



Alles unter Strom?

**Unsere Mobilität von Morgen aus der Sicht eines regionalen Netzbetreibers
Dr.-Ing. Johannes Schmiesing, Leiter Netzentwicklung Strom / Netzstrategie**

11. Ringvorlesung „Transformation des Energiesystems“, 23. Juni 2021



Warum das alles?

Die Transformation des Energiesystems ist kein hausgemachtes, sondern ein von außen eingeprägtes Thema. Sie ist – anders als die Energiewende – auch kein Teilaspekt wie der Tausch von Kernkraftwerken gegen EE-Anlagen, sondern sie betrifft das Gesamtsystem. Und immer klarer erkennen wir und bekommen gezeigt, dass sich viele alte Gewissheiten verändern (müssen), weil wir wirklich auf eine ernste Krise zulaufen.

Wenn wir nach dem Stand der Wissenschaft unser Klima „retten“ wollen, dann müssen wir dafür sorgen, dass wir für all unsere Energiebedarfe nur noch diejenigen Energiemengen verbrauchen, die uns näherungsweise zeitgleich regenerativ zur Verfügung gestellt werden. Was heißt das für unsere Mobilität?



Inhalt

- 1. Wo steht die Mobilität im Klimakontext?**
- 2. Was sehen wir (oder eben nicht)?**
- 3. Wie möchten Kunden Elektromobilität leben?**
- 4. Welche Technologien wird es geben?**



1 Beeindruckend: EE bei Avacon

	inst. Leistung Einspeiser [MW]				Verhältnis		Last [MW]
	Wind	PV	Bio	gesamt	Wind/PV	Wind/(PV+Bio)	
Oldenburg	4.569	1.372	476	6.417	3,3	2,5	1.589
Stade	2.041	387	255	2.683	5,3	3,2	773
Lehrte Nord	2.859	825	473	4.157	3,5	2,2	1.470
Lehrte Süd	371	229	82	682	1,6	1,2	1.038
Borken	2.625	1.848	187	4.660	1,4	1,3	3.170
Sachsen-Anhalt	2.753	1.095	154	4.002	2,5	2,2	1.065
gesamt Avacon	15.218	5.756	1.627	22.601	2,6	2,1	9.105

Stand: Oktober/November 2020

Daten beruhend auf Meldungen der unterlagerten Netzbetreiber sowie den direkt im Avacon-Netz angeschlossenen Leistungen (HarNES-Datenbank)

Avacon HS:

6,6 GW

Andere VNB in MNS:

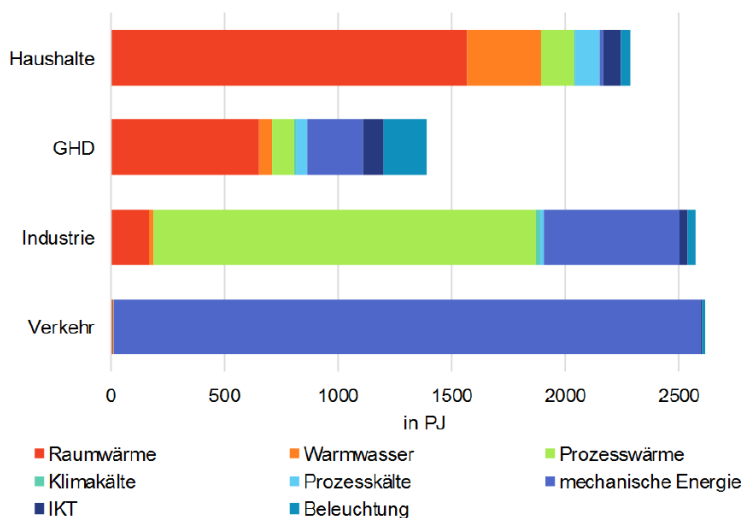
11,2 GW

Avacon MNS:

4,8 GW



1 Aber: Wo war denn da die Mobilität?



Die Darstellung zeigt die Endenergiebedarfe in Deutschland für 2015, aufgeteilt nach Sektoren (Quelle: Fraunhofer IEE 2019)

Die gesamten Endenergiebedarfe Deutschlands liegt bei rund 8.900 PJ/a bzw. rund 2.500 TWh/a.

