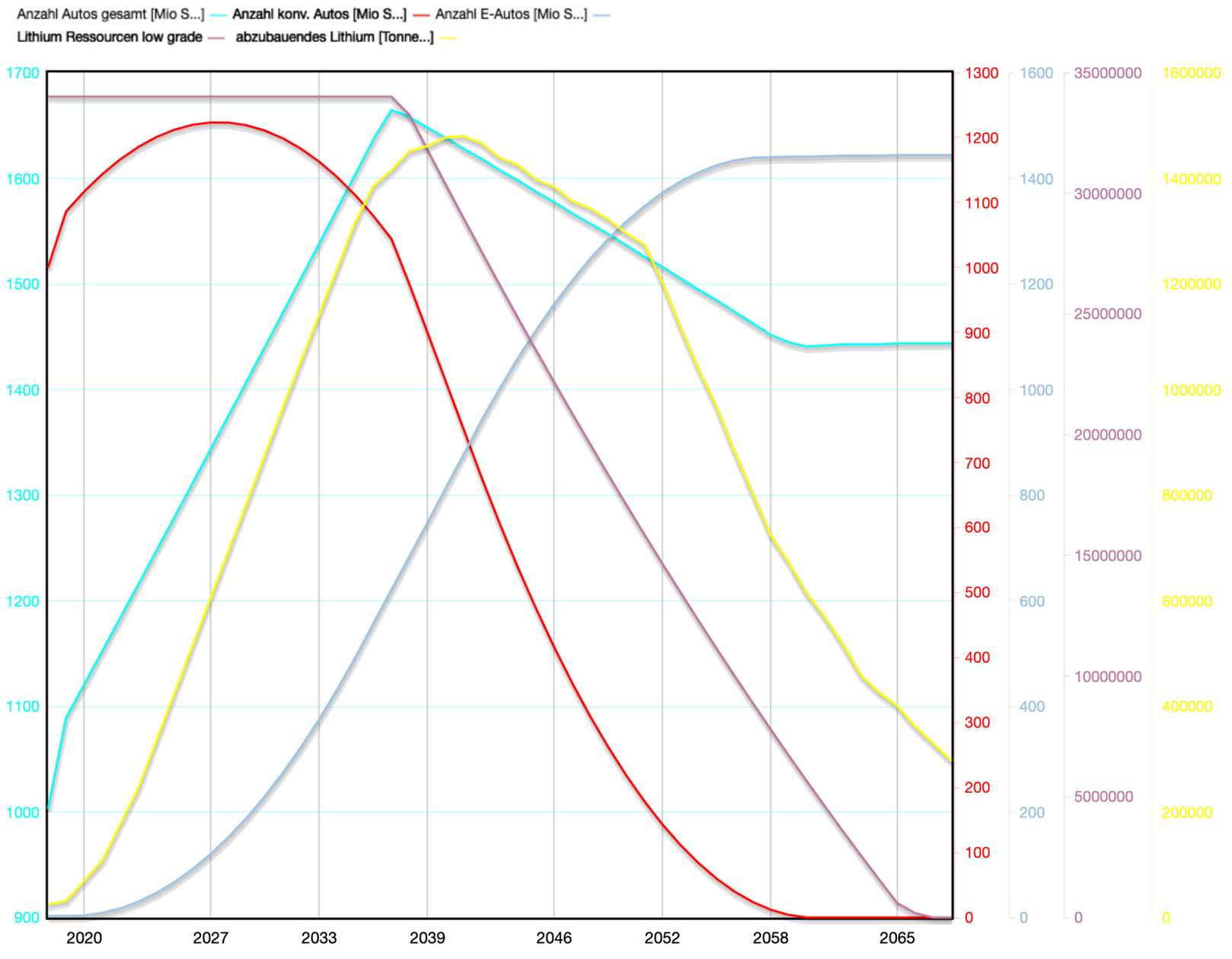
Batterie-elektrische Mobilität - kein H2!

