

IMPULSE

INFO-BLATT 6

GEOTHERMIE



Foto: Eavor / Löwer EC

GRUNDLEGENDE INFORMATIONEN

WAS IST GEOTHERMIE?

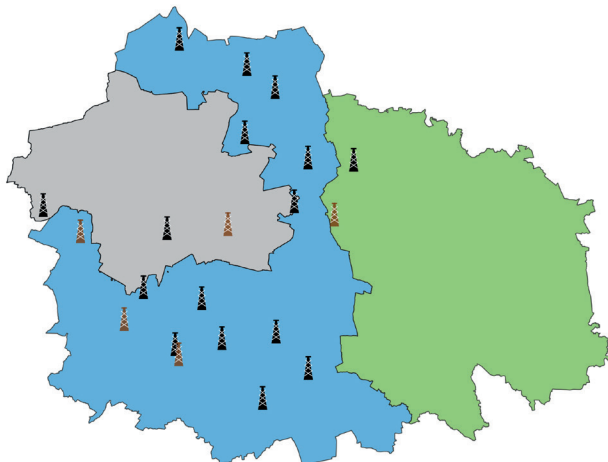
Die Nutzung von Wärme aus dem Erdinneren wird Geothermie genannt. Sie macht sich zunutze, dass im Erdinneren die Temperatur mit der Tiefe stetig zunimmt und kontinuierlich zur Verfügung steht. Geothermie gilt deshalb als verlässliche und klimafreundliche Energiequelle.

Was ist Tiefengeothermie?

Die Tiefengeothermie erschließt in Wasser gespeicherte Wärme aus mehreren hundert bis mehreren tausend Metern Tiefe. So weit unten in der Erde herrschen hohe Temperaturen, die oft zwischen 60 und 150 Grad Celsius liegen.

Über tiefe Bohrungen wird heißes Wasser an die Oberfläche gefördert. Von der Bohrstelle ausgehend wird es über unterirdische Rohrsysteme (sog. Wärmenetze) verteilt, um die angeschlossenen Häuser mit Wärme zu versorgen. Das abgekühlte Wasser wird in den Untergrund zurückgeleitet, wo es sich erneut erwärmt.

Der Großraum München ist für Tiefengeothermie besonders gut geeignet. Denn hier befindet sich in über 2.000 Metern Tiefe ein riesiges Heißwasservorkommen. Die Kommunen Aschheim, Feldkirchen, Kirchheim, Garching, Grünwald, Unterhaching und andere nutzen bereits heute das heiße Wasser



Bestehende (schwarz) und geplante (braun) Geothermieanlagen in der Stadt München (grau), dem Landkreis München (blau) und dem Landkreis Ebersberg (grün, Stand Juli 2026).

unter ihren Füßen, um damit Gemeindeteile großflächig mit Wärme zu versorgen. Tiefengeothermie eignet sich aufgrund ihrer Grundlastfähigkeit und hohen Wärmemengen besonders für größere Wärmenetze (sog. Fernwärmenetze).

Was ist oberflächennahe Geothermie?

Im Gegensatz zur tiefen nutzt die oberflächennahe Geothermie die oberen Erdschichten bis maximal 400 Meter Tiefe. Im Bereich des Grundwassers beträgt die Temperatur ganzjährig 8 bis 11 Grad Celsius, in 400 Metern Tiefe sind es bis 25 Grad Celsius.

Oberflächennahe Geothermie unterliegt wasser- und landesrechtlichen Vorgaben. Auskünfte hierzu erhalten Sie bei Ihrem zuständigen Wasserwirtschaftsamt. In Ausnahmefällen müssen bergrechtliche Vorgaben beachtet werden. Informieren Sie sich dazu bei Ihrem zuständigen Bergamt.

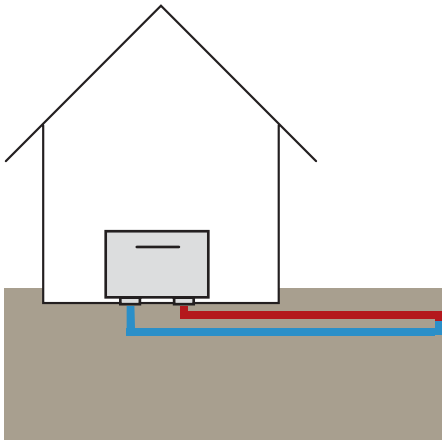
Die in den oberen Erdschichten vorgefundenen Temperaturen können mithilfe von Wärmepumpen effizient zum Heizen genutzt werden (siehe dazu den Artikel „Oberflächennahe Geothermie: Kurz erklärt“ auf der folgenden Seite). Typischerweise wird oberflächennahe Geothermie für die Versorgung eines Ein- oder Mehrfamilienhauses oder auch eines Gewerbe- oder Verwaltungsgebäudes eingesetzt.

