

Transkript ‚fossilfrei‘ Folge 45: Dunkelflaute: Wie viel Speicher braucht die Energiewende?

Das Transkript wurde aufgrund der Länge mit einem KI-Tool erstellt und kann sprachliche sowie inhaltliche Ungenauigkeiten beinhalten. Es gilt daher das gesprochene Wort.

00:00:00 Martin Kittel

Was wir uns in der heutigen Folge anschauen wollen, sind vor allem längere Dunkelflauten. Das heißt, das sind dann Perioden, die, sagen wir mal, mehrere Tage bis hin zu ein, zwei, drei Wochen andauern können und dann auch in dem Kontext noch relevant, extreme Dunkelflauten. Und um mit diesen Saisonalitäten und auch mit schwer ausgeprägten Dunkelflauten umzugehen, erscheint jetzt der Langfriststromspeicher, also wasserstoffbasierte Untergrundspeicher, eine sinnvolle Option.

00:00:29 Intro

Fossilfrei, der DIW Energiewende Podcast.

00:00:35 Wolf-Peter Schill

Hallo und ganz herzlich willkommen zu Fossilfrei Folge 45 An den Mikrofonen für euch wie fast immer: Alex und Wolf. Wir arbeiten beide hier am Deutschen Institut für Wirtschaftsforschung DIW Berlin und forschen zur Energiewende.

00:00:51 Alexander Roth

Und ich bin auch Affiliate Fellow beim Busler Thinktank Breugel.

00:00:55 Wolf-Peter Schill

Und in der letzten Folge 44 da ging es schon um Dunkelflauten. Nämlich haben wir recht ausführlich darüber gesprochen, was sind Dunkelflauten und wie kann man sie messen und welche Ereignisse lassen sich eigentlich so in den historischen Daten finden, die besonders lang und ausgeprägt waren?

00:01:11 Alexander Roth

Und darauf wollen wir heute aufbauen, aber mit einem etwas anderen Fokus, nämlich mit der Frage, wie man mit Dunkelflauten umgehen kann in einem 100% erneuerbaren Energiesystem.

00:01:20 Alexander Roth

Wir wollen vor allem den Fokus auf Wasserstoff langfrist Stromspeicher legen und auch die europäische Dimension davon betrachten.

00:01:27 Wolf-Peter Schill

Und Grundlage für all das ist gemeinsame Forschung, die wir kürzlich veröffentlicht haben in einem Artikel im Journal Nature Communications. Und wenn ich sage wir, dann meine ich genau das Team, nicht nur aus uns beiden, sondern vor allem auch von uns beiden und Martin Kittel, der auch letztes Mal schon in Fossilfrei Nummer 44 dabei war, unser Mister Dunkelfraute Martin, willkommen zurück.

00:01:47 Martin Kittel

Ja, danke, danke für die Einladung, schön wieder hier zu sein.

00:01:50 Wolf-Peter Schill

Wir haben dich letztes Mal schon kurz vorgestellt, aber ich mach's einfach noch mal für die, die jetzt gerade erst Reinhören. Du bist Energieökonom und bei uns am DIW. Postdoc seit 2025, hast hier promoviert, bist schon einige Jahre länger bei uns, vorher als Doktorand gewesen. Und das ist dein dritter Auftritt hier in Fossilfrei. Du warst ganz am Anfang in Episode 11 mal zur Wasserstoffstrategie und eben in der letzten zu den Dunkelflauten und heute gleich wieder.

00:02:14 Martin Kittel

Genau, ich hab mich in meiner Doktorarbeit sehr intensiv mit dem Thema Dunkelflauten auseinandergesetzt. In der letzten Folge ging es ja vor allem dann um die Frage, wie misst man Dunkelflauten und auch um eine Quantifizierung von vergangenen Dunkelflauten in Europa. Und heute wollen wir dann noch das letzte entsprechende Kapitel in meiner Doktorarbeit beleuchten, nämlich wie geht man mit Dunkelflauten um?

00:02:36 Alexander Roth

Ja, bevor wir ins Thema einsteigen, noch mal ein kurzes Recap. Was ist eine Dunkelflaute, warum sind die überhaupt relevant und wie lange sind sie? Martin, klär mich auf.

00:02:46 Martin Kittel

Also, die Energiewende bedeutet ja, dass wir den Einsatz von fossilen Energieträgern, die man gut speichern kann und dann auch immer dann zur Stromerzeugung nutzen kann, wenn man sie braucht, wegkommen wollen, hin zu erneuerbaren Energien und dabei vor allem hin zu fluktuierenden erneuerbaren Energien, also wetterabhängigen, den wetterabhängigen Technologien Windkraft an Land und auf See und der Photovoltaik.

Dadurch, dass Wind und Solarenergie eben wetterabhängig sind, kann das auch zu Perioden führen, in denen diese beiden Technologien sehr wenig verfügbar sind. Das heißt, wir können auch eine sehr geringe Stromerzeugung aus Wind und Solarkraft ja realisieren in diesen Momenten. Und genau das sind eben die Dunkelflauten, mit denen wir uns hier intensiv beschäftigen wollen. Und die Frage ist jetzt allerdings: Wie kann man Dunkelflauten

genau definieren? Das heißt, wie definiert man jetzt, wie lange ist jetzt eine geringe Erzeugung aus Wind und Solarenergie wirklich kritisch für das Energiesystem? Das ist tatsächlich gar nicht so trivial.

Das haben wir in der letzten Folge ganz ausführlich besprochen, warum, wieso, weshalb. Grundsätzlich kann man aber die Dunkelflauten versuchen zu charakterisieren, das haben wir auch gemacht, das heißt, wir haben uns angeschaut, wie lange sind diese Dunkelflauten, wie häufig treten die Dunkelflauten auf und gibt es auch besonders schwer ausgeprägte Dunkelflauten, die für das zukünftige Energiesystem auch wichtig sind. Und man kann jetzt eben die Dunkelflauten ganz verschieden erfassen, da gibt es verschiedene Optionen und also einerseits kann man da zum Beispiel das Energieangebot anschauen, das heißt, man schaut oder man versucht herauszufinden, ob jetzt das die Stromerzeugung oder das Stromerzeugungspotential aus Wind und Solarenergie für einen gewissen Zeitraum unterhalb eines ja zu definierenden kritischen Schwellenwertes liegt.

Man kann dann aber auch das Ganze im Verschnitt mit der Stromnachfrage sich anschauen. Das heißt, wie viel Stromnachfrage muss noch von anderen Technologien bedient werden, die nicht durch Wind und Solarenergie bereitgestellt werden kann. Und man könnte zum Beispiel auch sich dann das Marktergebnis anschauen, das heißt Strommarktpreise. Genau diese Option haben wir in der letzten Folge ausführlich besprochen. Deswegen würde ich jetzt den interessierten Hörer und die interessierte Hörerin auf die letzte Folge verweisen.

00:05:15 Wolf-Peter Schill

OK., dann lass uns doch noch kurz dazu kommen, wie viele Dunkelflauten es überhaupt gibt oder wie schwer die denn sind. Kannst du da sozusagen auf hoher Flughöhe noch mal kurz zusammenfassen, um was für Ereignisse geht es denn hier eigentlich?

00:05:26 Martin Kittel

Genau, auf hoher Flughöhe sehr gerne, vielleicht mit dem kleinen Disclaimer, es ist wirklich nicht so leicht festzustellen, was eine Dunkelflaute ist. Ich würde es aber trotzdem mal probieren, ganz allgemein darzustellen. Man könnte unterscheiden zwischen kurzen Dunkelflauten, die jetzt vielleicht ein oder 2 Tage andauern, die treten allgemein sehr häufig auf. Ja, im Sommer sind das jetzt zum Beispiel Nächte, indem wir keine Stromerzeugung aus Photovoltaik haben und diese Nacht ist dann zum Beispiel eingerahmt von sehr windflauen Tagen. Das heißt, dann hätten wir eine Dunkelflaute von, sagen wir mal, 2 bis 3 Tage, die dann anhält. Allerdings ist die Frage, ob jetzt der Begriff Dunkelflaute hier für diese ja Phänomene oder für diese Ereignisse überhaupt wirklich der richtige Begriff ist, weil das aus unserer Sicht eher eine strukturelle Variabilität ist in einem Stromsektor, der größtenteils auf wetterabhängige Wind und Solarenergie basiert.

00:06:20 Wolf-Peter Schill

Einfach weil das ganz regelmäßig passiert, die Photovoltaik ist halt immer tagsüber da und nachts nicht und der Wind, der fluktuiert ganz typischerweise in so einem Muster auch von mehreren Tagen, dass wir viel oder wenig haben.

00:06:30 Martin Kittel

Was wir uns in der heutigen Folge anschauen wollen, sind vor allem längere Dunkelflauten, das heißt, das sind dann Perioden, die sagen wir mal mehrere Tage bis hin zu ein, 23 Wochen andauern können und dann auch in dem Kontext noch relevant, extreme Dunkelflauten. Und diese extrem Dunkelflauten sind dadurch gekennzeichnet, dass wir eine Aneinanderreihung von diesen mehrtägigen oder mehrwöchigen Dunkelflauten haben, die über einen sehr, sehr langen Zeitraum, mehrere Monate, immer wieder sequenziell hintereinander auftreten können.

00:07:00 Wolf-Peter Schill

Da hatten wir ja schon in der letzten Folge gesehen, als wir da zurückgeblickt haben in die Daten, dass in den letzten mehr als 3 Jahrzehnten, dass da so ein ganz extremes Event gab im Winter 1996/97, wo ganz lange wenig erneuerbare Energien zur Verfügung standen.

00:07:15 Alexander Roth

Vielleicht nur als wichtiger Hinweis, wenn wir über den Winter 96/97 reden, dann meinen wir nicht den tatsächlichen Winter und die Erzeugung damals. Schließlich damals gab es ja fast noch gar keine Erneuerbaren, sondern es geht nur um eine Realisation eines Wetterphänomens, eines Wetterjahrs, quasi ein Beispiel eines Wetterjahrs, was wir ja genutzt haben, um in ja, um um das Energiesystem zu testen, so kann man es mal sagen.

00:07:38 Wolf-Peter Schill

Und die zugrundeliegende Annahme dabei ist eben eigentlich eine ein Wetterjahr, das in der Vergangenheit aufgetreten ist, mit bestimmten Dunkelflautenmustern, könnte halt auch in der Zukunft wieder auftreten.

00:07:48 Alexander Roth

Genau, bevor wir uns irgendwas ausgedacht haben, nehmen wir einfach mal die, schauen wir in die Vergangenheit und nehmen mal und schauen eben, welche Wetterjahre dort eben welches gab.

00:07:56 Wolf-Peter Schill

Und nun ist Martin hat es ja gerade schon erwähnt, relativ klar, dass vor allem, besonders lange und stark ausgeprägte Dunkelflauten-Ereignisse halt besonders herausfordernd sind für ein Energiesystem, das eben überwiegend oder komplett auf erneuerbaren Energien basiert. Und jetzt wollen wir erstmal so ein bisschen sortieren, was man überhaupt sozusagen machen kann, also welche Technologien oder Optionen es überhaupt gibt, um

mit solchen extremen Dunkelflauten-Ereignissen tatsächlich umzugehen. Und da muss man vielleicht erstmal unterscheiden, es gibt grundsätzlich ganz viele sogenannte ja Flexibilitätsoptionen im Energiesystem und die eignen sich grundsätzlich halt eher für kurzfristigere oder längerfristige Ereignisse. Und das ist jetzt aber gar nicht im Wesentlichen eine unbedingt technische Unterscheidung, weil man kann grundsätzlich ganz viel von irgendwelchen Technologien bauen, sondern das ist eher eine ökonomische Frage.

00:08:49 Alexander Roth

Ja, es geht hier vor allem um die Kosten der Vorhaltung der Leistung und die Kosten der Energiebereitstellung beziehungsweise der Energiespeicherung. Und damit ist gemeint, wenn man zum Beispiel das als ein Beispiel die Badewanne nimmt, die Frage ist, wie wie wie teuer ist es, das das Wasser in der in der in der Badewanne zu speichern, also wie wie teuer ist es, die Badewanne größer zu machen versus wie teuer wird es sein, den Abfluss, also das Ausspeichern aus der Badewanne zu gestalten. Und es gibt da eben manche Technologien, die sind sehr günstig bei der Speicherenergie Vorhaltung und eben teuer bei der bei der dann aktuellen Bereitstellung und andersrum.

00:09:28 Wolf-Peter Schill

Also typischerweise wäre dann sowas wie ein Kurzfristspeicher, ist halt einer bei dem die Leistung eher günstig ist und die Energiekapazität sozusagen eher teuer und beim Langfristspeicher ist halt umgekehrt, da kann das zwar vielleicht relativ teuer sein sozusagen Leistung bereitzustellen, aber die Energiespeicherkapazität muss halt sehr billig sein bei einem Langfristspeicher, damit das ökonomisch halt hinkommt.

00:09:51 Martin Kittel

Vielleicht hilft das an der Stelle noch mal, Leistung und Energie mit einem Beispiel zu erklären. Und zwar, wenn man sich jetzt die Badewanne als einen Speicher vorstellt, dann ist die Größe der Badewanne, also das Volumen, ja, so viel Wasser, wie die in diese Badewanne reinpasst, das ist dann die zwischengespeicherte Energie. Und diese zwischengespeicherte Energie muss ja erstmal in die Badewanne reinkommen durch den Zufluss, durch den Wasserhahn und kann auch aus der Badewanne wieder abfließen, aus dem Abfluss. Und je nachdem, wie viel Wasser pro Zeitschritt sozusagen in jeder Sekunde, sagen wir mal, in diese Badewanne hineinfließen kann. Das ist dann die sogenannte Leistung, also Zu und Abfluss ist die Leistung und das Volumen ist die Energie eines Speichers.

