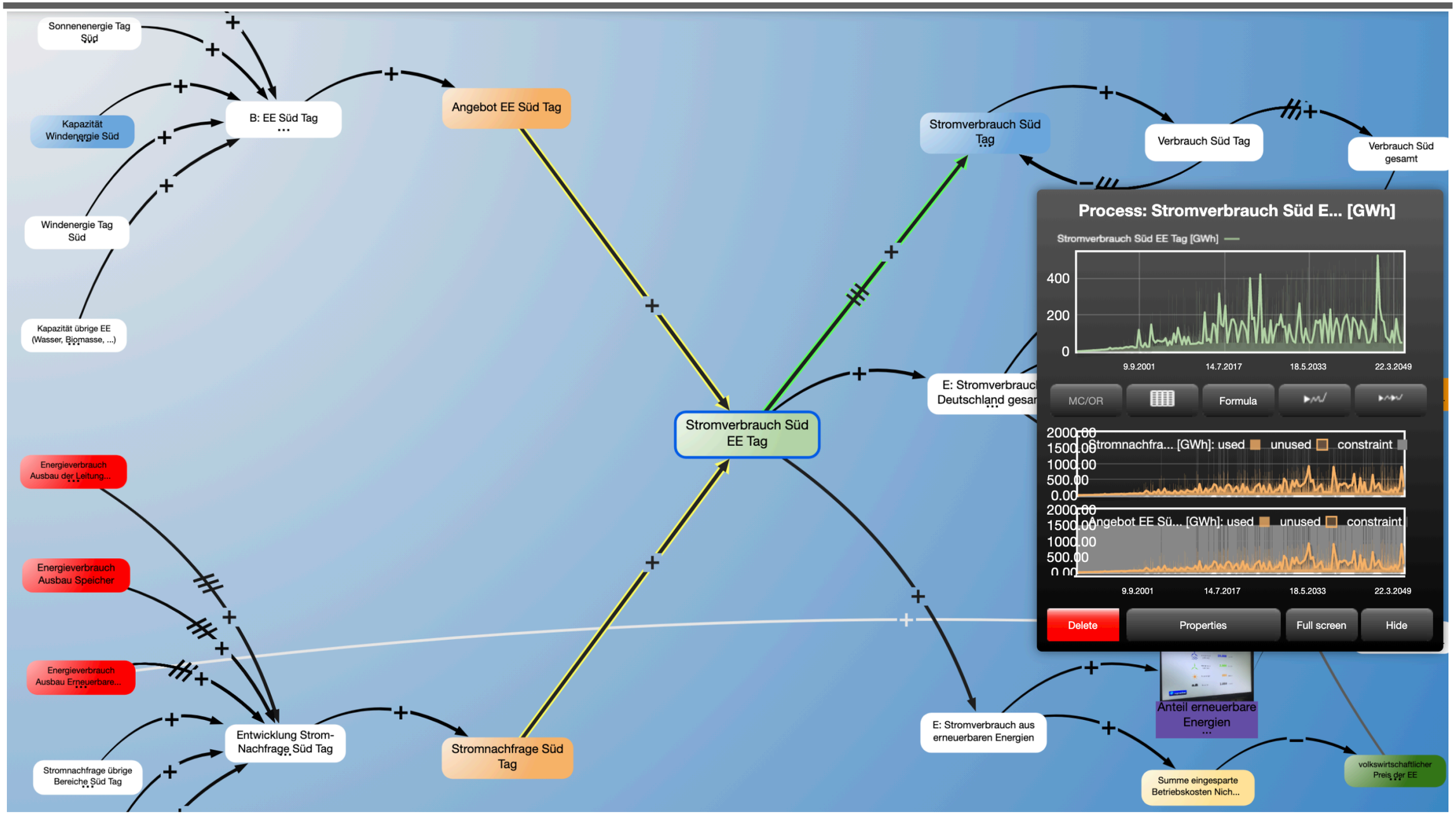
Erneuerbare Energie - es ginge

Consideo - Kai Neumann, Franc Grimm



Das Prozessmodell zeigt (grau hinterlegt), wann jeweils das Angebot oder die Nachfrage nach erneuerbaren Energien der Flaschenhals (Constraint) ist.

CONSIDEO

Erneuerbare Energie - es ginge

SYSTEMISCHE ERKENNTNISSE AUS DEM DEM D3EE UND DEM GEE(R) MODELL FÜR DAS UMWELTBUNDESAMT

Dezentrale erneuerbare Energien

Zusammenfassung

In zwei Simulationsmodellen für das Umweltbundesamt hat Consideo zuerst die Implikationen einer nationalen und dann die einer globalen Transformation hin zu erneuerbaren Energien systemisch untersucht.

