

Technologieoffenheit

Die Forderung nach mehr Technologieoffenheit wurde in erster Linie durch die Frage, welche Energieträger bei der Stromerzeugung genommen werden sollen angeregt, bzw. -welche Energien bei der Mobilität und Wärmebereitstellung zum Einsatz kommen sollen.

Das Problem dabei ist, wenn eine grundsätzliche Entscheidung für- oder gegen eine Technologie getroffen wird, ist zum Zeitpunkt der Entscheidung nicht immer klar, welche Konsequenzen daraus erwachsen können. Theoretisch könnte eine Technologie, gegen die entschieden wurde, zukünftig sich als besser erweisen, als zunächst angenommen wurde.

Für die Gesellschaft und einer Industrie, die im internationalen Wettbewerb steht, könnte eine einseitige Festlegung, ein empfindlicher Nachteil sein.

Vor diesem Hintergrund sollten auf Basis persönlicher Meinungen und unzureichender Kenntnisse, keine weitreichenden Entscheidungen zu Energieträger und Technologien getroffen werden.

Werden aber grundsätzliche Entscheidungen gegen eine Technologie getroffen, wie in Deutschland gegen die Atomkraft, muss klar sein, was die Alternativen dazu sind.

Bis kurz vor Beginn den Koalitionsverhandlungen der aktuellen schwarz-roten Regierung, war das Thema Wiedereinstieg in die Atomkraft, politisch noch präsent. In dem nun erreichten Koalitionsvertrag wird die Atomkraft nicht weiter berücksichtigt. Stattdessen soll langfristig die Kernfusion entwickelt werden. Zu den bisher schon vorhandenen und geplanten Gaskraftwerken, sollen zusätzlich bis 2030 weitere Gaskraftwerke, mit einer Leistung von 20 GW zugebaut werden. In wie weit der weitere Ausbau der erneuerbaren Energien fortgesetzt werden soll, wurde von der neuen Regierung bis jetzt nicht konkret beschrieben.

Für den weiteren Ausbau der erneuerbaren Energien sind Speichertechnologien, bis hin zur einer Wasserstoffinfrastruktur sehr wichtig. Dazu gibt es nur vage Aussagen.



Wie es mit der Energiewende weiter geht, wird die Entwicklung zeigen. Für die Zukunft der Atomkraft wird Technologieoffenheit gefordert.

Zur aktuellen Situation der Energiepreise, muss die Überlagerung mit dem Ukraine-Krieg und anderen Krisen berücksichtigt werden. Insbesondere die hohen Energiepreise haben die Diskussionen um die richtigen Energieträger weiter befördert. Dadurch ist die Notwendigkeit, möglichst schnell auf fossile Energieträger zu verzichten, in den Hintergrund getreten.

Dieser Komplex wird noch dadurch verkompliziert, dass die Atomkraft und die Kernfusion, je nach Ansicht, ebenfalls als nachhaltige Energieträger eingestuft werden können. Auf jeden Fall im Betrieb keine CO₂-Emissionen- oder andere Treibhausgase aufweisen.

International gilt das **völkerrechtlich verbindliche Abkommen von Paris, bis 2050 die CO₂-Emissionen auf null zu fahren**. Deutschland hat sich rechtsverbindlich dazu verpflichtet, bis 2045 die CO₂-Neutralität zu erreichen. Einzelne Bundesländer haben noch frühere Zieljahre genannt. Verbindlich für Deutschland ist aber 2045!

Die Atomkraft

Wenn angenommen wird, dass die Atomkraft sicher ist- und zumindest bei der nächsten Generation, kein Atommüll mehr anfällt, wäre diese Technologie geeignet die Stromversorgung zu sichern und CO₂-Emissionen einzusparen.

Das Problem ist aber die genannte Zeitschiene. Eine Wiederinbetriebnahme der noch vorhandenen Atomkraftwerke kommt, entsprechend dem aktuellen Koalitionsvertrag, in frühestens vier Jahre in Frage. Bis dahin werden die noch vorhandenen Kraftwerke sicher nicht in einem betriebsfähigen Zustand gehalten. Von daher scheidet diese Option aus. Bei einem Neubau muss die Zeit von der Planung bis zur Inbetriebnahme berücksichtigt werden. Wenn angenommen wird, dass konkrete Planungen ebenfalls erst wieder in vier Jahren aufgenommen werden können, und für Planung, Genehmigungen und Bau mindestens 10 Jahre benötigt werden, wird klar, dass damit nicht die Klimaziele erreicht werden können.

Die CO₂-Emissionen müssen aber bis 2045 auf null zurückgefahren werden- und nicht erst ab 2045!

