Dipl.-Ing. Klaus Maier
Dr. Andreas Geisenheiner,
im Nov. 2021

Wie komplex ist unsere Energieversorgung?

Kaum einer weiß, wie komplex unsere Energieversorgung und ihre Nutzung ist.

Was bedeuten die geplanten Änderungen durch die Energiewende?

Für das Energiethema bringt die Fokussierung auf den Klimaschutz durch Dekarbonisierung oder gar Klimaneutralität eine gewollte Einschränkung. Umwelt- und Naturschutz aber müssen, genauso wie eine kostengünstige und sichere Energieversorgung, Selbstverständlichkeiten bleiben.

Diese kurze Broschüre möchte die Entwicklung unserer Energieversorgung verdeutlichen, damit man die Tragweite der bevorstehenden Änderungen möglichst verstehen, zumindest aber erahnen kann.

Ist der Weg in die geplante, neue und CO_2-neutrale Energiezukunft vernünftig?

Um diese Frage zu beantworten, muss man die Entwicklung aus der industriellen Vergangenheit kennen, die außergewöhnlich erfolgreich war. Es geht dabei um Fragen wie:

- Welche Energiequellen wurden verwendet?
- Welche Vorteile/Nachteile hatten diese?
- Welche energetischen Umformungen waren und sind damit verbunden?
- Wie kann man Energie gut speichern und transportieren?
- Wie effizient kann man die Energie nutzen?
- Wofür eignen sich die verschiedenen Energieformen?
- Wie wird sich der Übergang der fossilen in eine CO_2-arme Epoche entwickeln?

Die folgenden kurzen Beschreibungen beziehen sich auf drei Grafiken (Abb. 4 bis Abb. 6), die schematisch die Zusammenhänge zwischen Energiequellen und Energienutzung für die Zeit

1. vor der Energiewende
2. den Übergang
3. die geplante Energiezukunft

darstellen. Eine solche Sicht auf die bevorstehenden epochalen Veränderungen, unterstützt durch Grafiken – ein Bild sagt mehr als tausend Worte –, liefert wertvolle Einsichten, die vielen so nicht bewusst sind.

Der auslösende Grund für die als unabdingbar bezeichnete Energiewende, die vermutete „Klimakatastrophe“, wird nicht thematisiert. Selbst wenn man annimmt, dass dringlichst gehandelt werden müsse, so bleibt die Frage legitim, ob Klimaschutz durch die Energiewende erfolgreich sein kann. Beispielsweise stellt sich die Frage: Wäre es nicht besser, die immensen Aufwendungen, die für die Energiewende anfallen, in lokale Maßnahmen für Anpassungen gegen Extremwetterereignisse (die es historisch immer wieder gegeben hat) oder z.B. gegen höhere Temperaturen in Städten zu stecken?

Dazu gehört unabdingbar ein Verständnis des Gesamtsystems der Energieversorgung des hochentwickelten Industrielandes Deutschland. Mit dieser Broschüre wollen wir verdeutlichen, welche Auswirkungen der radikale, erzwungene Umbau der Energieversorgung auf unser Leben haben wird.

Vorbemerkungen

Es ist von Vorteil, den Unterschied zwischen den Begriffen zu kennen:

- Primärenergie
- Sekundärenergie
- Endenergie und
- Nutzenergie

Die ***Nutzenergie*** ist letztlich das, um was es uns geht, also z.B. die Antriebsenergie, die unsere Fahrzeuge in Bewegung setzen. Diese Energie ist nicht direkt in der Natur zu greifen. Wir müssen von einer ***Primärenergie*** bzw. von einem Primärenergieträger ausgehen, den wir der Natur entnehmen können, wie z.B.: Kohle, Öl, Gas, Kernenergie, aber auch Wind, Sonnenstrahlung und Wasserkraft sowie die Biomasse, die die Natur kontinuierlich erzeugt. Diese Primärenergie wird durch Wandlung zur gewünschten ***Sekundärenergie***[1] und dann nach Transport zur ***Endenergie***, die beim Endnutzer ankommt, wie z.B. Strom, Benzin, Heizöl.

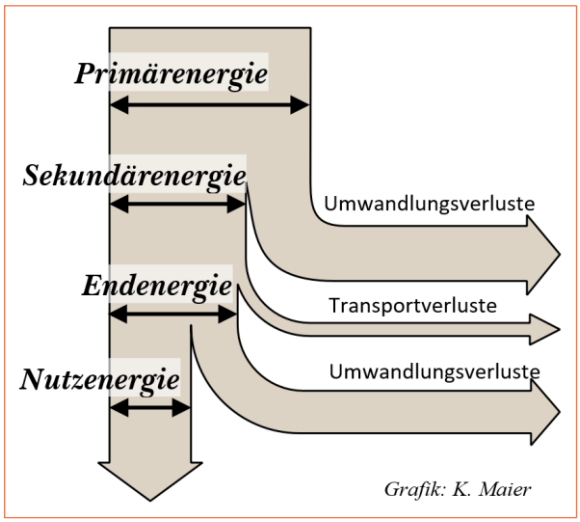


Abb. 1

Aber Heizöl (Endenergie) alleine wärmt noch nicht und Benzin setzt das Fahrzeug nicht ohne den Motor, der die Verbrennungsenergie in mechanische Energie (Traktion), der Nutzenergie, wandelt, in Bewegung.

Alle Wandlungsprozesse zwischen der Primärenergie und der Nutzenergie führen zu energetischen Verlusten, wie es die Gesetze der Thermodynamik verlangen. Dies zeigt die schematische Darstellung in Abb. 1 anschaulich.

