



ENERGIE- INFRASTRUKTUR & VERSORGUNGS- SICHERHEIT

Diversifizierung und
Dekarbonisierung:
die Zukunft heißt NETZ

Die Kraftwerksstrategie
zur Deckung von
Investitionsbedarfen

Wasserstoff-Kernnetz:
Aufbruchssignal für
den Markthochlauf



Luftfahrt und Geothermie

Heiz- und Prozesswärme mittels Tiefengeothermie – Ein Beispiel aus der Luftfahrtindustrie

Die Nutzung von Tiefengeothermie im Raum München blickt mittlerweile auf eine rund 20-jährige Geschichte zurück. Bei der direkten geothermischen Wärmenutzung traten dabei bislang vor allem kommunale Energieversorger als Betreiber in Erscheinung. Mit der MTU Aero Engines AG führt nun erstmals ein Industrieunternehmen ein Tiefengeothermieprojekt mit direkter Wärmenutzung in die Realisierungsphase. Der Blick des Luftfahrtunternehmens richtet sich derzeit also nicht nur wie sonst üblich in Richtung Himmel, sondern auch in die entgegengesetzte Richtung zum Erdinnern.

Dr. Klaus Dorsch, Diplom-Geologe und Projektleiter, Erdwerk GmbH und
Stefan Lange, Leiter Bauprojektmanagement, MTU Aero Engines AG

Anfang Dezember 2023 war es so weit. Auf dem Gelände des Triebwerkherstellers MTU Aero Engines AG (kurz MTU) im Norden Münchens wurde ein ca. 40 m hoher Bohrturm errichtet und am 4. Dezember, dem Barbaratag als „Feiertag der Bergleute“, das Projekt bei viel Schnee und eisiger Kälte zeremoniell eingeweiht.

Erstmalig wird in München jetzt ein Tiefengeothermieprojekt für einen Industriebetrieb in die Realisierung gebracht. Die ersten Vorarbeiten begannen bereits im Frühjahr 2020 mit der Beantragung einer bergrechtlichen „Erlaubnis zur Aufsuchung von Erdwärme zu gewerblichen Zwecken“. Im Gebiet war zum damaligen Zeitpunkt keine Konzession für die Erdwärmenutzung vergeben bzw. keine weiteren Interessenten für ein Erdwärme-Erlaubnisfeld in Erscheinung getreten, sodass die Zuteilung der bergrechtlichen Erlaubnis an MTU durch das Bayerische Wirtschaftsministerium erfolgen konnte. Dem schlossen sich dann vertiefte Studien zur Machbar-

keit, die Detailplanungen sowie die Tätigkeiten im Rahmen des berg- und wasserrechtlichen Genehmigungsverfahrens an.

Das Thermalwasservorkommen, das in rund zwei Kilometern Tiefe erwartet wird, soll zukünftig als Wärmequelle die aktuell mit Gas betriebene Wärmeversorgung des Werks weitgehend ersetzen. Zudem sollen, sofern möglich, industrielle Prozesse wie beispielsweise Temperierung von Galvanik-Bädern künftig durch die Geothermie übernommen werden. Aktuell wird auch untersucht, inwieweit mit der Erdwärme von Mai bis Oktober die Erzeugung von Kälte mittels Sorbtionsanlagen umsetzbar ist, sodass das Potential der Tiefengeothermie weiter ausgeschöpft werden könnte. Die weiteren Anwendungen sind abhängig von den tatsächlich angetroffenen Temperaturen. Je nachdem wird das Versorgungssystem dann ggf. noch durch Großwärmepumpen bzw. Kältemaschinen ergänzt. Erwartet wird eine geothermische Leistung von mindestens 10 MW.

Die Nutzung von Geothermie am Standort München ist ein wesentliches Element der Klimastrategie der MTU. Bis 2030 will die MTU ihre Emissionen am Standort um 60 Prozent senken (im Vergleich zu 2019). Der Standort München ist bereits seit Ende 2021 durch Kompensationen klimaneutral gestellt. Nachdem das Geothermieprojekt zunächst vor allem hinsichtlich einer Reduzierung der klimarelevanten Emissionen angeschoben wurde, gewann das Vorhaben zudem unerwartet seit Februar 2022 mit Beginn des russischen Angriffs auf die Ukraine hinsichtlich der Aspekte Versorgungssicherheit und überproportional ansteigender Energie- / Gaspreise stark an Bedeutung.

