eDAYS

Ecolut/Schloss Ehreshoven 2.- 4.Juli 2019

Volkswagen Audi ŠKODA SEAT Nutzfahrzeuge BENTLEY PORSCHE BUGATTI

GOTTFRIED SCHULTZ

WIESO ELEKTROMOBILITÄT JETZT DEN DURCHBRUCH SCHAFFT

Markus Landau,

Ecolut / Schloss Ehreshoven, 2. - 4. Juli 2019

Fraunhofer
IEE

offen

© Fraunhofer

AGENDA

- Vorstellung
- Einleitung Elektromobilität
- Umwelt
- Vision „Lebenswerte Stadt“
- Sektorenkopplung
- Technische Betrachtungen
- Straßenfahrzeuge - Kennzahlen
- Elektromobilität einführen
- Fazit und Checkliste

© Fraunhofer

Fraunhofer IEE
Energiewirtschaft und Energiesystemtechnik

Das Fraunhofer IEE forscht in den Bereichen Energiewirtschaft und Energiesystemtechnik.

Wir entwickeln Lösungen für wirtschaftliche und technische Herausforderungen bei der Transformation der Energieversorgungssysteme.

- Mitarbeiter: rund 360
- Jahresbudget: ca. 25 Mio. EUR
- Leitung: Prof. Dr. Clemens Hoffmann

www.iee.fraunhofer.de

© Fraunhofer

Vorstellung

Über mich

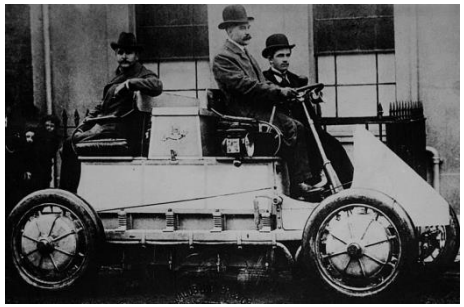
- Studium der Elektrotechnik
- ISET
  - Photovoltaische System- und Anlagentechnik
  - Gruppenleiter Hybridsysteme
  - Gutachter für Ökostrom
- Fraunhofer IEE / IWES
  - Gruppenleiter Elektromobilität
  - Leitung technisches Gebäudemanagement
- Seit 2011 aktive Mitarbeit in verschiedenen DKE Normungsgremien zur Elektromobilität und Leitung von FuE-Projekten

© Fraunhofer

Einleitung Elektromobilität

Elektrofahrzeuge - Innovation des 21. Jahrhunderts?

- **1899** Bau des E-Fahrzeuges „Semper Vivus“ durch Lohner-Porsche (Bleibatterie: 410 kg, Reichweite: 50 km, V_{max} = 50 km/h)
  - Motivation: Luft von *„in großer Anzahl auftretenden Benzinmotoren erbarmungslos verdorben [sein] würde.“*
- **1899** Elektrowagen *La Jamais Contente stellt Geschwindigkeitsrekord mit über* 105 km/h auf
- **1900** Lohner-Porsche entwickeln allradgetriebes E-Fahrzeug (Bleibatterie: 1800 kg, V_{max} = 60 km/h)
- **1902** Lohner-Porsche entwickeln Hybridfahrzeug
- **1906** Lohner-Porsche stellen Arbeiten wegen hoher Kosten und Streit um Patentrechte ein
- **1907** Detroit Electric baut Elektroautos mit 130 km Reichweite in Serie



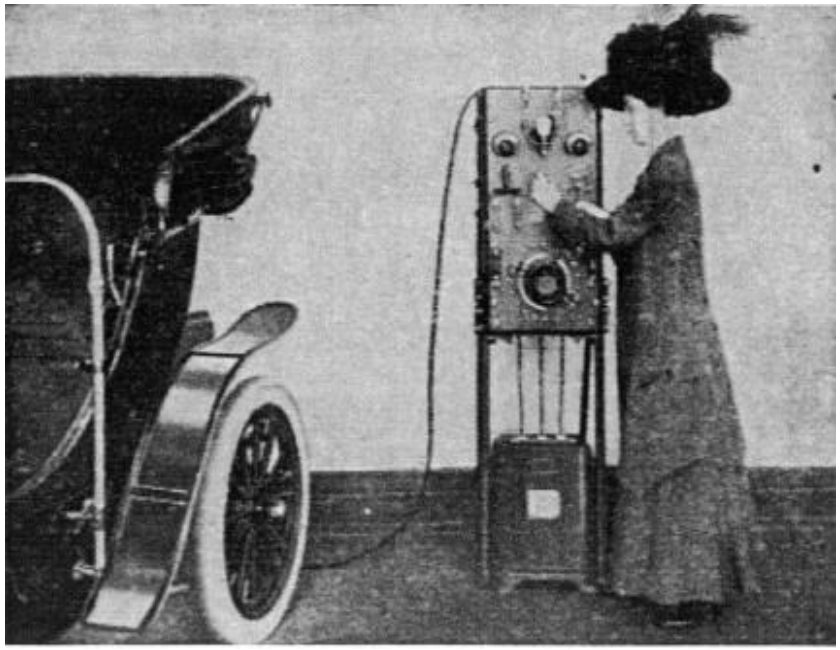
Quellen:
http://de.wikipedia.org/wiki/Lohner-Porsche;
http://de.wikipedia.org/wiki/Datei:Detroit_Electric;
http://de.wikipedia.org/wiki/Liste_der_Geschwindigkeitsrekorde;

Abrufe am 9. Dezember 2013

© Fraunhofer

Einleitung Elektromobilität

Historische Ladetechnik – Marketing und Alltagsbetrieb



Das Selbstladen eines Automobils um 1910
AEG Ladegerät mit Quecksilberdampf-Gleichrichter
Der Strom kann mittels der
Kurbel beliebig eingestellt
werden.

