



Factsheet-Reihe:

Brennstoffzellen zur dezentralen Stromversorgung

Teil 3: Inselnetze

Kurzinfo

Stationäre Brennstoffzellensysteme ermöglichen eine dauerhafte und zuverlässige Energiebereitstellung vor Ort. Insbesondere für Schwellen- und Entwicklungsländern ist diese klimafreundliche Alternative interessant, da die Netzstromversorgung in weiten Teilen weder stabil noch flächendeckend ist. Derzeit werden anstatt Brennstoffzellen häufig noch Dieselgeneratoren eingesetzt, um Standorte mit schlechtem Netzzugang zu elektrifizieren.

Einsatz von Diesel verursacht:

- ✔ Hohe Transportkosten
- ✔ Hohe Wartungskosten
- ✔ Preisunsicherheit
- ✔ Hohe Emissionen (CO₂, NO_x, VOC, Feinstaub und Lärm)
- ✔ Hohes Diebstahlrisiko von Diesel & Geräten
- ✔ Alterung von gelagertem Diesel und Ausflocken bei Kälte

Referenzen: [1-4]

Die stationäre Brennstoffzelle bietet:

- ✔ Alternative Treibstoffe und vereinfachte Logistik
- ✔ Relativ hoher Wirkungsgrad
- ✔ Hohe Zuverlässigkeit (im Betrieb) und geringe Wartungskosten
- ✔ Geringer Platzbedarf
- ✔ Keine lokalen Emissionen (je nach Treibstoff CO₂-frei)
- ✔ Sehr geringe Geräuschemissionen

Einsatz von BZ in Inselnetzen – hohes Umweltentlastungspotenzial

Inselnetze* bieten weltweit bereits rund 47 Mio. Menschen in ländlichen oder schwer zugänglichen Regionen einen Zugang zu Strom. Dabei ist rund die Hälfte dieser bereits bestehenden Inselnetze abhängig von Diesel oder Schweröl als primäre Energiequellen^[5]. Das bringt negative Auswirkungen für die Umwelt, Versorgungssicherheit und Lebensqualität der lokalen Bevölkerung mit sich. Gleichzeitig besteht mit rund 759 Mio. Menschen ohne Stromversorgung^[6] global weiterhin ein hoher Bedarf an Elektrifizierung.

Maßgeblich zur Deckung dieses Bedarfs^[5] und somit zur damit verbundenen Weichenstellung eine nachhaltigen sozio-ökonomischen Entwicklung beitragen, kann der Ausbau von Inselnetztechnologien^[7]. Um Elektrifizierung nachhaltig voranzubringen, Gestehungskosten zu senken und eine angemessene Versorgungsqualität zu gewährleisten, werden heute standardmäßig erneuerbare, dezentrale Energiequellen zur Versorgung der Verbrauchsstellen der Inselnetze eingesetzt. Durch die inhärente Variabilität der eingesetzten erneuerbaren Energieträger, teilweise gekoppelt an lokale klimatische Besonderheiten (wie bspw. Regenzeiten), gewinnen Lösungen, die kurz-, mittel- und sogar langfristige Überbrückungszeiten und saisonale Energiespeicherung ermöglichen, an Bedeutung^[8]. Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologien bieten die Möglichkeit bestehende Diesel-/Schwerölnetze zu dekarbonisieren und können dabei in Kombination mit erneuerbaren Energiequellen und Batterien die Versorgungssicherheit autarker Systeme auch über eine längere Überbrückungsdauer hinweg und in höhere Leistungsklassen skalierbar, sicherstellen. Sie stellen damit eine gegenüber dem Netzausbau schnelle und vielfach verlässlichere Möglichkeit der Energieversorgung dar.

*Inselnetze sind Energieversorgungssysteme, die mithilfe einer oder mehrerer zentraler Energiequellen in einem bestimmten, eingeschränkten Gebiet Verbrauchsstellen mit Strom versorgen. Hauptmerkmal ist dabei die völlig unabhängige Funktionsweise, wodurch Inselnetze die Versorgung ländlicher, schwer zugänglicher oder hauptnetzferner Regionen ermöglichen. Inselnetze können isoliert vom Hauptnetz, also off-grid betrieben werden oder über eine Verbindung zu einem größeren Netz verfügen, bei gleichzeitiger Autarkie im Betrieb.



Das (volks)wirtschaftliche Potential für den Ersatz von Dieselgeneratoren in Mini-Grids ist enorm:

3,3 Milliarden USD

Gewinnpotential p.a. für Mini-Grids Entwickler zwischen 2019 und 2030^[5]

weltweit 10.000 bewohnte Inseln

mit rund 750 Mio. Inselbewohnern, deren Staaten einen signifikanten Anteil ihres BIP für die Energieversorgung mit importierten Kraftstoffen zahlen^[9]

bei rund 28 Mrd. USD

liegt das Investitionsvolumen der weltweit bisher installierten Diesel-Netze^[5]



Ein Großteil der sich weltweit in Betrieb befindenden Inselnetze hängt stark von Diesel bzw. Schweröl als primäre Energiequelle oder als komplementäre Quelle in Hybrid-Netzen ab:

20– 30 Mio.