Tiefbohrungen als Wärmequelle

Für die geothermische Wärmebereitstellung ist die Errichtung einer Bohrungsdublette vorgesehen. Das ca. 70-75 °C heiße Thermalwasser soll über eine Förderbohrung nach oben zu den Wärmetauschern geführt und nach dem Entzug thermischer Energie abgekühlt über eine zweite, sogenannte Reinjektionsbohrung wieder in denselben Tiefengrundwasserleiter in ca. 2 km Tiefe eingeleitet werden. Somit ist ein ausgeglichener Wasserhaushalt des Tiefengrundwassers sichergestellt. Als Thermalwasserreservoir in der Tiefe fungieren verkarstete, poröse Kalksteine, die vor rund 150 Mio. Jahren im Erdzeitalter des Oberen Juras (Malm) abgelagert wurden und in deren natürlich vorhandenen kleinen Hohlräumen und Poren das Thermalwasser zirkuliert. Das im Malm zirkulierende Thermalwasser ist mit einem Alter von einigen zehntausend Jahren dagegen vergleichsweise „jung“ und zeichnet sich in diesem Teil des Molassebeckens in der Regel durch eine geringe Mineralisation aus, was sich aus korrosionstechnischer Sicht als günstig für den Anlagenbetrieb erweist.

Beide Bohrungen werden von einem unmittelbar östlich der MTU-Produktionsstätte gelegenen Sammelbohrplatz aus niedergebracht. Durch eine abgelenkte Führung der Bohrpfade vergrößert sich der horizontale Abstand beider Bohrungen voneinander, von 7,5 m an der Erdoberfläche bis auf ca. 1,7 km im Thermalwasserreservoir. Die Bohrstrecken betragen aufgrund des abgelenkten Verlaufs bis zu ca. 3.300 m je Bohrung. Ein ausreichend großer horizontaler Abstand im Reservoir zwischen Förder- und Reinjektionsbohrung verhindert, dass das in die Reinjektionsboh-

rung eingebrachte abgekühlte Wasser direkt wieder zur Förderbohrung gelangt und dort somit eine unmittelbare negative thermische Beeinflussung herbeiführen würde.

Läuft alles planmäßig, dann werden die Tiefbohrarbeiten für beide Bohrungen bis Mitte 2024 abgeschlossen sein. Bei ausreichender Fündigkeit werden anschließend der obertägige Thermalwasserkreislauf, die Wärmeübergabestation und die Verbindungen zum Werks-Wärmenetz errichtet. Ab Mitte 2025 soll dann die geothermische Wärme für die Versorgung des MTU-Werksgebietes zur Verfügung stehen. Parallel dazu findet in den kommenden Jahren schrittweise auch eine Optimierung des Wärmebedarfs der einzelnen Gebäude bzw. Werkshallen statt.

Herausforderungen im Projektumfeld

Aufgrund der Lage des Bohrplatzes im Bereich einer ehemals als Parkplatz genutzten Fläche zwischen dem MTU-Werksgebiet auf der einen Seite und einer größeren Einfallstraße in Richtung München auf der anderen Seite war der Bohrplatzbau vergleichsweise engen Platz-

MTU Aero Engines AG

Die MTU Aero Engines AG ist Deutschlands führender Triebwerkshersteller. Die Kernkompetenzen der MTU liegen bei Niederdruckturbinen, Hochdruckverdichtern, Turbinenzwischengehäusen sowie Herstell- und Reparaturverfahren. Im zivilen Neugeschäft spielt das Unternehmen eine Schlüsselrolle bei der Entwicklung, Fertigung und dem Vertrieb von Hightech-Komponenten im Rahmen internationaler Partnerschaften. MTU-Technologien kommen bei einem Drittel der weltweiten Verkehrsflugzeuge zum Einsatz. Im Bereich der zivilen Instandhaltung zählt das Unternehmen zu den Top 3 der weltweiten Dienstleister für Luftfahrtantriebe und Industriegasturbinen. Die Aktivitäten sind unter dem Dach der MTU Maintenance zusammengefasst. Auf dem militärischen Gebiet ist die MTU Aero Engines der Systempartner für fast alle Luftfahrtantriebe der Bundeswehr. Die MTU unterhält Standorte weltweit; der Unternehmenssitz ist München. Im Geschäftsjahr 2022 haben über 11.000 Mitarbeiter:innen einen Umsatz von 5,3 Milliarden Euro erwirtschaftet.

Die MTU Aero Engines AG will die Emissionen von Treibhausgasen und Luftschadstoffen bei der Entwicklung, Produktion und Instandhaltung in ihren Werken kontinuierlich reduzieren und so einen Beitrag zum globalen Klimaschutz und zur lokalen Luftqualität leisten.