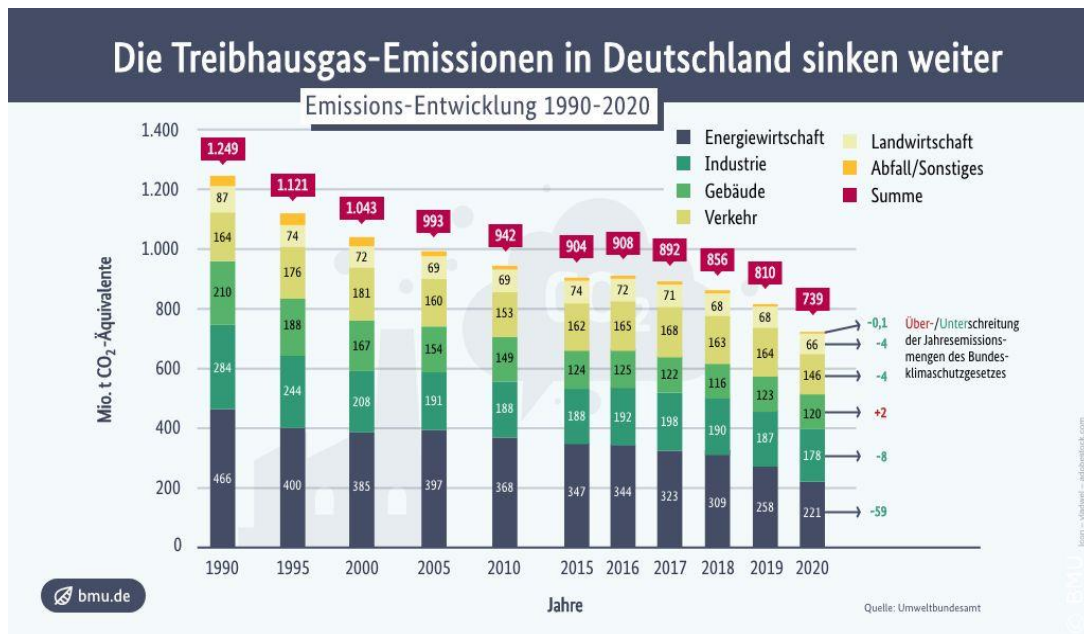
19 % der 2.500 TWh/a wurden 2020 aus regenerativen Quellen gedeckt. Davon stammten 2020 rund 10 % aus regenerativen Stromquellen; 7 % war der Anteil erneuerbarer Wärme und 1,5 % lagen im Bereich der erneuerbare Treibstoffe im Verkehr.

Im öffentlichen Stromnetz werden rund 510 TWh/a (20 %) bewegt – etwa zur Hälfte regenerativer Strom.

Aber: Der Verkehr (30 %) ist größtenteils fossil; hier ist nur jede 14. Kilowattstunde regenerativ. Damit bildet er die größte „Baustelle“ unserer Klimawende.



1 Was ist verkehrt mit dem Verkehr?

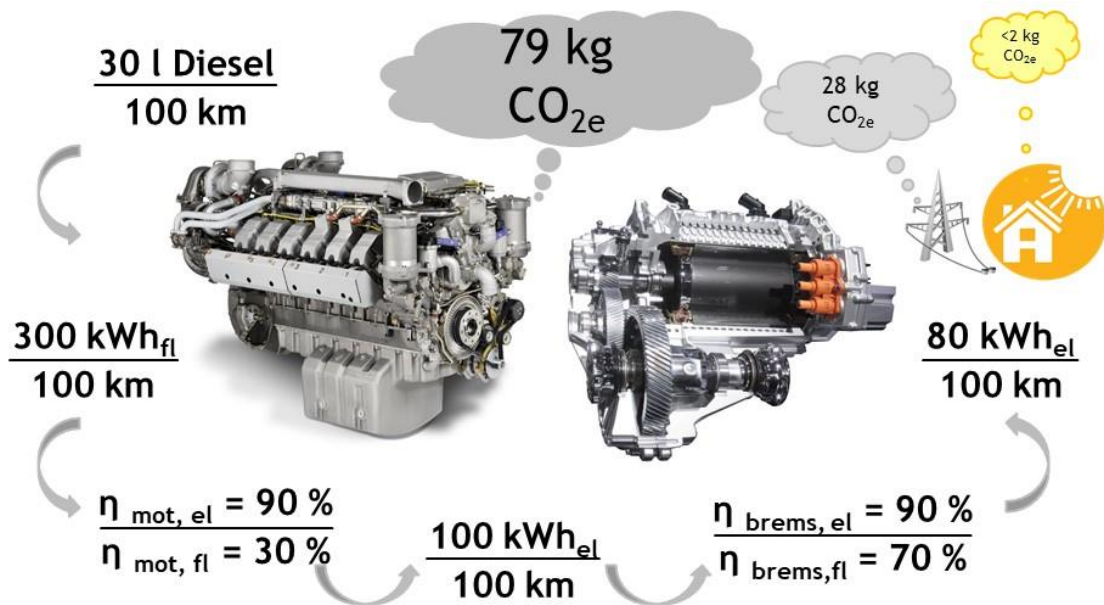


Die nebenstehende Grafik bestätigt ebenfalls den Handlungsbedarf im Mobilitätsbereich:

Nimmt man das Coronajahr 2020 heraus, so haben sich dort die CO_{2e} -Emissionen in den letzten 30 Jahren überhaupt nicht verringert. Warum? Weil immer effizienteren Verbrennungsmotoren immer größere und immer mehr Fahrzeuge gegenüberstehen.



