Transkript für das Video „Können Langfrist-Stromspeicher die Versorgung gegen extreme Dunkelflauten absichern?“

Das Transkript wurde aufgrund der Länge maschinell (KI Modell GPT-6 Luna (Azure)) erstellt. Es gilt das gesprochene Wort.

Ja, hallo, hier ist mal wieder Wolf vom DIW Berlin, und ich wollte anlässlich eines neuen DIW-Wochenberichts mal wieder meinen Bildschirm mit euch teilen. Ja, und zwar geht's um diesen neuen DIW-Wochenbericht: „Energiewende wetterfest machen: Langfristspeicher können die Versorgung gegen extreme Dunkelflauten absichern.“ Das ist ein Gemeinschaftswerk mit meinem hervorragenden Kollegen, einerseits Martin Kittel, der das ganze Thema Dunkelflautenforschung bei uns entscheidend vorangetrieben hat, auch in seiner Doktorarbeit. Und ebenfalls mit dabei: Alexander Roth. Folgt den beiden, wo immer ihr könnt, wo immer ihr sie findet. m, das lohnt sich. Und Grundlage für das Ganze sind im Grunde drei peer-reviewte Fachartikel, die wir geschrieben haben und die wir hier in diesem Wochenbericht sozusagen zusammenfassen. Und wir starten wie immer mit unserer schönen Infografik. Hier seht ihr zwei Panels, links so ein bisschen illustriert: Was ist denn eigentlich eine Dunkelflaute? Das ist gar nicht so leicht zu sagen, kommen wir noch dazu. Grundsätzlich ist das halt eine Phase, in der das erneuerbare Stromerzeugungspotenzial oder mögliche Stromangebot niedriger liegt als das, was wir brauchen – hier die Stromnachfrage. Hier so ein bisschen illustriert: Das kann auch mal länger sein. Nicht notwendigerweise so, dass man gar keinen erneuerbaren Strom hat, aber eben zu wenig. Und hier auf der rechten Seite sozusagen ein Teil der Lösung, wie wir ihn sehen: Das sind halt Langfriststromspeicher, und ein plausibler Weg, die zu realisieren, sind eben sogenannte Wasserstoffkavernen. Also, man nimmt erneuerbaren Strom, macht Elektrolyse, spaltet also Wasser in Wasserstoff und Sauerstoff. Der Wasserstoff wird unterirdisch eingelagert. Das ist vorteilhaft, weil man das sehr, sehr günstig realisieren kann und bei Bedarf in einer Dunkelflaute wieder rückverstromen kann, z. B. durch eine Wasserstoffgasturbine, und dann Strom erzeugen. Und das ist aus unserer Sicht eine technisch sehr plausible Option, wie man auch extreme Dunkelflauten bewältigen kann, wie es hier in dem Zitat Martin auch gesagt hat.

Okay, dann fangen wir direkt mal damit an: Was ist denn eigentlich eine Dunkelflaute? Und obwohl viele Leute darüber reden, ist der Begriff eigentlich gar nicht klar definiert, und auch die Fachliteratur ist sich nicht so ganz einig, wie man das eigentlich definiert und vor allem, wie man es misst. Und dazu haben wir auch ein Papier geschrieben, das verlinken wir, das m findet ihr hier. m, und wir haben hier mal auf ganz hoher Flughöhe zusammengetragen, was man denn so machen kann. Unter anderem wird m relativ oft einfach auf das erneuerbare

Stromangebot geguckt. Das machen wir auch. Alternativ kann man auf die sogenannte Residuallast gucken, also darauf, was noch an Stromnachfrage zu decken bleibt, wenn man die Erneuerbaren – die es eben gibt – für Wind- und Solarenergie abzieht. Oder man kann auch auf Strommarktpreise gucken. Alles hat so seine Vor- und Nachteile. Wir nehmen den ersten Ansatz, also wir gucken auf das erneuerbare Stromangebot. Und hier nur mal so ein bisschen illustriert, wie das m gehen kann. Man hat also irgendwie so ein schwankendes Angebot von Wind- oder Solarenergie oder einem Mix aus diesen Energien. Und jetzt guckt man halt: Wie lange habe ich wie wenig? Und das ist halt nicht so einfach zu fassen: Wie lange, wie wenig, über welchen Zeitraum? Hier mal so ganz grob illustriert: Wenn ich bei sehr niedrigen Schwellenwerten gucke, also ich habe weniger als irgendwie z. B. hier 10 % des langfristig verfügbaren Mittelwerts, m, dann kriege ich halt tendenziell kürzere Ereignisse. Wenn ich den Schwellenwert etwas höher setze, also wie oft und wie lange bin ich z. B. unter 20 % eines gewissen Mittelwerts, dann kriege ich halt etwas, etwas längere, aber dafür weniger Ereignisse. Also: Je niedriger oder je schärfer diese Schwellenwerte sind, desto extremer sind die Ereignisse, aber auch desto kürzer, und desto mehr finde ich dann auch. Und je höher ich diesen Schwellenwert anlege, desto weniger und desto längere Ereignisse kann ich damit identifizieren.

