



Aktionsbündnis V51
 Kontakt: Hans-Heinrich Stamer (Dipl.-Ing.)
 22958 Kuddewörde, Sachsenwaldstraße 12
 Fon: 04154/9995920, eMail: info@umweltingenieurbau.de

ABWÄRME- & GEOTHERMIE-NUTZUNG

Energiewende – ja danke, aber nur mit ökologisch bester Technik.

1. Stromverlust im Höchstspannungsnetz ist im NEP dokumentiert

In den gemeinsamen Netzentwicklungsplänen (NEP) der Übertragungsnetzbetreiber (ÜNB) sind zu quasi allen Energieträgern, Stromverbrauchern, zur Treiber Sektorenkopplung, zu weiteren Speichern und nachfrageseitigen Flexibilitäten, die insgesamt in Deutschland erzeugte und verbrauchte Energie an Strom pro Jahr umfänglich und nachvollziehbar dokumentiert.

2. Aussagen im Szenariorahmen zum Netzentwicklungsplan Strom 2037 / 2045, Version 2025, Stand Juni 2024, Entwurf der ÜNB

In Tabelle 1: „Übersicht der Kennzahlen in den jeweiligen Szenarien“ sind der „Bestand 2022*/2023“ in Spalte 2 im Einzelnen und die daraus abgeleiteten Entwicklungszahlen im „Szenariorahmenentwurf NEP 2037/2045 (2025)“ dargestellt. Aus den Zahlen in der Spalte 2 „Bestand 2022*/2023“ kann ermittelt werden, in welcher Größenordnung und Relation Energieverluste auftreten. Der von der Bundesnetzagentur (BNetzA) geprüfte und genehmigte NEP entspricht der Tabelle 2: „Gegenüberstellung der Kennzahlen in den Szenarien. Quelle: Übertragungsnetzbetreiber (2024)“.

3. Dokumentierter Bruttostromverbrauch und Nettostromverbrauch

Aus der Differenz des Bruttostromverbrauchs, geschätzt von den ÜNB in Höhe von 547,6 TWh, und dem Nettostromverbrauch von 478,3 TWh, ergibt sich der Strom- und Wertverlust in Höhe von 69,3 TWh, entsprechend 12,66 %. Dieser Betrag entspricht einem Drittel bis Viertel (1/3,65) der Stromerzeugung in 2022/23 aus erneuerbarer Energien in Höhe von 46,2 % x 547,6 = 253,0 TWh.

4. Genehmigung des Szenariorahmen 2025-2037/2045, April 2025, BNetzA

Die Tabelle auf Seite 4 der Genehmigung entspricht der Systematik in den Tabellen der ÜNB und der BNetzA. Neben mehreren aktualisierten Daten ist allerdings auffällig, dass in der Spalte 2 „Referenz 2024“ leider keine Werte angegeben sind zum „Bruttostromverbrauch (geschätzt)“ sowie zum „Anteil erneuerbarer Energien am Bruttostromverbrauch (geschätzt)“. Damit sind die in Nr. 3 angestellten Auswertungen leider nicht mehr nachvollziehbar.



Aktionsbündnis V51
 Kontakt: Hans-Heinrich Stamer (Dipl.-Ing.)
 22958 Kuddewörde, Sachsenwaldstraße 12
 Fon: 04154/9995920, eMail: info@umweltingenieurbau.de

Die weiteren Betrachtungen und Ermittlungen erfolgen darum weiter auf der Grundlage der Daten aus dem Bestand 2022*/2023.

5. Energieverluste erkennen, bewerten und nutzbar machen

Verluste an Stromleitungen durch den Ohm'schen Widerstand, dielektrische und ggf. weitere Gegebenheiten im gesamten bestehenden und zukünftigen System der Netzübertragung Strom sind erheblich und zu berücksichtigen. Sie sind u.a. auch aus rechtlichen Gründen unzulässig und also nicht hinnehmbar, verstoßen beispielsweise gegen das Energieeffizienzgesetz (EnEfG). Dieses insbesondere auch aufgrund der Tatsache, dass alle systemischen und verfahrenstechnischen Voraussetzungen für z.B. eine „Bohr tunnel-Erdleitung mit Abwärme- und Geothermie-Nutzung“ langjährig erprobt sind und zur Verfügung stehen.