Quelle:
Rulemann, Theodor: Die Wunder der Elektrizität. Berlin: Merkur Verlag, um 1910

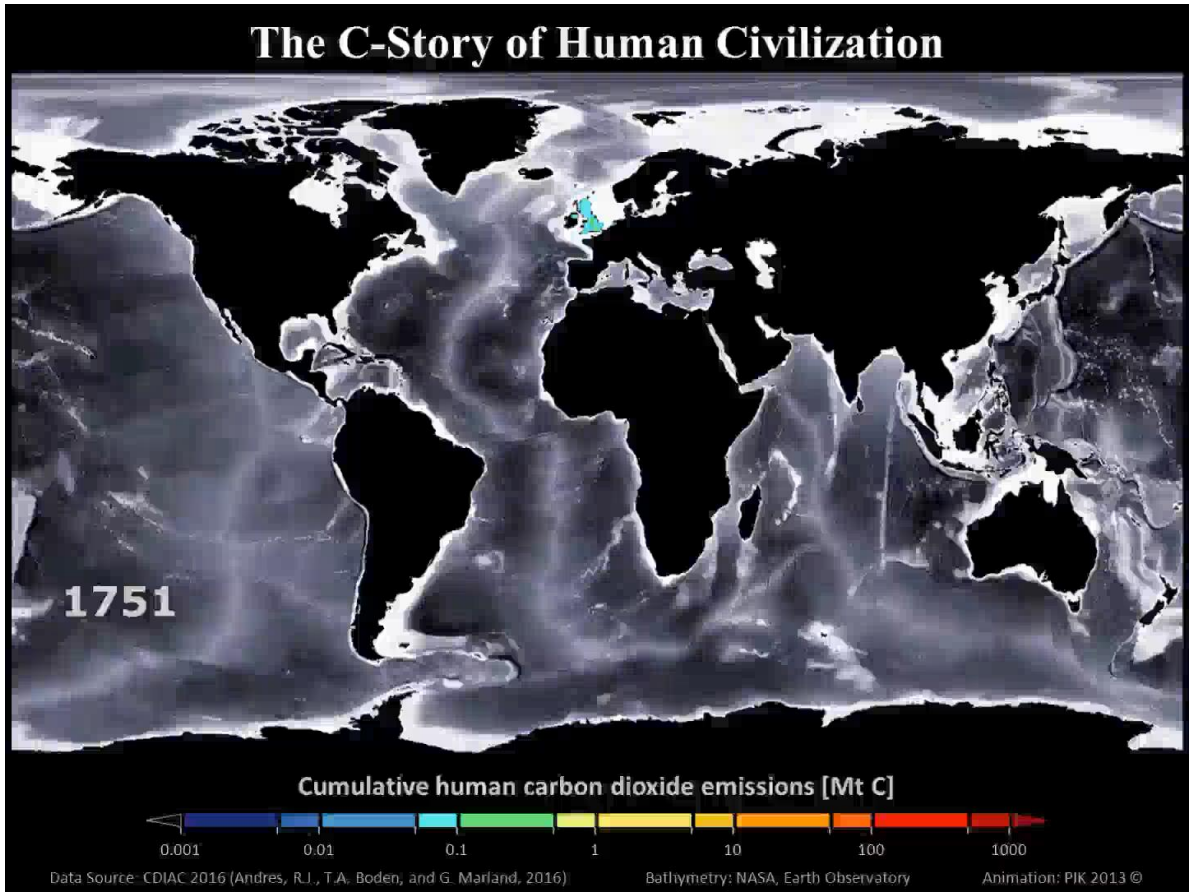
Quelle:
http://de.wikipedia.org/wiki/Datei:Detroit_Electric_car_charging.png;
Abruf: 9.Dezember 2013

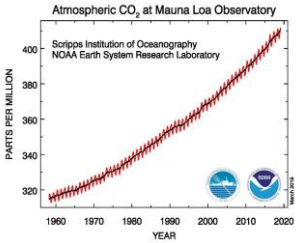
© Fraunhofer

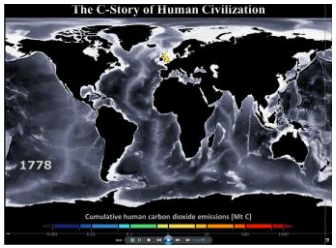
Umwelt

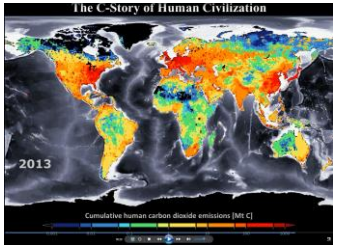
Klimawandel – eine weltweite Entwicklung

- Menschen verursachen weltweit klimaschädliche Gase / CO2









Quelle: https://www.pik-potsdam.de/services/infothek/cstory/info_cstory

© Fraunhofer

Umwelt
Weltklimakonferenzen - ausgewählte Ergebnisse

Ausgewählte Veranstaltungen	Jahr | Ort	Ergebnis
Umweltgipfel	1992 | Brasilien Rio de Janero	AGENDA 21 / Globale Klimarahmenkonvention Weltweit erster Vertrag, der Klimawandel als Bedrohung und Ziel der Vermeidung nennt
3. Klimakonferenz (COP 3)	1997 | Japan Kyoto	Kyoto-Protokoll beschlossen Ziele für Emissionshöchstmengen für Industrieländer rechtlich verbindlich festgelegt
1. UN-Weltklimakonferenz (CMP 1 / COP 11)	2005 | Kanada Montreal	Kyoto-Protokoll auch nach 2012 verbindlich; Emissions-Grenzwerte für Treibhausgase angepasst
11. UN-Weltklimakonferenz (CMP 11 / COP 21)	2015 | Frankreich Paris	Übereinkommen von Paris in Nachfolge des Kyoto-Protokolls.
13. UN-Weltklimakonferenz (CMP 13 / COP 23	2017 | Bonn Deutschland	Kompromiss für die Umsetzung des Pariser Abkommens; 19 Staaten wollen den Ausstieg aus dem Energieträger Kohle

COP … Conferences of the Parties

CMP … Conference of the Parties serving as the meeting of the Parties to the Kyoto Protocol