00:10:35 Wolf-Peter Schill

Ich glaube, dieses Bild haben wir auch schon bemüht in unserer, glaube ich, immer noch hörenswerten Folge 27, wo wir dieses ganze Thema Energiespeicher eigentlich so ein bisschen aufdröseln. Da könnt ihr gerne noch mal Reinhören. Und wir haben auch gemeinsam einen Explainer, so ein Erklärstück, geschrieben im Kontext des Ariadne-Projekts 'Welche Rolle spielen Speicher in der Energiewende?' Das verlinken wir euch auch gerne so

ein bisschen als Überblick. Aber ich denke, jetzt gehen wir mal so ein bisschen durch durch so manche Technologien, die halt einfach diskutiert werden, die helfen können oder sollen in der Dunkelflaute. Und jetzt starten wir mal mit Batterien, also stationären Stromspeichern in Form von Batterien. Typischerweise werden die heute als Lithium-Ionen-Batterien gebaut, weil die einfach im Moment am günstigsten sind. Könnten künftig auch andere Batteriechemien kommen, aber im Moment sind die halt günstig.

Die werden halt typischerweise als so ein sogenannter Kurzfristspeicher errichtet, weil da eben die Energiespeicherkapazität relativ teuer ist in der Anschaffung und deswegen hat man die typischerweise immer mit so einem Energie-zu-Leistungsverhältnis von so ungefähr ein bis 2 Stunden zugebaut. Heißt also, nach einer Stunde oder vielleicht 2 sind die Batterien leer. Da kann man schon recht schnell sehen, das bringt uns in der Dunkelflaute halt jetzt nicht sehr weit, wenn diese Dunkelflaute halt sehr lang ist. Jetzt muss man sagen, die Technologie schreitet voran und es gibt da sehr große Fortschritte, dass die Energiespeicherkapazität immer billiger wird und entsprechend werden diese Batterien haben auch eine immer längere Speicherdauer. Also den Trend sieht man schon, kann man auch bei uns auf dem Open Energy Tracker mal durch die Batterien klicken, die werden sozusagen immer größer und das wird immer weitergehen. Aber gerade bei solchen ja Lithium-Ionen-Batterien ist also nicht absehbar, dass man da jetzt irgendwann mal extrem lange Speicherdauern günstig realisieren können wird.

00:12:21 Martin Kittel

Vielleicht als kurzes Beispiel, ich hab vor kurzem gelesen, dass in Australien jetzt 8 Stunden Speicher, also Batteriespeicher mit einer Speicherdauer von von 8 Stunden installiert werden. Das heißt, dieser Batteriespeicher könnte dann über einen Zeitraum von 8 Stunden die volle Leistung erbringen.

00:12:36 Wolf-Peter Schill

Das ist dann immerhin schon mal mehr, aber ist halt auch noch nicht das, was wir jetzt energiewirtschaftlich so ein Langfriststromspeicher nennen würden. Das könnten dann andere Batteriekonzepte möglicherweise künftig eher leisten. Da gibt es zum Beispiel sogenannte Redox Flow Batterien, mit denen könnte man vielleicht auch noch viel höhere Speichertiefen realisieren, das ist aber noch so ein bisschen Zukunftsmusik.

00:12:57 Alexander Roth

Vielleicht auch noch mal hier, eine, wenn wir sagen, Batteriespeicher werden helfen nicht gegen die Dunkelflaute, dann ist es wirklich eher 'nen ökonomisches Argument. Man könnte theoretisch extrem viele Batteriespeicher bauen, auch sie so auslegen, dass sie sehr, sehr lange ausspeichern könnten, aber das wär so wahnsinnig teuer, dass das eigentlich nicht realistisch ist. Deswegen sagen wir hier, das ist keine, keine Option, die man nutzen könnte, aber theoretisch geht es natürlich.

00:13:20 Wolf-Peter Schill

Zumindest dieses Unterlegen gegenüber anderen Optionen, zu denen wir gleich kommen.

00:13:24 Martin Kittel

Vielleicht auch da zur Einordnung, was meinen wir mit Batteriespeicher können bei der Dunkelflaute nicht wirklich helfen. Wie ich ja vorhin erwähnt hab, konzentrieren wir uns jetzt heute vor allem auf länger währende Dunkelflauten, also die mehrere Tage oder bis zu mehreren Wochen andauern können. Jetzt kürzere Perioden, wo wir ein ein ja sehr geringes Dargebot oder eine sehr geringe Stromerzeugung aus Wind und Solarenergie haben, von sagen wir mal 234 15 Stunden oder so, die können natürlich auch mit Hilfe von Batteriespeichern ausgeglichen werden.

00:13:51 Wolf-Peter Schill

Und nun gibt es aber nicht nur die stationären Batterien, sondern es gibt auch Batterien auf Rädern nämlich die Elektrofahrzeuge, die ja in Deutschland und in vielen anderen Ländern gerade stark im Kommen sind und die wir auch brauchen, um den Verkehrsbereich zu dekarbonisieren. Da fahren dann Batterien herum, die zumindest zeitweise auch immer wieder mit dem Stromnetz verbunden sind und wenn es also das gelingt so zu organisieren, dass diese Batterien nicht nur geladen werden, sondern auch entladen werden können in Zeiten, in denen im Stromsystem oder im Netz eben der Strom fehlt, man nennt das auch Vehicle to Grid, dann sind die praktisch auch so eine Art verteilter rollender Batteriespeicher. Die können dann im Grunde ganz ähnliche Sachen machen wie stationäre Batterien. Da ist es aber auch nicht unbedingt plausibel, dass die jetzt wirklich für so Langfristspeicherung benutzt werden, denn ja, die Menschen brauchen halt ihre Autos und es ist eher unplausibel, dass damit über Tage irgendwie nennenswert Energie zurückgespeist werden kann.

00:14:47 Martin Kittel

Als weitere Option könnte man dann Pumpspeicherkraftwerke sehen. Pumpspeicherkraftwerke bestehen aus einem Ober und einem Unterbecken und dieses diese beiden Becken sind dann mit einer mit einem Kanal verbunden und durch diesen Kanal kann man dann mit Hilfe von einer Pumpe das Wasser aus dem Unter in das Oberbecken pumpen. Wenn man ja einen Stromüberschuss im System hat und wenn man dann nicht genügend ja Energie im System hat oder die Preise entsprechend sind, kann man dann dieses Wasser aus dem Oberbecken wieder in das Unterbecken laufen lassen und dabei eine Turbine antreiben, die zur Stromerzeugung genutzt wird?

00:15:24 Wolf-Peter Schill

Und diese Technologie gibt es schon ganz lange, das war über Jahrzehnte eigentlich die wesentliche Stromspeichertechnologie für große Mengen oder relativ große Mengen Strom, da haben wir nur jetzt schon seit langem praktisch keinen Zubau mehr in Deutschland,

obwohl es noch ein gewisses Potenzial gäbe. Aber es gibt eben Gründe, warum diese Pumpspeicher praktisch kaum mehr zugebaut werden. Unter anderem sind es halt große Einzelprojekte, die in der Regel auch damit zu tun haben, dass man die Landschaft so ein bisschen verändern muss, zum Beispiel so ein Oberbecken bauen, das hat dann Naturschutzaspekte, vor Ort gibt es oft lokalen Widerstand dagegen und die sind jetzt auch ökonomisch nicht mehr vorteilhaft gegenüber den Batteriespeichern, die ja immer günstiger werden. Deswegen sind Pumpspeicher eigentlich in diesem Wettrennen der, ich sag mal, eher kurz bis mittelfristspeichertechnologien geraten, die so ein bisschen ins Hintertreffen.

00:16:12 Martin Kittel

Ich war mal zufälligerweise im Urlaub in Goldestal, das ist ein Pumpspeicher, gerade das größte Pumpspeicherkraftwerk oder in Goldestal steht das größte Pumpspeicherkraftwerk von Deutschland, das hat eine Speichertiefe von 8 Stunden, das heißt über 8 Stunden kann es quasi die volle Leistung erbringen von ich glaube einem Gigawatt Und das war wirklich beeindruckend, weil das Oberbecken eine ein, ein riesengroße Energieinfrastruktur ist. Das war wirklich ein sehr, sehr, sehr, sehr großes Becken und das reicht aber nur um jetzt beispielsweise ein, kommt man ganz oft zu diesem Vergleich, wie viel, wie viele Atomkraftwerke könnte man zum Beispiel damit jetzt ersetzen, auch wenn wir in Deutschland keine Atomkraftwerke, keine Atomkraft mehr haben, aber man könnte damit den Betrieb eines Atomkraftwerks, was eine Leistung von ein Gigawatt hat, gerade mal für 8 Stunden ersetzen. Also wir haben eine riesengroße Energieinfrastruktur, die aber im deutschen Kontext eben sehr, sehr, sehr klein ist.

00:17:13 Wolf-Peter Schill

Also diese Pumpspeicher sind super nützlich im Energiesystem, aber wir können damit einfach keine riesigen Mengen speichern und dann gibt es noch ganz viele andere Speichertechnologien. Zum Beispiel hat man früher lange auch an Druckluftspeichern geforscht, die machen aber im Grunde auch was Ähnliches wie diese Pumpspeicher oder die Batterien, sind aber kostenmäßig da jetzt inzwischen ziemlich unterlegen. Das heißt, wir haben viele Optionen für so eine Art Kurzfriststromspeicherung, aber was wir halt brauchen, wenn wir an die extremen langen Dunkelflauten denken, das sind halt eher Langfriststromspeicher.

00:17:46 Alexander Roth

Genau und um die soll es auch heute gehen und zwar am das am meisten diskutierte Konzept ist wahrscheinlich, sind wahrscheinlich die Wasserstoff Speicher und das ist dann meistens ein System, was nicht nur den Speicher selbst betrifft, was dann eine Kaverne ist, also eine Anlage unter der Erde, sondern eben auch eine Elektrolyseeinheit, die den Wasserstoff herstellt und eine Rückverstromungseinheit, zum Beispiel eine Wasserstoffturbine. Und üblicherweise wird aktuell darüber nachgedacht, Wasserstoff in Salzkavernen zu speichern oder gegebenenfalls auch in Porenspeicher. Salzkavernen haben

den Vorteil, dass sie einfach sehr dicht sind. Das heißt, dass der Wasserstoff dort nicht einfach entweichen kann. Es gibt dort große Potenziale, gerade in Deutschland, gerade im Norden von Deutschland, dort gibt es große geologische Potenziale. Aber wie bei allen, wie bei allen Bauvorhaben, vor allem unter der Erde, haben die auch lange Vorlaufzeiten. wir haben auch in einer Folge von Fossilfrei, nämlich 29 darüber schon mal gesprochen.

00:18:46 Wolf-Peter Schill

Sogar recht ausführlich, da kann man auf jeden Fall auch noch mal Reinhören. Ja, und diese wasserstoffbasierten Langfriststromspeicher, die zeichnet sich halt dadurch aus, dass diese Kavernen extrem günstig zu errichten sind in Bezug auf die Energiespeicherkapazität.

00:18:59 Wolf-Peter Schill

Also es kostet wirklich sehr, sehr wenig im Vergleich zu ganz vielen anderen Stromspeichern.

00:19:04 Wolf-Peter Schill

Dafür ist die Leistung dort nicht ganz billig, also sowohl die Elektrolyse als auch diese Rückverstromung

00:19:09 Wolf-Peter Schill

kostet eben was in Bezug auf die Investitionskosten und auch der Gesamtwirkungsgrad ist nicht so toll.

00:19:14 Wolf-Peter Schill

Also in so einer, da ich sowohl bei der Elektrolyse Verluste habe als auch erst recht bei der Rückverstromung mit so einer Gasturbine, komme ich insgesamt dann auf so ein Gesamtwirkungsgrad von vielleicht so Größenordnung einem Drittel.

00:19:27 Wolf-Peter Schill

Das ist also nicht sehr gut.

00:19:28 Martin Kittel

Was heißt das?

00:19:29 Martin Kittel

wir, Wir stellen jetzt, wir erzeugen beispielsweise mit Windkraft eine Megawattstunde Strom.

00:19:36 Wolf-Peter Schill

Und dann kommen halt am Ende nur noch 0,3 Megawattstunden raus,

00:19:39 Wolf-Peter Schill

wenn die einmal durch den Speicher gehen.

00:19:41 Wolf-Peter Schill

Das macht also eigentlich nur Sinn, wenn ich Stromüberschüsse habe in manchen Zeiten, die ich auch anderweitig nicht sinnvoll nutzen kann und der Strom sozusagen dieser dieser Verlust beim Strom nicht so schwer wiegt, dann ergibt so ein Langfristspeicher eben Sinn.

00:19:54 Wolf-Peter Schill

Und da muss man vielleicht noch einschränkend sagen, es ist nicht nur die

00:19:59 Wolf-Peter Schill

Elektrolyse und die Kaverne und die Rückverstromung, sondern je nachdem, wo diese Dinge platziert sind, braucht man gegebenenfalls halt auch noch ein Wasserstoffnetz.

00:20:07 Wolf-Peter Schill

Also das brauch ich halt nicht, wenn das alles an einem Ort ist, aber wenn die Elektrolyse und vor allem die Rückverstromung woanders sind als diese Kavernen eben mehr oder weniger zufällig sind, wo die eben geologisch errichtbar sind, dann bräuchte ich auch noch ein Netz dazu.

