei dieser Strategie kommt es zu einer Verschiebung des zusätzlichen Leistungsbedarfs von 75 MW in die Nachtstunden. Die Abendspitze des Stromnetzes (1.356 MW) um etwa 17:45 Uhr wird nur geringfügig um rund 3 MW aus der Schnell-Ladung der Fahrzeuge des gewerbl. Verkehr und öffentl. Dienst überschritten (Abbildung 46). Dieser zusätzliche Leistungsbedarf von 3 MW entspricht etwa 0,2% des maximalen Leistungsbedarfs von 1.429 MW im öffentlichen steirischen Netz. Der maximale Leistungsbedarf von 1.429 MW um 11:00 Uhr wird durch das „starr gesteuerte Laden“ um 3 MW auf 1.359 MW erhöht, dies entspricht 0,2% des maximalen Leistungsbedarfs.

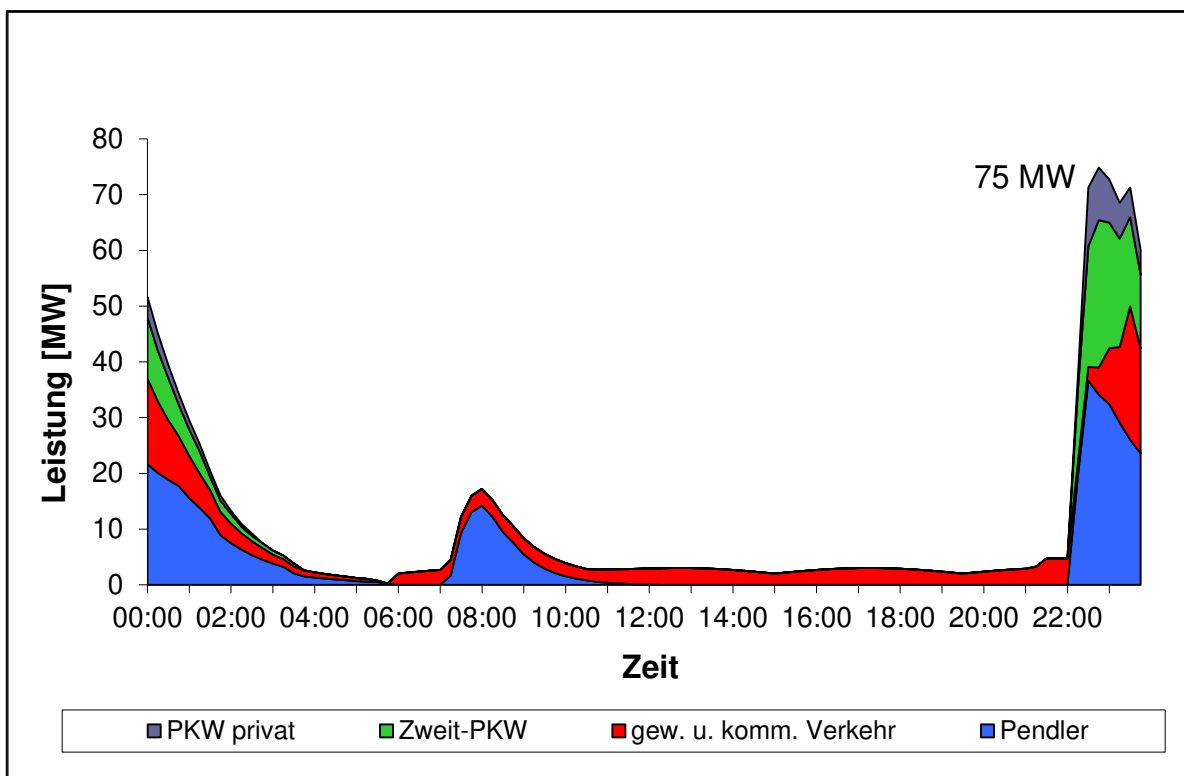


Abbildung 45: Ladeleistung Szenario „e-mobility Styria 2020 – starr gesteuert“



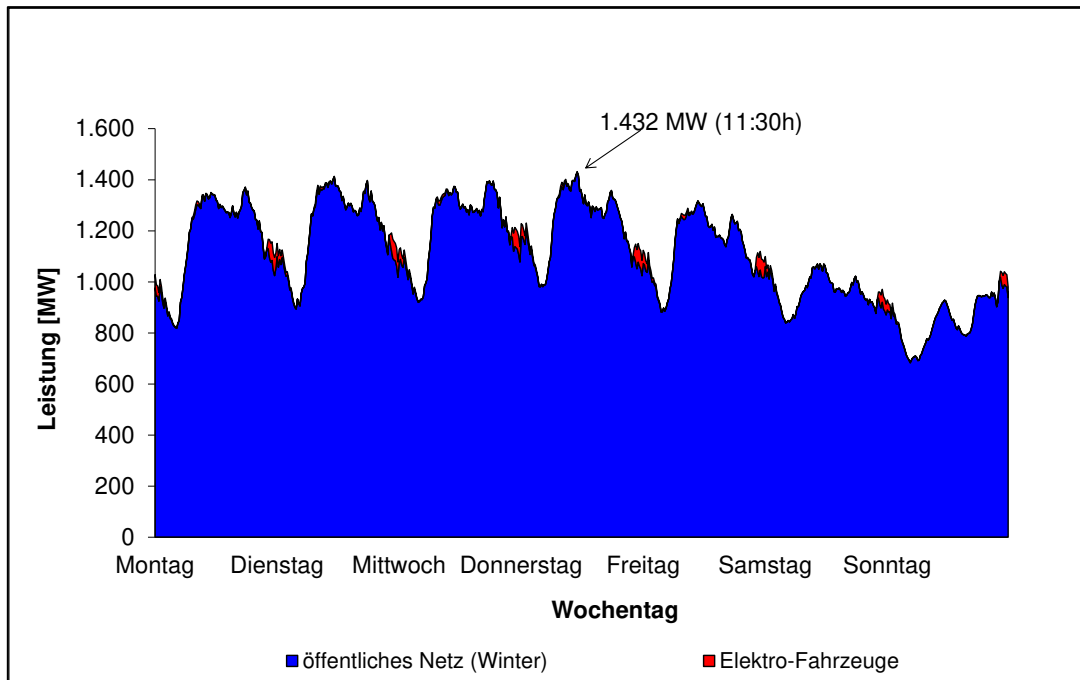


Abbildung 46: Leistung im öffentlichen steirischen Netz in einer Winterwoche mit der Ladeleistung Szenario „e-mobility Styria 2020 – starr gesteuert“

Abbildung 47 zeigt den Vergleich der Ladeleistung für die 2 Ladestrategien „ungesteuert“ und „starr gesteuert“ für das Szenario „e-mobility Styria 2020“ an einem Wochentag. Es ist zu erkennen, dass beim „starr gesteuerten Laden“ im Vergleich zum „ungesteuerten Laden“ der zusätzliche maximale Leistungsbedarf in die Nachtstunden verschoben wird. Wohingegen beim „ungesteuerten“ Laden der zusätzliche Leistungsbedarf in den frühen Abendstunden anfällt.

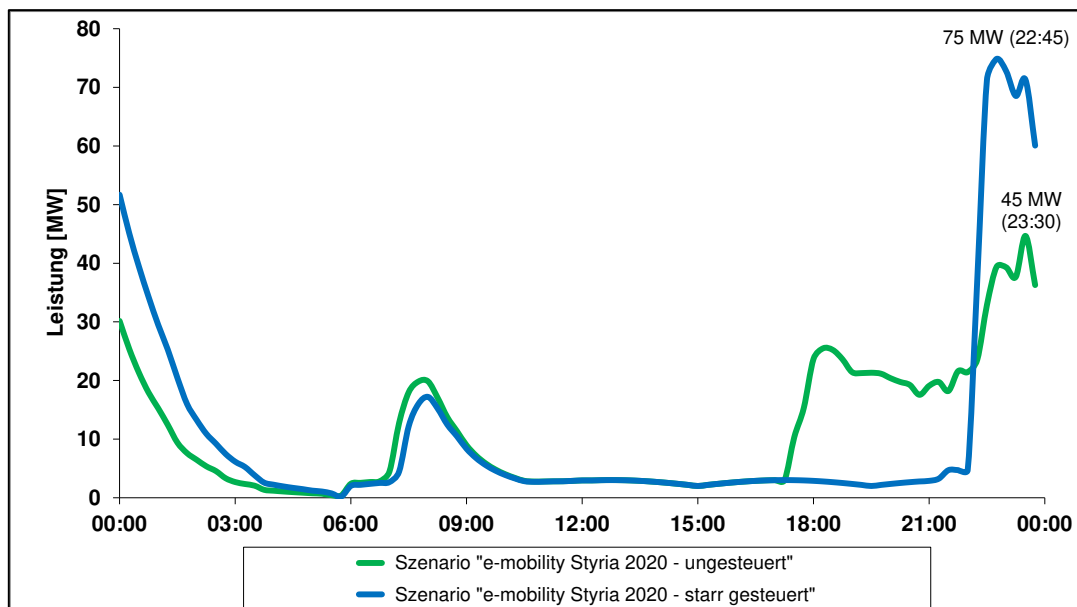


Abbildung 47: Vergleich der Ladeleistung im Szenario „e-mobility Styria 2020 – ungesteuert“ und Szenario „e-mobility Styria 2020 – starr gesteuert“

In Tabelle 15 sind die Ergebnisse des erforderlichen zusätzlichen Leistungsbedarfs während der maximalen Leistung im Netz von 1.429 MW um 11:00 Uhr und zur Abendspitze im öffentlichen Netz für die Ladestrategien „ungesteuertes“ Laden und „starr gesteuertes“ Laden zusammengefasst. Es zeigt sich, dass beim „ungesteuerten“ Laden und beim „starr gesteuerten“ Laden ein zusätzlicher Leistungsbedarf von 2,8 MW während der maximalen Leistung von 1.429 MW um 11:00 Uhr besteht. Dieser Leistungsbedarf entspricht 0,2% der maximalen Leistung. Während der Abendspitze von 1.393 MW um 18:30 Uhr zeigt sich, dass beim „ungesteuerten“ Laden ein zusätzlicher Leistungsbedarf von 25 MW und beim „starr gesteuerten“ Laden ein zusätzlicher Leistungsbedarf von 3 MW. Dies entspricht etwa 1,8 bzw. 0,2% der Abendspitze von 1.393 MW.

Tabelle 15: Ergebnisse für den maximalen zusätzlichen Leistungsbedarf und den zusätzlichen Leistungsbedarf während der Abendspitze

Szenario	Zusätzlicher maximaler Leistungsbedarf [MW] & (Uhrzeit)	Zusätzlicher Leistungsbedarf zur maximalen Leistung von 1.429 MW im Netz [MW] & Uhrzeit	Anteil an der maximalen Leistung von 1.429 MW [%]	Zusätzlicher Leistungsbedarf am Abend [MW] & (Uhrzeit)	Anteil an der derzeitigen Abendspitze von 1.356 MW [%]
„e-mobility Styria 2020 - ungesteuert“	45 (23:30)	2,8 (11:00)	+0,2	15,4 (17:45)	+1,1
„e-mobility Styria 2020 – starr gesteuert“	75 (22:45)	2,8 (11:00)	+0,2	3 (17:45)	+0,2

### 3.2.4 Zusätzlicher Strombedarf

In Abbildung 48 ist der jährliche Energiebedarf für den Betrieb von 664.000 PKW mit flüssigen Treibstoffen im Vergleich zum Szenario „e-mobility Styria 2020“ mit 30.700 Elektro-Fahrzeugen dargestellt. Der Energiebedarf mit 4.481 GWh (16,1 PJ) für den Referenzfall entspricht dem Energiebedarf für den PKW-Sektor in der Steiermark für das Jahr 2007 (siehe Kapitel 2.5).

Aufgrund der effizienteren Elektro-Fahrzeuge ersetzen 98 GWh Strom 2.468 GWh flüssige Treibstoffe. In Summe reduziert sich der Energiebedarf im Verkehrssektor um 3,3% von 4.481 GWh auf 4.311 GWh (Abbildung 48). Der Bedarf an flüssigen Treibstoffen sinkt um 5,5% auf 4.233 GWh/a, gleichzeitig steigt der Strombedarf in der Steiermark von derzeit etwa 8.300 GWh/a (siehe Kapitel 2.6) auf 8.398 GWh/a. Der Anteil des zusätzlichen Strombedarfs von 98 GWh/a am Gesamtstrombedarf (Strombedarf Steiermark + Strombedarf Elektro-Fahrzeuge) beträgt 1,2% (Abbildung 49).

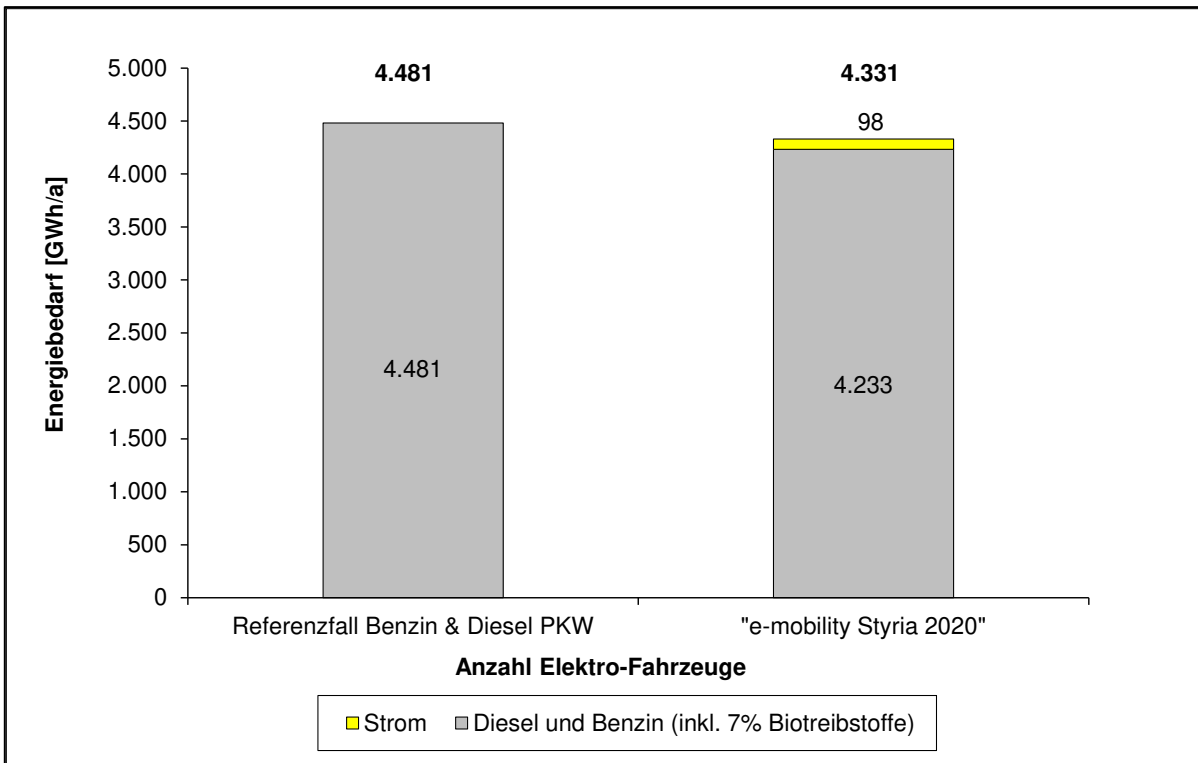


Abbildung 48: Energiebedarf für den Betrieb der steirischen PKW

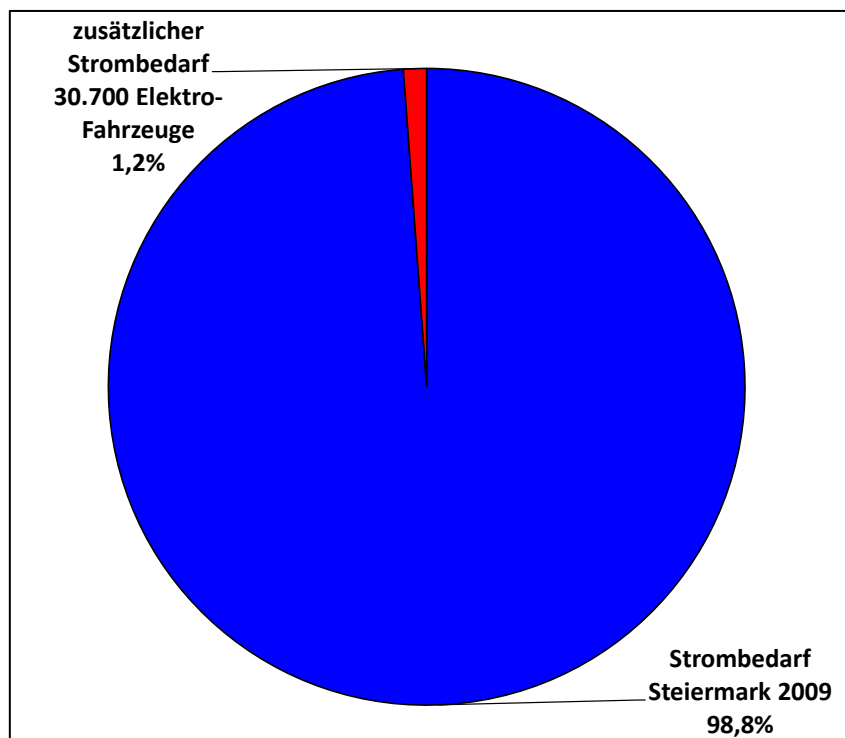


Abbildung 49: Anteil des zusätzlichen Strombedarfs für 30.700 Elektro-Fahrzeuge am Strombedarf der Steiermark 2009

### 3.2.5 Treibhausgas-Emissionen

Für 3 der 5 Szenarien „e-mobility Styria 2020“ wurden auch die Auswirkungen auf die Treibhausgas-Emissionen bei unterschiedlicher Stromerzeugungsarten zum Betrieb der Elektro-Fahrzeuge im Vergleich zum Szenario „Referenzfall Benzin & Diesel – PKW“ betrachtet. Diese Stromerzeugungsarten sind:

1. Strom aus Erdgas (Szenario: „e-mobility Styria 2020 – Strom aus Erdgas“)
2. Strom-Mix „Österreich“ (Szenario: „e-mobility Styria 2020 – Strom-Mix Österreich“)
3. Strom-Mix „Erneuerbar 2020“ (Szenario: „e-mobility Styria 2020 – Strom-Mix-Erneuerbar 2020“)

Die Berechnung der Treibhausgas-Emissionen erfolgte nach der Richtlinie für erneuerbare Energie (Renewable Energy Directive – RED) der europäischen Union, das heißt die Herstellung und Entsorgung der Stromerzeugungsanlagen und der Elektro-Fahrzeuge wurde nicht berücksichtigt.