6. Wärmepotential einer doppelt belegten 380-kV-Bohr tunnel-Erdleitung

Betrachtet wird hier ein alternatives „Vorhaben 51“ als Bohr tunnel-Erdleitung, durchgehend zwischen dem Umspannwerk Hamburg Ost und dem Netzverknüpfungspunkt Sahms, weitgehend gebündelt im „Südkorridor A 24“. Die Bohr tunnel-Erdleitung hat eine Gesamtlänge von ca. 26,5 km. Ein 380-kV-Kabel emittiert je nach Last etwa 50 bis 150 kW Abwärme pro km. Mit einem Mittelwert von 100 kW/km (ca. 50% Auslastung eines Systems bei ca. 1300 – 1500 A Strom), stünde dann 0,1 MW thermische Leistung zur Verfügung. Innerhalb eines Jahres erzeugt eine Bohr tunnelleitung so durchgehend Abwärme in Höhe von ca. 0,1 MW x 365 d x 24 h = 876 MWh pro km und Jahr. Bei wie geplant doppelter Belegung also: 2 x 876 MWh = 1752 MWh/km u. Jahr.

7. Heizwärmebedarf eines durchschnittlichen Einfamilienhauses

Ein qualitativ durchschnittliches Einfamilienhaus (EH) in Deutschland hat einen Heizwärmebedarf von ca. 15 MWh pro Jahr.
 Deckungsbedarf EH = 1752 MWh/a : 15 EH/MWh/a = 116,8 EH/km und Jahr
 Aus einem 26,5 km langen Bohr tunnel können also 116,8 EH/km x 26,5 EH/km = 3095,2 EH/a, also gerundet 3.095 EH pro Jahr komplett beheizt werden.

8. Wärmepotential eines Geothermie-Bohr tunnel

Als Versuchsanlage für Tunnelgeothermie wurde im Jahr 2011 im Fasanenhof tunnel in Stuttgart ein Forschungsvorhaben errichtet. Aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages wurde das Vorhaben im Rahmen des EnEff:Wärme Programms unter der Forschungskennziffer 03ET1122A vom BMWi gefördert. Es wird gemeinsam mit dem Institut für Geotechnik (IGS) an



Kontakt: Hans-Heinrich Stamer (Dipl.-Ing.)
22958 Kuddewörde, Sachsenwaldstraße 12
 Fon: 04154/9995920, eMail: info@umweltingenieurbau.de

der Universität Stuttgart und in Zusammenarbeit mit der Stuttgarter Straßenbahnen AG (SSB) wissenschaftlich bearbeitet.

Im Anhang zu dieser Expertise wird ein Bericht der Universität Stuttgart beigelegt, Prof. Dr.-Ing. Konstantinos Sterglaropoulos, Leiter des Instituts für Gebäudeenergetik. Dieser Bericht ist auch im nachstehenden Link einsehbar. www.btga.de/files/Almanach/2018/072-075.pdf

Aus dem Bericht werden nachstehend einige sehr wesentliche Feststellungen und Erkenntnisse aus der Forschungsarbeit dargestellt:

- a) Die deutsche Bundesregierung strebt an, dass der Gebäudebestand bis zum Jahr 2050 nahezu klimaneutral wird.
- b) Die Bereitstellung von Wärme und Kälte aus erneuerbaren Energieträgern ist ein wesentlicher Baustein der Energiewende.
- c) Für das Heizen und Kühlen von Gebäuden kann als erneuerbare Energie die oberflächennahe Geothermie in Kombination mit Wärmepumpen genutzt werden.
- d) Die geothermische Aktivierung von Bauteilen des Spezialtief- und Tunnelbaus reduziert die Investitionskosten für die Integration des Wärmeübertragers im Erdreich und bietet durch den hohen Grad an erdberührter Fläche im Falle von (Kabel-,)1* Bahn- oder Straßentunneln eine wirtschaftlich interessante Alternative zu klassischen Erdwärmesonden.
- e) In thermisch aktivierten Tunneln werden die Wärmeüberträger (Absorber) üblicherweise in der Tunnelschale integriert.
- f) Ein bedeutender Unterschied im Vergleich mit anderen Geostrukturen ist, dass die Wärme nicht nur aus dem Erdreich, sondern auch aus der Tunnelluft extrahiert wird. Daher spielt die Lufttemperatur im Tunnel bei einem Tunnelabsorber eine zentrale Rolle für die entzogene Wärme- und Kälteleistung.
- g) Je kürzer der Tunnel ist, desto größer sind die Temperaturschwankungen der Tunnelluft. Es ist daher sinnvoll, das geothermische Potenzial von möglichst langen Tunneln zu nutzen, um eine konstante Tunnellufttemperatur verwenden zu können, da diese eine gute Energiequelle darstellt.
- h) Eine mittlere Entzugsleistung der Tunnelabsorber für Heizen und Kühlen wurde dauerhaft mittels Langzeitlastprofilen ermittelt, mit einer thermischen Leistung von $24 \text{ W/m}^2_{\text{Abs}}$. Die mittlere flächenbezogene Entzugsleistung beträgt etwa $9,4 \text{ W/m}^2_{\text{Abs}}$.



