

Warm anziehen

Wie schaffen wir die Wärmewende?

Bis 2045 will Deutschland klimaneutral sein. Das bedeutet, dass die Treibhausgasemissionen um über 88 Prozent gegenüber dem Jahr 1990 reduziert werden und die verbleibenden Emissionen vollständig durch natürliche Senken, wie Wälder, Böden und Meere, aufgenommen werden. Ab dem Jahr 2050 sollen die Treibhausgasemissionen negativ sein, das heißt dass die Summe der emittierten Treibhausgase geringer ist als die Aufnahme dieser Emissionen durch natürliche Senken. Das hat die Bundesregierung im Klimaschutzgesetz festgelegt.

Wie lässt sich das in Gebäuden und Städten realisieren? Wir sprechen mit Wissenschaftlern der TUM, die an Strategien und Technologien für die Wärmewende forschen. Dieser Beitrag beleuchtet die Situation hierzulande, aber die Fragen betreffen alle Nationen, die eine klimaneutrale Wärme- beziehungsweise Energieversorgung anstreben.

Alle Texte von Gitta Rohling

1

Prof. Hamacher | S. 50

Gemeinsam aufheizen
Wärmewende
in Kommunen

2

Dr. Zosseder | S. 53

Wärme aus der Tiefe
Geothermie

3

Herr Hepf, Prof. Auer | S. 56

Let the Sunshine In
Digitalisierung nutzen

4

Prof. Lang | S. 58

Das geht aufs Haus
Klimaneutrale
Gebäudeheizung

Full Article (PDF, EN): www.tum.de/faszination-forschung

Wrap Up Warm

E

A warm home is a basic human need. However, in light of rising global temperatures and the need to reduce our CO₂ emissions, we must change how we generate and use heat. Many countries have therefore ushered in the age of the heat transition. This complex process requires extensive technical expertise and a complete transformation of systems and energy grids. Renewable energy sources, such as solar and geothermal energy, have an important role to play and must account

for a far greater proportion of the power and heat we generate. We also need to adopt a holistic approach when considering buildings, districts and cities, focusing on the criteria we use to select appropriate technology. TUM scientists are researching strategies and technology that can make the heat transition a success – from individual buildings to cooperations with local authorities, and from the expansion of geothermal energy to the introduction of digital solutions. □

Ein behaglich warmes Zuhause gehört zu den Grundbedürfnissen des Menschen. Doch die Art, wie wir bisher Wärme erzeugt und genutzt haben, muss sich ändern. Die steigenden globalen Temperaturen und die Notwendigkeit, den CO₂-Ausstoß zu reduzieren, haben eine neue Ära der Energieversorgung eingeläutet – die Ära der Wärmewende. In Anlehnung an die bereits etablierte Energiewende, die sich auf den Umbau der Stromerzeugung konzentriert, widmet sich die Wärmewende der dringenden Aufgabe, unsere Heizsysteme und Wärmeerzeugungsprozesse nachhaltiger und umweltfreundlicher zu gestalten.

Die Herausforderungen, vor denen wir stehen, sind immens. Ein Großteil der heutigen Wärmeerzeugung beruht noch auf fossilen Brennstoffen wie Öl und Gas, die nicht nur endlich sind, sondern auch erhebliche Mengen an Treibhausgasen in die Atmosphäre abgeben. Dies trägt maßgeblich zum Klimawandel bei und gefährdet die Lebensgrundlagen künftiger Generationen.

So weit, so herausfordernd. Es gibt allerdings eine gute Nachricht: „Die technischen Möglichkeiten, Gebäude klimaneutral zu gestalten, sind da“, sagt Prof. Dr. Werner Lang, Inhaber des Lehrstuhls für energieeffizientes und nachhaltiges Planen und Bauen und Vizepräsident für Nachhaltige Transformation an der TUM. „Wir müssen sie nur nutzen“, bestätigt sein Kollege Thomas Hamacher, Professor für erneuerbare und nachhaltige Energiesysteme.

Viele Wege führen ins Warme

Vor allem gibt es für die Wärmewende zwei wesentliche Stellschrauben. Erstens sollten wir den Wärmeverlust sowie den Energiebedarf durch Sanierungsmaßnahmen verringern. Zweitens sollten wir die Strom- und Wärmeversorgung verstärkt auf erneuerbare Energiequellen stützen.