1 Lösung Elektromobilität: Vorteile am Beispiel LKW



Bei einer Umstellung von Diesel- auf elektrischen Betrieb sinkt der Energiebedarf um über 70 %. Annähernd gleiches gilt inzwischen für die CO_{2e}-Emissionen, wenn Graustrom eingesetzt wird (1990 hätte die Reduktion bei gut 20 % gelegen).

Wird PV-Strom eingesetzt, so sinken die Emissionen auf unter 5 % des Ist-Wertes.



1 Just in time: Nachrichtenschock per 22. Juni 2021

Wissenschaft findet Rechenfehler bei Klimapolitik

HAZ, 22.6.2021

Brandbrief an die EU: Favorisierung der E-Mobilität bringt nichts, wenn der Ausbau des Ökostroms nicht mithält

Von Roland Losch

München/Karlsruhe. Hat sich die Politik beim Beitrag des Elektroautos fürs Klima grundlegend verrechnet? Leider ja, sagen 170 Wissenschaftler aus aller Welt. „Die Zahlen suggerieren ein Einsparpotenzial, das wir nicht haben“, sagt Professor Thomas Koch vom Karlsruher Institut für Technologie (KIT). Denn der Strommix sei schlicht falsch berechnet worden.

„Die Frage ist nicht: Elektroauto oder Verbrenner. Die Frage ist: fossil oder nicht“, sagt Koch. In einem offenen Brief an die EU-Kommission, über den „Stuttgarter Zeitung“ und „Stuttgarter Nachrichten“ berichteten, äußern die Wissenschaftler ihre Be-

denken. Denn die EU ist gerade dabei, ihre CO₂-Vorgaben für die neu zugelassenen Autos in Europa noch einmal zu verschärfen. Die Wissenschaftler rufen dazu, diesen Schritt zu überdenken.

Die Bundesregierung will bis 2030 nicht nur zehn Millionen Elektroautos auf der Straße haben, sondern auch Industrie und Heizungsanlagen rasch umstellen. Der Strombedarf in Deutschland werde bis 2030 von 56 auf 57 Gigawatt zulegen, rechnet Koch vor. In 6000 von den 8760 Stunden im Jahr werde es neben Ökostrom auch mehr Strom aus Gas-, Öl- und Kohlekraftwerken brauchen. Das habe die Politik in ihren Debatten und Rechnungen aber übersehen, auf jeden Fall



Wo kommt der Strom für die vielen E-Autos her? Das fragen die Wissenschaftler. FOTO: KAHNERT/DPA

nicht mitgerechnet. Dann könnten die realen CO₂-Emissionen viel höher sein als von der Politik veranschlagt – in der Summe sogar doppelt so hoch.

Ähnlich argumentiert die Autoindustrie. Zwar ist Deutschland mit fast 250 000 neu zuge-

lassenen Elektroautos bis Ende Mai schon zweitgrößter E-Auto-Markt der Welt. Aber einen festen Termin für das Ende des Verbrenners wollen die Konzerne nicht festlegen. Zu unterschiedlich sind die Märkte und die Wünsche der Kunden. Dazu kommt noch die Ladeinfrastruktur, die in vielen Ländern fehlt.

Mit Strom aus Kohle oder Öl sehe er keinen großen Sinn in der Umstellung auf E-Antriebe, sagte VW-Chef Herbert Diess unlängst. Auch BMW-Chef Oliver Zipse stößt in dieses Horn. „Ein moderner Diesel ist klimafreundlicher als ein Elektrofahrzeug, das mit Kohlestrom geladen wird“, sagte er der „Passauer Neuen Presse/Donaukurier“.