Aktionsbündnis V51
Kontakt: Hans-Heinrich Stamer (Dipl.-Ing.)
22958 Kuddewörde, Sachsenwaldstraße 12
 Fon: 04154/9995920, eMail: info@umweltingenieurbau.de

- i) 71 % der benötigten Heizenergie werden direkt durch die Absorber geliefert; 25 % stammen vom Kompressor und 4 % vom Erwärmer. Mit diesen Ergebnissen lässt sich für die Wärmepumpe eine Arbeitszahl von $\beta = 3,5$ für den Evaluationszeitraum ermitteln.
- j) Die Ergebnisse zeigen auch, dass Wasser-Wasser-Wärmepumpen in Kombination mit Tunnelgeothermie zur Versorgung von Heizungswärme wie auch zur Gebäudekühlung geeignet sind.

Die Ergebnisse zeigen, dass „die Tunnelluft einen großen Einfluss auf die Entzugsleistung der Tunnelabsorber hat. ... Der Tunnel stellt jedoch eine gute Wärmequelle bzw. -senke für das Heizen und Kühlen von Gebäuden dar, die für eine Kopplung mit einer Wärmepumpe geeignet ist. Dabei besteht die Möglichkeit, eine hohe Arbeitszahl zu erreichen. ... Tunnel können daher als eine geeignete Quelle für oberflächennahe Geothermie betrachtet werden.“

Mit der Bohrtunnel-Erdleitung mit Abwärme- und Geothermienutzung für ein 380-kV Höchstspannungskabel, voraussichtlich noch ergänzt mit einem 110-kV Kabel, steht für das „Vorhaben 51“ ein 26,5 Kilometer langer Tunnel zur Diskussion, der im Vogelschutzgebiet „Sachsenwald-Gebiet“ ca. 12 Meter unterhalb der Geländeoberfläche verlaufen soll. Diese Gegebenheit geht mit den zur Energiegewinnung maßgeblichen Parametern beim Fasanenhoftunnel Stuttgart konform. Mit der Tunnellänge von 26,5 km und der Stromabwärme sowie mit der zusätzlich möglichen Regulierbarkeit der Tunnelluft durch die Geothermie-Wärmepumpe, bestehen aber weitaus bessere Voraussetzungen zur Wärme- sowie zusätzlich für eine Optimierung der Stromdurchleitung bei optimal günstig niedriger Temperatur der Leiterseile.

- 9. Bohrtunnel-Erdleitung Abwärme- und Geothermienutzung als Pilotanlage, Forschungsobjekt für ein effizientes Hochspannungs-Übertragungsnetz**
 Zur wissenschaftlichen Auswertung an einer Bohrtunnel-Erdleitung mit Abwärme- und Geothermienutzung ist eine Voraussetzung zur Realisierung als Pilotanlage, dass das Vorhaben auf möglichst gesamter Länge von ca. 26,5 km zwischen dem Umspannwerk Hamburg Ost in Oststeinbek und dem Netzverknüpfungspunkt Sahms mit allen Komponenten und Einrichtungen geplant und hergestellt wird. Nur so kann die anteilige Abwärmelast aus den Leiterseilen und den sonstigen Anlageteilen (Schaltanlagen, Transformatoren, Umspannwerken, Multiterminal-Hub, ...) insgesamt detailliert erfasst und für zukünftige Vorhaben zur Effizienzverbesserung mit bewertet werden.



Aktionsbündnis V51
 Kontakt: Hans-Heinrich Stamer (Dipl.-Ing.)
 22958 Kuddewörde, Sachsenwaldstraße 12
 Fon: 04154/9995920, eMail: info@umweltingenieurbau.de

10. Wärmebereitstellung aus Geothermie

In Anlehnung an das Forschungsvorhaben Fasanenhoftunnel Stuttgart wird nachstehend eine analoge Anlagenstruktur und Abschätzung der Heizleistung skizziert und die zu erwartende Wärmemenge pro km und Jahr berechnet.

Anlagenstruktur pro 1 km Tunnellänge und Wärmeberechnung:

Durchmesser des Bohrtunnels ca. 2,8 m, Teilumfang der Absorberfläche ca. 5,0 m, Abstand der Polyethylen-Absorberleitungen 0,25 m, Absorberoberfläche = $360 \text{ m}^2 / 800 \text{ m} = 0,45 \text{ m}^2/\text{m}$, thermische Absorberleistung $0,024 \text{ kW}/\text{m}^2_{\text{Abs}}$, Jahreswärmebedarf eines Einfamilienhauses etwa 15 MWh/a.