Auch die Digitalisierung spielt eine wichtige Rolle. „Durch lässt sich der Energieverbrauch erheblich optimieren und besser an den tatsächlichen Bedarf anpassen“, sagt Christian Hepf, der derzeit am Lehrstuhl für Gebäudetechnologie und klimagerechtes Bauen der TUM seine Dissertation verfasst.

Wärme mit Weitblick

Und vor allem sollten wir einen ganzheitlichen Blick auf Gebäude, Quartiere und Städte werfen, anstatt punktuell einzelne Technologien zu diskutieren. „Es ist außerordentlich wichtig, dass wir den gesamten Lebenszyklus eines Gebäudes betrachten“, betont Lang. Lediglich die Sanierungskosten anzuschauen, greift zu kurz. „Die entscheidende Frage ist: Wie hoch sind die Kosten für den Betrieb in den nächsten Jahrzehnten, wenn wir weiterhin auf fossile Brennstoffe statt auf erneuerbare Energien setzen? Diese Betriebskosten sind im Vergleich mit der Investition deutlich höher.“ Auf städtischer bzw. kommunaler Ebene ergänzt Hamacher: „Man muss die gesamte Region im Hinblick auf Potenziale für die Wärmeversorgung betrachten. Wir sollten weniger einzelne Technologien diskutieren, sondern uns auf die Kriterien fokussieren, nach denen wir Technologien sinnvoll auswählen.“ Schaffen wir also die Wärmewende? „Zunächst scheint die Antwort auf diese Frage recht einfach, denn man könnte sagen, dass es sich vor allem um eine Frage der Einstellung handelt“, sagt Hepf. Frei nach dem Motto, wo ein Wille da auch ein Weg. Die Technologien für unterschiedliche erneuerbare Energiequellen sind vorhanden, und je größer die Nachfrage ist, desto effizienter und effektiver werden sich diese weiterentwickeln. „Auf der anderen, der praktischen Seite, handelt es sich aber um einen sehr komplexen Prozess, der viel technisches Wissen und eine komplette Transformation der Systeme und Energienetze erfordert“, gibt Hepf gleichzeitig zu bedenken. Dabei müssen neben dem Ausbau der erneuerbaren Energiequellen viele weitere Aspekte wie Energiespeicherung und Netzerweiterung, aber auch politische und soziale Aspekte wie Förderprogramme und Bürgerbeteiligungen mitbedacht werden. Alle vier TUM-Experten sehen hier weniger ein Problem in der Machbarkeit, sondern es geht vielmehr um die Bereitschaft, diesen komplexen Prozess ganzheitlich umsetzen zu wollen. Bis diese weit verbreitet ist, heißt es: warm anziehen. ■