Warum ist Geothermie wichtig für uns?

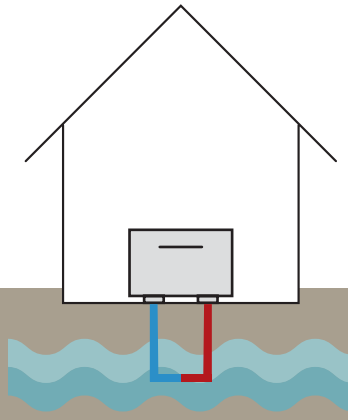
Ein großer Teil des Energieverbrauchs entfällt auf das Heizen von Gebäuden. Geheizt wird meist mit fossilen Energieträgern wie Erdgas oder Heizöl.

Das macht uns abhängig von globalen politischen Entwicklungen und sorgt für eine Abwanderung von Geld ins Ausland. Für die Erzeugung von Wärme vor der eigenen Haustür spricht daher neben Klimaschutzgründen auch die regionale Wertschöpfung.

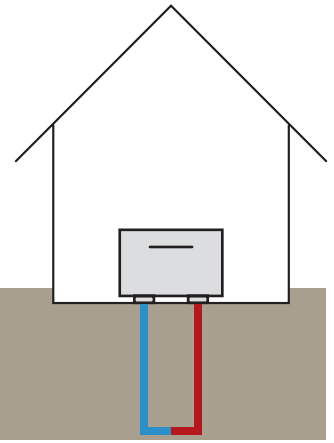
ERDWÄRMEKOLLEKTOREN



GRUNDWASSERBRUNNEN



ERDWÄRMESONDEN



OBERFLÄCHENNAHE GEOTHERMIE

KURZ ERKLÄRT

Die oberflächennahe Geothermie gewinnt bei der energetischen Sanierung von Eigenheimen sowie in quartiersbezogenen Lösungen an Bedeutung. Denn ab einer Tiefe von etwa 10 bis 15 Metern bleibt die Temperatur des Erdbodens das ganze Jahr über recht konstant. Diese stabile Wärme eignet sich gut, um Gebäude effizient zu beheizen. Dabei spielen Wärmepumpen eine Schlüsselrolle, die das aus dem Boden entnommene Temperaturniveau so erhöhen, dass es für die Heizung nutzbar ist.

Je nach verfügbarem Platz und Grundwassersituation kommt eins von drei grundsätzlich zur Verfügung stehenden Systemen für Ein- und Zweifamilienhäuser zum Einsatz:

1. Erdwärmekollektoren werden horizontal in einer Tiefe von etwa ein bis zwei Metern im Boden verlegt. In ihnen zirkuliert eine Flüssigkeit, die Wärme aus dem Erdreich aufnimmt und zur Wärmepumpe transportiert. Im Vergleich zu Erdwärmesonden lassen sich Erdwärmekollektoren einfacher installieren, benötigen jedoch wesentlich mehr (Garten-)Fläche.

2. Wenn ausreichend Grundwasser vorhanden ist, kann dessen Wärme genutzt werden. Dafür kommen zwei **Grundwasserbrunnen** zum Einsatz. Im ersten Brunnen wird das Grundwasser mittels Tauchpumpe an die Erdoberfläche befördert und danach in den Wärmetauscher der Wärmepumpe

geleitet. Im zweiten Brunnen wird das abgekühlte Wasser in den Untergrund zurückgeführt. Eine wasserrechtliche Erlaubnis ist erforderlich. In unserer Region ist zudem zu berücksichtigen, dass im Großraum München der Grundwasserspiegel teils sinkt. Die Brunnen müssen also tief genug platziert werden, um auch bei sinkendem Grundwasserstand noch verlässlich arbeiten zu können.