Tunnelabsorberfläche: 5,0 m x 1.000 m	= 5.000 m ² /km
Absorber-Leitungslänge: (5,0 m / 0,25) + 1 x 1.000 m	= 21.000 m/km
Absorberoberfläche: 21.000 m x 0,45 m ² /m	= 9.450 m ²
Wärmeleistung: 9.450 m ² x 0,024 kW	= 226,8 kW/km
Heizleistung per anno: 0,227 kW/km x 8.760 h	= 1.988,52 MWh/km*a
Heizungs-Bedarfsdeckung: 1.988,52 MWh / 15 MWh	= 133 EH/km

11. Wärmebereitstellung aus Abwärme und Geothermie

Abwärmeleistung aus Stromverlust	= 1752 MWh/km*a
Geothermie-Wärmeleistung	= 1.989 MWh/km*a
zusammen:	= <u>3.741 MWh/km*a</u>

Erneuerbare Energien aus Bohrtunnel-Abwärme und Geothermie werden mit dem „Vorhaben 51“ bereitgestellt: $3741 \text{ MWh}/\text{km}^* \text{a} \times 26,5 \text{ km} = \underline{99.137 \text{ MWh/a}}$

Damit zu beheizende Einfamilienhäuser: $\underline{99.137 \text{ MWh/a}} / 15 \text{ MWh/a} = \underline{6.609 \text{ EH}}$

An der Tunnelstrecke können über 6.600 Einfamilienhäuser entlang der Autobahn A 24 aus Stromabwärme und Geothermie, ganzjährig und mit Anbindung an eine kommunale Nahwärmeanlage, für viele Jahre mit Heizenergie versorgt werden.

Ergänzt mit privaten und kommunalen Anlagen (Solarthermie, Fotovoltaik, zentrale Großspeicher) kann die Nahwärmeversorgung in den Kommunen entlang der A 24 insgesamt klimaneutral vervollständigt werden.



Aktionsbündnis V51
 Kontakt: Hans-Heinrich Stamer (Dipl.-Ing.)
 22958 Kuddewörde, Sachsenwaldstraße 12
 Fon: 04154/9995920, eMail: info@umweltingenieurbau.de

12. Fazit und Schlussbemerkungen

Mit einer „Bohrtunnel-Erdleitung mit Abwärme- und Geothermienutzung“ können die längst überfälligen Abwärmeverluste an den Hochspannungs-Leiteseilen und sonstigen Abwärmeverluste aus dem Hochspannungsnetz Strom aufgenommen und zur Nutzung gebracht werden.

Zur Herstellung von Tunneln in allen Bodenformationen stehen bundesweit etliche Arten und Typen von Tunnelbohrmaschinen zur Verfügung (siehe „Empfehlungen zur Auswahl von Tunnelbohrmaschinen“, DAUB-Arbeitskreis, Deutscher Ausschuss für unterirdisches Bauen e.V.“).

Für die technischen Einrichtungen zur Gewinnung der erforderlichen Abwärme und geothermischen Nutzung stehen seit Jahren die altbewährte Wärmepumpen- und Lüftungstechnik zur Verfügung.

Lange Tunnelbauwerke eignen sich besonders gut zur Gewinnung und Nutzung der Geothermie. Eine Kombination von Abwärme- und Geothermienutzung in Bohrtunneln ist besonders effizient. Zudem bietet es sich zur Herstellung eines nachhaltig sicheren, landschaftlich harmonischen und für Menschen, Natur, Umwelt und Klima verträgliches Höchstspannungs-Verteilernetz an.

Auch dem Energieeffizienzgesetz würde damit Genüge getan.

Zur Vermeidung von zerstörbarer „Kritischer Infrastruktur“ sollte mit ökologischer Verantwortung sowie ökonomischer Weitsicht eine zukunftsfähige Entscheidung für das „Vorhaben 51“ und weiter folgenden Vorhaben getroffen werden. Denn auch die Amortisationszeit ist mit ca. 8 Jahren als gut auskömmlich anzusehen.

Die Abgeordneten des Deutschen Bundestages werden gebeten, das neue, energetisch optimierte Erdleitungskonzept einer Bohrtunnel-Erdleitung mit Abwärme- und Geothermie-Nutzung mit einer Änderung in der Anlage zu § 1 Abs. 1 BBPIG zu genehmigen, um einen neuen technischen Stand des Stromübertragungsnetzes verbindlich auf den Weg zu bringen.

Der Unterzeichner steht für Rückfragen zur Verfügung.

aufgestellt am 18. November 2025

Hans-Heinrich Stamer (GV Kuddewörde)