offen

© Fraunhofer

Fraunhofer IEE

Umwelt
Klimaschutzziele - Deutschland

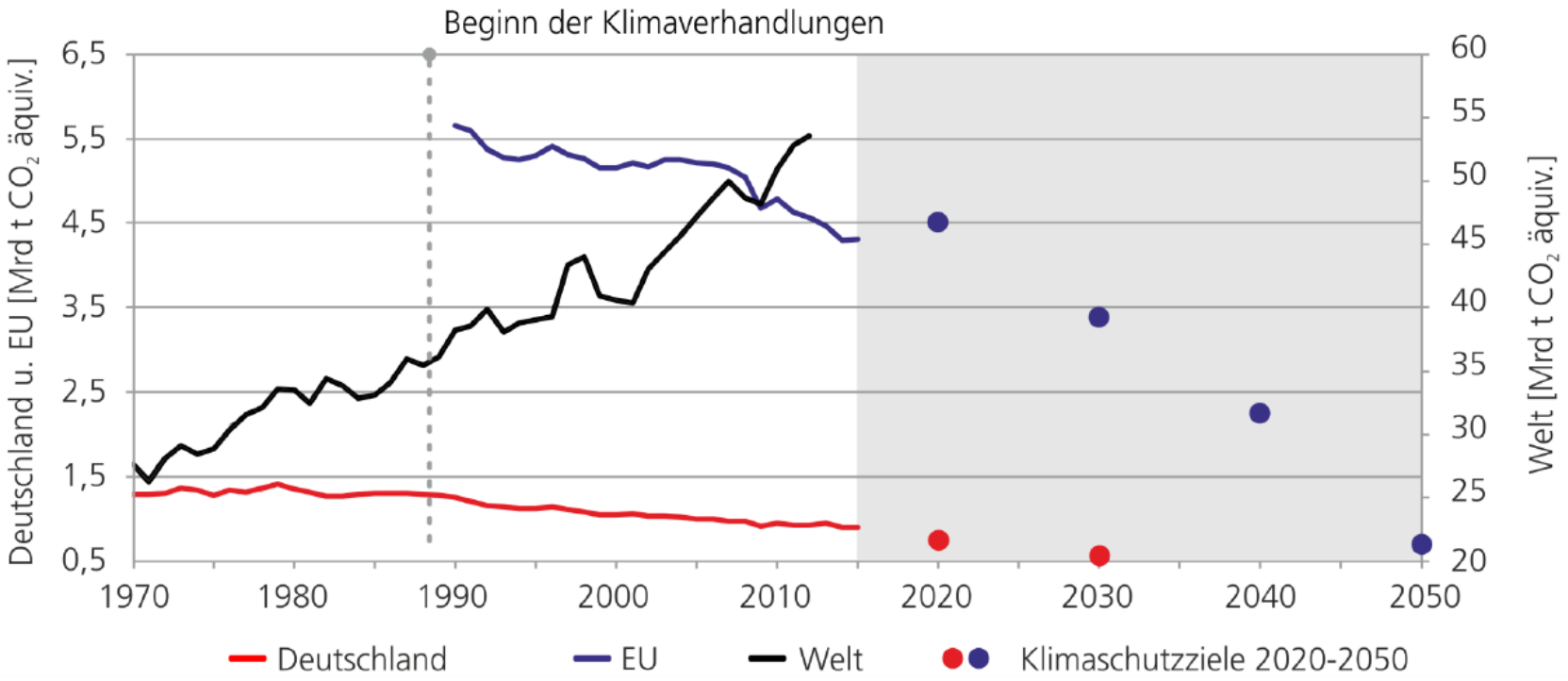
Emissionen der in die Zieldefinition einbezogenen Handlungsfelder :

Handlungsfeld	1990 *(in Mio. t CO_2-Äq.)*	2014 *(in Mio. t CO_2-Äq.)*	2030 *(in Mio. t CO_2-Äq.)*	2030 (Minderung in % ggü. 1990)
Energiewirtschaft	466	358	175 – 183	62 – 61 %
Gebäude	209	119	70 – 72	67 – 66 %
Verkehr	163	160	95 – 98	42 – 40 %
Industrie	283	181	140 – 143	51 – 49 %
Landwirtschaft	88	72	58 – 61	34 – 31 %
Teilsumme	1209	890	538 – 557	56 – 54 %
Sonstige	39	12	5	87%
Gesamtsumme	**1248**	**902**	**543 – 562**	**56 – 55 %**

Quelle:
https://www.bmu.de/fileadmin/Daten_BMU/Download_PDF/Klimaschutz/klimaschutzplan_2050_kurzf_bf.pdf

© Fraunhofer

Umwelt
Treibhausgase – Stand und Ziele



© Fraunhofer

Umwelt
Klimaziel 2030 – Verfehlung kostet viel Geld

- Ziel der Bundesrepublik im Verkehrssektor bis 2030
  - 55-%-Minderung der Treibhausgase auf Basis der Emissionen von 1990
  - Verfehlungen können – je nach Studie - bis zu 36 Mrd. € kosten
- Elektromobilität hilft, die Ziele zu erreichen

→ Fazit: Potentielle Strafzahlungen fördern Einführung der E-Mobilität

© Fraunhofer

Umwelt
Lobbyisten? Reaktionen?

- Neue Lobbyisten
  - Fridays for Future
  - YouTuber „Rezo ja lol ey“
  - …
- Klimaforscher Joachim Schellnhuber:

  „Wenn das Haus brennt, kann ich euch nicht sagen, entspannt euch“*
- Bundeskanzlerin Merkel: "Deutschland hat den Klimawandel bislang nicht ernst genug genommen„
  - Klimakabinett soll bis Ende des Jahres Ergebnisse erzielen

*Quelle:

https://www.berliner-zeitung.de/wissen/klimaforscher--wenn-das-haus-brennt--kann-ich-nicht-sagen--entspannt-euch--31266240

© Fraunhofer

Vision „Lebenswerte Stadt“
Urbanisierung ein Megatrend

- Urbanisierung ist ein Megatrend
  - gute Infrastruktur
  - Mobilitätsangebot

  → Zeit zum Leben
- Hochwertiger Lebensraum für die Bewohner
  - Raum zum Leben
  - Ruhezonen / wenig Lärm
  - saubere Luft / wenig Luftschadstoffe (Feinstaub, Stickstoffdioxyd, …)

© Fraunhofer

Vision „Lebenswerte Stadt“
Luftqualität

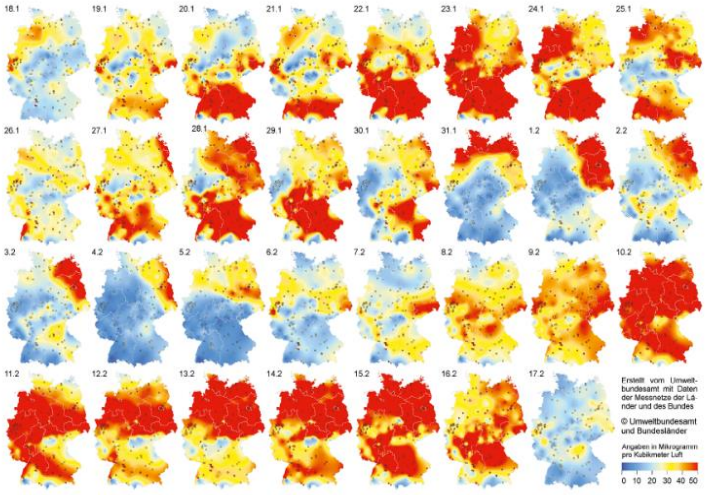
- Saubere Luft / wenig Luftschadstoffe ?

