

An aerial photograph showing a wide river curving through a landscape. The fields on the right bank are covered in snow, while the river water is dark. In the distance, a city skyline is visible under a clear blue sky. A large white circular graphic is overlaid on the top right, containing the company logo and name. A thick red wavy line with circular nodes runs across the bottom half of the image.

GEOTHERMIERHEIN

Düsseldorf & Duisburg

Tiefe Geothermie für Düsseldorf und Duisburg Ein Projektbericht

Inhalt

Grußwort der Ministerin Mona Neubaur	3
Das Momentum: Landesförderung für kommunenübergreifende Machbarkeitsstudie	4
Der Hoffnungsträger: Geothermie	5
Die Erkundungsmaßnahmen: Erster Blick in die Tiefe	6
Die Nutzung: Einbindung der Geothermie in Fernwärmenetze	10
Die Sicherheit	12
Der Ausblick: Wie geht es weiter?	14
Projektpartner:innen: Wer sind wir?	15

Impressum

Herausgeber: Enerchange GmbH & Co. KG

Erstellt in Kooperation mit dem „GeothermieRhein“-Projektkonsortium

Redaktion & Gestaltung: Marlene Käßler, Bratislav Djikic

Enerchange GmbH & Co. KG

www.enerchange.de

Titelbild: © Hans Blossy

Weitere Bildquellen jeweils am Bild

© Enerchange GmbH & Co. KG, Juni 2024



© MWIKE NRW

Grußwort der Ministerin Mona Neubaur

Liebe Leserinnen, liebe Leser,

mit dem Masterplan Geothermie haben wir in Nordrhein-Westfalen die Rahmenbedingungen gesetzt, um das Potenzial der Erdwärme zu erschließen. Als erstes Bundesland setzen wir uns verbindliche Ausbauziele und sichern das Risiko einer Bohrung für Stadtwerke und Unternehmen ab. Zusätzlich setzt der Geologische Dienst NRW ein Erkundungsprogramm um und liefert digital und kostenfrei Daten aus Vorerkundungen und Bohrungen.

Letztlich entscheidend ist aber das lokale Engagement: Kommunal oder interkommunal – die Wärmewende findet vor Ort statt. Daher freue ich mich, dass die Untersuchungen zu den Potenzialen der Geothermie in Düsseldorf und Duisburg partnerschaftlich und unter Beteiligung vieler Akteurinnen und Akteure gestartet wurden. Die vorliegende Broschüre präsentiert die Ergebnisse der vom Land geförderten Erkundungen.

Allen Beteiligten wünsche ich die Beibehaltung des erfreulichen Pioniergeistes, der aus dem Projekt spricht, und viel Erfolg bei allem, was die Wärmewende in Nordrhein-Westfalen voranbringt.

Beste Grüße

Mona Neubaur
Ministerin für Wirtschaft, Industrie, Klimaschutz und Energie des Landes
Nordrhein-Westfalen

Das Momentum: Landesförderung für kommunenübergreifende Machbarkeitsstudie



Haus des Landtages in Düsseldorf.

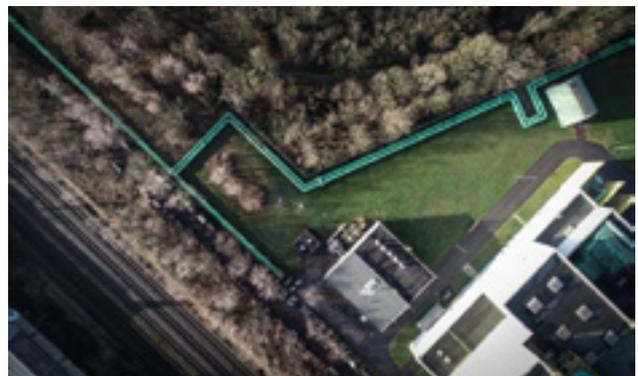
© Steffen Proessdorf

Um die Wärmewende voranzutreiben, hat der Landtag von Nordrhein-Westfalen 2019 den Beschluss „Wärmepotentiale nutzen – Einsatz der Geothermie erleichtern“ gefasst. Dieser beinhaltet unter anderem eine flächendeckende Untersuchung des Untergrunds auf mögliches geothermisches Potenzial, wie sie der Geologische Dienst NRW (GD NRW) seit 2021 mit 2D-seismischen Messungen umsetzt.

Ein weiterer Bestandteil des Landtagsbeschlusses ist die Förderung von Maßnahmen zur Erkundung und Nutzung der geothermischen Fernwärme in NRW. Drei Projekte wurden in diesem Rahmen mit einer Gesamtsumme von 1,5 Millionen Euro bedacht. Das kommunale Cluster Düsseldorf-Duisburg ist mit seiner Machbarkeitsstudie zur Erschließung und Nutzung der Tiefengeothermie einer der Preisträger.

Das Projekt

Die 500.000 Euro Förderprämie wurden genutzt, um die wirtschaftlichen und technischen Erfolgsaussichten der geothermischen Fernwärme in den beiden Städten abzuschätzen. Arbeitsteilig analysierten die Projektpartner verschiedene Bausteine, die zu einem erfolgreichen Projekt gehören, beispielsweise zu weiteren Explorationsschritten oder Bohrungen, und identifizierten mögliche Risiken. Die Stadtwerke Düsseldorf übernahmen mit Unterstützung des Fraunhofer IEGs und den Stadtwerken Duisburg die geologischen Erkundungen, untersuchten also z. B., welche Gesteinsschichten im Untergrund vorliegen und wo mit geothermisch nutzbaren Tiefenwasservorkommen zu rechnen ist. Die Stadtwerke Duisburg analysierten gemeinsam mit dem Lehrstuhl für Energietechnik der Universität Duisburg-Essen Details zur Wirtschaftlichkeit und Technik der örtlichen Energiesysteme. So wurden beispielsweise die Einbindungsmöglichkeiten einer geothermischen Energiequelle in bestehende Wärmenetze geprüft. Die allgemeine Projektkoordination lag im Verantwortungsbereich der Städte Düsseldorf und Duisburg.



Fernwärmeleitungen der Stadtwerke Duisburg.

