

WärmeGut

in a nut shell

Ein Verbundvorhaben im 7. Energieforschungsprogramm der Bundesregierung

zur Flankierung des Erdwärmepumpen-Rollouts für die **Wärmewende** durch eine bundesweite, einheitliche Bereitstellung von Geoinformationen zur oberflächennahen **Geothermie** in Deutschland



Federführende Institution:



Leibniz-Institut für Angewandte Geophysik (LIAG),

Stilleweg 2, 30655 Hannover

Projektleitung: Prof. Dr. Inga S. Moeck, inga.moeck@leibniz-liag.de, Tel.: 0511/6433468

Partner



Projekträger



Gefördert durch:



Bundesministerium
für Wirtschaft
und Klimaschutz

aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

Kurzfassung und Ziele

Hintergrund

Die **Unabhängigkeit von Importen fossiler Brennstoffe zur Wärmeversorgung** des Gebäudesektors wird **durch einen schnellen Ausbau der Ökowärme** erreicht. Dafür ist unter anderem die technologisch **umfassende Nutzung der oberflächennahen Geothermie (ONG)** mittels erdgekoppelter Wärmepumpenanlagen möglich und nötig. Verschiedene Studien schlagen daher Ausbauziele der ONG vor, wonach bundesweit zwischen etwa 168.440 bis 250.000 neue erdgekoppelte Wärmepumpen pro Jahr bis 2030 verbaut werden müssen. Daraus folgt, dass in den kommenden Jahren **deutschlandweit pro Tag zwischen 700 und 1.100 erdgekoppelte Wärmepumpen genehmigt** werden müssen. Zu erwarten ist eine **stark wachsende Nachfrage nach Geoinformationen** bereits zur allgemeinen Entscheidungsfindung für oder gegen den Einsatz von ONG Technologien.

In dem etablierten **geothermischen Informationssystem Deutschlands - GeotIS** ist der Bereich ab 1.500 m Tiefe und tiefer gut abgedeckt (je nach Datenlage). Geoinformationen aus 1.000 m bis etwa 500 m Tiefe wurden kaum und aus dem oberflächennahen Bereich (Rasensohle bis 500 m Tiefe) gar nicht in GeotIS geologisch bearbeitet. Bislang stand die tiefe Geothermie im Fokus, da in der Frühphase des EEG auf die Stromerzeugung - auch aus Geothermie - gezielt wurde. Zudem stammen die Eingabedaten für das GeotIS überwiegend aus der Kohlenwasserstoffexploration, ein weiterer Grund für das Fehlen oberflächennaher Geoinformation in GeotIS.

Der Ausbau der ONG liegt in der genehmigungsrechtlichen Umsetzung im Zuständigkeitsbereich der Staatlichen Geologischen Dienste der Länder (SGDs). Ohne die SGDs ist daher der notwendige Ausbau der ONG nicht möglich. Die Lage in Datenbearbeitung, Personalausstattung und IT-Infrastruktur in bei den SGDs im Bereich der ONG unterschiedlich.

Das Forschungsprojekt WärmeGut als Antwort auf die Ausgangslage

Die Funktionalitäten, die Datenbankstrukturen und die IT-Infrastruktur von GeotIS sollen zur Darstellung des gesamten geothermischen Potenzials für Deutschland genutzt werden. Der Ausbau der oberflächennahen Geothermie, der durch Einsatz von erdgekoppelten Wärmepumpen erfolgt, soll wissenschaftlich valide durch einen systematischen Ansatz flankiert werden. Die Ausbauziele für erdgekoppelte Wärmepumpen sollen mit soliden Zahlen und Prognosen verfolgt werden. Es soll eine bundesweit einheitliche Datenbasis für datenbasierte, überregionale Vorhersagen zum möglichen Ausbau von ONG Anlagen geschaffen werden, dazu sind bundesweit einheitliche Daten, Prognosen und Szenarien notwendig.

Ziele von WärmeGut

Erweiterung von GeotIS und ggf. Verbesserung der Daten- und IT-Infrastrukturlage der SGDs zur Darstellung des

- geologischen Potenzials der ONG,
- technischen Potenzials der ONG,
- zur Co-Visualisierung mit dem Wärmebedarf,

um den Ausbau der oberflächennahen Geothermie gezielt zu unterstützen.