Man erkennt, dass zwischen Primärenergie und Nutzenergie erhebliche und nicht vermeidbare Verluste entstehen.

Von der Primärenergie zur Nutzung

Wie bereits dargestellt, sind Wandlungen zwischen den Energieformen nötig, um zu der Energieform zu kommen, die für bestimmte Anwendungen geeignet ist. Das Prinzip einer Energiewandlung zeigt folgende Grafik.

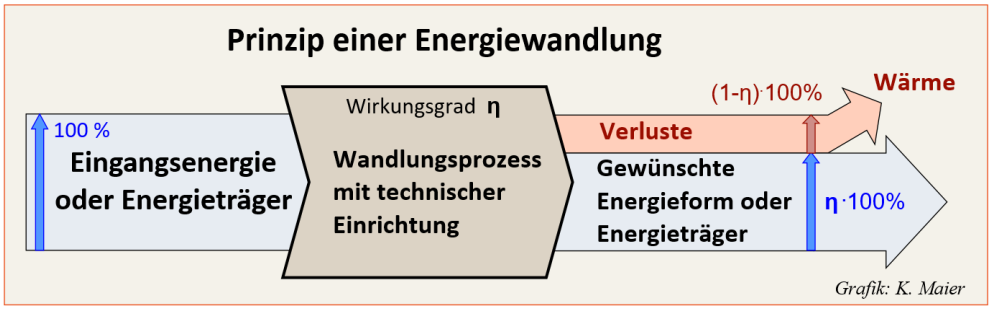


Abb. 2

Entscheidend ist dabei, dass eine Energiewandlung, die keine Wärme zum Ziel hat, Verluste aufweist. Das bedeutet, dass die gewünschte Energie geringer ist, als die Energie, die man eingangsseitig in den Wandlungsprozess gesteckt hat. Die Verluste bestehen in aller Regel aus Wärme. Kann man diese

[1] Zu den Sekundärenergien zählen auch z.B. Kohlebriketts, Kraftstoffe, Biogase und Erdgas (in aufbereiteter Form).

Wärme wirtschaftlich nutzen, werden die Kosten der Wandlung reduziert, weil die Betriebskosten der technischen Einrichtung dann auf zwei Nutzungen verteilt werden können (Einschränkungen s.u.).

Oftmals gibt es gute Gründe, dass zwischen Primärenergie und Nutzenergie mehrere Wandlungen notwendig sind. Der Gesamtwirkungsgrad wird dann durch das Produkt aller Wirkungsgrade bestimmt, wie das folgende Bild zeigt.

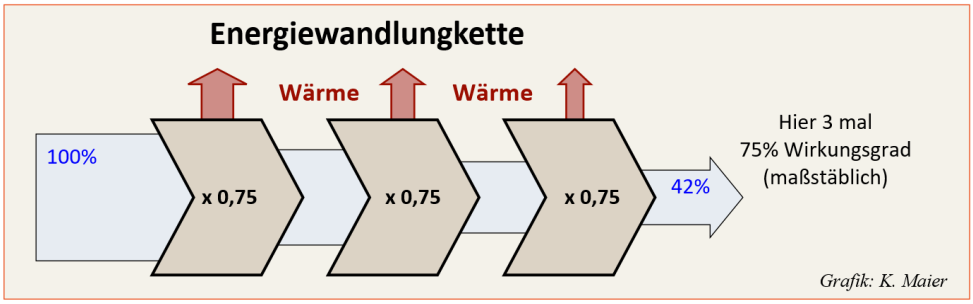


Abb. 3

Von großer Bedeutung ist daher, die Verluste (in Form nicht nutzbarer Wärme) bis zur Nutzung gering zu halten. Dies kann man mit effizienten technischen Einrichtungen (Effizienz ist nicht beliebig steigerbar) und mit weniger Wandlungsstufen erreichen. Die Wahl der Primärenergie bzw. der Sekundärenergieträger haben hierauf entscheidenden Einfluss.

Man kann natürlich die Abwärme prinzipiell nutzen. Dies ist aber unter praktischen Bedingungen oft nur sehr eingeschränkt möglich, z.B. wenn

- zeitweise mehr Wärme anfällt als genutzt werden kann (Überschüsse gehen verloren),
- die Wärme zeitlich nicht steuerbar ist, etwa, wenn sie aus volatiler Windenergie resultiert, die Anwendung (z.B. Fernwärme) aber eine nachfrageorientierte Versorgung verlangt,
- die Wärme zwar speicherbar ist, aber durch die Speicherung Verluste und weitere Kosten verursacht werden,
- die Wärme örtlich nicht dort anfällt, wo man sie nutzen könnte (Transport zu aufwendig),
- Wärme in kleinen und bewegten Einheiten (z.B. PKW) anfällt, die eine externe Nutzung unmöglich machen,
- die Wärme kein nutzbares Temperaturniveau erreicht,
- die Wärmeauskopplung teurer ist, als die Kosteneinsparung durch die Nutzung dieser Wärme,
- mehr Wärme anfällt, als im Umfeld genutzt werden kann.

Dann kann es wirtschaftlicher sein, den Wärmeüberschuss ungenutzt zu lassen. Insgesamt werden die Wärmeverluste der Wandlungen aus technischen und ökonomischen Gründen wahrscheinlich zu weniger als 30% energetisch nutzbar sein.

