

Klimaschutz - Energiewende 2.0

Mobilitätswende



Stand FV13 vom 16.08.2025

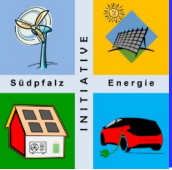
Agenda

- Einführung
- Bestehende Defizite
- Mobilitätskonzept
- Individualverkehr
- ÖPNV/ÖPFV
- Güterverkehr
- Schiffsverkehr
- Flugverkehr
- Wasserstoff in der Mobilität
- Fazit
- Quellen

- Mit 22% (davon 81% Straßenverkehr und 14% Flugverkehr) in 2017 ist der Verkehr der zweitgrößte Treibhausgasemittent (siehe Kapitel „Klimakrise, Klimaschutz-Ziele“)
- Mit fast 30% (2017) ist der Verkehr der größte Endenergieverbrauchssektor (siehe Kapitel „Energieerzeugung/Primärenergiebedarf-EE-Potenziale“)
- Angesichts der o.g. Zahlen und der Tatsache, dass der Verkehr in den letzten Jahren keinen Beitrag zur Klimaneutralität gebracht hat, sind hier sowohl von der Politik und der Industrie als auch von der Gesellschaft große Anstrengungen erforderlich! Deshalb werden in diesem Kapitel alle Verkehrsarten beleuchtet und entsprechende Maßnahmen vorgeschlagen. Wobei der gesamte Energiebedarf aus EE gedeckt werden muss!
- Die Maßnahmen zur Zielerreichung müssen im Einklang mit dem Naturschutz stehen und sozial gerecht sowohl bei der Kostenträgerschaft als auch bei der Partizipation für Investitionen gestaltet werden.

- 95% der privaten PKW werden zu 97% des Tages nicht genutzt
 - Kosten der Staus in D in 2017: 80 Mrd. €, entspricht €1770 für jeden Autofahrer
 - CO₂-Emissionen steigen (mehr SUVs), mehr Restriktionen (Dieselfahrverbote)
 - E-Fahrzeuge zu teuer, unzureichende Ladeinfrastruktur, unübersichtliche Bezahlssysteme
 - Die Automobilbauer haben viel Vertrauen verloren („Dieselgate“) und viele Milliarden Strafe gezahlt, die in der Entwicklung neuer Konzepte fehlen.
 - Die Deutsche Automobilindustrie hat viel zu lange gezögert mit der zielstrebigem Entwicklung nachhaltiger E-Fahrzeuge, Mitbewerber (z.B. TESLA) haben daher einen weiten Vorsprung.
 - Der ÖPNV ist zu teuer und wenig attraktiv.
 - Die Vernetzung der Verkehrssektoren ist mangelhaft.
 - Der Schienengüterverkehr wurde in der Fläche „kaputtgespart“.
- 1)
- Subventionen für H₂-Strategie im Verkehr fördern unwirtschaftliche Technologie, Clean-Hydrogen-Partnership ist mit H₂ beim Verkehr ausgestiegen 2)
 - E-Fuels sind im Straßenverkehr wegen Luftschadstoffemissionen kein Lösungsansatz. Vorgesobene Technologieoffenheit ist nicht zielführend!

Quelle: x) Quellenliste



Mobilitätskonzept (1)

Verkehr vermeiden, verlagern, regulieren

Ziel des Konzeptes ist, dass bis spätestens 2040 der gesamte Sektor „Verkehr“ klimaneutral ist!

vermeiden → spart Zeit, Geld, CO₂

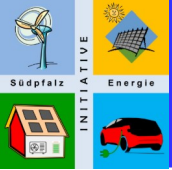
- Home-Office als „normale Arbeitsmöglichkeit“ in Arbeitsgesetz einführen → Pendlerverkehr reduzieren
- Dort wo es geht, Besprechungen per Video-Konferenzen organisieren
- Güter, die überall hergestellt werden können (Massenprodukte), sollten nur verbrauchernah transportiert werden (keine Globalisierung dieser Produkte). Streichung von Subventionen bei „grenzüberschreitender Beförderung im Drittlands-Verkehr“³⁾
- Saisonalität: beispielsweise sollte auf Erdbeeren an Weihnachten verzichtet werden!
- Quartierskonzepte: Wohnen und Arbeiten in unmittelbarer Nähe

verlagern → spart, Geld, CO₂

- Umstieg beim Nah-Individualverkehr vom PkW auf Fahrrad und Lastenfahrrad
- Umstieg beim Individualverkehr vom PkW auf ÖPNV/ÖPFV
- Umstieg beim Kurzstreckenflugverkehr (D) auf die Bahn

regulieren

- Europäische Gesetzgebung voranbringen (siehe Koalitionsvereinbarung) und übernehmen (fit-for-55-Paket, Luftqualitätsrichtlinie, u.a.)⁴⁾
- Änderung der Straßenverkehrsordnung (z. B. Tempo 30 innerorts, 130 auf Autobahnen)
- Ab 2035 werden keine Verbrenner mehr zugelassen



Mobilitätskonzept (2)

Verkehr innovieren

innovieren → spart Energie, Geld, CO₂

- Vollständige Umstellung von fossilen Brennstoffen auf vorzugsweise Strom und H₂
- Kostenloser ÖPNV (steuerfinanziert) → Erhöhung der Akzeptanz
- Hochseeschiffe müssen in Häfen mit Landstrom versorgt werden
- Auch im Luftverkehr muss der „Treibstoff“ versteuert werden → keine Privilegien für die Luftfahrt
- Mittelfristig: Umstellung auf Car-Sharing → bindet weniger Kapital
- Langfristig: Autonomes fahren
- Große Parkplätze mit PV-Anlagen überdachen und Ladeeinrichtung für PkW und LkW schaffen
- Intelligente Sektorkopplung von Energieerzeugern und –verbrauchern → Prosumer

- Massive Investitionen in klimafreundliche Verkehrsmittel (ÖPNV, Schiene, Radwege,...)
- Ressourcenarme Akkutechnologie (z.B. Natrium-Ionen)
- Ladeinfrastruktur ausbauen, Bezahlssysteme vereinheitlichen, Wettbewerb gewährleisten
- Lärmschutz im Schienenverkehr („leise“ Trassen, Räder, Bremsen, Lärmschutzwälle,...)
- Benutzerfreundliche Vernetzung aller Verkehrsmittel

- Steigerung der CO₂ -Bepreisung für Kraftstoffe, Straßenmaut, KFZ-Steuer,
- Klimaschädliche Subventionen streichen, freiwerdende Mittel für Mobilitätsinfrastruktur
- Einnahmen generieren durch Ausbau von PV und Windkraft an geeigneten Trassen

heute



Verbrenner

Umstieg auf

2040



Fahrrad



Lasten-Fahrrad



Radwege-Netz



kostenloser
ÖPNV



Car-Sharing
(E-Auto mit
Akku)