Das Hauptproblem für den Wiedereinstieg in die Atomkraft wird aber sein, einen Betreiber zu finden, der bereit ist das Risiko der unsicheren gesellschaftlichen Akzeptanz zu tragen. Daneben noch eine Versicherung zu finden, die bereit ist das Risiko für die Umwelt zu versichern und eine Kommune zu finden, die bereit ist auf ihren Flächen ein Atomkraftwerk bauen zu lassen.

Da diese Voraussetzungen mit großer Wahrscheinlichkeit nicht erreicht werden, kann der Wiedereinstieg in die Atomkraft in Deutschland, praktisch ausgeschlossen werden.

Hinzu kommen noch die Kosten, die wahrscheinlich deutlich über den Gestehungskosten der erneuerbaren Energien liegen werden.

CO₂-Abscheidung

Eine andere Möglichkeit CO₂-Emissionen einzusparen, wäre die CO₂-Abscheidung bei Kohle- und Gaskraftwerken. Dabei muss der Wirkungsgradverlust von etwa 10 bis 15 Prozent berücksichtigt werden. Daneben müssen die dafür erforderlichen geologischen Schichten zu Einlagerung vorhanden sein, sowie die Kosten berücksichtigt werden.

Theoretisch könnte das dabei abgeschiedene CO₂, für E-Fuels genommen werden. Dann wäre dieser Kraftstoff aber nicht CO₂-neutral, sondern physikalisch etwa mit den gleichen Emissionen als konventioneller Kraftstoffe belastet. Anders sieht es aus, wenn das dafür benötigte CO₂, aus nachhaltigen biogenen Quellen stammt.

Bei der CO₂-Abscheidung in Kohle- oder Gaskraftwerken muss berücksichtigt werden, dass diese Technologie bei der Überlegung nach CO₂-Einsparungen in Deutschland bisher keine Rolle gespielt hat.

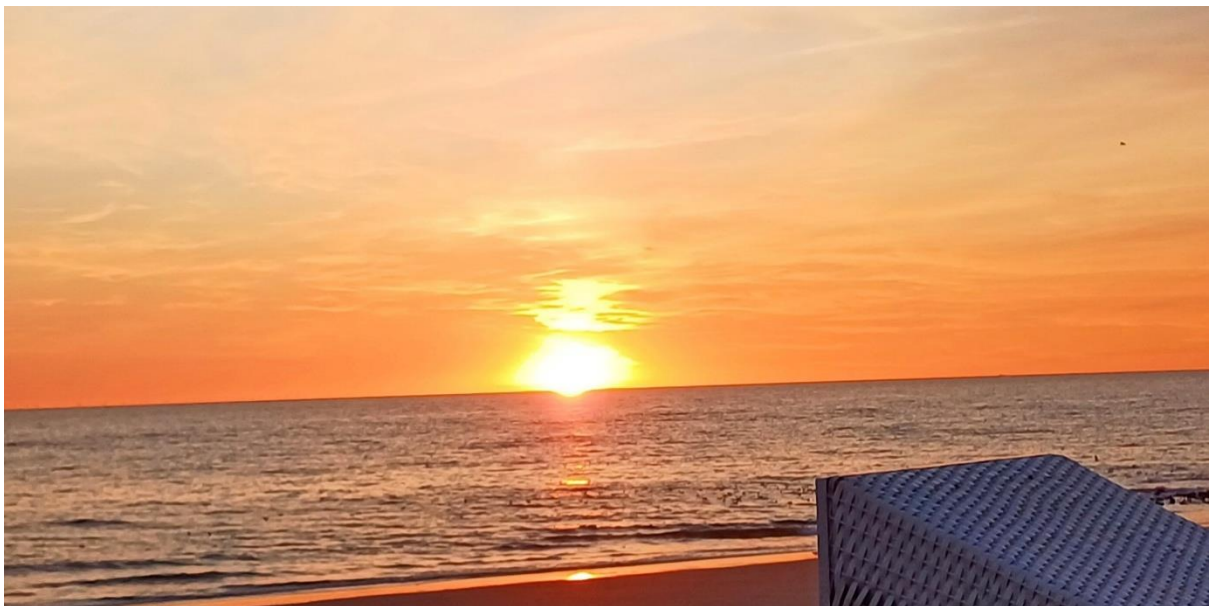
Sollte bei den neuen Gaskraftwerken diese Technologie in Frage kommen, wird es sicher intensive Diskussionen darüber geben. Wobei die Planungen dieser Kraftwerke noch gar nicht begonnen haben. Hier muss die weitere Entwicklung abgewartet werden.

Die Kernfusion

Bei der Überlegung in wie weit die Kernfusion einen Beitrag zum Klimaschutz leisten kann, ist es hilfreich unabhängige Quellen heranzuziehen. In Medien und Nachrichten wird der Eindruck vermittelt, dass die kommerzielle Nutzung dieser Technologie, unmittelbar bevorsteht.