Wissenschaftliche und technische Arbeitsziele des Vorhabens

- **Erweiterung von GeotIS in Datengrundlage und Funktionalität um die oberflächennahe Geothermie (ONG)** durch Bearbeitung von Bestandsdaten aus dem Teufenbereich 0-1.500 m, insbesondere 0 bis 500 m sowie weitere Ergänzungen im Informationsangebot in GeotIS, in Kooperation mit den SGDs.
- **Homogenisierung, Harmonisierung und Implementierung** von neubearbeiteten Daten aus dem o.g. Teufenbereich in den vier Themenschwerpunkten Hydrogeologie, thermische Parameter, geologischer Aufbau, Ausschlussgebiete.
- **Erweiterung von Datenformaten in GeotIS**, Erstellung von verschiedenen Webdiensten (Web Map Service, Web Feature Service) am LIAG und bei den SGDs.
- **Kanalisation des digitalen Informationsangebots** zur Geothermie zwischen SGDs, BGR und LIAG.

- **Verbesserung des 3D Temperaturmodells** in GeotIS für den Tiefenbereich Rasensohle bis 1.500 m, insbesondere der obersten 200 m durch Integration zusätzlicher Temperaturwerte aus verfügbaren Datenbeständen der SGDs oder durch Modellrechnungen. Gegebenenfalls werden Bohrlochmesswerte nach aktuellem Stand von Wissenschaft und Technik korrigiert.
- **Optimierung des deutschlandweiten 3D Temperaturmodells** durch Anpassung des geostatistischen Berechnungsverfahrens an die neue Datenlage.
- Erforschung der oberflächennahen Temperaturanomalien und ihrer Bedeutung für die Nutzung der ONG und MTG (= Mitteltiefe Geothermie).
- Erstellung von Karten der möglichen Unterdeckung durch ONG in urbanen Räumen.
- **Programmierung neuer Datenbanksystemkomponenten** und einer neuen Weboberfläche in GeotIS zur Visualisierung und Bereitstellung der neuen Geoinformationen; Generelle Modernisierung der Nutzeroberfläche von GeotIS; Simplifizierung der Nutzerführung im Zuge wachsender Komplexität im GeotIS.
- **Konzeptionierung, Erstellung, Verifizierung und Bereitstellung** von Potenzialkarten beispielsweise in Form von Ampelkarten zum Einsatz verschiedener ONG Technologien und zu häufig angefragten oder zukünftig häufiger genutzten Tiefenbereiche der ONG. Die Potenzialkarten sollen Gebiete aufweisen, in denen erdgekoppelte Wärmepumpen verbaut oder nicht verbaut werden können.
- **Erweiterung der Statistik** zur bundesweiten Nutzung der Geothermie in GeotIS um die ONG: Konzeptionierung, Verifizierung und Inbetriebnahme einer geeigneten, jährlichen Abfrage über die Anzahl neuinstallierter Erdwärmepumpen pro Bundesland zur Gegenüberstellung der Ausbauziele der ONG (Analog zur jährlichen Betreiberabfrage im Bereich Tiefe Geothermie (TG)).
- **Schließung von Datenlücken**, auch am Übergangsbereich ONG zur MTG; je nach Bedarf durch Analyse von Bohrungs- und Kartierungsdaten oder durch Erhebung von thermischen Parametern oder durch **Feldmessungen nach** - durch einzelne SGDs formulierten - **Bedarf mittels Einsatz des geophysikalischen Gerätefuhrparks des LIAG**.
- **Verschneidung von Wärmequelle und Wärmesenke**: Implementierung von georeferenzierten Informationen zu Wärmebedarfsdichten in GeotIS; Programmierung von Schnittstellen zu bestehenden lizenzfähigen Wärmebedarfs-GIS (beispielsweise von DBI oder IFEU); Befähigung technisch-ökonomischer Analysen durch Co-Visualisierung von Wärmebedarf und geothermischen Potential.
- **Frühzeitige Bereitstellung von Projektergebnissen** nach rollendem Verfahren **zur Beschleunigung der wirtschaftlichen, gesellschaftlichen und wissenschaftlichen Verwertbarkeit**.
- **Öffentlichkeitsarbeit** durch gezielte Kommunikation, moderierte Webinare und Workshops

Arbeitsschwerpunkte

Der Arbeitsansatz für das vorliegende Forschungsvorhaben umfasst sieben Schwerpunkte, auf die folgenden Arbeitspakete (AP) verteilt sind.