Okay, jetzt versuchen wir das so ein bisschen zu quantifizieren: Wie oft und wie schwer sind die Dinger eigentlich? Und da gucken wir hier mal auf die Häufigkeit und die Dauer von solchen Phasen mit eben niedriger Stromerzeugung. Hier haben wir das mal exemplarisch für die Photovoltaik, die Windkraft an Land und ein Technologieportfolio aus diesen Technologien und der Offshore-Windenergie für Deutschland angeschaut. Und da sehen wir m hier verschiedene Schwellenwerte dargestellt, also 10 %, 25, 50 und 75 % des langjrigen mittleren Stromerzeugungspotenzials über viele Jahre. Und hier bei der Photovoltaik sieht das sozusagen ganz interessant aus. Da sehen wir hier – gucken wir mal auf diese 50 % –: Wir finden also so ungefr 175 Mal im Schnitt pro Jahr eine Dauer von 12 Stunden, in denen die Photovoltaik weniger als die Hälfte, 50 %, ihres mittleren, ihrer mittleren normalen Stromerzeugung liefert. Und kann sich jeder vorstellen: Das sind natürlich Nächte, ne? Also nachts liefert die Photovoltaik eben nichts, und m hier sehen wir vor allem dann die Nächte. Wenn ich den Schwellenwert schärfer stelle, also zu [räuspert sich] einem niedrigeren Schwellenwert komme, dann werden das sozusagen immer mehr, werden tendenziell auch immer kürzer, weil ich dann sozusagen auch die Sommernächte noch mitnehme. Wenn ich den Schwellenwert weiter m weiter entspanne, sozusagen ihn höher mache, dann kriege ich m etwas weniger und dafür aber längere Ereignisse. Und was man hier schon sehen kann: Okay, es passiert also ziemlich oft, dass ich über so einen Zeitraum von so 10, 12, 14 Stunden wenig Photovoltaik habe. Ja, wer hätte es gedacht? Eben nachts. Aber dass ich sehr lange, sehr, sehr wenig habe, das passiert eben viel, viel seltener. Sieht man, hier kann man die Linien fast nicht mehr unterscheiden. Bei der Windkraft ist es ein bisschen anders. Grundsätzlich nliche Form: Ereignisse von relativ kurzen Dauern unter gewissen Schwellenwerten sind noch vergleichsweise häufig. Sehr lange andauernde Ereignisse sind

dagegen selten. Und in so einem Technologieportfolio gibt's halt dann so eine Mischung aus PV und Windkraft. Da sieht man dann nicht mehr so stark diese Tag-Nacht-Ausprägung, aber da habe ich ja halt auch so einen Verlauf. Was man hier festhalten kann, ist, dass m typischerweise eben solche kurzen Ereignisse mit wenig erneuerbarem Strom inhärent Teil eines erneuerbaren Energiesystems sind. Die passieren häufig, und wir würden eigentlich sagen, die soll man vielleicht auch gar nicht unbedingt als Dunkelflaute bezeichnen. Wir halten es für schlauer, den Begriff für sehr, sehr lange, ausgeprägte Ereignisse zu reservieren. Sondern das ist eigentlich eher so etwas wie die natürliche und auch erwartbare Variabilität der Erneuerbaren. Das wird, glaube ich, gerade bei der PV ganz besonders klar.