Die durch PKW im Verkehrssektor verursachten direkten THG-Emissionen betragen in der Steiermark im Jahr 2007 etwa 1,2 Mio. t CO<sub>2</sub>-Äq ohne die Beimischung von Biotreibstoffen und etwa 0,15 Mio. t CO<sub>2</sub>-Äq aus indirekten THG-Emissionen (aus vorgelagerten Prozessen z.B. Förderung, Transport der Treibstoffe, Raffinerie), in Summe etwa 1,35 Mio. t CO<sub>2</sub>-Äq (Abbildung 50).

Im Jahr 2009 reduzierten sich die direkten THG-Emissionen der PKW durch die Beimischung von 7% Biotreibstoffen um etwa 40.000 t CO<sub>2</sub>-Äq bzw. etwa 3% auf etwa 1,1 Mio. t CO<sub>2</sub>-Äq, die indirekten THG-Emissionen aus vorgelagerten Prozessen stiegen auf Grund der aufwendigeren Herstellung (z.B. Anbau der Rohstoffe) der Biotreibstoffe auf 0,19 Mio. t CO<sub>2</sub>-Äq an. In Summe wurden im Referenzfall etwa 1,31 Mio. t CO<sub>2</sub>-Äq (Abbildung 50) emittiert.

Unter der Annahme, dass bis zum Jahr 2020 die 30.700 Elektro-Fahrzeuge konventionelle Benzin- und Diesel-Fahrzeuge in den interessantesten Nutzergruppen mit einer überdurchschnittlich hohen Jahreskilometerleistung ersetzen, ergeben sich unterschiedlich hohe Reduktionen der THG- und Partikel-Emissionen.

Werden diese 30.700 Elektro-Fahrzeuge mit Strom aus Erdgas betrieben (Szenario „e-mobility Styria 2020 – Strom Erdgas“), reduzieren sich die THG-Emissionen auf etwa 1,28 Mio. t CO<sub>2</sub>-Äq. Die direkten THG-Emissionen reduzieren sich auf etwa 1,0 Mio. t CO<sub>2</sub>-Äq und die indirekten THG-Emissionen aus vorgelagerten Prozessen (vor allem Stromerzeugung) erhöhen sich auf etwa 0,23 Mio. t CO<sub>2</sub>-Äq (Abbildung 50). In Summe entspricht dies einer Reduktion gegenüber dem Jahr 2009 um etwa 30.000 t CO<sub>2</sub>-Äq bzw. etwa 2% (Abbildung 51 und Abbildung 50).

Werden die 30.700 Elektro-Fahrzeuge mit dem derzeitigen Strom-Mix „Österreich“ (Szenario „e-mobility Styria 2020 – Strom-Mix Österreich“) betrieben, reduzieren sich die THG-Emission gegenüber dem Strom aus Erdgas um 20.000 t CO<sub>2</sub>-Äq auf etwa 1,26 Mio. t CO<sub>2</sub>-Äq (Abbildung 50). Gegenüber dem Jahr 2009 ergibt das eine Reduktion von etwa 50.000 t CO<sub>2</sub>-Äq bzw. etwa 4% (Abbildung 51 und Abbildung 50).

Werden die Elektro-Fahrzeuge mit dem Strom-Mix „Erneuerbar 2020“ betrieben (Szenario „e-mobility Styria 2020 – Strom-Mix Erneuerbar 2020“), reduzieren sich die THG-Emission gegenüber dem Strom-Mix „Österreich“ um 26.000 t CO<sub>2</sub>-Äq auf etwa 1,24 Mio. t CO<sub>2</sub>-Äq (Abbildung 50). Gegenüber dem Jahr 2009 ergibt das eine Reduktion von etwa 75.000 t CO<sub>2</sub>-Äquivalent bzw. etwa 6% (Abbildung 51 und Abbildung 50).

Weitere Reduktionspotentiale ergeben sich bei der kombinierten Verkehrsmittelwahl von Elektro-Fahrzeugen und dem öffentlichen Verkehr<sup>3</sup>.

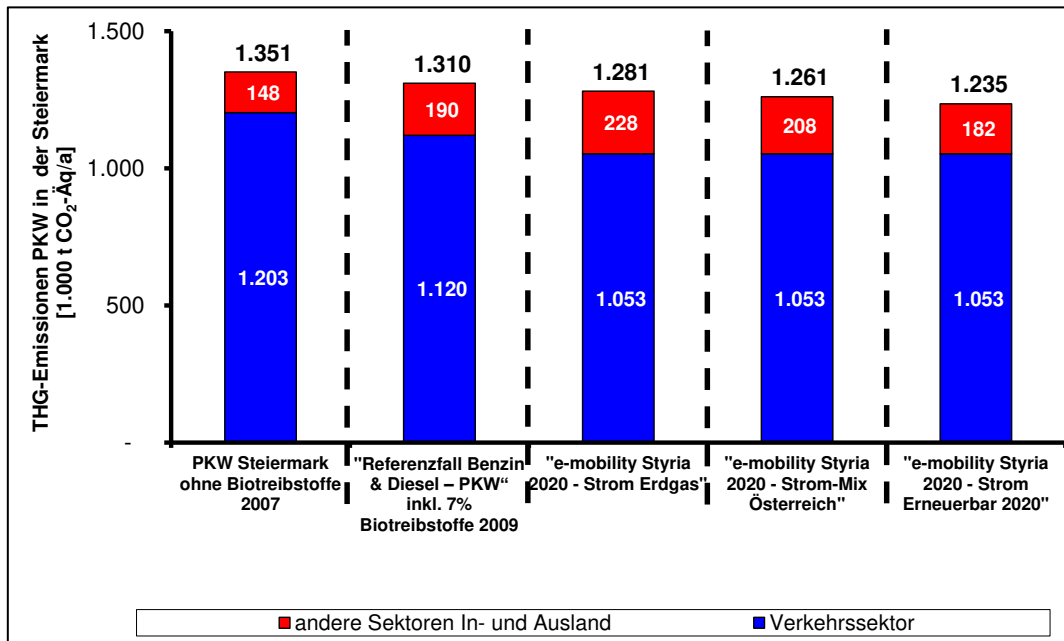


Abbildung 50: THG-Emissionen der PKW in der Steiermark

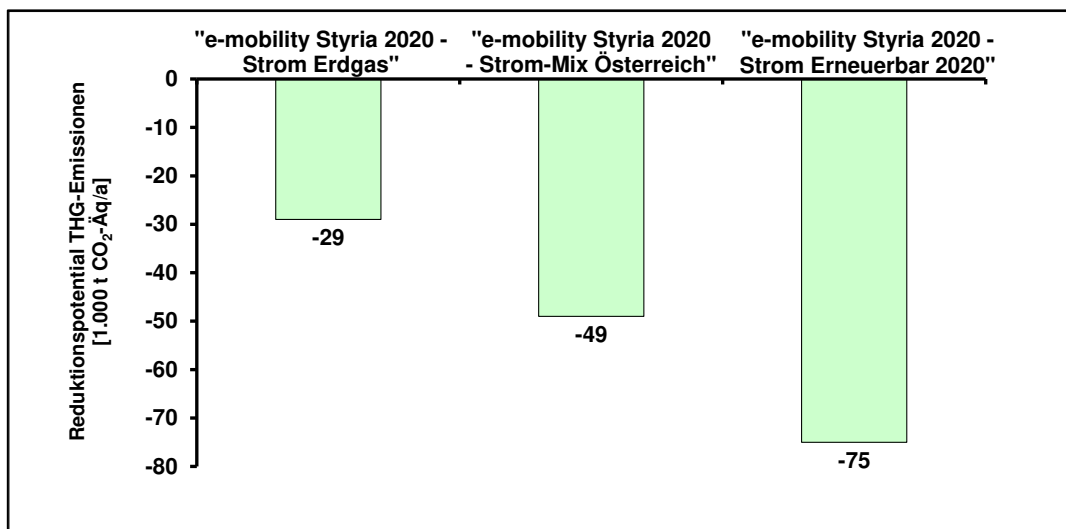


Abbildung 51: Reduktion der THG-Emissionen<sup>4</sup>

<sup>3</sup> Eine Ökobilanz der S-Bahn in der Steiermark hat ergeben, dass ein Autofahrer, der auf die S-Bahn umsteigt, im Durchschnitt seine THG-Emissionen um etwa 2 t CO<sub>2</sub>-Äq pro Jahr reduziert (Jungmeier et al., 2008). Wenn Pendler Elektro-Fahrzeuge nur für den Weg zum Bahnhof nutzen und mit einem Umstieg auf die S-Bahn kombinieren, kann die Reduktion der THG-Emissionen zusätzlich erhöht werden (z.B. bei 10.000 Pendler etwa um 20.000 t CO<sub>2</sub>-Äq pro Jahr).

<sup>4</sup> Bei Berechnung der THG-Emissionen unter Berücksichtigung der Herstellung und Entsorgung der Stromerzeugungsanlagen und der Elektro-Fahrzeuge betragen die Reduktionspotentiale zum Referenzfall (Verwendung der Daten aus Kapitel 2.9):

- bei „e-mobility Styria 2020 – Strom Erdgas“: 24.000 t CO<sub>2</sub>-Äq,
- bei „e-mobility Styria 2020 – Strom Mix Österreich“: 44.000 t CO<sub>2</sub>-Äq und
- bei „e-mobility Styria 202 – Strom-Mix Erneuerbar 2020“: 69.000 t CO<sub>2</sub>-Äq

### 3.2.6 Partikel-Emissionen

Ausgehend von den Partikel-Emissionen im Verkehrssektor in Österreich im Jahr 2008 (Abbildung 25) wurde mit dem Energiebedarf im Verkehrssektor in Österreich (Abbildung 9) und der Steiermark (Abbildung 10) die Verteilung der Partikel-Emissionen auf die Verkehrsträger in der Steiermark vereinfacht errechnet (Abbildung 52). Auf den Straßenverkehr entfallen 845 t, auf den Flugverkehr 93 t, auf den Bahnverkehr 37 t und auf andere Verursacher 2 t der Partikel-Emissionen in der Steiermark.

Des Weiteren wurden auch die Partikel-Emissionen der Verursacher im Straßenverkehr in der Steiermark errechnet (Abbildung 53). Der Großteil von etwa 49% der Partikel-Emissionen im Straßenverkehr stammt mit 414 t aus der Aufwirbelung und dem Abrieb, 209 t stammen von Diesel-PKW, 165 t von schweren Nutzfahrzeugen, 48 t von leichten Nutzfahrzeugen und 9 t von Benzin-PKW.

In der Steiermark gibt es etwa 366.000 Diesel-PKW und 297.000 Benzin-PKW. Unter Annahme, dass die 30.700 Elektro-Fahrzeuge zu je 50% Benzin- und Diesel-PKW in den festgelegten Nutzergruppen mit einer überdurchschnittlich hohen Jahreskilometerleistung (z.B. Pendler, gewerbl. Verkehr & öffentlicher Dienst) ersetzen, ergibt sich folgendes Reduktionspotential von Partikel-Emissionen:

- Diesel-PKW: 8,8 t/a und
- Benzin-PKW: 0,5 t/a.

In Summe ließen sich durch die Einführung von 30.700 Elektro-Fahrzeugen somit 9,3 t Partikel-Emissionen einsparen. Dies entspricht etwa 1% der derzeitigen Partikel-Emissionen im Straßenverkehr in der Steiermark bzw. etwa 4% der derzeitigen Partikel-Emissionen von Diesel- und Benzin-PKW.

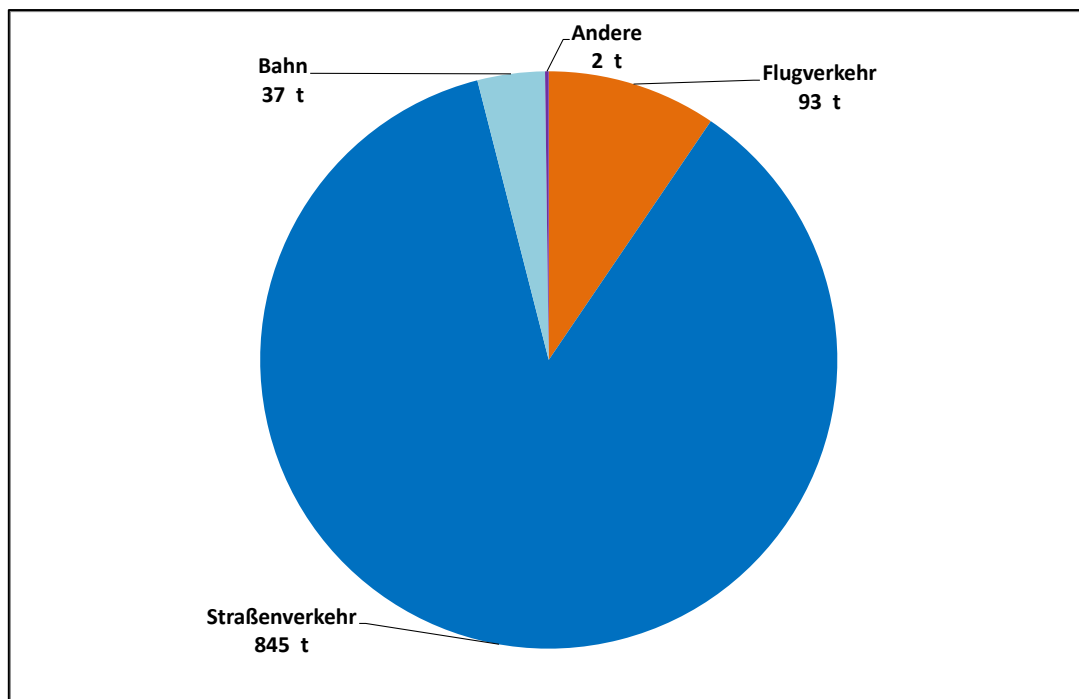


Abbildung 52: Partikel-Emissionen im Verkehrssektor in der Steiermark 2008

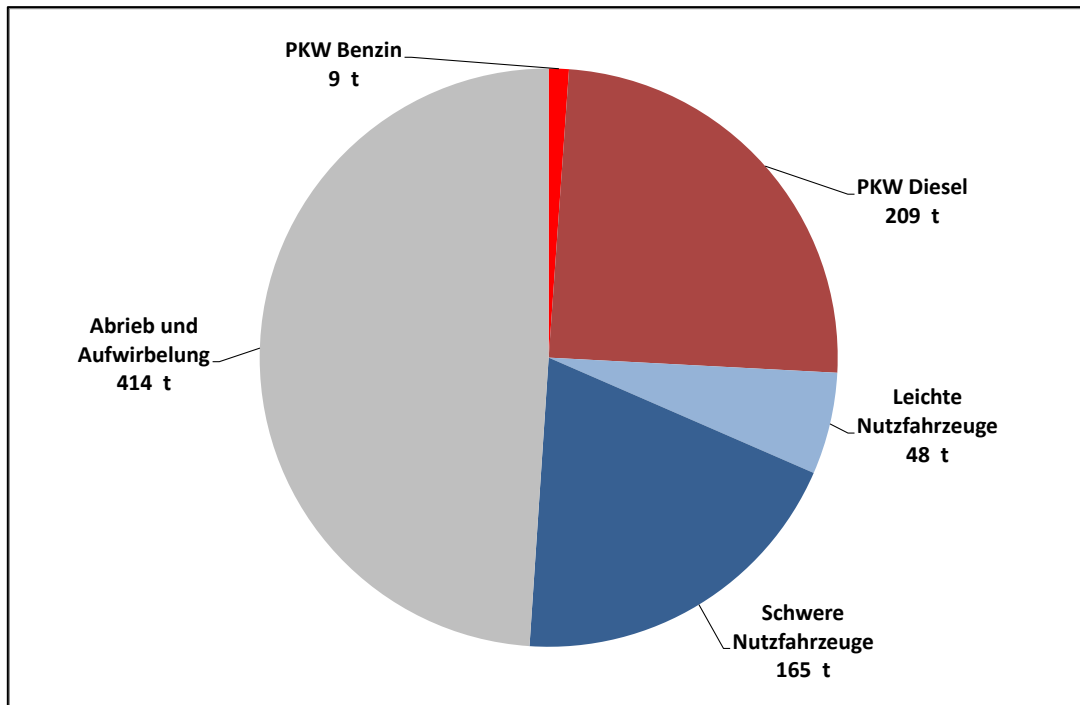


Abbildung 53: Partikel-Emissionen im Straßenverkehr in der Steiermark 2008

### 3.2.7 Erneuerbare Treibstoffe im Jahr 2020

In Österreich und in der Steiermark sind im Jahr 2009 bereits 7% Biotreibstoffe vor allem als Beimischung zu Benzin und Diesel auf dem Markt. Nach den europäischen Vorgaben in der Richtlinie für erneuerbare Energie (Renewable Energy Directive – RED) soll der Anteil erneuerbarer Treibstoffe im Verkehrssektor im Jahr 2020 10% betragen. In dieser Richtlinie ist festgelegt, dass die im Straßenverkehrssektor verbrauchte Elektrizitätsmenge, die nachweislich aus erneuerbaren Energiequellen stammt, mit dem 2,5-fachen Energiegehalt (Tabelle 16) bewertet werden darf (Europäisches Parlament, 2009). Des Weiteren dürfen Biotreibstoffe (Biotreibstoffe der 2. Generation), die aus Abfällen, Reststoffen, zellulosehaltigem Non-Food-Material und lignozellulosehaltigem Material hergestellt werden, mit dem 2-fachen Energiegehalt (Tabelle 16) bewertet werden (Europäisches Parlament, 2009).

Um auch für den derzeitigen Strom-Mix „Österreich“ 2007 (siehe Tabelle 2) den Anteil an erneuerbar erzeugtem Strom bei der Bewertung nach RED zu berücksichtigen, wurde der Anteil an erneuerbarem Strom von etwa 55% mit dem Faktor 2,5 multipliziert und ein Faktor für den Strom-Mix „Österreich“ von 1,375 errechnet (Tabelle 16).