Tatsächlich wurden in Versuchsreaktoren schon bedeutsame Fortschritte erreicht. Nach wie vor müssen aber noch grundlegende technische Probleme gelöst werden. Aus der Tatsache, dass es gelungen ist, eine Fusionsreaktion aufrecht zu erhalten, kann nicht geschlossen werden, dass damit in wenigen Jahren Strom erzeugt werden kann.

Das Beispiel der Kernfusion macht die Problematik der Technologieoffenheit deutlich. Wenn angenommen wird, dass diese Technologie ab etwa 2070 in großem Maßstab zur Energiebereitstellung beitragen kann, wäre ein vorzeitiger Verzicht eine schlechte Entscheidung. Allerdings besteht dabei auch das Risiko des Scheiterns.



Die Sonne ist das Vorbild um die Kernfusion künstlich zu reproduzieren. Die technischen Herausforderungen sind aber enorm.

Die Mobilität

Bei der Mobilität sind die technischen Herausforderungen anders gelagert. Das Problem ist dabei die Vorhersagbarkeit von Entwicklungen, im Bereich von E-Fuels und der Batterietechnik, bzw. Wasserstoff im Verbrennungsmotor oder in der Brennstoffzelle.

Wie oben schon geschrieben, ist für die Nachhaltigkeit von E-Fuels die Herkunft des Kohlenstoffes und des Wasserstoffes entscheidend.

Das EU-Verbot für Verbrenner ab 2035, wurde wieder aufgehoben. Die Herausforderung den Verkehr klimaneutral zu machen, ist damit aber nicht gelöst.

Um die Perspektiven der verschiedenen Antriebstechnologien objektiv beurteilen zu können, ist ein Bezug auf seriöse Quellen hilfreich.

Das Hauptproblem E-Fuels herzustellen zu können, ist der Aufwand und die damit verbundenen Kosten. In großen Mengen wird auch die Herkunft von klimaneutralen-CO₂ ein Problem werden. Theoretisch kann das dafür erforderliche CO₂ auch aus der Luft extrahiert werden, was den Aufwand weiter erhöht.

Hinzu kommt noch die Konkurrenz bei der Nutzung zu anderen Anwendungen. Da der Luftverkehr im großen Umfang nur mit E-Kerosin klimaneutral betrieben werden kann, sowie bestimmte Nutzfahrzeuge, praktisch nicht batterieelektrisch betrieben werden können, ist es fraglich ob für den Individualverkehr, also Autos, noch ausreichend E-Fuels übrig bleiben.

Bei Batterien ist zu berücksichtigen, dass Europa stark von Wertstoffen und Komponenten aus anderen Weltregionen abhängig ist, deren Bezug langfristige nicht sicher ist. Was allerdings für viele weitere Technologien zutrifft, auch im Bereich von Verbrennungsmotoren.

Sowohl batterieelektrisch betriebene Fahrzeuge als auch E-Fuels müssen ihre Umweltverträglichkeit nachweisen. Bei Elektroautos können Wertstoffe zu nahezu 100 Prozent zurückgewonnen werden.

Das Problem der knappen Wertstoffe, ist neben dem Klimawandel und anderen existenziellen Problemen, ein weiteres fundamentales Problem. Derzeit gehen zu viele Wertstoffe dauerhaft verloren. Hier ist die Politik, die Wirtschaft und die Gesellschaft, gleichermaßen gefordert.



(Weggeworfener Müll im Biosphärenreservat Pfälzerwald, unterhalb der B48)

Vordergründig hat weggeworfener Müll nicht viel mit Mobilität zu tun. Das Problem ist: Trotz Recycling werden nach wie vor Wertstoffe in Reservoirs überführt, aus denen diese nicht wieder extrahiert werden können und damit unwiederbringlich verloren sind. Die Automobilindustrie benötigt eine Vielzahl unterschiedlicher Wertstoffe. Von geschlossenen Stoffkreisläufen sind wir noch weit entfernt.

Neben dem Individualverkehr ist es sehr wichtig den öffentlichen Nah- und Fernverkehr besser auszubauen. Vor allem sollte mehr Gütertransport auf die Schiene zurückverlagert werden.

Welche Emissionen dadurch eingespart werden können, zeigt ein Vergleich wie sich die Mengen bei den einzelnen Verkehrsträgern zusammensetzen.

Im Jahr 2023 lagen die CO₂-Emissionen beim Verkehr bei 146 Mio. t. Davon trug der Straßenverkehr mit 110,6 Mio. t bei, der Flugverkehr mit 27,8 Mio. t, der Schiffsverkehr mit 5,0 Mio. t, sowie der Bahnverkehr mit 2,6 Mio. t.