Jetzt habe ich ja gerade hier schon gesagt: Hier Einzeltechnologien und Deutschland. Wir haben jetzt mal ein bisschen ner draufgeguckt: Was macht denn eigentlich so ein Technologiemix und auch ein großräumiger Stromaustausch im Hinblick auf die Möglichkeit, solche Dunkelflauten zu verringern? Und wir nennen das Portfolio- und Verbundeffekt. Wir haben das mal so ein bisschen hier illustriert. Diese drei Balken hier zeigen den Portfolioeffekt. Was haben wir da gemacht? Wir haben uns für alle möglichen Schwellenwerte und Jahre jeweils die längsten Dunkelflauten angeguckt oder die längsten Extremereignisse mit wenig erneuerbarem Strom, die es eben für die Einzeltechnologien in den Daten gibt. Und das auch noch für alle Länder in Europa. Und haben dann geguckt: Wie verringert sich sozusagen im Mittel das Ausmaß der längsten Dunkelflaute, wenn ich statt dieser Einzeltechnologien halt einen Mix, ein Portfolio aus Technologien nutze? Und dann sieht man: Aha, das verringert sehr stark das Auftreten von solchen extremen Ereignissen bzw. ihre Ausprägung. Nämlich fast um zwei Drittel im Gegensatz zu einem System, das eben nur aus der Photovoltaik bestünde, und immer noch um die Hälfte gegenüber einem System, das eben nur aus Windkraft oder Wind auf See bestünde. Nun kann man sagen: Das will ja eh keiner – ein erneuerbares Energiesystem, das nur PV oder nur Windkraft hat. Also ist es auch aus anderen Gründen, auch ohne Blick auf extreme Ereignisse, natürlich sehr sinnvoll, einen Technologiemix zu haben. Aber hier sieht man eben: Der hilft auch, um extreme Ereignisse zu verkürzen. Das ist der sogenannte Portfolioeffekt, Technologieportfolio. Und was wir uns auch angeguckt haben, ist der sogenannte Verbundeffekt. Da machen wir für einen Mix von erneuerbaren Technologien den Vergleich: Wie ausgeprägt sind Dunkelflauten in einzelnen Ländern bei allen möglichen Schwellenwerten? Und vergleichen das mit einem hypothetisch perfekten europäischen Stromverbund, wo der Strom ganz frei fließen kann. Und dann sehen wir hier: Dieser Verbund, der europäische Stromverbund, verringert halt auch das Auftreten von extremen Dunkelflauten sehr deutlich, hier um zwei Drittel gegenüber einer reinen Betrachtung einzelner Länder sozusagen als elektrische Inseln. Auch hier muss man sagen: Ein europäischer Stromverbund ist auch im Regelfall natürlich aus verschiedenen Gründen sehr hilfreich, aber er hilft uns insbesondere auch bei solchen Extremwetterereignissen.

Okay, dann gucken wir mal auf extreme Ereignisse bzw. auf das größte oder am stärksten ausgeprägte extreme Ereignis, das wir halt in den Daten von mehr als drei Jahrzehnten für

Europa gefunden haben, nämlich sozusagen eine europäische oder paneuropäische Super-Dunkelflaute. Und die ist im Jahr 1996/1997 aufgetreten. Und hier sehen wir das mal so ein bisschen illustriert. Hier oben, dazu gehört die linke Achse, das sind sozusagen die Verfügbarkeiten oder Kapazitätsfaktoren eines erneuerbaren Energiemixes, geglättet im Verlauf über ein ganzes Jahr, hier vom Sommer bis Sommer. Und diese vielen ausgegrauten Linien, das sind halt alle möglichen Jahre in den Daten, und dieses dicke, hier markierte, das ist das Jahr 96/97. Und da sieht man halt: Da hatten wir eine außergewöhnlich lange Phase, wo die Verfügbarkeit des Wind- und PV-Kapazitätsmixes relativ niedrig ist, also wirklich ungewöhnlich niedrig über eine lange Zeit, bevor sie sich dann hier wieder erholt. Und das ist halt gerade die Phase hier – andere Achse –, wo die Stromnachfrage hoch ist. Also hier nicht täuschen lassen: Hier ist die Achse sozusagen reingezoomt. Es fängt erst bei 500 an, aber grundsätzlich habe ich halt im Winter hier in Europa eine besonders hohe Stromnachfrage, höher als im Sommer. Und hier trifft eben eine Phase von unterdurchschnittlicher oder deutlich unterdurchschnittlicher Verfügbarkeit von erneuerbarem Strom mit gleichzeitig relativ hoher Stromnachfrage zusammen. Das hier sieht vielleicht erst mal gar nicht so drastisch aus, aber das sorgt eben sozusagen im Energiesystem potenziell für Stress, weil uns hier erneuerbare Energie fehlt. Und wir haben das dann mit bestimmten Methoden analysiert und sagen: Die paneuropäisch längste Dunkelflaute unter Annahme eines perfekten Stromaustausches hat dann eben hier ungefr 55 Tage gedauert. Das sind also fast zwei Monate. Wichtig für die Interpretation ist hier: Das sind nicht zwei Monate, in denen es gar keinen erneuerbaren Strom gibt. Die Verfügbarkeit von Wind- und Solarenergie in diesem Zeitraum liegt immer noch bei so knapp der Hälfte dessen, was typischerweise im Mittel üblich ist, aber es ist eben deutlich weniger als sonst. Und das ist das, was wir sozusagen als das ausgeprägteste oder schwerwiegendste Ereignis in den Daten identifizieren konnten.