Das D3 EE Modell zeigt für Deutschland, welcher Nettozubau nötig wäre, um die selbstgesteckten Ziele der Treibhausgasneutralität bis 2050 inklusive Elektrifizierung von Mobilität, Gebäudeenergie und Industrie zu erreichen. Das Modell zeigt, dass der jetzige Ausbau die Ziele auch bei späterer Steigerung des Zubaus kaum ermöglichen wird, da das Repowering alter Anlagen die Kapazitäten binden wird. Es zeigt zudem die benötigten Überkapazitäten, um über Power to Gas/Liquid und dessen Rückverstromung die Dunkelflauten zu überstehen. Interessant ist, dass zwar der Strompreis noch leicht ansteigen könnte, aber der volkswirtschaftliche Nutzen durch erhöhte Wertschöpfung im Inland enorm wäre.

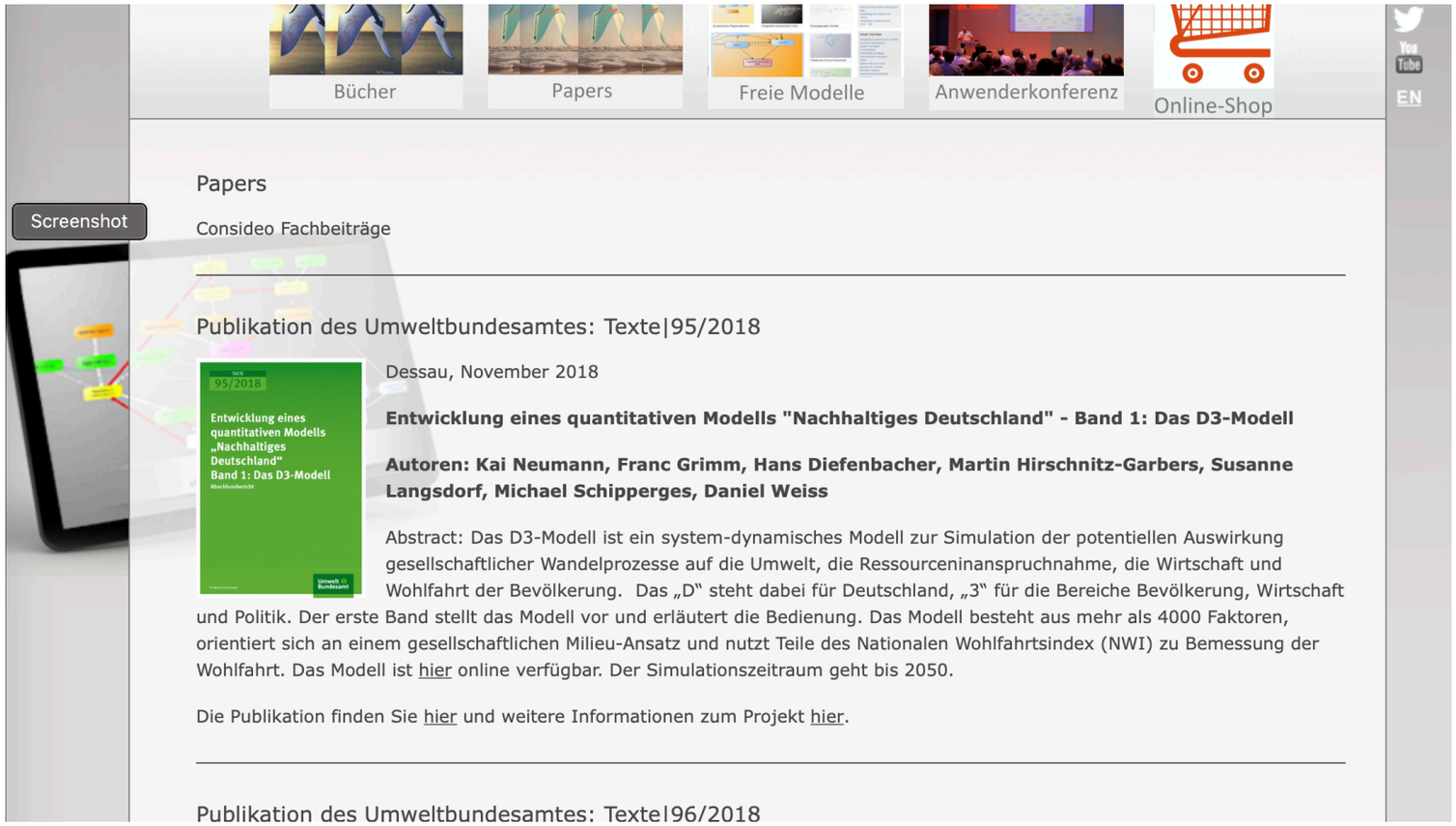
Das GEE(R) Modell zeigt daraufhin, inwieweit der globale Ausbau von der Verfügbarkeit von Schlüsselressourcen abhängt. Zwar werden die Rohstoffreserven ausreichen, die benötigten Abbau- und Recyclingkapazitäten aber wären je nach Ausbaupfade in den Regionen der Welt extrem. Diese Pfade sind somit auch für die Preise des Ausbaus relevant.

Viele Regionen in der Welt werden von einer erhöhten Wertschöpfung profitieren, aber einige auch zu Verlierern des Wandels.