Diese Zahlen machen deutlich, wo Handlungsbedarf besteht.



An dieser Bahnstrecke von Saarbrücken, bzw. Kaiserslautern - Richtung Metropolregion Rhein-Neckar, wurden früher deutlich mehr Güter transportiert. Statt auf LKWs, sollten diese wieder zurück auf die Schiene verlagert werden.

Wärmebereich

Die Diskussion nach der richtigen Heizung für Wohngebäude wurde in erster Linie durch die Neufassung des Gebäudeenergiegesetzes von 2024, kurz Heizungsgesetz, angeregt.

Sicher ist die Wärmepumpe für viele Gebäude die beste Lösung. Daneben gibt es aber noch andere nachhaltige Energieträger.

Zu berücksichtigen ist auch, dass schon länger Gesetze und Regelungen bestehen, um den Wärmeenergiebedarf von Wohngebäuden zu senken und nachhaltige Heizungssysteme einzubauen.

Langfristig wird sicher die strombasierte Heizung einen großen Teil des Wärmebedarfes bereitstellen. Daneben hat die Geothermie noch erhebliche Potentiale. In wie weit die Solarthermie dazu beitragen kann, wird die weitere Entwicklung zeigen. Langfristig wird der Einsatz von biogenen Brennstoffen zurück gehen. Mittelfristig tragen Holz und Biogas noch zur nachhaltigen Wärmeversorgung bei.

Der gesamte Wärmeenergiebedarf betrug im Jahr 2024 etwa 1.258 TWh. Wovon Wohngebäuden, inklusive Warmwasser 612 TWh verbrauchten. Von daher wird deutlich, wie wichtig dieser Sektor bei den Klimazielen ist. (Der gesamte Endenergieverbrauch für Strom, Mobilität und Wärme, betrug etwa 2.270 TWh)

Zu berücksichtigen ist dabei, dass durch die Vorschriften im Neubau und die Dämmung von Bestandsgebäuden, der Wärmeenergiebedarf deutlich reduziert werden kann. Allerdings beträgt die Rate von energetisch sanierten Wohngebäuden, derzeit deutlich unter 2 Prozent

pro Jahr. Von daher wird es für die Beheizung von Gebäuden erforderlich sein, mittelfristig auf nachhaltige Energieträger umzusteigen.



Holz ist ein wichtiger Rohstoff für Bauholz, Möbel oder als Dämmstoff. Bei nachhaltiger Forstwirtschaft wird eine Kohlenstoffbindung im Gleichgewicht erreicht. Das Problem ist nicht die Forstwirtschaft, sondern der Klimawandel.

Prozesswärme

Der Wärmeenergiebedarf inklusive Stromverbrauch der Industrie, betrug im Jahr 2024 etwa 475 TWh. Der Energiebedarf alleine für die Prozesswärme lag bei 317 TWh, sowie sonstige Wärme bei 58 TWh.

Wobei die genannten 317 TWh fast ausschließlich aus fossilen Energieträgern erzeugt wurden und dabei überwiegend aus Erdgas.

Die Erzeugung von Heizleistung auf Basis erneuerbarer Energien ist technisch kein Problem. Der entscheidende Knackpunkt sind die vergleichsweise hohen Kosten. Noch 2021 beliefen sich die Kosten für eine Kilowattstunde Wärmeenergie aus Erdgas auf etwa 7 Cent, in den Jahren davor noch günstiger. Ab 2022 haben sich diese Kosten fast verdoppelt und liegen derzeit bei etwa 12 Cent/kWh.

Wird dieselbe Wärmemenge aus Strom direkt erzeugt liegen die Kosten bei etwa 30 Cent/kWh. Kann eine Wärmepumpe eingesetzt werden, bei etwa 8 bis 10 Cent. Speziell zur Erzeugung von hohen Temperaturen wurden Hochtemperaturwärmepumpen entwickelt. Dabei ist der Wirkungsgrad etwas geringer.

Wenn für erneuerbare Energien fiktive Mehrkosten von 10 Cent/kWh gegenüber den Kosten von Erdgas angesetzt werden, und diese mit den oben genannten 317 TWh/a multipliziert werden, ergeben sich Mehrkosten von knapp 32 Milliarden Euro jährlich. Wobei die aktuellen Kosten von Erdgas und Strom, schon eine deutliche Mehrbelastung für die Wirtschaft darstellen.

Dieser Vergleich zeigt, wie schwierig die Transformation im Bereich der Industrie sein wird.

Mittelfristig wird der Bedarf von Erdgas, für die Industrie, Haushalte und zur Stromerzeugung, zu einem großen Teil mit flüssigem Erdgas (LNG) abgedeckt werden. Was den Aufbau einer neuen Infrastruktur erforderlich gemacht hat.