Okay, was brauchen wir also, um mit derartigen Dunkelflauten oder extremen Ereignissen umzugehen? Man braucht unter anderem Stromspeicher. Und zwar nicht irgendwelche, sondern Langfriststromspeicher, also solche, die geeignet sind, m wirklich über einen langen Zeitraum möglichst günstig Energie vorzuhalten und bereitzustellen. Und da kommen wir wieder zu den Wasserstoffspeichern, die ich am Anfang erwnt habe. Vielleicht hier nur so ganz kurz: Das sind so Projekte, die es gibt, vielleicht auf ganz hoher Flughöhe. Wir haben bisher praktisch fast gar keine in Betrieb. Es gibt sozusagen noch kaum Wasserstoffuntergrundspeicher, aber es gibt in Deutschland und in anderen Ländern jede Menge Projekte, meist noch in recht frühen konzeptionellen Phasen, um die Dinger halt zu bauen. Und rein technisch wäre das unproblematisch. Wir speichern heute schon im sehr großen Stil Erdgas im Untergrund, und analog dazu kann man das eben mit leichten Modifikationen auch mit Wasserstoff machen. Also, diese Technologie haben wir heute einfach noch nicht ausgerollt oder in Betrieb, aber es erscheint im Grunde komplett plausibel, das einfach auch im großen Stil zu machen, wenn wir es denn brauchen. Und wie viele solcher Speicher wir brauchen, das haben wir hier mit unserem Stromsektormodell mit