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”.



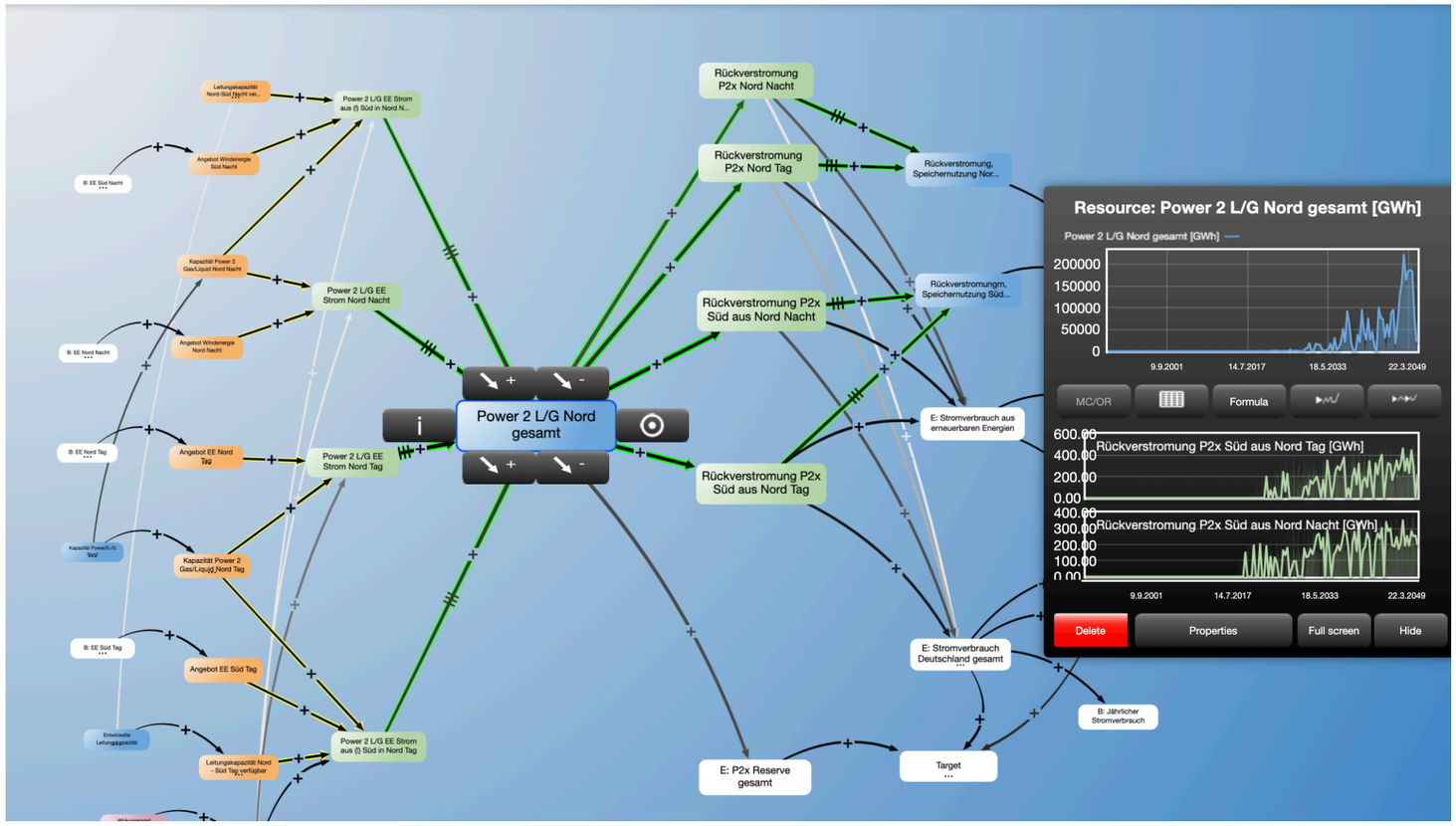
Screenshot der Consideo Website mit den dort verlinkten Projektberichten und wissenschaftlichen Veröffentlichungen (www.consideo.de/papers.html)

“Erneuerbare Energien - es ginge” zeigt nicht bloß, wie andere Studien, dass 100 Prozent erneuerbare Energien grundsätzlich möglich wären und mutmaßlich auch wirtschaftlich sinnvoll, sondern blickt konkret auf den Verlauf und die Dynamiken. Daraus ergeben sich insbesondere wirtschaftliche Implikationen bezogen auf die Zeitpunkte und die Ausmaße und darüber die Kosten und Nutzen des Ausbaus in den Regionen der Welt.

Das D3 EE Modell

Das D3 EE Modell ist ein so genanntes Prozessmodell, welches im Rahmen des umfangreichen D3 Projekts/Modells (siehe Paper “Wie und warum Wandel möglich wäre”) erstellt wurde, um genauer zu schauen, wieviel Ausbau an erneuerbaren Energien Deutschland benötigen würde, und wieviele Ressourcen hierzu nötig wären.