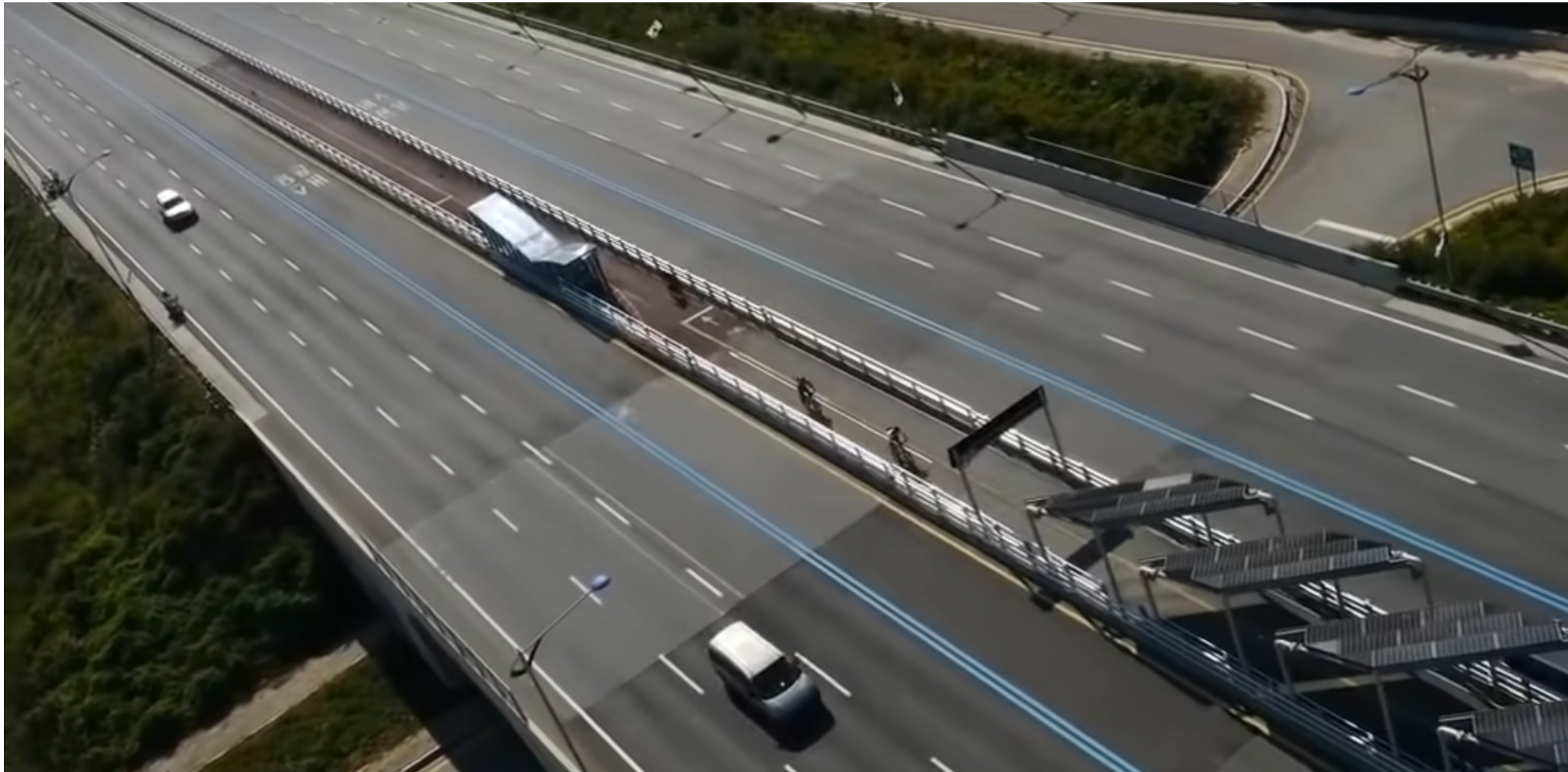
E-Auto mit Akku

Quelle: ISE e.V.

- Home-Office als „normale Arbeitsmöglichkeit“ in Arbeitsgesetz einführen
- Dort wo es geht, Besprechungen per Video-Konferenzen organisieren (spart Zeit, Geld, CO₂)
- Wirkungsgradverbesserung von 20% auf 64% beim Umstieg vom Verbrenner auf E-Auto mit Akku
- Weniger Lärm, Staus, Unfälle, verbesserte Gesundheit

Verhaltensänderung ist ein großer Hebel!

Individualverkehr (2) Solar-Fahrradwege

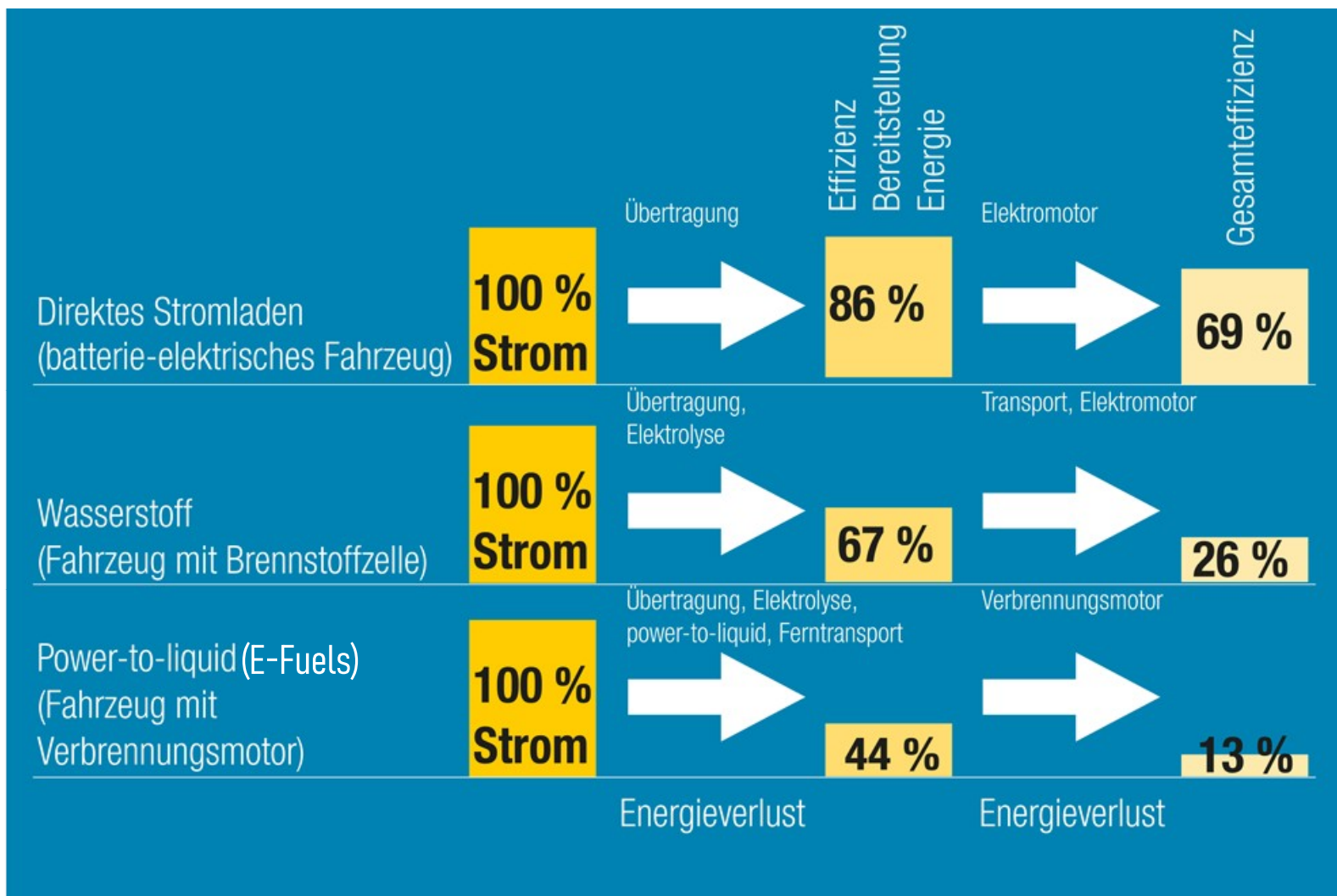


Quelle: Wirtschaftswoche 15.04.2015

Mit PV überdachter Schnell-Fahrrad-Wege – Südkorea machts uns vor!