dem tollen Namen Dieter analysiert. Und hier ist sozusagen die zentrale Ergebnisgrafik. Hier seht ihr den Langfriststromspeicherbedarf im Jahresvergleich für diese mehr als drei Jahrzehnte, die wir modelliert haben, für drei verschiedene Szenarien. Ein Szenario, in dem alle europäischen Länder sozusagen elektrische Inseln sind, wo wir keinen Strom und Wasserstoff zwischen den Ländern hin- und herschieben – sozusagen ein hypothetisches Szenario. Dann ein mittleres Szenario, in dem Strom und Wasserstoff ausgetauscht werden können, ungefr so, wie das m in den Netzentwicklungsplänen für die Zukunft angenommen wird. Und dann noch ein anderes hypothetisches Szenario, nämlich eins mit völlig unbegrenztem Austausch. Wird auch sozusagen die Kupferplatte genannt. Also Strom und auch Wasserstoff könnten hier annahmegemäß völlig frei in Europa von Spanien bis nach Norwegen fließen. Und hier seht ihr jetzt verschiedene Dinge. Erst mal: Je mehr so ein Austausch zwischen Ländern möglich ist, desto weniger Langfristspeicher werden benötigt. Das ist eben eine Ausprägung dieses vorher beschriebenen m Verbundeffekts, dass einfach die Ausprägung der Dunkelflauten paneuropäisch sozusagen geringer wird. Einfach, weil immer irgendwo ein bisschen Wind weht, manchmal auch die Sonne scheint, wo das eben an anderen Orten nicht so ist, und der Stromaustausch hilft dann einfach, dass man weniger Speicher braucht. Aber was man auch sieht, ist, dass es innerhalb von einzelnen Szenarien auch eine riesige Streuung nach Wetterjahren gibt. Es gibt halt Jahre, in denen brauche ich gar nicht so viel Stromspeicher, einfach weil nicht so lange Dunkelflauten auftreten, und einzelne Jahre, in denen ist das extrem. Und da muss man sagen: Dieses Jahr 96/97, das wir da identifiziert haben, ist schon in gewisser Weise ein Ausreißer. Hier ist halt der Stromspeicherbedarf in unserem Szenario 350 Terawattstunden ungefr, sehr viel höher als im zweitschlechtesten Jahr, also 100 Terawattstunden höher – in einem Jahr, das in über 30 Jahren eben auftritt. Aber wenn ich sozusagen auch in diesem Jahr das System komplett mit Strom bedienen wollte, m dann bräuchte ich eben diesen großen Stromspeicher. Und hier jetzt vielleicht noch kurz zur Einordnung: 350 Terawattstunden, das entspricht hier so ungefr 7 % des in diesem Szenario angenommenen jrlichen Stromverbrauchs. Also 7 % dessen, was im Jahr insgesamt an Strom verbraucht wird, müsste hier in Form von Wasserstoff zwischengespeichert werden. Das klingt erst mal nach relativ viel, aber um es ein bisschen einzuordnen und zu vergleichen: Heute speichern wir in Europa bereits deutlich mehr Erdgas in Untergrundspeichern, als diese Hausnummer. Das heißt, energiewirtschaftlich sind diese Größenordnungen an Speichern eigentlich durchaus plausibel bzw. wir haben sie heute schon. Man kann jetzt die Erdgasuntergrundspeicher und Wasserstoffuntergrundspeicher nicht eins zu sein vergleichen, weil sie verschiedene Energiedichten haben. Da passt weniger Energie rein, wenn man es als Wasserstoff macht im Vergleich zu Erdgas. Trotzdem ist einfach so: Energetisch ist die Größenordnung natürlich groß, aber nichts, womit man energiewirtschaftlich nicht umgehen könnte.

Und jetzt haben wir schon gesehen: Der Speicherbedarf variiert also stark mit der Möglichkeit des Strom- und Wasserstoffaustauschs über die Grenzen und sehr stark mit dem Wetter. Ja. Und es tut sich natürlich auch noch was, wenn wir noch andere Optionen mit

reinnehmen. Und da haben wir uns in dem zugrundeliegenden Paper ganz verschiedene angeguckt. Hier mal so ein bisschen zusammengesucht m oder reingezoomt auf ein paar wenige. Und zwar haben wir einerseits zusätzliche sogenannte Grundlastkraftwerke reingenommen. Das ist jetzt so ein bisschen – kann man vielleicht so ein bisschen technologieagnostisch sehen –, sind einfach emissionsfreie Kraftwerke, die unabhängig von Wind und Wetter sozusagen gedanklich perfekt flexibel Strom erzeugen. Das ist hier in der Größenordnung dessen parametriert, wie viel Atomkraft wir heute in Europa haben. Und dann: Was passiert? Dann sinkt der Speicherbedarf in diesem Extremfall, in dem Extremjahr, um ein knappes Drittel. Also, wenn man sogenannte grundlastfige Kraftwerke hat, dann braucht man etwas weniger Speicher. Das würde also den Speicherbedarf ein Stück weit entlasten, aber ihn auch nicht komplett wegnehmen. Also, wir brauchen trotzdem noch erheblich Stromspeicher. Das zeigen auch weitere Analysen. Solange ich eben Wind- und Solarenergie nutze, brauche ich auch Langfristspeicher. Und also hieraus kann man jetzt bitte auch nicht ableiten, dass man solche Grundlastkraftwerke brauchen würde. Wir haben ja auch eine Analyse der Akademien-Initiative Energiesysteme der Zukunft verlinkt, ne? Da haben wir das auch aufgeschrieben. Also: Für ein künftiges sicheres und günstiges Stromsystem brauchen wir die Grundlastkraftwerke nicht. Wenn wir sie hätten, würden sie uns beim Speicherbedarf, beim Langzeitstromspeicherbedarf, ein bisschen was erleichtern, aber den auch nicht komplett wegnehmen.