Tabelle 16: Faktoren zur Bewertung der Endenergiequellen für den Straßenverkehr nach RED

Energiequellen für den Straßenverkehr	Faktoren zur Bewertung nach RED
Strom aus erneuerbaren Quellen	2.5
Biotreibstoffe aus Abfällen, Reststoffen, zellulosehaltigem Non-Food-Materialien und Lignozellulose	2
Strom-Mix Österreich 2007 (55% erneuerbar - 45% konventionelle Quellen)	1.375

Für die 3 relevanten Szenarien „e-mobility Styria 2020“ mit unterschiedlicher Stromerzeugungsart für den Betrieb der 30.7000 Elektro-Fahrzeuge wurde der Anteil erneuerbarer Energie im Verkehrssektor ermittelt. Ausgehend vom Energiebedarf für den PKW-Sektor im Jahr 2020 in der Steiermark wurde der Anteil ohne und mit RED-Bewertung (Tabelle 17 und Tabelle 18) ermittelt.

Bei einer Bewertung ohne die Berücksichtigung der RED ergibt sich ein Anteil von 91% (14,11 PJ/a) Diesel und Benzin, ein Anteil von 2% elektrischen Strom (0,35 PJ/a), sowie ein unveränderter Anteil von 7% erneuerbaren Treibstoffen im PKW-Sektor gegenüber dem Referenzfall in der Steiermark.

Im Szenario „e-mobility Styria 2020 – Strom Erdgas“ ergibt sich ein Anteil von 7% erneuerbaren Treibstoffen, da der Strom aus Erdgas nicht erneuerbar ist.

Im Szenario „e-mobility Styria 2020 – Strom-Mix Österreich“ ergibt sich durch die Bewertung ein Anteil von 10,1% erneuerbarer Treibstoffe.

Im Szenario „e-mobility Styria 2020 – Strom-Mix Erneuerbar 2020“ ergibt sich durch die Bewertung ein Anteil von 12,3% erneuerbarer Treibstoffe.

Somit wäre im Jahr 2020 mit der Einführung von 30.700 Elektro-Fahrzeugen in den festgelegten Nutzergruppen mit einer überdurchschnittlich hohen Jahreskilometerleistung (z.B. Pendler, gewerbl. Verkehr & öffentlicher Dienst) und der Verwendung des Strom-Mix Österreich bzw. eines erneuerbaren Strom-Mix im PKW-Sektor ein Anteil von 10% erneuerbaren Treibstoffen und die Erfüllung der RED-Ziele möglich.

**Tabelle 17:** Bewertung des Energiebedarfs im PKW-Sektor Steiermark im Jahr 2020 ohne Berücksichtigung RED

Energiebereitstellung	Energiebedarf 2009 [PJ/a]	Anteile 2009	Energiebedarf 2020 [PJ]	Anteile 2020 ohne Bewertung nach RED [%]
Diesel & Benzin	15	93	15,00	91,2
Biotreibstoffe	1,1	7	1,10	6,7
"e-mobility Styria 2020" - Strombedarf		0	0,35	2,1
<b>Anteil erneuerbare Treibstoffe [%]</b>		<b>7</b>		<b>7,0</b>
<b>Summe</b>	<b>16,1</b>	<b>100</b>	<b>16,5</b>	<b>100,0</b>

**Tabelle 18:** Bewertung des Energiebedarf im PKW-Sektor Steiermark im Jahr 2020 unter Berücksichtigung RED

Energiebereitstellung	Energiebedarf 2020 [PJ/a]	Anteile nach RED					
		"e-mobility Styria 2020 - Strom Erdgas"		"e-mobility Styria 2020 - Strom-Mix Österreich"		"e-mobility Styria 2020 - Strom-Mix Erneuerbar 2020"	
		[PJ/a]	[%]	[PJ/a]	[%]	[PJ/a]	[%]
Diesel & Benzin	14,1	14,1	91	14,1	89,9	14,1	87,7
Biotreibstoffe	1,10	1,10	7	1,10	7,0	1,10	6,8
"e-mobility Styria 2020" - Strombedarf	0,35						
"e-mobility Styria 2020 - Strom Erdgas"	0,35	0,35	2				
"e-mobility Styria 2020 - Strom-Mix Österreich"	0,35			0,48	3,1		
"e-mobility Styria 2020 - Strom-Mix Erneuerbar 2020"	0,35					0,88	5,4
<b>Anteil erneuerbare Treibstoffe [%]</b>			<b>7</b>		<b>10,1</b>		<b>12,3</b>
<b>Summe</b>	<b>15,6</b>	<b>15,6</b>	<b>100</b>	<b>15,7</b>	<b>100</b>	<b>16,1</b>	<b>100</b>



### 3.2.8 Ladestationen

Unter der Annahme, dass jedem Elektro-Fahrzeug zumindest 1 Ladestation zur Verfügung steht, wurde ausgehend von der Verteilung der Ladeleistung je Nutzergruppe (Tabelle 7) die Anzahl der Ladestationen und deren Anschlussleistung ermittelt.

Für die Ermittlung der notwendigen Anzahl der Ladestationen in der Steiermark bis zum Jahr 2020 wurde angenommen, dass auch im öffentlichen Raum Ladestationen bereitgestellt werden müssen. Aus diesem Grund wurde die Anzahl der ermittelten 11 kW-Ladestationen um 80% auf eine Gesamtanzahl von etwa 11.400 erhöht. Für die Nutzergruppe des gewerblichen und öffentlichen Dienstes wurde davon ausgegangen, dass jedes Elektro-Fahrzeug 1 Ladestation zur Verfügung hat. Somit ergibt sich eine Gesamtanzahl von rund 38.500 benötigten Ladestationen bei 30.700 Elektro-Fahrzeugen in der Steiermark bis zum Jahr 2020 (Tabelle 19). Das ergibt im Durchschnitt 1,22 Ladestationen je Elektro-Fahrzeug.

Generell wird davon ausgegangen, dass die Anzahl der Ladestationen im öffentlichen Raum zu Beginn der Einführung von Elektro-Fahrzeugen höher sein muss, um die Akzeptanz der Elektro-Fahrzeuge zu erhöhen (siehe auch Kremlicka, 2011).

Tabelle 19: Anzahl der notwendigen Ladestationen

Nutzergruppe	"e-mobility styria 2020" Anzahl Elektro- Fahrzeuge	3,5 kW- Ladestationen	11 kW- Ladestationen	40 kW- Ladestationen	Anzahl Ladestationen je Nutzergruppe	Anzahl Ladestationen je PKW und Nutzergruppe
PKW-Pendler	10.889	10.889	4.922	0	15.811	1,45
Gewerbl. Verkehr u. öffentlich Dienst	6.904	1.381	3.745	3.452	8.578	1,24
Zweit-PKW	8.818	7.936	1.594	0	9.530	1,08
Privat-PKW	4.089	3.476	1.109	0	4.585	1,12
Summe (Elektro-Fahrzeuge bzw. Ladestationen)	30.700	23.682	11.370	3.452	38.503	Durchschnittliche Anzahl Ladestationen 1,22

### 3.2.9 Zusätzliche Stromerzeugung

Ausgehend vom ermittelten zusätzlichen Strombedarf von 98 GWh für den Betrieb von 30.700 Elektro-Fahrzeugen im Jahr 2020 in der Steiermark, wurde die Anzahl an zusätzlich zu errichtenden Stromerzeugungsanlagen für erneuerbaren Strom (Wasser, Wind, Biogas, PV) berechnet (Tabelle 20).

In Tabelle 20 wurden für diese Stromerzeugungsanlagen charakteristische Kenngrößen, z.B. Volllaststunden, installierte Leistung und mögliche Leistung je Anlage, angenommen. Es zeigt sich, dass je nach Stromerzeugungstechnologie die Volllaststundenanzahl pro Jahr und damit die zu installierende Leistung unterschiedlich ist.

Abbildung 54 zeigt eine Gegenüberstellung der zusätzlich zu errichtenden erneuerbaren Stromerzeugungsanlagen. Hier sei angemerkt, dass jede Art der Stromerzeugungsanlage für sich steht, z.B. wäre 1 Groß-Wasserkraftwerk mit 20 MW Leistung oder 3 Klein-Wasserkraftwerke mit je 7 MW Leistung zu errichten, um den zukünftigen zusätzlichen Strombedarf von 98 GWh/a decken zu können.

Tabelle 20: Notwendige Anlagen zur Erzeugung des zusätzlichen Stromes für 30.700 Elektro-Fahrzeuge

erneuerbare Stromerzeugung für je 98 GWh/a	Vollaststunden [h/a]		zu installierende Leistung [MW]		Leistung je Anlage [MW]		Anzahl benötigte Anlagen		Annahme mittlere Anlagenanzahl mit mittlerer Leistung
	von	bis	von	bis	von	bis	von	bis	
Groß-Wasserkraft	4.000	5.000	20	25	10	20	1	2	1
Klein-Wasserkraft	4.000	5.000	20	25	5	8	3	4	3
Windkraft	1.700	2.500	39	58	1,5	3	19	26	23
Biogas	7.000	8.500	12	14	0,5	1	14	23	19
PV-klein	750	1.200	82	131	0,002	0,025	5.227	40.833	24.000
PV-groß	750	1.200	82	131	0,1	0,5	261	817	500

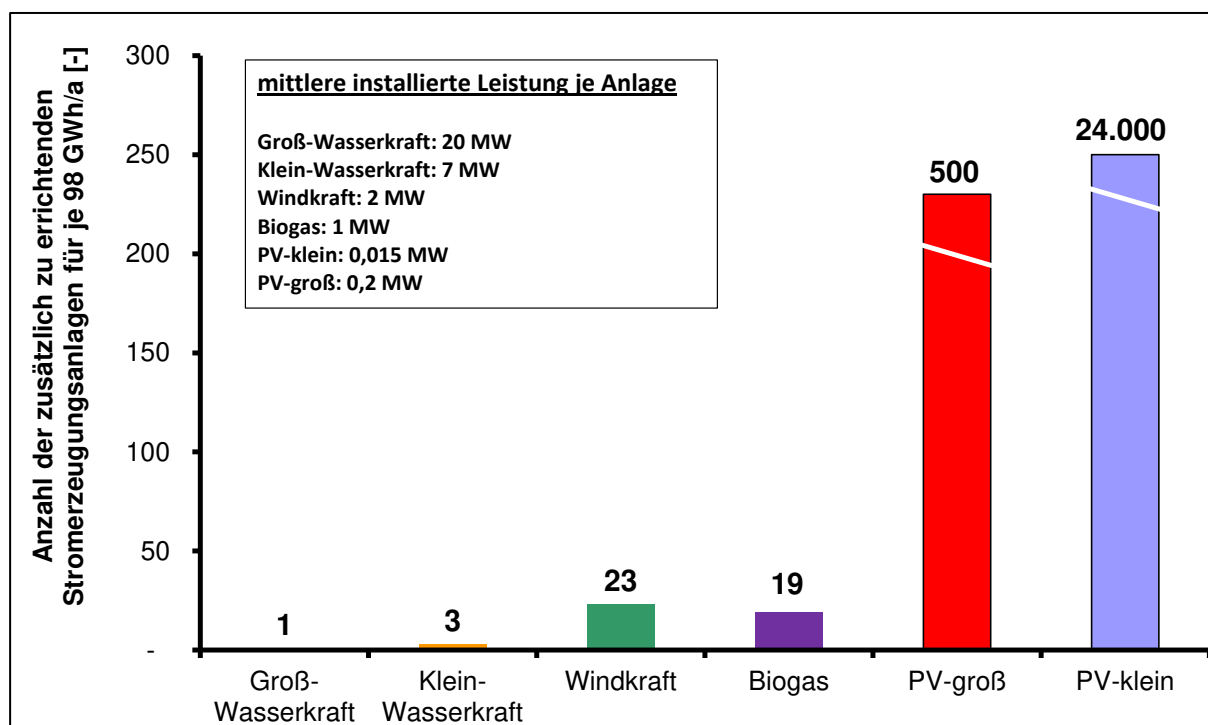


Abbildung 54: Anzahl zusätzlich zu errichtender Stromerzeugungsanlagen für 30.700 Elektro-Fahrzeuge in der Steiermark

Um abschätzen zu können, in welchen Stromerzeugungsanlagen der zusätzlich benötigte Strom von 98 GWh in der Steiermark im Jahr 2020 tatsächlich erzeugt werden könnte, werden die Kennzeichen der derzeit in Bau befindlichen und geplanten Kraftwerke in der Steiermark dargestellt. Tabelle 21 zeigt einen Überblick über die derzeit geplanten bzw. in Bau befindlichen Kraftwerke in der Steiermark für die Jahre 2011-2015 mit den geplanten elektrischen Leistungen, den erwarteten Jahresstrommengen und den Investitionskosten.

Tabelle 21: Kraftwerke in Bau bzw. Planung in der Steiermark (2011-2015) (Datenbasis: Österreichs Energie, 2010 & eigene Annahmen)

Kraftwerke in Bau/Planung (Jahr der geplanten Errichtung)	Elektrische Leistung [MW]	Jahresstrom- menge [GWh/a]	Investition [Mio. €]
Wasserkraftwerk Gössendorf (2012)	18,5	88,6	
Wasserkraftwerk Kalsdorf (2013)	18,8	81,2	
Wasserkraftwerk Graz (2015)	16,1	72,6	87
PV-Anlage Mureck (2011)	1	1	3,5 – 4,5
PV-Anlagen mit Klimafonds- Förderung (2011- 2015)	35	35	100 – 140
Erdgas-Kraftwerk Mellach (2011)	832	4.500	550
Kraftwerk Werndorf (2015)	580	3.000	

Bei Umsetzung aller bis 2013 geplanten Kraftwerke ergibt sich eine zusätzliche Stromerzeugung von 4.700 GWh/a. Abbildung 55 zeigt den Anteil der bis 2013 geplanten Kraftwerke an dieser zusätzlich erzeugten Strommenge. Es ist zu erkennen, dass rund 96% der zusätzlich erzeugten Strommenge aus dem Erdgas-Kraftwerk Mellach stammen wird.

Bei Umsetzung aller bis 2015 geplanten Kraftwerke beträgt die zusätzlich erzeugte Strommenge bis zu 7.800 GWh/a (Abbildung 56). Es ist zu erkennen, dass rund 97% der zusätzlich bis 2015 erzeugten Strommenge aus dem Erdgas-Kraftwerken Mellach und Werndorf stammen wird.

Der zusätzlich erzeugte Strom in diesen Anlagen hat also einen geringeren Anteil an erneuerbarer Energie (3-4%), als der derzeitige Strom-Mix in der Steiermark mit 55%. Um sicherzustellen, dass die Elektro-Fahrzeuge mit erneuerbaren Strom betrieben werden, muss die erneuerbare Stromerzeugung bis 2020 massiv ausgebaut werden.

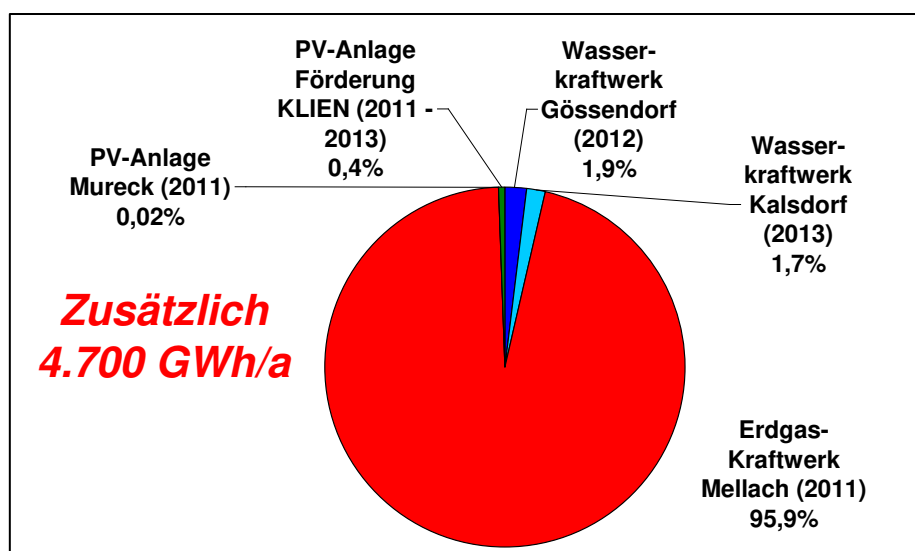


Abbildung 55: Geplanter Ausbau der Stromerzeugung von 4.700 GWh/a bis 2013 in der Steiermark (Datenbasis: Österreichs Energie, 2010 & eigene Annahmen)

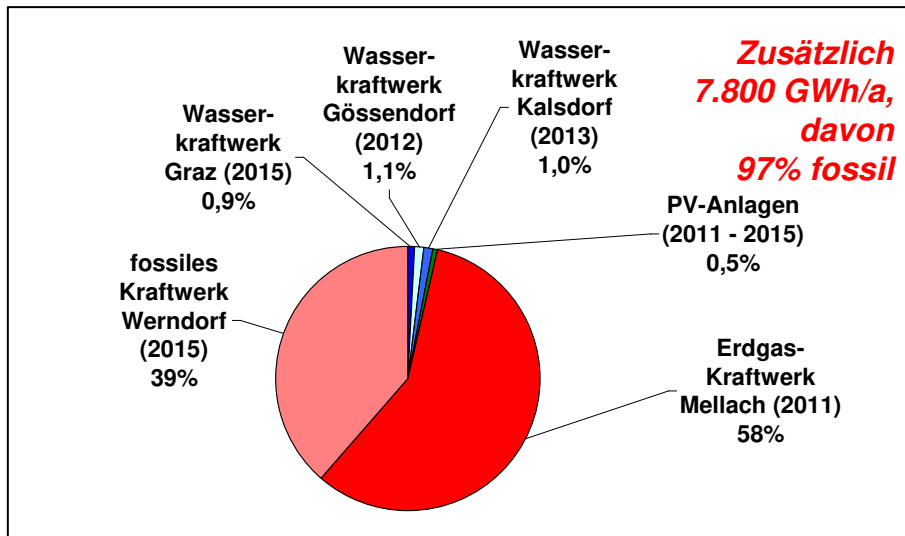


Abbildung 56: Geplanter Ausbau der Stromerzeugung von 7.800 GWh/a bis 2015 in der Steiermark (Datenbasis: Österreichs Energie, 2010 & eigene Annahmen)

### 3.3 Chancen & Herausforderungen für die steirische Wirtschaft

Vor dem Hintergrund der zukünftig zu erwartenden Einführung von Elektro-Fahrzeugen wurden die Chancen und Herausforderungen für die steirische Wirtschaft untersucht sowie die Möglichkeiten, in der Wertschöpfungskette von Elektro-Fahrzeugen (Abbildung 57) zusätzliche „Green Jobs“ zu schaffen. Die Wertschöpfungskette von Elektro-Fahrzeugen erstreckt sich über den Lebenszyklus von der Stromproduktion und der Errichtung der dafür benötigten Stromerzeugungsanlagen, über die Stromverteilung, die benötigte Ladeinfrastruktur bis hin zur Entwicklung, Fertigung und Herstellung der Elektro-Fahrzeuge und deren Entsorgung bzw. Verwertung am Ende des Lebenszyklus eines Elektro-Fahrzeugs.