Consideo - Kai Neumann, Franc Grimm



Größe Akku E-Autos	50
Recycling Quote Lithium E-Batterien	90
Kapazität Schwer E-LKW	960
Kapazität Abbau Lithium	Data
Entwicklung Lithium basierter Batteriespeicher	Data
Entwicklung IKT etc. mit Lithium	Data
Bedarf Lithium Leicht E-LKW	0,07
Bedarf Lithium E-Schiffe	3000*0.15/1
Bedarf Lithium E-Flugzeuge	0.15
Anteil Straße Schwerlast-/ Fernverkehr	70
Anteil Straße Personenverkehr	63
Anteil E-Bahn Schwerverkehr	40

Click here to add a model parameter

Die Simulation zeigt, wie wir bei heutiger Technologie mit 1,5 Mrd. PKW und Akkugrößen von 50kWh und bei einer Recyclingquote von 90 Prozent nach 2065 die heute bekannten Lithium-Vorräte verbaut hätten.

CONSIDEO

Batterie-elektrische Mobilität - kein H2!

SYSTEMISCHE ERKENNTNISSE AUS DEM BEM-SIMULATIONSMODELL FÜR DAS UMWELTBUNDESAMT

Zusammenfassung



Omnipräsente erneuerbare Energien

In einem Simulationsmodell für das Umweltbundesamt hat Consideo die Frage beantwortet, ob genug Lithium für eine Batterie-elektrische Mobilität (BEM) von nicht nur PKW, sondern auch LKW, Bussen, Kurzstreckenflugzeugen und -schiffen vorhanden wäre. Szenarien erlauben dabei die Zahl der Fahrzeuge, die Technologie der Batterien (Größe, Effizienz), die Bedarfe anderer Anwendungen und auch die Vorkommen von Lithium zu variieren.

Das Basis-Szenario untersucht die heutige Technologie und die gängigen Vorhersagen zum globalen Fahrzeugbestand (PKWs von heute 1Mrd. auf 1,5Mrd. in 2060). Demnach würden in 50 Jahren die Lithiumvorräte zur Neige gehen. Das heißt aber auch, dass mit kleineren Akkus, mit absehbar doppelter Effizienz, mit hohem Recycling und bei auch aus anderen Gründen sinnvoll kleineren Fahrzeugbeständen Lithiumvorräte offenbar nicht erschöpfen.

Diese Ergebnisse bedeuten im Kontext mit dem globalen Ausbau der erneuerbaren Energien (s. Paper zum GEE(R) Modell), dass der hohe Wirkungsgrad von E-Antrieben und Batterien dem vergleichsweise deutlich geringen Wirkungsgrad von Wasserstoff und synthetischen Kraftstoffen (E-Fuels) vorzuziehen ist, zumal diese für die Rückverstromung bei Dunkelflaute und für die Hochseeschifffahrt und Fernflüge benötigt werden.