m, eine andere Option, die diskutiert wird, ist: Wir machen das einfach mit fossilen Brennstoffen, mit Gas- oder auch Ölkraftwerken. Das haben wir ja auch mal modelliert. Da habe ich natürlich dann CO_2-Emissionen. Und wir gehen hier davon aus, dass wir klimaneutral sein wollen. In unserem System – habe ich, glaube ich, vorher gar nicht gesagt – sind wir zu 100 % erneuerbar, also komplett klimaneutral. Wenn ich jetzt solche fossilen Backup-Kraftwerke zulasse, dann muss ich mich auch um deren Emissionen kümmern und die an irgendeiner anderen Stelle durch Entnahme dieses CO_2 aus der Atmosphäre kompensieren. Je nachdem, wie teuer das ist, m wird dann halt ein Schuh draus oder nicht. Im Moment ist die CO_2-Entnahme aus der Atmosphäre sehr teuer, also Direct Air Capture and Carbon Sequestration, also Entnahme aus der Luft und Ablagerung an einem sicheren Ort. Wenn man hier davon ausgeht, dass das in Zukunft für 250 Euro pro Tonne CO_2 möglich wäre – deutlich weniger ist als das, was es heute kostet –, dann hätte man hier nur eine leichte Erleichterung bei der Speicherkapazität. Einfach, weil diese Option selbst unter diesen optimistischen Kostenannahmen immer noch so teuer ist, dass sie gegenüber dem Bau oder der Investition in so einen Langfriststromspeicher.

Nur jetzt mal ins Extreme gedacht: Wenn diese CO_2-Entnahme aus der Atmosphäre sehr, sehr billig würde, hier 100 Euro pro Tonne, wovon, ehrlich gesagt, glaube ich, niemand ausgehen kann, dann würde das irgendwann mit den Langzeitstromspeichern zusammenbrechen. Dann würde man die lieber gar nicht bauen, sondern einfach im großen Stil so ein fossiles Backup nutzen. Das ist aber ja ein Extremszenario, mit dem wir noch ein bisschen rumspielen wollten: Wie billig müsste das sein, damit das wirklich etwas in Bezug

auf den Stromspeicherbedarf bringt? Es müsste sehr, sehr billig sein. Genauso haben wir hier mit Lastabwurf rumgespielt. Hier haben wir angenommen, m dass man zu 1.000 Euro pro Megawattstunde die Stromnachfrage sozusagen reduzieren kann. Dann tut sich ehrlich gesagt auch nicht sehr viel. m, das bringt sozusagen auch nichts. Das ist natürlich immer noch ein bisschen eine konservative Annahme, weil wir grundsätzlich davon ausgehen: Jede Stromnachfrage muss gedeckt werden, zu jedem Preis bzw. hier bis zu einem Preis von 1.000 Euro die Megawattstunde, was recht hoch ist. Wenn es in Zukunft gelingen würde, die Nachfrage insgesamt quer über alle Nutzungsbereiche deutlich preiselastischer zu machen, auch sozusagen über eine lange Zeit, und wenn es auch über mehrere Wochen möglich wäre, dass die Nachfrage bei hohen Preisen stärker reagiert und stärker zurückgeht, dann könnten natürlich auch die Stromspeicherkapazitäten stärker sinken, als das hier angenommen ist.

Okay, falls ihr bis hierhin durchgehalten habt, dann freue ich mich sehr. Jetzt komme ich auch zum Schluss. Unser Fazit: Dunkelflauten sind ein Phänomen, das einfach da ist und mit dem man umgehen muss. Die können sehr lange dauern. Das heißt nicht, dass es dann gar keinen erneuerbaren Strom gibt, aber weniger, als wir brauchen, und man muss eben etwas tun, um damit umzugehen. Und ein, glaube ich, wichtiger Hebel dafür sind eben Langfriststromspeicher, die man aus unserer Sicht plausibel wasserstoffbasiert realisieren kann. Wie viel genau man braucht, ist natürlich ein bisschen unsicher. Das hängt von allerlei Faktoren ab. Einige habe ich euch ja gezeigt, und es gibt noch mehr. Trotzdem ist die Größenordnung aus [räuspert sich] unserer Sicht – auch wenn das erst mal groß scheint gegenüber dem, was wir heute an Wasserstoffspeichern haben, nämlich gar nichts – irgendwie nicht so, dass es einem da die Sorgenfalten in die Stirn treiben müsste. Denn schon heute speichern wir Erdgas in Europa in einer ganz nlichen Größenordnung oder sogar noch mehr. Und außerdem kann man all das, was wir hier ermittelt haben, auch als eine Art Obergrenze für den Speicherbedarf interpretieren. Gerade dann eben, wenn es uns gelänge, noch weitere Optionen mit reinzunehmen. Eine davon könnte sein, Biogas oder auch Biomethanol bedarfsgerecht zu verstromen. Oder auch, m wenn die Nachfrage eben noch stärker auf die Preise, auch auf länger anhaltende hohe Preise, reagieren würde, dann kämen wir vielleicht auch mit weniger Speicher klar.