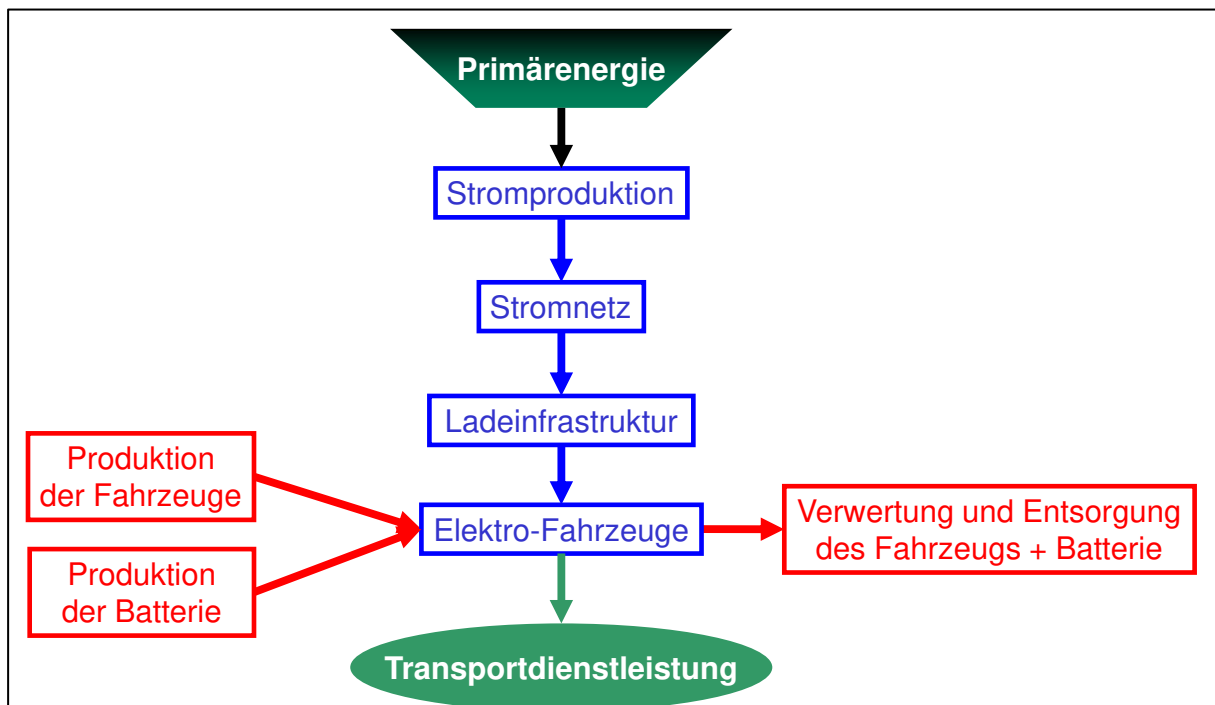


Abbildung 57: Wertschöpfungskette eines Elektro-Fahrzeugs

#### 3.3.1 Chancen

Die steirische Wirtschaft hat gemäß der steirischen Wirtschaftsstrategie 11 wirtschaftliche Stärkefelder (SFM2010-Kurzfassung, 2010):

1. Automotive/Mobilität,
2. Engineering/Anlagenbau,
3. Holz/Papier/Holzbau,
4. Telekommunikation/IT/NeueMedien/Elektronik (TIME),
5. Energie- und Umwelttechnik/erneuerbare Energien,
6. Humantechnologie,
7. Lebensmitteltechnologie,
8. Kreativwirtschaft,
9. Nano- und Mikrotechnologie,
10. Simulation/mathematische Modellierung und
11. Werkstoffe.

In der aktuellen Stärkefeldmessung 2010 (SFM2010-Kurzfassung, 2010) wurde im Auftrag der Abteilung 14 für Wirtschaft und Innovation des Amtes der Steiermärkischen Landesregierung basierend auf empirischen Befunden, insbesondere bezüglich der Unterschiede der einzelnen Stärkefelder, eine Grundlage für die Darstellung der existierenden Stärkefelder bereitgestellt. Die Stärkefelder können nicht als homogene Gruppen für sich gesehen werden, da sie unterschiedliche Charakteristika und mitunter Überschneidungen aufweisen. Die stärkefeldrelevanten Unternehmen beschäftigen etwa 25% der Gesamtbeschäftigten in der Steiermark. Die Gesamtanzahl der unselbständig Beschäftigten (inkl. geringfügig Beschäftigter) in den stärkefeldrelevanten Bereichen betrug im Jahr 2009 in der Steiermark etwa 115.000. Zwei Drittel der Beschäftigten arbeiten in großen Unternehmen (250 Beschäftigte und mehr) (SFM2010-Kurzfassung, 2010).

Im Folgenden wird auf die wesentlichen Stärkefelder, die bei der Einführung von Elektro-Fahrzeugen eine Rolle spielen können, eingegangen. Die wesentlichen Stärkefelder in der Wertschöpfungskette von Elektro-Fahrzeugen (Abbildung 57) sind:

1. Automotive/Mobilität,
2. Engineering/Anlagenbau,
3. Energie- und Umwelttechnik/erneuerbare Energien,
4. Telekommunikation/IT/NeueMedien/Elektronik und
5. Werkstoffe.

Tabelle 22 gibt einen Überblick über die Anzahl der im Jahr 2009 unselbständig Beschäftigten in den möglichen Stärkefeldern für Elektro-Fahrzeuge in der Steiermark. Zwischen diesen Stärkefeldern kommt es zu Überschneidungen, aus diesem Grund kann die Anzahl der unselbständig Beschäftigten nicht addiert werden.

Tabelle 22: Anzahl der unselbständig Beschäftigten in den möglichen Stärkefeldern für Elektro-Fahrzeuge in der Steiermark 2009 (SFM2010-Kurzfassung, 2010)

Mögliche Stärkefelder für Elektro-Fahrzeuge	Anzahl unselbständig Beschäftigte (2009)
Automotive/Mobilität	40.000
Engineering/Anlagenbau	28.000
Energie- und Umwelttechnik/erneuerbare Energien	27.000
Telekommunikation/IT/Neue Medien/Elektronik (TIME)	17.000
Werkstoffe	40.000

Die steirische Wirtschaft wird in der gesamten Wertschöpfungskette der Elektro-Fahrzeuge eine bedeutende Rolle einnehmen. Angefangen bei der Entwicklung von Werkstoffen für Elektro-Fahrzeuge im Stärkefeld „Werkstoffe“ über die Entwicklung, die Fertigung und die Herstellung ganzer Elektro-Fahrzeuge bzw. Zulieferteile im Stärkefeld „Automotive/Mobilität“. Auch das Know-How im Bereich der Stärkefelder „Engineering/ Anlagenbau“ und „Energie- und Umwelttechnik/erneuerbare Energien“ wird eine wesentliche Rolle spielen. Auch die Einführung neuer softwarebasierter Anwendungen und Anwendungskonzepte durch das Stärkefeld „Telekommunikation/IT/NeueMedien/Elektronik (TIME)“, sowie letzten Endes der Bereich der Entsorgung und Verwertung der Komponenten eines Elektro-Fahrzeugs im Stärkefeld „Energie- und Umwelttechnik/ erneuerbare Energien“ beschäftigen sich mit wichtigen Bereichen eines Elektro-Fahrzeugs.

Im Wesentlichen decken die genannten Stärkefelder der steirischen Wirtschaft den gesamten Lebenszyklus eines Elektro-Fahrzeugs von der Fertigung über die Anwendung bis hin zur Verwertung ab. Dadurch stellt die gesamte Wertschöpfungskette im Lebenszyklus eines Elektro-Fahrzeugs zukünftig ein interessantes Tätigkeitsfeld für die steirische Wirtschaft dar.

### **3.3.2 Herausforderungen**

Herausforderungen für die breite Einführung von Elektro-Fahrzeugen bestehen derzeit vor allem im Bereich des Forschungs- und Entwicklungs-Bedarfs. Im Folgenden werden die Bereiche mit dem wesentlichsten Forschungs- und Entwicklungsbedarf erläutert, diese sind:

1. Batterien für Elektro-Fahrzeuge,
2. Erzeugung des zusätzlichen erneuerbaren Strombedarfs für Elektro-Fahrzeuge,
3. Konzepte für die Nutzung von Elektro-Fahrzeugen mit Integration der Elektro-Fahrzeuge in nachhaltige Mobilitätskonzepte und
4. Ladeinfrastruktur.

#### Batterien für Elektro-Fahrzeuge

Der Forschungs- und Entwicklungsbedarf im Bereich der Energiespeicher für Elektro-Fahrzeuge liegt vor allem im Bereich Kostenreduktion, der Erhöhung der Energie- und Leistungsdichten (Reichweite der Elektro-Fahrzeuge) der Batterien und dem Batteriemangement. Diese Bereiche stellen für die österreichische Wirtschaft folgende Forschungsschwerpunkte dar (e-connected, 2009):

1. Messtechnik,
2. Batteriemangement (z.B. Steuergeräte),
3. Modellierung und Simulation (z.B. Bewertung der Lebensdauer, Tools zur Reichweitenbewertung während des Betriebs von Elektro-Fahrzeugen),
4. Materialforschung,
5. Handling von Batterien über die Lebensdauer (Produktion, Transport, Montage, Service, Entsorgung, Sicherheitssysteme),
6. Batterie und Leichtbau (Gehäuse für Batterien) und
7. Sicherheit (Umgang mit Batterien in Extremsituationen).

#### Erzeugung des zusätzlichen erneuerbaren Strombedarfs für Elektro-Fahrzeuge

Um gewährleisten zu können, dass der zusätzliche Strombedarf für den zukünftigen Betrieb von Elektro-Fahrzeuge aus erneuerbaren Quellen stammt, muss der derzeitige Ausbau der erneuerbaren Stromerzeugung zusätzlich zu den derzeitigen Ausbauplänen vorangetrieben werden. Eine Möglichkeit wäre, dass der Strom für den Betrieb von Elektro-Fahrzeugen verbindlich aus zusätzlichen neuen Kraftwerken mit erneuerbaren Energieträgern stammt. Dies wäre durch den Nachweis der Belieferung mit Strom aus erneuerbaren Quellen durch den Stromlieferanten zu bewerkstelligen. Der Stromlieferant ist auch jetzt bereits gesetzlich dazu verpflichtet zu deklarieren aus welchen Quellen der von ihm gelieferte Strom stammt.

#### Konzepte für die Nutzung von Elektro-Fahrzeugen mit Integration der Elektro-Fahrzeuge in nachhaltige Mobilitätskonzepte

Um Nutzerkonzepte und Geschäftsmodelle zu entwickeln, ist es wesentlich die zukünftigen Anforderungen und die Nachfrage nach nachhaltiger Mobilität sowie die mögliche Rolle von Elektro-Fahrzeugen zu bestimmen. Zum Beispiel haben hier Geschäftskunden (z. B. Flotten) und private Nutzer (z. B. Carsharing). Elektro-Fahrzeuge eine große Chance zur Integration

in andere Verkehrssysteme (z.B. integrierte Pendlermobilität, kommunales Autoteilen, Elektro-Taxis, lokale Zustell- und Servicedienst) (e-connected, 2009; e-connected, 2010). Wesentliche Voraussetzung ist, dass es Elektro-Fahrzeuge mit attraktiven Eigenschaften wie Reichweite und Kosten für die Nutzer gibt.

### Ladeinfrastruktur

Bis 2020 wird die Mehrzahl der notwendigen Ladestationen im privaten Bereich vorhanden sein. Im öffentlichen und gewerblichen Bereich wird eine geringere Anzahl an Ladestationen erforderlich sein, um eine flächendeckende Infrastruktur sicherzustellen (e-connected, 2009; e-connected, 2010). Die ersten Nutzergruppen (Privatpersonen, gewerbliche Flotten) werden ihre Elektro-Fahrzeuge mehrheitlich zu Hause bzw. auf firmeneigenen Parkplätzen laden.

Zum einen sind jedoch noch Fragen der Standardisierung bei den Steckverbindungen und den technischen Ausstattungen von Ladestationen zu klären und zum anderen Fragen der unterschiedlichen gesetzlichen Rahmenbedingungen (Bauordnung) hinsichtlich der Errichtung von Ladestationen im öffentlichen Raum (e-connected, 2009; e-connected, 2010).



## 4 Schlussfolgerungen

Elektro-Fahrzeuge haben neben Biotreibstoffen das Potential für eine bedeutende Substitution von diesel- und benzinbetriebenen Fahrzeugen und können, vor allem wenn sie mit Strom aus erneuerbarer Energie betrieben werden, einen wesentlichen Beitrag zu einer deutlichen Reduktion der Treibhausgas-Emissionen (THG-Emissionen) und auch der lokalen Partikel-Emissionen im Transportsektor leisten. In Österreich (Treibstoffbedarf des Verkehrssektors: 320 PJ/a) und der Steiermark (Treibstoffbedarf des Verkehrssektors: 43 PJ/a davon 16 PJ/a für PKW) sind im Jahr 2009 bereits 7% Biotreibstoffe vor allem Biodiesel und Bioethanol als Beimischung zu Benzin und Diesel auf dem Markt. Nach den europäischen Vorgaben in der Richtlinie für erneuerbare Energie soll der Anteil erneuerbarer Treibstoffe im Jahr 2020 10% betragen. Die THG-Emissionen betragen in der Steiermark im Jahr 2007 etwa 14,1 Mio. t CO<sub>2</sub>-Äquivalent (CO<sub>2</sub>-Äq)<sup>5</sup> (Verkehrssektor: 1,7 Mio. t CO<sub>2</sub>-Äq, Stromerzeugung: 1,9 Mio. t CO<sub>2</sub>-Äq). Die Partikel-Emissionen betragen im Jahr 2007 etwa 7.500 t/a, etwa 19% stammen aus dem Verkehrssektor. Im Jahr 2009 hatte die Steiermark einen PKW-Bestand von etwa 664.000 und 43.529 PKW-Neuzulassungen. Der Strombedarf betrug im Jahr 2009 8.300 GWh/a und der maximale Leistungsbedarf betrug an einem Wintertag um 11:00 Uhr im öffentlichen steirischen Netz 1.429 MW. Der Anteil erneuerbarer Stromerzeugung beträgt 61%.

Da die Steiermark große Potentiale an Biomasse und erneuerbarer Elektrizität besitzt, können zukünftig Biotreibstoffe und Elektromobilität einen bedeutenden Beitrag zu einem nachhaltigen Transportsektor in der Steiermark leisten.

Das Projektziel war die zukünftigen Perspektiven für die Einführung von Elektro-Fahrzeugen in der Steiermark zu analysieren. Hierbei wurden Szenarien für die Elektro-Fahrzeuge in der Steiermark bis zum Jahr 2020 erarbeitet. Auf Grundlage von Szenarien des Umweltbundesamtes für die Einführung der Elektro-Fahrzeuge in Österreich wurde das Modell „e-mobility Styria 2020“ entwickelt, um die mögliche Bestandsentwicklung der Elektro-Fahrzeuge in der Steiermark bis zum Jahr 2020 zu untersuchen. Des Weiteren wurden die 17 steirischen Bezirke mit deren Bezirksmerkmalen bewertet und Bezirke mit „sehr guten“ und „guten“ Voraussetzungen für die frühe Einführung von Elektro-Fahrzeugen identifiziert. Mit dem Modell „e-drive“ wurde der zusätzliche Strom- und Leistungsbedarf ermittelt. Neben den Kosten der Transportdienstleistung wurden basierend auf Lebenszyklusanalysen THG- und Feinstaub-Emissionen der Transportdienstleistung und deren Reduktionspotential durch die Einführung von Elektro-Fahrzeugen bis zum Jahr 2020 ermittelt. Es wurden 4 frühe Nutzergruppen von Elektro-Fahrzeugen mit überdurchschnittlichen Jahreskilometern festgelegt:

5. PKW-Pendler,
6. Gewerblicher Verkehr und öffentlicher Dienst,
7. Privat-PKW und
8. Zweit-PKW.

Die Analyse von 5 Szenarien mit 3 unterschiedlichen Stromerzeugungsarten („Strom-Mix Österreich“, „Strom aus Erdgas“, „Strom-Mix Erneuerbar“) und 2 Ladestrategien („ungesteuert“, „gesteuert“) brachte folgende Ergebnisse:

- Unter günstigen Rahmenbedingungen sind bis zu 30.700 Elektro-Fahrzeuge im Jahr 2020 in der Steiermark möglich (das entspricht 4,6% am PKW-Gesamtbestand 2009).
- 6 Bezirke haben aufgrund ihrer Bezirks-Merkmale „sehr gute Voraussetzungen“ für die frühe Einführung von Elektro-Fahrzeugen bis zum Jahr 2020:
  - Deutschlandsberg,

---

<sup>5</sup> Summe aus Kohlendioxid (CO<sub>2</sub>), Methan (CH<sub>4</sub>) und Lachgas (N<sub>2</sub>O)