Das Modell teilt Deutschland in Nord und Süd und berechnet jeweils Nachfrage und Angebot von elektrischer Energie am Tage und in der Nacht. Es enthält neben Onshore/Offshore Windenergie, PV, übrige Erneuerbare und natürlich den jeweils fossilen Energiequellen inkl. Kernkraft auch Batteriespeicher, Lastmanagement und P2L/G sowie den Leitungsausbau zwischen Nord und Süd.



Ausschnitt aus dem D3 EE Modell welcher die Umwandlung von Überkapazitäten aus dem Norden in Power to Liquid/Gas zeigt, welches dann u.a. zur Rückverstromung auch im Süden benötigt wird. Prozessmodelle zeigen, wodurch Nachfrage gedeckt werden kann und welche Ressourcen jeweils Flaschenhals sind.

Zur wirtschaftlichen Bewertung des Ausbaus betrachtet das D3 EE Modell die Abschreibungskosten der Anlagen mit den so genannten Margin Costs der derzeitigen Energieversorgung. Dazu kommen Stellschrauben für die jeweilige Wertschöpfung im Inland, um etwa Annahmen treffen zu können, wie viele Anlagen und deren Rohstoffe aus dem Inland kommen, oder importiert werden. So würde bei späterem Repowering durch Recycling der Rohstoffe die Wertschöpfung noch weiter erhöht.

Erkenntnisse:

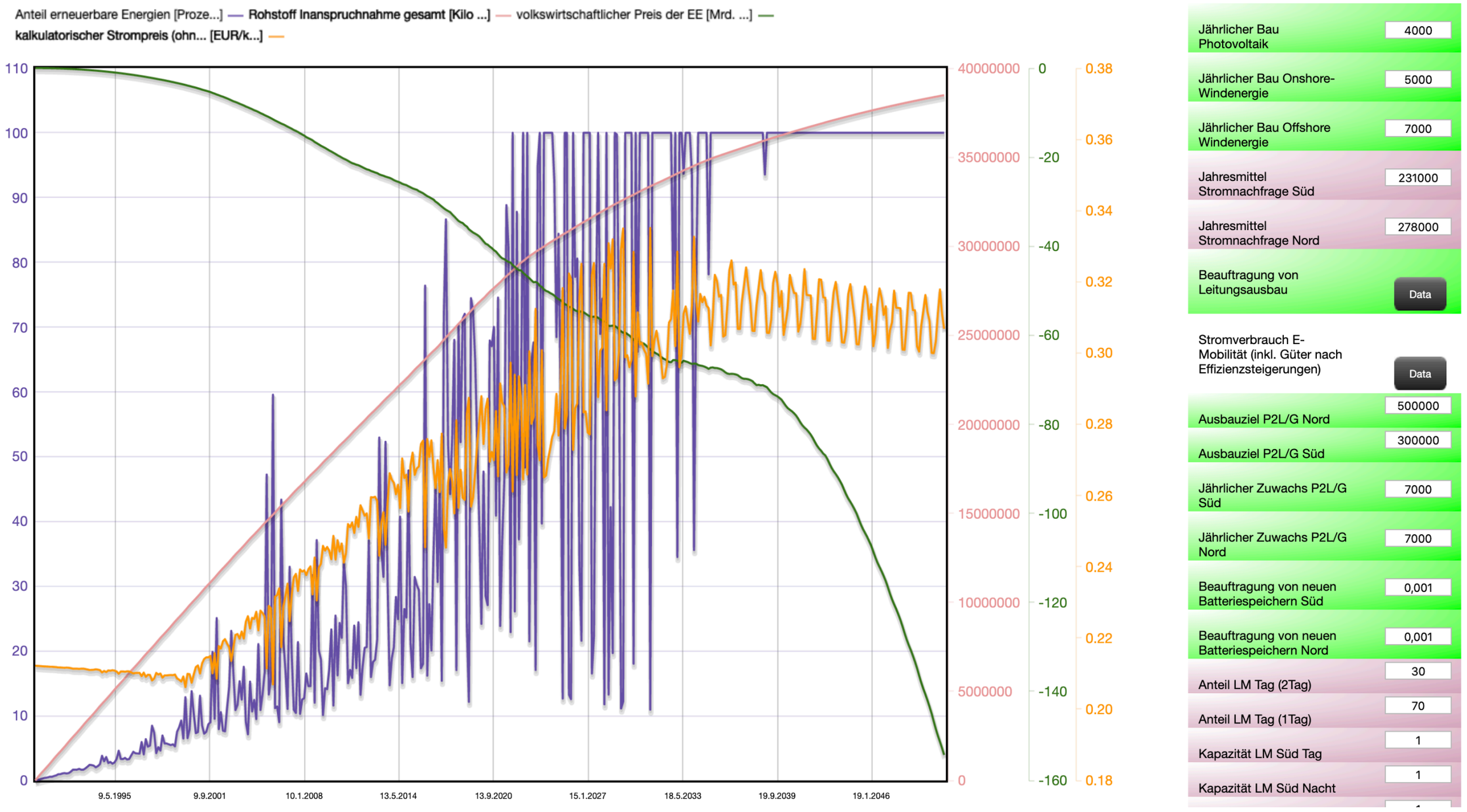
1. Die Batteriespeicher und ein Lastmanagement spielen nach Hinterlegung durchschnittlicher Wetterverläufe offenbar kaum eine Rolle spielen, da die Rückverstromung von Power to Liquid/Gas bei isolierter, nationaler Betrachtung entscheidend für die Überbrückung von längeren, so genannten Dunkelflauten ist. Es könnten daher noch vor dem Netzausbau Elektrolyseure, die später eh gebraucht werden, für die Überschüsse genutzt werden. P2G/L mit grundsätzlich niedrigerem Wirkungsgrad als die direkte Stromnutzung sollte aus diesem Grund weder zum Heizen von Gebäuden noch für Fahrzeuge genutzt werden, da es für die Industrie, den Flugverkehr und eben die Rückverstromung benötigt wird.

