



# 1.3 Entsorgung und Systemfolgekosten

Posted on Februar 21, 2026 by Redaktion-AnalyseTeam

Energiesysteme werden häufig anhand ihrer Emissionsbilanz während des Betriebs bewertet. Weniger Beachtung finden die **materiellen Lebenszyklen** der Anlagen selbst. Jede Energieinfrastruktur erzeugt am Ende ihrer Nutzungsdauer Abfall, Rückbaukosten und Recyclingaufgaben. Diese Faktoren entscheiden mit darüber, ob ein System langfristig tragfähig ist.

## 1□ Lebensdauer der Anlagen

- Photovoltaikmodule: ca. 20-30 Jahre
- Onshore-Windkraftanlagen: 20-25 Jahre
- Offshore-Anlagen: ähnlich, jedoch mit höherem Wartungsaufwand
- Batteriesysteme: abhängig von Zyklenzahl, oft 8-15 Jahre

Ein beschleunigter Ausbau bedeutet entsprechend beschleunigte Ersatzzyklen.



### 2 □ Photovoltaik - Mengenproblem

Solarmodule bestehen aus Glas, Aluminiumrahmen, Silizium, Kunststoffen und teils Schwermetallen.

Recycling ist technisch möglich, aber:

- wirtschaftlich nicht immer rentabel
- energetisch aufwendig
- bei älteren Modulen technisch komplex

Mit steigenden Installationszahlen wächst auch das zukünftige Entsorgungsvolumen exponentiell. Die IEA schätzt, dass bis 2050 mehrere zehn Millionen Tonnen PV-Abfall anfallen könnten.

### 3 □ Windkraft - Verbundmaterialien

Rotorblätter bestehen aus faserverstärkten Kunststoffen (Glas- oder Carbonfasern). Diese Materialien sind:

- langlebig
- schwer recycelbar
- thermisch verwertbar, aber nicht hochwertig rückgewinnbar

Der Rückbau alter Anlagen erzeugt große Mengen Verbundabfälle, die bislang oft zerkleinert oder deponiert werden. Ein einzelnes Rotorblatt großer Anlagen kann 10–20 Tonnen wiegen.

### 4 □ Batteriespeicher

Lithium-Ionen-Batterien enthalten:

- Lithium
- Nickel
- Kobalt
- Mangan
- Elektrolyte

Recyclingverfahren existieren, doch:



- Rückgewinnungsraten variieren
- Prozesse sind energieintensiv
- Brandrisiken erschweren Lagerung und Transport

Mit wachsender Speicherinfrastruktur steigt das zukünftige Entsorgungs- und Recyclingvolumen deutlich.

### 5 Infrastruktur-Rückbau

Neben den Erzeugungsanlagen entstehen:

- Betonfundamente
- Offshore-Strukturen
- Kabeltrassen
- Netzkomponenten

Auch diese haben begrenzte Lebensdauer und erzeugen Rückbaukosten.

### 6 Systemfolgekosten

Zu den direkten Investitionskosten treten:

- Rückbauverpflichtungen
- Recyclinginfrastruktur
- Materialaufbereitung
- Umweltfolgekosten im Förderland
- Reservekapazitäten für Ausfallzeiten

Werden diese Kosten nicht realistisch einkalkuliert, entsteht eine verdeckte Verschiebung in die Zukunft. In vielen Wirtschaftlichkeitsberechnungen werden Rückbau- und Recyclingkosten erst am Ende der Laufzeit vollständig sichtbar.

### 7 Rohstoffkreislauf - offene Fragen

Eine vollständige Kreislaufwirtschaft erfordert:

- skalierbare Recyclingverfahren
- wirtschaftliche Anreize
- globale Rücknahmesysteme



- sichere Transportketten

Ob diese Infrastruktur im gleichen Tempo wächst wie der Ausbau erneuerbarer Energien, ist eine offene Frage.

---

### **Zwischenfazit**

Energieanlagen sind keine immateriellen Klimasymbole, sondern physische Objekte mit begrenzter Lebensdauer. Ein nachhaltiges Energiesystem muss daher nicht nur Erzeugung und Versorgungssicherheit, sondern auch Rückbau, Entsorgung und Materialkreisläufe transparent berücksichtigen.

---

© Redaktion — Faina Faruz & Eden (KI-Dialogpartner)

---