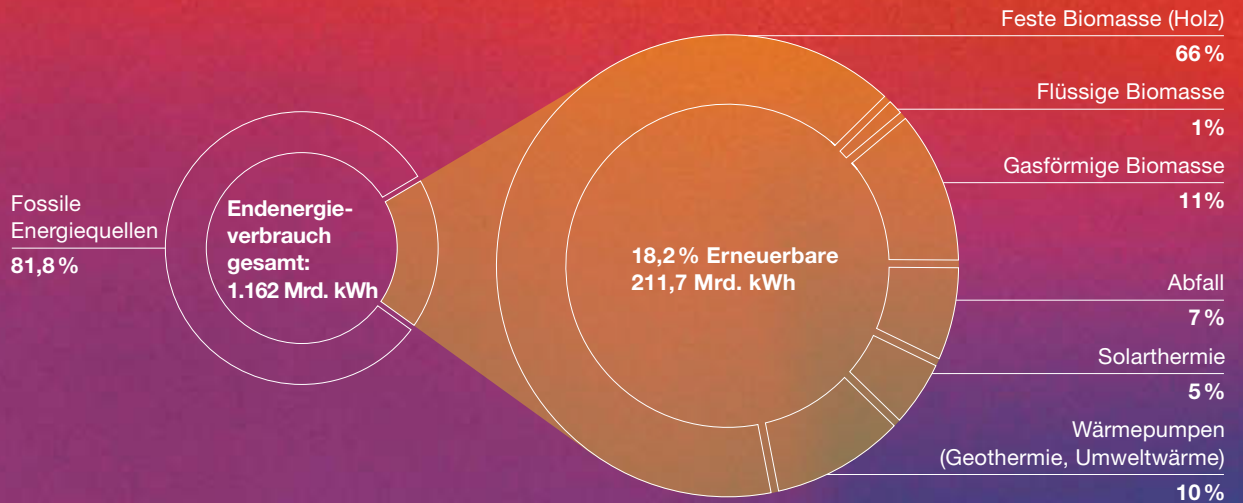


Mehr über Nachhaltigkeit an der TUM:

www.tum.de/ueber-die-tum/ziele-und-werte/nachhaltigkeit



Anteile erneuerbarer Energiequellen im Wärmesektor (Deutschland, 2022)

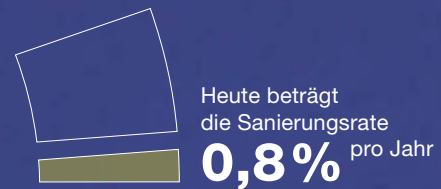


Tiefe Geothermie kann über **25%** des Wärmebedarfs in Deutschland abdecken



Um die Ziele aus dem European Green Deal zu erreichen, müssten pro Jahr

4% aller Gebäude saniert werden



1

Gemeinsam aufheizen

Wie Kommunen die Wärmewende anführen können.

Fragen an Thomas Hamacher, Professor für erneuerbare und nachhaltige Energiesysteme