Feinstaub-Tagesmittelwerte

Abbildung 4

Feinstaub-Tagesmittelwerte vom 18. Januar bis 17. Februar 2017

Konzentration über 50 µg/m³ in rot



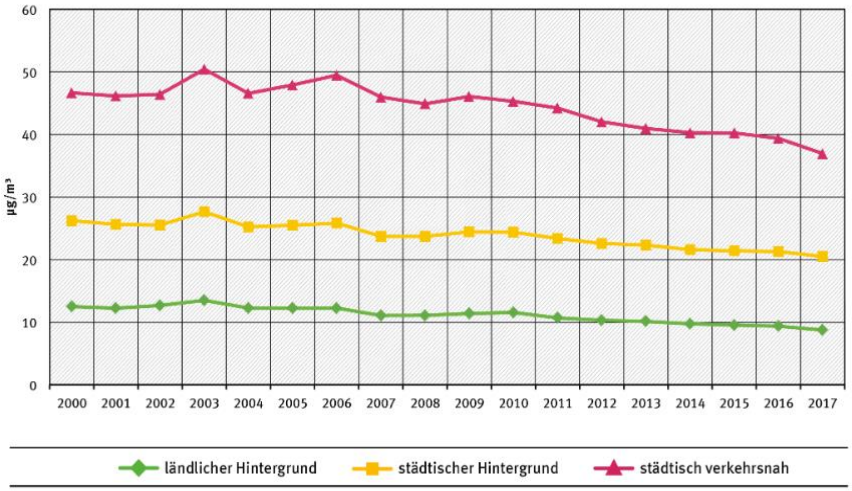
Quelle: Umweltbundesamt 2018

Entwicklung NO2-Jahresmittelwerte

Abbildung 7

Entwicklung der NO_2-Jahresmittelwerte

im Mittel über ausgewählte Messstationen im jeweiligen Belastungsregime, Zeitraum 2000–2017



Quelle: Umweltbundesamt 2018

Quelle:

https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/2546/publikationen/uba_hg_luftqualitaet_2017_bf.pdf

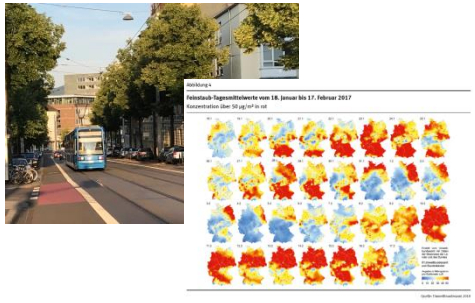
© Fraunhofer

Vision „Lebenswerte Stadt“
…und die Elektromobilität?

- Hochwertiger Lebensraum für die Bewohner
  - Raum zum Leben
  - wenig Lärm / Ruhe
  - saubere Luft / wenig Luftschadstoffe

→ **E-Fahrzeuge unterstützen diese Vision**

→ **Kommunalpolitik hat in viele Städten Vergünstigungen geschaffen**



© Fraunhofer

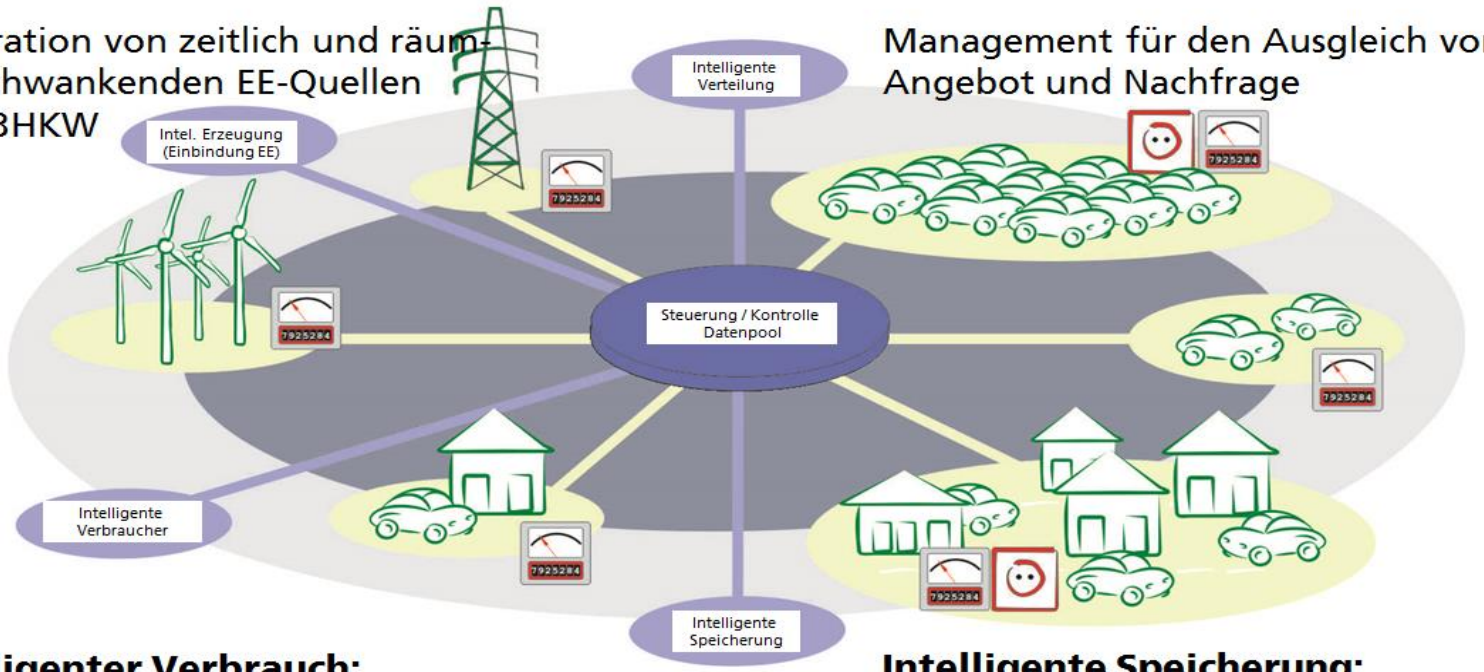
Sektorenkopplung
Elektrofahrzeuge und ihre Vernetzung

Intelligente Erzeugung:

Integration von zeitlich und räumlich schwankenden EE-Quellen und BHKW

Intelligente Verteilung:

Management für den Ausgleich von Angebot und Nachfrage



Intelligenter Verbrauch:

Integration des Prosumers mit seinen verschieb- baren Lasten (z.B. Elektrofahrzeug)