- Feldbach,
- Graz,
- Graz-Umgebung,
- Leibnitz und
- Weiz.
- Der Energiebedarf für die PKW in der Steiermark wird von derzeit 4.481 GWh/a (16 PJ/a) auf 4.331 GWh/a (15,65 PJ/a) reduziert.
- Der zusätzliche Strombedarf für 30.700 Elektro-Fahrzeuge beträgt 98 GWh/a (0,35 PJ/a), das entspricht 1,2% des Strombedarfs von 8.300 GWh/a in der Steiermark.
- Der maximale Leistungsbedarf von 1.429 MW um 11:00 Uhr im öffentlichen steirischen Netz wird durch das Laden von 30.700 Elektro-Fahrzeugen um 2,8 MW erhöht, das entspricht 0,19% des maximalen Leistungsbedarfs
- Der zusätzliche Leistungsbedarfs während der Abendspitze um 18:30 Uhr von 1.393 MW im öffentlichen Netz beträgt bei „ungesteuertem“ Laden von 30.700 Elektro-Fahrzeugen 25 MW, womit sich die Leistung um 18:30 auf 1.419 MW erhöht und minimal unter dem maximalen Leistungsbedarf von 1.429 MW im öffentlichen steirischen Netz um 11:00 Uhr liegt.
- Die maximale zusätzliche Leistung beträgt bei „starr gesteuertem“ Laden (während der Nacht - 22:45 Uhr) von 30.700 Elektro-Fahrzeugen 75 MW.
- Für 30.700 Elektro-Fahrzeuge werden im Jahr 2020 etwa 38.500 Ladestationen benötigt.
- Die notwendige Anzahl von Anlagen zur Erzeugung des zusätzlichen erneuerbaren Stromes von 98 GWh/a beträgt:
  - 1 Groß-Wasserkraftwerk mit 20 MW oder
  - 3 Klein-Wasserkraftwerke mit je 7 MW oder
  - 23 Windkraftwerke mit je 2 MW oder
  - 19 Biogasanlagen mit je 1 MW oder
  - 500 große PV-Anlagen mit je 200 kW oder
  - 24.000 kleine PV-Anlagen mit je 15 kW.
- Die Analyse des derzeitigen Zubaus bzw. geplanten Zubaus bis 2015 von Stromerzeugungsanlagen in der Steiermark ergab etwa:
  - 95% der Energie werden fossil aus Erdgas und
  - 5% der Energie werden erneuerbar erzeugt.
- Die Analyse der jährlichen Reduktion der THG-Emissionen durch die 30.700 Elektro-Fahrzeuge ergab je nach Stromerzeugungsart etwa:
  - 30.000 t CO<sub>2</sub>-Äq/a bei „Strom aus Erdgas“,
  - 50.000 t CO<sub>2</sub>-Äq/a bei „Strom-Mix Österreich“ mit 54% erneuerbarem Strom und
  - 75.000 t CO<sub>2</sub>-Äq/a bei „Strom-Mix Erneuerbar 2020“.
  - Das sind zwischen 1,7 bis 4,4% der derzeitigen THG-Emissionen im Verkehrssektor der Steiermark.
- Die Analyse der jährlichen Reduktionspotentiale der Partikel-Emissionen durch den Ersatz von je 15.350 Diesel- und Benzin-PKW durch die 30.700 Elektro-Fahrzeuge ergab bei:
  - Diesel-PKW bis zu 8,8 t/a,
  - Benzin-PKW bis zu 0,5 t/a und
  - in Summe bis zu 9,3 t/a.
  - Das entspricht bis zu 4% der derzeitigen Partikel-Emissionen von Diesel- und Benzin-PKW in der Steiermark.
- Das Erreichen des europäischen Zielwerts von 10% erneuerbaren Treibstoffen im PKW-Sektor bis zum Jahr 2020 bei Einführung von 30.700 Elektro-Fahrzeugen mit überdurchschnittlichen Jahreskilometern ist bei Einsatz eines hohen Anteils (>50%) erneuerbarer erzeugten Stroms und einem gleichen Anteil Biotreibstoffe möglich, da der

Strombedarf für die Elektro-Fahrzeuge laut der Direktive für erneuerbare Energie mit 2,5 bewertet werden darf

- Die steirische Wirtschaft besitzt ein hohes Potential für die Schaffung weiterer Arbeitsplätze (z.B. „Green Jobs“) in sämtlichen Bereichen der Wertschöpfungskette über den Lebenszyklus eines Elektro-Fahrzeugs, vor allem in den Bereichen:
  - Automotive/Mobilität,
  - Energie- und Umwelttechnik/erneuerbare Energien,
  - Engineering/Anlagenbau und
  - Telekommunikation/IT/NeueMedien/Elektronik.

## 5 Literaturverzeichnis

- Beermann, M; Jungmeier, G.; Wenzel, A.; Spitzer, J.; Canella, L.; Engel, A.; Schmuck; M.; Koller, S., 2010. QUO VADIS ELEKTROAUTO ? – Grundlagen einer Road Map für die Einführung von Elektro-Fahrzeugen in Österreich, Graz, 2010
- BMVIT-Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie, 2007. Verkehr in Zahlen, Wien, November 2007
- BMVIT-Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie, 2010. Strategien und Instrumente sowie prioritäre Anwender- und Einsatzbereiche für den nationalen Einführungsplan Elektromobilität, Wien, 14. März 2010
- e-control, 2010. Der österreichische Elektrizitätsmarkt Verbraucherstruktur nach Netzgebieten, Wien, 2010
- Energie Steiermark, 2010. Lastprofil des öffentlichen steirischen Netzes für 1 typische Winter- und Sommerwoche aus dem Jahr 2010, Graz, 2010
- Europäisches Parlament, 2009. RICHTLINIE DES EUROPÄISCHEN PARLAMENTS UND DES RATES zur Förderung der Nutzung von Energie aus erneuerbaren Quellen und zur Änderung und anschließenden Aufhebung der Richtlinien 2001/77/EG und 2003/30/EG, 2008/0016 (COD), PE-CONS 3736/08, Brüssel, 5. Juni 2009
- Jungmeier, G.; Pucker, J.; Zeiler, M.; Spitzer, J., 2008. Ökobilanz S-Bahn Steiermark, Graz, 2008
- Kremlicka, 2011. Kremlicka, R., „Infrastruktur Wegbereiter oder Hindernis der Elektromobilität“, Vortrag im Rahmen der 2. e-mobility Graz 2011, Graz, 2011
- Land Steiermark, 2008. Das Steirische Gesamtverkehrskonzept 2008+, Graz, 2008
- Land Steiermark, 2011. Daten der Landesstatistik Steiermark – Fachabteilung 1C Referat Statistik, Graz, 2011
- LEV-LandesEnergieVerein Steiermark , 2010. Anteile erneuerbarer Energien in der Steiermark auf Bezirksebene 2009, Graz, 2010
- Mitsubishi Motors Austria, 2011. Homepage Mitsubishi Motors Austria, URL: <http://www.mitsubishi-motors.at>, 09.03.2011
- Österreichs Energie, 2010. Aktuelle Kraftwerksprojekte – Stand 11/2010, Wien, 2010
- Pucher, 2010. Auto und Energie, in Band 8 der ÖAMTC Akademie Schriftenreihe, Hrsg. v. ÖAMTC Akademie, Wien, 2010
- Renault, 2011. Homepage Renault, URL: <http://www.renault.com>, 09.03.2011
- Schmied, 2011. Schmied, R., Modellregion e-mobility Graz, Vortrag im Rahmen des 1. Vernetzungsworkshop „Road Map – Neue Mobilität in der Steiermark“ am 10.03.2011, Graz, 2011
- Statistik Austria, 2010a. Energetischer Endverbrauch 2005 bis 2009 nach Energieträgern und Nutzenergiekategorien für Österreich, Wien, 2010
- Statistik Austria, 2010b. Bestand an Kraftfahrzeugen 2009, Wien, 2010
- SFM2010-Kurzfassung, 2010. Stärkefeldmessung 2010 – Kurzfassung, Niederl, A., Breitfuss, M., Hartmann, C., Kirschner, E., Kurzmann, R., Ploder, M., Veres, E., im Auftrag von: Abteilung 14 für Wirtschaft und Innovation des Amtes der Steiermärkischen Landesregierung, Graz, 2010

UBA-Umweltbundesamt Wien, 2009. Bundesländer Luftschadstoff-Inventur 1990–2007, Regionalisierung der nationalen Emissionsdaten auf Grundlage von EU-Berichtspflichten (Datenstand 2009), Wien, 2009

UBA-Umweltbundesamt Wien, 2010a. Elektromobilität in Österreich Szenario 2020 und 2050, Wien, 2010

UBA-Umweltbundesamt Wien, 2010b. Biokraftstoffe im Verkehrssektor 2010, Wien, 2010

UBA-Umweltbundesamt Wien, 2011a. Homepage des Umweltbundesamts, URL: <http://www.umweltbundesamt.at/typo3temp/pics/f5e4ad0423.jpg>, 08.03.2011

UBA-Umweltbundesamt Wien, 2011b. Partikelemissionen aus dem Transportsektor 1990-2008, Homepage des Umweltbundesamts, URL: <http://www.umweltbundesamt.at/typo3temp/pics/3d5b063435.jpg>, 08.03.2011

## 6 Anhang

### 6.1 Anhang 1 – 1. e-mobility conference 29.04 - 02.05.2010, Graz & 2. e-mobility conference 28.04-29.04.2011, Graz - Beiträge von JOANNEUM RESEARCH

**JOANNEUM RESEARCH**  
Forschungsgesellschaft mbH



**E-Mobilität als Klimaaspekt**  
Beitrag der Elektro-Mobilität zum Klimaschutz – Chancen und Risiken

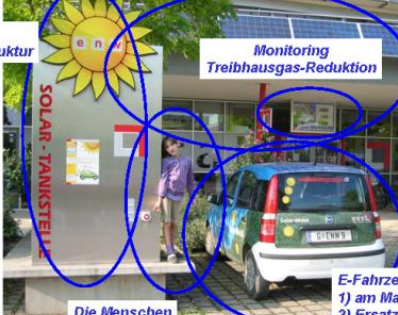
www.joanneum.at

e-mobility

Gerfried Jungmeier

INNOVATION aus TRADITION

**Die Herausforderungen für eine erfolgreiche Elektro-Mobilität**



Lade-Infrastruktur

Monitoring Treibhausgas-Reduktion

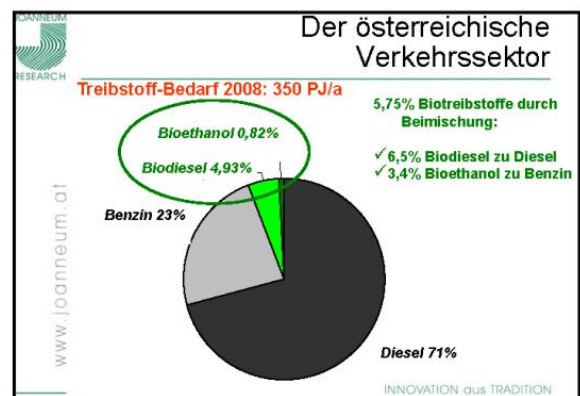
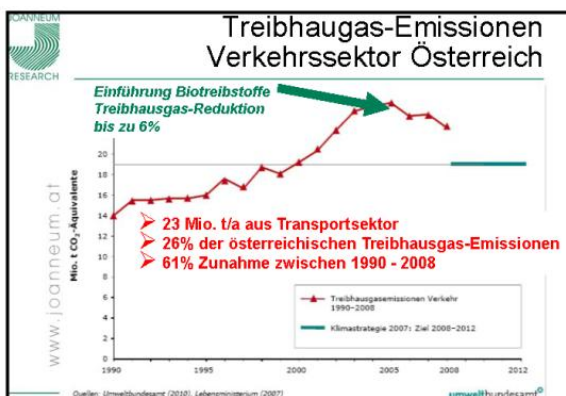
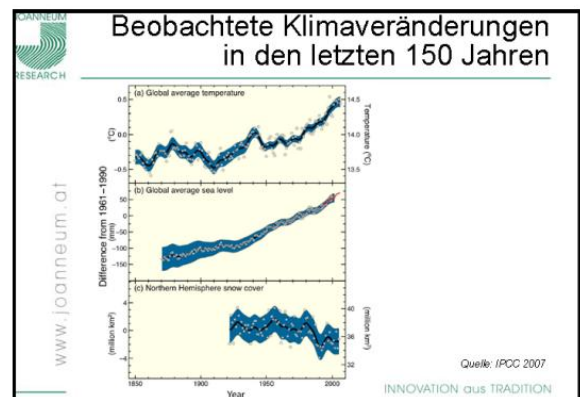
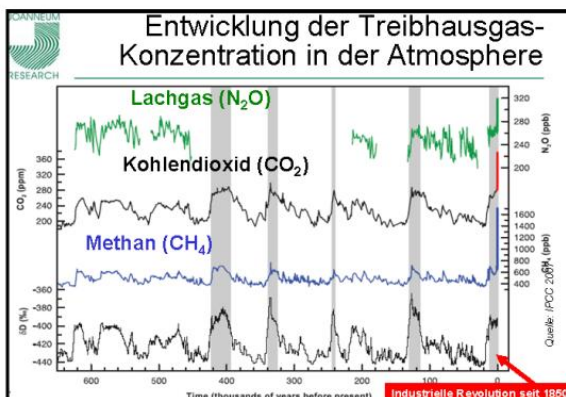
Zusätzlicher erneuerbarer Strom

SOLAR-TANKSTELLE

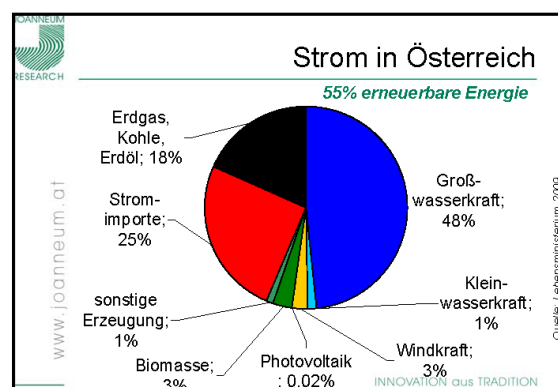
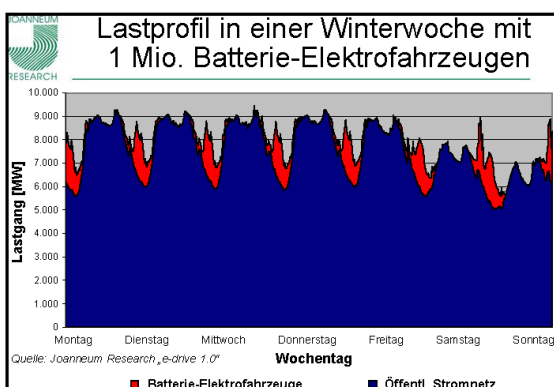
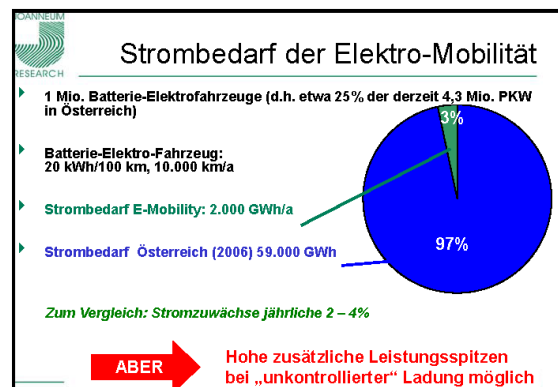
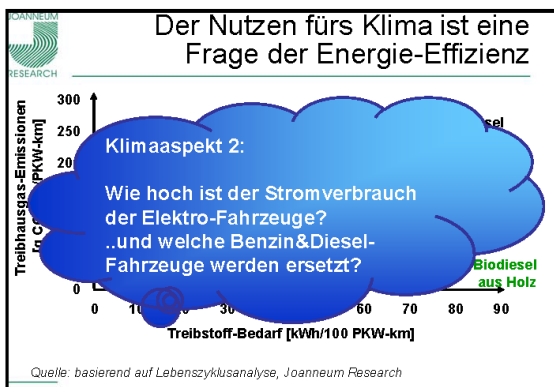
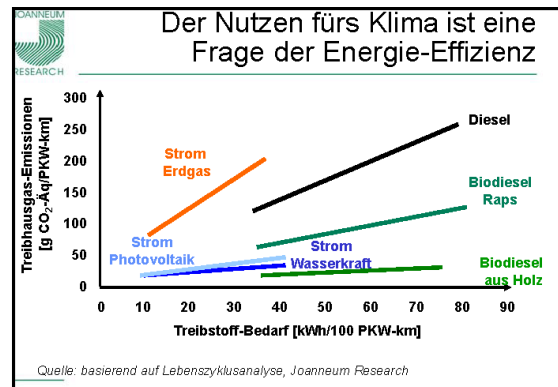
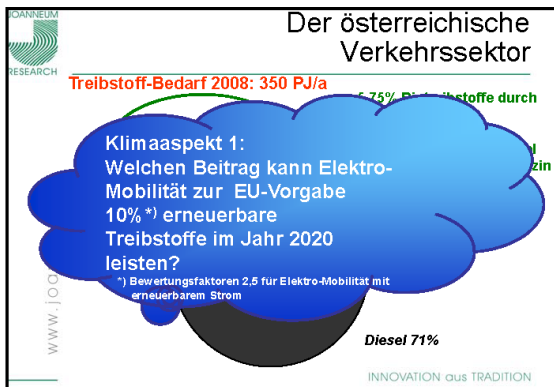
Die Menschen