00:20:20 Wolf-Peter Schill

Und zu all dem kann man auch noch mal nachlesen, unseren Ariadne Explainer, was sind Wasserstoffspeicher und welche Rolle spielen sie.

00:20:28 Wolf-Peter Schill

Das verlinken wir natürlich auch und heute soll es halt vor allem um diese wasserstoffbasierten Langfriststromspeicher gehen, weil das aus unserer Sicht heute eigentlich um das plausibelste Konzept sind, wie man halt so ein Langfriststromspeicher realisieren kann.

00:20:41 Wolf-Peter Schill

Eine Alternative zu diesen Wasserstoffkavernen wäre eben, dass man noch ein Schritt weiter geht und aus dem Wasserstoff noch synthetisches Methan erzeugt, also synthetisches Erdgas sozusagen.

00:20:52 Wolf-Peter Schill

Dazu braucht man eine Kohlenstoffquelle

00:20:54 Wolf-Peter Schill

und kann dann eben aus dem reinen Wasserstoff noch mal Methan synthetisieren.

00:20:59 Wolf-Peter Schill

Das hat erstmal den Nachteil, dass man dann zusätzlichen Prozessschritt braucht, der auch noch mal Energie kostet, hat dafür aber den Vorteil, dass ich die vorhandene Infrastruktur, die wir schon haben, nutzen kann.

00:21:09 Wolf-Peter Schill

Also wir haben halt schon Gaskavernen und wir haben vor allem Gaskraftwerke und ein Erdgasnetz.

00:21:14 Wolf-Peter Schill

Also da habe ich so ein bisschen so ein Trade-off zwischen zusätzlichen Kosten und Wirkungsgradverlust gegenüber Nutzung vorhandener Infrastruktur.

00:21:23 Wolf-Peter Schill

Und dann gibt es auch noch weitergehende Konzepte, dass ich eben nicht gasförmige Energieträger speichere, sondern dass ich flüssige Energieträger erzeuge, die ich dann noch billiger speichern kann, zum Beispiel flüssige Kohlenwasserstoffe oder eben Alkohole.

00:21:37 Wolf-Peter Schill

Und ein Konzept, das da recht intensiv gerade diskutiert wird, ist Bio oder E-Methanol.

00:21:43 Wolf-Peter Schill

Das ist ein ganz der einfachste aller Alkohole, wo man dann eben 'nen 'ne biologische Kohlenstoffquelle nimmt und die mit Wasserstoff anreichert und dann einfach 'nen flüssigen Alkohol.

00:21:52 Wolf-Peter Schill

günstig speichern könnte in einem Tank.

00:21:55 Wolf-Peter Schill

Und dazu haben wir eine weitere Folge, die nächste, die 46 mit Tom Brown, wo wir zu dieser Technologie ganz stark ins Detail gehen.

00:22:02 Wolf-Peter Schill

Das kommt dann nächstes Mal.

00:22:04 Alexander Roth

Ein großer Anteil der Stromnachfrage im Winter wird ja wahrscheinlich von Wärme getrieben sein.

00:22:09 Alexander Roth

Das heißt also, man könnte auch sich überlegen, ob man nicht Wärme speichert.

00:22:13 Alexander Roth

Wir haben dazu auch schon eigene Forschung betrieben und auch schon eine

00:22:19 Alexander Roth

fossilfreie Folge aufgenommen, nämlich Nummer 9, in dem wir uns zu dezentralen kleineren Pufferspeichern uns Gedanken machen.

00:22:26 Alexander Roth

Aber auch da, da reden wir eher über einige Stunden.

00:22:29 Alexander Roth

Also auch keine Möglichkeit, um uns über eine Dunkelflaute oder eine kalte Dunkelflaute, um wieder das Stichwort auch mal fallen zu lassen, zu überbrücken.

00:22:37 Alexander Roth

Man könnte jedoch auch größere Speicher bauen, also größere Wärmespeicher.

00:22:40 Alexander Roth

Das sind dann Erdbecken, indem man einfach in Anführungsstrichen warmes Wasser rein kippt, um es jetzt mal sehr vereinfacht zu sagen.

00:22:49 Alexander Roth

das ist plausibel in vor allem Wärmenetzen, also angebunden an an Fernwärmenetze in Städten und da kann man durchaus größere Speicher Volumina abdecken und das könnte auch dann durchaus 'n substanziellen Beitrag dazu leisten, dass man weniger Stromspeicher baut.

00:23:05 Alexander Roth

Auch hier eine ein ein weiterer.

00:23:08 Alexander Roth

eine weitere Querverweis zur Folge 42 und auch zu einem Explainer.

00:23:12 Alexander Roth

Heute machen wir das ja wirklich exzessiv, hier Querverweise.

00:23:14 Wolf-Peter Schill

Ja, ich hab das alles in unser Skript geschrieben, wie in.

00:23:16 Alexander Roth

Dem akademischen Paper hier Fußnoten und sowas.

00:23:18 Alexander Roth

Genau, also das, also das, das entlastet unsere, unsere Stromspeicher vielleicht, aber das Problem ist, da kommt nur Wärme raus, also das heißt, die sind etwas weniger flexibel als ein reiner Stromspeicher.

00:23:28 Wolf-Peter Schill

Genau, ich glaub, das ist wirklich wichtig, noch mal zu sagen, es gibt halt Energiespeicher, die keine Stromspeicher sind, die was anderes speichern, hier zum Beispiel Wärme, das entlastet aber

00:23:36 Wolf-Peter Schill

auch die Stromspeicher, wenn ich ansonsten eben einfach Strom brauche, um Wärme bereitzustellen, zum Beispiel über Wärmepumpen.

00:23:42 Wolf-Peter Schill

Wenn ich das eben nicht machen muss in einer Dunkelflaute, weil ich die Wärme selbst schon gespeichert hab, dann brauch ich halt auch weniger Stromspeicher, das ist da die Logik.

00:23:48 Martin Kittel

Als weitere Option kann man hier steuerbare Kraftwerke nennen, die dann mit fossil zum Beispiel mit fossilen Energieträgern Strom erzeugen, also zum Beispiel mit Erdgas oder mit

00:24:00 Martin Kittel

Erdöl hat den Vorteil, dass man Erdgas und Erdöl gut speichern kann.

00:24:05 Martin Kittel

Das heißt, man kann immer bedarfsgerecht den Strom erzeugen, hat aber auch diverse Nachteile.

00:24:10 Martin Kittel

Zum einen natürlich, was ist mit den Emissionen durch die Verstromung der fossilen Energieträger, die mussten müssten gegebenenfalls kompensiert werden oder wir wollen ja eigentlich mit der Energiewende dafür sorgen, dass wir diese fossilen Energieträger aus dem.

00:24:23 Martin Kittel

Energiesystem komplett verdrängen, haben dann auch den weiteren Nachteil, dass wir die fossilen Energieträger gar nicht in Deutschland und nur zu geringen Teilen auch in Europa vorrätig haben und fördern können, sondern dass wir diese eigentlich von dem Weltmarkt überhaupt erst importieren müssen.

00:24:41 Martin Kittel

Und damit ja exponiert sich natürlich Europa gegenüber geopolitischen Schocks und Krisen, wie wir sie gerade zum Beispiel in der Straße von

00:24:51 Martin Kittel

Homos erleben, die zu ja einer globalen Gas und Ölkrise führen.

00:24:59 Martin Kittel

Weiterhin braucht man auch eine Infrastruktur, also eine Infrastruktur für den Import, für den Transport und auch für die Speicherung dieser Energieträger.

00:25:08 Martin Kittel

Des Weiteren braucht man auch

00:25:10 Martin Kittel

gewisse Infrastruktur für die Nutzung dieser Energieträger, also eine Importinfrastruktur, Häfen zum Beispiel, eine Transportinfrastruktur beispielsweise via Pipelines und dann auch eine Speicherinfrastruktur, entweder in unterirdischen Speichern oder auch oberirdischen Tankspeichern.

00:25:29 Wolf-Peter Schill

Könnte man ja sagen, haben wir ja schon, wir haben ja das, wir haben ja ein Erdgasnetz, Erdgasimportinfrastrukturen und Speicher, nur das kostet natürlich auch was, das am Leben zu halten und wenn wir das nur noch als

00:25:40 Wolf-Peter Schill

Backup in einem reinen erneuerbaren Energiesystem, ansonsten rein erneuerbaren Energiesystem denken, dann bleibt diese ganze Infrastruktur natürlich nicht einfach kostenlos da.

00:25:49 Wolf-Peter Schill

Die hätte eben, die muss man auch bezahlen, gerade wenn ich viele Kraftwerke vorhalte, die dann nur noch ganz, ganz selten laufen, dann müsste ich das natürlich auch irgendwie fördern.

00:25:58 Wolf-Peter Schill

Und ich würde sagen, infrastrukturseitig kommt halt noch mehr dazu, wenn man das dann noch mit CCS denkt, also mit Carbon Capture and Storage, wenn man die dann noch klimaneutral oder zumindest klimafreundlicher machen will, dann müsste man halt auch noch den

00:26:10 Wolf-Peter Schill

Kohlenstoff zum Beispiel abscheiden und den dann auch noch mal transportieren oder ablagern.

00:26:15 Wolf-Peter Schill

Das erscheint heutzutage eigentlich kaum plausibel, vor allem nicht für solche spitzen Kraftwerke, die nur ganz selten laufen würden.

00:26:22 Martin Kittel

Genau des Weiteren muss man auch sagen, dass diese Technologie im Moment noch nicht die Marktreife erreicht hat, dabei gibt es verschiedene Restriktionen, es ist noch sehr teuer und dabei gibt es auch noch zusätzliche Restriktionen, wie zum Beispiel mit was für einer Stromquelle

00:26:39 Martin Kittel

kann diese Technologie betrieben werden, wenn das jetzt ein Fleck, eine variables Profil ist durch die Stromversorgung mit zum Beispiel Solarenergie oder auch Windkraft, dann wird es noch mal teurer im Vergleich zu einem Betrieb aus, sagen wir mal, Atomkraft, was ja mehr oder weniger kontinuierlich Strom bereitstellen kann.

00:26:57 Wolf-Peter Schill

Wobei man jetzt vielleicht auch sagen muss, solange noch nicht bei 100% erneuerbaren sind und noch ein bisschen fossile Stromerzeugung zulassen, ist das natürlich eine relativ günstige Möglichkeit,

00:27:07 Wolf-Peter Schill

Strom zu erzeugen in Zeiten, in denen wir halt keinen oder wenig Wind und wenig Sonne haben.

00:27:12 Wolf-Peter Schill

Wir haben bei uns jetzt auch in unserer Forschung halt vor allem diesen Fokus auf wirklich rein erneuerbare Systeme und wir denken sozusagen vom Endzustand her, was machen wir, wenn wir wirklich komplett erneuerbar sein wollen?

00:27:22 Martin Kittel

Zudem herrscht auch der Konsens in der Wissenschaft, dass wir.

00:27:26 Martin Kittel

dass wir den einen sogenannten Overshoot haben werden.

00:27:30 Martin Kittel

Das heißt, dass die die Emissionen da unser verfügbares Emissionsbudget wird höchstwahrscheinlich nicht nur ausgenutzt, sondern auch noch über erreicht.

00:27:40 Martin Kittel

Also wir werden zu viele Emissionen in der Atmosphäre haben und der Konsens in der Wissenschaft von dem IPCC, also dem ja weltweiten Klimarat, ist

00:27:52 Martin Kittel

dass wir diese Kompensation von den Emissionen mit Hilfe von Carbon Capture und Storage auf jeden Fall brauchen, vor allem für Anwendungen, die schwer dekarbonisierbar sind, wie zum Beispiel ja Emissionen aus dem Flugverkehr oder aus dem Schiffsverkehr oder auch verschiedene Anwendungen in in der Industrie, wie zum Beispiel der Zementherstellung.

00:28:14 Wolf-Peter Schill

Und da kann man halt davon ausgehen, dass das ohnehin herausfordernd genug wird, dafür so eine

00:28:18 Wolf-Peter Schill

CO 2 Entnahme aus der Atmosphäre zu organisieren.

00:28:20 Wolf-Peter Schill

Deswegen will man nicht noch zusätzliche Kompensations oder ja Abscheidungs Bedarfe schaffen durch so eine fossile Stromerzeugung.

00:28:29 Alexander Roth

Genau, eine weitere Möglichkeit ist auch Bioenergie zu nutzen in verschiedenen Formen, zum Beispiel Biogas oder flüssige biogene Energieträger oder Biomasse, die man dann weiter verarbeiten muss.

00:28:42 Alexander Roth

Diese kommen entweder aus Abfällen in der Landwirtschaft oder auch aus der

00:28:47 Alexander Roth

aus verschiedenen Nutzpflanzen.

00:28:50 Alexander Roth

Da gibt es heute schon oder in Deutschland ist das heute schon ein nicht irrelevanter Anteil.

00:28:55 Alexander Roth

Die Frage ist jedoch, ob man das nutzen kann für langfristige Dunkelflauten Ereignisse, weil das ja doch schon die Konsequenz hätte, dass man wahrscheinlich deutlich größere Energiemengen bräuchte, die auch speichern müsste.

00:29:09 Alexander Roth

Da gibt es Fragen, ob es genug Potenzial gibt oder ob wir auch das Potenzial bereitstellen wollen.