© Stadtwerke Duisburg

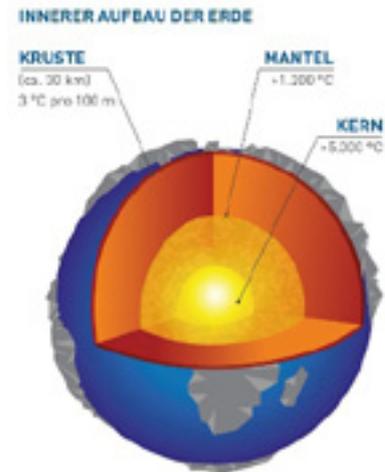
Warum Geothermie für Rhein-Ruhr?

Die Rhein-Ruhr-Region ist ein hoch-industrialisiertes Ballungsgebiet mit einem großen Wärmebedarf. Um diesen auch in Zukunft decken zu können, lohnt der Blick auf alternative Energiequellen. Der mitteltiefen und tiefen Geothermie als regionale, grundlastfähige und erneuerbare Energiequelle könnte bei der Fernwärmeversorgung aufgrund der geologischen Rahmenbedingungen eine entscheidende Rolle zukommen.

Der Hoffnungsträger: Geothermie

Geothermie nutzt die in der Erdkruste natürlich vorhandene Wärmeenergie zum Heizen, oder zur Stromerzeugung. Sie ist eine ganzjährig vor Ort verfügbare, witterungsunabhängige Energiequelle, die ohne Kosten und Transportaufwand für Brennstoffe auskommt.

Die Temperatur in der Erdkruste steigt pro 100 Meter Tiefe um rund drei Grad an, da aus dem über 5.000 Grad heißen Erdinneren stetig Wärme in Richtung Erdoberfläche strömt. Der Erdkern kühlt dabei nach menschlichem Ermessen nicht ab, da stetig neue Wärme entsteht. Je nach Standort, geologischem Aufbau des Untergrundes und Anwendungsgebiet kann die Erdwärme mittels unterschiedlicher Technologien genutzt werden.



Querschnitt der Erde.
© Enerchange

Mögliche Tiefenwasser- Reservoirs in Rhein-Ruhr

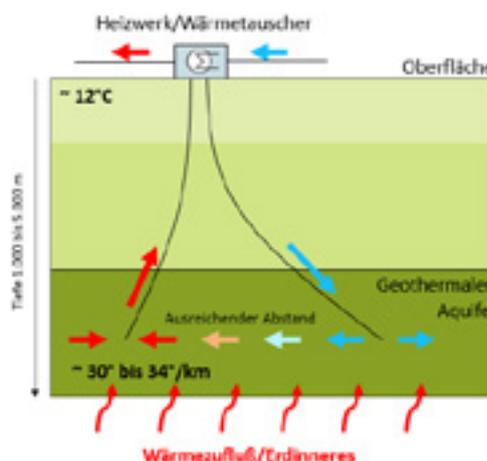
Der genaue Aufbau und das geothermische Potenzial tieferer Gesteinsschichten unterhalb Duisburgs und Düsseldorfs wurde bisher kaum untersucht. Bekannt ist jedoch, dass mit dem Kohlenkalk aus der Zeit des Unterkarbons und dem mitteldevonischen Massenkalk zwei möglicherweise tiefenwasserführende Schichten vorhanden sind. Deren Tiefenlage variiert je nach Standort heute zwischen rund 400 und 3.000 Metern.

Zu erkunden ist neben der tatsächlichen Verteilung der Aufbau dieser Schichten. Es ist zum Beispiel wichtig, Kluft- und Karstsysteme zu identifizieren, da diese möglicherweise heißes Tiefenwasser führen.

Die hydrothermale Geothermie

Neben oberflächennaher Geothermie, wie Erdwärmesonden oder -kollektoren, die in Kombination mit einer Wärmepumpe einzelne Gebäude versorgen können, zielt die hydrothermale Geothermie oft auf die Einspeisung von Wärme in ein örtliches Fernwärmenetz ab.

Die hierfür notwendigen Temperaturen stammen aus porösen, zerklüfteten und verkarsteten Gesteinsschichten, die sich im Laufe der Erdgeschichte mit Wasser gefüllt haben. Dieses heiße Tiefenwasser wird mithilfe einer Förderbohrung an die Oberfläche gebracht und in einem Wärmetauscher abgekühlt und die Wärme energetisch genutzt. Anschließend wird das abgekühlte Tiefenwasser mit ausreichend Distanz zum Entnahmepunkt zurück in das Tiefenreservoir geleitet, wo es sich durch die konstant nach oben strömende Energie der Erde erneut erwärmt. Im Raum München und im Oberrheingraben werden Tiefenwasservorkommen in dort vorkommenden Kalk- bzw. Sandsteinschichten teilweise seit über 20 Jahren erfolgreich für die Wärmeversorgung genutzt.



Das Funktionsprinzip einer hydrothermalen Dublette, bestehend aus einer Förder- und einer Injektionsbohrung sowie Wärmezentrale.
© Fraunhofer IEG

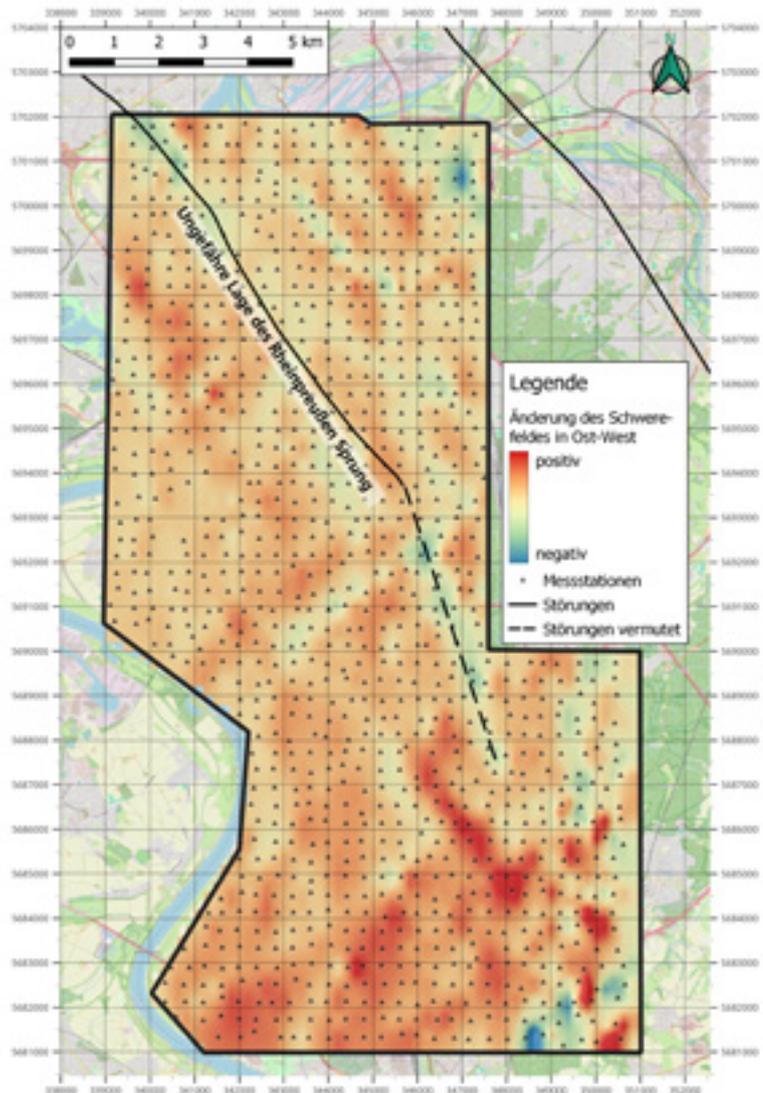
Die Erkundungsmaßnahmen: Erster Blick unter die Oberfläche