Individualverkehr (3)

Wirkungsgrad-Vergleich: von der Energiequelle bis zum Antriebsrad



E-Fuels vs. E-Auto
 MAITHINK X - Die Show
 03/2024

E-Fuel vs. E-Auto: Mythos Technologieoffenheit

ZDF | Die Anstalt
E-Fuels oder doch eher „Ö-Fuels?“

Terra X
 Harald Lesch ZERLEGT E-FUELS!
Synthetische Kraftstoffe wissenschaftlich analysiert

Quelle: 5) Agora u.a. 2018, Grafik: VCÖ 2019

Elektroautos mit Akku liegen weit vorn!

Individualverkehr (4)

Wirkungsgrad-Vergleich

Energiequelle	Energieträger	Antrieb	Lokal emissionsfrei	Eine 3-MW-Windkraftanlage versorgt...
Strom z.B. Windkraftanlage 3 Megawatt Leistung, 2000 Stunden Volllast pro Jahr	Strom	 BEV		 1600 Fahrzeuge
	Wasserstoff	 FCEV		 600 Fahrzeuge
	E-Fuel	 ICE		 250 Fahrzeuge

Quelle: **ADAC, 15.05.2023**,
 Synthetische Kraftstoffe: Sind E-Fuels die Zukunft der Mobilität?

Die Zahlen sprechen für sich!

Individualverkehr (5)

Energiekostenvergleich für PkW

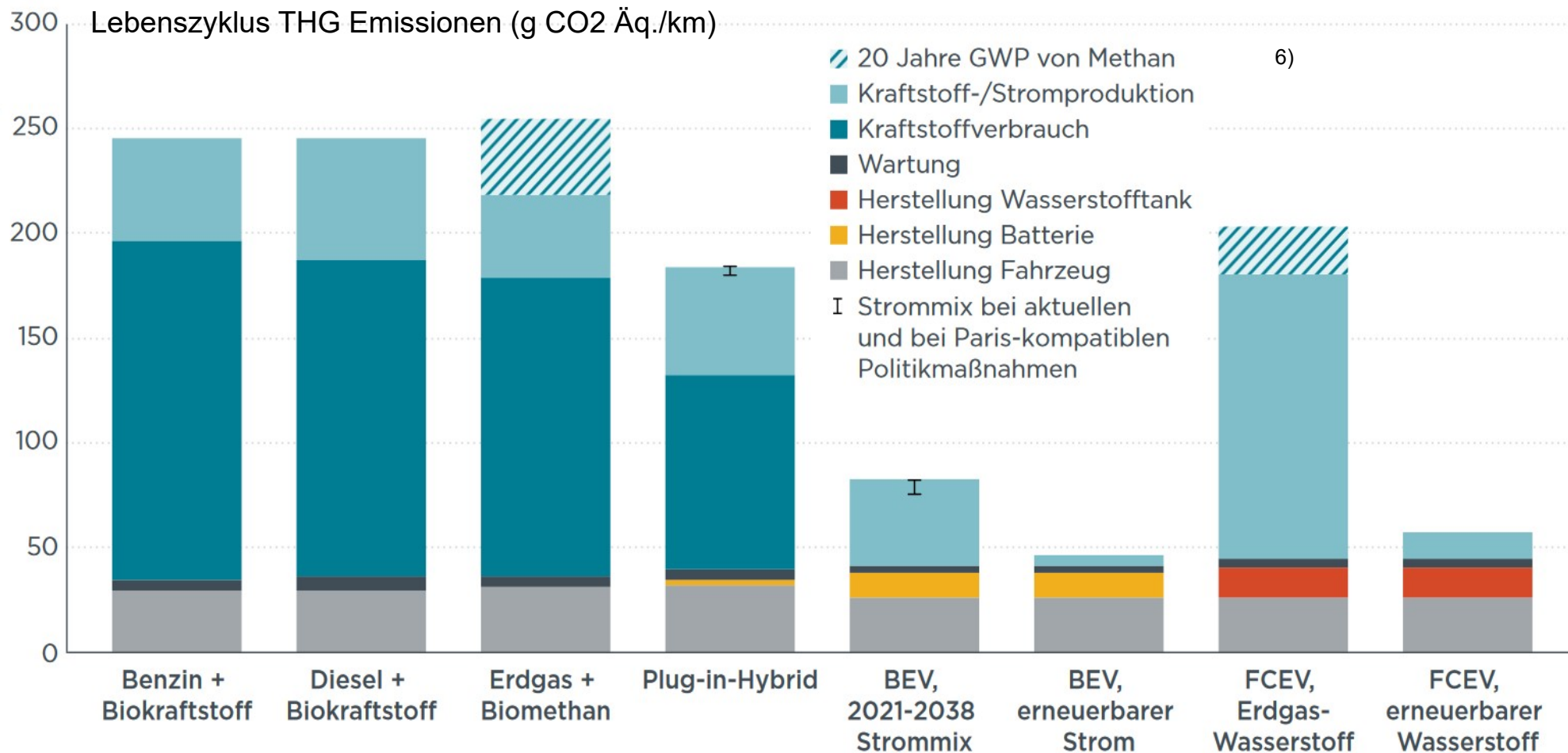
		 Kleinwagen/Kompaktklasse	 Mittel-/Oberklasse
Super		9,26	11,42
Super E10		8,92	11,00
Diesel		6,55	7,48
Strom		4,74	4,84
Erdgas H		5,49	6,39
Autogas		5,09	4,96
Wasserstoff		-	7,60

€/100 km
Stand: Sept. 2021

5)

Quelle: x) Quellenliste

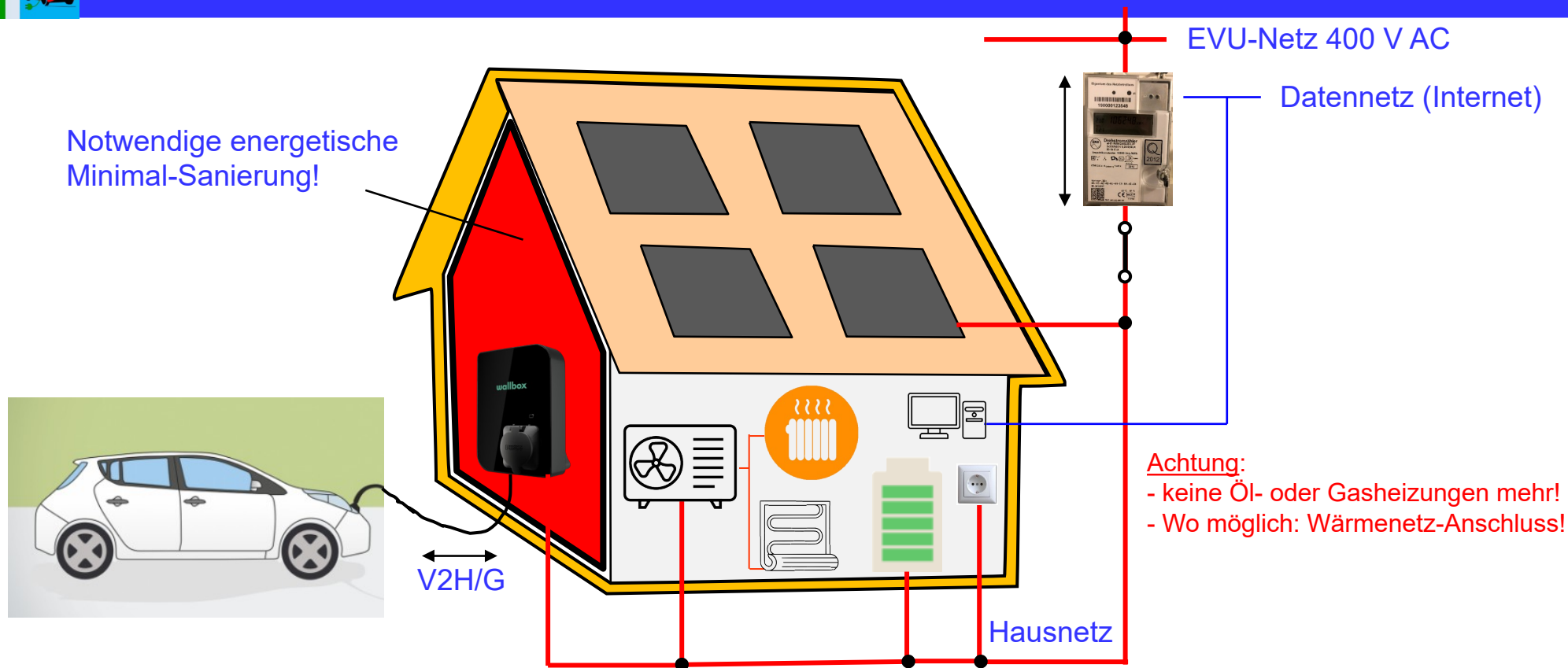
Ein E-Auto (Mittelklasse) liegt beim Verbrauch bei 42% ggü. Benziner (Super)!