00:29:15 Alexander Roth

Schließlich gibt es dann immer noch eine

00:29:16 Alexander Roth

eine Konkurrenz zur Nahrungsmittelproduktion und auch wenn man gerade Nutzpflanzen diese, diese sehr hoch energetischen Pflanzen weiter verpflanzt, hat auch Auswirkungen auf die Biodiversität.

00:29:28 Alexander Roth

Also durchaus eine relevante Option, aber auch da nicht ohne Nachteile, ich sag es mal so.

00:29:33 Wolf-Peter Schill

Und da muss man sagen, gibt es auch so eine Art konzeptionelle Unschärfe zwischen ist das eine Primärenergieproduktion aus Bioenergie oder ist das eigentlich ein Speicher?

00:29:41 Wolf-Peter Schill

Wir haben es ja vorher schon angerissen, wenn ich zum Beispiel so ein

00:29:44 Wolf-Peter Schill

E.

00:29:44 Wolf-Peter Schill

Biomethanol mache, hat es auch in gewisser Weise so eine Speichereigenschaft.

00:29:47 Wolf-Peter Schill

Wie gesagt, dazu dann mehr in der nächsten Fossilfrei Folge.

00:29:51 Martin Kittel

Eine weitere Option ist dann die Wasserkraft, also einerseits diese Pumpspeicherkraftwerke, die wir vorhin schon erwähnt haben, aber dann eben auch noch Reservoirkraftwerke.

00:30:00 Martin Kittel

Reservoirekraftwerke funktionieren so, dass sie meistens an einem Flusslauf gelegen sind, eine Staumauer haben, die dann das Wasser aufstaut und dann gibt es auch da eine Turbine, durch die man das Wasser

00:30:11 Martin Kittel

laufen lassen kann zur Stromerzeugung.

00:30:13 Martin Kittel

Und da haben wir in Europa nicht ganz unwesentliche Kapazitäten bereits aufgebaut, man könnte so sagen 200 Terawattstunden.

00:30:20 Martin Kittel

Zum Vergleich, das ist ungefähr 40% der, das entspricht ungefähr 40% der derzeitigen jährlichen Stromnachfrage in Deutschland.

00:30:31 Martin Kittel

Vor allem in Skandinavien sind diese Kraftwerke installiert, in Spanien, in Frankreich, aber auch in dem Alpenraum, also quasi überall da, wo wir Größe

00:30:40 Martin Kittel

durch Gebirge größere Höhenunterschiede haben, die wir dann für die Turbinierung des des Wassers nutzen können.

00:30:47 Martin Kittel

Und da haben wir ja quasi einerseits große Badewannen, um das vorher vorangestellte Beispiel noch mal zu bedienen.

00:30:54 Martin Kittel

Also wir haben ein großes Volumen von diesen Speichern, das sind diese 200 Terawattstunden.

00:30:58 Martin Kittel

Wir haben aber auch große Abflüsse sozusagen, also Ausspeichereinheiten, mit denen wir die die Spitzenlast bedienen können.

00:31:05 Martin Kittel

Das sind auch ungefähr 200

00:31:08 Martin Kittel

Gigawatt und wenn man das jetzt vergleicht, sind das ungefähr 250% der gesicherten, der derzeitigen gesicherten Leistung in Deutschland.

00:31:18 Wolf-Peter Schill

Also das war jetzt der Vergleich, europaweit installierte Wasserkraftleistung gegenüber dem deutschen Verbrauch.

00:31:25 Wolf-Peter Schill

Muss man also sozusagen so einordnen, diese Wasserkraft, also gerade diese Reservoirs, die hätten eben künftig, wenn wenn Dunkelflauten relevanter werden im Energiesystem,

00:31:35 Wolf-Peter Schill

Hätten die dann möglicherweise die Funktion, dass sie vor allem in diesen Perioden möglichst viel Strom erzeugen und in anderen eben weniger?

00:31:41 Wolf-Peter Schill

Weil heute werden die ja mehr oder weniger das ganze Jahr genutzt und deren Betrieb müsste sich dann stärker konzentrieren auf diese Periode, in denen wir wenig Wind und Sonne haben.

00:31:50 Martin Kittel

Genau, und man muss vielleicht auch noch dazu sagen, dass das Ausbaupotential von der Wasserkraft in Europa

00:31:56 Martin Kittel

weitestgehend ausgeschöpft ist.

00:31:57 Martin Kittel

Es gibt vielleicht noch kleinere Projekte hier und da, aber man kann jetzt da nicht wesentlich mehr Kapazität auf absehbare Zeit hinzufügen.

00:32:05 Wolf-Peter Schill

Ja, und dann gibt es noch die Idee von anderen emissionsarmen oder gar emissionsfreien Grundlastkraftwerken und dazu gehört natürlich die umstrittene Kernkraft, also die Atomenergie, perspektivisch langfristig vielleicht auch die Kernfusion, von der wir ja alle annehmen, dass sie noch sehr lange nicht zur Verfügung stehen wird.

00:32:26 Wolf-Peter Schill

oder auch so fortschrittliche geothermische Stromerzeugung und Geothermie ist in manchen Ländern einfach nutzbar, in anderen Ländern braucht es dazu sozusagen deutlich mehr, was noch mal ganz eigene Kosten und Risiken mit sich bringt.

00:32:38 Wolf-Peter Schill

Die, ich glaube, wir können es so zusammenfassen, die Möglichkeiten kurzfristig steuerbare Grundlastkraftwerke zu haben, die keine anderen Nachteile haben oder die auch günstig sind, die sind einfach sehr begrenzt.

00:32:52 Wolf-Peter Schill

Wir haben das ziemlich ausführlich besprochen in Folge

00:32:55 Wolf-Peter Schill

34 mit Professor Anke Weidlich, basierend auf einer Studie des Akademienprojekts ESIS, wo wir schon zeigen, diese Kraftwerke könnten einen Platz haben im Energiesystem der Zukunft, aber wir, sie sind sozusagen kein Gamechanger und wir brauchen sie nicht.

00:33:09 Wolf-Peter Schill

Je mehr wir davon hatten, das hätten, desto weniger Langfriststromspeicher bräuchten wir.

00:33:13 Wolf-Peter Schill

Aber es ist einfach nicht sehr plausibel, dass wir im großen Umfang in Europa solche anderen steuerbaren, nicht erneuerbaren, emissionsarmen Grundlastkraftwerke haben werden.

00:33:23 Alexander Roth

Gut, das waren die

00:33:25 Alexander Roth

Das war die Kategorie der Kraftwerke.

00:33:27 Alexander Roth

Wir haben noch 2 weitere kleine, oder nicht kleine, 2 weitere wichtige Punkte, die wir noch erwähnen wollen, bevor wir dann zu dem eigentlichen Studienergebnis kommen.

00:33:35 Alexander Roth

Und zwar, das ist erstmal das Thema Nachfrage, Flexibilität und der Stromhandel mit dem Ausland.

00:33:41 Alexander Roth

Zum Thema Nachfrage, Flexibilität, das ist ja so die Gegenseite.

00:33:44 Alexander Roth

Wenn man eben nicht Energie durch Speicher bereitstellen kann, dann kann man auch sagen, wir verbrauchen weniger Energie.

00:33:50 Alexander Roth

Wird schon sehr lange diskutiert, auch ist auch wahrscheinlich so 'n

00:33:54 Alexander Roth

Ja, so 'n No-Brainer, der immer gesagt wird, wir müssen flexibler sein, wir müssen uns anpassen an das Stromangebot, eben mit auch dynamischen Preisen und so und so weiter und sofort.

00:34:02 Alexander Roth

Man muss aber auch sagen, da ist bis jetzt viel diskutiert worden, aber noch nicht so wahnsinnig viel realisiert worden.

00:34:08 Alexander Roth

Und für Kleinverbraucher, also für sagen wir mal Haushalte, ist das jetzt wahrscheinlich auch nicht der entscheidende, also das sind nicht die entscheidenden Akteure hier, die wollen eh in der Dunkelflaute nicht auch auf Strom verzichten und haben auch keine großen Lasten, die sie verziehen, die sie verschieben könnten.

00:34:23 Alexander Roth

die Frage ist eher, ob es vielleicht größere Industriebetriebe gäbe, die eben für einige Tage oder vielleicht auch länger ihre Last reduzieren könnten.

00:34:32 Alexander Roth

Da muss man aber sagen, das ist also aktuell scheint das sehr, scheint es sehr viele Potenziale, kann es da nicht viele Potenziale zu geben, auch die technisch auch begrenzt sind.

00:34:44 Alexander Roth

Und natürlich ist auch die Frage, ob das überhaupt ökonomisch interessant ist für diese Betriebe, das zu machen.

00:34:49 Alexander Roth

Das

00:34:50 Alexander Roth

geht, vielleicht wird es da in Zukunft Möglichkeiten geben, aber ich glaub die Bottom Line ist, ob man, ob das der Hauptbeitrag ist für ein lange Dunkelflaute.

00:35:00 Alexander Roth

Ich glaub, da kann man ein Fragezeichen dran setzen.

00:35:02 Wolf-Peter Schill

Ich glaub, es ist relativ klar, dass da auch wiederum ziemlich viel so kurzfrist Flexibilitätpotential da ist, dass man eben über Stunden Last verschieben kann, aber halt nicht über Tage oder gar Wochen.

00:35:12 Alexander Roth

Das wird ja heut schon gemacht, schon ne, auch über Stunden oder über kurze kurze Zeiträume.

00:35:17 Martin Kittel

Ja genau, und dann als letzte Option gibt es eben noch den

00:35:20 Martin Kittel

grenzüberschreitenden Austausch von Energieträgern, also von zum Beispiel Strom oder auch von anderen Energieträgern, wie beispielsweise Wasserstoff.

00:35:28 Martin Kittel

Und wenn man jetzt grenzüberschreitend diese diese Energie quasi hin und her schieben kann, kann man das nutzen zur räumlichen Glättung von der variablen Stromerzeugung aus den fluktuierenden Erneuerbaren.

00:35:39 Martin Kittel

Und das, je größer da quasi das Ausgleichsgebiet ist, was man anschaut, also nicht nur jetzt Deutschland betrachtet, sondern zum Beispiel ganz Europa, dann ist das ja

00:35:50 Martin Kittel

Glättungspotential natürlich viel größer und das liegt einfach daran, dass man davon ausgehen kann, dass in irgendwo in Europa immer ein klein wenig Wind weht, auch im solarschwachen Winter.

00:36:02 Martin Kittel

Und diesen Wind kann man dann eben nutzen, um einerseits das variable Erzeugungsprofil von den fluktuierenden Erneuerbaren, aber auch von, aber auch insbesondere Dunkelflauten zu glätten.

00:36:14 Martin Kittel

Also als kleines Beispiel, es gibt zum Beispiel einen Stromüberschuss in, sagen wir, Portugal

00:36:19 Martin Kittel

weil da viel Wind weht und auch ein bisschen Sonne scheint.

00:36:23 Martin Kittel

Und wir haben jetzt eine Dunkelflaute in Zentraleuropa und dann kann man eben diesen Stromüberschuss oder diese Stromerzeugung aus Portugal nach Zentraleuropa transportieren, um die Dunkelflauten in dem Gebiet etwas abzumildern.

00:36:37 Wolf-Peter Schill

Das wär dann sozusagen eine ihrer

00:36:39 Wolf-Peter Schill

räumliche Flexibilität.

00:36:41 Wolf-Peter Schill

Die anderen, die wir besprochen haben, waren eher so zeitliche Flexibilitäten.

00:36:44 Wolf-Peter Schill

Jetzt haben wir echt ganz viele Optionen mal hier so angesprochen.

00:36:47 Wolf-Peter Schill

Ich glaube, man kann es so zusammenfassen.

00:36:50 Wolf-Peter Schill

Es gibt grundsätzlich ganz viele verschiedene Technologien, die uns in Dunkelflauten helfen können.

00:36:54 Wolf-Peter Schill

Sehr viele können aber nicht sehr lange Energie liefern.

00:36:58 Wolf-Peter Schill

Und wenn man sich das alles nüchtern anguckt, dann ist heute, glaube ich, so ein bisschen Common Sense, dass gerade Wasserstoffkavernen, also Elektrolyse, Speicherung von Wasserstoff in solchen Kavernen und Rückverstromung,

00:37:09 Wolf-Peter Schill

Es ist heute wirklich gilt schon als eine sehr plausible Technik.

00:37:12 Wolf-Peter Schill

Technologie, die wahrscheinlich in einem künftigen Mix von verschiedenen Technologien eine große Rolle spielen könnte und deswegen haben wir uns jetzt auch auf diese fokussiert und jetzt schlagen wir vielleicht die Brücke mal zu unserer eigenen Modellierungsstudie, die nämlich auch gerade auf solche Wasserstoffkavernen fokussiert.

00:37:29 Wolf-Peter Schill

Martin, möchtest du mal so kurz auf hoher Flughöhe nicht technisch unseren Hörerinnen kurz sagen, was wir da in dieser Studie gemacht haben, was unsere Frage war und wie wir das angegangen sind?

00:37:39 Martin Kittel

Genau, unsere Frage war im Grunde genommen, wie kann man jetzt in einem

00:37:42 Martin Kittel

zukünftigen europäischen Stromsystemen unter der Annahme, dass auch Klimaneutralität erreicht wird, also in einem Europa in dem Jahr 2050, wie kann man da mit extremen Dunkelflauten umgehen und wir haben dafür ein Modell erstellt, was sich an einer politikrelevanten Studie der europäischen Übertragungsnetzbetreiber orientiert.

00:38:05 Martin Kittel

Das heißt, wir haben sozusagen auch versucht, ein politikrelevantes Szenario aufzustellen.