Gravimetrie

Gravimetrische Messungen, die Schweremessungen, sind ein wertvoller erster Schritt für geologische Vorerkundungen des Untergrunds. Neben dem generellen Aufbau, also den Gesteinsschichten, kann auch die tektonische Struktur, also wesentliche Bruchzonen und Gebiete mit stark aufgelockerten Schichten, dargestellt werden. Sie liefert wertvolle Hinweise für weitere Erkundungsmaßnahmen, wie z. B. die Seismik.

Die Technik macht sich dabei ein einfaches physikalisches Prinzip zunutze. Mit Messstationen wird das Schwerfeld, also die Anziehungskraft an der Erdoberfläche gemessen. Je höher die Dichte des Gesteins unter der Messstation, desto höher fällt die dort gemessene Anziehungskraft aus. Ändern sich die gemessenen Werte von einer Station zur benachbarten Station stark, kann dies in der Veränderung der gemessenen Anziehungskraft dargestellt werden. Diese deutlichen Änderungen (rot oder blau), können Hinweise auf die großräumige tektonische Struktur geben.

Im Geothermie-Rhein Projekt wurde bestehendes Material vom LIAG-Institut für Angewandte Geophysik um neue, höherauflösende Vermessungen in Duisburg und Düsseldorf ergänzt und analysiert. Die Daten korrelieren mit bekannten Bruchstrukturen, die den geologischen Untergrund in einzelne Blöcke staffeln. Die Messungen bestätigen somit die vorhandenen Modellvorstellungen zur Struktur des tieferen Untergrunds. Die Bruchstrukturen sind deshalb interessant, da an den Übergangszonen aufgrund besserer Wasserwegsamkeiten geothermisches Potenzial vermutet werden kann.



Die Karte stellt die Ergebnisse der neu vermessenen Gebiete in Düsseldorf und Duisburg dar. Jedes kleine Dreieck steht für eine Messstation. Die unterschiedlichen Farben zeigen die Stärke der Veränderung des Schwerfeldes zwischen den Stationen.

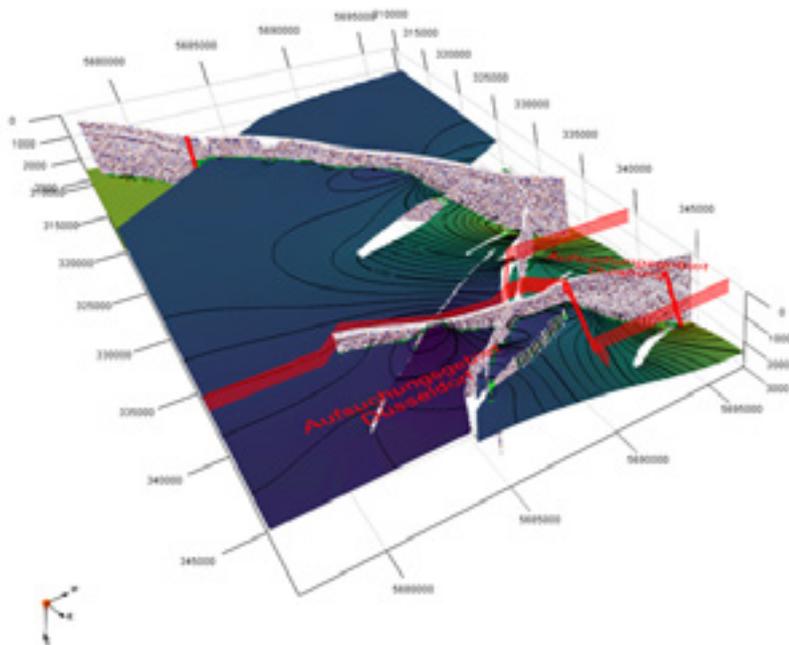
© Fraunhofer IEG mit Genehmigung der Stadtwerke Duisburg und Düsseldorf

2D-Seismik

Neben den gravimetrischen Messungen erlauben die mit einem Ultraschallbild vergleichbaren seismischen Messungen einen detaillierteren Blick in den Untergrund. Im Rahmen der geologischen Landesaufnahme hat der Geologische Dienst NRW im Herbst 2022 2D-seismische Messungen durchgeführt. Hierfür kamen sogenannte Vibrationsfahrzeuge zum Einsatz. Sie sind mit Rüttelplatten ausgestattet, die alle 40 Meter auf den Boden abgesenkt werden und Schallwellen (Schwingungen) aussenden. Diese dringen in den Untergrund ein und werden von den verschiedenen Gesteinsschichten unterschiedlich reflektiert. Die zurückgeworfenen Signale können mit kleinen Messgeräten, den Geophonen, aufgezeichnet und zu einem Modell des Untergrunds ausgewertet werden.