AP 1: Ampelkarten zum Nutzungspotential der ONG

Aufgabe: In diesem AP werden bestehende Konzepte für Potenzialkarten nach Ampelschema evaluiert, um das geeignetste auszuwählen. Schließlich werden die Ampelkarten in diesem AP auch erstellt. In den Entscheidungs- und Ausarbeitungsprozess werden die SGDs miteinbezogen, die nach Bedarf und bei prüffähiger Zielsetzung Personalmittel aus einem dafür vorgesehenen Budget erhalten können, um an den Ampelkarten mitzuarbeiten. Das AP ist eng mit AP2, AP3, AP5 und AP6 verknüpft. In AP6 werden für AP1 moderierte Webinare und Workshops durch Beauftragung organisiert.

Die Potenziale der ONG ergeben sich aus der technischen Machbarkeit, dem Wärmebedarf übertage und der geologischen und physikalischen Beschaffenheit des Untergrunds. In der Regel lässt sich die geologische und physikalische Beschaffenheit des Untergrunds nicht genau vorhersagen. Daher muss die Unsicherheit der Prognose immer berücksichtigt und kommuniziert werden.

Die wichtigsten Untergrundparameter für die ONG sind die Wärmeleitfähigkeit und die ungestörte Untergrundtemperatur. Um die Prognose zur Wärmeleitfähigkeit zu verbessern, müssen die 3D-Untergrundmodelle der SGDs aktualisiert werden. In der Regel berücksichtigen die derzeitigen Modelle nicht alle

verfügbaren Daten, da nicht alle Bohrprofile ausgewertet vorliegen. Häufig existiert auch keine Datenbank mit Geothermal Response Tests (GTRTs), die ebenfalls die Datenbasis sinnvoll ergänzen kann. Ziel sollte es sein, möglichst flächendeckend Wärmeleitfähigkeitsprofile zu erhalten. Da die aus lithologischen Profilen abgeleiteten Wärmeleitfähigkeitsprofile (und in geringerem Ausmaß auch die gemessenen Wärmeleitfähigkeiten) mit Unsicherheiten behaftet sind, muss ein möglichst bundeseinheitliches Verfahren zur Bestimmung der Standardabweichung der Wärmeleitfähigkeitsprofile etabliert werden. Der nächste Schritt ist die Interpolation der Wärmeleitfähigkeit im Raum auf Basis der Untergrundmodelle nach einem geostatistischen Verfahren. Bisher zeigt nur das Land Brandenburg in seinem Portal Angaben zur Prognosesicherheit der Wärmeleitfähigkeit in einem virtuellen Bohrprofil.

Der Tiefenbereich 0 – 20 m kann in die Ampelkarten als Nutzungstiefe für Energiepfähle und –körbe aufgenommen werden, obwohl hier andere Einflüsse als die der Geothermik auf die Untergrundtemperatur wirken. Wichtiger ist der Tiefenbereich bis 100 m als häufig genutzte Tiefe der ONG Technologien sowie größere Nutzungstiefen bis 400 m oder – wie die derzeitige Technologieentwicklung der ONG zeigt - sogar bis etwa 500 m. Hieraus wird deutlich, dass es keine scharfe Grenze in der Nutzungstiefe der ONG Technologien gibt, auch wenn dies ursprünglich durch die VDI Richtlinie 4640 so suggeriert wurde.