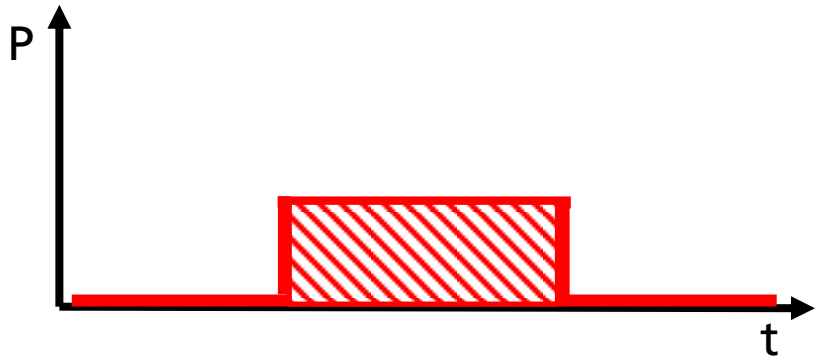
Intelligente Speicherung:

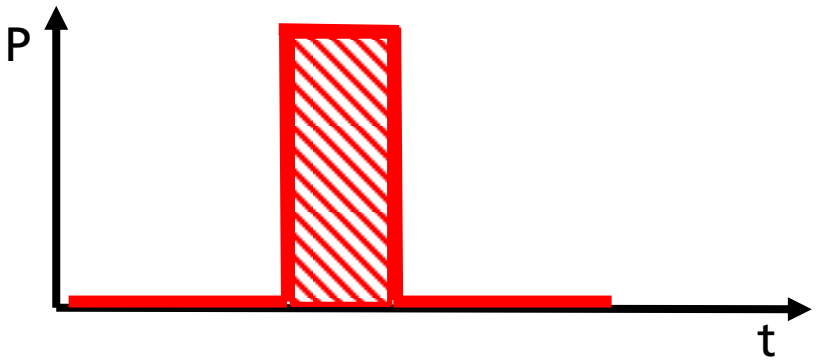
Entwicklung und Einbindung von neuen Speichermedien und Speicherdienst-leistungen (z.B. Poolmanagement für Elektrofahrzeug)

© Fraunhofer

Technische Betrachtungen
Energie und Leistung

… mit anderen Worten: Wer benötigt eine Schnellladestation?





Energie = Leistung x Zeit

E = P x t

kWh = kW x h

© Fraunhofer
offen

Technische Betrachtungen
Energie und Leistung

Auf die Elektromobilität übertragen bedeutet dies

		Energie	=	Leistung	x	Zeit
km	=	kWh	=	kW	x	h
Reichweite	=	Batteriekapazität	=	Ladeleistung	x	Ladedauer

→ **Fazit für die Elektromobilität:**

- Wer Zeit und die Möglichkeit zum Batterieladen hat, benötigt keine Schnellladestation
- Ist häufiges Laden möglich, kann die Batteriekapazität kleiner gewählt werden

© Fraunhofer

Technische Betrachtungen
Energie und Leistung

Ladeverfahren gemäß Ladesäulenverordnung		
Geringe Ladeleistung	Normalladung	Schnellladung
Bis zu 3,7 kW	Bis zu 22 kW 7,2 – 11 – 22 kW	Über 22 kW 50 – 350 kW
+ zu Hause möglich	O zu Hause eingeschränkt möglich	- Schnellladestation
+ Akkuschonend	+(O) Akkuschonend	- Belastet Akkulebensdauer
+ Geringer Installationsaufwand	O Höherer Installationsaufwand	- Hoher Installationsaufwand
+ Günstige Tarife		- Hohe Ladetarife
- Zeit + Ladeplan erforderlich		+ Langstreckentauglich

© Fraunhofer

Technische Betrachtungen
Energie und Leistung

Energiebedarf Elektromobilität:

- Haushalt: 2.000 – 5.000 kWh / a
- Elektroauto: 2.600 kWh (20 kWh / 100km, 13.000 km/Jahr)

  ~ Verdoppelung des priv. Verbrauchs bei 1-2 Autos pro Haushalt

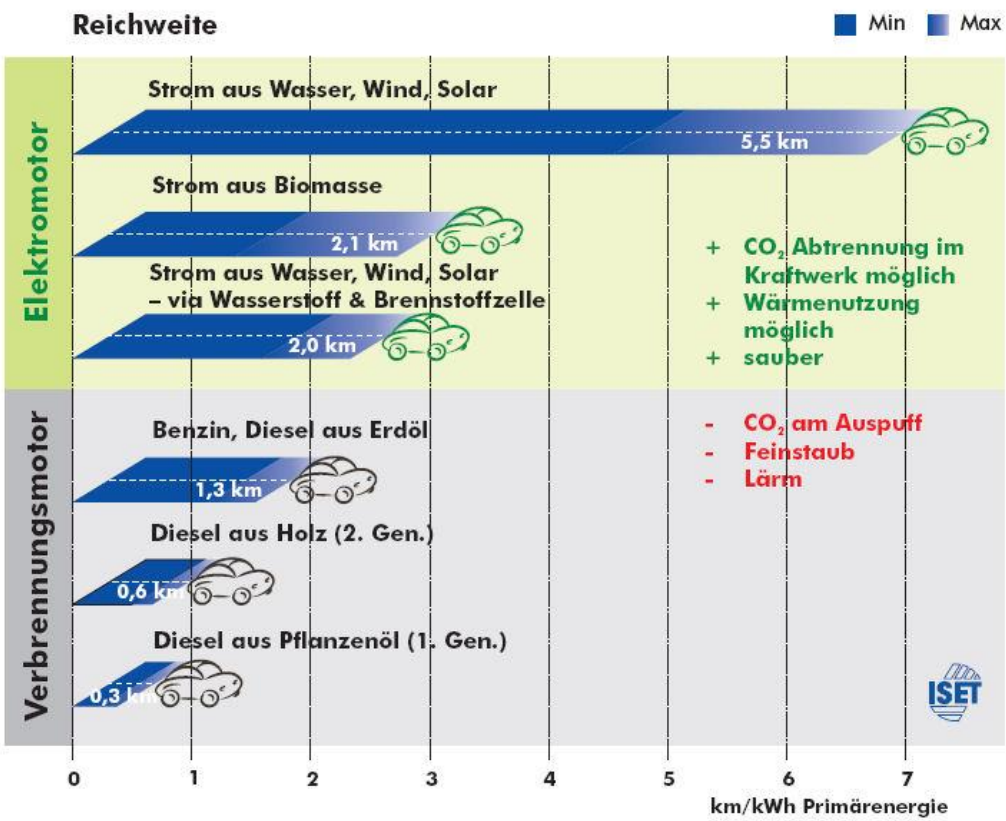
- Jahresbedarf Deutschland: 500 – 600 TWh (500 – 600 Milliarden kWh)
- ca. 1/3 davon aus erneuerbaren Quellen
- ca. 16% Mehrverbrauch* für ca. 40 Mio. E-Autos:

→ **Fazit für die Elektromobilität: Energie ist verfügbar** ✔

*Handelsblatt vom 21.01.2018, Interview mit Frau Hildegard Müller (Vorständin innogy)

© Fraunhofer

Technische Betrachtungen
Primärenergieeinsatz und Reichweite (Well 2 Whell)



→ **Fazit für die Elektromobilität:**

- Beste Effizienz bei direkter Speicherung von EE-Strom in der Autobatterie
- Effizienz des Systempfades beeinflusst die erforderliche Anzahl der EE-Anlagen (Windparks, PV, ….)

