

Die drei Uhren

Bei fossiler Energie wird vor allem über CO₂ geredet. Dabei hat sich die wichtigere Frage längst von selbst beantwortet.

Ein Kommentar von Dr. Titus J. Rinke

Über die Fossilen laufen drei Uhren gleichzeitig. Die erste misst, wie lange der Vorrat reicht. Die zweite misst, wie lange er sich noch lohnt. Die dritte misst, wie lange wir ihn uns noch leisten können, ohne das Klima zu kippen. Vor zwanzig Jahren hieß die Debatte „Peak Oil“ und drehte sich um die erste. Heute heißt sie „Klimaneutralität“ und dreht sich um die dritte. Die zweite hat kaum jemand ernsthaft angeschaut – dabei ist sie die einzige, die bereits abgelaufen ist – überall dort, wo Strom die Fossilen direkt ersetzen kann. Am deutlichsten sieht man das beim Öl.

Uhr eins: Geht es aus?

Die lauteste und die unschärfste. Die offizielle Antwort steht in den Tabellen der OPEC: 1.572 Milliarden Barrel nachgewiesene Ölreserven Ende 2025, bei einer Förderung von gut 27 Milliarden Barrel im Jahr. Knapp sechzig Jahre. Entwarnung.

Die Zahl ist nur leider mehr Buchhaltung als Geologie. Vier Fünftel der Reserven liegen bei OPEC-Mitgliedern und werden nach keinen einheitlichen Regeln geprüft. Rechnet man wie eine Ölfirma vor ihren Aktionären – Feld für Feld, und nur, was nach enger Definition als nachgewiesen gilt –, kommt das Analysehaus Rystad auf vierzehn Jahre. Beide Zahlen sind richtig, sie beantworten nur verschiedene Fragen, und beide taugen schlecht als Argument. Deshalb hat man diese Uhr beiseitegelegt. Verständlich. Falsch war nur, was man danach getan hat: Man hat gleich zwei beiseitegelegt.

Uhr zwei: Lohnt es sich noch?

Die zweite Uhr ist bereits abgelaufen, so geräuschlos, dass es kaum jemand bemerkt hat.

Ein Barrel Rohöl enthält etwa 1.700 Kilowattstunden Energie. Bei einem Brent-Preis von 104 Dollar, dem Stand dieser Woche, kostet die Kilowattstunde als Rohöl, vor Raffinerie und Transport, gut fünf Cent. Dazu Raffinerie und Logistik. Im Motor eines Autos werden aus dieser Wärme zwischen 22 und 25 Prozent Bewegung – die Kilowattstunde an der Antriebswelle kostet damit, vor jeder Steuer, sechsundzwanzig bis neunundzwanzig Cent.

Die Gegenrechnung: Solarstrom aus großen Freiflächenanlagen kostet in Deutschland laut Fraunhofer ISE 4,1 bis 6,9 Cent je Kilowattstunde, in sonnenreichen Ländern inzwischen unter drei. Durch Ladeverluste und Antriebsstrang eines Elektroautos kommen davon über achtzig Prozent an der Welle an. Faktor drei bis fünf – mit Solarstrom aus dem Süden bis sieben. Beide Zahlen sind reine Energiekosten ab Werk, ohne Netz, ohne Tankstelle, ohne Steuer; was an Steckdose und Zapfsäule steht, ist eine andere Rechnung, aber dieselbe in beide Richtungen. Und sie gilt nicht für 2035, sondern heute. Was Autos und Heizungen in der Anschaffung kosten, ist eine zweite Rechnung – aber keine Volkswirtschaft läuft auf Dauer mit dem teuersten Brennstoff, nur weil die Geräte dafür schon bezahlt sind.

Dabei ist das Öl nicht einmal teuer in der Förderung: Ein neues Projekt außerhalb der OPEC rechnet sich laut Rystad im Mittel schon ab 47 Dollar je Barrel, Ölsande ab 57. Der Marktpreis liegt beim Doppelten – nicht, weil die Förderung das kostet, sondern weil über die Fördermenge kein Markt entscheidet, sondern ein Kartell. Und dessen wichtigste Mitglieder brauchen für ausgeglichene Haushalte laut Währungsfonds knapp 87 Dollar (Saudi-Arabien) und 79 (Irak). Zwischen Förderkosten und Marktpreis liegt der Aufschlag, den der Rest der Welt zahlt – und in Krisenwochen wie dieser noch einer obendrauf. Gleichzeitig wurden 2024 weltweit 1,8 Milliarden Barrel neu entdeckt – bei 30 Milliarden Barrel Förderung. Die Reserven wachsen trotzdem, nur nicht mehr durch den Bohrmeißel, sondern durch Neubewertung bekannter Lagerstätten: bessere Fördertechnik, bessere Daten – und ein Preis, der das Buchen erlaubt.