Dabei dürfen die Klimaziele aber nicht vergessen werden. Zur Erzeugung von Prozesswärme, kann Erdgas durch grünen Wasserstoff ersetzt werden. Das Problem dabei ist aber, derzeit wird der Bedarf an Wasserstoff noch aus Erdgas erzeugt. Von daher ist ein großtechnischer Einsatz von grünem Wasserstoff noch weit entfernt.

Wasserstoff

Wasserstoff ist für die Transformation des Energiesystems von zentraler Bedeutung. Bei allen Problemen, die es derzeit noch beim Transport und der Anwendung gibt, grüner Wasserstoff könnte schon jetzt in vielen Bereichen eingesetzt werden.

Wie oben beschrieben, kann grüner Wasserstoff, statt grauer Wasserstoff aus Erdgas, in der chemischen Industrie als Zwischenprodukt eingesetzt werden. Der Vorteil von Wasserstoff sind die vielfältigen Einsatzmöglichkeiten. Neben der chemischen Industrie, auch zur Stahlerzeugung, als Energieträger bei der Hochtemperaturprozesswärme, u.a. bei der Zementherstellung, in E-Fuels und zur Rückverstromung in Backup-Kraftwerken.

Bei der Anwendung als molekularer Wasserstoff, gibt es bei der Mobilität und Gebäudeheizungen aktuell noch die genannten technischen Probleme.

Das Hauptproblem von grünem Wasserstoff ist aber, bis jetzt korrespondieren Angebot und Nachfrage, nicht in der erforderlichen Größenordnung.

Wie viel Energie durch Abschalten von Windrädern und Photovoltaikanlagen, bzw. Netzüberlastung verloren geht, wird nicht erfasst. Bei der Windkraft und großen PV-Anlagen ist nur bekannt, **wie viel „nicht-erzeugte-Energie“ durch Abschalten vergütet wurde.** Im Jahr 2024 waren das immerhin 7 TWh. Werden alle Abschaltungen und kleinteilige Netzschwächen berücksichtigt, kann eine Strommenge, die nicht genutzt werden konnte, von 10 bis 20 TWh geschätzt werden.

Die Frage beim Wasserstoff ist aber, wie es mit der Energiewende weiter geht. Wird der Ausbau von Wind und Sonne nicht entschlossen weiter betrieben, wird es kaum Investoren geben, die in Wasserstofftechnik investieren werden.

Diese Unsicherheit zeigt beispielhaft, wie klare Entscheidungen zu neuen Technologien führen, oder im Gegensatz dazu, Unsicherheiten zu Abwarten und weiter machen wie bisher, führen kann.

Biomasse

Allgemein gilt Biomasse als erneuerbare Energie. Voraussetzung ist aber ein nachhaltiger Anbau. Von daher ist klar, dass Biomasse nur in begrenzten Mengen genutzt werden kann.

Allerdings gibt es auch Meinungen, die die Nutzung von Biomasse kritisch sehen. Je nach Ansicht wird die Nutzung von Brennholz grundsätzlich als nicht klimaneutral angesehen. Eine andere Meinung stuft die Nutzung von Energiepflanzen als unethisch ein, da auf den betreffenden Flächen auch Nahrungsmittel angebaut werden könnten.

Global gibt es viele Beispiele für Umweltzerstörung und Raubbau an der Natur, wie das Abholzen- bzw. Brandrodung von Wäldern und einer rücksichtslosen Landwirtschaft.

Allerdings kann dieser Umgang nicht pauschal auf die Land- und Forstwirtschaft im Allgemeinen bezogen werden. In Deutschland und in anderen Ländern, wird seit vielen Jahren eine naturnahe und nachhaltige Forstwirtschaft betrieben. Die Landwirtschaft trägt

durch schonende Bearbeitung der Flächen und -Anbaumethoden, zum Schutz der Böden bei.

Bei der Frage, ob es besser wäre Nahrungsmittel statt Energiepflanzen anzubauen, sind vor allem die Weltmarktpreise relevant. Das Problem dabei ist, dass Menschen in armen Ländern nicht das Geld haben Getreide zu kaufen. Mittelfristig wird das Problem der Ernährungssicherheit durch den Klimawandel noch deutlich zunehmen. Hinzu kommen noch Kriege, die zu großen Ernteaussfällen führen. Von der aktuellen Weltpolitik, mit Handelsstreit, bis hin zu erschwerten Hilfslieferungen, gar nicht zu reden.

Die Herausforderung besteht darin, Regelungen zu finden, wie die Finanzierung von Getreide für Hilfslieferungen gesichert werden kann.