Quelle: x) Quellenliste

Elektroautos mit EE liegen sowohl ökologisch als auch ökonomisch ganz vorne!

Individualverkehr (6) ProSumer (1) im Ein-/ Mehrfamilienhaus (1) und öffentl. Gebäuden, Funktionsprinzip und Komponenten: Bausteinkasten



- Hauskraftwerk (PV auf Dach/Balkon mit Batterie), Überschussstrom ins EVU-Netz
- Fossile Wärmeerzeuger durch Wärmepumpen (z.B. Luft-Wasser / Luft-Luft) bzw. Wärmenetz ersetzen
- E-Auto, zukünftig mit bidirektionalem Laden, V2H/G fürs Hausnetz und das EVU-Netz
- Energiemanagement-System mit Ersatzstrom-Umschaltung für Inselbetrieb
- EE-Maßnahmen sollten mit dem Energieberater bei notwendigen Instandhaltungen geplant werden

Quelle: ISE e.V.

ProSumer: Im Neubau **UND** Bestand einsetzbar!

Energiekopplung (Produzent und Konsument): → wirtschaftliche Autarkie bis zu 80% erreichbar



Individualverkehr (6) Prosumer (1) im Ein- und Mehrfamilienhaus (2) Vergleich: Energie- und Betriebskosten

Daten und Fakten

Verbrauchswerte

Strom (Haushalt): 4.000 kWh/a

Auto: 12.000 km/a

Wärmebedarf: 20.000 kWh/a

E-Wende mit

- Wärmepumpe Luft/Wasser
- E-Auto mit Akku

Spez. Verbrauchswerte

Auto (Verbrenner): 6,5l / 100 km

Auto (Akku): 20 kWh / 100 km

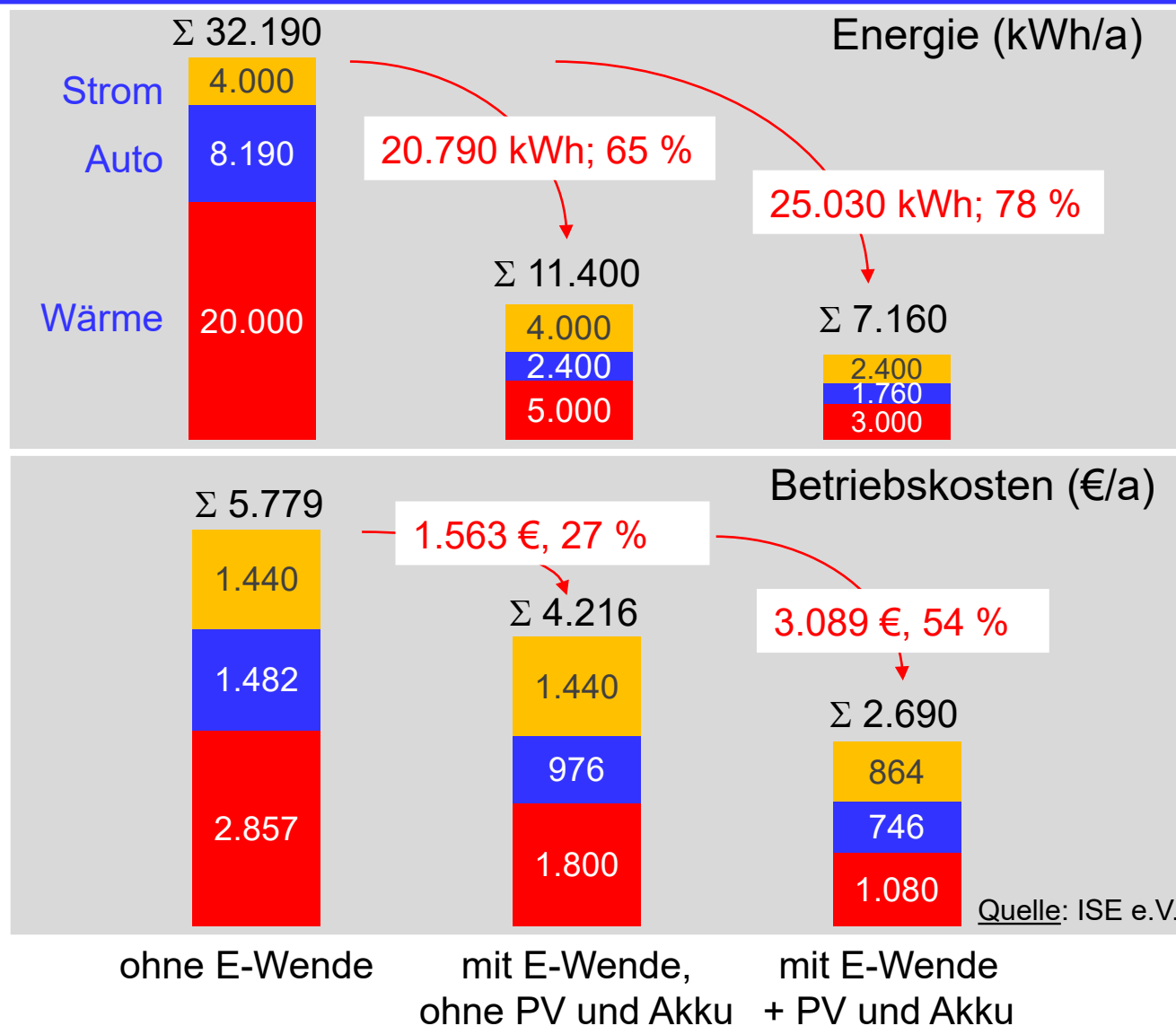
Wärmepumpe (JAZ): 4

„Brennstoff“-Preise (02.08.2022)

- Strompreis: 36 € ct/kWh
- Dieselpreis: 1,90 €/l
- Heizölpreis: 1,50 €/l

Autarkiequote

mit PV und Akku: 40%



Neue Technologien auf der Verbraucherseite bringen den größten Einsparhub beim Prosumer!

