

Zusammenfassung der Patentanmeldung

Titel

Standardisierte Energie-Logistikarchitektur für molekulare Energieträger mit austauschbaren Speicher-, Transport-, Umwandlungs-, Netz- und Hub-Modulen

Grundidee

Die Erfindung beschreibt keine einzelne Speichertechnologie, keine einzelne Turbine und keinen einzelnen Energieträger.

Vorgeschlagen wird eine **offene Energie-Logistikarchitektur**, in der standardisierte Energiemodule gespeichert, transportiert, erkannt, gekoppelt, verwaltet und bedarfsgerecht zur Energieversorgung eingesetzt werden können.

Die Architektur verbindet Energieerzeugung, Speicherung, Transport, Umwandlung und Versorgungssicherheit innerhalb eines gemeinsamen Standards.

Zentrale Bausteine

Energie-Logistikstandard

Die Architektur definiert einen standardisierten Rahmen für:

- Speichermodule
- Transportmodule
- Energieumwandlungsmodule
- Netzmodule
- Energie-Hubs
- Steuerungs- und Orchestrierungsmodule

Alle Module können über standardisierte mechanische, fluidische, elektrische und digitale Schnittstellen miteinander verbunden werden.

Modulidentität und Modulklassifizierung

Jedes Modul besitzt einen standardisierten Datensatz mit:

- Modulidentität
- Modultyp
- Energieträgerklasse
- Druckklasse
- Leistungsklasse
- Sicherheitsklasse

- Kommunikationsprofil
- Betriebszustand
- Wartungsstatus

Dadurch kann die Architektur automatisch feststellen, welche Module miteinander kompatibel sind.

Automatisches Andock- und Freigabeprotokoll

Beim Anschluss eines Moduls erfolgt automatisch:

1. Identifikation
 2. Datenaustausch
 3. Klassifizierung
 4. Kompatibilitätsprüfung
 5. Sicherheitsprüfung
 6. Freigabe
 7. Integration in den Energieverbund
-

Energie-Hubs

Energie-Hubs bilden die zentralen Knotenpunkte der Architektur.

Sie können:

- Module aufnehmen
 - Module prüfen
 - Module klassifizieren
 - Module befüllen
 - Module entleeren
 - Module verteilen
 - Energieflüsse koordinieren
-

Mobile und stationäre Energiemodule

Die Architektur unterstützt:

- stationäre Speicher
- mobile Speicher
- Transportmodule
- Reserveeinheiten

Transportmodule können temporär Bestandteil eines stationären Energieverbundes werden.
Dadurch entsteht eine dynamisch erweiterbare Infrastruktur.

Rotationsbetrieb

Leere Module werden nicht dauerhaft vor Ort nachgefüllt.

Stattdessen können sie:

- zurückgeführt,
- gewartet,
- erneut befüllt,
- und erneut eingesetzt werden.

Die Architektur bildet dadurch einen geschlossenen logistischen Kreislauf.

Strategische Reserve

Mobile Energiemodule können als strategische Reserve vorgehalten werden.

Bei erhöhtem Energiebedarf oder Infrastrukturstörungen können diese Module kurzfristig in bestehende Energieverbünde integriert werden.

Adaptive Energieorchestrierung

Die Energieorchestrierung entscheidet automatisch über:

- Energiequellen
- Energieträger
- Speicherzustände
- Transportwege
- verfügbare Umwandlungstechnologien
- Prioritäten der Energieversorgung

Die Architektur passt sich dadurch dynamisch an die jeweilige Versorgungslage an.

Integration elektrischer Überschussenergie

Zusätzlich können elektrische Energiequellen integriert werden:

- Photovoltaik
- Windenergie
- Netzüberschüsse

- Redispatch-Energie
- sonstige abgeregelte Leistung

Diese elektrische Energie kann genutzt werden zur:

- direkten Versorgung,
 - Verdichtung von Gasen,
 - Befüllung stationärer Speicher,
 - Beladung mobiler Transportmodule.
-

Nutzung von Redispatch-Energie

Die Architektur ermöglicht die Umwandlung ansonsten abgeregelter elektrischer Leistung in speicherbare Energie.

Beispielsweise:

Windpark → Verdichter → stationärer Speicher → Transportmodul → Energie-Hub → Verbraucher.

Dadurch wird überschüssige elektrische Energie Teil des Energie-Logistiknetzes.

Versorgungssicherheits- und Resilienzarchitektur

Die Architektur ist auf den Betrieb bei Infrastrukturstörungen ausgelegt.

Mögliche Störungen:

- Leitungsausfälle
- Netzengpässe
- Hafenstörungen
- Bahnunterbrechungen
- Brückenausfälle
- Terminalausfälle
- Extremwetterereignisse
- technische Defekte

Die Orchestrierung kann automatisch:

- alternative Energieträger,
- alternative Transportwege,
- alternative Energie-Hubs,
- alternative Umwandlungsmodule,
- Reservemodule

aktivieren.

Multimodale Transportarchitektur

Die Energiemodule sind nicht an einen einzelnen Transportweg gebunden.

Unterstützt werden:

- Straßentransport
- Schienentransport
- Binnenschifffahrt
- Seeschifffahrt
- Offshore-Systeme
- Lufttransport

Dadurch können Energiemodule flexibel zwischen verschiedenen Infrastrukturfaden bewegt werden.

Maritime Energieversorgung

Die Architektur umfasst zusätzlich:

- Hafen-Hubs
- Maritime Energie-Hubs
- Offshore-Energie-Hubs
- Inselversorgung

Die Energieversorgung kann dadurch auch über maritime Logistiksysteme erfolgen.

Energieumwandlung

Die gespeicherte Energie kann durch unterschiedliche Umwandlungsmodule genutzt werden, beispielsweise:

- SOFC-Brennstoffzellen
- Gasmotoren
- Mikroturbinen
- Expansionsturbinen
- Schwungmassensysteme

Dadurch bleibt die Architektur unabhängig von einzelnen Technologien oder Lieferketten.

Technische Zielsetzung

Die Erfindung schafft eine standardisierte Energie-Logistikarchitektur, die:

- verschiedene Energieträger integrieren kann,
- Energie speichern kann,
- Energie transportieren kann,
- Energie bedarfsgerecht umwandeln kann,
- elektrische Überschüsse nutzbar macht,
- Versorgungssicherheit erhöht,
- Infrastrukturstörungen kompensieren kann,
- und multimodale Energieversorgung ermöglicht.

Der Schwerpunkt liegt nicht auf einzelnen Speichern oder Kraftwerken, sondern auf der Interoperabilität, Logistik und Orchestrierung eines modularen Energieversorgungssystems.