2. Die Ressourcen-inanspruchnahme für den Aufbau der erneuerbaren Energien würde verglichen mit der Menge eingesparter fossiler Rohstoffe sinken.

3. Aktuelle Ausbaupfade - selbst wenn diese später gesteigert würden - werden nicht zu einer hundert-prozentig erneuerbaren Energieversorgung führen, da das Repowering alter Anlagen zusätzlich zum Zubau überproportional hohe Baukapazitäten erforderte. Und wenn Ziele nicht mehr erreichbar werden, setzt Resignation ein. Zudem blicken andere Nationen auf Deutschland als Vorreiter, weshalb global ein Verschieben des massiven Ausbaus insgesamt erhebliche Verzögerungen bedeuten würde.

4. Entgegen von Hauptbedenken gegen die Energiewende ist diese nicht teuer! Es sind Investitionen im Inland, die je nach Anteil der Wertschöpfung für mehr Arbeitsplätze und hohe Gewinne sorgen im Vergleich mit Importen fossiler Energieträger. Die Braunkohle hat allerdings ebenfalls eine hohe Wertschöpfung im Inland. Der Strompreis würde zwar noch weiter steigen, könnte aber folglich durch Mehreinnahmen des Staates sozial abgefedert werden.

ERNEUERBARE ENERGIE - ES GINGE (DAS D3EE UND DAS GEE(R) MODELL)



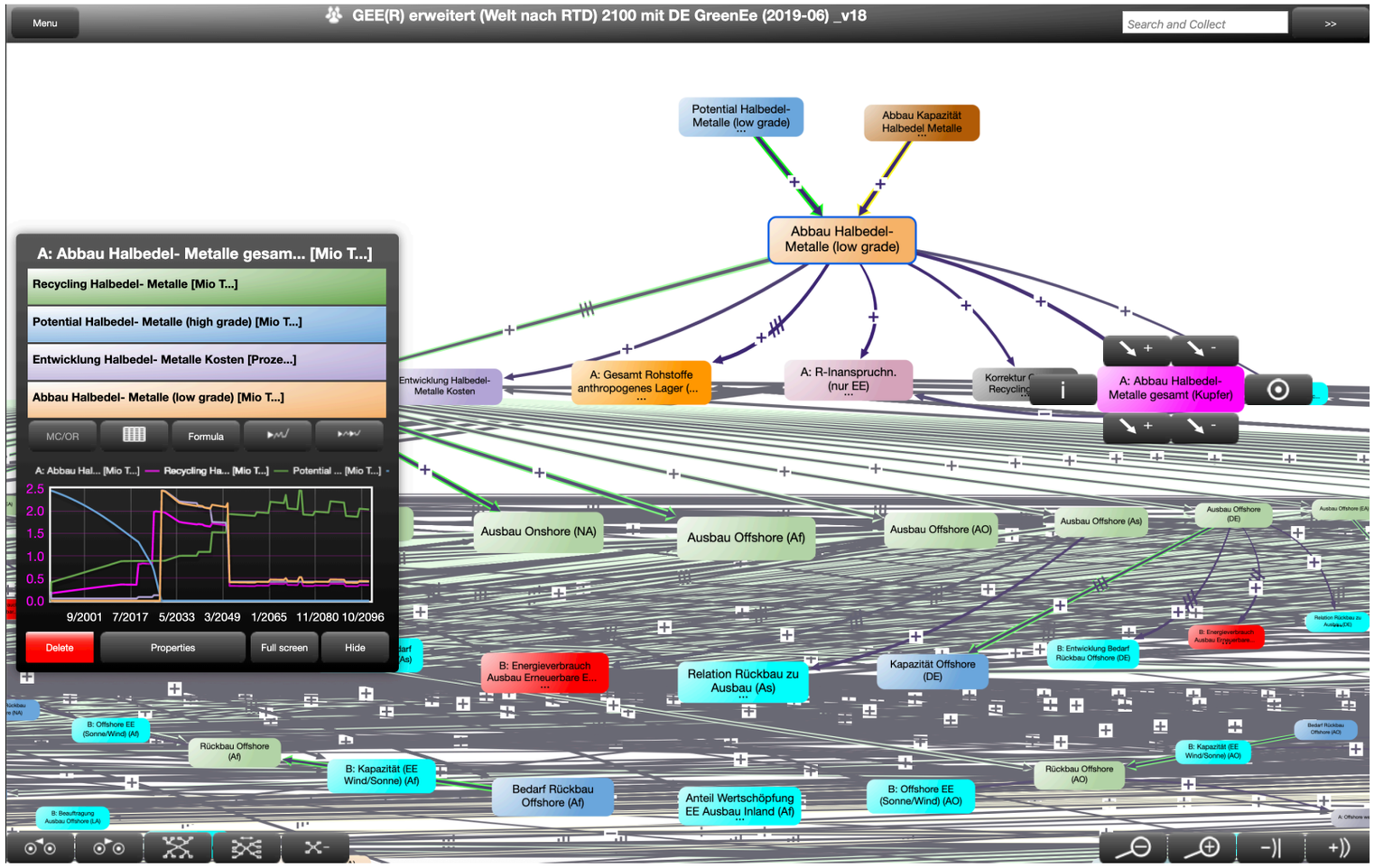
Simulationscockpit aus dem D3 EE Modell. Das Szenario zeigt, wie der Strompreis noch weiter steigen würde, aber die volkswirtschaftlichen 'Kosten' der Energiebereitstellung deutlich sinken würden. Sichtbar zudem, dass die Rohstoffinanspruchnahme sinkt und dass bis zum Erreichen von durchgehend 100 Prozent erneuerbaren Energien in Dunkelflauten immer mal wieder mehr als die Hälfte des Stromes aus modernen Gaskraftwerken kommen muss.