00:38:10 Martin Kittel

Vielleicht da als kleinen Disclaimer, unsere

00:38:12 Martin Kittel

Annahmen basieren weitestgehend auf einem Bericht, der vor dem russischen Angriffskrieg gegen die Ukraine erstellt wurde.

00:38:19 Martin Kittel

Das heißt, bevor der Stopp, der de facto Stopp der Gaslieferung aus Russland über Pipelines eintrat.

00:38:27 Martin Kittel

Und wir wollten mit dieser Modellierung untersuchen, was sind jetzt kostenminimale Konfiguration des zukünftigen Stromsektors in Europa im Jahr 2050 in

00:38:39 Martin Kittel

in denen wir sicherstellen, dass die Stromnachfrage in ganz Europa trotz schwer auftretender Dunkelflauten stets bedient wird.

00:38:46 Martin Kittel

Also, wir haben uns quasi eine Welt angeschaut, in der trotz Dunkelflauten das Licht eben nicht ausgeht.

00:38:52 Wolf-Peter Schill

Und wir gucken ganz besonders darauf, wie viel Langfriststromspeicher brauchen wir, ne?

00:38:56 Wolf-Peter Schill

Das ist eigentlich sozusagen das wesentliche Erkenntnisinteresse, wie viel Speicher bräuchten wir denn, um diese schwersten Dunkelflauten in den historischen Daten zu überbrücken?

00:39:05 Martin Kittel

Genau, also unser Fokus lag vor allem auf die Langfriststromspeicher,

00:39:08 Martin Kittel

Andere Option, die wir jetzt auch gerade eben diskutiert haben, die durch die Sektorenkopplung, also die Elektrifizierung von Anwendungen in zum Beispiel Verkehr oder in der Industrie oder Raumwärmebereitstellung entstehen würde, die haben wir ja auf eine.

00:39:21 Martin Kittel

sehr einfache Art und Weise abgebildet.

00:39:23 Martin Kittel

Das heißt, wir haben jetzt zum Beispiel nicht angeschaut, was könnte der konkrete Beitrag von batterieelektrischen Fahrzeugen sein.

00:39:30 Martin Kittel

Wir haben kein ja im Modell integriertes Lade und Entladerverhalten dieser batterieelektrischen Fahrzeuge betrachtet, sondern haben das versucht, einfach etwas aggregierter mit anzuschauen, um eben vor allem auf die Langfriststromspeicher abzielen.

00:39:47 Wolf-Peter Schill

Und vielleicht, wenn wir da schon sehen, wir haben eben auch keine Langfristwärmespeicher hier drin und wir haben auch keine langfristigen Verschiebepotenziale der Nachfrage.

00:39:57 Wolf-Peter Schill

Also Nachfrageverschiebung oder Nachfrageabwurf in der Industrie haben wir auch nicht drin, sondern ist sozusagen eher konservatives Szenario, dass die Stromnachfrage eben gedeckt werden muss, letztlich mit Hilfe von Langfriststromspeichern und auch

00:40:10 Wolf-Peter Schill

der Wasserkraft, die spielt auch eine gewisse Rolle, die Reservoirs, ne.

00:40:13 Martin Kittel

Genau, und unser Standardszenario ging jetzt davon aus, dass wir einen komplett erneuerbaren europäischen Stromsektor in 2050 realisieren.

00:40:22 Martin Kittel

Warum haben wir das gemacht?

00:40:23 Martin Kittel

Nun, die Idee war, dass wir herausfinden wollten, was passiert oder was ist der größte Einfluss von Dunkelflauten auf das zukünftige System und das kann man natürlich herausfinden, indem man die

00:40:35 Martin Kittel

ja, indem man das System maximal gegenüber Wetterbedingungen und Wettervariabilität exponiert.

00:40:42 Martin Kittel

Und deswegen haben wir eben diese Annahme getroffen, dass wir die gesamte Stromnachfrage nur aus erneuerbaren Energien bedienen können.

00:40:51 Martin Kittel

Das heißt, wir haben in unserem Technologieportfolio Windkraft, Photovoltaik, aber dann eben auch die diskutierten Optionen Wasserkraft, Bioenergie, stationäre Batteriespeicher und eben die besagten Langfriststromspeicher.

00:41:05 Wolf-Peter Schill

OK und was kommt raus, wie können Langfriststromspeicher helfen, mit diesen Dunkelflauten umzugehen?

00:41:12 Martin Kittel

Also, wir haben dann eben festgestellt, dass diese Langfriststromspeicher eine sehr gut geeignete Technologieoption sind, um eben mit längeren Dunkelflauten umzugehen.

00:41:20 Martin Kittel

Wie eingangs gesagt, haben wir eine im schlimmsten Falle für extrem schwer ausgeprägte Dunkelflauten eine Aneinanderreihung von

00:41:28 Martin Kittel

mehrtägigen oder auch mehrwöchigen einzelnen Ereignissen, die dann in einem langen Zeitraum von, sagen wir, 2 bis 3 oder auch 4 Monaten auftreten können.

00:41:37 Martin Kittel

Und in diesem gesamten Zeitraum brauchen wir dann eben den Langfriststromspeicher, der das dabei auftretende Energiedefizit, was zu Zeiten dieser Dunkelflauten dann besteht,

ausgleicht, indem die zwischengespeicherte Energie in Form von zum Beispiel Wasserstoff wieder rückverstromt wird mit Hilfe von zum Beispiel Wasserstoff, Gasturbinen.

00:41:57 Wolf-Peter Schill

Und das längste Ereignis ist dann eben gerade dieser Winter 9697, in denen dann über einen Zeitraum von fast 2 Monaten dieser Langfristspeicher mehr oder weniger von kompletter Füllung bis komplettem Leerstand praktisch entleert wird.

00:42:12 Martin Kittel

Genau, und der Grund dafür ist, dass im Winter 9697 sehr viele europäische Länder zeitgleich von diesen Dunkelflauten betroffen waren.

00:42:21 Martin Kittel

Das heißt, mehr oder weniger zur gleichen Zeit hatten wir in in Europa.

00:42:25 Martin Kittel

ein ein sehr, sehr geringes Dargebot von fluktuierenden erneuerbaren Energien.

00:42:30 Alexander Roth

Also man kann sagen, dass die extremen Dunkelflauten den Langfristspeicherbetrieb beeinflussen, aber schließlich geht es ja jetzt hier auch um die Dimensionierung der Langfriststromspeicher.

00:42:42 Alexander Roth

was Was kannst du dazu sagen, Martin?

00:42:45 Martin Kittel

Also bei der Dimensionierung geht es dann darum, wie viel Energie können wir quasi zwischenspeichern, also um wieder am Beispiel zu bleiben, wie groß ist dann letztendlich die

00:42:54 Martin Kittel

Badewanne, die wir brauchen, um mit langfristigen oder mit schwer ausgeprägten Dunkelflauten klarzukommen.

00:43:01 Martin Kittel

Und was wir da festgestellt haben, ist das jetzt in so kostenminimalen zukünftigen Systemkonfiguration des europäischen Stromsystems in in ja Jahren, wo wir sehr schwer ausgeprägte Dunkelflauten annehmen.

00:43:16 Martin Kittel

Ja, also das, wie Wolf das vorhin erklärt hatte, wir versuchen das zukünftige System auf Basis von vergangenen

00:43:23 Martin Kittel

Wetterbedingungen zu analysieren.

00:43:25 Martin Kittel

Und wenn wir jetzt eine sehr schwer ausgeprägte Dunkelflaute in dem modellierten Zeitraum annehmen, dann sehen wir, dass wir einen sehr hohen Bedarf an Langfristspeicherenergie brauchen, wohingegen in Jahren, in denen die angenommene Dunkelflaute oder diese einzelnen Dunkelflauten Ereignisse nicht ganz so stark ausgeprägt sind, da brauchen wir eben geringere Investitionen in Langfristspeicherenergie.

00:43:50 Martin Kittel

Es gibt noch andere Treiber für den Bedarf der Stromspeicherenergie.

00:43:54 Martin Kittel

Also zum Beispiel, wie stark ist jetzt die Stromnachfrage saisonal oder wie stark ist die Saisonalität der Stromnachfrage ausgeprägt?

00:44:01 Martin Kittel

Ja, je höher jetzt die Stromspitze im Winter, desto mehr, desto größer dann auch das Energiedefizit, wenn eine dunkle Flaute auftritt.

00:44:08 Martin Kittel

Das heißt, da bräuchte man dann einen größer dimensionierten Langfristspeicher.

00:44:12 Martin Kittel

Langfriststromspeicher und genauso auch die Verfügbarkeit von anderen Flexibilitätsoptionen.

00:44:18 Martin Kittel

Also zum Beispiel große Reservoir oder Pumpspeicherkraftwerke, wie wir sie in Skandinavien oder auch in Pyrenäen oder Alpenraum haben.

00:44:25 Martin Kittel

Wenn wir solche Technologien haben, dann brauchen wir, dann können die den Bedarf an Langfriststromspeichern ganz erheblich senken oder auch teilweise komplett ersetzen.

00:44:35 Alexander Roth

Ja, das macht ja auch, es gibt ja auch total viel Sinn.

00:44:39 Alexander Roth

Also kann man bis jetzt zusammenfassen,

00:44:41 Alexander Roth

Dunkelflauten treiben den Bedarf an langfrist Stromspeichern.

00:44:45 Alexander Roth

Was wir dann in der Studie gemacht haben, wir haben ja dann verschiedene Szenarien gerechnet, so bisschen einmal dieses Politik, das politikrelevante Szenario, aber wir haben ja auch so ein paar, ich sag mal, akademische Szenarien gerechnet und zwar einmal überhaupt ohne Austausch zwischen den Ländern und einmal auch mit quasi unbegrenzten Austausch und zwar Austausch, mein ich jetzt, Strom und Wasserstoffaustausch zwischen den Ländern.

00:45:06 Alexander Roth

Das ist ja eine, eine, ein spannender

00:45:08 Alexander Roth

darauf sollten wir vielleicht noch mal eingehen, wie eigentlich dieser der der Austausch zwischen den der Energieaustausch zwischen Ländern eben diesen Bedarf beeinflusst.

00:45:16 Alexander Roth

Aber eine eine zweite doch interessante Finding war ja, was wir dann gesehen haben, doch dass der Bedarf zwischen den Jahren doch sehr stark schwankt.

00:45:23 Alexander Roth

Kannst du da noch was zu sagen, Martin, zwischen diese diese Varianz, bevor wir auf die auf den Austausch eingehen.

00:45:28 Martin Kittel

Ja, gerne, also was wir festgestellt haben, ist, dass in den vergangenen Wetterjahren, die wir uns angeschaut haben, die Dunkelflauten eben unterschiedlich stark ausgeprägt sind.

00:45:38 Martin Kittel

oder auch unterschiedlich stark zeitlich miteinander korrelieren.

00:45:41 Martin Kittel

Also entweder in den europäischen Ländern zur gleichen Zeit auftreten, das würde dann zu einem höheren Bedarf an Langfristspeicherkapazität führen, oder eben auch zu völlig verschiedenen Zeitpunkten, so dass man dann stärker die Dunkelflauten räumlich glätten kann, indem man eben Strom oder auch Wasserstoff über die entsprechenden Netzinfrastrukturen austauscht.

00:46:01 Wolf-Peter Schill

Ich glaube, jetzt brauchen wir mal ein paar Zahlen, so also wenn wir jetzt mal dieses

00:46:05 Wolf-Peter Schill

ganz optimistisches Szenario nehmen, dass wir perfekt den Strom und auch Wasserstoff durch Europa herumschieben könnten, wir also so eine Art Kupferplatte realisiert hätten.

00:46:15 Wolf-Peter Schill

Wie viel Speicherkapazität brauchen wir da, um die übelste, extremste Dunkelflaute in den Daten abzufedern?

00:46:23 Martin Kittel

Vielleicht als kleiner, das Klima, das ist natürlich eine reine

00:46:26 Martin Kittel

ein rein akademisches Szenario.

00:46:28 Martin Kittel

Ja, wir werden jetzt unser Strom und auch Wasserstoffnetz nie perfekt ausbauen können, einfach weil diese der Ausbau von dieser Infrastruktur viel zu teuer wäre.

00:46:37 Martin Kittel

Aber wenn wir einfach mal annehmen, dass wir unbegrenzt den Austausch, den grenzüberschreitenden Austausch von Strom und auch Wasserstoff in ganz Europa bewerkstelligen können, selbst dann sehen wir, dass wir in diesem, in dieser kostenminimalen Konfiguration des zukünftigen Stromsystems

00:46:54 Martin Kittel

immer noch Investitionen in den Langfristspeicher sehen und zwar als kleines Beispiel in in dem ganz extremen Falle im Winter 1996 97 ungefähr 150 Terawattstunden.

00:47:07 Wolf-Peter Schill

150 Terawattstunden, das kann man vielleicht so einordnen, das sind so ungefähr 3% der Stromnachfrage, die wir hier annehmen, der jährlichen Stromnachfrage, also 3% dessen, was insgesamt in Europa jährlich an Strom verbraucht wird, müsste sozusagen aus dem Speicher kommen.

00:47:23 Wolf-Peter Schill

Und wie sieht es jetzt aus, wenn wir also wegkommen von dieser idealisierten Annahme, dass der Strom ganz frei durch Europa fließen kann, in einem eher ja politikrelevanten Szenario mit begrenzten Stromübertragungskapazitäten?

00:47:35 Wolf-Peter Schill

Wie sieht es da aus?