Link

www.epe.ed.tum.de/ens



Wärmepumpen
PV-Systeme



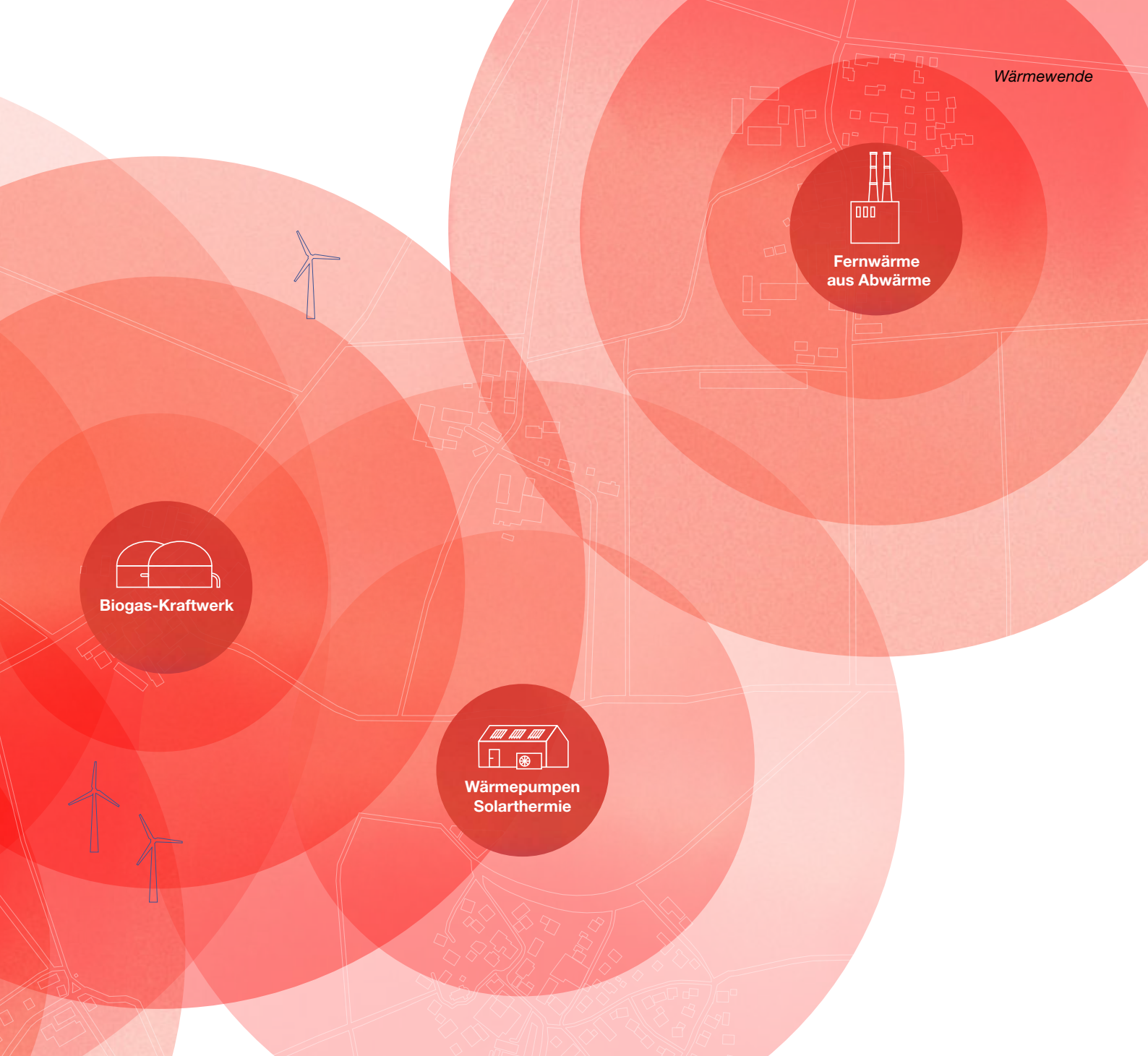
PV-Systeme
Biogasanlage



Holzkraftwerk



Fernwärme
mit Geothermie

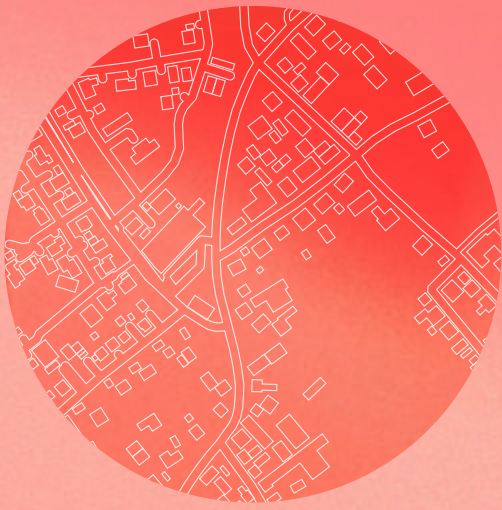


Herr Prof. Hamacher, wie können Kommunen die Wärmewende meistern?

Es gibt diverse Technologien, über die seit vielen Jahren diskutiert wird, die aber oft nicht strategisch gedacht werden. Eine Zeit lang hat man die Solarthermie fokussiert, dann das Passiv- bzw. Null-Energie-Haus, jetzt die Wärmepumpe. Zudem gibt es eine Kakophonie an teilweise auch staatlich geförderten Maßnahmen, immer wieder mit einem unterschiedlichen Fokus. Was aber fehlt, ist der ganzheitliche Blick auf Energie und Wärme und das sinnvolle Abwägen von Maßnahmen. Wir sollten weniger einzelne Technologien diskutieren, sondern uns auf die Kriterien fokussieren, nach denen wir Technologien sinnvoll

auswählen. Entscheidend sind folgende Fragen: Wie sieht die Wärmeversorgung in einer Region aus? Welche Potenziale für den Einsatz erneuerbarer Energien sind vorhanden? Eignet sich die Region etwa für Geothermie oder für Biomasse? Wo lohnt sich Fernwärme?

Diese Fragen haben wir uns zum Beispiel beim Forschungsprojekt STROM gestellt, bei dem wir Wärmeversorgungsgebiete für Bayern sowie ausgewählte Städte identifiziert haben. Dabei geht es um die integrierte Planung der Versorgung mit Wärme und Energie und um die Frage, wie der für Wärme benötigte zusätzliche Strom zu den Verbrauchern kommt. Können unsere Stromnetze das leisten, oder müssen wir sie ausbauen? ▶



Beispielhafte Entscheidungskriterien für die Technologiewahl:

- ① Welche Wärmequellen wären verfügbar?
- ① Ließe sich ein Fernwärmenetz realisieren?
- ① Wo sind Wärmepumpen eine sinnvolle Lösung?
Falls auf Wärmepumpen gesetzt wird:
- ① Wie wird sich der Stromverbrauch (inkl. Elektromobilität) entwickeln?
- ① Welchen Beitrag können PV-Dachanlagen leisten?
- ① Muss das Stromnetz ausgebaut werden?