Im Prinzip gibt es global ausreichend Flächen zum Anbau von Getreide. Die Ursachen sind die genannten Probleme, die paradox dazu führen, dass die Landwirtschaft selbst in Not geraten ist.

Das Problem für die Ernährungssicherheit wird in zunehmendem Maße der Klimawandel werden, von daher ist es sehr wichtig die Ursachen abzustellen. Die dafür erforderlichen Technologien sind vorhanden. Entscheidend ist jetzt, entschlossen zu handeln!

Die Landwirtschaft ist für die Ernährungssicherheit der Menschen von grundlegender Bedeutung. Steigende Temperaturen, veränderte Niederschlagsmuster, aber vor allem die gestörte Biodiversität mit invasiven Arten, sind als Folgen des Klimawandels, schon jetzt deutlich zu spüren.



Die Landwirtschaft ist für die Ernährungssicherheit sehr wichtig. Mit Grünstreifen und Feldgehölzen werden Böden vor Erosion geschützt.

Wind und Sonne

Die entscheidende Frage ist aber, ob erneuerbare Energien überhaupt die Größenordnung erreichen können, um den zukünftigen Energiebedarf decken zu können? Neben Biomasse, Wasserkraft und der Geothermie sind es in erster Linie die Windkraft und die Photovoltaik, die etwa 80 Prozent des zukünftigen Energiebedarfes erzeugen müssen.

Dazu gibt es verschiedene Studien und Untersuchungen. Die Frage nach der Versorgungssicherheit mit erneuerbaren Energien, kann eindeutig mit ja beantwortet werden. Vorausgesetzt, dass die vorhandenen Potentiale tatsächlich auch genutzt werden!

Das Problem ist aber eine Vielzahl von Hindernissen, die den erforderlichen Ausbau erheblich erschweren- oder sogar unmöglich machen können.

Klar ist, dass es für eine Stromversorgung, die überwiegend auf Wind und Sonne basiert, Energiespeicher unterschiedlicher Art und Größenordnung bedarf. Daneben ist ein adäquater Netzausbau erforderlich, dessen Umfang von der räumlichen Verteilung der Erneuerbaren, des europäischen Zusammenwirkens- und nicht zuletzt von Speicherkapazitäten und intelligenter Nutzung, abhängig ist.

Damit dieses System überhaupt funktionieren kann, ist eine fundierte und vor allem zielgerichtete Planung erforderlich. Voraussetzung dafür ist ein gesellschaftlicher Konsens, aber vor allem eine politische Übereinkunft, für dieses Ziel.

Hier wird die Problemstellung deutlich, für die Energiewende gibt es unter den demokratischen Parteien keine gemeinsame Überzeugung.

Klar ist, Windräder können nicht überall gebaut werden, aber große Flächen pauschal für die Windkraft auszuschließen, erschwert den Ausbau erheblich.



(Landwirtschaftliche Flächen in der Nähe der A8, innerhalb des Biosphärenreservates Pfälzerwald)

Diese landwirtschaftlich genutzten Flächen machen **das Dilemma bei der Energiewende** deutlich. Diese befinden sich in der Nähe der Autobahn 8, auf einer Höhe von etwa 350 Meter und guter Windhöffigkeit, aber innerhalb des Biosphärenreservates Pfälzerwald. Wie die genannte Autobahn im Verlauf dieser Region auch.

Wer genau die Nutzung dieser Flächen als Standort für Windräder verhindert, ist nicht klar. Die Grünen, die seit über 15 Jahren das Landes-Umweltministerium von RLP innehaben, sind daran nicht unbeteiligt.

Soll die Energiewende bis 2045 gelingen, muss der Ausbau der erneuerbaren Energien etwa vervierfacht werden. Nach plausiblen Studien wird der Stromverbrauch bis 2045 auf etwa 1.200 TWh ansteigen. Da Biomasse und Wasserkraft nicht weiter ausgebaut werden können, müssen in erster Linie die Windkraft und Photovoltaik ausgebaut werden. Daneben noch die Geothermie.