Niedrige Gesamtwirkungsgrade führen dazu, dass man mehr Primär- bzw. Sekundärenergie für die vorgesehene Nutzung aufwenden muss. Wenn zukünftig Strom die Quelle aller nachfolgenden energetischen Anwendungen ist, so bedeutet dies bei niedrigem Wirkungsgrad, dass sehr viel mehr Elektroenergie benötigt wird, als die Anwendung eigentlich braucht. Da dieser Strom aus Wind- und Photovoltaikanlagen kommen soll, führt ein niedriger Wirkungsgrad zu einem vervielfachten Ausbau dieser Anlagen (Onshore Windenergie steht heute schon unter starker Kritik).

Energietransport

Nun ist der Ort der Primärenergie nur selten der Ort der energetischen Nutzung der Endenergie. Daher müssen Energie bzw. Energieträger transportiert werden. Abgesehen von der Energieform Strom, die über elektrische Leitungen einfach zu transportieren ist, handelt es sich fast ausschließlich um den Transport eines Energieträgers, wie etwa Benzin, Diesel, Kerosin, Heizöl, Erdgas, Wasserstoff, Ammoniak und Methanol. Wie der Transport sinnvoll über kurze oder lange Strecken erfolgt, hängt von den Eigenschaften der Energieträger ab. So kommen z.B. Pipelinesysteme oder Schiffs- bzw. LKW-Transporte in Betracht. Ist der Energieträger z.B. unter Normalbedingungen flüssig oder gasförmig und welche Energiedichte hat er pro Volumen und pro Gewicht? Das hat z.B. zur Folge, dass Wasserstoff nur

unter hohem Druck oder in flüssiger Form (bei minus 253°C) sinnvoll transportiert werden kann. Die Zustandsänderung des Energieträgers benötigt zusätzliche technische Einrichtungen (Kompressoren, Verflüssiger), die für ihre Arbeit Energie benötigen und damit weitere, nachteilige Komponenten in der Kette des wichtigen Gesamtwirkungsgrades darstellen.

Speicherung

Energiespeicher können von unterschiedlicher Art sein. Sie sind gekennzeichnet durch ihren technischen Aufwand und ihre Energiedichte, also wie viel Kilogramm oder Kubikmeter benötigt werden, um eine Kilowattstunde zu speichern. Speicher sind meist Teil der Wandlungskette und haben auch einen Wirkungsgrad. Speicher werden benötigt, um einen zeitlichen Ausgleich bei schwankendem Zu- oder Abfluss von Energie zu schaffen. Sie werden auch benötigt, um für eine gewisse Zeit energieautark zu sein, etwa der Kraftstofftank oder die Batterie im PKW.

Ökonomische Aspekte

Technisch ist vieles denkbar und machbar. Am Ende hat nur Bestand, was volkswirtschaftlich mit vertretbaren Kosten realisierbar und betreibbar ist. Selbstverständlich gehört in der Marktwirtschaft die freie Entscheidung des Kunden zur marktwirtschaftlichen Durchsetzung der besten Produkte dazu. Das Produkt muss für den Kunden gute oder mindestens akzeptable Eigenschaften haben, möglichst uneingeschränkt jederzeit verfügbar und zu einem vertretbaren Preis zu haben sein.

Für den Überblick

Die vorgenannten Aspekte der Energieträger, wie die Wandlungsverluste, die Transporterfordernisse oder die Energiedichte führen zu den Wandlungsketten und erst damit zu einem Gesamtbild über das angestrebte Energieversorgungskonzept. Die folgenden drei Abbildungen zeigen verschiedene Wandlungswege, so dass auch prinzipielle, alternative Möglichkeiten zwischen der verwendeten Primärenergie und der Nutzenergie in der Anwendung erkennbar werden. In den Abbildungen werden typische Wirkungsgrade der Energiewandlung angegeben. Der Gesamtwirkungsgrad der Kette ist dann das Produkt dieser Werte.

Erläuterungen zu den Abbildungen

Die folgenden Beschreibungen zu den Abb. 4 bis Abb. 6 enthalten Verweise, die die Koordinaten aus den Zeilen 1 bis 24 und den Spalten A bis N verwenden. In der Spalte N wird eine Klassifizierung vorgenommen, die die Entwicklungsschritte von der Primärenergie zur Nutzenergie verdeutlichen.

Alle 3 Darstellungen machen weder qualitative Bewertungen noch zeigen sie Quantitäten und machen keine Angaben über Änderungen der Mengen der finalen Nutzenergien gemäß Zeile 24. Eine De-Industrialisierung oder eine Senkung des Lebensstandards ist keine hier betrachtete Option.

Alle drei Fälle (Abb. 4 bis Abb. 6) sehen die gleichen Anwendungsbereiche (Zeile 22) vor. Die Gründe für die drei unterschiedlichen Komplexitäten sind daher nicht auf Einschränkungen oder Erweiterungen in den Anwendungen zurückzuführen.

Die Abb. 4 bis Abb. 6 erheben keinen Anspruch auf Vollständigkeit.

Vom Leser wird nicht erwartet, dass er die Grafiken vollständig versteht,
sondern, dass er das Ausmaß der Komplexitäten erkennt.