Neben der Wärmeleitfähigkeit hat die Temperatur signifikanten Einfluss auf das Potential zur geothermischen Nutzung. Hier wird in AP 2.3 das 3D-Temperaturmodell in GeotIS für den oberflächennahen Bereich verbessert. Für Brunnen ist die Durchlässigkeit und Tiefe des oberflächennahen Grundwasserleiters wichtig, darüber hinaus auch die Fließgeschwindigkeit des Grundwassers. Brunnen und Erdwärmesondenanlagen können außerdem genutzt werden, um Überschusswärme im Sommer einzulagern oder Gebäude im Sommer zu kühlen. Das thermische Ein- und Ausspeichern kann zur Systemnachhaltigkeit beitragen und kann daher auch als Thema für die Ampelkarten vorgesehen werden. Zudem ist die thermische Regeneration des Untergrundes im Hinblick auf die nachbarschaftliche Beeinflussung und das Genehmigungsrecht relevant.

Optional können auch Potenzialkarten für Flächenkollektoren erstellt werden. Für Kollektoren ist die Grabbarkeit und die Wärmeleitfähigkeit des Bodens, sowie der Wärmeeintrag durch Regen und Sonnenschein ausschlaggebend. Ein sehr geringer Grundwasserflurabstand ist problematisch und sollte daher ebenfalls einbezogen werden.

Ziel: Konzeptionierung eines praxistauglichen Konzepts zur Erstellung nationaler Potenzialkarten für die ONG; Bereitstellung von bundesweit einheitlichen Informationen zum Nutzungspotential der ONG nach Technologie und nach Geologie in geeigneter Visualisierung; Verschneidungsmöglichkeit mit einem Wärmebedarfs-GIS zur Korrelation von Bedarf und Nutzungspotential.

AP 2: Informationstechnische Umsetzung: Datenbanken, Schnittstellen, Programmierung, Automatisierung, Analyse, Visualisierung

Aufgabe: In diesem AP erfolgt die IT-seitige Umsetzung der in AP1 und AP3-5 definierten geowissenschaftlichen Arbeiten. Dazu gehören:

- Standardisierung von Schnittstellen, Verfahren und Datenformaten
- Weiterentwicklung der IT-Infrastruktur im Umfeld des GeotIS beispielsweise durch
- Entwicklung einer Import-Klasse in Java für die Verarbeitung und Validierung von Bohrdaten
 - Anpassungen/Ausbau der LIAG-Datenbanken
 - Erstellung von verschiedenen Web Map Services WMS am LIAG zur Darstellung von Temperaturkarten in GIS/WebGIS. Das aktuelle 3D-Temperaturmodell wird zudem über FIS-Geophysik zum Download bereitgestellt. Über in FIS-GP zu implementierende Schnittstellen (SOAP oder vergleichbar), können korrigierte und validierte Temperaturdaten von Bohrungen vom LIAG an die SGDs übertragen werden
 - Neustrukturierung und Modernisierung der Datenimport-Benutzerschnittstelle von FIS-Geophysik für Bohrlochdaten und Durchführung von Temperaturkorrekturen
 - Entwicklung und Implementierung einer SOAP oder WFS-Schnittstelle für FIS-GP zum Abgleich mit SGD-Daten.
 - Entwicklung einer Datenexport-Funktion in GeotIS
 - Weiterentwicklung der Datenimport-Schnittstelle von GeotIS

- Programmierung einer neuen Weboberfläche in GeotIS zur Visualisierung und Bereitstellung der neuen Geoinformationen
- Aufbau einer Informationsstruktur zur Datenbereitstellung bei oder zum Datenaustausch mit den SGDs
- Implementierung und Weiterentwicklung eines bestehenden Softwaretools (targeo) zur standortspezifischen Potenzialanalyse

Ziel Software- und IT-seitige Umsetzung der Bereitstellung von Geoinformationen zur ONG, insbesondere der Ampelkarten, in GeotIS; Anbindung von GeotIS an weitere Dateninfrastrukturen und Informationsangebote beispielsweise der BGR oder der SGDs; Generalüberholung der Weboberfläche von GeotIS, Verbesserung der Menüführung zur Anpassung an den neuen Nutzungsbedarf als Informationssystem zur gesamtheitlichen Geothermie der Bundesrepublik Deutschland.

AP 3: Aufarbeitung und Zusammenstellung von Geodaten zur ONG

Aufgabe: In diesem AP werden die für die Erstellung der Potenzialkarten notwendigen geowissenschaftlichen Grundlagen zur ONG zusammengetragen. Die SGDs können in diesem AP nach Bedarf Personalressourcen aus einem dafür vorgesehenen Budget in Anspruch nehmen.