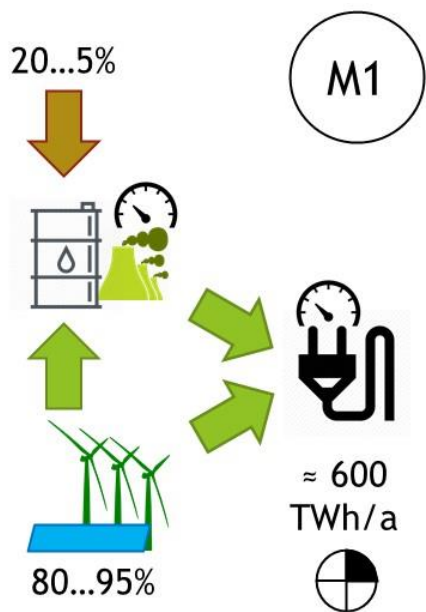
Die EU-Kommission geht bei

ihren CO₂-Vorgaben davon aus, dass der Strom mit dem Ausbau von Wind- und Solaranlagen sauberer werden wird. Nein, sagen die Wissenschaftler. Weil eben der Strombedarf noch mehr steigen wird, stimme die ganze Rechnung nicht mehr. Dabei sei man sich einig, dass das Klima geschützt und der CO₂-Ausstoß gesenkt werden müsse, betont Koch. „Dafür brauchen wir auch das E-Auto.“ Aber die Vorgaben favorisierten das E-Auto auch da, wo es dem Klima gar nichts nütze.

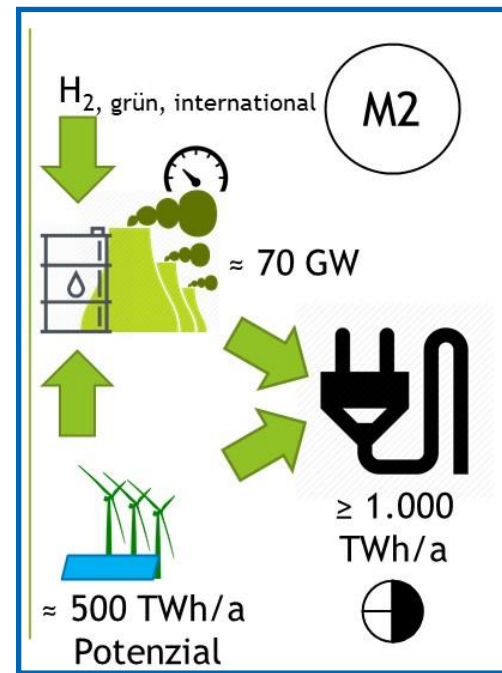
Wenn Ökostrom nicht mit fossiler Energie, sondern mit Atomstrom ergänzt würde, sähe die Rechnung besser aus. Aber das sei eine politische Entscheidung der Deutschen, so Koch.



1 Woher soll der ganze EE-Strom eigentlich kommen?



Wir erzeugen heute in Deutschland pro Jahr 250 TWh regenerativen Strom. Wenn der Mobilitäts- und Wärmesektor verstromt werden soll, so stellt sich die Frage: Woher soll der ganze EE-Strom kommen? Diese Fragen thematisieren zwei Modelle...



1 Zwischenfazit zur Mobilität im Klimakontext

- Politischer Konsens ist, dass wir in eine weitgehend regenerative Energiewelt eintreten (müssen).
- Diese Klimawende kann nur gelingen, wenn auch der anteilsstarke Mobilitätssektor (in Deutschland rund 30 % des Endenergiebedarfs) regenerativ bedient wird.
- Dabei gab es bis zum Ende des 2. Jahrzehnts national wie international bisher kaum Fortschritte. Dies hat schließlich zu einem harten Eingreifen der Europäischen Union über Flottengrenzwerte und Pönalisierungen gegen die Weiternutzung des Verbrennungsmotors geführt.
- Verbunden mit länderspezifischen Fördermaßnahmen entwickelt sich die Elektromobilität nun seit rund zwei Jahren hochgradig dynamisch.
- Das führt zu einer absehbaren Erhöhung des Stromverbrauchs und der Netzauslastung.
- Dabei liegt ein großer Vorteil in der energetischen Effizienz des Elektromotors: Der Endenergiebedarf sinkt beim Wechsel von Mineralölprodukten zu Strom auf unter 35 % des Ausgangswertes