Individualverkehr (6) ProSumer (1) im Ein- und Mehrfamilienhaus (3) Vergleich: CO₂-Emmisionen

Daten und Fakten

Verbrauchswerte

Strom (Haushalt): 4.000 kWh/a

Auto: 12.000 km/a

Wärmebedarf: 20.000 kWh/a

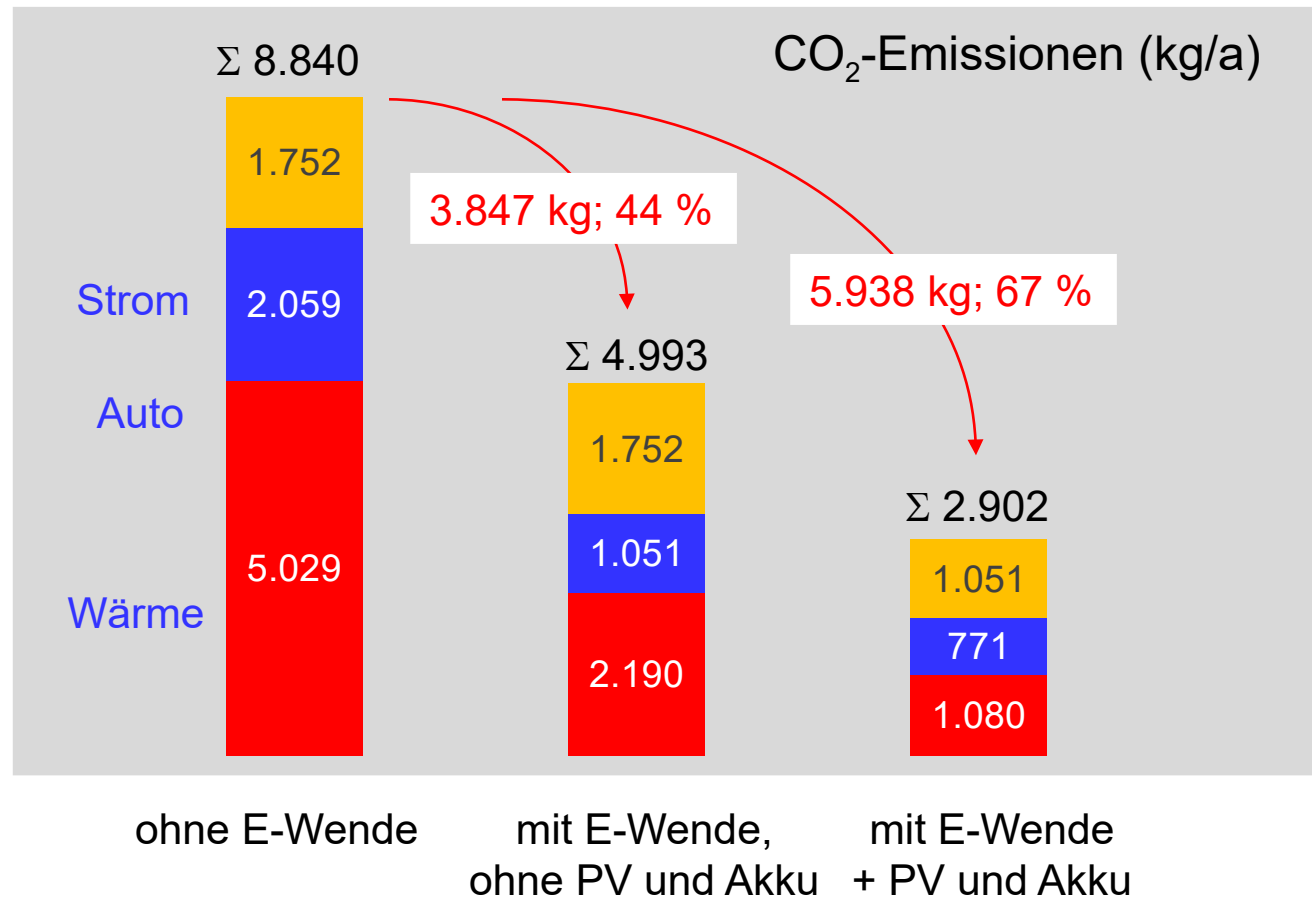
Spez. CO₂-Emissionen

Strommix: 0,438 kg CO₂/kWh

Diesel: 2,64 kg CO₂ /l

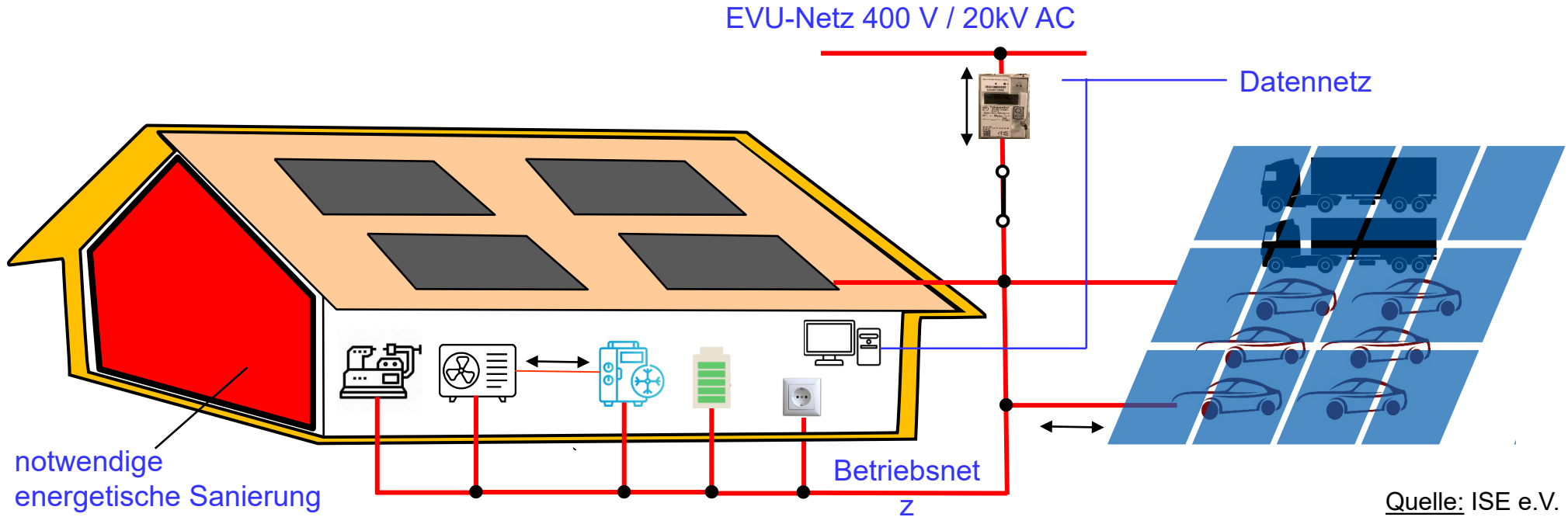
Heizöl: 2,64 kg CO₂ /l

Quelle: ISE e.V.



Auch bei den CO₂-Emissionen sind die neuen Verbraucher-Technologien der Bringer!

Individualverkehr (6) Prosumer (2) bei GHD und Industrie Funktionsprinzip und Komponenten: Bausteinkasten



- Hauskraftwerk (PV auf Dächern/Parkplätzen mit Batterie), Überschussstrom ins EVU-Netz
- Fossile Wärmeerzeuger durch Erneuerbare (Wärmepumpen) ersetzen, mit Wärmequellen koppeln
- Produktionsmaschinen bzw. verfahrenstechnische Prozesse möglichst energieautark einbinden!
- E-Autos, zukünftig mit bidirektionalem Laden, V2H/G fürs Betriebsnetz und das EVU-Netz
- Energie-Management-System mit Ersatzstrom-Umschaltung für Inselbetrieb
- EE-Maßnahmen sollten mit dem Energieberater bei notwendigen Instandhaltungen geplant werden

Prosumer bei GHD/Industrie: → wirtschaftlich, optimale Eigenversorgung!