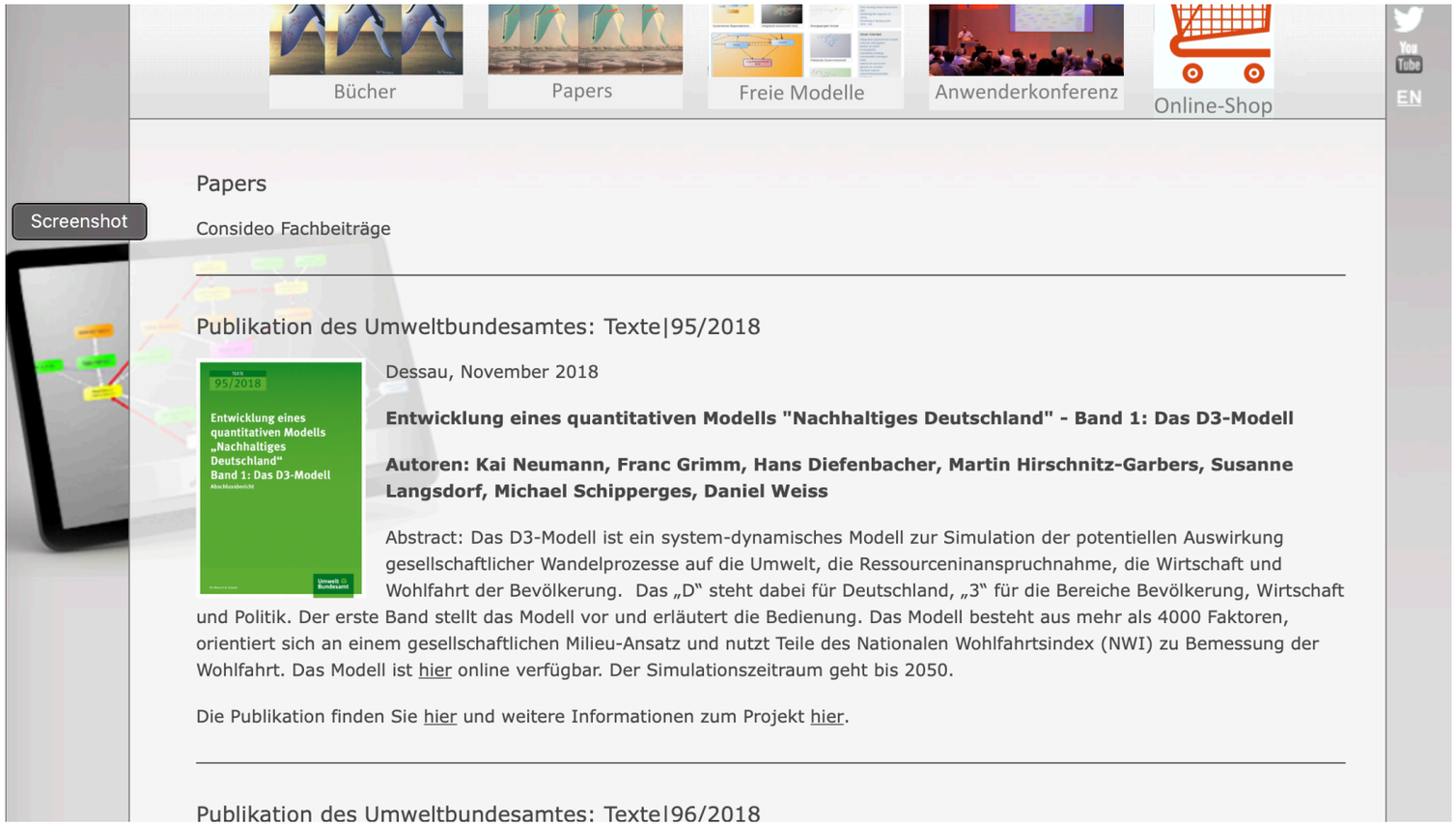
Eine erfolgreiche BEM muss rechtzeitig starten und hohe Lithium-Abbaukapaziäten dicht gefolgt von Recyclingkapazitäten aufbauen.

Die ‘graue Reihe’

Studien erreichen die Politik scheinbar gar nicht, sind für die breite Öffentlichkeit meist zu spezifisch und werden von anderen Wissenschaftlern allzu häufig als Konkurrenz wahrgenommen bzw. dann nicht aufgegriffen.

Die Politik können wir über die Öffentlichkeit erreichen und für die Wissenschaft werden wir weiter offizielle Projektberichte und auch Peer Reviewed Articles schreiben. Aber für die Öffentlichkeit wollen wir ein attraktiv zu lesendes Format anbieten, welches Erkenntnisse und daraus abzuleitendes Handeln auf den Punkt bringt - unsere ‘graue Reihe’ in Anlehnung an den Begriff “graue Literatur”.