Nachhaltigkeit ist ein elementarer Kerngedanke der Triebwerksbranche, denn Flugzeugantriebe haben eine Laufzeit von mehreren Jahrzehnten. Ihre Entwicklung erfordern umfassende Engineering- und Erprobungsleistungen, die mit hohen Vorabinvestitionen verbunden sind und ein langfristig ausgerichtetes Geschäftsmodell voraussetzen.

verhältnissen in einem industriellen, urbanen Umfeld unterworfen. Auch die maximal zulässige Höhe des Bohrturms ist aufgrund der Gegebenheiten vor Ort auf rund 40 m beschränkt. Der Bohrturm wurde auf die gegebenen Platzverhältnisse entsprechend umgerüstet. Zudem brachte eine zeitlich parallel betriebene Nachbarbaustelle entsprechende logistische Herausforderungen mit sich.

Die Ausschreibung und Vergabe der Bau- und Bohrarbeiten fanden im Jahr 2022 unter ungünstigen Marktbedingungen statt. Neben den seit Frühjahr 2022 stark angestiegenen Materialkosten, machte sich hier auch die steigende Konkurrenz im Tiefbohrsektor durch die weltweit verstärkte Explorations-tätigkeit der Öl- und Gasindustrie sowie auf nationaler Ebene auch die gestiegene Nachfrage nach tiefegeothermischer Exploration bemerkbar. Eine weitere Verknappung des Angebots, speziell an geeigneten Tiefbohranlagen samt geschultem Personal, ist hier nach wie vor zu erwarten. Eine weitere Herausforderung bei der Ausschreibung und Vergabe der Leistungen war, dass die Lieferketten



Bohrturm vor dem MTU-Werksgelände zum Projektstart Anfang Dezember 2023.

aufgrund der weltpolitischen Lage verstärkt in den Fokus gerieten. Im gegenständlichen Projekt wurde auf diese volatile Marktsituation proaktiv reagiert.

Der Bohrplatzbau, die Durchführung der Bohr- und Testarbeiten sowie einige dafür notwendige Servicetätigkeiten erfolgen durch einen Generalunternehmer, diverse Materiallose mit langen Lieferzeiten sowie spezielle Services im Bereich Monitoring wurden separat vergeben. Die Vertragsgrundlage bildet dabei ein im Tiefbohrsektor üblicher sogenannter „Day-Rate Vertrag“. Die Bauherren- und Bauleitungsfunktion übernimmt dabei MTU in Zusammenarbeit mit dem Fachbüro Erdwerk in Funktion als bohrtechnisch-geologische Auftraggebervertretung. Die Absicherung bohrtechnischer Risiken erfolgt über eine Bauleistungsversicherung.

Industrielle Nutzung hydrogeothermaler Tiefengeothermie

Eine industrielle Nutzung hydrothermaler Tiefengeothermie lässt sich in Deutschland nicht überall in gleicher Form wie am MTU-Standort München-Allach realisieren. Neben geeigneten geologischen Rahmenbedingungen und dem Vorhandensein eines hydrothermalen Reservoirs sowie einer bergrechtlich freien Erdwärmekonzession, spielt auch das für den Industriebetrieb bzw. Industrieprozess benötigte Temperaturniveau

und der Energiebedarf eine entscheidende Rolle. Dort, wo die Bedingungen jedoch wie beispielsweise im Großraum München zusammenpassen, können diese „low hanging fruits“ der Tiefengeothermie mittlerweile sehr effizient genutzt und vergleichsweise rasch umgesetzt werden. Mit Hilfe moderner Wärmepumpentechnologie hat sich zudem auch das Anwendungsspektrum hydrothermalen Geothermie deutlich erweitert. An Standorten, wo hingegen keine geeigneten geologisch-hydrothermalen Bedingungen zu erwarten sind, stehen für die Wärmebereitstellung zum Beheizen von Industriegebäuden jedoch auch andere Technologien der Geothermie zur Verfügung: im Falle der oberflächennahen Geothermie beispielsweise in Form von Erdwärmesondenfeldern, Brunnen, etc. Letztendlich muss immer eine projekt- und standortbezogene Betrachtung erfolgen, um zu sehen, welche der verschiedenen Möglichkeit am besten zur Deckung des eigenen Bedarfs geeignet und ökonomisch sowie ökologisch sinnvoll ist. Im Fall von MTU ist es die hydrothermale Tiefengeothermie.

In dieses Geschäftsmodell reiht sich nun auch die Investition in die Tiefengeothermie für eine nachhaltige Wärmeversorgung am Standort München. ✔

Weitere Informationen:
<https://www.mtu.de/geothermie>



© ERDWERK GmbH

Dr. Klaus Dorsch
Diplom-Geologe und Projektleiter

Erdwerk GmbH
+49 89 9616003 00
office@erdwerk.com



© MTU Aero Engines AG

Stefan Lange
Leiter Bauprojektmanagement

MTU Aero Engines AG
+49 89 1489 8336
stefan.lange@mtu.de