Das GEE(R) Modell

Das GEE(R) Modell für das Umweltbundesamt ist ebenfalls ein Prozessmodell, welches vor allem die Verfügbarkeit von benötigten Ressourcen für den globalen Ausbau der erneuerbaren Energien zum Fokus hat.

In Anlehnung an den World Energy Outlook werden die Regionen in der Welt und zusätzlich explizit Deutschland in der Entwicklung ihrer Energiebedarfe und den denkbaren Szenarien zum Ausbau der erneuerbaren Energien betrachtet. Dabei gibt es für P2L/G einen globalen Markt, der Überschüsse einzelner Regionen auch für die Verstromung in anderen Regionen bereitzustellen erlaubt.

Bis auf Silber - welches substituierbar ist - würden alle Rohstoffvorkommen



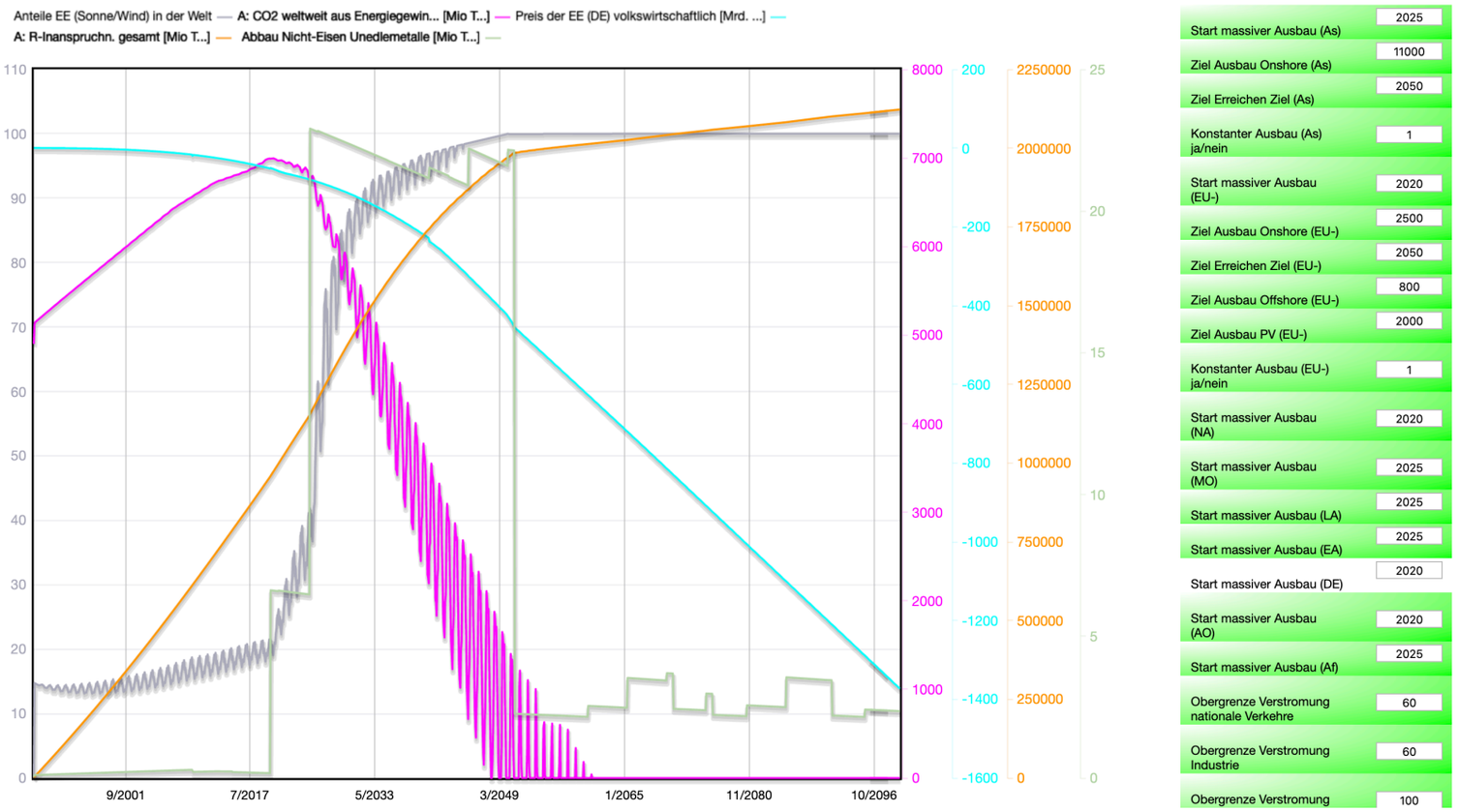
Erst im Gleichgewicht von Zu- und Rückbau (Repowering) sinken die Rohstoffkosten abhängig von der Recyclingquote wieder. Ein früher Ausbau kann dabei noch auf preiswertere High Grade Rohstoffvorkommen zurückgreifen - ein späterer auf anteilig wieder preiswertere Recyclingrohstoffe.