“Batterie-elektrische Mobilität - kein H2” ist ein wichtiger Beitrag zur



Screenshot der Consideo Website mit den dort verlinkten Projektberichten und wissenschaftlichen Veröffentlichungen (www.consideo.de/papers.html)

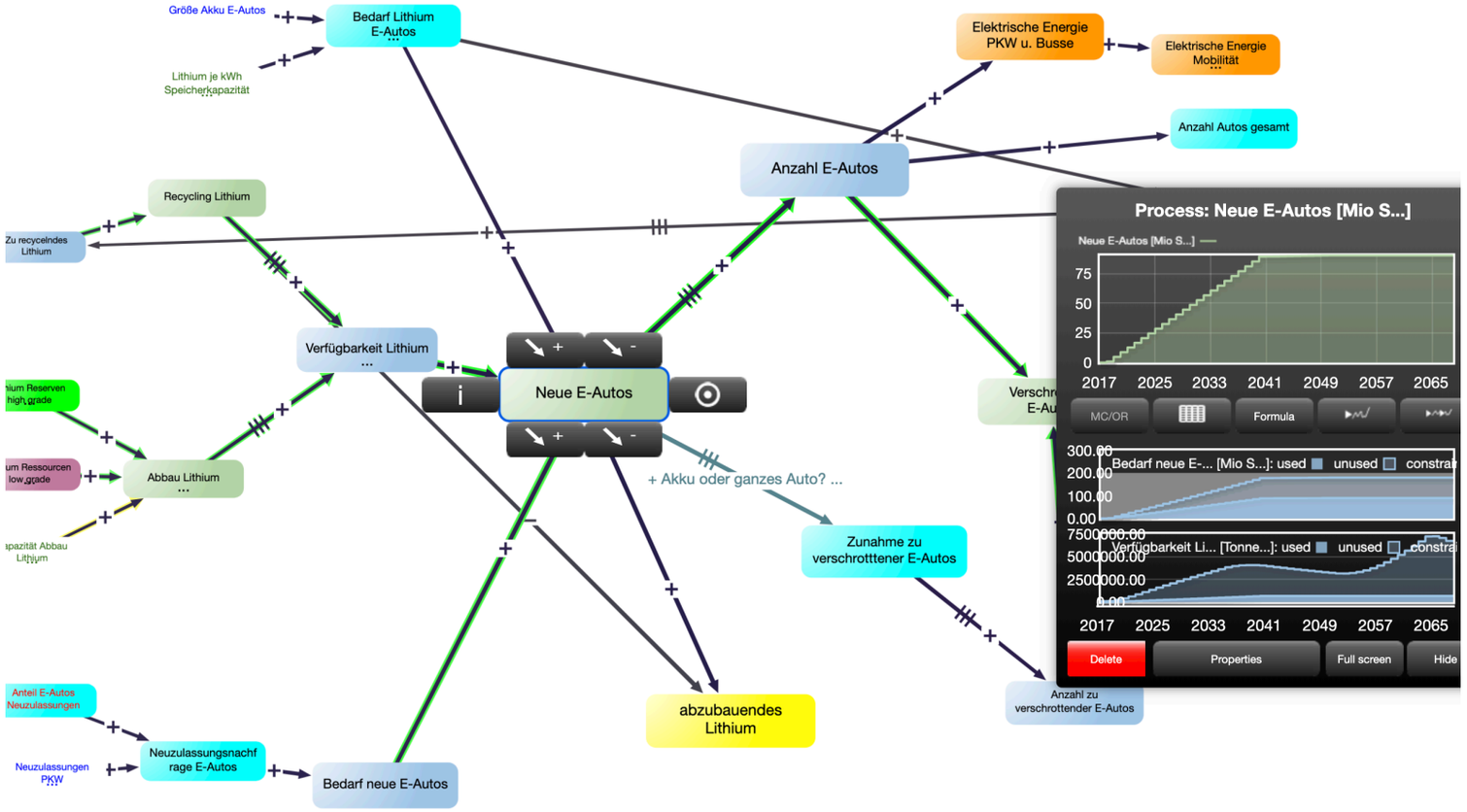
aktuellen Debatte um die E-Mobilität. Wenngleich die Zahl der Autos in der Welt deutlich reduziert werden sollte, ist Lithium kein Grund, nicht auf eine effiziente, Batterie-elektrische Mobilität umzusteigen. Ineffiziente Hybridtechnologie, Wasserstoffantriebe oder gar synthetische Kraftstoffe sind überall dort, wo Batterien zum Einsatz kommen können (inkl. LKW, Flugzeuge, Schiffe), nicht sinnvoll.