In jedem Fall aber scheint es uns wichtig, dass wir in diese großvolumigen Wasserstoffspeicher einsteigen. Wir halten diese für eine zentrale Option zur Absicherung des künftigen Energiesystems gegen Extremwetterereignisse. Und da diese Projekte eben sehr, sehr lange dauern, bis man sie realisieren kann – da geht's auch um Bergrecht und alles Mögliche –, , je nachdem, ob man bestehende Erdgasspeicher umrüstet oder ganz neue Wasserstoffkavernen baut, kann das je nach Projekt fünf bis 15 Jahre dauern. Und deswegen würden wir denken, es wäre wichtig, dass man da einfach mal einsteigt und das wirklich vorantreibt, damit wir die in Zukunft auch haben, wenn wir hoffentlich bald bei einem 100 % erneuerbaren Energiesystem angekommen sein werden. Was wichtig ist: Wir brauchen, glaube ich, dafür bestimmte Absicherungs- oder auch Förderinstrumente, denn private

Investoren werden nicht diese Wasserstoffspeicher in dem Umfang vorhalten, wie wir sie hier modelliert haben. Insbesondere nicht, wenn man die nur extrem selten, alle paar Jahrzehnte mal, voll ausnutzen würde. Dazu haben wir auch im Ariadne-Projekt noch einen kleinen Explainer geschrieben, ja, den verlinken wir auch. Und , was wir vorschlagen würden, wäre auch, mal darüber nachzudenken, ob es vielleicht noch ein politisches Mindestziel für Langfristspeicher geben sollte, einfach, um da tatsächlich den Hochlauf noch ein bisschen zu beschleunigen und mit einem gewissen Zielpfad zu unterfüttern. Das gilt insbesondere, da sich leider der ganze Wasserstoffhochlauf im Moment sehr viel schwächer entwickelt, als das eigentlich geplant war. Und gerade vor dem Hintergrund denken wir, sollte man für diese langfristigen, wasserstoffbasierten Stromspeicher doch noch mal separat etwas tun.

Wenn ihr mehr lesen und tiefer einsteigen wollt, dann klickt auf die Links hier im Wochenbericht oder unter dem Video. Wir verlinken es auch, insbesondere unsere Paper dazu. Hier ist eins, das sozusagen methodisch diskutiert: Was sind Dunkelflauten, wie sollte man sie messen? Hier ist eins, in dem wir wirklich quantifizieren, wie oft das auftritt. Gerade diese Superflaute 1996/1997 arbeiten wir daraus. Und hier schließlich das zuletzt in Nature Communications veröffentlichte Paper zum Speicherbedarf, zum Langfrist-Wasserstoffspeicherbedarf. All das haben wir hier im Wochenbericht sozusagen aggregiert. Und wenn ihr nicht nur lesen, sondern vielleicht auch hören wollt: Wir haben in „Fossilfrei“, unserem Energiewende-Podcast des DIW, zwei Folgen dazu gemacht, die auch tatsächlich zu unseren meistgehörten Folgen gehören. Da waren Martin, Alex und ich auch dabei. Wir haben einerseits über diese Vermessung der Dunkelflaute gesprochen und dann eben über den Speicherbedarf. Im Grunde findet ihr hier in „Fossilfrei“ alles, was ich euch gerade erzlt habe, noch viel besser erklärt und viel ausführlicher.

Ja, danke für euer Interesse, danke, dass ihr drangeblieben seid. Ich hoffe, das war für euch interessant. Wenn ihr Fragen habt, kommt mit uns in Kontakt. Wir gehen gerne in den Austausch, und ansonsten viele Grüße und bis zum nächsten Mal, wenn ich vielleicht mal wieder meinen Bildschirm teile. Tschüss.