Geophone sind etwa kastenbrot-große, sensible Messgeräte. Sie werden entlang der Messstrecke an ausgewählten Punkten ausgelegt und fangen dort die im Untergrund reflektierten Schallwellen der Vibro-Trucks wieder auf. Im Geophon selbst werden diese in ein analoges Signal umgewandelt und gespeichert. Nach den Messungen können die Daten ausgelesen und ausgewertet werden. Um dem Entfernen von Geophonen durch Unwissende vorzubeugen, werden die Messgeräte mit einem kleinen Informationsanhänger ausgestattet.
© Karl-Heinz Frings



Interpretation der 2D-seismischen Daten, die im Rahmen der seismischen Messungen im Rheinland durch den Geologischen Dienst NRW erhoben wurden. Das Projektkonsortium hat die frei verfügbaren Daten genutzt und um zusätzliche Parameter zum obenstehenden 3D-Modell erweitert.
© Fraunhofer IEG

Ergebnisse der Auswertung

Die vom Geologischen Dienst NRW gesammelten 2D-Seismik-Daten wurden gemeinsam mit weiteren, neu erhobenen Daten genutzt, um ein vorhandenes 3D-Untergrundmodell zu überprüfen und anzupassen. Aus dem Modell können nun 3D-Tiefenkarten erstellt werden, mithilfe derer Projektakteure die Tiefenlagen von Massen- und Kohlenkalk auch abseits der 2D-Seismiklinien grob abschätzen können. Zur Validierung des Modells sind weitere Untersuchungen, etwa in Form weiterer seismischer Erkundungen oder Bohrungen nötig.

Im Interview: Ingo Schäfer, Dipl.-Geol. beim Geologischen Dienst NRW



© Mark Fernandes

Herr Schäfer, warum ist das Rheinland aus Sicht des GD NRW erkundenswert?

Wir wissen, dass im Rheinland mit dem Kohlen- und Massenkalk zwei potenzielle Zielhorizonte für die hydrothermale Geothermie vorkommen. Deren genaue Tiefenlage ist unklar und wurde deshalb erkundet. Gleichzeitig besteht in der Region ein hoher Wärmebedarf und es existieren Fernwärmenetze, die über geothermische Wärme versorgt werden könnten. Die Ergebnisse können nun von interessierten Nutzern für die weitere Projektplanung verwendet werden.

Welche Erfahrungen wurden während der Messungen im Raum Düsseldorf/Duisburg gemacht? Gab es besondere Herausforderungen?

Zunächst ist bei der Planung von seismischen Messungen stets eine enge Abstimmung mit den örtlichen Behörden notwendig. Diese hat hervorragend funktioniert, der GD NRW wurde bei seinen Arbeiten von den Städten sehr gut unterstützt.

Eine weitere Herausforderung in der Region war der geologische Untergundaufbau, auf den die seismischen Messungen abgestimmt sein müssen. Es hat sich gezeigt, dass in einigen Bereichen die Methodik der Vibro-Seismik an ihre Grenzen kommt.

Was hat die Auswertung der Daten ergeben? Wie groß ist der Wissenszuwachs und wo sind weitere Erkundungen notwendig?

Wir konnten das bestehende geologische Modell verfeinern und haben nun bessere Kenntnisse über die Tiefenlage der beiden potenziellen Reservoirs des Kohlen- und Massenkalks. Zudem gibt uns eine Seismik Informationen über die Lage von Störungszonen.

Eine 2D-Seismik kann jedoch immer nur einen ersten Überblick geben, zumal wir nicht projektspezifisch, sondern regional untersuchen. Um eine noch bessere Datengrundlage für die Planung konkreter Projekte zu erreichen sind weitere Untersuchungen, wie zum Beispiel eine Erkundungsbohrung oder eine 3D-Seismik,

empfehlenswert. Dies muss je nach Projekt geprüft und entschieden werden.

Wird der GD NRW ebenfalls weitere Erkundungsmaßnahmen in der Region durchführen, die für die Städte Düsseldorf und Duisburg relevant sein könnten?

Derzeit bereiten wir eine Forschungsbohrung in Krefeld vor, mit welcher der Kohlenkalk einmal komplett erschlossen werden soll. Die dort gewonnenen Erkenntnisse werden voraussichtlich eine große Strahlkraft über Krefeld hinaus und für die ganze Region haben.

Wie üblich sind eigentlich derart umfangreiche Erkundungsmaßnahmen und die darauffolgende Bereitstellung der Daten?

Daten zu erheben und bereitzustellen ist eine Kernaufgabe eines Staatlichen Geologischen Dienstes. Das Land NRW nimmt hier jedoch eine Vorreiterrolle ein, indem es über ein Explorations- und Bohrprogramm eine wichtige Datengrundlage schafft und somit in Vorleistung für spätere Projekte geht. Das Ziel ist, dass aus unseren Daten Projekte in den Regionen entstehen und somit die Wärmewende beschleunigt wird.

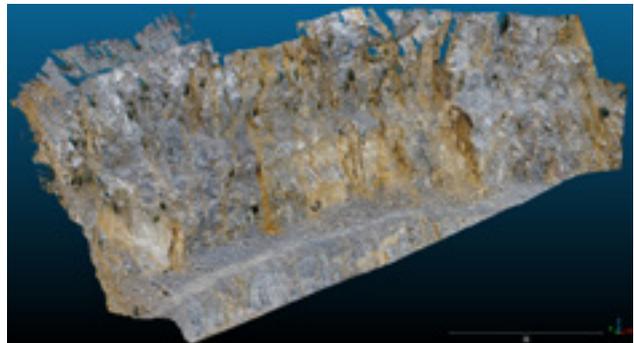


Das Bild zeigt den Mess-Konvoy der 2D-Seismik im Rheinland beim Parametertest in Duisburg. Die Vibro-Trucks werden von weiteren Fahrzeugen und dem Permitting-Team begleitet. Letztere sind unter anderem für den Kontakt mit den Anwohner:innen zuständig.