Vor der Energiewende

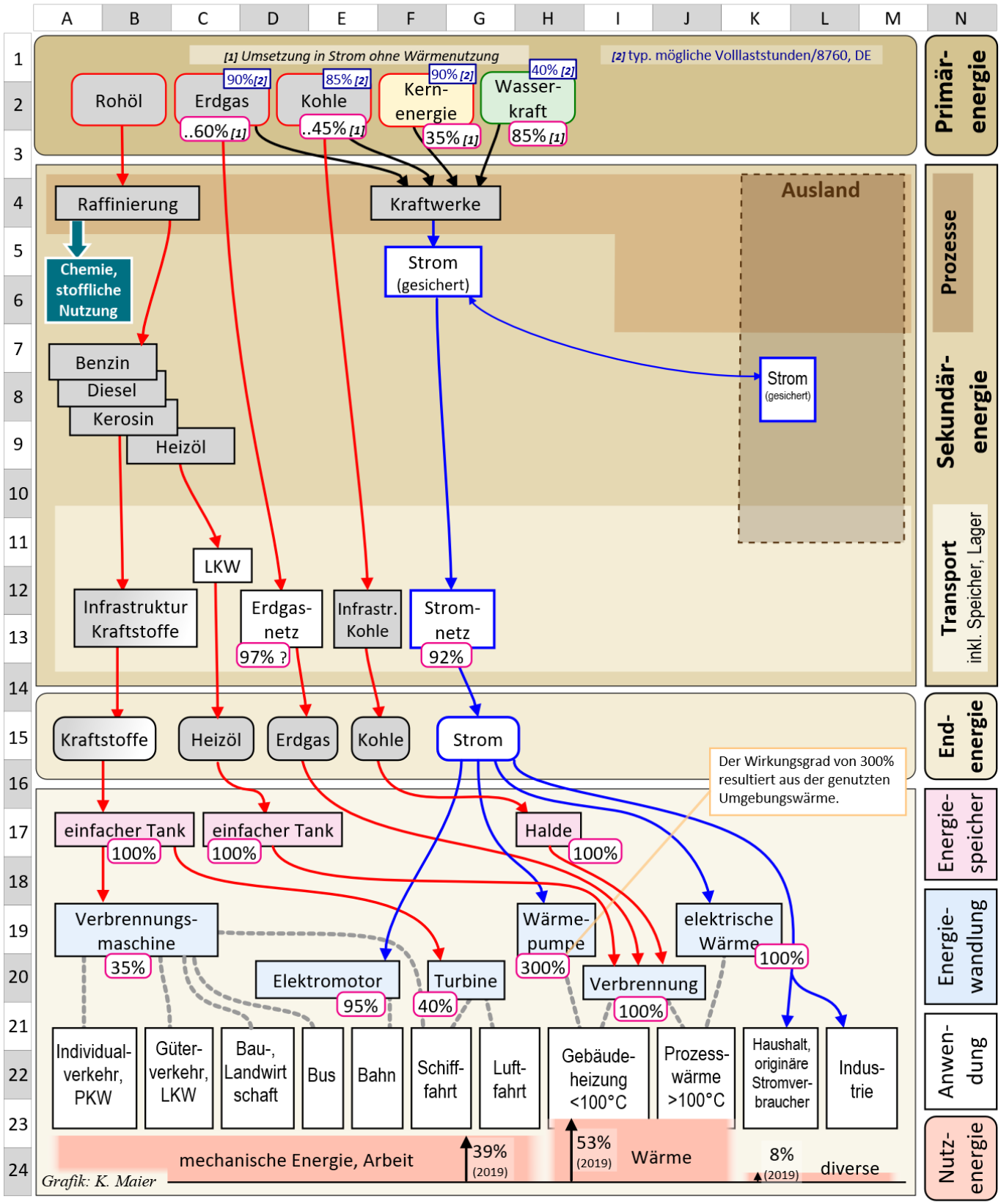


Abb. 4

Vor der Energiewende (zu Abb. 4)

Das Industrie- und Hochtechnologieland Deutschland basiert auf den seit der ersten Hälfte des 19. Jh. stetig sich entwickelnden Energieversorgungssystemen. Primärseitig begann der Sprung von den mittelalterlichen Quellen Brennholz, Wind und Wasserkraft zum fossilen Energieträger Kohle mit deren Verbrennung, Vergasung und Verstromung. Damit stand erstmalig in der Geschichte ein global verfügbarer effektiver Energieträger zur steigenden Bedarfsabdeckung an mechanischer Arbeit inklusive des Eisenbahntransportes zur Verfügung. Auch Wärme (für Heizung, Industrieprozesse) und schließlich der universelle elektrische Strom waren die Grundlage für den wachsenden Wohlstand.

Die vom primären Energieträger ausgehenden Stränge zeigen die Bedeutung, die „King Coal“ bei uns bis in die 60-ziger Jahre des vergangenen Jahrhunderts hatte und in vielen Ländern der Erde weiterhin hat. Die Entwicklung vollzog sich aus den Möglichkeiten, die großen Nutzen versprachen. Eine zentrale Steuerung dieser Entwicklung war nicht vorhanden und trotzdem war sie äußerst erfolgreich.

Aus der Kohlevergasung, in den Kokereien der Stahlindustrie entwickelt, entstand in Form der Gasnetze die erste kommunale und bald regionale Infrastruktur zur Versorgung von Industrie und Bevölkerung mit Licht, Heizung und Wärme. Zum „Stadt“gas kam seit 1970 das Pipeline-geführte Erdgas (D13), das die kommunalen Gaswerke mit ihren riesigen Gasometerspeichern schnell obsolet machte und den Heiz- und Wärmebedarf (H20 bis J24) großflächig, effektiv und umweltfreundlich abdeckte. Für gasnetzferne Kunden löste bald preisgünstiges Erdöl (B2) und Flüssiggas die schmutzige Heizkohle ab. Die universelle Nutzbarkeit der Edelenergie Strom lies deren Anwendung ab der 2. Hälfte des 20. Jahrhunderts um das 10-fache steigen. Das Stromnetz (F12) wurde in allen Spannungsebenen kontinuierlich ausgebaut. Haupteinspeiser waren neben bestehenden, neue, hocheffektive und umweltfreundliche Kohlekraftwerke und ab den Siebzigern die wachsende Reihe der uranbasierten Kernkraftwerke mit Leichtwasserreaktoren (E2 bis G4). Speziell letztere ermöglichten den kohlearmen süd- und norddeutschen Bundesgebieten den ersehnten Wohlstand durch kostengünstige, umweltschonende und verlässliche Energieversorgung.