2 Spurensuche: Wo wir sind.

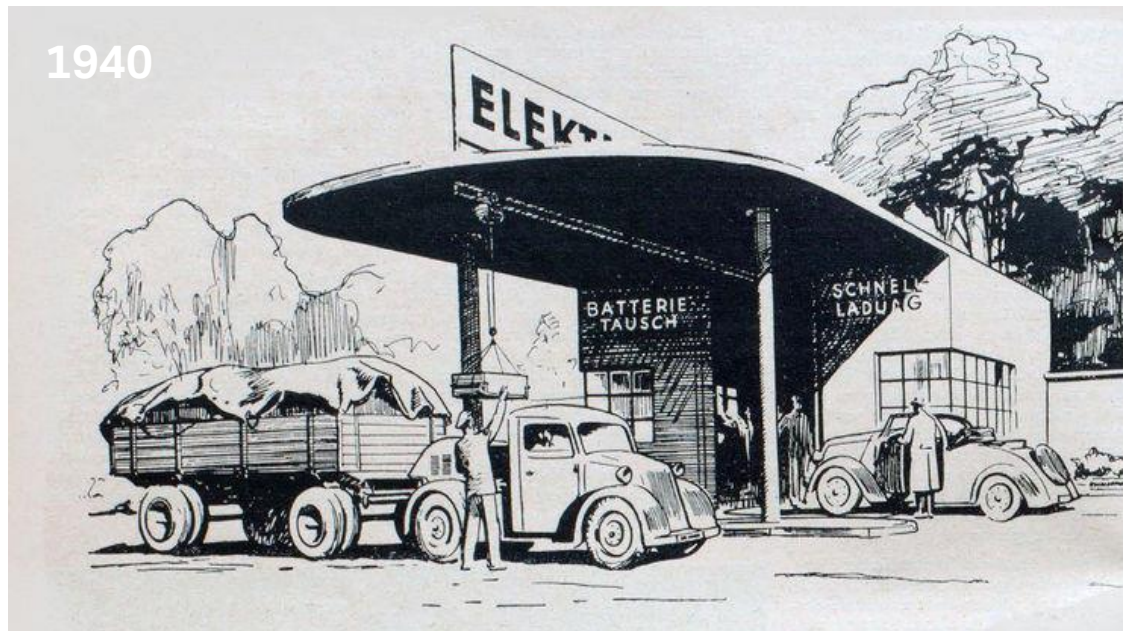
Auf Basis dieser vielfältigen Informationen muss eine vorausschauende Planung für Stromnetz-Infrastrukturen Themen wie einen voll-batterieelektrischen Straßenverkehr (übrigens auch anderes wie Wärmepumpen) heute mitdenken.

Das bedeutet nicht, dass die Lage völlig eindeutig ist und alle anderen Ansätze (z.B. Wasserstoff / Brennstoffzellenautos, synthetische Kraftstoffe etc.) völlig indiskutabel wären. Es ist aber aus unserer Sicht nicht so, dass „das Rennen völlig offen“ sei.

Insofern fokussieren wir uns bereits heute in unseren Planungsprämissen auf die sog. „BEV“, die battery-electric vehicles. Was wir hier zugrunde legen, zeigen die nächsten Folien im Überblick.



2 E-Mobilität: Raus aus der Nische der Geschichte



Elektroautos waren 130 Jahre ein Nischenprodukt, das sich nun anschickt, im Zuge der Klimawende den klassischen ‚Verbrenner‘ vollständig zu verdrängen – auf der Basis von regenerativ erzeugtem Strom.



2 Was erwartet unsere Netzplanung? Und was nicht?

DAS ERWARTEN WIR

Schneller Wechsel in eine batterieelektrische Mobilität zumindest für PKW und LNF

DAS ERWARTEN WIR

Zuhause-Laden, wo immer das besitzseitig möglich ist

DAS ERWARTEN WIR NICHT

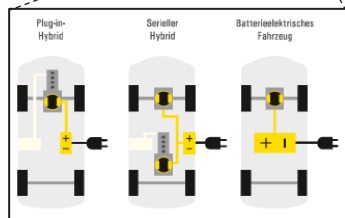
Aktives Demand-Side-Management beim Haushaltskunden / Kundenhilfe für Stromnetze

DAS ERWARTEN WIR NICHT

Die „Zahnarztallee“ mit sehr hoher Synchronizität des Ladeverhaltens



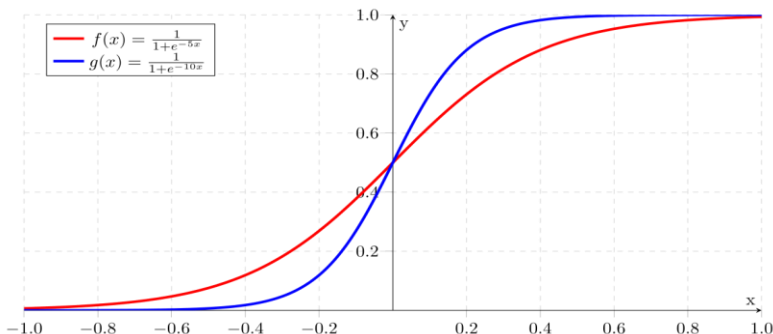
Prinzipansatz und Begründung für das PKW-Segment



- Elektromotoren sind hochgradig energieeffizient – und Energie bleibt knapp
- Multitraktionsansätze würden in der Fahrzeugproduktion und der Energiebereitstellung vervielfachte hohe Infrastrukturkosten verlangen
- Kundennutzen und Verhaltenspsychologie: bequem, preiswert & modern