Das GEE(R) Modell ergänzt, dass der viele Strom aus erneuerbaren Energien bereitgestellt werden kann, und Wasserstoff anderswo gebraucht wird.

Das BEM Modell

Das BEM Modell ist ein Prozess-Modell mit 193 Faktoren, welches die Entwicklung der Nachfrage nach neuen PKWs, LKWs, Bussen, Kurzstreckenflugzeugen und Kurzstreckenschiffen in Abhängigkeit von der Verfügbarkeit von Lithium simuliert. Lithium wird durch Prozesse aus High Grade, Low Grade und Recycling bereitgestellt. Die Neuzulassungen sind an Branchenprognosen gekoppelt, der Anteil E-Fahrzeuge ist eine Stellschraube, das Recycling erfolgt als Prozess entsprechend am Ende der durchschnittlichen Nutzungsdauer.

Die Prozesse führen zu Beständen - im Falle von weiteren, neuzugelassenen konventionellen Antrieben zu Beständen, die erst



Screenshot aus dem BEM Modell mit drei eingeblendeten Ebenen aus der Perspektive des Prozesses "Neue E-Autos"

deutlich zeitverzögert durch klimafreundlichere E-Antriebe ersetzt werden können. Schon die heutigen Zulassungszahlen vergrößern den PKW Bestand der Zukunft deutlich.

Während für LKW, Busse, Flugzeuge und Schiffe die Akkukapazität weitestgehend vorgegeben ist, gibt es bei PKW einen Spielraum zwischen dem, was ausreicht, und dem, was derzeit an übergroßen Akkus nachgefragt wird. Das Szenario auf der Titelseite dieses Papers geht von 50kWh Akkus in PKWs aus.

PKWs mehr als alles andere

Die Anzahl der PKWs und die Größe ihrer Akkus ist bezogen auf Lithium wesentlich ausschlaggebender für die Verfügbarkeit von Lithium, als LKWs, Busse, Flugzeuge und Schiffe. Die Prognose von 1Mrd. heute auf 1,5 Mrd. PKWs bis 2060 ist auch für andere Rohstoffe relevant. Car-Sharing und autonome Fahrzeuge mit erhöhter Auslastung zum Einsparen von Fahrzeugen sind vor dem Hintergrund somit gleichermaßen interessant, wie absehbare Akkutechnologien, die den Bedarf an Lithium halbieren können.

E-Fuels brauchen wir anderswo

Das GEE(R) Modell hat die Bedeutung von Power to Liquid/Gas (E-Fuels, Wasserstoff durch Elektrolyse, synthetische Kraftstoffe) für die Überbrückung von so genannten Dunkelflauten begründet. Entscheidend: Die Umwandlung von erneuerbaren Energien in P2L/G weist im Vergleich zur direkten Nutzung von elektrischer Energie und auch im Vergleich zur Speicherung in Akkus deutlich geringere Wirkungsgrade auf.

P2L/G wird nach jetzigem Technikstand zudem für Fernflüge, Seeschifffahrt und Teile der Industrie benötigt.

Ob anstelle von Elektrolyseuren zur Rückverstromung besser Batterien zum Abfangen der Spitzen und Überbrücken der Dunkelflauten genommen werden sollten, ist eine Kostenfrage. Sehr wohl ist der Wirkungsgrad von Batterien höher und auch könnten Fahrzeugbatterien eine gewisse Standardisierung vorausgesetzt ein “Second Life” als Netzspeicher erhalten, aber die schiere Menge vorzuhalten könnte teuer sein und bezogen auf Lithiumverfügbarkeit überhaupt erst mit verbesserter Effizienz bei Lithium-Batterien möglich sein.