00:47:36 Martin Kittel

Also, wie schon gesagt, wir werden dieses rein akademische Szenario nie erreichen können, wenn wir jetzt die Ausbauziele für das Strom und Wasserstoffnetz der europäischen Übertragungsnetzbetreiber annehmen, also in einem

00:47:52 Martin Kittel

ja weitestgehend politikrelevanten Fall, dann kommen wir eben auf einen Langfristspeicherbedarf von ungefähr 350 Terawattstunden in unserem Extrembeispiel in dem Winter 1900 9697 und da kann man sagen, das ist wirklich echt ein erheblicher Bedarf, weil wir derzeit im Bereich von Installationen von oder Kapazitäten im Bereich weniger Gigawattstunden in in Europa aufgebaut haben.

00:48:16 Martin Kittel

Das heißt, wir sind mehrere Größenordnungen unter dem eigentlichen Bedarf.

00:48:20 Wolf-Peter Schill

Aber also um das so ein bisschen einzuordnen, diese

00:48:22 Wolf-Peter Schill

350 Terawattstunden, die entsprechen ungefähr 7% der jährlichen Stromnachfrage in diesem modellierten Szenario.

00:48:29 Wolf-Peter Schill

Also das ist schon erheblich, aber man kann es jetzt auch einfach mal vergleichen mit dem, was wir heute bereits an Gasspeichern realisiert haben und haben wir in Deutschland allein schon so um die 250 Terawattstunden Untergrund-Erdgasspeicher und in Europa insgesamt noch mal deutlich mehr.

00:48:46 Wolf-Peter Schill

Das heißt, das was wir hier in

00:48:48 Wolf-Peter Schill

in einem voll erneuerbaren Energiesystem bräuchten, unter einigermaßen konservativen Annahmen an Stromspeicherkapazität, um die dunkel, die schlimmste Dunkelflaute zu überbrücken.

00:48:59 Wolf-Peter Schill

Das ist sozusagen weniger als das, was wir heute an Erdgasspeicherkapazität in Europa bereits haben.

00:49:06 Alexander Roth

Wobei man sagen muss, dass

00:49:08 Alexander Roth

Erdgas in der in der in der Art, wie es gerade gespeichert ist, mehr Energie hat.

00:49:12 Alexander Roth

Also dieselben Erdgasspeicher könnten nicht die gleiche Menge an an Wasserstoff speichern.

00:49:16 Wolf-Peter Schill

Das stimmt, man braucht mehr Speicher, weil ich in eine einzelne Kaverne weniger Energie in Form von Wasserstoff reinkriege als Erdgas.

00:49:24 Wolf-Peter Schill

Aber die insgesamt zu vorzuhaltende Energiespeicherkapazität in Terawattstunden, die ist natürlich hoch, aber die ist jetzt nicht so völlig aus der Welt, würde ich argumentieren.

00:49:33 Martin Kittel

Genau und dabei könnte man vielleicht noch sagen, jetzt wenn man sich auf die Größe

00:49:36 Martin Kittel

der vorhandenen Erdgasuntergrundspeicherkapazitäten in Deutschland bezieht, wenn man sie jetzt dann umrechnet und vergleicht mit dem voraussichtlichen Bedarf, den wir in 2050 haben werden, kommt man schon zu dem Ergebnis, dass man wahrscheinlich auch neue Erdgasspeicher realisieren muss.

00:49:51 Wolf-Peter Schill

Also das neue Wasserstoffspeicher, Entschuldigung, neue Wasserstoffspeicher, genau, genau, also das müsste man sicher im großen Umfang realisieren, aber wir

00:50:00 Wolf-Peter Schill

könnten das auch tun.

00:50:01 Wolf-Peter Schill

Also die natürlichen Potenziale, die sind riesig.

00:50:03 Wolf-Peter Schill

Es gibt ganz viel geeignetes Gestein, Salzgestein, wo man eben solche Kavernen errichten kann.

00:50:08 Alexander Roth

Wobei man dann sagen muss, das Problem bei den Kavernenspeichern ist, dass die halt unter Tage gebaut werden und dass im Vergleich zu Infrastruktur über Tage, die man im Vergleich dazu Anführungsstrichen einfach richten kann, sind untertägige Anlagen doch einfach

00:50:23 Alexander Roth

komplizierter auf technisch, aber auch auch von der von der von der Regulierung her zu errichten.

00:50:28 Alexander Roth

Da sind so Dinge wie so Bergrechte, so fallen da mit rein, ohne es da ins Detail gehen zu wollen.

00:50:33 Alexander Roth

Das heißt, da müsste da, ich glaub, das werden wir gleich auch noch mal diskutieren, eher früher als später anfangen.

00:50:38 Wolf-Peter Schill

Aber ich glaube, unser Punkt ist, dass wir hier so eine Hausnummer mal modelliert haben, was man eben bräuchte an Speicherkapazität, mit der wir über die Dunkelflaute kommen und diese Hausnummer an Speicherkapazität, die scheint halt jetzt nicht

00:50:51 Wolf-Peter Schill

völlig aus der Welt zu sein, sondern das erscheint uns grundsätzlich plausibel, dass man das realisieren könnte.

00:50:56 Martin Kittel

Genau, und vielleicht auch noch mal ein bisschen zur Einordnung, diese ungefähr 350 Terawattstunden, die stellen jetzt wirklich eine obere Grenze dar.

00:51:04 Martin Kittel

Ja, also wir haben ja diese eher stringente Annahme getroffen, dass wir einen vollständig erneuerbaren Stromsektor in 2050 in Europa haben.

00:51:13 Martin Kittel

das kann man natürlich auch anders sehen.

00:51:15 Martin Kittel

Also es mit einer gewissen Wahrscheinlichkeit gibt es natürlich dann auch noch andere Technologien, wie zum Beispiel Atomkraft, die dann diesen Bedarf an Langfristspeicher Energie ganz wesentlich auch verringern können.

00:51:27 Wolf-Peter Schill

Und man muss sagen, das ist jetzt wirklich der Bedarf für das für die größte Dunkelflaute, die also tatsächlich nur einmal in diesen mehr als 3 Jahrzehnten in den Daten auftritt, die

00:51:36 Wolf-Peter Schill

die nächstgrößte ist schon, braucht schon deutlich weniger Speicher.

00:51:40 Wolf-Peter Schill

Also das ist wirklich das, was wir für das größte Einzelereignis bräuchten.

00:51:44 Wolf-Peter Schill

Wenn man das zumindest teilweise noch anders abdecken könnte, bräuchte man tatsächlich noch mal deutlich weniger Langfriststromspeicher.

00:51:52 Martin Kittel

Und das ist ein ganz interessantes Ergebnis, weil wir eben sehen, dass es in einem langen Zeitraum über viele Dekaden dann doch auch einen Winter geben kann, in dem die Dunkelflauten sehr, sehr stark ausgeprägt sind.

00:52:05 Martin Kittel

und wir quasi auch einen sehr, sehr hohen Bedarf an an Speicherenergie haben.

00:52:09 Martin Kittel

Und das Problem bei der Sache ist, dass jetzt aus der Perspektive eines Speicherbetreibers sich eine Investition auch für dieses Extremereignis gar nicht wirklich lohnen würde, weil diese dieses Asset, wenn ich einmal da rein investiert hab, wahrscheinlich gar nicht wirtschaftlich wäre und wahrscheinlich gar nicht genügend Revenue oder Umsatz erzeugen würde, damit es sich zum Schluss lohnt.

00:52:29 Wolf-Peter Schill

Und was wir jetzt hier auch noch gesehen haben in dieser Modellierung ist, dass die Langfristspeicher natürlich nicht allein das

00:52:35 Wolf-Peter Schill

machen, sondern dass es eigentlich so ein Zusammenspiel von verschiedenen Technologien gibt, insbesondere von so Kurzfristspeichern und Langfristspeichern.

00:52:42 Wolf-Peter Schill

Und das schließt so ein bisschen an an eine Debatte, die man zurzeit ja auch sieht, dass viele Menschen argumentieren, ja, aber auch die Batteriespeicher helfen uns ja auch in einer Dunkelflaute.

00:52:51 Wolf-Peter Schill

Und das stimmt, das finden wir hier auch, weil während dieser längeren Perioden, während so ein Langfristspeicher geladen oder auch entladen wird, machen tatsächlich die Kurzfristspeicher die Batterien

00:53:02 Wolf-Peter Schill

Noch mal was anderes und das ist ganz hilfreich in dem Gesamtsystem, weil diese Batterien es eben dann erlauben, die Ladung oder Entladung dieser Langfristspeicher zu glätten.

00:53:13 Wolf-Peter Schill

Da braucht man dann weniger Leistung, Einspeicherleistung oder Ausspeicherleistung, wenn man gewisse Peaks auf der Nachfrageseite oder beim erneuerbaren Überschuss eben über zusätzliche Kurzfristspeicher glättet.

00:53:26 Wolf-Peter Schill

Insofern finden wir hier schon, das gibt ein günstiges oder optimales Zusammenspiel, zum Beispiel von Kurz

00:53:32 Wolf-Peter Schill

Und langfrist speichern, aber man kommt halt nicht dran vorbei, dass in diesen Dunkelflauten eben über größere Zeit eine große Menge Energie bereitgestellt werden muss, und das leistet dann halt gerade eben diese Langfristspeicher.

00:53:45 Martin Kittel

Was man eben auch sieht, ist, dass sobald diese Langfristspeicher im System sind, die jetzt natürlich nicht nur ausschließlich für die Bewältigung von Dunkelflauten genutzt werden, sondern wenn sie eben schon im System da sind und man diese Investition auch tätigt, sie dann auch natürlich für den Ausgleich anderer Variabilität nutzt.

00:54:03 Martin Kittel

Also zum Beispiel sieht man dann auch, dass die Langfristspeicher zum Beispiel im Sommer genutzt werden, um die PV-Spitze aus den Mittagsstunden.

00:54:12 Martin Kittel

in die Abendstunden zu verschieben, wenn dann eben eine höhere Nachfrage besteht.

00:54:18 Wolf-Peter Schill

OK, dann lass es doch noch zu einer anderen Technologie kommen, die viele Leute immer wieder fordern, nämlich was ist denn, wenn wir doch Atomkraft im System haben, vielleicht nicht zwingend in Deutschland, aber es gibt ja auch unsere Nachbarländer, zum Beispiel Frankreich, die stark auf die Atomkraft setzen oder vielleicht auch nicht nur Atomkraft, sondern irgendwelche andere steuerbare Grundlast, was ändert sich dann mit diesen Speicherbedarfen?

00:54:41 Martin Kittel

Um das zu untersuchen, haben wir eben angenommen, dass wir auch in Europa nicht unwesentliche Kapazitäten an an Atomkraft installieren.

00:54:49 Martin Kittel

Und in dem Fall, wenn wir zum Beispiel Atomkraft verfügbar haben, dann zeigt sich, dass wir den Speicherbedarf in allen unseren untersuchten Wetterjahren und insbesondere auch in dem Extremmeter 1996 97 doch ganz wesentlich verringern können, ungefähr in der Größenordnung von ein Drittel.

00:55:07 Martin Kittel

Warum ist das so?

00:55:08 Martin Kittel

Die Atomkraftwerke.

00:55:10 Martin Kittel

können annahmegemäß auch zu Zeiten dieser schweren Dunkelflauten Strom erzeugen.

00:55:15 Martin Kittel

Dieser Strom kann dann natürlich entsprechend der Austauschkapazitäten in Europa hin und her geschoben werden, um die Stromnachfrage in den einzelnen Ländern und Stromsektoren dann auch zu bedienen.

00:55:26 Wolf-Peter Schill

Umgekehrt heißt das aber auch, dass selbst wenn man Atomkraft so weiter fort betreiben würde, wie das in Europa heute der Fall ist, dass wir immer noch

00:55:34 Wolf-Peter Schill

In recht hohem Umfang bräuchten diese Langfriststromspeicher.

00:55:38 Wolf-Peter Schill

Also, das zeigen ja auch zusätzliche Analysen, die wir hier gemacht haben.

00:55:41 Wolf-Peter Schill

Solange wir nennenswert Windkraft und Photovoltaik im System haben, sind auch immer Langfristspeicher Teil dieses optimalen.

00:55:50 Wolf-Peter Schill

Kraftwerksparks.

00:55:51 Wolf-Peter Schill

Also, wir werden die sozusagen nicht los, selbst wenn es noch Atomkraft gibt.

00:55:54 Martin Kittel

Voraussetzung dafür, dass die Atomkraft aber wesentliche Beiträge zu Zeiten der Dunkelflauten bringen kann, ist aber ein flexibler Betrieb von den Atomkraftwerken.

00:56:03 Martin Kittel

Also, wir sehen in unserer Modellierung, dass die eben nicht nur genutzt werden in Zeiten von extremen Dunkelflauten, um die Nachstromnachfrage zu bedienen, sondern auch für den Ausgleich von und der untertägigen Schwankung der Stromerzeugung aus der Photovoltaik.

00:56:18 Martin Kittel

Und da ist natürlich die Frage, ob zukünftige Technologien für Reaktortechnologien diese Flexibilität auch erbringen können.

00:56:26 Martin Kittel

Nun, und jetzt gibt es natürlich noch eine weitere Option.

00:56:28 Martin Kittel

Man könnte sagen, dass wir.

00:56:30 Martin Kittel

Backup-Kraftwerke installieren, die mit fossilen Energieträgern laufen, also Ölkraftwerke oder Gaskraftwerke zum Beispiel.