Modellierung über Logistische Funktion

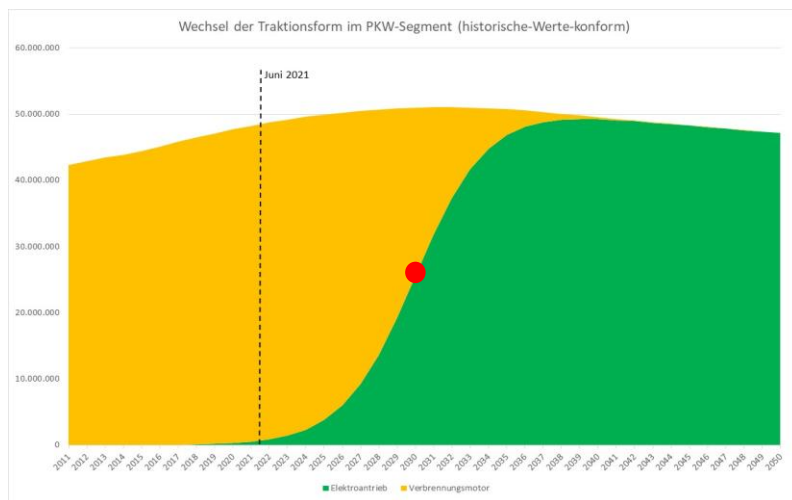


„Die logistische Funktion, wie sie sich aus der diskreten logistischen Gleichung ergibt, beschreibt den Zusammenhang zwischen der verstreichenden Zeit und einem Wachstum, beispielsweise einer idealen Bakterienpopulation oder (annähernd) der Verbreitung einer Infektionskrankheit mit anschließender permanenter Immunität. Hierzu wird das Modell des exponentiellen Wachstums modifiziert durch eine sich mit dem Wachstum verbrauchende Ressource – etwa ein Bakteriennährboden begrenzter Größe oder eine abnehmende Anzahl für eine Infektionskrankheit anfälliger Individuen“ [Quelle s. Anlage 2]

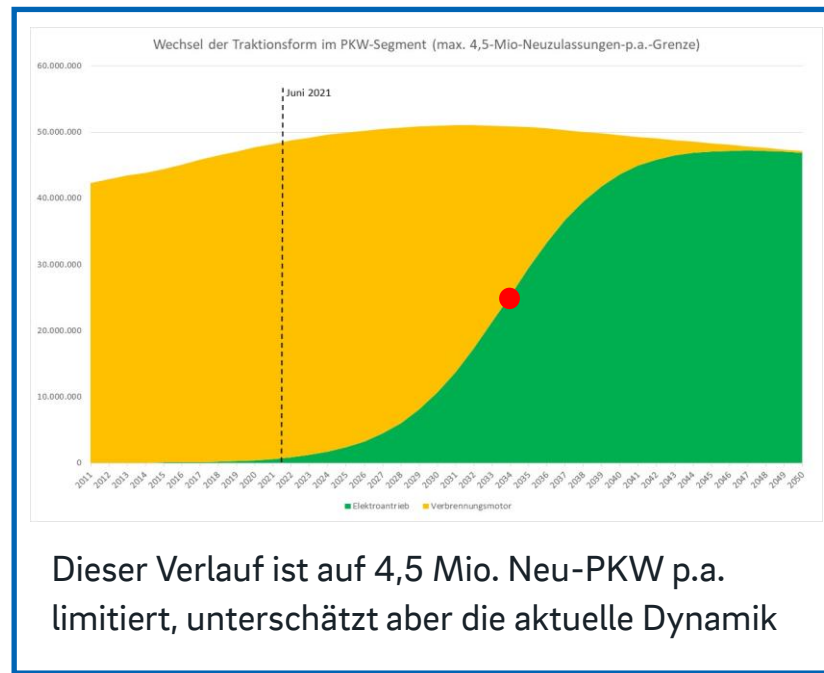
Avacon setzt beim Traktionswechsel in der Mobilität eigene planerische Akzente: Wir gehen analog zum Handy von einem vollständigen, zügigen Wechsel hin zum batteriebetriebenen Elektroantrieb aus. Wir vermuten nicht, dass unsere ländlichen Räume durch Verzicht auf das eigene Auto abgehängt werden. Also müssen hier die Netze fit werden!



2 Parametrierungsmöglichkeiten für die LF



Dieser Verlauf passt zu 2011-21, führt aber zeitweise auf > 6 Mio. Neuzulassungen von PKW p.a.