…

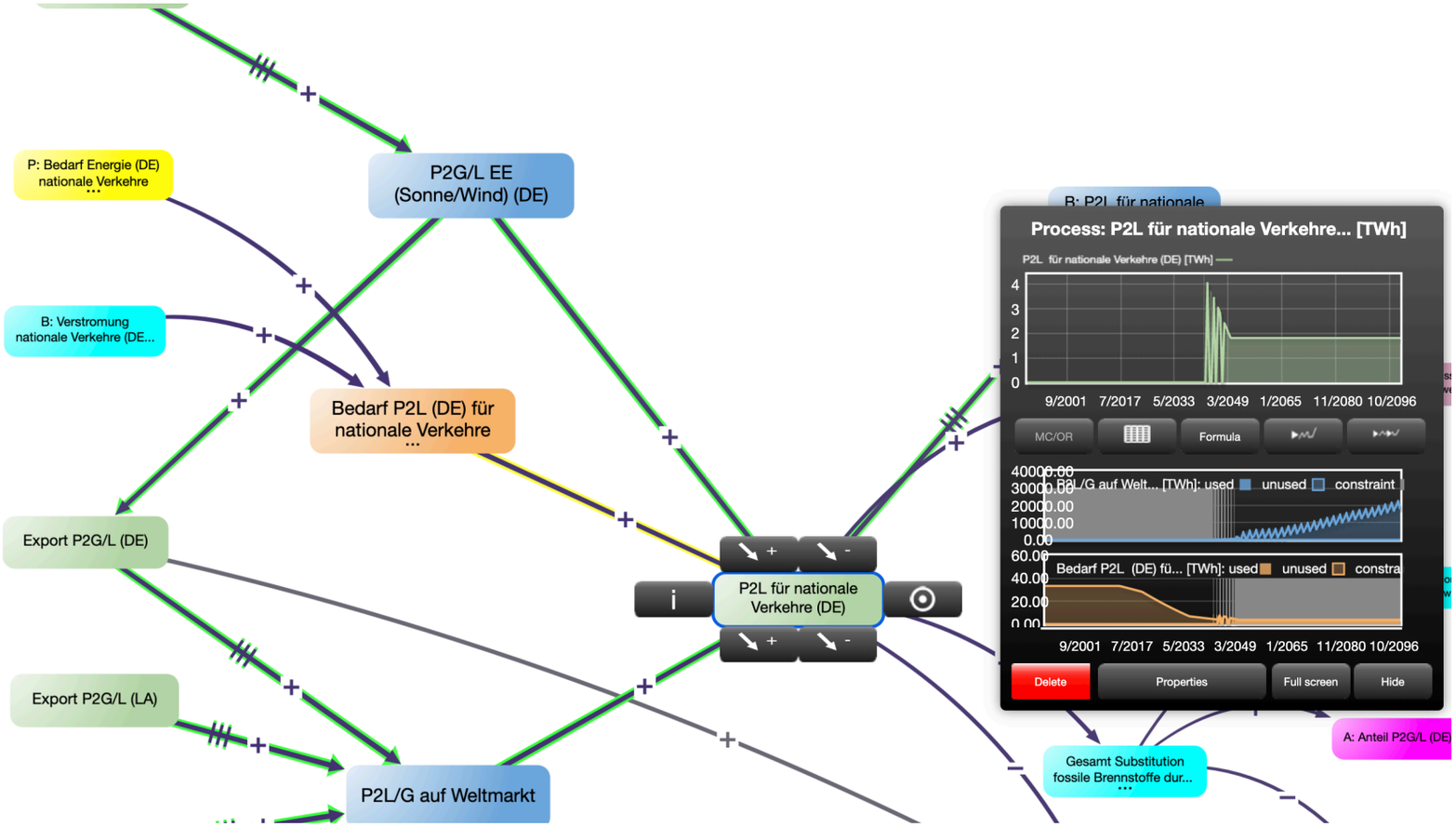


Eine der wenigen Wasserstofftankstellen

BATTERIE-ELEKTRISCHE MOBILITÄT - KEIN H2!