Als dritter großer Energiestrang kam im 20. Jh. mit der Erfindung der Verbrennungsmotoren die Mobilität dazu. Mobilität (A21 bis G24) ist die Grundlage jeder Arbeitsteilung.

Auch wenn der thermodynamisch begrenzte Wirkungsgrad der Verbrennungsmaschinen (B19) nicht die Idealwerte der Elektromotoren erreicht, ermöglichten die Vorteile der hohen Energiedichte (wenig Gewicht und Volumen für viel Energie) und der leichten Handhabbarkeit der flüssigen Kohlenwasserstoffe die globale Entwicklung und Nutzung des straßengebunden Individual- und Güterverkehrs, der Luftfahrt, der dieselgetriebenen Lokomotiven und Großschiffe, der Traktoren der Landwirtschaft und die vielfältigen Maschinen (D22) der Bau- und Rohstoffindustrien. Erdöl als Ausgangsprodukt für die Kraftstoffe, lieferte weitere Grundstoffe für viele Güter des täglichen Lebens, bis hin zu Bitumen für den Straßenasphalt.

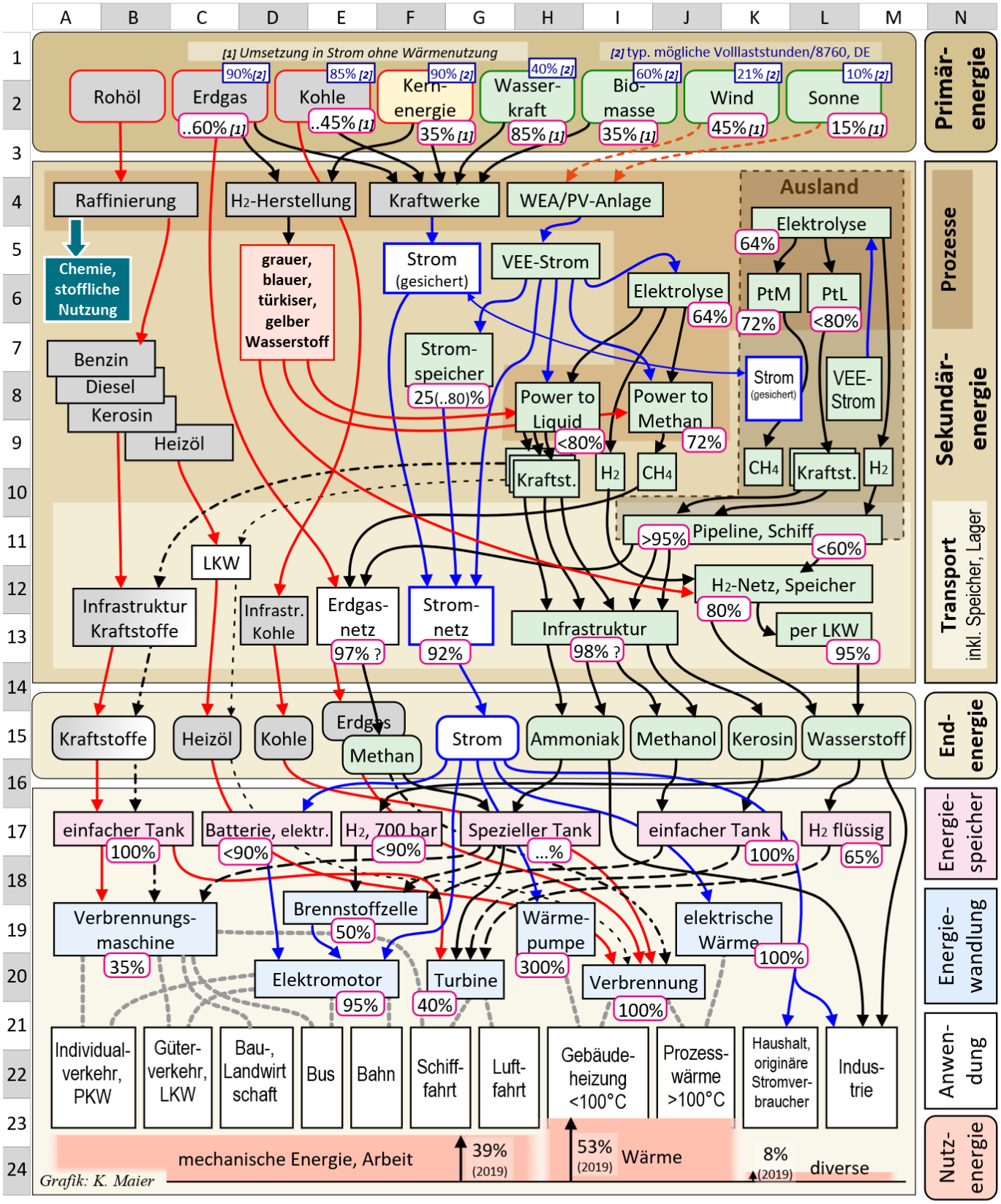
Mit den hier gezeigten Energiesträngen aus den Primärenergien (Zeile 2) Kohle, Erdöl, Erdgas und Kernenergie war weltweit die Entwicklung der Gesellschaften von Armut zu Wohlstand möglich.