© Karl-Heinz Frings

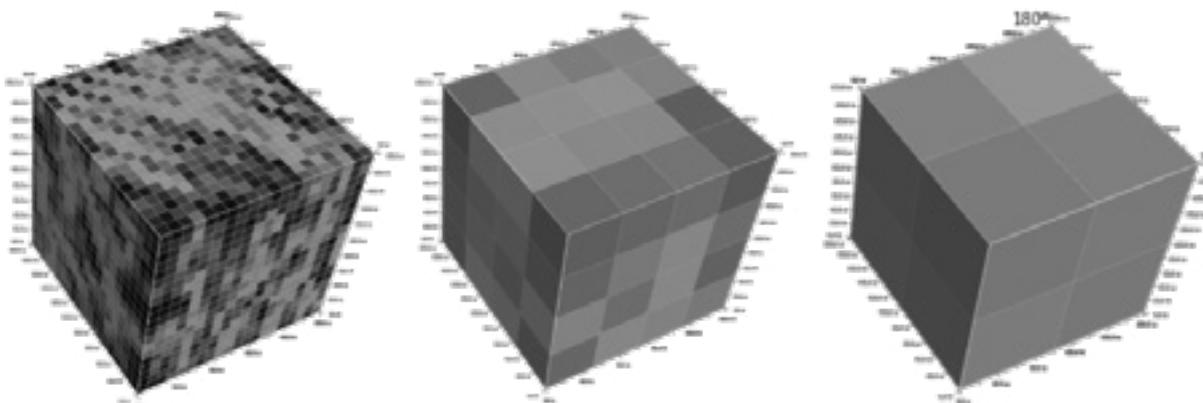
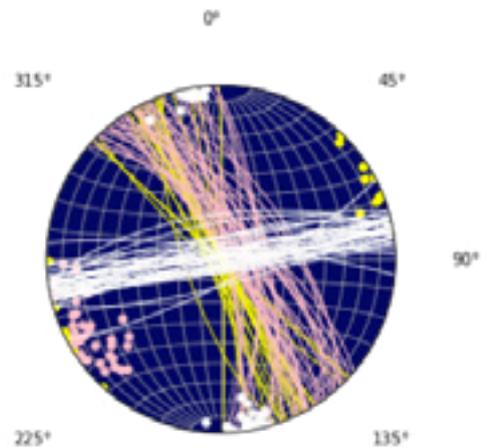
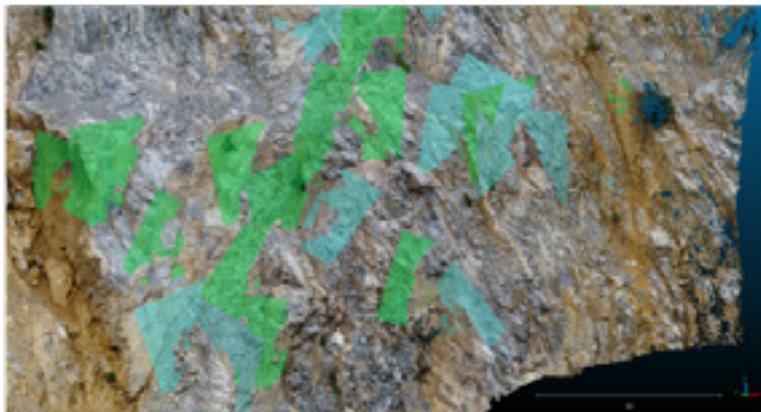
Aufnahme des Steinbruchs Wülfrath

Im Steinbruch in Wülfrath tritt der Massenkalk, der zwischen Düsseldorf und Duisburg von rund 400 Metern Tiefe auf knapp 3.000 Meter Tiefe absinkt, zu Tage. Während Gravimetrie und 2D-Seismik hilfreiche Auskunft über Schichtgrenzen und Störungszonen geben, liefern sie keine Hinweise auf für Kalksteine charakteristische, kleinere Kluftsysteme. Diese sind oft nur unter einem Millimeter groß, bestimmen jedoch die Wasserdurchlässigkeit des Gesteins und damit seine Eignung für die hydrothermale Geothermie.



Mithilfe von Drohnen wurden deshalb zunächst hochauflösende 3D-Modelle des Steinbruchs in Wülfrath erstellt. In diesen wurden anschließend Kluftsysteme kartiert, vermessen und statistisch beschrieben. Hieraus konnten schließlich konkrete Kluftnetzwerke berechnet und die Durchlässigkeit

auf Reservoirmaßstab abgeschätzt werden. Da die Bedingungen im Steinbruch Wülfrath mit den Gesteinsschichten im Untergrund von Duisburg und Düsseldorf vergleichbar und auf hohe Tiefen übertragbar sind, ist dies ein wertvolles Modell für weitere Überlegungen.



*Drohnenaufnahme und Modellierung des Massenkalks im Steinbruch Wülfrath.
© Fraunhofer IEG*

Die Nutzung: Einbindung der Geothermie in Fernwärmenetze

Simulation der Netzeinbindung

Neben den geologischen Voraussetzungen und den damit verbundenen Wärmepotenzialen im Untergrund wurde im Rahmen des Geothermie-Rhein Projekts auch die technische Einbindung der Geothermie als Wärmequelle für bestehende Netze in Düsseldorf und Duisburg untersucht. Hierfür wurden das Innenstadtnetz der Stadtwerke Düsseldorf AG und das der Stadtwerke Duisburg AG in einer Software für hydraulische Netzsimulationen abgebildet und durch Untersuchungen validiert. Anschließend konnten potenzielle Einspeisepunkte bewertet werden. Für diese gilt grundsätzlich, dass eine räumliche Nähe zum Fernwärmenetz die Wirtschaftlichkeit des Anschlusses bedingt.

In den betrachteten Varianten wurden für beide Wärmenetze unterschiedliche Wärmeleistungen und Temperaturniveaus simuliert sowie die hydraulischen Auswirkungen untersucht. In einem Großteil der geprüften Varianten kann die gesamte Wärme aus Tiefengeothermie in die bestehende Wärmeversorgung eingebunden werden. Bei höheren Leistungen der Wärmequelle mit höheren Temperaturen wird in einzelnen Varianten eine Speichermöglichkeit erforderlich, um das volle Potenzial der Geothermie ausschöpfen zu können.

Grundlast: Chance oder Herausforderung

Wärme aus hydrothormaler Geothermie hat den entscheidenden großen Vorteil, keinen Schwankungen zu unterliegen. Sie ist weder von Tages- noch von Jahreszeiten abhängig, sondern ein grundlastfähiger Energieträger. Anders als bei Solarthermie oder Wärmepumpen, die Fließgewässer als Wärmequelle nutzen, muss während der Heizperiode nicht deutlich mehr Strom aufgewendet werden, um die Temperatur auf das von den Endkund:innen benötigte Niveau anzuheben. Stattdessen kann die Wärme entweder unmittelbar genutzt werden, oder im Falle geringerer Temperaturen im Reservoir mit Großwärmepumpen um einen konstanten Faktor erhöht werden. Die Geothermie wäre somit ein attraktiver Ersatz für konventionelle, meist fossile Grundlastkraftwerke.