… Warum diese Argumentation nicht auch für Antriebsenergie gilt? Die vielen kleinen Antriebe können vom hohen Wirkungsgrad der Batterie profitieren, nicht aber von der dann dezentralen Handhabe von Wasserstoff in eigenem Netz und dezentralen Speichern.

Das Stromnetz hingegen kann mit größeren Elektrolyseuren und entsprechend Wasserstoffspeichern preiswert mehr oder weniger Wasserstoff speichern und somit pro kWh verglichen mit ansonsten optimalen Batterien zwar einen Wirkungsgradverlust bedeuten, aber eben deutlich preiswerter sein.



Das GEE(R) Modell aus Perspektive der Nutzung von synthetischen Kraftstoffen für den Verkehr in Deutschland, gespeist aus eigener Erzeugung und dem Weltmarkt.

Das GEE(R) Modell erlaubt mit Annahmen zu experimentieren, etwa einem höheren Anteil an P2G/L bei Verkehr und Gebäudeenergie, welcher dann insgesamt mehr Zubau an erneuerbaren Energien benötigt, oder einer höheren Elektrifizierung, welche dann weniger Zubau aber immer noch P2L/G für die Rückverstromung bedarf. Dieses P2L/G kann auf dem Weltmarkt über bestehende Infrastrukturen verteilt werden. Die Versuchung ist daher groß, nicht auf das Gesamtsystem zu blicken, sondern Wasserstoff (P2G) zur Alternative zu erklären.

Für synthetische Kraftstoffe (P2L) ist zusätzlich zum Wirkungsgrad die Herausforderung den Kohlenstoff zu finden - etwa aus Kläranlagen.



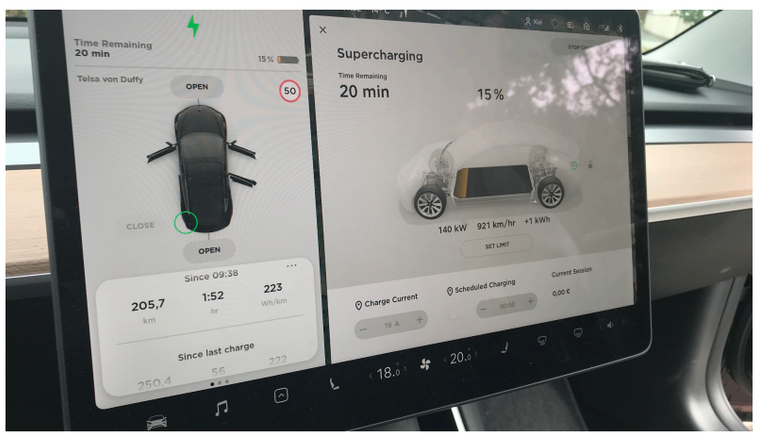
Wenig l(i)ebenswerte verstopfte Straßen

Straße oder Schiene

Das BEM Modell hat Stellschrauben für eine Variation der Anteile des Schienenverkehrs am Personen- und Güterverkehr eingebaut. Hierüber ließen sich möglicherweise auch nur utopische Annahmen zur wünschenswerten Reduktion des Straßenverkehrs annehmen. Viel weniger utopisch scheinen allerdings Konvois autonom fahrender, elektrischer LKWs, die laut Tesla im Windschatten voneinander fahrend effizienter als der Bahnverkehr sein können.

Oberleitungen

Oberleitungen könnten zum einen die benötigte Größe von LKW Akkus reduzieren. Das Argument, dass Lithium-Akkus für schwere LKW nicht geeignet sind oder Lithium nicht ausreicht, ist technisch widerlegt. Zum anderen könnte die Ladezeit verkürzt werden, was vielleicht heute, bei vorgeschriebenen Lenkpausen weniger eine Rolle spielt, aber später, bei autonom durchgehend fahrenden Fahrzeugen sehr wohl interessant werden könnte. Dem gegenüber steht die Möglichkeit, die Akkus schnell zu tauschen. Ob Oberleitungen also Sinn machen, hängt allein von der Wirtschaftlichkeit und auch der Verfügbarkeit von Rohstoffen ab.