Ihre natürlich verlaufenden Wirkungsgrad-, Transport-, Speicher- und Marktoptimierungen führten in allen Bereichen zu einer bezahlbaren, sicheren und umweltverträglichen Vollversorgung. Abb. 4 zeigt am Beispiel der Stromerzeugung und Nutzung (Spalten F und G) die entsprechend dem Bedarf gewachsenen, leistungsfähigen Strukturen.

Der beschriebene weltweite Energie-Standard erhielt, nach Ende des Kommunismus in den 90-ziger Jahren des 20. Jahrhunderts, einen nochmaligen Entwicklungsschub durch den jetzt möglichen, weltweit offenen Handel der Energieträger.

Als Anfang der 70er Jahre die Ölkrise auftrat, musste jedem klarwerden, was es bedeutet, wenn Energieträger knapp und damit teuer werden. Diese Knappheit war aber eine bewusste Reduktion der Fördermengen. Der viel beschworene „Peak oil“ trat aber nie ein. Tatsächlich liegen die Reserven und Ressourcen von Öl bei 150 und bei Kohle bei über 3000 Jahren, wenn man mit heutigem Verbrauch rechnet. Es gibt somit keinen Grund für einen überhasteten Ausstieg aus Öl, Gas und Kohle.

Übergang zur Energiewende



stofflich, sinnvoll
stofflich, bedingt sinnvoll
stofflich, nur theoretisch
stofflich, unerwünscht
Energietransport
Elektroenergie
verwendet für...
xxx neutral
xxx künftig unerwünscht
xxx Übergangslösung
xxx Zukunftslösung
95% typischer Wirkungsgrad (Größenordnung)

Abb. 5

Übergang zur Energiewende (zu Abb. 5)

Die Abb. 5 zeigt in den Spalten H bis M die hinzugekommenen primären ***„Erneuerbaren Energien" (EE)*** (grüne Blöcke, H1 bis M2): Biomasse, Wind und Sonne. Es entstand so ab Mitte der neunziger Jahre langsam eine Doppelstruktur, deren Ende vorerst nicht absehbar ist. Auffallend sind die sehr viel niedrigeren Volllaststunden der Neuen (10%… 60%, I1 bis M1), die aufwändige Umformungs- (G4 bis J8), Speicher- (F7) und Transportprozesse (H11 bis M13) zur Folge haben.

Zur schlechten Verfügbarkeit (zufällige Stromerzeugung durch Tages- und Wetterabhängigkeit) kommen die relativ begrenzten Intensitäten von Sonne und Wind in der gemäßigten mitteleuropäischen Klimazone und bezüglich der Biomassen, die kaum vermehrbaren Nutzflächen. Der hohe technische Aufwand für die Stromerzeugung resultiert aus der geringen Energiedichte der EE. Von Nachhaltigkeit und Ressourcenschonung kann man angesichts des ca. 20-fachen Stahl-, des 50-fachen Beton- und des 1.000-fachen Flächenverbrauchs von Windenergie (WEA) im Vergleich zu Kraftwerken, nicht sprechen. Umweltschonung und Naturschutz bleiben auch auf der Strecke, wenn man an die getöteten Vögel und Insekten denkt sowie an WEAs in Wäldern und FFH[2]-Gebieten.

Die begrenzten Potenziale der EE müssen durch Importe von Strom und chemischen Energieträgern ergänzt werden (K4 bis M11).

Der Aufbau (Hochlauf) einer Wasserstoffwirtschaft erfordert neben den Elektrolyse-Erzeugungsanlagen (I6, L5) zudem ein zusätzliches Gas-Verteilnetz (K12 bis M13) und die übergangsweise Verfügbarkeit chemisch erzeugten Wasserstoffs (D6 bis D8), z.B. aus Erdgas.

Die in den Zeilen 5 bis 14 angegebenen Wirkungsgradketten der „Neuen" (grüne Blöcke) signalisieren die auftretenden Energieverluste und damit Kosten und Umweltlasten. In H10 bis M10 werden die neuen Sekundärenergien Wasserstoff (H_2), Methan (CH_4) und synthetische Kraftstoffe dargestellt.

> *Der Verzicht auf fossile Energieträger bedeutet oft grundlegende Umstellungen in den Fertigungsprozessen, die dann z.B. „grünen Wasserstoff"[3] zur Wärmeerzeugung oder für chemische Reaktionen benötigen. Auf diese Weise wird zusätzlicher Strom z.B. für die Stahlindustrie (60 TWh/a) und die chemische Industrie (628 TWh/a) benötigt, der einer erklärten Einsparung von Strom widerspricht.*
>
> *Grüner Wasserstoff (H_2) muss aufgrund von Verlusten mit viel zusätzlichem EE-Strom hergestellt werden. Für Power-to-Liquid (PtL) wird CO_2 benötigt, das aufwendig der Luft entzogen werden muss, um eine klimaneutrale, nachfolgende Verbrennung zu sichern.*

Die daraus entstehenden Endenergien (Zeile 15) sind zahlreich und benötigen passende, zusätzliche Infrastrukturen (Tank-, Speicher- und Verteilsysteme), entsprechend Zeile 17.

Wie in Abb. 4 demonstriert die Zeile 22 die unveränderte Vielfalt der Energieanwendungsbereiche. Zeile 24 gruppiert die drei Nutzenergieformen *Mechanische*, *Wärme* und *Diverse* in quantitativ verstehbare Anteile (rötliche Säulenhöhe mit Prozentwert an der gesamten Nutzenergie).