Welche Erkenntnisse gab es?

Wir müssen die Ortsnetze ebenso ausbauen wie die übergeordneten Verteilnetze. Das ist aber immer ortsabhängig. Sind viele Wärmepumpen vorhanden, benötige ich mehr Strom als bei Fernwärme und die Verteilnetze müssen entsprechend ausgebaut werden. Zudem können Energiemanagementsysteme in Gebäuden viel bewirken, um die maximale bezogene Leistung im Stromnetz zu begrenzen. Diese Systeme optimieren zum Beispiel das Zusammenspiel der Photovoltaik-Anlage, des Elektro-Autos und der Wärmepumpe und wählen die optimale Zeit, wann Strom ins Netz gespeist wird. Wir brauchen keine ausgefeilten Smart Grids, wir müssen nicht warten, wir können jetzt mit dem Ausbau der Stromnetze loslegen.

Bevor ich als Haus- oder Wohnungsbesitzer eine Entscheidung treffe, müssen zunächst aber doch die Kommunen ihre Hausaufgaben machen?

Ja. Wie weit ich mein Haus sanieren sollte, ist immer abhängig von der Versorgungsseite. Einfach gesagt: Wenn es eine gute erneuerbare Wärmequelle gibt, ist der Sanierungsbedarf geringer. Andernfalls muss erst auf

wändig saniert und der verbleibende Wärmebedarf teuer gedeckt werden. Ein gutes Zusammenspiel zwischen Versorgung und Sanierung sicherzustellen, ist Aufgabe der kommunalen Wärmeplanung. Wir können heute aber bereits sehr schnell abschätzen, für welche Gemeinden sich Fernwärme lohnt. Wir können also ohne großen Aufwand die Grundlagen für die Wärmewende schaffen.

Wie unterstützen Sie als Forschende?

Unsere Aufgabe sehe ich darin, Daten und Werkzeuge bereitzustellen, auf denen die kommunale Wärmeplanung aufsetzen kann. Da sind wir beim Thema Digitalisierung. Viele Daten zu Gebäuden sind vorhanden, sie müssen nun in Formate gebracht werden, dass sie jederzeit aktualisiert zur Verfügung stehen. Dazu haben wir gerade das Forschungsprojekt NEED gestartet. Es entwickelt eine Plattform, die alle nötigen Daten in der passenden Form bereitstellt. Wir an der TUM entwickeln etwa gemeinsam mit der Stadt Garching Modelle für eine langfristige Wärmeplanung, von denen die Kommune und unser Campus profitieren. ■

2 | Wärme aus der Tiefe

Wie wir Geothermie nutzen können

Bayern hat es gut. Bayern hat das süddeutsche Molassebecken. Zwischen der Donau und den Alpen gelegen, bietet diese geologische Formation günstige Voraussetzungen für Geothermieprojekte. In bis zu 3.000 Metern Tiefe ist gibt es Wasser, das mit mindestens 100 bis 120 Grad Temperatur heiß genug ist, um wirtschaftlich Strom zu erzeugen und Wärme bereitzustellen. Aber nicht nur Bayern hat es gut. Solche natürlichen Reservoirs mit ausreichender Wassermenge sind in Deutschland verbreitet. „Über Tiefengeothermie könnten wir ein Viertel des Wärmeanteils in Deutschland abdecken“, so Dr. Kai Zosseder, der am Lehrstuhl für Hydrogeologie der TUM forscht. Wenn oberflächennahe Geothermie und weitere neue Technologien dazukommen,

sogar noch mehr. Derzeit liegt der Anteil bei weniger als fünf Prozent. Dass sich dieser Anteil erhöht, daran arbeitet Zosseder.