Nicht die Größe des Akkus - seine potentielle Ladegeschwindigkeit ist für Reichweite entscheidend.

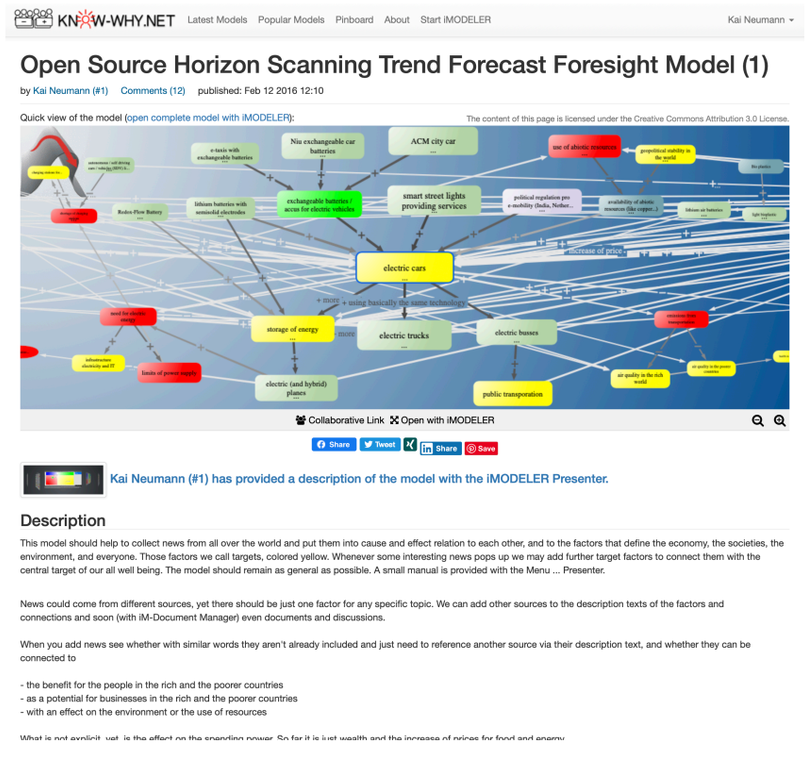
Strombedarf

Vielfach wird der erhöhte Strombedarf der E-Mobilität als Gegenargument angeführt. Insgesamt lässt sich die Strommenge global gut aus erneuerbaren Energien bereitstellen (GEE(R) Modell). Das Argument, dass alle Autos gleichzeitig abends laden werden, ist Unsinn. Vielmehr müssen Ladesäulen omnipräsent und intelligent die Fahrzeuge je nach Bedarf laden und hierüber sogar zur Netzstabilität beitragen (Vehicle to Grid u.ä.). ‘Supercharger’ sollten nur an Fernstrecken bereitgehalten werden.

Quellen, Verweise

Die Veröffentlichung des Modells steht noch aus - vermutlich wird es in einem aktuellen Projekt mit Ecologic Institute aufgegriffen. Dort sollte auch untersucht werden, woher der Kohlenstoff für synthetische Kraftstoffe kommen kann.

Auf KNOW-WHY.NET gibt es unser Open Source Horizon Scanning Model mit vielen Ausblicken auf verbesserte Akku-Technologien.



Über Consideo

Verantwortlich für den Inhalt sind die Autoren (neumann@consideo.com; grimm@consideo.com).

Zitation: Neumann, K.; Grimm, F. (2020). Batterie-elektrische Mobilität - Kein H2! Consideo GmbH, Lübeck

Consideo hat die Vision einer besseren Welt. Die Mission ist Menschen zu helfen, die Zusammenhänge zu verstehen. Wir arbeiten mit der preisgekrönten Software iMODELER für Wirtschaft, Forschung, Politik und Privatpersonen.

Mit der Plattform KNOW-WHY.NET bieten wir kollektive Zusammenhänge.

Consideo GmbH
Maria-Goeppert-Str. 1
23562 Lübeck
www.consideo.com