Dieser Vorteil schafft jedoch auch eine mögliche Konkurrenzsituation mit anderen erneuerbaren Wärmeerzeugern. Eine ganzjährige Einbindung von Wärme aus hydrothormaler Geothermie könnte, wie in der ersten Abbildung auf der nachfolgenden Seite exemplarisch dargestellt, je nach Wärmepotenzial dazu führen, dass im Sommer keine Wärme aus anderen erneuerbaren Quellen oder aus Abwärme eingebunden werden kann.



Darstellung der bestehenden Innenstadtnetze in Düsseldorf (rechts) und Duisburg (links).

Legende
— Fernwärme Düsseldorf
 Aufwärmepotenziale Düsseldorf

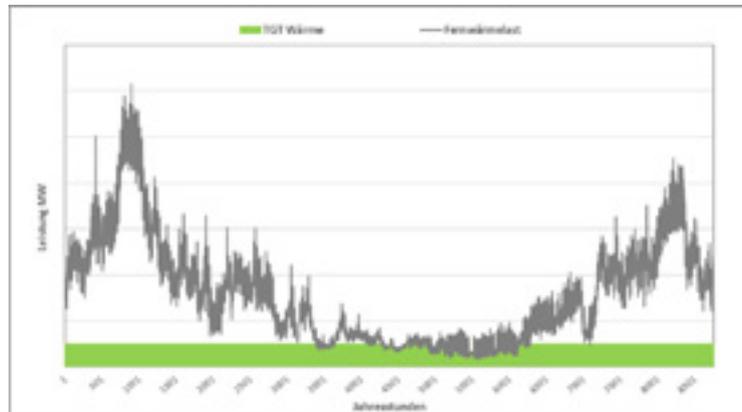
Der Ausblick: Wie geht es weiter?

Die Einbindung von Wärme aus hydrothermaler Geothermie ist vor allem aufgrund ihrer durchgängigen Verfügbarkeit sehr interessant. Verglichen mit anderen Technologien müssen jedoch höhere Anfangsinvestitionen getragen und mit dem Fündigkeitsrisiko umgegangen werden, welches sich aus der derzeit noch ausbaufähigen Datenlage ergibt. Nach Projektabschluss werden die beiden Städte deshalb unabhängig voneinander weitere Erkundungsmaßnahmen durchführen. Diese sollen weitere Auskünfte über das tatsächlich vorhandene Potenzial geben.

Die Stadtwerke Duisburg, unterhalb deren Füßen die möglichen Zielhorizonte deutlich tiefer liegen als im südlicheren Düsseldorf, planen derzeit weitere 2D-seismische Messungen. Mithilfe dieser können die zwei potenziellen Zielhorizonte, der Massen- und der Kohlenkalk, genauer abgebildet werden.

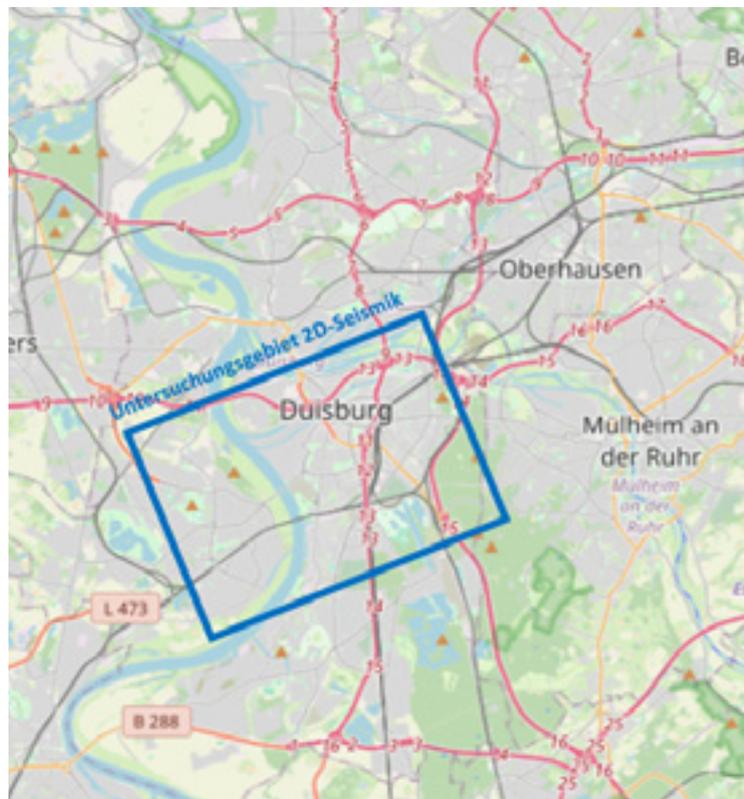
Für Düsseldorf wird aktuell ebenfalls die Umsetzung weiterer Erkundungsmaßnahmen geprüft. Im Falle einer perspektivischen Umsetzung lägen mögliche Standorte insbesondere im Düsseldorfer Norden. Für die Auswahl konkreter Bohrstandorte werden neben der geologischen Eignung dann auch weitere Kriterien berücksichtigen.

Weitere Projektschritte werden auch nach Ende der Zusammenarbeit im Konsortium in enger Abstimmung durchgeführt, sodass Untersuchungsergebnisse genutzt werden können.



Die Wärme aus Geothermie (hier in grün dargestellt) würde im Sommer bereits den gesamten Bedarf (in grau) abdecken.