Das ist der eigentliche Befund, und er ist unbequemer als jedes Klimaszenario: Öl ist nicht knapp. Öl ist teuer geworden. Überall dort, wo Strom es direkt ersetzen kann – beim Auto, bei der Heizung –, ist es inzwischen der teuerste Energieträger im Angebot.

Uhr drei: Wie lange haben wir?

Die dritte Uhr ist die einzige mit einer Zahl darauf: 2045, das Jahr, in dem Deutschland laut Klimaschutzgesetz unterm Strich keine Treibhausgase mehr ausstoßen will. Über sie wird geredet, fast ausschließlich in einer Tonlage – dass sie nicht zu halten sei, weil die Ausweichtechniken zu teuer seien. Heizung, Flugbenzin, Schweröl. Dreimal dasselbe Wort, drei verschiedene Fälle.

Die Heizung ist das schwächste der drei Argumente. Eine Wärmepumpe mit Arbeitszahl drei macht aus Strom zum Haushaltstarif – rechnen wir großzügig mit vierzig Cent – Wärme für gut dreizehn; Heizöl lag im dritten Quartal, frei Haus und mit Mehrwertsteuer, bei sechzehn. Mit Strom zu Erzeugungskosten wird daraus knapp drei. Der Einwand, der an dieser Stelle immer kommt, lautet „und im Winter?“ – er verdient eine eigene Antwort, und die habe ich ihm gegeben: [Und im Winter?](#) Kurzfassung: Die Lücke ist kleiner als gedacht, zum Teil selbst gebaut, und der Rest ist eine Versicherungsprämie, keine Unmöglichkeit.

Das Fliegen ist der ehrliche Fall – auf der Langstrecke. Synthetisches Kerosin kostet ein Mehrfaches des fossilen, und es gibt keinen eleganten Ausweg; Energiedichte ist über dem Atlantik kein Komfort, sondern Statik. Hier ist „zu teuer“ kein Vorwand, sondern eine Zustandsbeschreibung. Unterhalb davon sieht es anders aus: Beta Technologies fliegt sein Elektroflugzeug für fünf Passagiere – nach Herstellerangabe rund 460 Kilometer Reichweite – durch die amerikanische Zulassung, Heart Aerospace hat im August den Demonstrator für einen Dreißigsitzer in die Luft gebracht, Serienstart 2031. Und die deutschen Kandidaten dieser Liga? Lilium ist insolvent, Volocopter ging durch die Insolvenz an einen neuen Eigentümer. Dazu habe ich im Juli geschrieben: „Gestorben sind diese Unternehmen nicht an der Physik. Sie sind an der Finanzierung gestorben – genauer: an einem Umfeld, das kapitalintensive Technologiewetten strukturell nicht durchhält.“ ([Die Angst vor dem Fliegen](#))

Die Schifffahrt ist der interessanteste Fall. Schweröl ist, pro Kilowattstunde, so billig wie kaum ein anderer Brennstoff – der Rest, der nach der Raffinerie übrig bleibt, verbrannt in Motoren mit über fünfzig Prozent Wirkungsgrad. Dagegen anzutreten ist tatsächlich schwer. Nur ist das keine Antwort, sondern eine Aufgabenstellung, und an der wird gearbeitet – in Norwegen seit Jahren im Kleinen, in China seit April im Großen: Dort fährt ein 10.000-Tonnen-Containerschiff im Liniendienst zwischen Ningbo und Jiaxing, rein elektrisch, 19 Megawattstunden in Wechselcontainern, die im Hafen getauscht werden wie Frachtboxen. Küste und Fluss, noch nicht Pazifik – aber die Frage, wie man Energie auf ein Schiff bekommt, ohne sie als Schweröl mitzunehmen, ist damit gestellt und nicht mehr beantwortet mit „geht nicht“. Kein Ingenieurproblem löst sich selbst, solange niemand dafür bezahlt wird, es anzufassen.

Die Referenzrechnung

Was die zwei Ausreden und die eine Zustandsbeschreibung verbindet, ist nicht die Technik. Es ist der Vergleichsmaßstab. „Zu teuer“ ist immer eine Aussage über zwei Preise, und über den zweiten wird nie gesprochen. Gerechnet wird gegen ein Fass Öl, das in der Vorstellung noch 50 Dollar kostet und ewig verfügbar ist. Es kostet 104 – kein Kostenpreis, sondern einer, an dem ein Kartell und eine Krise mitschreiben –, und ein guter Teil der Reserven, die in den Tabellen Entwarnung signalisieren, ist nur deshalb dort verbucht, weil der Preis hoch bleibt.