3. Erdwärmesonden sind lange Rohre, die senkrecht in den Boden eingebracht werden. Durch sie zirkuliert eine Flüssigkeit, die Wärme aus dem Erdreich aufnimmt und zur Wärmepumpe transportiert. Da Erdwärmesonden nur wenig Platz an der Oberfläche benötigen, eignen sie sich besonders gut für kleinere Grundstücke oder dicht bebaute Gebiete. Für ihren Betrieb ist eine wasserrechtliche Erlaubnis der lokalen Behörden erforderlich.

Grundsätzlich eignet sich die oberflächennahe Geothermie sowohl für Neubauten als auch für Bestandsgebäude. Besonders effizient arbeitet sie in gut gedämmten Häusern mit niedrigen Vorlauftemperaturen im Heizsystem. Deshalb empfiehlt es sich, den Wechsel auf oberflächennahe Geothermie als primäre Heizenergiequelle planerisch in die Sanierung des eigenen Wohngebäudes einzubeziehen bzw. vor dem Wechsel eine Energieberatung zum Zustand des Wohngebäudes in Anspruch zu nehmen. Diese Beratung gibt auch Auskunft zu möglichen Fördergeldern.

DER LANGE WEG ZUR TIEFEN GEOTHERMIE

EIN AUFWÄNDIGER PROZESS

Am Anfang steht die Frage: Wo lohnt es sich zu bohren? Denn die Erde ist kein gleichmäßig erhitzter Körper. Manche Regionen bieten besonders gute Bedingungen, etwa weil dort heißes Wasser in porösem Gestein gespeichert ist oder weil geologische Strukturen den Wärmetransport erleichtern. Um solche Stellen zu finden, werden seismische Messungen durchgeführt. Mit ihnen wird der Untergrund quasi „durchleuchtet“.

Für seismische Messungen werden gezielt Schallwellen in den Boden geschickt. Das geschieht durch spezielle Vibrationsfahrzeuge, auch „Vibrotrucks“ genannt. Sie fahren an zuvor definierte Punkte in einem Ort/einer Region und erzeugen dort mittels einer Metallplatte, die sie auf den Boden aufsetzen, Schallwellen. Die Schallwellen breiten sich im Untergrund aus und werden von den Gesteinsschichten reflektiert.

An der Oberfläche wiederum sind hochempfindliche Messgeräte, sogenannte Geophone, platziert, die die zurückkehrenden Signale aufzeichnen. Aus der Laufzeit und Stärke dieser Signale lässt sich erkennen, wo im Untergrund feste Gesteins-

schichten liegen, wo sich poröse Strukturen befinden und wo möglicherweise wasserführende Schichten. Auf diese Weise lässt sich ein detailliertes Bild des Untergrunds konstruieren.

Sind die Ergebnisse verlässlich?

Eine Bohrung bis in mehrere Kilometer Tiefe ist extrem teuer. Fehler kann man sich hier kaum leisten. Deshalb werden die seismischen Daten mit bereits vorhandenen geologischen Informationen kombiniert, etwa mit alten Bohrdaten oder Daten aus früheren Seismiken. Erst, wenn ein Standort als vielversprechend gilt, geht es in die nächste Phase: die Planung der eigentlichen Bohrung.

Wie funktioniert eine Bohrung?

Eine Tiefengeothermie-Bohrung ist anspruchsvoll und wesentlich aufwändiger als etwa die Bohrung eines Wasserbrunnens. Denn hier geht es nicht um wenige Meter, sondern um Tiefen von zwei, drei oder sogar mehr Kilometern. Dafür sind große Bohranlagen notwendig, die mit rotierenden Bohrköpfen arbeiten. Diese Bohrköpfe sind mit sehr widerstandsfähigen Materialien bestückt, da sie sich durch hartes Gestein fräsen müssen.



Foto: DMT Group

Während des Bohrens wird zudem ständig eine spezielle Flüssigkeit, die sogenannte Bohrspülung, in das Bohrloch gepumpt. Sie kühlt den Bohrkopf, transportiert Gesteinsreste nach oben und stabilisiert gleichzeitig die Bohrlochwand.

Wie lange dauert eine Bohrung?

Eine Bohrung in die Tiefe kann mehrere Monate in Anspruch nehmen. Denn es können jederzeit Hindernisse auftreten, etwa besonders harte Gesteinsschichten. Mit zunehmender Tiefe steigen Temperatur und Druck erheblich an. Das stellt hohe Anforderungen an Material und Technik, weshalb es zu einem hohen Verschleiß kommen kann.