Individualverkehr (7)

PV-Anlagen auf großen Parkplätzen



7)

- Parkplätze bei Industrie, bei Dienstleistern, im Gewerbe und bei Discountern bieten sich gerade dazu an mit PV-Anlagen zu überdachen, denn dort können PkW-/LkW-Akkus geladen werden. Überschussstrom wird ins Netz eingespeist.

Hier liegt ein großes Potenzial für Klimaschutz und Energiewende !

heute



Umstieg auf



2040



Elektrifizierung



Umstieg auf



Quelle: ISE e.V.

- Home-Office als eine „normale Arbeitsmöglichkeit“ in Arbeitsgesetz einführen
- Dort wo es geht, Besprechungen per Video-Konferenzen organisieren (spart Zeit, Geld, CO₂)
- Umstieg vom Verbrenner auf E-Antrieb mit Akku: Wirkungsgradverbesserung von 20% (Diesel) auf 64% (Akku) bzw. 95% (Oberleitung)
- Durch den kostenlosen ÖPNV (steuerfinanziert) wird die Akzeptanz drastisch erhöht und große Mengen CO₂ eingespart
- Elektrifizierung des ÖPNV/ÖPNFV reduziert Lärm und Emissionen

ÖPNV ist Haupttransportmittel in der Stadt, UND im ländlichen Raum!

heute



Umstieg auf



2040



Umstieg auf



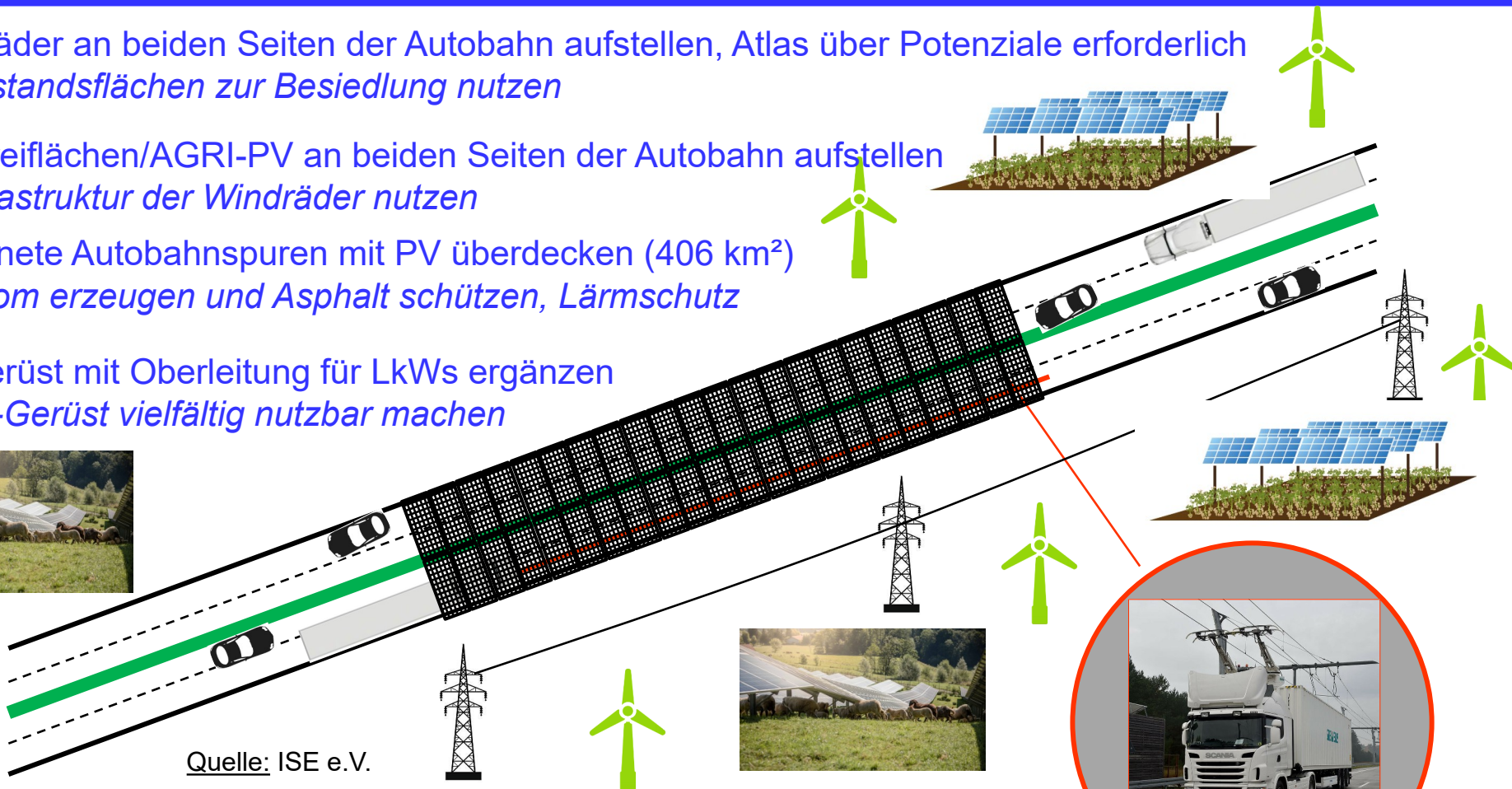
Elektrifizierung

Quelle: ISE e.V.

- Güter, die überall hergestellt werden können, sollten nur verbrauchernah transportiert werden.
- Umstieg vom Verbrenner auf E-Antrieb mit Akku: Wirkungsgradverbesserung von 20% (Diesel) auf 64% (Akku) bzw. 95% (Oberleitung)
- Der Güterverkehr sollte möglichst auf die Schiene verlegt werden
- Vernetzung von Schiene und Straße muss deutlich verbessert werden (z.B. Containerumschlag)

Hier ist ein hohes Einsparpotenzial zu erwarten

1. Windräder an beiden Seiten der Autobahn aufstellen, Atlas über Potenziale erforderlich
→ *Abstandsflächen zur Besiedlung nutzen*
2. PV-Freiflächen/AGRI-PV an beiden Seiten der Autobahn aufstellen
→ *Infrastruktur der Windräder nutzen*
3. Geeignete Autobahnspuren mit PV überdecken (406 km²)
→ *Strom erzeugen und Asphalt schützen, Lärmschutz*
4. PV-Gerüst mit Oberleitung für LkWs ergänzen
→ *PV-Gerüst vielfältig nutzbar machen*



5. Neubau von Hochspannungsleitungen an Autobahnen platzieren
→ *Energietrassen bündeln und vervollständigen*

Autobahntrassen maximal synergetisch nutzen, „Nebenwirkungen“ zusammenlegen!

Wo könnte eine Pilotanlage gebaut werden? In der Südpfalz?