© Stadtwerke Düsseldorf AG

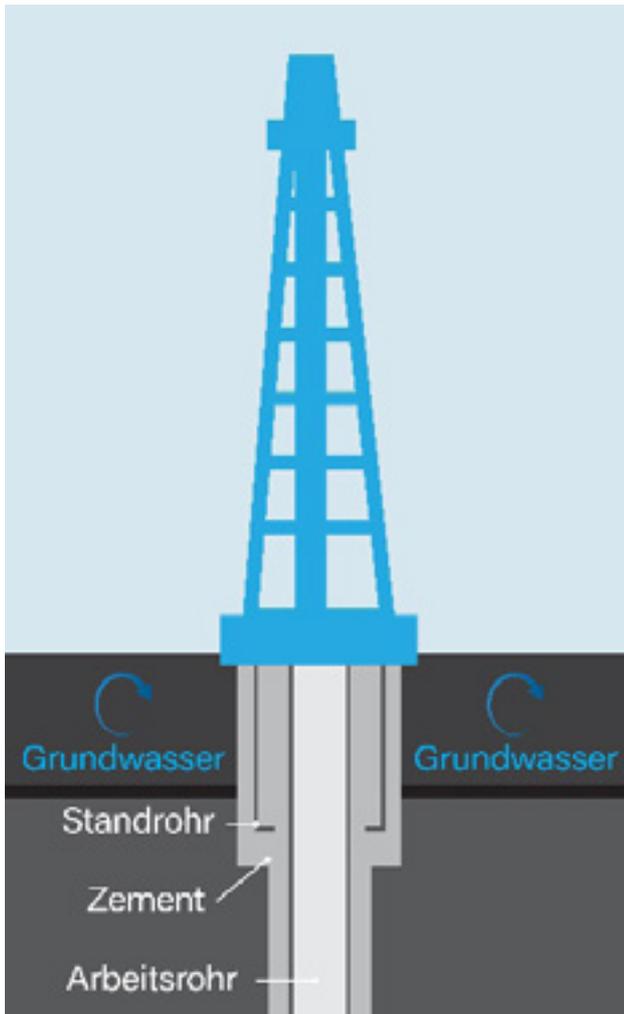


In diesem Bereich planen die Stadtwerke Duisburg Messungen zur weiteren Erkundung des Untergrunds.

© Stadtwerke Duisburg

Die Sicherheit

Um den Schutz von Trink- und Grundwasser, Mensch und Umwelt sicherzustellen, werden in allen Projektphasen, von den ersten Messungen über Bohrung und Bau bis hin zum Betrieb einer Geothermieanlage zahlreiche präventive Maßnahmen ergriffen. Ein umfangreiches Planungs- und Genehmigungsverfahren analysiert sämtliche denkbare Risiken und stellt hohe Anforderungen an die Sicherheit. Dass diese auch eingehalten werden, garantieren Prüfung und Überwachung der Anlage.



Das Standrohr schützt Grundwasserleiter während der Bohrarbeiten.

© Enerchange

Auswahl des Standorts

Losgelöst von nachfolgenden Schutzmaßnahmen ist bereits die Auswahl eines geeigneten Standorts von Bedeutung für die Sicherheit eines Geothermieprojekts. Schutzgebiete, wie Trinkwasserschutzgebiete und Biotope sind beispielsweise Ausschlusskriterien. Doch auch Faktoren wie Altlasten, Überschwemmungsgebiete, schützenswerte Böden oder Landschaftsschutzgebiete werden als Abwägungskriterien in die Auswahl aufgenommen.

Trink- und Grundwasserschutz

Wurde ein geeigneter Standort gefunden, werden bei der Umsetzung der Bohrungen die höchsten Schutzvorkehrungen des gehobenen Wasserrechts beachtet. Es wird ausschließlich innerhalb eines sogenannten Standrohrs gebohrt, welches zuvor bis in die grundwasserstauenden Schichten getrieben wurde. Zudem werden alle Rohre mit Zement im Gestein verankert und die Dichtigkeit der Bohrung sowohl während dem Bau, als auch im laufenden Betrieb permanent behördlich überwacht.

Zum Betrieb der Anlage wird nicht das teils als Trinkwasser genutzte oberflächennahe Grundwasser, sondern sehr viel tiefer liegendes, heißes Thermalwasser verwendet. Dieses wird von der Entnahme bis zur Reinjektion stets innerhalb eines geschlossenen Rohrsystems geführt, gelangt also weder Untertage in andere Gesteinsschichten noch obertägig in die Umwelt.

Schutz vor Erschütterungen und Gebäudeschäden

Erschütterungen im Untergrund können natürliche und menschengemachte (induzierte) Ursachen haben. Die Städte Düsseldorf und Duisburg liegen am Rand der "Kölner Bucht" einem Gebiet in dem es häufiger zu natürlichen seismischen Ereignissen kommt. Diese sind nur in sehr seltenen Fällen spürbar.

Der Betrieb von Geothermieanlagen hat in der Vergangenheit in einigen Regionen vereinzelt zu spürbaren induzierten Erschütterungen geführt. Die Vielzahl der



Kontrollmessung der Bodenschwinggeschwindigkeit an Gebäuden entlang der Seismik-Messlinie.

© Ingo Schäfer

inzwischen über 40 Anlagen wird jedoch ohne derartige Zwischenfälle betrieben.

Wie vor jeder bergbaulichen Maßnahme werden auch vor einer ersten Erkundungsbohrung, einem Produktionstest oder der Inbetriebnahme einer Geothermieanlage umfassende Daten über den Untergrund gesammelt. Diese ermöglichen Erschütterungsrisiken zu jedem Zeitpunkt sicher einzuschätzen. Kann nicht von einem sicheren Betrieb ausgegangen werden, wird dieser selbstverständlich auch nicht begonnen.

Jede Maßnahme wird von der zuständigen Genehmigungsbehörde, dem Bergamt der Bezirksregierung Arnsberg zunächst geprüft und anschließend zugelassen. In diesem Verfahren werden die Träger öffentlicher Belange beteiligt, um größtmögliche Transparenz zu schaffen. Außerdem sind unabhängige Gutachten Teil des Antragsverfahrens.

Kann von einem sicheren Betrieb ausgegangen werden, wird außerdem ein seismisches Überwachungssystem eingerichtet, welches auch kleinste Erschütterungen aufzeichnet. Dies ermöglicht im Falle eines seismischen Ereignisses einen frühzeitigen Produktionsstopp und verhindert größere Ereignisse. Vorgeschriebene Grenzwerte hierfür basieren unter anderem auf der DIN 4150 Norm, welche angibt im Rahmen welcher Erschütterungen keine negativen Auswirkungen, wie Schäden an Gebäuden zu erwarten sind.

Sollten wider Erwartens doch Schäden auftreten, gilt die Beweislastumkehr nach Bergrecht. Das bedeutet der Anlagenbetreiber muss nachweisen, dass diese nicht von ihm verursacht wurden.

Schutz vor Lärm

Auch bezüglich der Lärmschutzvorschriften unterliegen der Bau und Betrieb einer Geothermieanlage strengen Vorgaben. So müssen Schallemissionen am Bohrplatz stets nachgemessen werden, um sicherzustellen, dass die Immissionsrichtwerte der TA-Lärm eingehalten sowie Menschen und Umwelt nicht beeinträchtigt werden. Bohrplatzbau und Bohrungen benötigen insgesamt rund ein bis zwei Jahre. Der spätere Betrieb einer Geothermie-Heizanlage ist nahezu geräuschlos.