Im Jahr 2024 lag die Stromerzeugung von Wind und Sonne zusammen, bei etwa 213 TWh (Alle Erneuerbaren bei 284 TWh, der gesamte Stromverbrauch betrug 522 TWh). Für diesen Ausbau wurden 25 Jahre benötigt. In den nächsten 20 Jahren müssen also Kapazitäten, für knapp 920 TWh zugebaut werden. Durch Repowering von Windkraftanlagen im Bestand, kann auf den Flächen wo diese Windräder stehen, die Stromerzeugung um etwa 100 TWh erhöht werden. Von daher müssen an Land, insgesamt 2 Prozent der Landesfläche für den Bau von Windkraftanlagen ausgewiesen werden. Auf Ebene der Bundesländer bis zu 2,2 Prozent. Auf Grund der höheren Leistung zukünftiger Anlagen, wird sich die Gesamtzahl der Windräder an Land nur geringfügig erhöhen. Das Problem ist aber, diese Flächen tatsächlich auch auszuweisen. **Diese Blockade, teilweise auch von Parteien und Umweltverbänden die vorgeben für die Energiewende zu sein, führt dazu, dass die Atomkraft wieder an Bedeutung gewinnt.** Ein kürzlich in Berlin stattfindendes Seminar mit dem Titel: „Kernkraft für Deutschland - jetzt“ zeigt, solange die Windkraft von zwei Seiten ausgebremst wird, kommen wir an der Atomkraft nicht vorbei!

Wirkungsgrad

Bei Überlegungen nach der richtigen Technologie, ist der Wirkungsgrad von zentraler Bedeutung. Wenn von grünem Wasserstoff und -E-Fuels gesprochen wird, muss klar sein welcher Energiebedarf zur Herstellung dieser Energieträger erforderlich ist.

Im Prinzip kann die Herstellung von Wasserstoff und die Weiterverarbeitung zu E-Fuels in Ländern mit viel Sonneneinstrahlung oder viel Windkraft erfolgen.

In jedem Fall sind aber Photovoltaikanlagen oder Windräder, sowie Elektrolyseanlagen und synthese- Reaktoren, bzw. Anlagen erforderlich. Sofern keine nachhaltige CO₂-Quelle vor Ort vorhanden ist, muss dieses entweder dorthin transportiert- oder aus der Luft extrahiert werden.

Technisch ist das alles möglich, nur die Kosten werden entsprechend hoch sein. Eine seriöse Abschätzung über den Spritpreis von E-Fuels, gibt es derzeit nicht.

Ein Vergleich wie hoch der durchschnittliche Energieverbrauch für einen unteren Mittelklasse-PKW ist, zeigt die Unterschiede beim Stromverbrauch. Bei einem Elektroauto 19 kWh, beim Antrieb mit einer Brennstoffzelle 63 kWh und mit E-Fuels 106 kWh. (über 100 km, mit Übertragungs- und Ladeverlusten, bzw. Vorketten)

Fazit

Die Forderung nach mehr Technologieoffenheit ist in erster Linie durch unterschiedliche Meinungen zur Energieerzeugung und der Zukunft der Mobilität entstanden.

Im Prinzip geht es darum, welche Energieträger zukünftig zum Einsatz kommen sollen. Danach richten sich die Technologien, die auf diesen Energieträgern basieren.

Für die Wirtschaft ist es fundamental zu wissen, welche Energieträger zukünftig den Markt dominieren werden.

Das Problem dabei ist, theoretisch gibt es viele Möglichkeiten wie zukünftig der Strom erzeugt werden kann. Weiter stellt sich auch die Frage, welche Wertstoffe zukünftig von Bedeutung sein werden und welche Abhängigkeiten daraus entstehen.

Klar ist aber:

- Global müssen bis 2050 sämtliche CO₂-Emissionen bilanziell auf null zurückgefahren werden.
- In Deutschland muss dieses Ziel bereits 2045 erreicht werden.
- Eine zentrale Bedeutung hat dabei die Stromerzeugung.

Gelingt es die Stromerzeugung CO₂-frei zu stellen, ist ein großer Schritt gemacht. Um die Mobilität und den Wärmebedarf ebenfalls CO₂-frei zu stellen, besteht neben Biomasse- und der Geothermie, nur die Möglichkeit, ebenfalls auf strombasierte Technologien, bzw. Kraftstoffe zu wechseln.

Bei der CO₂-Abscheidung muss zwischen der Abscheidung aus der Energieerzeugung aus Biomasse- und fossilen Energieträgern unterschieden werden. In der EU und Deutschland ist die CO₂-Abscheidung aus der Nutzung fossiler Energien keine Option.

Bei der Nutzung der Atomkraft gibt es in Deutschland derzeit keine konkreten Pläne für einen Wiedereinstieg. Unterschwellig wird für diese Technik nach wie vor das Prinzip der Technologieoffenheit gefordert.

Wie oben geschrieben sind für einen erneuten Einstieg in die Atomkraft verschiedene Voraussetzungen erforderlich, die realistisch betrachtet, nicht zu erfüllen sind. Das Problem dabei ist aber, solange irgendwann doch noch ein Wiedereinstieg möglich ist, kann damit der Ausbau der erneuerbaren Energien erheblich erschwert werden.

Ähnlich sieht es mit der Kernfusion aus. Mit großer Wahrscheinlichkeit wird eine kommerzielle Nutzung dieser Technologie in großem Maßstab, erst deutlich nach 2050 möglich werden. Wenn überhaupt!