Standorte von Dieselgeneratoren, von denen rund 25% Mini-Grids mit Strom versorgen^[10]

rund 50%

der bis heute installierten Inselnetze nutzen aussch. Diesel/Schweröl für die Stromerzeugung^[5]

47 Mio. Menschen

werden von ca. 19.000 Mini-Grids der 1. und 2. Generation versorgt, davon ein Großteil in Süd- und Ostasien, Afrika und dem Pazifikraum^[5]

Insbesondere die Verfügbarkeit, Logistik, Lagerung sowie Preisunsicherheit stellen Herausforderungen bei der Energieversorgung auf Basis fossiler Brennstoffe dar^[11]. Zudem erfordert der Betrieb von Dieselgeneratoren eine hohe Wartungsintensität die sich in hohen Betriebskosten niederschlägt^[12].

Hohe Geräuschemissionen und der Ausstoß von Feinstaub, NO_x und VOC bedeuten zudem erhebliche Umweltbelastungen.^[10]



Umweltfreundliche Inselnetztechnologien spielen bis 2030 und darüber hinaus eine Schlüsselrolle für die globale Elektrifizierung

759 Millionen

Menschen ohne Zugang zu Strom, insbesondere in Sub-Sahara Afrika, Süd-Ost Asien^[6]

84%

der Bevölkerung ohne Stromzugang lebt in ländlichen Regionen^[6]

210.000 neue Mini-Grids

werden bis 2030 benötigt um 490 Mio. Menschen mit Strom zu versorgen^[5]

Marktpotenzial für Wasserstoffanwendungen in Inselnetzen

Marktaussicht

- ✓ Großes Marktpotenzial zum Ersatz von Generatoren, die auf Basis von Diesel bzw. Schweröl die Stromversorgung für Inselnetze sicherstellen. Dieses Potenzial wird verstärkt durch einen weiterhin hohen Bedarf an Elektrifizierungs-Lösungen, insbesondere in Subsahara-Afrika und Zentral- sowie Südostasien^[6]. Schätzungen zufolge birgt die Deckung dieses Bedarfs ein Gewinnpotenzial von rund 3,3 Mrd. USD p.a. für Mini-Grid-Projektentwickler zwischen 2019 bis 2030^[5].
- ✓ Durch die wachsende Integration erneuerbarer Energiequellen und deren Variabilität, die die Strombereitstellung für Inselnetze beeinflusst^[5], wird bis 2030 eine erhöhte Nachfrage nach saisonalen Energiespeicherlösungen prognostiziert^[13]. Mithilfe von Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologien kann hier in Ergänzung zu den erneuerbaren Energiequellen und der Batterie ein größeres Leistungsspektrum abgedeckt werden.
- ✓ Marktfreundlichere und schnellere Entwicklung für Policies zu Off-Grid Lösungen, als für On-Grid-Lösungen zur Elektrifizierung begünstigen Entwicklung von Inselnetzen^[6].

Technische Anforderungen

Anforderungen an Wasserstoff- und Brennstoffzellensysteme sind abhängig von der Auslegung, Verbraucherstruktur und Standorts eines Inselnetzes:

- ✓ Reibungslose Versorgung bei regelmäßigem Betrieb auch mit ggf. saisonalen Schwankungen im Energiebedarf (bspw. touristische Saison; Stromproduktion aus erneuerbaren Quellen, bspw. durch Regenzeiten)
- ✓ Anforderungen ausgehend von verschiedenen Lastprofilen, auch gewerblicher / produzierender Verbraucher ("productive use of energy" PUE)
- ✓ Einbezug erneuerbarer Energieerzeugungsquellen in Inselnetz für Elektrolyse (Volatilität)
- ✓ Skalierbarkeit des Systems durch steigende Nachfrage nach Stromversorgung bei voranschreitender Technologieentwicklung und Einbezug verschiedener Verbraucher

Technische Lösungen

- ✓ Einsatz verschiedener Brennstoffzellentechnologien wie Polymer Exchange Membrane (PEM), Direct Methanol (DMFC) und Solid Oxide Fuel Cell (SOFC) je nach Systemanforderung.
- ✓ Elektrolyse (bspw. PEMEL, AEL, AEM, Plasmalyse) ermöglicht vollständige Integration erneuerbarer Energien sowie Autarkie der Inselnetze. Hierbei sind insbesondere der Betrieb unter fluktuierenden Lasten sowie die Systemgröße ausschlaggebende Faktoren für die Technologieauswahl.
- ✓ H₂-Speichersystem und Back-Up Batterie als weitere Systemkomponenten.