Die Geoinformationen, die bei den SGDs zum Tiefenbereich der ONG vorliegen, müssen für die Erstellung der technologie- und teufenspezifischen Ampelkarten zusammengetragen, ggf. neubewertet und vereinheitlicht werden. In einigen Ländern muss ein Informationsportal zur ONG erst noch geschaffen werden. Die Geoinformationen zur Standorteignung für verschiedenen ONG-Technologien sollen erarbeitet oder – falls bereits bestehend – ergänzt oder konzeptionell in die Entwicklung der Ampelkarten eingebunden werden.

Zu den Themenschwerpunkten

- (1) Ausschlussgebiete, besondere Formationen
- (2) Geothermik (Temperatur, ggf. Wärmeleitfähigkeit)
- (3) Hydrogeologie, Geohydraulik
- (4) Geologischer Aufbau

sollen aus den Bestandsdaten der SGDs und Forschungsdateninfrastrukturen zusammengetragen, aufbereitet, ggf. neubewertet, vereinheitlicht und schließlich in GeotIS implementiert werden.

Ziele Umfangreiche Zusammenstellung bundesweit einheitlicher Datensätze zur ONG; Schaffung der Grundlagen für Ampelkarten zum Nutzungspotential der ONG; Verfeinerung der 3D-Untergrundmodelle im Tiefenbereich der ONG; ggf. technische Verbesserung der Landesportale.

AP4: Weitere Geoinformationen: Aktualisierung, Verifizierung und Bereitstellung

Aufgabe: In diesem AP werden weitere Dateninformationsportale bearbeitet, die als Informationsrahmen der Daten und Modelle der ONG dienen. Dazu gehört das Portal www.infogeo.de, das ertüchtigt werden soll sowie die Sicherstellung eines konsistenten Modellanschlusses von Datenmodellen der ONG an die MTG – im Sinne eines Qualitätsmanagements sind Unstimmigkeiten zu anderen bestehenden oder gerade in der Entwicklung befindlichen Modellen zu vermeiden. Die im Projekt mesoTherm neu erschlossene Glinde Formation liegt – je nach Salztektonik – im Bereich der ONG oder der MTG. Diese Formation, die auch als Brüssel-Sand bezeichnet wird, soll als potenzieller geothermischer Nutzhorizont f beispielgebend für den Übergangsbereich ONG zu MTG aufgenommen, kartiert und charakterisiert werden, und das im Rahmen einer wissenschaftlichen Qualifikationsarbeit. Die SGDs können in diesem AP nach Bedarf Personalressourcen aus einem dafür vorgesehenen Budget in Anspruch nehmen.

Ziel Konsistente Darstellung des geothermischen Potentials nach Nutzungspotential; Sicherstellung des fehlerfreien Anschlusses von Datenmodellen der ONG an Datenmodelle der TG, insbesondere MTG; Aufnahme der Glinde Formation in GeotIS nach wissenschaftlicher Erstbearbeitung von Bestandsdaten.

AP5: Statistische Auswertungen und Handlungsempfehlung

Aufgabe: Die energiepolitischen Ziele der Bundesregierung Deutschland und der Europäischen Union sind ambitioniert und müssen durch verlässliche Daten nachgewiesen werden. Der Absatz der Wärmepumpen wird

momentan durch eine gemeinsam erstellte Statistik des BDH und BWP dokumentiert, wobei in dieser nur die Stückzahl und nicht die installierte Leistung veröffentlicht wird. Die Erstellung einer bundesweiten Statistik zur Nutzung der Erdwärme wurde durch geoENERGIE Konzept im Rahmen der *Erdwärmeliga* über viele Jahre durchgeführt. Entsprechende Erfahrungen (Recherche, Quellen, Qualität von Daten) sollen in die Vorgehensweise bei der Datenerfassung einfließen. Eine weitere bundesweite Statistik zu Erdwärmeanlagen ist bis zum jetzigen Zeitpunkt nicht bekannt. Auf Basis einer Recherche der vorhandenen statistischen Daten soll ein Abfragetool für Neuanlagen entwickelt werden. Zudem werden Konzepte für den bundesweiten Ausbau Oberflächennaher Geothermie und Handlungsempfehlungen für die damit verbundenen Genehmigungsverfahren erstellt. In diesem AP arbeitet auch der Lehrstuhl für Wirtschaftspolitik und Mittelstandsforschung (Prof. Kilian Bizer) der Georg-August Universität Göttingen mit.