© Fraunhofer

Technische Betrachtungen
Komponenten und Systeme - Batteriespeicher

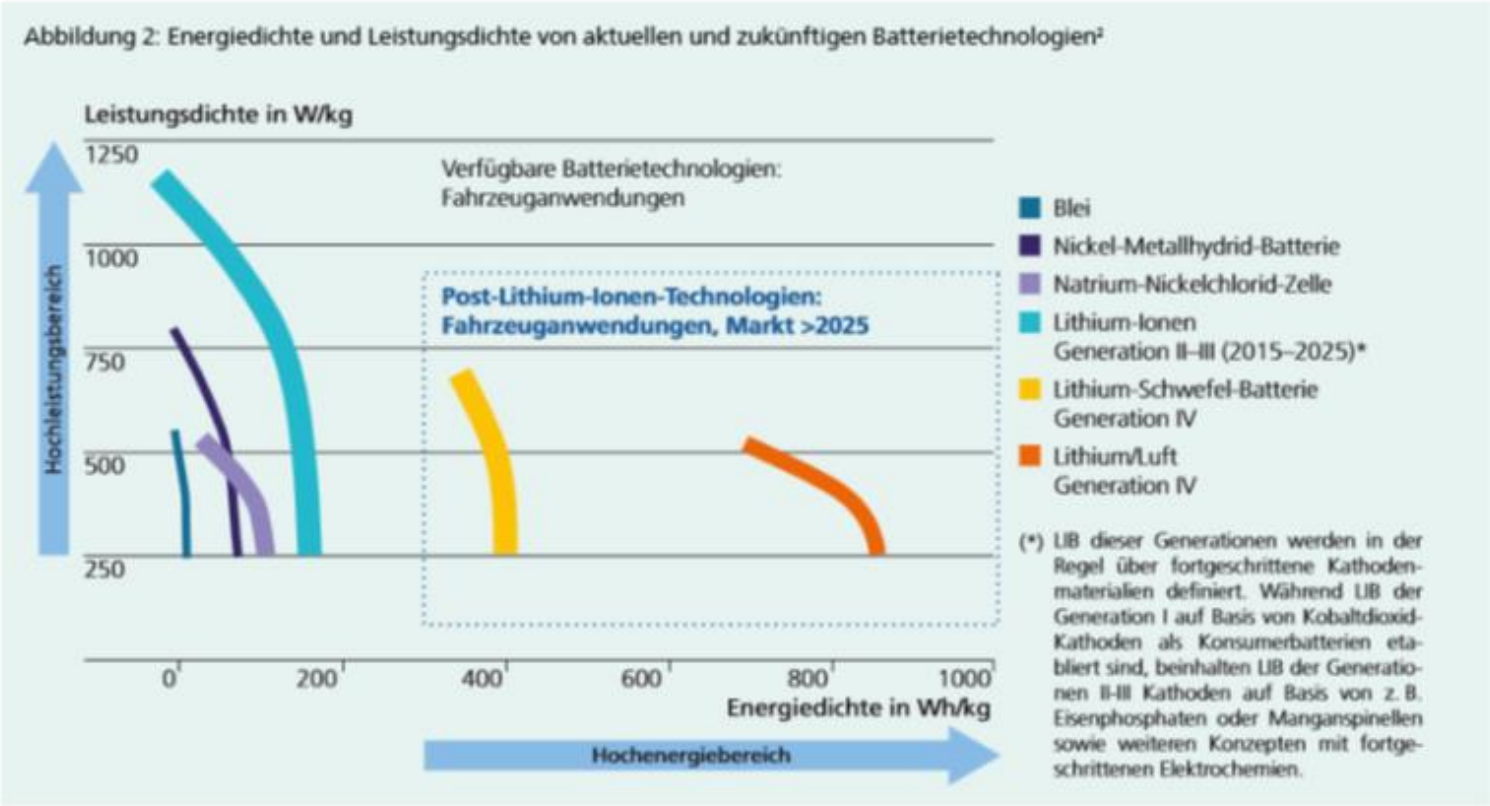
- Bekannte Batterietechnologien zur elektrochemischen Stromspeicherung
  - Blei
  - Nickel-Cadmium (NiCd)
  - Nickel-Mangan-Hydrid (NiMH)
  - Lithium (Li-Ion)
  - Primärbatterien

- Bleiakkumulator erfolgreich eingesetzt
  - 1882: Henri Tudor soll Akkumulator mit Wasserkraft und DC-Generator zyklisch betrieben haben
  - 1887: Adolf Müller gründet erste deutsche Akku-Fabrik → VARTA

© Fraunhofer

Technische Betrachtungen
Komponenten und Systeme - Batteriespeicher

- Kennwerte von verschiedenen Batterietechnologien , Quelle: FH ISI, Produkt Roadmap Lithium-Ionen-Batterien 2030, 2012



© Fraunhofer

Technische Betrachtungen
Komponenten und Systeme - Batteriespeicher

- Technologie für Batteriezellen und Batteriepacks ist von zentraler Bedeutung für Elektrofahrzeuge → weltweite FuE-Anstrengungen

Merkmal	Einheit	2017	2030	Entwicklungsfaktor 2017 -> 2030
Gravimetrische Energiedichte (Pack)	Wh/kg	80 – 135	➢ 250	1,85 – 3,125
Volumetrische Energiedichte (Pack)	Wh/l	500	➢ 500	
Aufladezeit	min	30	3	0,1
Lebensdauer	a	8-10	20	2 – 2,5
Zyklenzahl (stationär)	1	1000 – 3000	10000	3,33 - 10
Zyklenzahl	1		5000	
Zyklenkosten (stationär)	€/ kWh / Zyklus		0.05	
Batteriepackkosten	€/kWh	180-285	75	0,26 -0,42
Effizienz	%	85 - 90		
Energie-installationskosten	€/kWh	300-800	150-300	0,38 - 0,5
Leistungs-installationskosten	€/kW	150-200	35-65	0,23 – 0,33

Übersicht über die für die Elektromobilität gültigen und für 2030 abgeschätzten Batterieparameter;
Quelle: Forschungsbericht „Technologie der Energiewende, 2018, Seite 756“