ausreichen. Allerdings sind der Zeitpunkt des Ausbaus und die damit verbundenen Kosten für die Regionen relevant (s. Abbildung).

Bemerkenswert zudem, dass bei allen Szenarien die massive Steigerung des Abbaus von Rohstoffen wie später auch das Sinken der Nachfrage extrem wären.

ERNEUERBARE ENERGIE - ES GINGE (DAS D3EE UND DAS GEE(R) MODELL)

Während eine Steigerung der Kapazitäten zum Abbau von Rohstoffen wie auch Baukapazitäten noch denkbar scheint, ist doch die Frage, wie sich Unternehmen kurz vor dem Abflachen der Nachfrage nach Rohstoffen verhalten werden und wie global der Shift von Ländern mit Rohstoffvorkommen hin zu Ländern mit vorort zu recycelnden Altanlagen ausgestaltet werden wird. Wünschenswert hier, dass Rohstoffländer eben auch Anlagen bauen und die Wertschöpfung erhöhen können.



Erst im Gleichgewicht von Zu- und Rückbau (Repowering) sinken die Rohstoffkosten abhängig von der Recyclingquote wieder. Ein früher Ausbau kann dabei noch auf preiswertere High Grade Rohstoffvorkommen zurückgreifen - ein späterer auf anteilig wieder preiswertere Recyclingrohstoffe.

Um Gewinner und Verlierer geht es nicht nur bei den Preisen für den Aufbau der Anlagen, sondern auch bei dem Wegfall von Exporten von fossilen Energieträgern bzw. dem Verzicht auf die Nutzung der eigenen fossilen Rohstoffquellen einerseits, und dem Erzeugen von Überschüssen aus Erneuerbaren Energien für den Export von P2L/G etwa auch durch Regionen mit großen Vorkommen fossiler Rohstoffe und entsprechend vorhandener Infrastrukturen für den Export von P2L/G andererseits.

Für die Welt ist insgesamt die Herausforderung, die Gewinner in die Pflicht zu nehmen, da sonst unter freien Marktkräften die globale Energiewende ins Stocken geraten muss.

Was wir nun brauchen ....

- Jedes Land möchte die Energiewende und könnte ganz konkret sagen, wie viel mehr Windkraft, PV etc. es in den nächsten Jahren aufbauen muss. Das gäbe den Anlagenbauern Rückenwind und verdeutlichte der Bevölkerung, dass “ein noch mehr” nicht zu bekämpfen ist, sondern davon zu profitieren (Bürgerenergie) ist.

- Die Energiewenden verursachen weniger Kosten denn Investitionen. Sie kurbeln die Wirtschaft an. Der Anstieg des Energiepreises kann hierüber mehr als kompensiert werden. Darüber muss aufgeklärt werden.

- Länder mit eigenen fossilen Rohstoffen profitieren wirtschaftlich weniger und sollten alternativ möglichst Überschüsse in Form von Power2Gas/Liquid exportieren.

- Den eigenen Ausbau zu Gunsten von P2G/L Importen zu reduzieren ist bequem, aber ökonomisch und ökologisch kaum sinnvoll.