Dieser Verlauf ist auf 4,5 Mio. Neu-PKW p.a. limitiert, unterschätzt aber die aktuelle Dynamik



3 Lösungen für unsere Kunden

Uns wird immer noch das Bild vom am großstädtischen Straßenrand ladenden E-Auto vermittelt. Das sieht schön aus, aber mal ehrlich? Wer von uns hat heute wirklich Zeit, neben seinem Auto zu stehen und zu warten, bis es voll ist?

Unsere Lösungen rund um Elektromobilität zielen deshalb im Kern auf zwei Dinge ab

- Konzentration auf diejenigen Lösungen (Ladeorte), die sich wirklich durchsetzen werden
- Fokussierung auf den Kundenwunsch und den Kundennutzen

Wichtig: Diese Überlegungen fußen in den ländlichen Netzen der Avacon – wir betreiben keine großstädtischen Netze.



3 Welche Ladeorte werden sich durchsetzen?



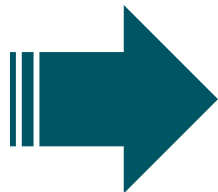
NS-Netz:
Private Ladepunkte im Eigenbesitz



MS-Netz: Halböffentliche Ladehubs an den sog. „Points of sale“ oder „Points of interest“



4 Technologie für Ladehubs: MS-Direktanschluss



Vertraute Situation heute:

- Der Kunde fährt zum Tanken.
- Anschließend kann er Kleinigkeiten shoppen.

Die primäre Situation ist also der Tankvorgang; eine Sekundärfunktion wird „angeflanscht“

Erwartete zukünftige Situation:

- Der Kunde fährt shoppen (z.B. wöchentlich).
- Nebenbei wird sein Auto beladen.

Wichtig: Die Ladeleistung muss der Verweildauer angepasst sein. Dies wird die Zukunft für Städte!



5 Technologie für E-Garagen: NS-Netzerweiterung

Viele Millionen Menschen insbesondere in Umlandkommunen und Mittelzentren haben einen privaten Stellplatz für ihr zukünftiges Elektroauto, aber er liegt in einer Garagenanlage. Hier war ein leistungsfähiger Stromanschluss bisher ausgeschlossen. Das haben wir verändert:

- Seit Mai 2021 können Garagen auf Garagenhöfen ans Netz angeschlossen werden.
- Beantragung einfach über das Kundenportal.

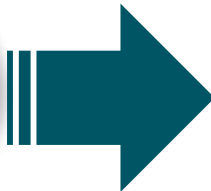
Diese Lösung war ein ganz wichtiger weiterer Puzzlestein für zukünftige, kundenfokussierte Mobilitätslösungen. An weiteren arbeiten wir.



4 Technologie netzintern: Digitale Ortsnetzstationen



- DigiONS haben natürlich alle Funktionen einer klassischen Ortsnetzstation.
- Hinzu kommt bei uns die Spannungsregelung – dank regelbarer Transformatoren gibt praktisch keine Spannungsprobleme mehr im Niederspannungsnetz, selbst bei sehr vielen Wallboxen und Wärmepumpen zuhause.
- Ebenso dabei ist die Messung aller Ströme & Spannungen plus Schalt- und Regeltechnik – das erlaubt sukzessive die perfekte Modellierung des aktuellen Netzgeschehens durch digitale Algorithmen.



22 statt 11 kW – Wir wollen keine Diskussionen um Beschränkungen für das Zuhause-Laden. Deshalb machen wir durch unseren neuen Stationstyp den Weg frei für das schnelle Ladenetz: So gehen bei uns 100 statt 50 km/h!



4 Fazit zur **Mobilität von morgen**

- Diese Präsentation zeigt Annahmen und Schlussfolgerungen, die uns unter den derzeit gegebenen Rahmenbedingungen als vernünftig bzw. sogar dringend notwendig erscheinen.
- Der Fokus unserer Überlegungen liegt dabei auf Kundennutzen, Netzstabilität und Effizienz.
- Die Notwendigkeit eines klaren Zielbilds ergibt sich aus den begrenzten Ressourcen und dem hohen Zeitdruck, der sofortiges Handeln der Netzbetreiber erfordert.
- Diess sind aber nicht die einzig heute möglichen Schlüsse!
- Eines scheint gewiss: Am Ende bestimmen Kunden, Autokonzern und europäische Politik – in welcher Reihenfolge auch immer.