E-Fahrzeuge  
1) am Markt und  
2) Ersatz Benzin&Diesel

www.joanneum.at







**Elektrofahrzeuge ab 2012/2013**

**Renault Z.E. Modellpalette**  
Reichweite: bis 160 km  
Batterie: Li Ion, bis 24kWh

**BYD E6**  
Reichweite: 300 km  
Batterie: Li FePO

**VW e-Up**  
Reichweite: 130 km  
Batterie: Li Ion

Quelle: Joanneum Research, Marktrecherche Oktober 2009

INNOVATION aus TRADITION

**Elektrofahrzeuge ab 2012/2013**

**Klimaaspekt 5:**  
Wann kommen die Fahrzeuge auf den Markt?  
Mit welchen Stückzahlen?  
Zu welchen Preisen?

**VW e-Up**  
Reichweite: 130 km  
Batterie: Li Ion

Quelle: Joanneum Research, Marktrecherche Oktober 2009

INNOVATION aus TRADITION

**Die Elektro-Mobilität hat schon lange begonnen.....**

**..und wird nun auf 2 und 4 Rädern fortgesetzt.....**

Quelle: www.joanneum.at

INNOVATION aus TRADITION

**...und zunächst auf 2 Rädern....**

The Mobility House goes Europe  
**Königsdisziplin E-Mobilität**

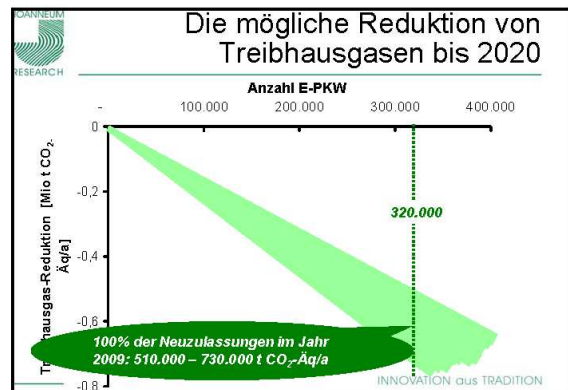
Quelle: VEO 07/2010

**...und zunächst auf 2 Rädern....**

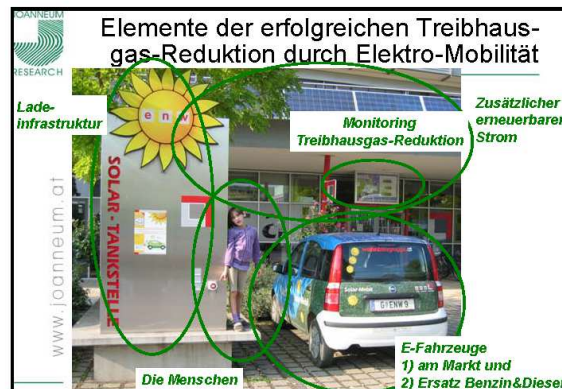
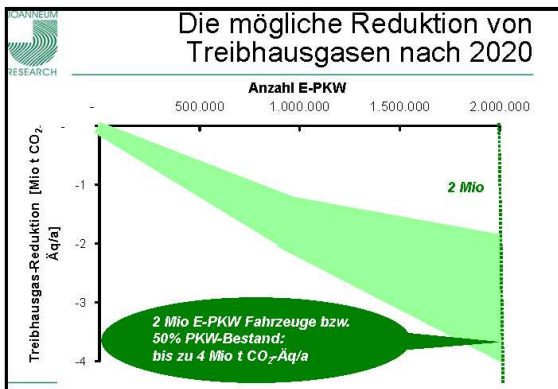
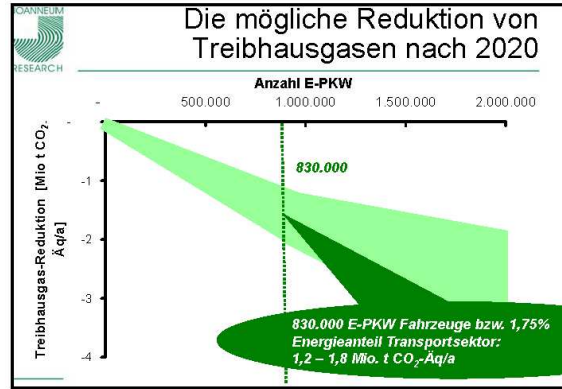
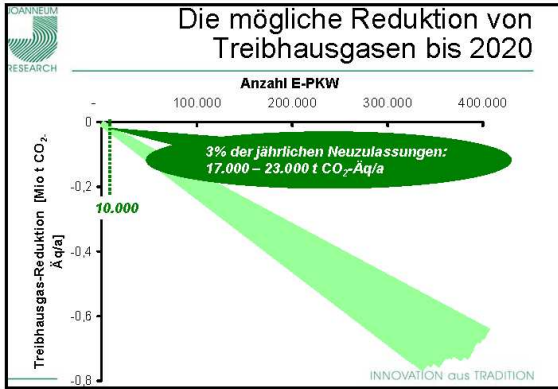
**Klimaaspekt 6:**  
Werden durch Elektro-Mobilität tatsächlich Benzin&Diesel-Fahrzeuge ersetzt ?  
oder ABER zusätzlich Angebot&Nachfrage geschaffen?

The Mobility House goes Europe  
**Königsdisziplin E-Mobilität**

Quelle: VEO 07/2010







**JOANNEUM RESEARCH**  
Forschungsgesellschaft mbH

**Woher kommt der zusätzliche (erneuerbare) Strom für die Elektro-Fahrzeuge?**

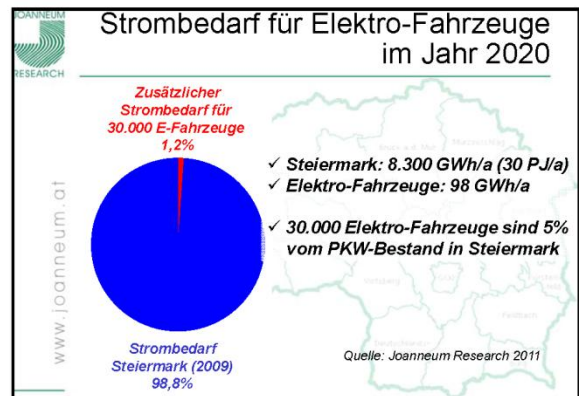
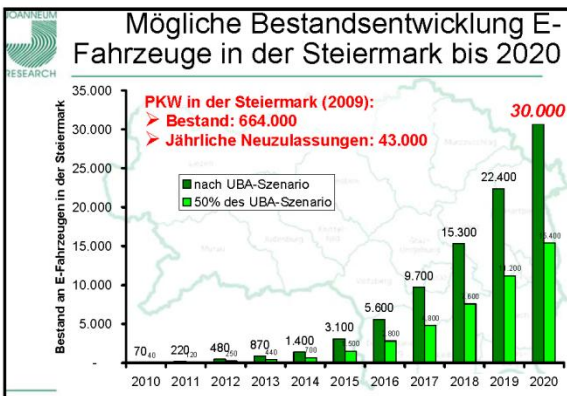
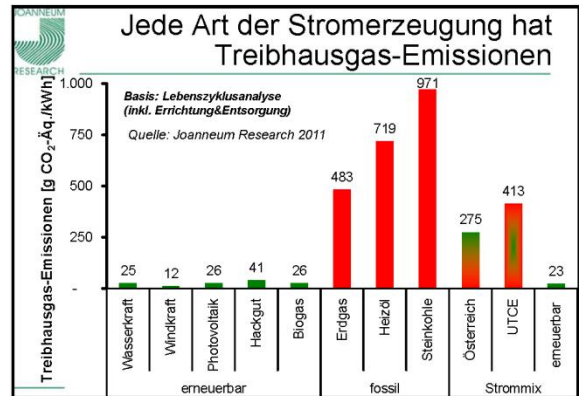
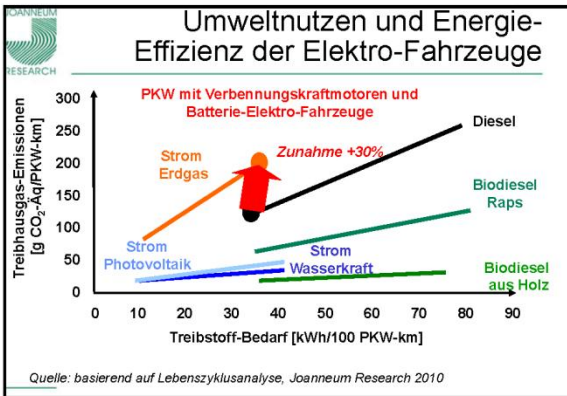
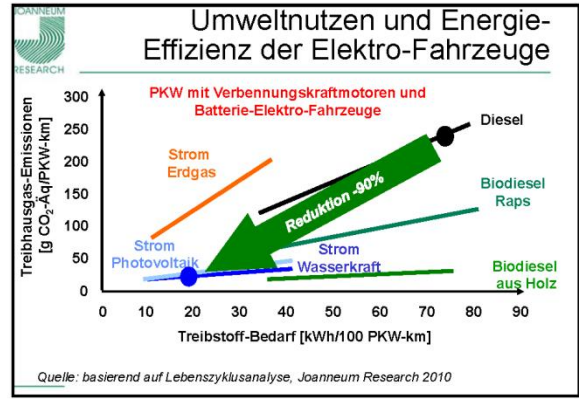
**Am Beispiel Steiermark**

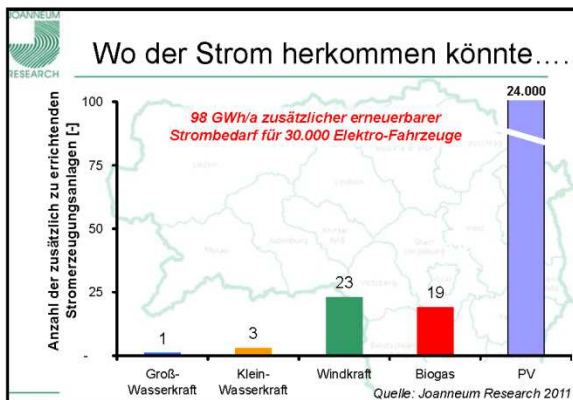
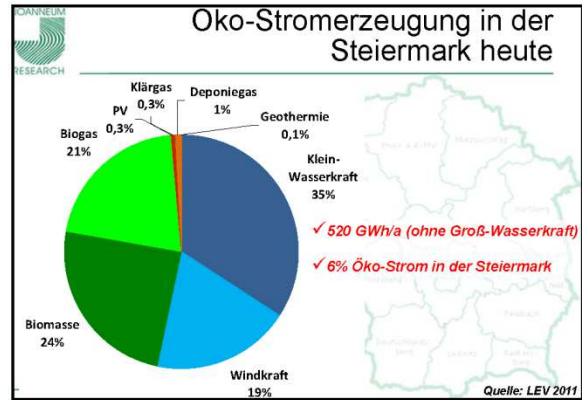
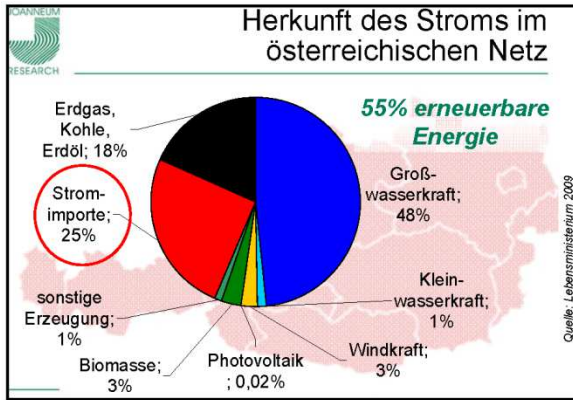


Projekt-Fördergeber: Das Land Steiermark, e-mobility

Gerfried Jungmeier

INNOVATION aus TRADITION



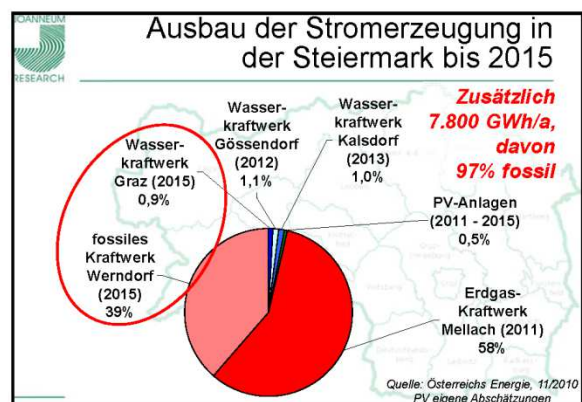
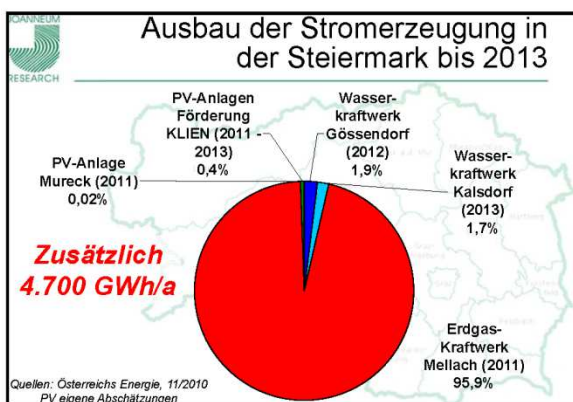


### Wo der zusätzliche Strom in der Steiermark herkommen wird....


**Ausbau der Stromerzeugung in der Steiermark**

Kraftwerke in Bau/Planung	El. Leistung MW	Jahresstrommenge GWh/a	Investition Mio. €
Wasserkraftwerk Gössendorf (2012)	18,5	88,6	75 - 80
Wasserkraftwerk Kalsdorf (2013)	18,8	81,2	75 - 80
Wasserkraftwerk Graz (2015)	16,1	72,6	87
PV-Anlage Murek (2011)	1	1	3,5 - 4,5
PV-Anlagen mit KLIEN-Förderung (2011-2015)	35	35	100 - 140
Erdgas-Kraftwerk Mellach (2011)	832	4.500	550
Kraftwerk Werndorf (2015)	580	3.000	

Quelle: Österreichs Energie (11/2010); PV eigene Annahmen



Herausforderungen für einen erfolgreichen Einsatz von E-Fahrzeugen



**Elektro-Fahrzeuge können ein wesentliches Element einer nachhaltigen Mobilität werden, wenn zusätzlicher erneuerbarer Strom erzeugt wird.**

JOHANNES KEPLER UNIVERSITÄT LINZ  
RESEARCH

Projektgeber Landmark

1838 TRADITION

## **6.2 Anhang 2 – Unterlagen zum 1. Vernetzungsworkshop „Road Map - Neue Mobilität in der Steiermark“**

### 1. Vernetzungsworkshop – Road Map Neue Mobilität in der Steiermark – 10.03.2011 – Wartingersaal, Graz

Am 10.März 2011 hat mit großem Erfolg und über 100 TeilnehmerInnen der 1.Vernetzungsworkshop zum Thema „Road Map – Neue Mobilität in der Steiermark“ stattgefunden. Ziel war die Vernetzung der steirischen Stakeholder. Hochkarätige Expertinnen und Experten lieferten eine Reihe spannender Beiträge zur Entwicklung der Elektromobilität und zur Forcierung einer integrierten Mobilität. Darüber hinaus wurden zwei durch das Land Steiermark geförderte Projekte vorgestellt:

- „Die Steirische Elektromobilität im Jahr 2020“, Antragsteller: JOANNEUM RESEARCH
- „Integration der Elektromobilität in die städtische und regionale Mobilität in der Steiermark - Unterstützung der Elektromobilität Road Map und Vernetzung der Regionen (INTELEKT)“, Antragsteller: Grazer Energieagentur

Die Veranstaltung hat auf Einladung des Landesenergiebeauftragten DI Wolfgang Jilek stattgefunden und wurde von der JOANNEUM RESEARCH und der Grazer Energieagentur organisiert. Mitveranstalter waren die Holding Graz und die Stadt Graz. Unterstützung erfuhr die Veranstaltung seitens des Landes Steiermark, der Energie Graz und der Energie Steiermark, die auch einige Elektro-Fahrzeuge zum Angreifen bei der Veranstaltung präsentierten.

Auf den folgenden Seiten sind die Einladung, das Programm sowie eine Liste der TeilnehmerInnen des 1. Vernetzungsworkshop – „Road Map Neue Mobilität in der Steiermark“ dargestellt. Des Weiteren ist auch der Beitrag von JOANNEUM RESEARCH zum Projekt „Steirische Elektromobilität im Jahr 2020“ dargestellt.



**15:30 – 16:30 Block IV:  
Elektromobilität aus der Sicht der NutzerInnen**

Thematik: Erfordernisse und Bedürfnisse Flottenbetreiber, Änderungen Mobilitätsverhalten

- Österreichische Post AG  
**Zustellung mit Elektrofahrzeugen – Praxiserkenntnisse der Post**  
Michael Rauch (Leiter Abteilung Betriebsmittelmanagement, Fuhrpark und Dienstleistungen)
- Forschungsgesellschaft Mobilität – Austrian Mobility Research  
FGM-AMOR gem. GmbH  
**Mobilitätsverhalten heute und in Zukunft**  
Karl Reiter (Bereichsleiter Mobilitätsmanagement)
- DENZEL Mobility CarSharing GmbH  
**Elektrofahrzeuge und Carsharing bei Denzel**  
Michael Röck (Geschäftsführer)
- Energieregion Weiz Gleisdorf GmbH  
**Elektromobile Energieregion – Von Bedürfnissen zu Ergebnissen**  
Iris Absenger (Geschäftsführerin)

**16:30 – 17:00 Diskussion, Zusammenfassung und Ausblick**

**Moderation: Boris Papousek, Geschäftsführer der Grazer Energieagentur**

**Erreichbarkeit des Veranstaltungsortes mit öffentlichen Verkehrsmitteln**



Der Wartingersaal befindet sich im Gebäude des Landesarchivs Steiermark am Karmeliterplatz 3. Sie erreichen den Veranstaltungsort mit den Straßenbahnlinien 1, 3, 4, 5, 6 und 7 über die Haltestelle Hauptplatz/Congress.

Anschließend gehen Sie die Sporgasse hinauf bis Sie zum Karmeliterplatz gelangen (siehe Karte).

Mit Unterstützung von:



ZUKUNFTSFONDS  
STEIERMARK



**„Road Map – Neue Mobilität in der Steiermark“**

**Aktuelle Entwicklungen, Perspektiven und  
Implementierungsszenarien für Elektrofahrzeuge**

**Einladung zum 1. Vernetzungsworkshop**

**Termin:** Do 10.03.2011; 09:00 bis ca. 17:00

**Ort:** Wartingersaal, Karmeliterplatz 3, 8010 Graz

**Zielgruppe:** Vertreter der Industrie, Energie- und Elektrizitätswirtschaft, öffentliche Verwaltung, Forschung, Flottenbetreiber, politische Entscheidungsträger, Fachleute, Interessierte

**Anmeldung:** Information und verbindliche Anmeldung bis Donnerstag 3. März 2011 an [karl-peter.felberbauer@joanneum.at](mailto:karl-peter.felberbauer@joanneum.at) bzw. unter der Fax Nr. 0316/876-1320. Die Teilnahme an der Veranstaltung ist kostenlos.

Der Landesenergiebeauftragte **Wolfgang Jilek** lädt zum 1. Vernetzungsworkshop ein, welcher von der JOANNEUM RESEARCH Forschungsgesellschaft mbH und der Grazer Energieagentur organisiert wird.

Von einem großflächigen Einsatz von Elektrofahrzeugen (e-Mobility) wird ein wesentlicher Beitrag zur Reduktion der Treibhausgas-Emissionen und der lokalen Schadstoffemissionen im Verkehrssektor (vor allem Feinstaub in Ballungsräumen) erwartet. Die Entwicklung wird daher von der öffentlichen Hand gefördert und von der Automobil- und Batterieindustrie sowie der Elektrizitätswirtschaft mit Unterstützung der Forschung vorbereitet. Auch in der Steiermark wurden in den letzten Jahren einschlägige Aktivitäten zur Einführung der e-Mobility gestartet. Nichtsdestotrotz sollte die Elektromobilität als Teil einer „Neuen Mobilität“ betrachtet werden.