Werden Bohrungen wissenschaftlich begleitet?

Während der Bohrung werden kontinuierlich Bohrloch-Untersuchungen durchgeführt, um zu verstehen, welche Gesteinsschichten durchstoßen werden. Sobald die Zielschicht erreicht ist, wird das Bohrloch zementiert, um es dauerhaft stabil und dicht zu machen.

Wie viel Wasser fließt in der Tiefe?

Man darf sich das Wasserreservoir unter dem Großraum München nicht als einen riesigen Fluss vorstellen. Vielmehr befindet sich das Wasser in porösen und teilweise klüftigen Gesteins- bzw. Sedimentschichten, in denen es die vorhandenen Hohlräume und Porenräume füllt.

Deshalb sprudelt das Wasser auch nicht als heiße Quelle an die Oberfläche, sobald die wasserführende Schicht erreicht ist. Stattdessen wird quer durch die wasserführende Schicht gebohrt und dort ein perforiertes Rohr, also eines mit vielen Löchern, ausgelegt. In diesem Rohr, das teilweise einen guten Kilometer lang ist, sammelt sich das heiße Wasser, das dann an die Oberfläche gepumpt wird.

Fehlt das entnommene Wasser in der Tiefe?

Nein. Ein Geothermie-Kraftwerk ist immer als Dubletten-System aufgebaut, das heißt, es besteht aus zwei Bohrungen: Über die Förderbohrung wird das heiße Thermalwasser an die Oberfläche gebracht, dort genutzt und anschließend über die Injektionsbohrung wieder in den Untergrund zurückgeführt, wo es sich durch die natürliche Erdwärme erneut erwärmt.

Kühlt der Untergrund langfristig aus?

Nein. Das gesamte Reservoir und die umgebende Gesteinsschicht im Erdinneren sind groß genug, um das abgekühlte Wasser selbst bei einer starken Nutzung des Reservoirs wieder zu erhitzen.

Läuft durch meine Heizung das Wasser aus der Tiefe?

Nein, das Thermalwasser selbst gelangt nicht direkt in die Heizkörper der Häuser. Sondern seine Wärmeenergie wird – über einen Zwischenschritt – übertragen. Dafür kommt ein Wärmetauscher ins Spiel, der direkt neben der Förderbohrung steht.

Ein Wärmetauscher ist ein Gerät, das zwei getrennte Wasserkreisläufe miteinander „ins Gespräch bringt“, ohne dass sie sich vermischen. Auf der einen Seite strömt das heiße Tiefenwasser, auf der anderen Seite das (kühlere) Wasser, das später durch das Fernwärmenetz zu den angeschlossenen Häusern fließt. Beide Wassermengen bewegen sich durch je ein System aus Rohren oder Platten, die dicht nebeneinander liegen. Die Wärmeenergie wandert dabei ganz von allein vom heißen zum kühleren Medium.

Warum ist der Wärmetauscher wichtig?

Das Tiefenwasser enthält oft gelöste Mineralien, die in den Heizsystemen von Gebäuden zu Ablagerungen und Korrosion führen können. Der Wärmetauscher sorgt somit nicht nur für die Energieübertragung, sondern auch für die notwendige Sauberkeit und Sicherheit des Systems.

Wie geht es nach dem Wärmetauscher weiter?

Sobald das Fernwärmewasser ausreichend erhitzt ist, wird es mit Pumpen in das weit verzweigte Rohrnetz eingespeist, das sich unter den Straßen durch die Stadtteile zieht. Dieses Fernwärmenetz ist als riesiger Kreislauf konstruiert: Das heiße Wasser strömt zu den Gebäuden, gibt dort über weitere, kleinere Wärmetauscher seine Energie an die hausinternen Heizsysteme ab und fließt anschließend abgekühlt wieder zurück zur Anlage. Dort wird es erneut erhitzt und der Prozess beginnt von vorn.

Was ist der Vorteil solcher Systeme?

Ein wesentlicher Vorteil liegt im Klimaschutz: Die Wärme wird ohne jegliche Verbrennung bereitgestellt, weder an der Bohrstelle noch im Gebäude, sodass keine Emissionen entstehen.