Sowohl bei den seismischen Messungen, als auch beim Anlagenbau werden die erforderlichen Lärmschutzmaßnahmen getroffen. Hier ist die Lärmschutzwand bei den Bohrarbeiten in Waldkraiburg zu sehen.

© Enerchange

Projektpartner:innen: Wer sind wir?

Im Geothermie-Rhein-Konsortium arbeiteten verschiedene Projektpartner:innen an unterschiedlichen Fragestellungen zu einer möglichen Nutzung geothermischer Wärme in der zukünftigen Fernwärmeversorgung.

Die Stadtwerke Düsseldorf setzten sich mit Unterstützung des Fraunhofer IEGs und den Stadtwerken Duisburg mit den geologischen Erkundungen auseinander, während die Stadtwerke Duisburg gemeinsam mit dem Lehrstuhl für Energietechnik der Universität Duisburg-Essen die Wirtschaftlichkeit und Technik der örtlichen Energiesysteme analysierte. Die Projektkoordination lag im Verantwortungsbereich der Städte.



Landeshauptstadt
Düsseldorf

Landeshauptstadt Düsseldorf

Die Landeshauptstadt Nordrhein-Westfalens ist Standort zahlreicher Industriebetriebe, Handelsfirmen, Banken und Consultingunternehmen. Zudem gilt sie als herausragender Messeplatz sowie Zentrum der Kommunikations-, Werbe- und Modebranche. Auch bei Direktinvestitionen aus dem Ausland ist Düsseldorf ein beliebter Standort – dies soll sich in einer zukunftsorientierten Energie- und Klimastrategie widerspiegeln.

Hier informiert die Landeshauptstadt zur Geothermie:



Stadt Duisburg

Duisburg ist eine wichtige Schnittstelle zwischen den Städten des Ruhrgebiets und der Rheinschiene sowie zu den benachbarten Niederlanden. In der Stadt mit einer halben Million Einwohner*innen sind derzeit 21 emissionshandlungspflichtige Unternehmen ansässig. Hierzu gehören beispielsweise die Global Player thyssenkrupp Steel Europe AG, die Hüttenwerke Krupp Mannesmann GmbH und ArcelorMittal Steel – alle drei bedeutend für die deutsche Stahlproduktion.

Hier informiert die Stadt Duisburg zur Geothermie:



Stadtwerke Düsseldorf AG

Die Stadtwerke Düsseldorf AG versorgen die Landeshauptstadt seit über 150 Jahren mit Strom, Gas, Wasser und Fernwärme. Die Schonung der Umwelt ist in den Unternehmenszielen der Stadtwerke Düsseldorf fest verankert. Zentrale Dimensionen besitzen die Klimaschutzziele und die Kreislaufwirtschaft sowie die Digitalisierung. Der Infrastrukturdienstleister unterstützt aktiv den „Düsseldorfer Weg“, der sich die CO₂-Neutralität Düsseldorfs bis 2035 zum Ziel gesetzt hat.

Hier finden Sie aktuelle Informationen zur Geothermie bei den Stadtwerken Düsseldorf:





Stadtwerke Duisburg AG und Fernwärme Duisburg GmbH

Seit 1854 stehen die Stadtwerke Duisburg für eine sichere Versorgung mit Strom, Gas, Wasser und Fernwärme. Der ambitionierte Energieversorger hat sich das Ziel gesetzt, seine Leistungen bis 2035 vollständig zu dekarbonisieren. Klimaneutrale Techniken werden dementsprechend stark ausgebaut. Derzeit produzieren die Stadtwerke Duisburg rund 700 Gigawattstunden Fernwärme in unterschiedlichen Erzeugungsanlagen. Die Fernwärme Duisburg GmbH versorgt derzeit rund 70.000 Haushalte mithilfe eines 487 Kilometer langen Leitungsnetzes. Damit sind rund 35 Prozent aller Duisburger*innen mit Fernwärme versorgt. In seiner Wärmestrategie verfolgt das Unternehmen das Ziel, die Leitungen im Stadtgebiet und in separaten Quartieren weiter auszubauen.



Fraunhofer-Einrichtung für Energieinfrastrukturen und Geothermie (IEG)

Das Fraunhofer IEG gestaltet die klimaneutralen Energiesysteme der Zukunft. Es unterstützt Energieversorger, Netzbetreiber, Industrieunternehmen, Technologieanbieter, Wohnungsbaugesellschaften und Kommunen bei der Transformation der Energieinfrastrukturen mit markt-



Das Projektconsortium beim Besuch der Geothermieanlage am Heizkraftwerk Süd der Stadtwerke München.
© Enerchange

und anwendungsnahe Forschung. Seine Themenfelder sind sektorengestützte Strom-, Gas- und Wärmenetze, Bohr- und Geotechnologien, Energie- und Verfahrenstechnik, Energiewirtschaft, Georessourcen und Geowissenschaften, Speichersysteme und Wasserstoffinfrastrukturen.



Universität Duisburg-Essen

Der Lehrstuhl Energietechnik (LET) der Universität Duisburg-Essen beschäftigt sich bereits seit 1995 mit der technischen Simulation von Wärmenetz- und Erzeugungsanlagen. So wurden Software-Tools zur Berechnung des Betriebsverhaltens von verschiedenen Energieerzeugungsanlagen entwickelt, die neben der Kraft-Wärme-Kopplung (KWK) und der Wärmepumpe (WP) auch erneuerbare Energien berücksichtigen.



Flughafen Düsseldorf

Als größter Flughafen in NRW hat der Düsseldorfer Airport den Klimaschutz fest im Blick. Bis 2035 will der Flughafen analog zur Landeshauptstadt Düsseldorf CO₂-neutral arbeiten. Die Erschließung des geothermischen Potenzials im Großraum Düsseldorf ist ein wichtiger Baustein für die Dekarbonisierung der Wärmeversorgung, die neben den Flughafengebäuden auch ein eigenes Gewerbe- und Geschäftsareal umfasst. Dieses zukunftsweisende Projekt ist für den Flughafen ein wesentlicher Schritt auf seinem Weg zur Klimaneutralität, um für die derzeit noch mit fossilen Brennstoffen erzeugte Fernwärme eine noch umweltfreundlichere Alternative zu finden.





GE  **THERMIERHEIN**

Düsseldorf & Duisburg



Noch Fragen?

Kontaktieren Sie uns gerne!

Stadtwerke Düsseldorf:

tiefengeothermie@swd-ag.de

Stadtwerke Duisburg:

tiefengeothermie@stadtwerke-duisburg.de