© Fraunhofer

Technische Betrachtungen
Komponenten und Systeme

- Heute Aufwand Getriebe / Motor
  - Schaltgetriebe DG ~ 200 – 220 Teile
  - Direktschaltgetriebe DSG ~ 560 Teile
  - Hybridantrieb ~ 860 Teile
- Künftig: Elektroantrieb:
  - 1. Generation: 100 %
  - 2. Generation: ~ 50 %
  - 3. Generation: < 50 %
- Fazit :
  - E-Antrieb benötigt deutlich weniger Teile und wird
  - bei sinkenden Batteriepreise wirtschaftlicher herzustellen sein
  - Hybrid wird eine Übergangstechnologie sein

© Fraunhofer
offen

Technische Betrachtungen
Technik verändert die Welt

Manhattan - Fifth Avenue : 1900

Quelle:
National Archives and Records Administration

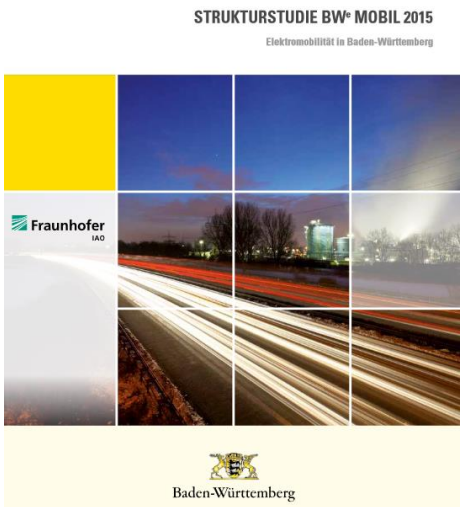
1913

Quelle: Library of Congress

© Fraunhofer

Technische Betrachtungen
Technik verändert die Welt

- Disruptive Entwicklungen
  - Film – Digitalfotografie
  - Ton- und Bildträger – Streaming Dienst
  - Materialbearbeitung - 3-D-Druck
- Strukturstudien für die Anforderungen durch Transformationsprozesse



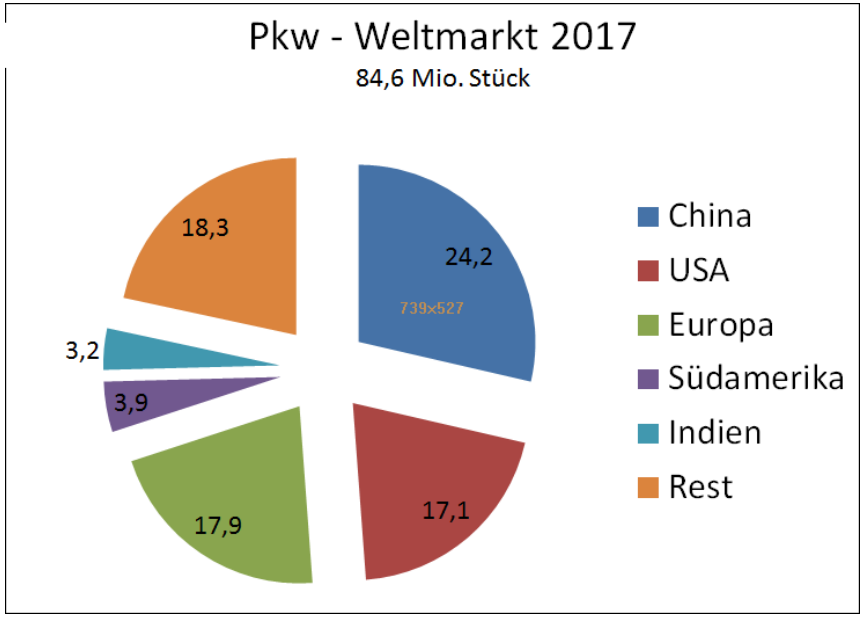
Quellen:

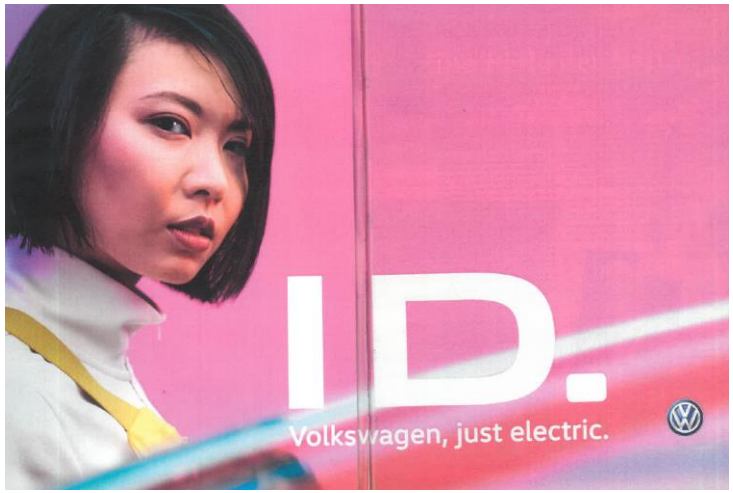
https://www.e-mobilbw.de/files/e-mobil/content/DE/Publikationen/PDF/PDF_2019/Strukturstudie_web.pdf

https://www.e-mobilbw.de/files/e-mobil/content/DE/Publikationen/PDF/14524_Strukturstudie_RZ_WebPDF.pdf

© Fraunhofer

Straßenfahrzeuge
Ausgewählte Kennzahlen - Weltmarkt





- China ist der weltgrößte Fahrzeugmarkt
- China plant eine gesetzliche Quote für die Zulassung von E-Pkw.
- Fazit: China bestimmt die Bedingungen für die Antriebstechnologie maßgeblich

© Fraunhofer

Straßenfahrzeuge
Ausgewählte Kennzahlen - Weltmarkt

- Statistik (Quelle: Bloomberg) zur Anzahl von Elektrobussen:
  - China: 420 Tausend
  - USA: 300
- Stand Deutschland
  - 22.000 Dieselbusse im ÖPNV unterwegs, die für rund 20 Prozent des Schadstoffausstoßes vor Ort verantwortlich sind
    - Quelle: (https://www.focus.de/auto/news/elektrobusse-auf-dem-vormarsch-45-staedte-testen-schon-den-e-bus-jetzt-geht-es-22-000-dieselbussen-an-den-kragen_id_7566595.html

© Fraunhofer

Straßenfahrzeuge
Ausgewählte Kennzahlen - Deutschland

- Deutscher Pkw-Bestand und dessen Durchschnittsalter wächst *

Jahr	2017	2018	2019
Bestand* Durchschnittsalter*	45.803.560 9,3 a	46.474.594 9,4 a	47.095.784 9,5 a