Zudem sind die Haushalte, die an ein Fernwärmenetz angeschlossen sind, vom Einkauf von Energieträgern wie Holz, Öl oder Gas entlastet. Ihr Wärmepreis ist kalkulierbarer und nicht von politischen Auseinandersetzungen abhängig. Schließlich ist das System für die Haushalte weniger wartungsaufwändig. Denn man hat selbst keine (Verbrenner-) Heizung mehr im Keller stehen, sondern nur noch die Übergabestation mit dem Wärmetauscher.

FORSCHUNGSPROJEKT GIGA-M

GEMEINSAM STARK

GIGA-M steht für „Großräumige integrierte Gesamtanalyse des tiefergeothermischen Potenzials und seiner synergetischen Nutzung im Großraum München“ – ein sperriger Titel für einen wichtigen Schritt hin zu einer nachhaltigen Wärmezukunft in und um München: Erstmals bündeln zahlreiche Akteure aus Stadt und Landkreis ihre Kräfte, um das enorme Potenzial der Tiefengeothermie gemeinsam zu erschließen.

Wir leben auf einem Wärmeschatz, den wir in der Region an einigen Stellen bereits nutzen (vgl. Artikel „Was ist Geothermie?“). Doch das Potenzial unter unseren Füßen ist viel größer und könnte noch viel mehr Gemeinden und Städte versorgen. Statt es auszunutzen, verbrennen wir weiterhin teures importiertes Öl und Gas und schaden damit unserer Umwelt.

Um die im Untergrund im Großraum München vorhandene Wärme bestmöglich nutzen zu können, müssen wir aber erst einmal verstehen, wie und wo sie gespeichert ist. Dazu wird im Rahmen des Forschungsprojekts mithilfe seismischer Messungen ein detailliertes Modell des vorhandenen Reservoirs entwickelt sowie zeitgleich untersucht, welche nicht-technischen Hürden es beim Ausbau gibt, die die Nutzung derzeit noch behindern.

Wer macht bei GIGA-M mit?

Unter der Leitung der Technischen Universität München arbeiten der Landkreis München, die Energieagentur Ebersberg-München, die Landeshauptstadt München, die Stadtwerke München sowie die Energie-Wende-Garching zusammen.

Welche Erkenntnisse soll GIGA-M liefern?

Das Projekt GIGA-M betrachtet neben technischen Fragestellungen insbesondere auch die nicht-technischen Rahmenbedingungen, vor allem organisatorische, rechtliche und kooperative Herausforderungen der interkommunalen Nutzung.

Ein Herzstück des Projekts ist eine 3D-Seismik-Kampagne auf einer Fläche von rund 1.000 Quadratkilometern. Sie soll zusammen mit bestehenden

Daten ein detailliertes Bild des Untergrunds im Großraum München liefern. Auf dieser Basis soll ein umfassendes Tiefenmodell entstehen, das nicht nur bestehende und geplante Bohrungen integriert, sondern auch deren Wechselwirkungen simuliert. So lassen sich Nutzungskonflikte vermeiden und Synergien gezielt nutzen.

Darüber hinaus werden innovative Erschließungsmethoden erforscht, etwa Bohrtechnologien mit größerer Reichweite. Sie ermöglichen es, auch weit entfernte Bereiche des Reservoirs von einem Standort aus zu erschließen.

Dritter Aspekt des Projekts ist der Abbau nicht-technischer Barrieren. Dazu zählen Herausforderungen bei der Standortfindung für Bohrungen, Flächenkonflikte in der Stadt, aber auch die Frage, wie die technischen Aspekte der Geothermie verständlich kommuniziert werden können, damit mehr Menschen die Bedeutung des Wärmeschatzes nachvollziehen können.

Wer fördert das Projekt?

Das Gesamtprojekt GIGA-M hat ein Volumen von rund 20 Millionen Euro, etwa 11 Millionen davon werden durch den Bund gefördert. Den restlichen Teil tragen die beteiligten Projektpartner, allen voran die Stadtwerke München.

Weitere Informationen gibt es im Internet unter www.giga-m.de.





SÜDDEUTSCHES MOLASSEBECKEN

DEN WÄRMESCHATZ NUTZEN

Das süddeutsche Molassebecken gehört zu den bedeutendsten geologischen Regionen Europas und spielt eine Schlüsselrolle für die Nutzung der Tiefengeothermie in Bayern. Geologisch entstand das Molassebecken vor 30 bis 15 Millionen Jahren im Zuge der Alpenbildung, als sich die afrikanische und die eurasische Kontinentalplatte aufeinander zubewegten und die Alpen auffalteten.