- Ein globaler CO2 Preis würde den Umstieg auch für Länder mit eigenen fossilen Rohstoffen preiswerter machen. Auch würden weitere Kosten von der Gesellschaft abgewandt, etwa die Folgen von Luftschadstoffen)

- Da Power2Gas/Liquid und dessen Rückverstromung für die Dunkelflauten gemäßigter Breiten unverzichtbar sind, könnten schon jetzt - logischerweise ungleichmäßig ausgelastete - Elektrolyseure erbaut werden. Synthetische Kraftstoffe benötigen wir zudem für den Langstreckenflug- und -seeverkehr sowie für Teile der Industrie. Mit Elektrolyseuren wäre der Netzausbau nicht mehr Flaschenhals der Energiewende. Pilotprojekte sorgen zudem für einen Technologievorsprung.

- Der Energiepreis würde auch mit konventionellen Rohstoffen steigen. Weniger Nachfrage sorgt dann nicht für Preissenkungen, wenn gleich auch weniger exploriert wird und damit das Angebot knapper wird.

- Auch andere Gegenargumente (Vogelsterben an Windrädern, Nachfragespitzen durch E-Autos, u.v.m.) müssen öffentlich als unrichtig entlarvt werden.

ERNEUERBARE ENERGIE - ES GINGE (DAS D3EE UND DAS GEE(R) MODELL)

- Weil Power2Gas/Liquid so wichtig an anderer Stelle ist und dennoch einen geringeren Wirkungsgrad als die direkte Stromnutzung hat, dürfen wir dies nicht in PKWs, Bussen und LKWs, die mit Batterien gespeist werden können, verwenden. Dazu gibt es ein eigenes ‘graues Paper’.

- Die Nachfrage nach Rohstoffen für die Anlagen erscheint kritisch - ein früher Start sichert preiswertere Rohstoffe, aber darf nicht zur Resignation bei ärmeren nachziehenden Regionen führen. Es bedarf internationaler Ausgleichsmaßnahmen.

- Der so genannte Ressourcenfluch gerade auch aufgrund der unglaublich schnell ansteigenden Bedarfe gefolgt von einem Repowering mit Recycling in anderen Ländern verlangt nach fair verteilter Wertschöpfung. Sonst sichern sich die fortschrittlichen Länder jetzt die preiswerten High Grade Rohstoffe, übernehmen diese in ihr anthropogenes Lager durch eigenen Bau der Anlagen, und bauen 25 Jahre später aus den vorort recycelten Rohstoffen ihre nächste Generation Anlagen. Die recycelten Rohstoffe werden durch die Veredlung vorort (vertikale Integration durch die Unternehmen) nicht dem Weltmarkt zur Verfügung gestellt. Die weniger fortschrittlichen Länder greifen später nur noch auf teurere Rohstoffe zurück - auch wenn Marktkräfte und effizientere Technologien das teilweise wieder kompensieren - und importieren die Technologien der fortschrittlichen Länder. Die finanziellen Mittel dafür werden diesen Ländern fehlen und die weltweite Begrenzung der Treibhausgaskonzentration droht zu scheitern. Gegensteuern könnte eine Bioökonomie zumindest einiger dieser Länder - dazu gibt es ebenfalls ein eigenes ‘graues Paper’.

- Langfristig brauchen wir Suffizienz und Effizienz und weniger materielles Wachstum, wie wir gerade in einem anderen Projekt (KliReX) aufzeigen konnten. Mit einem Wertewandel und einer CO2 und Rohstoffsteuer würde dies Ergebnis, und nicht schwer vermittelbares Ziel.

- Die Ressourcenschonung auch mit ihren direkten Effekten auf Reduktion von Treibhausgasen untersuchen wir mit Ecologic Institute in einem anderen Projekt.

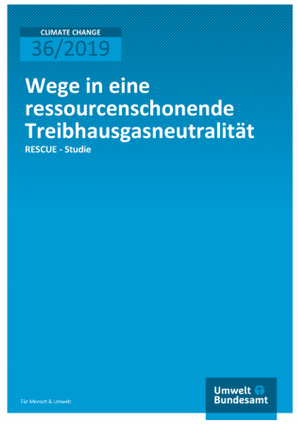
Quellen, Verweise

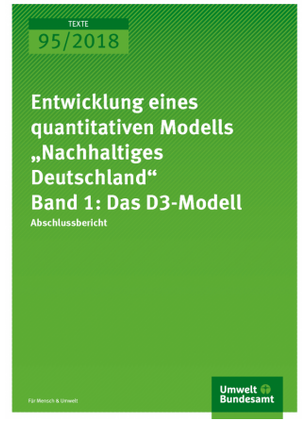
Die RESCUE Studie:

https://www.umweltbundesamt.de/rescue

Das D3 EE Modell:

https://www.umweltbundesamt.de/publikationen/entwicklung-eines-quantitativen-modells





Über Consideo

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

Zitation: Neumann, K.; Grimm, F. (2020). Erneuerbare Energien - es ginge (das D3EE und das GEE(R) Modell). 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