- Deutsche Neuzulassungen nach ausgewählten Haltergruppen*

Jahr	Verarbeites Gewerbe	Handel / Kfz-Reparatur	Kfz-Vermietung	Sonstige Dienstleistungen	Private Halter	Ins-gesamt
2016	417.286 12,5 %	783.598 23,4 %	357.269 10,7 %	298.428 8,9 %	1.173.088 35 %	3.351.607 100 %
2017	430.793 12,9 %	765.036 22,8 %	369.502 11 %	305.347 9,1 %	1.224.943 36,5 %	3.441.262 100 %

- Jahresfahrleistung 2017*:
  - Summe Pkw: 630.460.786 km → Ø je Pkw : 13.922 km / a
- Fazit: Heutige Neuzulassungen beeinflussen die Fahrzeugflotte von 2030

* Quelle: KBA - Kraftverkehrsstatistik

© Fraunhofer

E-Mobilität einführen
Elektromobilitäts-Gesetz (EMOG 1)

Das Emobilitätsgesetz (EMOG) erlaubt Kommunen elektrisch betriebene Fahrzeuge zu bevorrechtigen für:

- das Parken auf öffentlichen Straßen oder Wegen,
- die Nutzung von für besondere Zwecke bestimmten öffentlichen Straßen oder Wegen oder Teilen von diesen,
- das Zulassen von Ausnahmen von Zufahrtbeschränkungen oder Durchfahrtverboten,
- das Erheben von Gebühren für das Parken auf öffentlichen Straßen oder Wegen

© Fraunhofer

E-Mobilität einführen
Förderprogramme des Bundes

- Elektrofahrzeuge
  - Umweltbonus für Elektromobilität

    https://www.bafa.de/DE/Energie/Energieeffizienz/Elektromobilitaet/elektromobilitaet_node.html
- Ladeinfrastruktur
  - Verschiedene Förderprogramme, z.B. „saubere Luft“
  - Aktuelle Gespräche im Kanzleramt (Berlin, 24.06.2019)
    Ergebnis: Masterplan für Ladeinfrastruktur verabredet
- ….

© Fraunhofer

E-Mobilität einführen
Umweltzertifizierungsprozess nutzen

- Umweltmanagement – und zertifizierungssysteme sind bei vielen Unternehmen etabliert
  - ISO 14001
  - EMAS
- Umweltzertifikate und –erklärungen zeigen, dass ein aktives Umweltmanagement betrieben wird
  - Klare Vorgaben des gewählten Standards, wie dieses Umweltmanagement auszusehen hat
  - Abgabe einer Umwelterklärung → z.B. für den Fuhrpark
  - Prozesse und Maßnahmen sind regelmäßig zu überprüfen und zu optimieren
  - Glaubwürdigkeit und Transparenz nach innen und außen

→ Fazit: Elektrofahrzeuge sind in den Umweltzielen zu verankern

© Fraunhofer

E-Mobilität einführen

Reduzierter Steuersatz für Elektro-Dienstwagen

- Beispielrechnung für Dienstwagen-Besteuerung

Geldwerter Vorteil			**Fällige Steuer**	
Fahrzeug	**Elektro**			
Listenpreis	**40.000,00 €**		Einkommens-steuersatz	40%
Prozentsatz	0,50%			
Monatswert	200,00 €		Monatswert	80,00 €
Jahreswert	2.400,00 €		Jahreswert	960,00 €
einfache Fahrtstrecke in km	25			
Prozentsatz	0,015%			
Vorteil / km	6,00 €		Steuer je km	2,40 €
Monatlicher G-Vorteil	150,00 €		Monatliche Steuer	60,00 €
Jährlicher G-Vorteil	1.800,00 €		Jährliche Steuer	720,00 €
			Summe Jahresteuer:	**2.520,00 €**

Geldwerter Vorteil			**Fällige Steuer**	
Fahrzeug	**Diesel**			
Listenpreis	**30.000,00 €**		Einkommensst euersatz	40%
Prozentsatz	1,00%			
Monatswert	300,00 €		Monatswert	120,00 €
Jahreswert	3.600,00 €		Jahreswert	1.440,00 €
einfache Fahrtstrecke in km	25			
Prozentsatz	0,030%			
Vorteil / km	9,00 €		Steuer je km	3,60 €
Monatlicher G-Vorteil	225,00 €		Monatliche Steuer	90,00 €
Jährlicher G-Vorteil	2.700,00 €		Jährliche Steuer	1.080,00 €
			Summe Jahresteuer:	**3.780,00 €**

© Fraunhofer

Fazit und Checkliste

Elektromobilität schafft jetzt den Durchbruch weil:

- Elektromobilität ist hoch effizient, lokal emissionsarm und mit erneuerbarer Energie klimaschonend ✓
- Umwelt nun eine breit aufgestellte Lobby hat und die Einhaltung von Grenzwerten nachhaltig eingeklagt wird ✓
- Bürger verstärkt lebenswerte Städte fordern ✓
- Fahrzeughersteller weltweit Elektromobilität forcieren ✓
- E-Fahrzeuge die zentrale Systemkomponente eines nachhaltigen Mobilitätssektors und der Sektorenkopplung sind ✓
- das Angebot von attraktiven und alltagstauglichen E-Pkw stetig wächst und zukünftige Arbeitsplätze sichert ✓
- die 0,5-%-Regel für E-Dienstwagen finanziell sehr attraktiv für Mitarbeiter ist und damit die Nachfrage erhöht ✓
- gute Lösungen für Ladeinfrastruktur verfügbar sind ✓
- **Sie heute hier sind und etwas bewegen können** !!!

© Fraunhofer

Fazit und Checkliste

Checkliste:

Erste Schritte für die Einführung von Elektrofahrzeugen in der Flotte:

- Beschaffung von Elektro-Flottenfahrzeugen im betrieblichen Umweltmanagement mit konkreten Zielvorgaben verankern
- Anfall an Wegstrecken identifizieren, die für E-Fahrzeuge geeignet sind und ihren Fahrzeugpool mit E-Fahrzeugen entsprechend anpassen
- Interessenten für einen Elektro-Dienstwagen Optionen für das Laden am Arbeitsplatz und Zu-Haus-Laden anbieten
- Bei Plug-In-Hybrid-Fahrzeugen auf umweltbewusste Nutzer achten, um Sparpotential zu realisieren
- Ökostrom für E-Fahrzeuge beschaffen, um minimalen CO2-Ausstoss sicherzustellen
- ……

© Fraunhofer

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!

Fragen ?

Kontakt: Markus Landau
markus.landau@iee.fraunhofer.de
Tel.: 0561 7294-0

Internet: www.iee.fraunhofer.de

© Fraunhofer