Dabei senkte sich nördlich davon die Erdkruste ab. In diesem sogenannten Vorlandbecken lagerten sich über Millionen Jahre hinweg mächtige Sedimentschichten ab: Geröll, Sande, Tone und Kalke, die aus den sich hebenden Alpen erodiert und nach Norden transportiert wurden. So entstand ein mehrere tausend Meter mächtiges Sedimentpaket, das sich heute vom Alpenrand weit nach Bayern hinein erstreckt.

Für die Geothermie ist vor allem eine geologische Schicht von entscheidender Bedeutung: der verkarstete Malm-Kalkstein. Dieses Gestein liegt in mehreren Kilometern Tiefe und ist durch Klüfte und Hohlräume durchlässig. Genau dort zirkuliert heißes Thermalwasser, das Temperaturen von weit über 100 Grad Celsius erreichen kann.

Ein weiterer Vorteil des Molassebeckens ist seine vergleichsweise homogene und großflächige Struktur. Das Thermalwasser-Reservoir ist zusammen-

hängend und reicht über weite Gebiete – insbesondere im Raum München – hinweg. Im Vergleich zu anderen Regionen Deutschlands hebt sich das Molassebecken deutlich ab. In vielen Teilen Nord- und Ostdeutschlands fehlen entweder ausreichend hohe Temperaturen in wirtschaftlich erreichbaren Tiefen oder die Gesteine sind weniger durchlässig, sodass Wasser nicht in ausreichender Menge gefördert werden kann. Jedoch ist in Deutschland auch Geothermie in vulkanisch geprägten Regionen – wie etwa im Oberrheingraben – möglich.

Wegen seiner guten geologischen Voraussetzungen können im süddeutschen Molassebecken problemlos viele Geothermie-Anlagen auf dieselbe Ressource zugreifen. Das bringt große Chancen, aber auch Herausforderungen mit sich: Einerseits ermöglicht es eine Nutzung im großen Stil, andererseits erfordert es eine sorgfältige Abstimmung, damit sich die Anlagen nicht gegenseitig beeinflussen. Dabei ist vor allem sicherzustellen, dass sich benachbarte Anlagen thermisch nicht gegenseitig beeinträchtigen, etwa durch abgekühltes Rückführwasser im Reservoir.

Unter Berücksichtigung dieser Herausforderungen bietet das süddeutsche Molassebecken eine bedeutende geothermische Ressource für die Metropolregion München und damit große Chancen für die regionale Wärmeversorgung.

CHECKLISTE FÜR IHR ZUHAUSE: SCHRITT FÜR SCHRITT ZUR OBERFLÄCHENNAHEN GEOTHERMIE

- Welche **Form** der oberflächennahen Geothermie kommt für Sie infrage – **Erdwärmekollektoren**, eine **Grundwasserpumpe** oder eine **Erdwärmesonde**?
- Haben Sie die **Gesamtkosten des neuen Heizungssystems** kalkuliert, die neben den Bohrkosten auch den Einbau einer Wärmepumpe in Ihrem Haus umfassen?
- Haben Sie geprüft, ob die **Vorlauftemperatur des geplanten Heizsystems** zu Ihrem Gebäude und Ihren Heizkörpern passt?
- Haben Sie in Erfahrung gebracht, welche **Arbeiten auf Ihrem Grundstück** und in **Ihrem Haus** für den Einbau aller Komponenten erforderlich sind?
- Haben Sie daran gedacht, den **Platzbedarf** für die Bestandteile des gesamten Systems zu prüfen?
- Haben Sie geprüft, ob es **Förderungen** für den Einbau Ihrer neuen Heizung und die dazugehörigen Arbeiten gibt?
- Haben Sie geklärt, welche **Behörden** für Sie regional zuständig sind und welche **Genehmigungen** Sie einholen müssen?
- Haben Sie geprüft, ob Sie Ihr neues Heizsystem auch nutzen können, um Ihr Haus im **Sommer zu kühlen**?

Stand Juli 2026

www.energieagentur-ebe-m.de

 FÖRDERVEREIN
ENERGIEAGENTUR
EBERSBERG – MÜNCHEN e.V.

Der Druck wurde unterstützt durch den Förderverein Energieagentur-München e. V.