Die Internationale Energieagentur rechnet in ihrem jüngsten Ausblick beides vor: ein Szenario, in dem die Ölnachfrage bis 2050 weiter steigt, und eines, in dem sie noch vor 2030 ihr Plateau erreicht. Der Unterschied zwischen beiden ist keine Frage der Technik, sondern der Politik – und der Bereitschaft, weiter gegen einen Preis von vorgestern zu rechnen.

2045 wird nicht an der Physik der Ausweichtechniken scheitern. Es wird daran scheitern, dass wir die Rechnung mit dem falschen Fass aufmachen.

Dr. Titus J. Rinke ist Geschäftsführer der MicroChemicals GmbH in Ulm. Zahlen und Quellen im Anhang.

Zahlen und Quellen

- Nachgewiesene Rohölreserven Ende 2025: 1.572 Mrd. Barrel, davon 1.243 Mrd. bei OPEC-Mitgliedern; Rohölförderung 2025: 74,85 Mio. Barrel/Tag = 27,3 Mrd. Barrel/Jahr, statische Reichweite 58 Jahre (OPEC Annual Statistical Bulletin 2026); nach Feld-für-Feld-Bewertung rund 14 Jahre Förderung (Rystad Energy, 2025)
- Neufunde 2024: 1,8 Mrd. Barrel bei 30,1 Mrd. Barrel Förderung (Rystad Energy)
- Erforderlicher Ölpreis für neue Förderprojekte: 27 \$ (Nahost onshore) bis 57 \$ (Ölsande, Spitzen um 75 \$), Mittel außerhalb der OPEC 47 \$ je Barrel (Rystad Energy, Oktober 2024); fiskalische Breakeven-Preise 2026: Saudi-Arabien 86,6 \$, Irak 79,1 \$ (IWF, Regional Economic Outlook Middle East and Central Asia, Mai 2025, Statistischer Anhang)
- Brent, 1. Oktober 2026: 104 \$ je Barrel
- Rechenweg Antriebswelle: 1 Barrel $\approx$ 1.700 kWh; 104 \$ $\approx$ 89 € (1,17 \$/€) $\rightarrow$ 5,2 ct/kWh Rohöl, plus ca. 1,2 ct/kWh Raffinerie und Logistik, bei 22–25 % Tank-to-Wheel $\rightarrow$ 26–29 ct/kWh mechanisch, ohne Steuern. Solarstrom: 4,1–6,9 ct/kWh Stromgestehungskosten Freifläche Deutschland (Fraunhofer ISE 2024), Südeuropa unter 3 ct, bei 80–82 % Wirkungsgrad Laden/Antrieb $\rightarrow$ 3,7–8,6 ct/kWh mechanisch; Faktor 3–5 (Deutschland) bzw. bis 7 (Südeuropa)
- Heizöl (Tecson, 3.000 l, inkl. MwSt.): Mittel III. Quartal 2026 145,2 €/100 l, entspricht 16 ct/kWh Wärme bei 10 kWh/l und 90 % Kesselnutzungsgrad (Endkundenpreis inkl. Lieferung und MwSt.). Wärmepumpe: 40 ct/kWh Haushaltsstrom (bewusst hoch angesetzt) bei Jahresarbeitszahl 3 $\rightarrow$ 13,3 ct/kWh Wärme; Herleitung der 8 ct/kWh Erzeugungskosten im Kommentar „Und im Winter?“
- Beta Technologies CX300: 5 Passagiere plus Pilot, Reichweite rund 460 km nach Herstellerangabe, FAA-Zulassung läuft; Heart Aerospace: Demonstrator X1 Erstflug August 2026, Serienmodell ES-30 (30 Sitze, 200 km elektrisch / 400 km hybrid) für 2031 angekündigt; Volocopter 2025 von Diamond Aircraft übernommen
- Ning Yuan Dian Kun: 10.000 t, 19 MWh in Wechselcontainern, seit 15. April 2026 im Liniendienst Ningbo–Jiaxing; Yara Birkeland (Norwegen): elektrischer Küstenfrachter, im Betrieb seit 2022
- IEA World Energy Outlook 2025: Current Policies Scenario Ölnachfrage steigend auf 113 Mio. Barrel/Tag 2050; Stated Policies Scenario Plateau um 2030 bei 102 Mio. Barrel/Tag; 2045: Ziel der Netto-Treibhausgasneutralität nach § 3 Bundes-Klimaschutzgesetz