Fazit des Übergangs: Die inzwischen erfolgte, hochsubventionierte quasi parasitäre Hineindrängung der „Erneuerbaren" in die bestehenden konventionellen Energieversorgungsysteme führt zu Doppelstrukturen, deren Aufbau und Instandhaltung zusätzliche Ressourcen, an Material, Fläche und Kosten verschlingt.

Der 2011 beschlossene Atomausstieg[4] verschlechtert durch verlängerte und verstärkte Kohlenutzung die Emissionsbilanz und verringert die Chancen auf verfügbaren Strom für die beabsichtigten Umwandlungsprozesse in chemische Energieträger (Power-to-X) . Er bleibt ein völlig falscher Sonderweg.

Erstmalig in der beinahe 200-jährigen Entwicklung der Energieversorgungssysteme wird das Prinzip der Verhältnismäßigkeit von Aufwand (hinsichtlich Ressourcenverbrauch und Kosten) und Nutzen gravierend verletzt.

---

[2] Fauna-Flora-Habitat

[3] „grüner Wasserstoff" ist Wasserstoff, der aus EE-Strom hergestellt wurde. Heute wird er billig aus Erdgas hergestellt.

[4] im Gegensatz zur internationalen Entwicklung

100% Energiewende

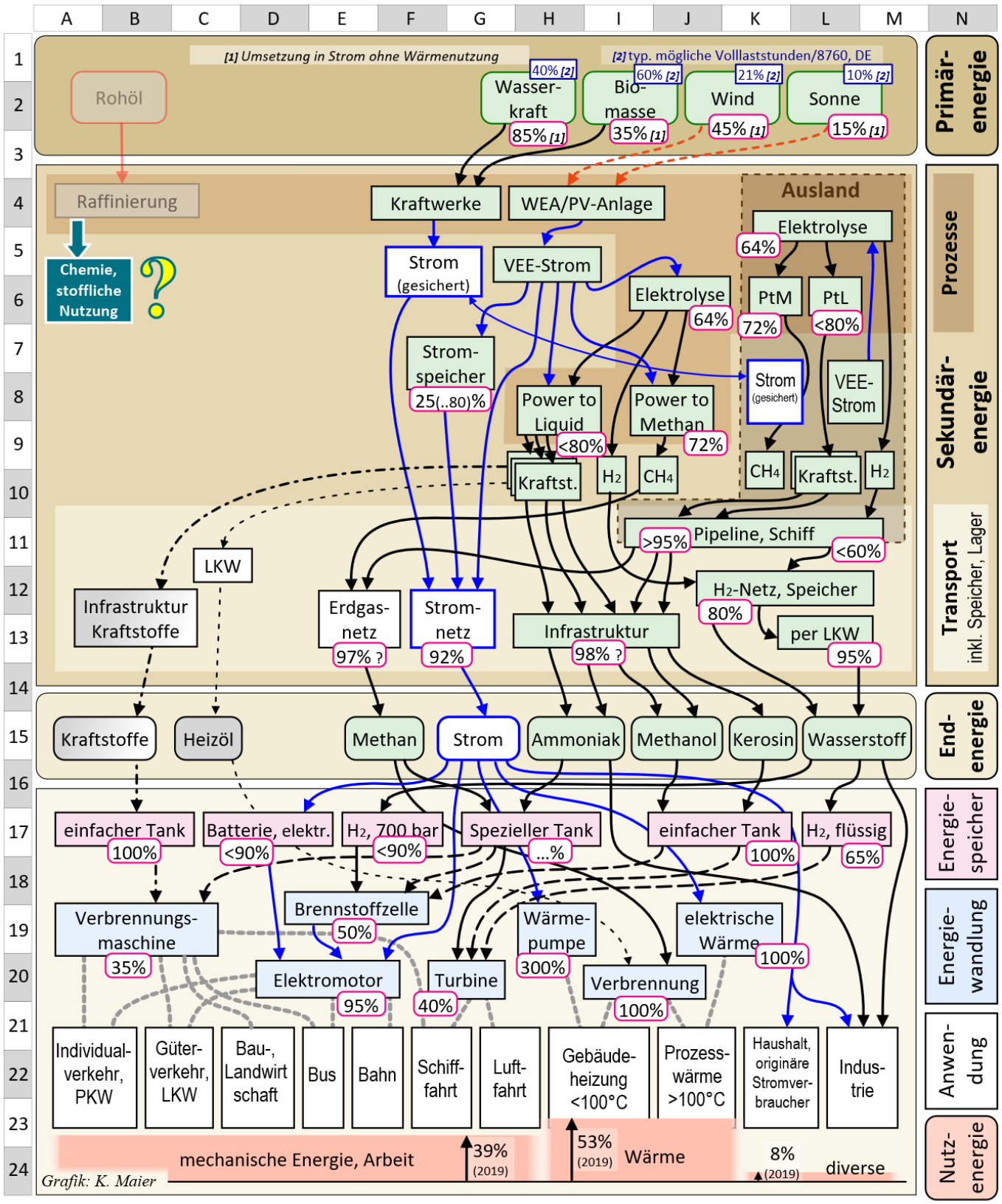


Abb. 6

100% Energiewende (zu Abb. 6)

Wie leicht in Zeile 2 erkennbar, ist die aufwändige Doppelstruktur aus den Primärenergien verschwunden. Wie versprochen, so geliefert, sollte man glauben, wenn da nicht die quantitativen Fragen wären. Wie bereits in Abb. 5 erläutert, ist es nur theoretisch möglich, die benötigten Nutzenergien in Deutschland aus den drei „Erneuerbaren" *Biomasse*, *Sonne* und *Wind* herzustellen. Alleine die hohen Wirkungsgradverluste über die Umwandlungsketten würden die Vervielfachung der EE bis zum Faktor 15 gegenüber 2019 erfordern. Der angepeilte Ausweg, der inzwischen immer häufiger propagiert wird, ist der Import „grüner" Energieträger (K4 bis M10) einschließlich Strom (K8).