Bei der Frage in wie weit E-Fuels zum Einsatz kommen können, entscheidet sich vor allem über den Preis. Daneben ist auch die ökologische- und sozial faire Herkunft wichtig.

Wie die Klimabilanz des Expertenrates für Klimafragen für 2024 zeigt, lagen die CO₂-Emissionen im Verkehr mit 143 Mio. Tonnen, deutlich über der Zielmarke von 125 Mio. Tonnen.

Hier wird deutlich, dass E-Fuels nicht erst ab 2035 zum Einsatz kommen können. Damit E-Fuels überhaupt einen Effekt beim Einhalten der Klimaziele haben können, müssen diese spätestens ab 2026 an Tankstellen verfügbar sein. Zunächst in kleinem Umfang, dann schrittweise bis 2030 mit einem Anteil von mindestens 30 Prozent und schließlich bis 2035 zu annähernd 100 Prozent.

Ähnlich wie bei der Kernfusion, dürfen E-Fuels, nicht als theoretisch in der Zukunft liegende Lösungen dargestellt werden, sondern müssen tatsächlich auch vorhanden sein!

Wenn Deutschland über lange Zeit Leitmarkt der Verbrenner war und auf dem Weltmarkt weiter eine führende Rolle bei dieser Technologie behalten möchte, müssen die Voraussetzungen E-Fuels in großem Maßstab herzustellen und an Tankstellen anzubieten, schnell geschaffen werden.

Vereinfacht können für alle Technologien, grundsätzliche Anforderungen formuliert werden:

- Im Prinzip kann jede Technologie zum Einsatz kommen. Sofern diese sicher und umweltverträglich ist.

- Technologien die diese Voraussetzungen zwar aufweisen, aber von der Entwicklung noch weit von einer Markteinführung entfernt sind, dürfen Technologien mit denen die Klimaziele erreicht werden können und konkret verfügbar sind, nicht ausbremsen.

Ein gutes Beispiel ist die Kernfusion. Sie ist auf absehbarer Zeit nicht konfessionell nutzbar. Sollte diese Technologie tatsächlich in großem Maßstab zur Verfügung stehen und dabei noch sicher-, umweltverträglich und günstig sein, wäre das ein großer Fortschritt.

Alleine die theoretische Möglichkeit darf aber den Ausbau der erneuerbaren Energien nicht ausbremsen. Umgekehrt darf die Forschung und Entwicklung der Kernfusion, nicht durch eine ausschließliche Fokussierung auf erneuerbare Energien ausgebremst werden. Solange das wirtschaftliche Risiko der Entwicklung von neuen Technologien, nicht durch die Gesellschaft getragen werden muss, können Technologie wie die Kernfusion weiter entwickelt werden.

Da bis jetzt nicht sicher ist, bis wann die Kernfusion kommerziell nutzbar sein wird, darf es keinen fossilen Platzhalter über längere Zeit für diese Technologie geben. Sollte die Kernfusion tatsächlich eine kommerzielle Marktreife erreichen, braucht es andere Mechanismen um diese Technologie in den Markt zu integrieren.

Welche Technologien sich langfristig durchsetzen werden, oder sogar gemeinsam koexistieren können, wird die Zukunft zeigen.

Die Vorstellung, dass steigende CO₂-Preise zu weniger CO₂-Emissionen führen werden, vernachlässigt, dass es auch CO₂-freie Energien, bzw. Technologien geben muss, auf die gewechselt werden kann. Wenn es zu wenig Strom aus erneuerbaren Energien gibt, müssen zwangsläufig fossile Energien weiter genutzt werden. Darauf zu hoffen, dass in dieser Situation die Atomkraft oder die Kernfusion einspringen kann, ist ein riskantes Kalkül. Für die Wirtschaft wäre dieses Szenario ein großes Problem.

Eine übergeordnete Instanz, die einer bestimmten Technologie, quasi zwangsläufig zur Durchsetzung verhilft, gibt es nicht. Wie beschrieben, wird auch der Ausbau der erneuerbaren Energien von gesellschaftlichen Gruppen und Parteien blockiert, die zwar vorgeben für die erneuerbaren Energien zu sein. Wenn aber konkret Flächen für den weiteren Ausbau benötigt werden, dann aber dagegen sind.

Klar muss aber sein: Eine fortwährende Offenheit auf alle denkbaren Energieträger, mit keiner Festlegung auf einen bestimmten Pfad, führt eher zu Unsicherheit und Blockaden, als zu Entwicklungen zukunftsfähiger Technologien.

Mai 2025

Kurt Werner

Kontakt: info@klima-und-wald.de