Transferpotential

- ✓ Inselnetze deren Stromversorgung primär von Dieselgeneratoren abhängt eignen sich zum Einsatz von Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologien, die die Versorgungssicherheit erhöhen und die Dekarbonisierung vorantreiben können. Insbesondere Standorte, die saisonalen Schwankungen in der erneuerbaren Erzeugungskapazität oder in der Nachfrage der Verbrauchsstellen unterliegen, bieten großes Potenzial zum Einsatz dieser Technologien.
- ✓ Die Weiterentwicklung von Geschäftsmodellen bietet vor dem Hintergrund zusätzlicher Abnehmer des produzierten Wasserstoffs sowie der Nebenprodukte Sauerstoff, Wärme bzw. Kälte zusätzliche Marktchancen.

Anwendungsbeispiel: Inselnetze in Indonesien

Die Rahmenbedingungen sorgen für ein attraktives Marktumfeld

4,5 Mio. Menschen

in Indonesien noch ohne Stromversorgung, viele davon auf den rund 1.000 bewohnten Inseln mit hoher Bevölkerungsdichte, die nicht über das Hauptnetz versorgt werden können^[8]

3-4 GW

Installierte Leistung an Diesel-Mini-Grids und weiterhin hohe Importe an Dieselgeneratoren zeigen hohes Potential zum Ersatz der Dieseltechnologien auf^[8]

900

Isolierte Inselnetze in Indonesien sind auf Diesel als primäre Energiequelle angewiesen. Davon alleine in Bali rund 500 MW Diesel-Kapazität installiert^[14]

Hohe Kosten für Versorgungssicherheit durch Dieselgeneratoren

17% der Staatsausgaben

machten 2014 Subventionen für Kraftstoff und Elektrizität aus^[14]

LCOE

der durch Diesel-bereitgestellten Energie liegt in Indonesien ca. bei USD 0,38 kWh^[14], perspektivisch Dieselpreis steigend^[8]

Die Brennstoffzelle im Inselnetz in Indonesien

- ✓ Hohes Anwendungspotential zum Ersatz von Dieselgeneratoren in Inselnetzen sowie Einsatzpotential hinsichtlich der lokal saisonal variierenden PV-Einstrahlung sollte durch Demonstratoren belegt werden
- ✓ Wachsender Ausbau und Integration erneuerbarer Energien für geplante Inselnetz-Projekte können Weg zur Integration H₂/BZ-Technologien bereiten

Referenzen

- [1] FCHEA (2015) Fuel Cells Help India Improve Telecom Reliability and Meet Climate Goals
- [2] US Department of Energy (2009) Fuel Cells for Backup Power in Telecommunications Facilities
- [3] FCHEA (2020) Stationary Power Advantages of Fuel Cells, [4] CPN (2018) Planungsleitfaden - Brennstoffzellen für unterbrechungsfreie Stromversorgung und Netzersatzanlagen
- [4] CPN (2018) Planungsleitfaden - Brennstoffzellen für unterbrechungsfreie Stromversorgung und Netzersatzanlagen
- [5] ESMAP (2019) Mini Grids for Half a Billion People
- [6] IEA et al. (2021) Tracking SDG 7: The Energy Progress Report
- [7] GCEEP (2020) 2020 Report Electricity Access
- [8] BNEF (2020) State of the Global Mini-Grids Market Report 2020
- [9] IRENA (2015) Off-Grid Renewable Energy Systems: Status and Methodological Issues
- [10] IFC (2019) The Dirty Footprint of the Broken Grid: The Impacts of Fossil Fuel Back-up Generators in Developing Countries
- [11] ARE (2014) Hybrid Mini-Grids for Rural Electrification: Lessons Learned
- [12] ARENA (2019) Solar/Diesel Mini-Grid Handbook
- [13] IRENA (2017) Electricity Storage and Renewables
- [14] NREL (2016) Sustainable Energy for Remote Indonesian Grids: Strategies to Accelerate Nationwide Deployment

Impressum

Herausgeber

NOW GmbH
Fasanenstraße 6
10623 Berlin

030 311 611 6100
kontakt@now-gmbh.de
www.now-gmbh.de

Gestaltung

Jette Thiele
Dönhoffstraße 36a
10318 Berlin

0176 87 91 91 36
hello@jette-thiele.com

Autor*innen

Sabine Ziem-Milojevic, NOW GmbH
Catharina Horn, NOW GmbH
Sammy Wittop, NOW GmbH
Dr. Julius von der Ohe, NOW GmbH

Im Auftrag des:



Bundesministerium
für Umwelt, Naturschutz
und nukleare Sicherheit



Kontakt:
exportinitiative@now-gmbh.de