Zukunft beginnt zusammen

Kontakt

Avacon AG

Johannes Schmiesing

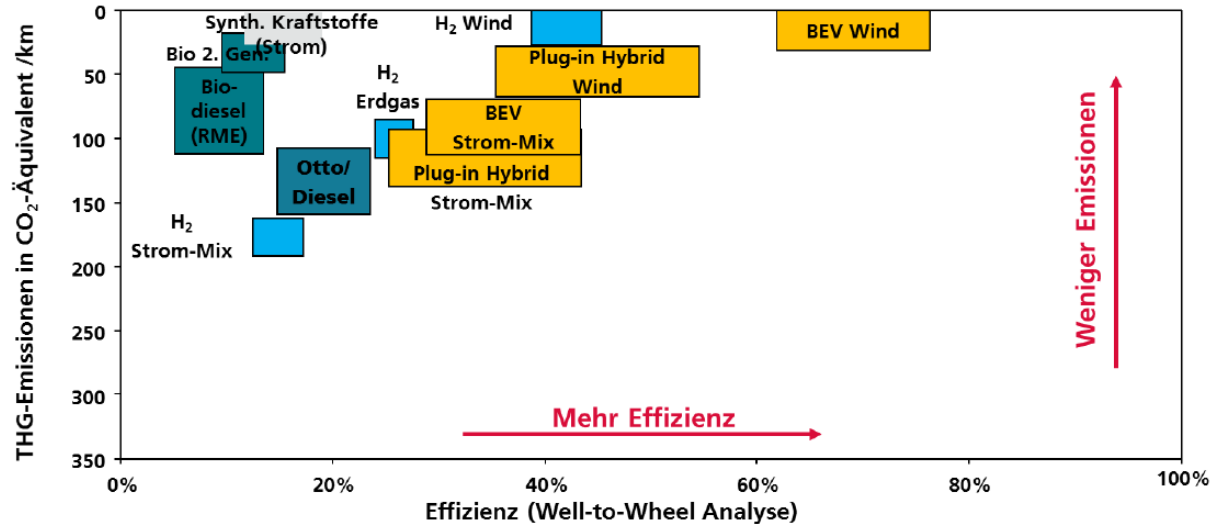
Leiter Netzentwicklung Strom / Netzstrategie und Innovation

johannes.schmiesing@avaon.de

avacon.de



Anhang 1: Zweidimensionaler Traktionsvergleich PKW



Die Darstellung zeigt Effizienz und Emissionen von verschiedenen Antriebstechnologien für PKW im Jahr 2015 (Quelle: Fraunhofer IEE 2019)



Anhang 2: Wikipedia zu Logistische Funktion

Beschreibung [Bearbeiten | Quelltext bearbeiten]

Die logistische Funktion, wie sie sich aus der diskreten **logistischen Gleichung** ergibt, beschreibt den Zusammenhang zwischen der verstreichenden Zeit und einem Wachstum, beispielsweise einer **idealen Bakterienpopulation** oder (annähernd) der Verbreitung einer Infektionskrankheit mit anschließender permanenter Immunität. Hierzu wird das Modell des **exponentiellen Wachstums** modifiziert durch eine sich mit dem Wachstum verbrauchende **Ressource** – etwa ein **Bakteriennährboden** begrenzter Größe oder eine abnehmende Anzahl für eine Infektionskrankheit anfälliger Individuen.

Zur Anfangszeit ist der Funktionswert nicht 0, sondern es gilt $f(0) > 0$.

Für das Bakterienbeispiel gilt also:

- Der begrenzte Lebensraum bildet eine obere Schranke G für die Bakterienanzahl $f(t)$.
- Das Bakterienwachstum $f'(t)$ ist proportional zu:
 - dem aktuellen Bestand $f(t)$
 - der noch vorhandenen Kapazität $G - f(t)$

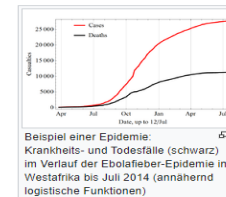
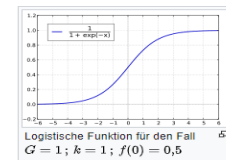
Diese Entwicklung wird daher durch eine **Bernoullische Differentialgleichung** der Form

$$f'(t) = k \cdot f(t) \cdot (G - f(t))$$

mit einer Proportionalitätskonstanten k beschrieben. Das Lösen dieser Differentialgleichung ergibt:

$$f(t) = G \cdot \frac{1}{1 + e^{-k \cdot G \cdot t} \left(\frac{G}{f(0)} - 1 \right)}$$

Der Graph der Funktion beschreibt eine S-förmige Kurve, ein **Sigmoid**. Am Anfang ist das Wachstum klein, da die Population und somit die Zahl der sich vermehrenden Individuen gering ist. In der Mitte der Entwicklung (genauer: im **Wendepunkt**) wächst die Population am stärksten, bis sie durch die sich erschöpfenden Ressourcen gebremst wird.



Auszug aus dem Wikipedia-Artikel zur Logistischen Funktion
(Quelle: https://de.wikipedia.org/wiki/Logistische_Funktion, Abfrage vom 21.6.2021)