Ziel Entwicklung von Konzepten und Datengrundlagen, um unter Einhaltung der technischen Absicherung klimapolitische Ziele erreichen und nachweisen zu können; Schaffung eines statistischen Monitorings zum Verfolgen der Ausbauziele für die ONG.

AP6: Öffentlichkeitsarbeit, E-Learning

Aufgabe: In diesem AP wird die externe Kommunikation organisiert, zu der auch eine ganzheitliche Öffentlichkeitsarbeit gehört. Hierfür soll eine Personalstelle im Kommunikationsdesign für einen professionellen Öffentlichkeitsauftritt Sorge tragen, die zur weiteren Ausführung von Arbeiten flankiert wird durch Aufträge an kompetente Fachunternehmen. Darüber hinaus sollen Webinare mit Zielgruppen aus der Branche geführt werden, die als Feedback Webinare vorgesehen sind, um Projektergebnisse möglichst nutzerfreundlich in GeotIS darzustellen. Im Projekt mesoTherm sind bereits exzellente Erfahrungen mit moderierten Webinaren gemacht worden, so dass die Machbarkeit gezeigt und der Ergebnisgewinn zum Erreichen der Projektziele erwiesen ist.

Anfang März 2020 wurde die E-Learning Plattform in GeotIS gemäß dem Projektziel des Projekts GeoFaces nach dreijähriger Vorlaufarbeit online stellt. Mit dem Beginn der Pandemie Ende März 2020 haben sich dadurch die Zugriffszahlen auf GeotIS signifikant vervielfacht und bleiben seitdem auf hohem Niveau.

Für den Wissenstransfer aus dem wissenschaftlichen Bereich in die Branche oder in die breite Öffentlichkeit spielt das E-Learning Angebot in GeotIS eine zunehmend wichtige Rolle. Es sollen daher E-Learning Module entwickelt werden, die einerseits die neue Handhabung in GeotIS auch zur ONG adressieren und andererseits grundsätzliche Informationen Technologien und Geologie der ONG professionell aufbereitet darstellen. Zur Erstellung der neuen E-Learning Module soll die bereits in ArtemIS genutzte Software iSpring eingesetzt werden, zu der weitere Lizenzen für das Projektteam beschafft werden müssen.

Ziel Organisation der Kommunikation in das um die SGDs ergänzte Projektteam; Um die Branche, die Öffentlichkeit, Politik und Medien über die Bedeutung der ONG für die Wärmewende aufzuklären, sollen Webauftritte entwickelt und betreut, Workshops durchgeführt und das E-Learning-Portal weiter betrieben und ergänzt werden.

AP7: Datensynthese, Projektmanagement

Aufgabe: In diesem AP wird die interne Kommunikation organisiert, am LIAG ist die Besetzung eines Projektbüros zur ständigen Erreichbarkeit und spezifischen Projektorganisation vorgesehen. Neben der allgemeinen Öffentlichkeitsarbeit sollen professionell moderierte Webinare und Workshops durchgeführt werden, so auch zur Diskussion und Weiterentwicklung von Projektaufgaben und Zwischenergebnissen mit den SGDs.

Abgesehen von diesen organisatorischen Arbeiten sollen in diesem AP die fachlichen Arbeiten zusammengeführt, verifiziert und synthetisiert werden. In diesem AP laufen zudem die fachlichen Arbeiten aus den anderen APs zum Erstellen von Broschüren, Studien und Handlungsleitfäden zusammen.

Ziel Sicherstellung der internen Kommunikation und des reibungslosen Ablaufs von Arbeitsprozessen und Projektaufgaben; Einhaltung der zeitlichen Zielvorgaben; Anpassung der Projektorganisation an dynamische Zeitvorgaben und Rahmenbedingungen.