So könnte es aussehen, das Solardach für die Autobahn (1)



Quelle: pv magazine vom 26.05.2021, „Fraunhofer ISE und Partner erproben Photovoltaik-Dach über der Autobahn“

Auf der A 81 bei der Rastanlage Hegau-Ost (Bodensee) wird eine Pilotanlage gebaut

So könnte es aussehen, das Solardach für die Autobahn (2)

8)



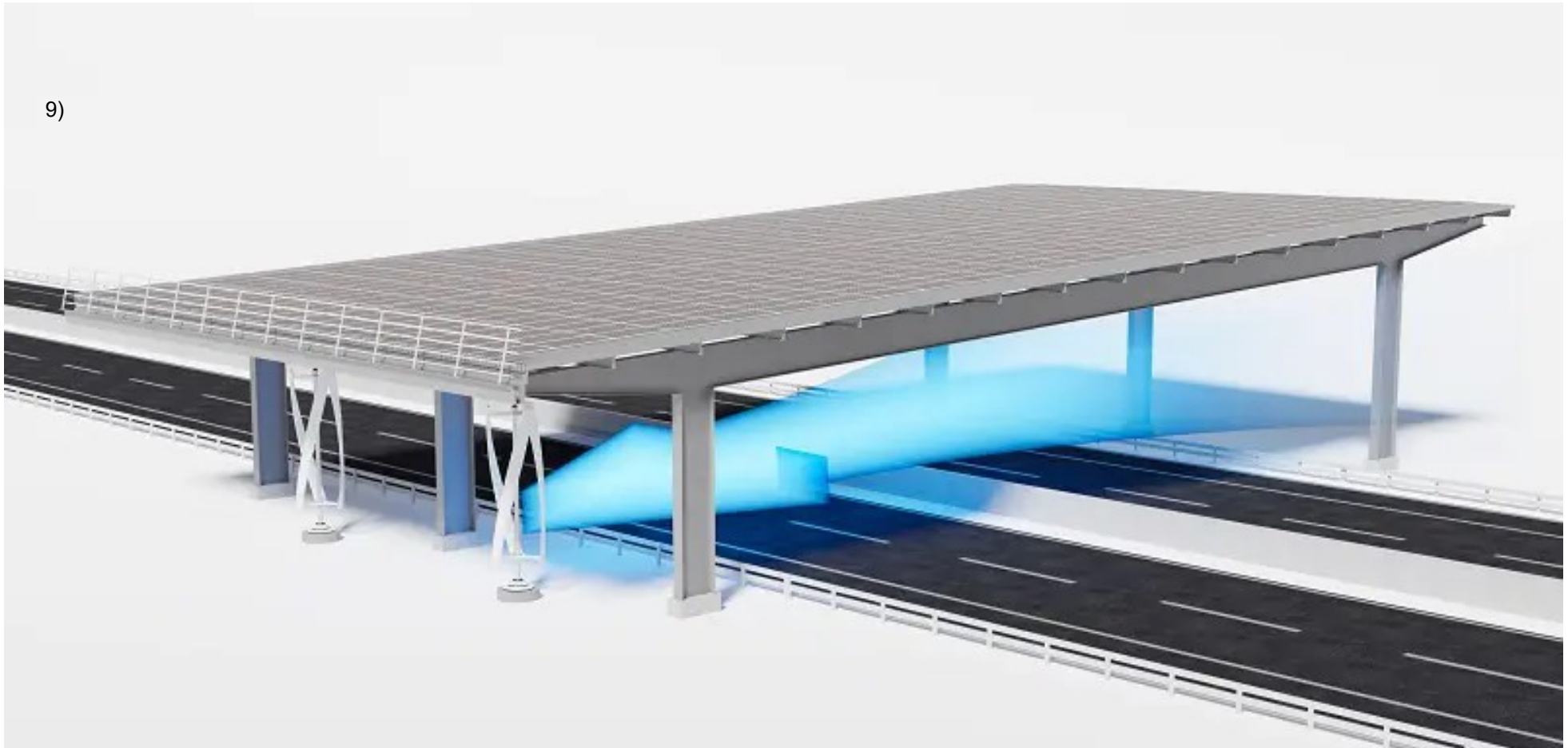
AIT (Foto: LABOR3 Architektur GmbH),
kofinanziert durch das BMDV

Quelle: x) Quellenliste

In Österreich wird eine Pilotanlage gebaut!

So könnte es aussehen, das Solardach für die Autobahn (3) mit Windrädern

9)



Quelle: x) Quellenliste

In der Schweiz wird auch eine Pilotanlage gebaut!

Schiffsverkehr (1)

Binnenschifffahrt: Personen, Güter

heute

2040

Personen



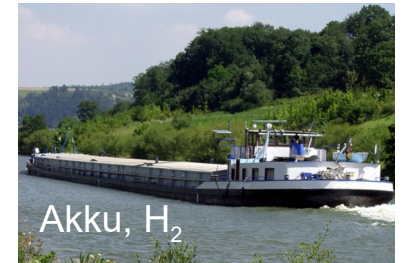
Umstieg auf



Güter



Umstieg auf



Quelle: ISE e.V.

- Güter, die überall hergestellt werden können, sollten nur verbrauchernah transportiert werden.
- Umstieg vom Verbrenner auf E-Antrieb mit Akku: Wirkungsgradverbesserung von 20% (Diesel) auf 64% (Akku)
- Verbesserung der Vernetzung von Schiffsverkehr, Schiene und Straße (z.B. Containerumschlag)

Auch die Binnenschifffahrt muss fossilfrei werden!

Schiffsverkehr (2)

Hochseeschifffahrt: Personen, Güter

heute

2040

Personen



Umstieg auf



Güter



Umstieg auf



Quelle: ISE e.V.

- Güter, die überall hergestellt werden können, sollten nur verbrauchernah transportiert werden
Auf Erdbeeren an Weihnachten sollte verzichtet werden! → Saisonale heimische Früchte.
- Hochseeschiffe müssen in Häfen mit Landstrom versorgt werden!
- Verbesserung der Vernetzung von Schiffsverkehr, Schiene und Straße (z.B. Containerumschlag)

Schweröl und andere fossile Brennstoffe, müssen in der Hochseeschifffahrt zum Tabu werden!

Luftverkehr (1)

Kurzstrecken

heute

2040

Städteverbindung D



Umstieg auf



Städteverbindung EU



Umstieg auf



Quelle: ISE e.V.

- Im innerdeutschen Bereich sollte vollständig auf die Bahn umgestiegen werden!
- Auch im europäischen Bereich <1000 km sollte vollständig auf die Bahn umgestiegen werden!

Kurzstreckenflüge sollten der Notfallrettung vorbehalten sein!

Luftverkehr (2)

Mittel- und Langstrecken: Personen, Güter

heute

2040

Personen



Umstieg auf 



Güter



Umstieg auf 



Quelle: ISE e.V.

- Güter, die überall hergestellt werden, sollten nur verbrauchernah transportiert werden
Auf Erdbeeren an Weihnachten sollte verzichtet werden! → Saisonale heimische Früchte.
- Auch im Luftverkehr muss der „Treibstoff“ versteuert werden, keine Privilegien!
- Verbesserung der Vernetzung von Flugverkehr, Schiene und Straße (z.B. Containerumschlag)

Auch bei Mittel- und Langstrecken müssen fossile Brennstoffe verboten werden!

heute

2040

Individual-
verkehr



Radwege



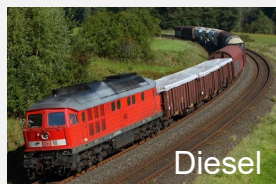
ÖPNV



kostenloser
ÖPNV



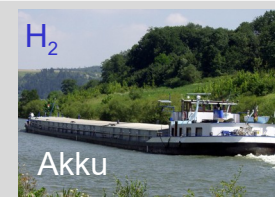
Güter-
verkehr



Schiffs-
verkehr



Landstrom



Luft-
verkehr



Treibstoff wird
versteuert



Quelle: ISE e.V.

Ein vielfältiger Endverbrauchersektor mit hoher Relevanz für die Transformation!