00:56:37 Martin Kittel

Die haben alle ihre verschiedenen Vor und Nachteile und dass die damit verbundenen Emissionen aus der Verbrennung von diesen fossilen Energieträgern dann eben mittels Carbon Capture und Storage kompensiert werden oder auch gar nicht kompensiert werden.

00:56:52 Martin Kittel

Und in einer Sensitivitätsanalyse haben wir uns da zumindest den ersten Fall noch mal angeschaut und haben festgestellt, dass der

00:56:58 Martin Kittel

Einfluss von von dieser Technologieoption auf den Langfristspeicherbedarf für realistische Kosten von CCS eher eingeschränkt ist.

00:57:09 Wolf-Peter Schill

OK, ich glaube, dann müssen wir vielleicht am Ende noch so ein bisschen so ein paar wichtige Annahmen, die wir da getroffen haben, so noch mal kritisch einordnen.

00:57:16 Wolf-Peter Schill

Also, wir haben ja den Befund, wir überbrücken die Dunkelflaute durch Langfriststromspeichern, die wir mit Wasserstoffkavernen realisieren, die ganz überwiegend in Deutschland stehen

00:57:27 Wolf-Peter Schill

Und das funktioniert in unserem Modell Modell auch deswegen eben relativ gut, weil wir recht ja optimistische Annahmen dazu treffen, wie gut eben der Strom nicht nur zwischen den Ländern transportiert werden kann, sondern auch innerhalb der Länder.

00:57:40 Wolf-Peter Schill

Da gehen wir halt davon aus, dass es da praktisch keine keine Netzengpässe gibt.

00:57:44 Wolf-Peter Schill

Und was den, was die Wasserstoffnetze angeht, muss man sagen, da gibt es natürlich in Wirklichkeit auch einen gewissen gewisse Friktionen oder Herausforderungen bei dem Hochlauf von so einer Wasserstoffinfrastruktur und eine.

00:57:57 Wolf-Peter Schill

recht große Koordination, die da auch erforderlich um ist, um diese Wasserstoffnetze tatsächlich hergestellt zu kriegen, von denen wir halt so ein bisschen schlank hier abstrahieren.

00:58:08 Wolf-Peter Schill

Und nicht zuletzt mag das auch nicht für alle Länder in Europa so ganz attraktiv sein, diese Perspektive, dass die Wasserstoffkavernen in Norddeutschland letztlich große Teile Europas mit Strom versorgen während einer solchen Dunkelflaute.

00:58:23 Wolf-Peter Schill

Also es könnte gut sein, dass es da doch auch

00:58:25 Wolf-Peter Schill

den Wunsch gibt, dass man das eher regionaler oder lokaler auch mit Speichern absichert, so eine Dunkelflaute.

00:58:31 Martin Kittel

Wobei man da einschränken muss, dass die Investitionen, die wir in unserem Modell jetzt vorfinden, sich zwar ein Stück weit in Deutschland konzentrieren, aber von den gesamten Investitionen in Gesamteuropa nur ungefähr 20 bis 30% ausmachen.

00:58:48 Martin Kittel

Das heißt, auch andere Länder werden höchstwahrscheinlich auch diese Langfristspeicher installieren können.

00:58:54 Alexander Roth

Und vielleicht noch auch Einschränkungen zu sagen, dass das Szenario, was wir rechnen, kommt ja aus dieser 20 zweiundzwanziger Welt, wo vielleicht auch noch einige Annahmen über die Zukunft des Wasserstoff noch etwas optimistischer sind, als man sie vielleicht heute rechnen würde.

00:59:09 Alexander Roth

Also damals wurde vielleicht auch noch etwas optimistischer drauf geschaut, wie viel Wasserstoff produziert noch verbraucht wird und wie dann das das das passende Netz dazu dazu dazu designt werden müsste.

00:59:20 Alexander Roth

Und das haben wir dann genommen.

00:59:21 Alexander Roth

Vielleicht würde man

00:59:24 Alexander Roth

2026 das auch noch mal anders sehen und dann würden vielleicht auch die Netze klar sein.

00:59:27 Alexander Roth

Das heißt, der Wasserstoff würde dann vielleicht auch nicht mal die große Rolle spielen, was dann auch in Teilen zumindest auch unsere Ergebnisse beeinflussen würde.

00:59:35 Wolf-Peter Schill

Und nicht zuletzt muss man sagen, wir gehen hier auch all in mit dem Klimaschutz und sagen, wir wollen wirklich ein komplett klimaneutrales Energiesystem haben, das eben auf erneuerbaren Energien basiert.

00:59:46 Wolf-Peter Schill

Sofern wir das sozusagen nicht ganz erreichen, ist

00:59:50 Wolf-Peter Schill

ist relativ offensichtlich, dass ein sozusagen fossiles Backup für wenige Stunden in Dunkelflauten den Speicherbedarf halt deutlich minimieren oder deutlich reduzieren könnten.

01:00:03 Wolf-Peter Schill

Und wahrscheinlich haben wir jetzt in Europa noch in absehbarer Zukunft noch nicht dieses 100% erneuerbares Szenario, aber uns erschien es halt interessant, gerade so ein wirklich progressives Szenario rein erneuerbar eben auch zu rechnen.

01:00:20 Wolf-Peter Schill

mit dem Schluss, dass das halt auch funktioniert.

01:00:22 Wolf-Peter Schill

Also diesen diesen Langfristspeicherbedarf, der ist nicht unerheblich, aber der scheint uns jetzt auch nicht völlig unplausibel, den herzustellen.

01:00:29 Wolf-Peter Schill

Also das geht auch rein erneuerbar mit Wasserstoffstromspeichern.

01:00:34 Alexander Roth

Gut, dann würd ich sagen, lass uns mal auf die Zielgerade einbiegen und wir haben ja das, wir haben jetzt am Anfang ein paar Technologien besprochen, wir haben jetzt die das Paper besprochen und die Hauptaussagen kurz erläutert.

01:00:48 Alexander Roth

Was

01:00:49 Alexander Roth

was können jetzt die Hörerinnen davon mitnehmen?

01:00:51 Alexander Roth

Also vor allem energiepolitische Schlussfolgerungen, was muss gemacht werden, was, was ist der, was ist, was sind die verschiedenen Takeaways, wer mag anfangen von euch beiden?

01:01:01 Martin Kittel

Also zum einen kann man natürlich sehen, dass die Integration der europäischen Strommärkte, also ein ja europäischer Stromverbund, in dem es möglich ist, ganz viel Strom und Wasserstoff auszutauschen, ist total hilfreich für die Bewältigung von Dunkelflotten,

01:01:15 Martin Kittel

kann aber das Problem insbesondere bei dem Auftreten von extremen Dunkelflauten nicht komplett alleine lösen.

01:01:22 Martin Kittel

Also dafür werden wir höchstwahrscheinlich auch noch andere Technologien brauchen, wie zum Beispiel eben diesen wasserstoffbasierten Langfriststromspeicher.

01:01:30 Martin Kittel

Und dabei ist jetzt zu sagen, dass die Technologien grundsätzlich relativ lange Vorlaufzeiten für die Implementierung haben.

01:01:36 Martin Kittel

Und dabei ist allerdings zu beachten,

01:01:38 Martin Kittel

Dass die Installation, die Implementierung von diesen Langfristspeichern relativ lange dauert, je nachdem, ob man jetzt bestehende Speichieranlagen umrüstet, bestehende Gasspeichieranlagen zum Beispiel, oder diese Langfristspeicher komplett neu baut, spricht man da in den Studien von 5 bis circa 15 Jahren.

01:01:58 Martin Kittel

Und wie wir auch versucht haben zu erläutern, wir, wir sehen in unserem Modell einen langfristig einen sehr, sehr hohen Bedarf in der Größenordnung von, sagen wir mal, mehreren 100 Terawattstunden.

01:02:08 Martin Kittel

Und das bedeutet, dass man bereits jetzt schon darüber nachdenken sollte und jetzt schon einsteigen sollte in diese Technologie und das auf irgendeine Art und Weise anreizen sollte.

01:02:19 Wolf-Peter Schill

Ja, also dieser Einstieg in so eine langfristige Stromspeicherung über Wasserstoffkavernen, der scheint uns einfach nötig.

01:02:28 Wolf-Peter Schill

Kurzfristig ist also, wenn man denkt, dass wir

01:02:30 Wolf-Peter Schill

bei praktisch 0 starten, ist eigentlich nicht zu befürchten, dass wir da irgendwie zu viel machen könnten, sondern man kann eigentlich gar nicht früh genug anfangen, diese doch recht langwierigen Projekte tatsächlich mal anzugehen.

01:02:43 Wolf-Peter Schill

Also deswegen würde ich schon sagen, die klare Politikempfehlung wäre jetzt wirklich mal einsteigen in wasserstoffbasierte Langfriststromspeicher.

01:02:52 Wolf-Peter Schill

Es gibt natürlich die Sichtweise, ja, das

01:02:55 Wolf-Peter Schill

kostet uns jetzt aber, aber wir brauchen das ja erst langfristig und man muss sagen, wir sind aktuell ja in so einem Energiewende Umfeld, wo die Kosten recht stark betont werden und wo man auch vielleicht mit gutem Grund sagen kann, first things first.

01:03:09 Wolf-Peter Schill

Jetzt machen wir erstmal erneuerbaren Ausbau und Elektrifizierung und über die Dinge, die wir 2045 2050 brauchen, kümmern wir uns später.

01:03:16 Wolf-Peter Schill

Trotzdem würde ich argumentieren, gerade mit diesen langen Vorlaufzeiten, es wäre wirklich sinnvoll,

01:03:22 Wolf-Peter Schill

Jetzt einzusteigen und schon mal erste Erfahrung zu sammeln mit diesen Langfriststromspeichern und auch mal in diese ganze Technologie reinzukommen, die Lieferketten hochzufahren, weil es sonst glaub ich sehr schwer wird.

01:03:34 Wolf-Peter Schill

irgendwann später sehr schnell viele, viele Terawattstunden von diesen Dingen zu bauen.

01:03:39 Martin Kittel

Genau, und dann haben wir ja auch gesehen, dass es möglicherweise Jahre gibt, die in denen dunkelflaute Ereignisse auftreten, die wirklich sehr, sehr schwer ausgeprägt sind und die einen hohen Bedarf an an Langfristspeicher Energie mit sich bringen.

01:03:53 Martin Kittel

Und aus der Perspektive von einem Speicherbetreiber ist es aber gar nicht unbedingt

01:03:59 Martin Kittel

lohnenswert, dann auch so viel, so viel Kapazität zu implementieren, dass man eben auch dieses seltene Ereignis, was beispielsweise alle mehrere Dekaden auftritt, dann noch ausgleichen kann.

01:04:11 Martin Kittel

Sondern ein Speicherbetreiber wird natürlich versuchen, die Dimensionierung seiner Assets so auszugestalten, dass diese auch eben wirtschaftlich sind.

01:04:19 Martin Kittel

Das heißt, an der Stelle muss man sich überlegen, ob man die Investitionen anders anreizen kann, zum Beispiel in Form von staatlicher Förderung.

01:04:27 Martin Kittel

oder eben andere Alternativen findet.

01:04:30 Martin Kittel

Also indem man ja jetzt andere Flexibilität im System mobilisieren kann, die dann nur extrem selten für ja die Überbrückung dieser sehr, sehr selten auftretenden Dunkelflauten genutzt werden kann.

01:04:44 Martin Kittel

Vielleicht ein kleines Beispiel an der Stelle in Neuseeland, das ist ein Inselsystem, da gibt es einen Vertrag zwischen der Regierung und zwischen Rio Tinto,

01:04:55 Martin Kittel

Die Rio Tinto betreibt ein Aluminiumwerk, das einen großen Anteil der Stromnachfrage ausmacht.

01:05:01 Martin Kittel

Der Stromsektor in Neuseeland hat einen sehr hohen Anteil an der Wasserkraft.

01:05:07 Martin Kittel

was jetzt bei uns die Dunkelflaute ist in Europa, ist in Neuseeland ein Trockenjahr, weil man dann eben die Wasserkraft sehr gering nutzen kann.

01:05:15 Martin Kittel

Und dann sieht diese Vereinbarung zwischen der Regierung und Rio Tinto eben vor, dass die Regierung in seltenen Fällen in Zeiten von diesen Trockenjahren das Aluminiumwerk über einen gewissen Zeitraum auch herunterfahren kann.

01:05:29 Martin Kittel

Also, dass man sozusagen nachfrageseitige Flexibilität in der Industrie

01:05:34 Martin Kittel

realisieren kann.

01:05:35 Martin Kittel

Dazu würde ich noch eine Einschränkung machen wollen.

01:05:37 Martin Kittel

Neuseeland ist ein Inselnetz, Europa ist großflächig sehr stark vernetzt, deswegen stellt sich die Frage, ob jetzt dieses konkrete Beispiel auch direkt für Europa oder Deutschland übertragbar wäre.

01:05:49 Wolf-Peter Schill

Aber man kann natürlich grundsätzlich das schon übertragen, auch auf jetzt solche Langfristspeicher hier bei uns, da ist eben relativ offensichtlich, wenn die

01:05:57 Wolf-Peter Schill

nur selten gebraucht werden, im Extremfall die maximale Speicherkapazität nur alle 35 Jahre, wie in unserem Beispiel, dann ist sehr klar, das wird vom Markt alleine nicht bereitgestellt.

01:06:07 Wolf-Peter Schill

Das muss man irgendwie anreizen, fördern oder zumindest absichern, solche Investitionen.

01:06:13 Wolf-Peter Schill

Und dazu gibt es auch ganz verschiedene Ideen.