> *Der Einstieg in eine Wasserstoffwirtschaft, die von der Bundesregierung und der EU geplant und mit einem großen Beamtenapparat begleitet wird, ist gekennzeichnet von einer völligen Fehleinschätzung des nötigen Wasserstoffs[5]. Die Notwendigkeit, Wassersoff einführen zu müssen, ist immerhin enthalten.*

Die Endenergien, deren Komponenten und Infrastrukturen (Zeile 15-17) bleiben gegenüber der Abb. 5 weitgehend unverändert notwendig.

> *Anwender, die heute in großer Zahl auf fossile Energieträger gesetzt haben (z.B. Erdgasheizungen) müssen noch lange gesichert versorgt werden (Investitionsvertrauen). Das bedeutet einen parallelen Betrieb von Gas-Infrastrukturen (Erdgas und Wasserstoff). Verneint man dieses Prinzip, so wären funktionsfähige Anlagen, die noch viele Nutzugsjahre vor sich haben, zu ersetzen, was eine Vernichtung von volkswirtschaftlichem Vermögen darstellt (unabhängig davon, wer die Kosten übernimmt).*

Im Vergleich mit Abb. 4 (vor der Energiewende) wird der erhebliche Mehraufwand sichtbar, selbst bei 100% „Erneuerbaren", dem angestrebten Endzustand.

Die Rohölförderung, die uns bisher die Kraftstoffherstellung ermöglicht (und damit für den unerwünschten CO_2-Ausstoß sorgt), soll künftig entfallen. Damit entfällt die Herstellung von Erdölderivaten, aus denen 6.000 Produkte[6] des täglichen Lebens entstehen. Hierzu gehört z.B. auch Bitumen[7] als unverzichtbarer Bestandteil des Asphaltes für die Straßen. Wie soll die Substitution dieser Produkte (A2 bis B6) künftig erfolgen? Das ist eine der wenig beachteten offenen Fragen der Energiewende.

Fazit, Bewertung

Die Beschränkung auf „Erneuerbare" Primärenergien, verstärkt durch das deutsche Kernenergieverbot, wäre nur durch erhebliche Importe an „grünen Energien", inklusive Kernkraftstrom, aufrecht zu erhalten.

Die notwendigen Umwandlungsschritte auf verschiedene Energieträger und die zugehörigen neuen Infrastrukturen bedingen hohe Investitionen und Betriebsaufwände, nicht zuletzt wegen der damit einhergehenden Wirkungsgradverluste.

Die zur Versorgung aller Anwender notwendigen fossil- und kernkraftfreien Energiesysteme sind in Kapital-, Betriebs- und Entsorgungskosten wesentlich teurer als das ehemalige konventionelle System nach Abb. 4. Eine erste Durchrechnung (siehe *Klaus Maier, "Die Abrechnung mit der Energiewende"*) ergibt einen dauerhaften jährlichen volkswirtschaftlichen Mehraufwand von 350 Mrd. €. Das entspricht etwa dem heutigen Bundeshaushalt und einem Zehntel der EEG-Kosten. Der derzeitige CO_2-Preis von 25 € wird sich mindestens auf das 20-Fache erhöhen.

Der immense Flächen- und Materialbedarf verursacht Umwelt- und Naturschäden und verbraucht große Mengen externer Ressourcen. Das widerspricht dem Nachhaltigkeitsgedanken in unübersehbarer Weise.

---

[5] Die Bundesregierung liegt mit 5 bis 6 Mill. Tonnen H2 um den Faktor 6 unterhalb des tatsächlichen Bedarfs.

[6] Produkte für: Medizin, Kosmetik, Kunststoffe, Synthesekautschuk, Putzmittel und Asphalt

[7] Es geht um ca. 150 Mill. t/a, die bei ca. 5 Mrd. t Erdöl pro Jahr als Nebenprodukt der Kraftstoffherstellung anfallen.

Die zusätzliche Begründung der Energiewende, die fossilen Ressourcen seien endlich (peak oil) und dass man sich von Abhängigkeiten (russisches Erdgas) lösen müsse, sind nicht stichhaltig. Öl und die anderen Energieträger sind noch weit über 100 Jahre hinaus verfügbar. Die künftigen Abhängigkeiten werden andere sein: es geht um den Wasserstoff z.B. aus Nordafrika oder Südamerika und damit aus Staaten, die immer schon politisch instabil waren.

Der Wechsel der Energieträger hat weder natürliche Gründe (Kosten, Nutzengewinn) noch läuft ein marktwirtschaftlich-natürlicher Umstellungsprozess. Der Wechsel wird vielmehr begründet mit der „alternativlosen“ Notwendig der Dekarbonisierung der Weltwirtschaft auf Basis der AGW-Theorie[8]. Die plan- und zwangswirtschaftliche Steuerung der Energieerzeugung, -nutzung und Einschränkung (Suffizienz) entspringt einem Machbarkeitswahn einer nicht legitimierten Eliten-Governance.

Kontaktmöglichkeiten: klaus-k.maier@t-online.de und andreas.geisenheiner@gmx.de

[8] Anthropogenic Global Warming, die menschgemachte globale Erwärmung