- In fast allen Verkehrsmitteln gelingt die Umstellung von fossilen Brennstoffen auf Strom (Akku). Das ist sowohl privat- als auch volkswirtschaftlich die günstigere Lösung hinsichtlich Fahrzeug und Infrastruktur sowohl bei der Investition als auch im Betrieb. 2)
- Bei sehr großen Transportstrecken und hohen Lasten wie in der Hochseeschifffahrt und im Fernflugbereich kommt die Akku-basierte Technik an seine Grenzen. Hier ist die grüne wasserstoffbasierte Technologie die richtige Lösung.

- Der Verkehr hat unter den Endenergieverbrauchssektoren nicht nur den größten Energiebedarf, sondern er ist auch einer der größten Schadstoff-Emittenten. Da die THG-Emissionen bei diesem Sektor in den letzten Jahren eher gestiegen als reduziert wurden, sind wirksame Maßnahmen zur THG-Reduktion dringend erforderlich!
- Mobilitätswende bedeutet mehr als Dekarbonisierung der einzelnen Verkehrsarten, sondern auch eine
 - Verhaltensänderung bei ihrer Nutzung (Fahrrad, ÖPNV, Car-Sharing, Home-Office)
 - Sektorkopplung von Energieerzeugung und -Verbrauch: „Prosumer“
- Durch die Mobilitätswende werden
 - hohe volkswirtschaftliche Kosten beim Energieverbrauch eingespart
 - durch nachhaltige Investitionen werden Wertschöpfung und Arbeitsplätze geschaffen
- Durch den Umstieg von Verbrennern auf E-Mobilität mit Akkus erhöht sich der Gesamtwirkungsgrad (von der Erzeugung bis zur Antriebsachse) von 20% auf 64%! Das bedeutet eine volkswirtschaftliche Einsparung von 45%!
- Um die Akzeptanz in der Bevölkerung zu erreichen, müssen die vielfältigen Vorteile der Mobilitätswende noch deutlicher herausgestellt und kommuniziert werden.

MW	Quelle
1	Lesch, Kamphausen, 2018, Penguin Verlag München: Taschenbuch: "Wenn nicht jetzt, wann dann?"
2	EUROAKTIV.com 2021: „Clean Hydrogen Partnership“ signalisiert Abkehr von Wasserstoffautos
3	Haufe Finance Office: Proff-Rüdige Radeisen "Beförderungsleistungen / 3.4.2 Grenzüberschreitende Beförderung im Drittlandsverkehr"
4	Europäischer Rat 2021 Consilium: „Fit für 55“ - Der EU-Plan für den grünen Wandel
5	BMU 2021: Repirt: "Effizienz und Kosten: Lohnt sich der Betrieb eines Elektroautos?"
6	ICCT 2021: ACT SHEET EUROPE: "Klimabilanz von elektrischen und verbrennungsmotorischen Pkw"
7	De Lorean Power: Studie: Nutzung von Industrie- und Gewerbeparkplätzen zur Erzeugung von erneuerbarer Energie
8	Kleine Zeitung, Österreich 2020: Report: "Überdachte Fahrbahnen: Österreichische Forscher wollen Autobahnen für Solarenergie nutzbar machen"
9	pv-magazine 2021: Report: "EnergyPier-Kombi-Kraftwerk: Autobahn für Photovoltaik und Windstrom nutzen"

!100% !

Kern-Team

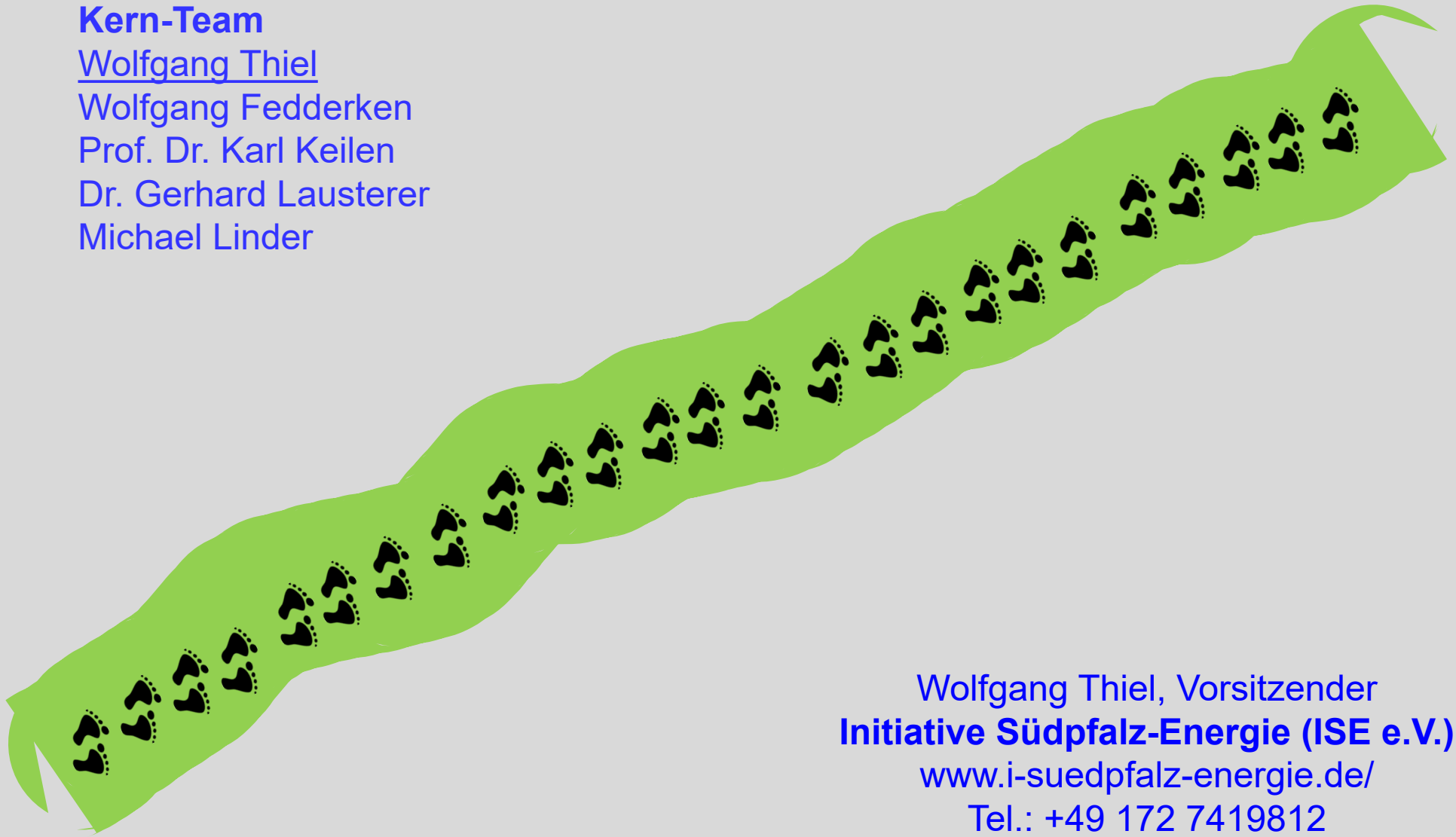
Wolfgang Thiel

Wolfgang Fedderken

Prof. Dr. Karl Keilen

Dr. Gerhard Lausterer

Michael Linder



Wolfgang Thiel, Vorsitzender
Initiative Südpfalz-Energie (ISE e.V.)

www.i-suedpfalz-energie.de/

Tel.: +49 172 7419812

eMail: wolfgang@thiel-wt.de