Neben Expertenvorträgen werden die Aktivitäten zur Einführung der Elektromobilität in der Steiermark sowie die Ergebnisse an zwei Zukunftsfonds Projekten vorgestellt:

- „Die Steirische Elektromobilität im Jahr 2020 – Perspektiven und Implementierungsszenarien für die Einführung von Elektrofahrzeugen in der Steiermark“, Antragsteller: JOANNEUM RESEARCH
- „Integration der Elektromobilität in die städtische und regionale Mobilität in der Steiermark – AP3: Unterstützung der Elektromobilität Road Map und Vernetzung der Regionen (INTELEKT)“, Antragsteller: Grazer Energieagentur

Darüber hinaus erfolgt die Vernetzung der steirischen Stakeholder.

Mit Unterstützung von:



ZUKUNFTSFONDS  
STEIERMARK



## „Road Map – Neue Mobilität in der Steiermark“ Aktuelle Entwicklungen, Perspektiven und Implementierungsszenarien für Elektrofahrzeuge

### Programm:

09:00 Empfang der Teilnehmer und Registrierung

09:15 Begrüßung Wolfgang Jilek

#### 09:30 – 11:00 Block I: Elektromobilität aus der Sicht der Fahrzeug- und Technologieanbieter

*Thematik: Fahrzeuge und Technik, Modellpalette, zukünftige Entwicklung und Markteinführung, Forschungsbedarf, Batteriemangement, Ladeinfrastruktur, intelligente Kommunikationslösungen*

- MAGNA E-Car Systems GmbH&Co OG  
**Herausforderungen bei der Entwicklung von Elektro-Fahrzeugen**  
Gerhard Krachler (Abteilungsleiter Konzeptentwicklung)
- Smart E-Mobility GmbH  
**Smart E-Cars: Integration von Elektrofahrzeugen in das Energie- und Verkehrssystem**  
Klaus Woltron (Unternehmer und AR - Vorsitzender der Advengys AG, Wien)
- AVL List GmbH  
**Erste Erfahrungen und Entwicklungsperspektiven für Range-Extender Fahrzeuge**  
Frank Beste (Programmleiter für Range-Extender-Systeme)
- Technische Universität Graz  
**Anforderungen an die Elektrizitätswirtschaft durch die breite Markteinführung von Elektro-Fahrzeugen**  
Udo Bachhiesl (Assistenzprofessor am Institut für Elektrizitätswirtschaft und Energieinnovation)
- Energie Graz GmbH & Co KG  
**Die Ladeinfrastruktur unter Berücksichtigung der Standardisierung; Ausbauszenarien für erneuerbare Stromerzeugung**  
Stefan Altenhofer (Leitung Vertrieb)
- Varta Micro Innovation GmbH  
**Herausforderungen und Perspektiven in der Batterieentwicklung**  
Martin Schmuck (Leiter des Bereichs Hochtemperaturelektrolyte)
- JOANNEUM RESEARCH Forschungsgesellschaft mbH  
**Aspekte aus Forschungsprojekten zur Elektromobilität**  
Martin Beermann (Projektleiter Elektromobilität)

11:00 -11:30 Kaffeepause

#### 11:30 – 13:00 Block II: Implementierungsszenarien und Road Map für Elektromobilität Steiermark

*Thematik: Szenarien, Road Map Elektromobilität Steiermark (Rahmenbedingungen, Maßnahmen zur Zielerreichung, weitere Schritte, Zeitplan)*

- JOANNEUM RESEARCH Forschungsgesellschaft mbH  
**Steirische Elektromobilität im Jahr 2020 – Implementierungsszenarien für E-Fahrzeuge in der Steiermark**  
Gefried Jungmeier (Fachbereichsleiter Energiesysteme und Strategien)
- Grazer Energieagentur GmbH  
**Intelligente Mobilitätspakete als Schlüssel für eine neue Mobilität in der Steiermark**  
Birgit Baumgartner (Projektleiterin Mobilität)
- Landesenergiebeauftragter des Landes Steiermark  
**Road Map für Elektromobilität in der Steiermark**  
Wolfgang Jilek (Landesenergiebeauftragter)

13:00 - 14:00 Networking beim Buffet

#### 14:00 – 15:00 Block III: Elektromobilität aus der Sicht der Verkehrspolitik und Mobilitätsdienstleister

*Thematik: Systemänderungen, Gesamtbetrachtung Elektromobilität, integrierte Mobilität, Rahmenbedingungen und Anreize*

- Stadt Graz  
**Wie Graz e-mobil wird**  
Robert Schmied (Stadt Graz - Büro Bürgermeister Mag. Siegfried Nagl)
- ÖBB Infrastruktur AG  
**eFahrzeuge als Chance für öffentliche Verkehrsdienstleister**  
Stefan Kaltenecker (Leiter Technische Infrastrukturentwicklung)
- Energie Steiermark AG  
**Elektromobilität – Mögliche Geschäftsmodelle der Zukunft**  
Heimo T. Blattner (Projektleiter Elektromobilität)
- Holding Graz Linien  
**Erfahrungen mit dem Hybridbus der Graz Linien**  
Gerhard Amtmann (Leiter BusKompetenzCenter)

15:00 -15:30 Kaffeepause

**Teilnehmer 1. Vernetzungsworkshop**  
**Road Map - Neue Mobilität in der Steiermark - 10.03.2011**

<b>Vorname</b>	<b>Nachname</b>	<b>Organisation</b>
Wolfgang	Weber	ACstyria Autocluster GmbH
Hans	Marcher	ARBÖ - Landesgeschäftsführer
Frank	Beste	AVL LIST GMBH
Andreas	Schenner	Bitter GmbH
Sandor Laszlo	Horvath	BRIXON Electric MotorCars Ltd
Frau	Horvath	BRIXON Electric MotorCars Ltd
Eva	Gigerl	Büro 2. Landeshauptmann-Stv. Siegfried Schrittwieser
Michael	Röck	DENZEL Mobility CarSharing GmbH
Diethard M.	Lupprich	ELIN GmbH & Co KG
Franz	Leinholz	ELSTA Mosdorfer GmbH
Gerhard	Tieber	ELSTA Mosdorfer GmbH
Stefan	Altenhofer	ENERGIE GRAZ GMBH & Co KG
Gert	Heigl	ENERGIE GRAZ GMBH & Co KG
Wolfgang	Knaus	ENERGIE GRAZ GMBH & Co KG
Katja	Kovacic	ENERGIE GRAZ GMBH & Co KG
Josef	Neuhold	ENERGIE GRAZ GMBH & Co KG
Erich	Slivniker	ENERGIE GRAZ GMBH & Co KG
Rudolf	Steiner	ENERGIE GRAZ GMBH & Co KG
Heimo T.	Blattner	Energie Steiermark AG
Gerfried	Cebrat	Energie- und Umweltconsulting DI. Gerfried Cebrat
Georg	Kuchar	EnergieAgentur GU GmbH
Gerfried	Wagner	EnergieAgentur GU GmbH
Iris	Absenger	Energieregion Weiz Gleisdorf GmbH
Gernot	Rittner	Fahrschule Roadstars Graz
Thomas	Drage	FGM - Forschungsgesellschaft Mobilität
Karl	Reiter	FGM - Forschungsgesellschaft Mobilität
Armin	Tüchler	FGM - Forschungsgesellschaft Mobilität
Doris	Wiederwald	FGM - Forschungsgesellschaft Mobilität
Peter	Wintersteller	FGM - Forschungsgesellschaft Mobilität
Bruno	Wiesler	FH JOANNEUM - Studiengang Luftfahrt/Aviation
Emilia	Andreeva-Moschen	FH JOANNEUM - Studiengang Fahrzeugtechnik/Automotive Engineering & Railway Engineering
Johannes	Haas	FH JOANNEUM - Studiengang Produktionstechnik und Organisation
Franz	Wenzl	Gemeinderat - Gemeinde Attendorf
Peter	Mayr	Gemeinderat - Stadt Graz
Peter	Hagenauer	Gemeinderat Stadt Graz - Die Grünen
Andrea	Pavlocek-Meixner	Gemeinderätin Stadt Graz - Die Grünen
Andreas	Eder	gfa - Gesellschaft für Absatzförderung GmbH



Günther	Janezic	GPS Grazer Parkraumservice - Personalbereitstellung GmbH.
Birgit	Baumgartner	Grazer Energieagentur GmbH
Jan W.	Bleyl	Grazer Energieagentur GmbH
Boris	Papousek	Grazer Energieagentur GmbH
Gerhard	Amtmann	Holding Graz Linien
Andreas	Solymos	Holding Graz Linien
Helfried	Ulrich	Holding Graz Services
Martin	Beermann	JOANNEUM RESEARCH Forschungsgesellschaft mbH
Karl-Peter	Felberbauer	JOANNEUM RESEARCH Forschungsgesellschaft mbH
Gerfried	Jungmeier	JOANNEUM RESEARCH Forschungsgesellschaft mbH
Anton	Wenzel	JOANNEUM RESEARCH Forschungsgesellschaft mbH
Josef	Kaufmann	Kammer für Arbeiter und Angestellte für Steiermark - Abteilung Marktforschung
Wolfgang	Löffler	Kommunalkredit Public Consulting GmbH - Abteilung Klima und Energie
Werner	Höbarth	Land Steiermark
Ronald	Kiss	Land Steiermark - Büro Landesrat Dr. Gerhard Kurzmann
Jörg-Udo	Ofner	Land Steiermark - Büro Landesrat Dr. Gerhard Kurzmann
Marco	Umgeher	Land Steiermark – FA 17A – Stabsstelle Klimaschutzkoordination
Manuela	Albertani	Land Steiermark - Fachabteilung 17A – Büro des Landesenergiebeauftragten
Andrea	Gössinger-Wieser	Land Steiermark - Fachabteilung 17A - Energiewirtschaft und allgemeine technische Angelegenheiten
Wolfgang	Jilek	Land Steiermark - Fachabteilung 17A Energiewirtschaft und Allgemeine Technische Angelegenheiten
Wolfgang	Kleindienst	Land Steiermark - Fachabteilung 17A Energiewirtschaft und Allgemeine Technische Angelegenheiten
Hermann	Senekowitsch	Magistrat der Landeshauptstadt Klagenfurt am Wörthersee - Abt. Umweltschutz
Marianne	Steiner	Magistrat der Stadt Wien
Gerhard	Krachler	MAGNA E-Car Systems GmbH & Co OG
Herbert	Thanner	MAGNA E-Car Systems GmbH & Co OG
Charlie	Pieber	Magna Marque Europe GmbH
Werner	Rom	Manager "e-mobil in NÖ" - Die Elektromobilitätsinitiative des Landes Niederösterreich
Werner	Hauer	Montanuniversität Leoben
Michael	Leichtenmüller	Montanuniversität Leoben
Christian	Sakulin	NOEST Netzwerk Öko-Energie Steiermark
Markus	Pöham	ÖAMTC-STAMK
Helmut-Klaus	Schimany	ÖBB Holding AG - Strategie / Unternehmensentwicklung - Programmmanagement eMobility
Stefan	Kaltenegger	ÖBB Infrastruktur AG
Patrick	Sator	Ökodrive: die umweltfreundliche Autovermittlung
Manuel	Stocker	Ökodrive: die umweltfreundliche Autovermittlung
Angelika	Teibinger	Ökodrive: die umweltfreundliche Autovermittlung
Bernd	Oberzaucher	OMK Marketing & Kommunikation e.U.

Karl-Heinz	Bibitsch	Österreichische Post AG
Michael	Rauch	Österreichische Post AG
Manfred	Lang	Österreichisches Rotes Kreuz - Landesverband Steiermark
Bernhard	Paugger	Paugger GmbH
Engelbert	Pürrer	Paugger GmbH
Edwin	Ploder	PTS Energie mit Strategie GmbH.
Thomas	Pusch	Pusch&Schinnerl GmbH
Richard	Schinnerl	Pusch&Schinnerl GmbH
Walter	Slupetzky	Quintessenz Organisationsberatung GmbH - Leuchtturmprojekt eMORAIL
Reinhard	Würger	Raiffeisen Leasing - BL KFZ
Silvia	Lackner-Karrer	Regionalmanagement Graz & Graz-Umgebung
Peter	Plaimer	Regionalmanagement Kärnten Dienstleistungs GmbH - Region Südkärnten
Werner	Hammer	SIEMENS AG Austria
Klaus	Woltron	Smart E-Mobility GmbH
Andreas	Morianz	Stadt Graz - Abt. für Wirtschafts- und Tourismusedwicklung
Lisa	Rücker	Stadt Graz - Bürgermeister Stellvertreterin
Robert	Schmied	Stadt Graz - Bürgermeisteramt - Büro Bürgermeister Siegfried Nagl
Christian	Nußmüller	Stadt Graz - Stadtbaudirektion Referat EU und internationale Kooperation
Werner	Prutsch	Stadt Graz - Umweltamt
Robert	Zach	Stadtwerke Fürstenfeld GmbH
Thomas	Lampesberger	Stadt Graz - Büro Bürgermeister-Stellvertreterin Lisa Rücker - Referent für Umwelt und die Wirtschaftsbetriebe
Birgit	Nipitsch	Steiermärkische Krankenanstaltenges.m.b.H.
Karl	Ritsch	Steirische Wirtschaftsförderungsgesellschaft mbH - SFG
Andrea	Kirschenhofer	Sycube Informationstechnologie GmbH
Udo	Bachhiesl	TU Graz - Institut für Elektrizitätswirtschaft und Energieinnovation
Christoph	Gutschi	TU Graz - Institut für Elektrizitätswirtschaft und Energieinnovation
Daniel	Hütter	TU Graz - Institut für Elektrizitätswirtschaft und Energieinnovation
Stefan	Hausberger	TU Graz - Institut für Verbrennungskraftmaschinen und Thermodynamik
Cosima	Pilz	Umwelt-Bildungs-Zentrum Stmk.
Alfred	Fank	Uniqua Versicherungen AG
Martin	Schmuck	Varta Micro Innovation GmbH
Michael	Schwingshackl	Verein Plattform Footprint
Markus	Frewein	verkehrplus Prognose, Planung und Strategieberatung GmbH
Alex	Thaler	Virtual Vehicle Kompetenzzentrum - Das Virtuelle Fahrzeug Forschungsgesellschaft mbH (ViF)
Sebastian	Seebauer	Wegener Center - Universität Graz
Brigitte	Wolkingner	Wegener Center - Universität Graz
Viktor	Larisssegger	Wirtschaftskammer Steiermark - Regionalstellenleiter Graz-Stadt
Wolfgang	Horn	
Anton	Schwarz	
Walter	Sprosec	

Beitrag JOANNEUM RESEARCH (Gerfried Jungmeier), „Steirische Elektromobilität im Jahr 2020 – Implementierungsszenarien für E-Fahrzeuge in der Steiermark“

**JOANNEUM RESEARCH**  
Forschungsgesellschaft mbH

**Steirische Elektromobilität im Jahr 2020 – Implementierungsszenarien für E-Fahrzeuge in der Steiermark**

Fördergeber  
**Das Land Steiermark**  
Wissenschaft und Forschung

Gerfried Jungmeier, Karl-Peter Felberbauer, Martin Beermann  
Vernetzungsworkshop  
„Road Map – Neue Mobilität“, Graz 10. März 2011

INNOVATION aus TRADITION

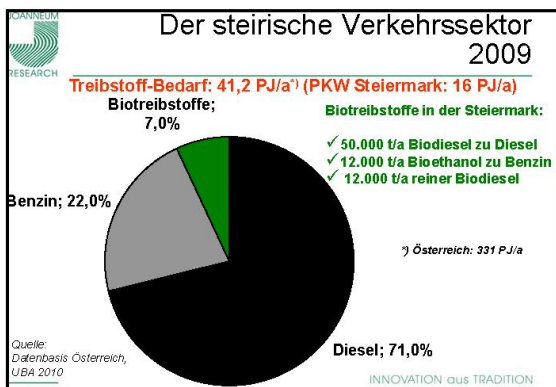
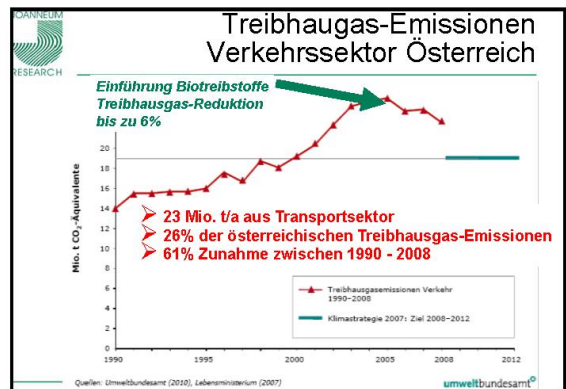
Herausforderungen für einen erfolgreichen Einsatz von E-Fahrzeugen

Ladeinfrastruktur  
Monitoring: Strombedarf, Emissionen  
Zusätzlicher erneuerbarer Strom  
E-Fahrzeuge  
1) am Markt und  
2) Ersatz Benzin&Diesel  
Die Menschen

Inhalte

Ausblick  
Leistungs- und Strombedarf  
Treibhausgas-Emissionen  
Einführung E-Fahrzeuge in der Steiermark  
Ausgangslage

Fördergeber  
**Das Land Steiermark**  
Wissenschaft und Forschung



Der steirische Verkehrssektor 2009

Treibstoff-Bedarf: 41,2 PJ/a<sup>1)</sup> (PKW Steiermark: 16 PJ/a)

Biotreibstoffe: 7,0%  
Biotreibstoffe in der Steiermark:  
✓ 50.000 t/a Biodiesel zu Diesel  
✓ 12.000 t/a Bioethanol zu Benzin  
✓ 12.000 t/a reiner Biodiesel