01:06:15 Wolf-Peter Schill

Man könnte direkte Investitionen bezuschussen, man könnte auch mit irgendwelchen Amortisationskonten arbeiten oder dann den Betrieb.

01:06:22 Wolf-Peter Schill

fördern, die Betriebskosten zum Beispiel über irgendwelche Marktprämien oder Mindesterloße garantieren.

01:06:27 Wolf-Peter Schill

Dazu haben wir auch mal so ein bisschen verschiedene Ideen aufgeschrieben in einem weiteren Erklärstück aus dem tollen Ariadne-Projekt.

01:06:34 Wolf-Peter Schill

Das verlinken wir auch.

01:06:35 Wolf-Peter Schill

Da gibt es verschiedene Ideen.

01:06:37 Wolf-Peter Schill

Ich glaube, da steht man im Moment noch ziemlich am Anfang, aber klar ist, wenn wir das im großen Stil wollen, mit langfrist Stromspeichern zur Absicherung der Energiewende für die Dunkelflaute, dann müssen wir das in irgendeiner Weise

01:06:49 Wolf-Peter Schill

anschieben und solche Investitionen auch attraktiv machen und absichern.

01:06:52 Alexander Roth

Und ich meine, wenn es um Ereignisse geht, die alle 35 Jahre passieren, dann kann man natürlich auch darüber reden, ob man nicht von staatlicher Seite Reserven anlegt.

01:07:02 Alexander Roth

Das haben wir heute schon.

01:07:03 Alexander Roth

Es gibt Reserven für alle möglichen Produkte, unter anderem auch für Öl, die eben gerade dafür da sind, wenn es eben mal 'n Problem gibt auf den internationalen Ölmärkten, dass man die dann nutzen kann.

01:07:13 Alexander Roth

Also ich glaub, da muss man auch unterscheiden zwischen, ich sag mal,

01:07:16 Alexander Roth

längeren Dunkelflautenperioden, die alle paar Jahre vorkommen, die von vielleicht durch 'ne Mischung aus Markt und vielleicht 'n Art Fördersystemen anreizen kann, kurzfristigen Perioden, die man die eh marktgetrieben abgedeckt werden können und diesen Extremereignissen.

01:07:33 Alexander Roth

Ja, das ist dann vielleicht noch mal 'ne andere Kategorie und es gibt ja gerade auch 'ne Diskussion zu zum Thema Erdgasreserve, könnte ja auch vielleicht in der Zukunft mal in eine Wasserstoffreserve umgewandelt werden.

01:07:43 Wolf-Peter Schill

Und wo wir gerade bei aktuellen Entwicklungen sind,

01:07:45 Wolf-Peter Schill

gerade wurde ja auch das sogenannte Strom VKG beschlossen, also so eine Art Stromversorgungsicherheitsgesetz, wo Kraftwerke ausgeschrieben werden sollen, also vor allem Erdgaskraftwerke, um eher so mittelfristig die Versorgungssicherheit zu gewährleisten.

01:08:01 Wolf-Peter Schill

Das ist ein ja stark diskutiertes Thema, ich glaube, wir haben auch alle viele Gedanken dazu, wir können ja nicht in die Tiefe gehen, aber klar ist, es werden jetzt also erstmal 9 Gigawatt Kraftwerke ausgeschrieben, die sollen Wasserstoff ready sein, also

01:08:14 Wolf-Peter Schill

umrüstbar sein auf den Betrieb mit Wasserstoff und spätestens dann 2045 auch komplett klimaneutral betrieben werden.

01:08:21 Wolf-Peter Schill

Und an der Stelle ist es uns, glaube ich, wichtig zu sagen, dieses dieses Gesetz hat jetzt eigentlich ein bisschen einen anderen Fokus, nämlich da geht es um die nächsten, ich sag mal, 10 Jahre ungefähr, während ja auch der Kohleausstieg realisiert werden soll.

01:08:33 Wolf-Peter Schill

Da ist die Befürchtung, dass da nicht genügend gesicherte Leistung da ist.

01:08:36 Wolf-Peter Schill

Unsere Forschung hier hat ja eher den Fokus auf die lange Frist und ein rein erneuerbares Energiesystem.

01:08:42 Wolf-Peter Schill

Trotzdem könnte man eben argumentieren, die Ausspeichereinheiten von unseren Langfriststromspeichern, nämlich das, was aus dem Wasserstoff, der aus der Kaverne kommt, wieder Strom macht, diese Gasturbine, die könnten im Grunde genau auch diese Kraftwerke sein, wenn sie denn auf Wasserstoff umgerüstet würden.

01:09:01 Wolf-Peter Schill

Und da stellt, da würde man schon denken, wär doch gut, wenn man die auch gleich Wasserstoff ready macht und vielleicht auch direkt Wasserstoff verfügbar macht, muss man aber sagen,

01:09:11 Wolf-Peter Schill

Stand heute würde das halt doch, wird das wahrscheinlich recht hohe Zusatzkosten verursachen und wir haben halt wahrscheinlich noch auf lange Sicht nicht diese großen Mengen Wasserstoff überhaupt verfügbar.

01:09:23 Wolf-Peter Schill

Zudem ist die Frage, wo stehen die Dinger und wo ist der Wasserstoffspeicher und welches Wasserstoffnetz hat man in der Zukunft?

01:09:29 Wolf-Peter Schill

Also vor dem Hintergrund würde ich persönlich denken, wäre zwar wünschenswert, wenn wir diese Kraftwerke dann später gleich mit Wasserstoff betreiben könnten, aber es ist glaub ich jetzt vom Timing her einfach so, dass wir

01:09:40 Wolf-Peter Schill

da wahrscheinlich keinen allzu großen Fokus drauf legen können und lieber spezifisch noch mal Wasserstoffspeicher mit solchen Rückverstromungseinheiten fördern sollten.

01:09:50 Martin Kittel

Aufgrund all dieser Schwierigkeiten hat die Politik sich auch dazu entschieden, dass die Umrüstung auf den Wasserstoff dann tatsächlich auch erst in den 20 40er Jahren bewerkstelligt werden soll.

01:10:01 Martin Kittel

Das heißt, die Politik sieht diese ganze Schwierigkeiten und schiebt es quasi etwas ja auf die auf die lange Bank in der Hoffnung, dass bis dahin dann

01:10:09 Martin Kittel

der Wasserstoffhochlauf Hochlauf auch gelingt.

01:10:12 Alexander Roth

Ja, dann lass uns zum Ende der Folge doch noch mal zusammenfassen, was wir heute besprochen haben, Martin.

01:10:19 Martin Kittel

Wir haben heute ausführlich diskutiert, dass wir zukünftig in unserem Energiesystem mit Dunkelflauten zurechtkommen müssen und eine der möglichen, ja technologischen Lösungen dafür ist eben der langfrist Stromspeicher, wasserstoffbasierte Untergrundspeicher dieser

01:10:36 Martin Kittel

Wasserstoff kann dann genutzt werden zur Rückverstromung, um eben Strom zu Zeiten von diesen Dunkelflauten zu erzeugen.

01:10:41 Martin Kittel

Und an unserer Analyse hat sicherlich ihre Einschränkung, zeigt aber auch, dass diese technologische Option durchaus geeignet ist, um mit Dunkelflauten, auch mit extremen Dunkelflauten, umzugehen.

01:10:54 Martin Kittel

Und warum ist das so?

01:10:55 Martin Kittel

Na ja, wir haben in Europa einfach eine gewisse Saisonalität, wir haben die Temperaturgetriebene.

01:11:01 Martin Kittel

Saisonalität der Stromnachfrage.

01:11:04 Martin Kittel

Im Winter haben wir einfach eine höhere Stromnachfrage, insbesondere wenn die Elektrifizierung der Raumwärme noch weiter voranschreitet.

01:11:09 Martin Kittel

Das heißt, im Winter brauchen wir mehr Energie.

01:11:12 Martin Kittel

Wir haben aber auch die Saisonalität auf der Erzeugungsseite, insbesondere die Solarenergie ist dabei zu nennen, die natürlich im Sommer viel, viel mehr Strom bereitstellen kann als im Winter.

01:11:23 Martin Kittel

Und um mit diesen Saisonalitäten und auch mit

01:11:27 Martin Kittel

schwer ausgeprägten Dunkelflauten umzugehen, erscheint jetzt und der Langfriststromspeicher, also wasserstoffbasierte Untergrundspeicher, eine sinnvolle Option.

01:11:38 Wolf-Peter Schill

Und wir würden eben wirklich argumentieren, wir sollten damit mal anfangen, wir haben davon praktisch nichts.

01:11:44 Wolf-Peter Schill

Perspektivisch zeigt unsere Forschung, brauchen wir davon wahrscheinlich ziemlich viel, deswegen

01:11:50 Wolf-Peter Schill

einfach mal loslegen.

01:11:51 Wolf-Peter Schill

Das geht aus meiner Sicht selbst dann, wenn wir die Perspektive noch ein bisschen aufweiten und noch weitere Technologien reinnehmen, die bei uns in der Modellierung jetzt nicht so sehr berücksichtigt sind.

01:12:00 Wolf-Peter Schill

Nicht zuletzt auch andere Speicheroptionen, zum Beispiel über biobasiertes Emethanol.

01:12:05 Wolf-Peter Schill

Wie gesagt, dazu haben wir auch schon die nächste Folge in petto, da hört ihr dazu noch ein bisschen mehr.

01:12:10 Wolf-Peter Schill

Trotzdem bleibt es aus meiner Sicht sehr plausibel, dass solche Wasserstoffkaverne Rolle spielen und wir müssen damit mal loslegen.

01:12:16 Alexander Roth

Ja, das war ein super Schlusswort.

01:12:17 Alexander Roth

Danke euch beiden.

01:12:18 Alexander Roth

für die angenehme Diskussion.

01:12:20 Alexander Roth

Es ging doch manchmal sehr in die Tiefe, aber ich glaub, die Hörerinnen haben einiges Neues gelernt zum Thema Wasserstoffspeicher, wie viel wir brauchen und das ist auch die Einordnung zu den anderen Technologien.

01:12:30 Alexander Roth

Auch dieses Paper ist wieder in einem Projektkontext des Projekt Ariadne entstanden.

01:12:35 Wolf-Peter Schill

Das haben wir ja hier im Podcast jetzt schon öfter gehabt, sind richtige Ariadne Festspiele hier in Fossil frei.

01:12:40 Wolf-Peter Schill

Wir hatten einige Folgen dazu schon, nicht zuletzt die Klimatortalitätsszenarien mit Gunnar und Tom, Folge 32

01:12:47 Wolf-Peter Schill

oder auch die Folge zu Wärmespeichern 42 oder zu EU Klimazielen 43.

01:12:52 Wolf-Peter Schill

Das sind alles Projektergebnisse, Paper, die entstanden sind im Ariadne Projekt.

01:12:57 Wolf-Peter Schill

Hört auch gerne noch mal rein, wir verlinken auch das Projekt mit all seinen vielen Publikationen gerne noch mal hier in den Shownotes.

01:13:03 Alexander Roth

Genau, und wenn ihr Fragen habt, Anmerkungen, Kommentare, Lob, Kritik, wie auch immer, dann findet ihr uns auf Social Media oder ihr schreibt uns eine E-Mail, die E-Mail-Adresse eures Vertrauens ist fossilfrei at D.E.W.

01:13:15 Alexander Roth

Punkt D.E.

01:13:16 Wolf-Peter Schill

Wir haben in letzter Zeit gemerkt, viele Leute kommentieren auch auf YouTube.

01:13:20 Wolf-Peter Schill

Obwohl wir auf YouTube ohne Bild sind, gibt es doch manchmal rege Diskussionen darunter.

01:13:24 Wolf-Peter Schill

Also, wir sehen das auch und versuchen euch auch zu antworten.

01:13:27 Alexander Roth

Genau, und auf Social Media, wie schon erwähnt, da findet ihr uns.

01:13:30 Alexander Roth

Das ist LinkedIn, Mastodon und Blue Sky und Martin, du bist da auch unterwegs, oder auf den 3 Netzwerken.

01:13:36 Martin Kittel

Ich bin vor allem auf LinkedIn unterwegs, ihr beide.

01:13:38 Martin Kittel

seid ja fleißige Social Media Nutzer.

01:13:40 Martin Kittel

Ich beschränke mich da meistens auf LinkedIn, aber teile da hin und wieder auch Ergebnisse, vor allem zu Duckeflauten.

01:13:46 Wolf-Peter Schill

Folgt uns allen gerne und ihr, wenn ihr uns sucht im Internet, dann werdet ihr uns finden.

01:13:52 Wolf-Peter Schill

Und wenn es euch gefällt, dann abonniert doch gerne den Podcast, in welchem Podcast Player auch immer ihr das hört.

01:13:58 Wolf-Peter Schill

das solltet ihr finden, wie das geht, dann verpasst ihr auch nie eine Folge und wir freuen uns natürlich immer, wenn ihr uns eine positive Bewertung gebt, 5 Sternchen oder Herzchen oder was auch immer ihr da anklicken könnt, das würde uns freuen.

01:14:09 Alexander Roth

Genau, also hier noch mal Martin, danke fürs Kommen als unser Gast und bis zum nächsten Mal.

01:14:15 Martin Kittel

Ja, vielen Dank für die Einladung.

01:14:16 Wolf-Peter Schill

Vielen Dank, hat Spaß gemacht.

01:14:18 Wolf-Peter Schill

Danke, tschüss.

01:14:19 Wolf-Peter Schill

Tschüss.