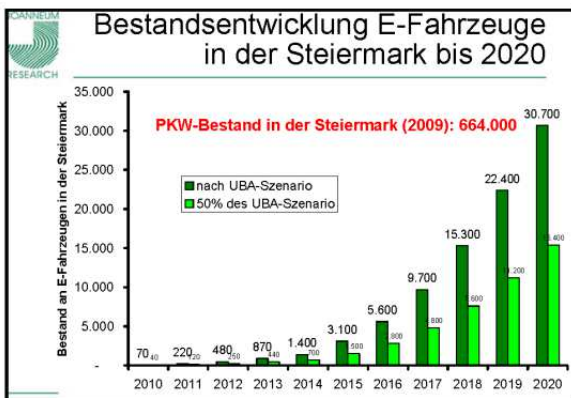
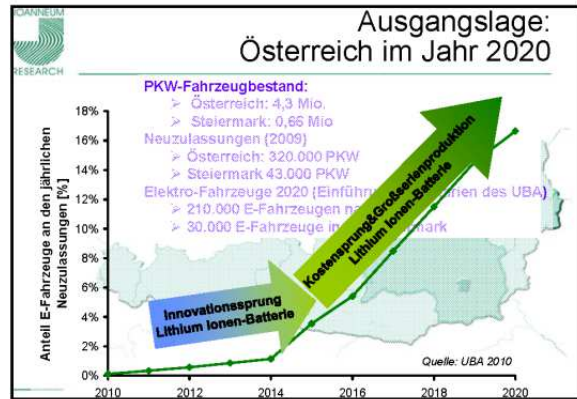
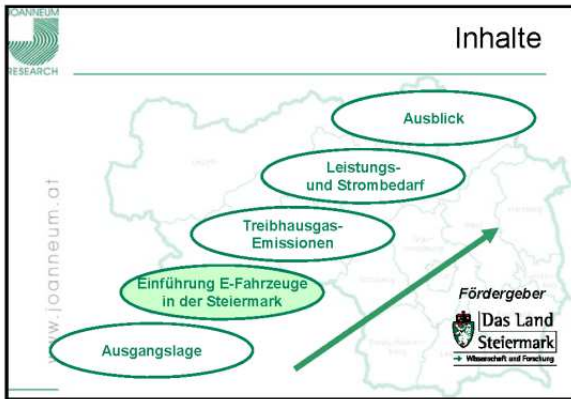
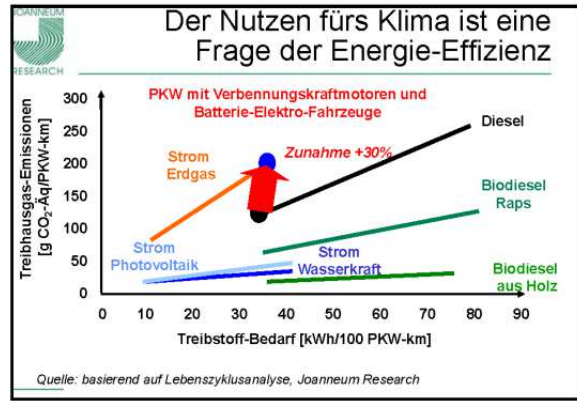
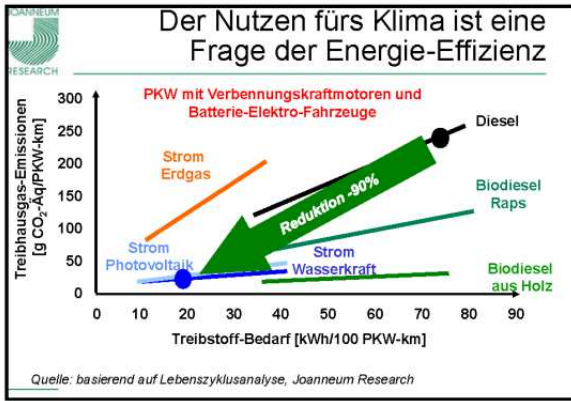
Benzin: 22,0%  
Diesel: 71,0%

<sup>1)</sup> Österreich: 331 PJ/a

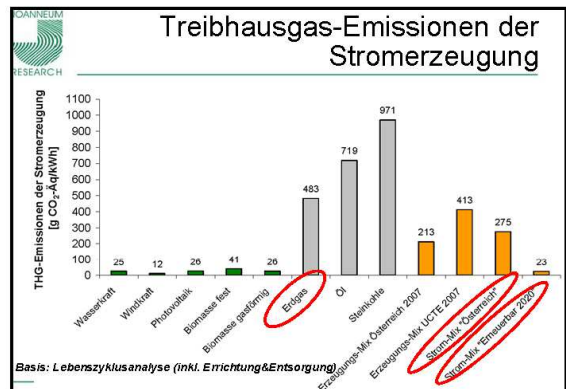
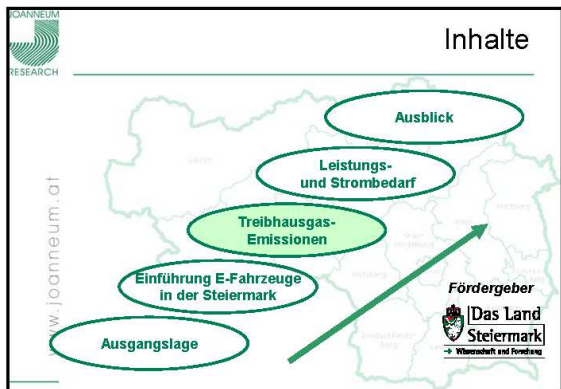
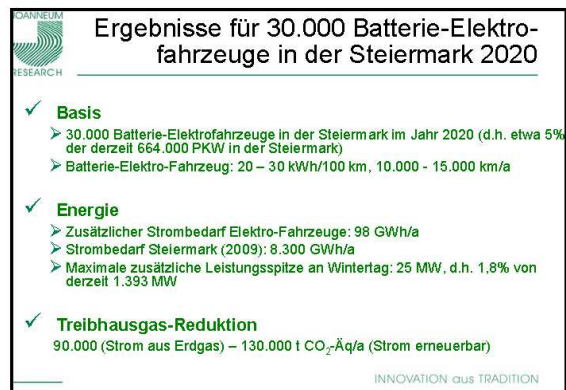
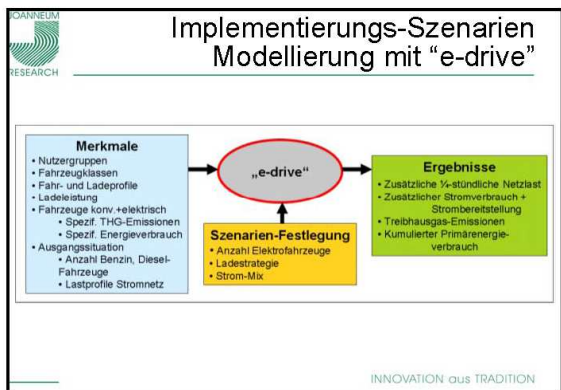
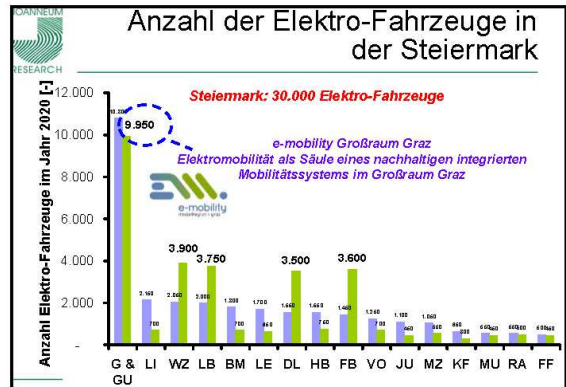
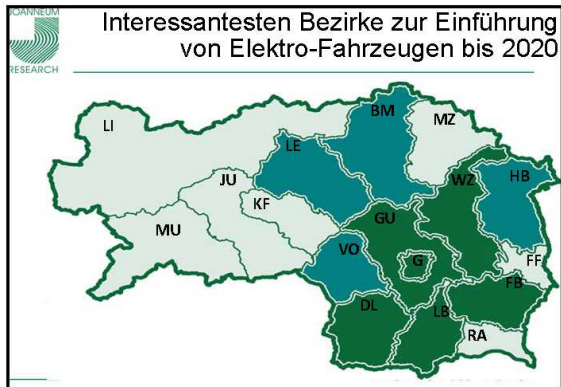
**Kernfrage**  
Wie können 10%\*) erneuerbare Treibstoffe im Jahr 2020 erreicht werden?

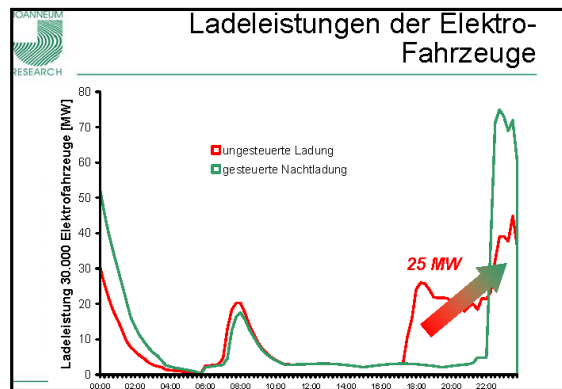
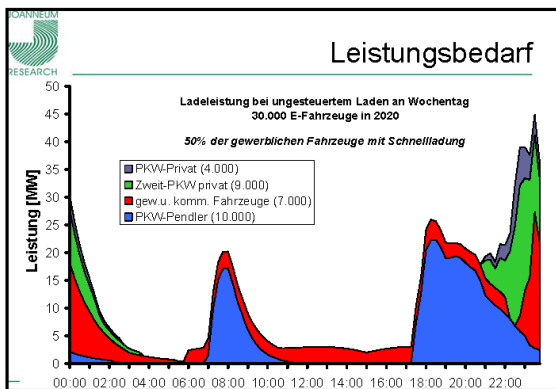
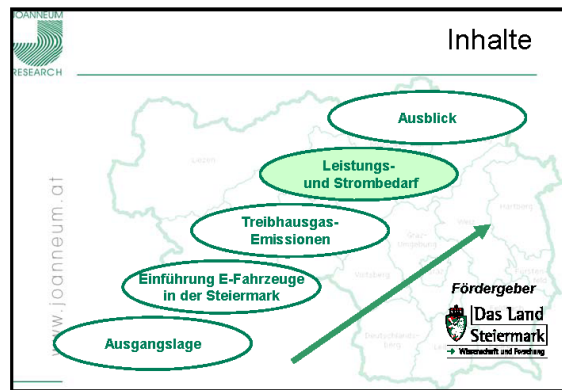
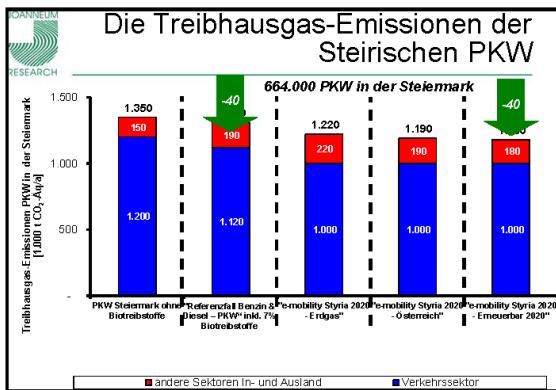
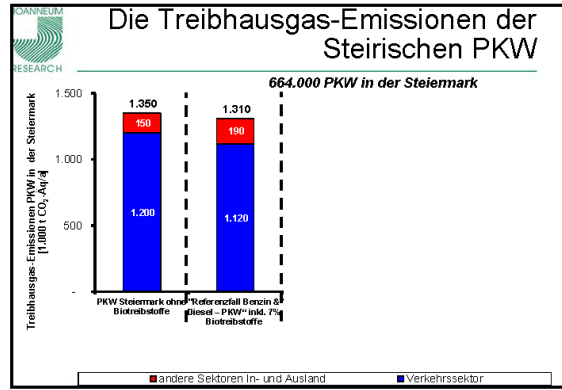
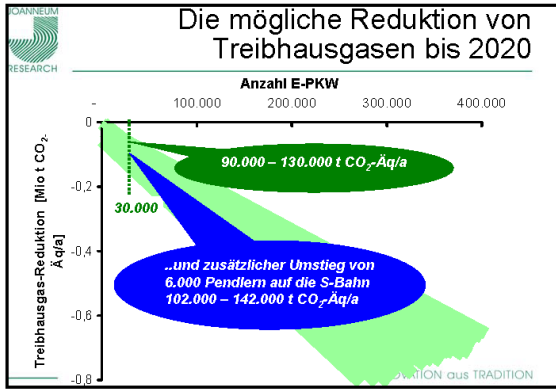
<sup>\*)</sup> Bewertungsfaktoren lt. EU-Direktive „RED“:  
✓ 2,5 für erneuerbaren Strom  
✓ 2 für Biotreibstoffe aus Abfällen, Reststoffen, Non-food Materialien und Lignozellulose

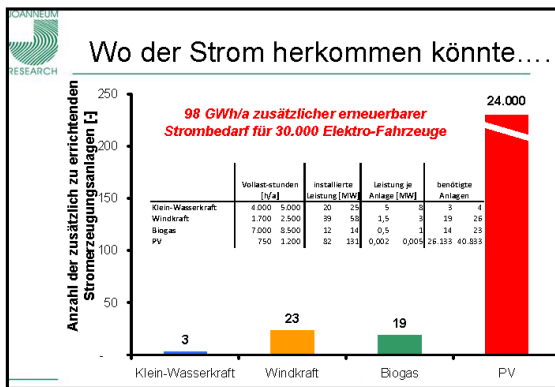
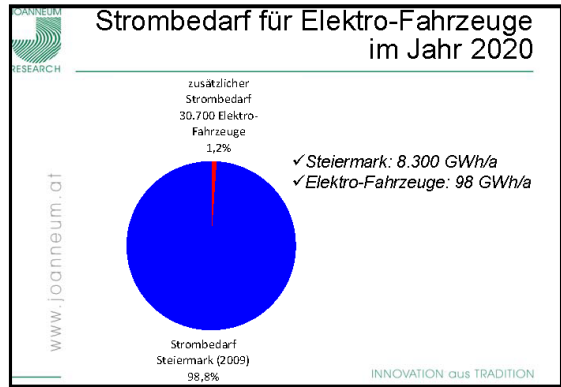
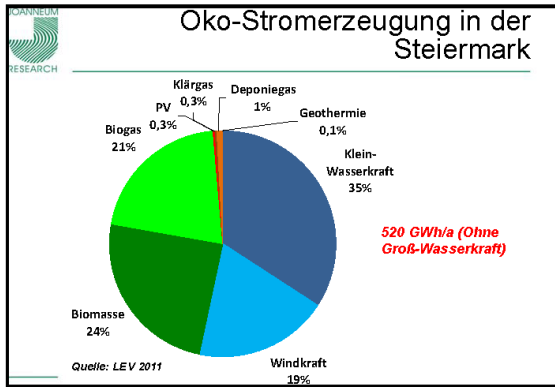
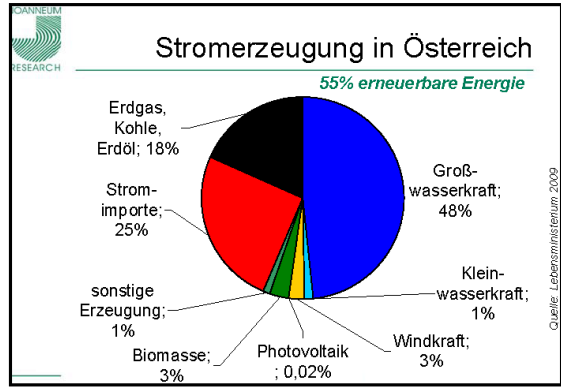
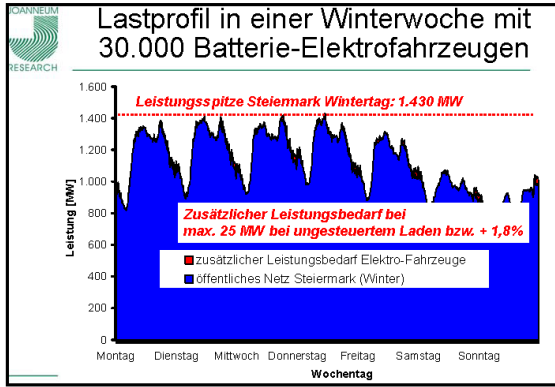
Quelle: Datenbasis Österreich, UBA 2010  
INNOVATION aus TRADITION





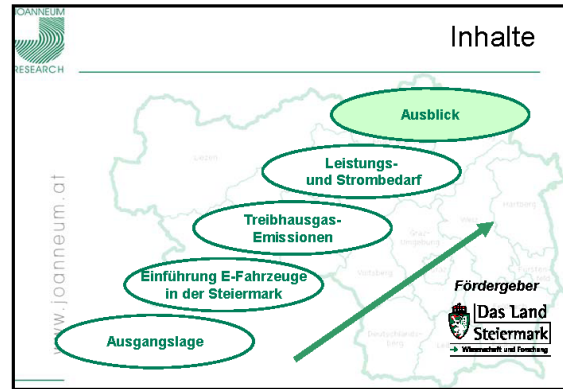
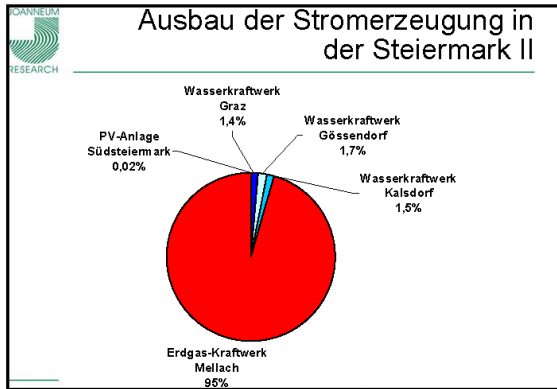






### Ausbau der Stromerzeugung in der Steiermark II

Kraftwerke in Planung/Bau	Leistung MW	Jahresstrommenge GWh/a	Investitionskosten Mio. €
Wasserkraftwerk Graz	16,3	74	87
Wasserkraftwerk Gössendorf	18,75	86,7	
Wasserkraftwerk Kalsdorf	18,51	79,12	
PV-Anlage Südsteiermark	1	1	3,5 - 4,5
Erdgas-Kraftwerk Mellach	832	4.992	550



### 30.000 Elektro-Fahrzeuge im Jahr 2020 in der Steiermark

**Wo kommt der Strom dann wirklich her?**

- 6 Steirische Bezirke besonders interessant für E-Fahrzeuge bis 2020: G, GU, WZ, FB, DL und LB
- Bis zu 70.000 t/a möglich Treibhausgas-Reduktion abhängig von Art der Stromerzeugung
- Bis zu 25 MW zusätzliche Leistungsspitze an Wintertag bei ungesteuertem Laden, d.h. 1,8% von derzeit 1.430 MW
- 98 GWh/a zusätzlicher Strombedarf d.h. 1,2% vom derzeitigen steirischen Strombedarf von 8.300 GWh/a
- EU-Direktive erneuerbarer Strom Faktor 2,5: 10% erneuerbare Treibstoffe im PKW-Verkehrssektor mit 30.000 E-Fahrzeuge
- 30.000 Elektro-Fahrzeuge in der Steiermark nach UBA-Szenario möglich bis 2020, d.h. 5% von den derzeit 635.000 PKW