Plattform für Wissens- und Datentransfer zwischen Wissenschaft, Wirtschaft und Politik

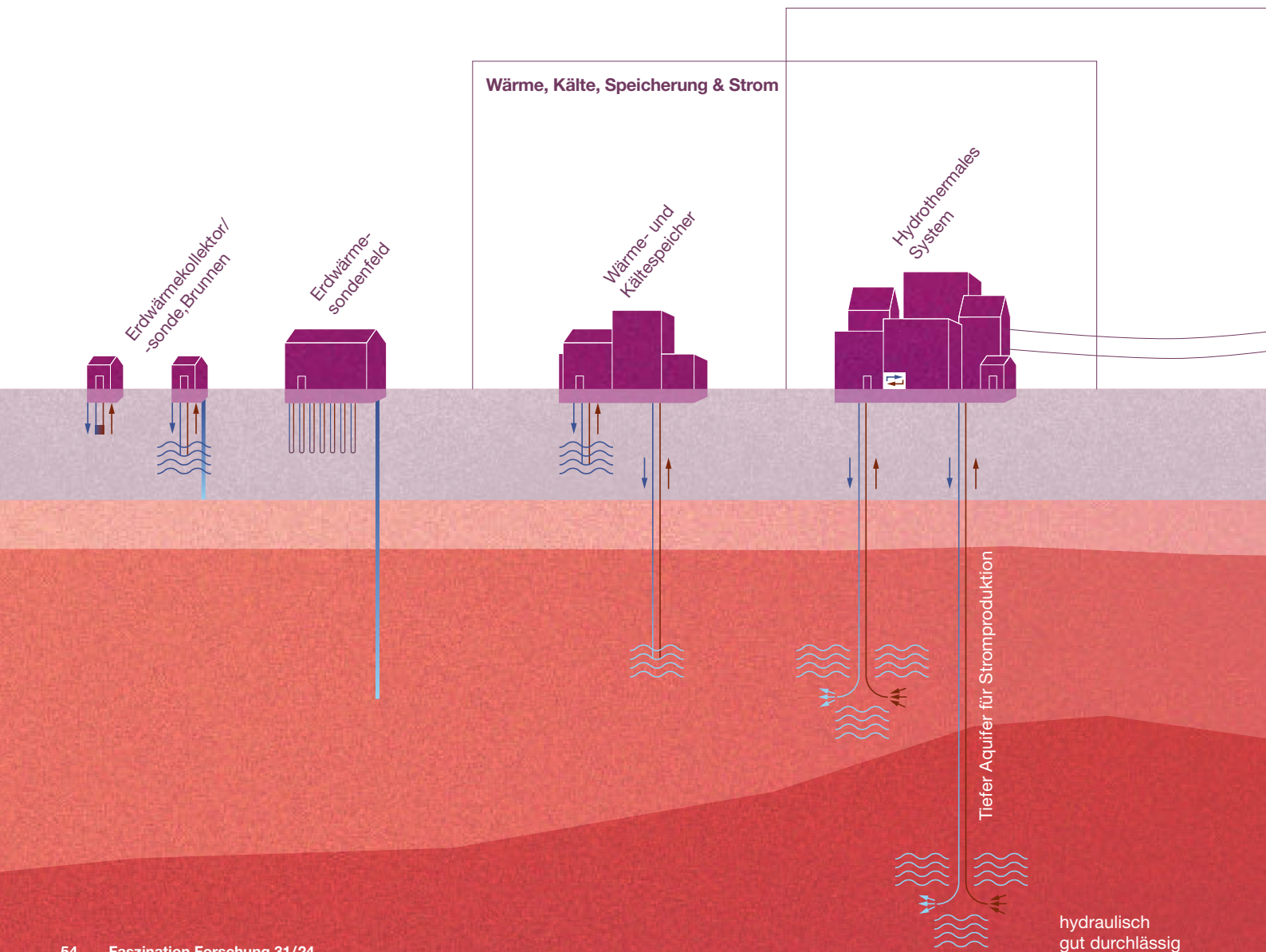
Etwa im Forschungsprojekt Geothermie-Allianz Bayern, an dem neben der TUM vier weitere bayerische Universitäten beteiligt sind. Ziel ist es, die Geothermie voranzubringen, eine langlebige Wärme-Infrastruktur zu entwickeln und dabei eine Brücke zwischen Forschung und Betrieb zu schlagen. Zosseder unterstützt vor allem Kommunen dabei, ihre Potenziale für Geothermie zu analysieren und zu quantifizieren.

Link

www.cee.ed.tum.de/hydro/projects/geothermal-energy-group

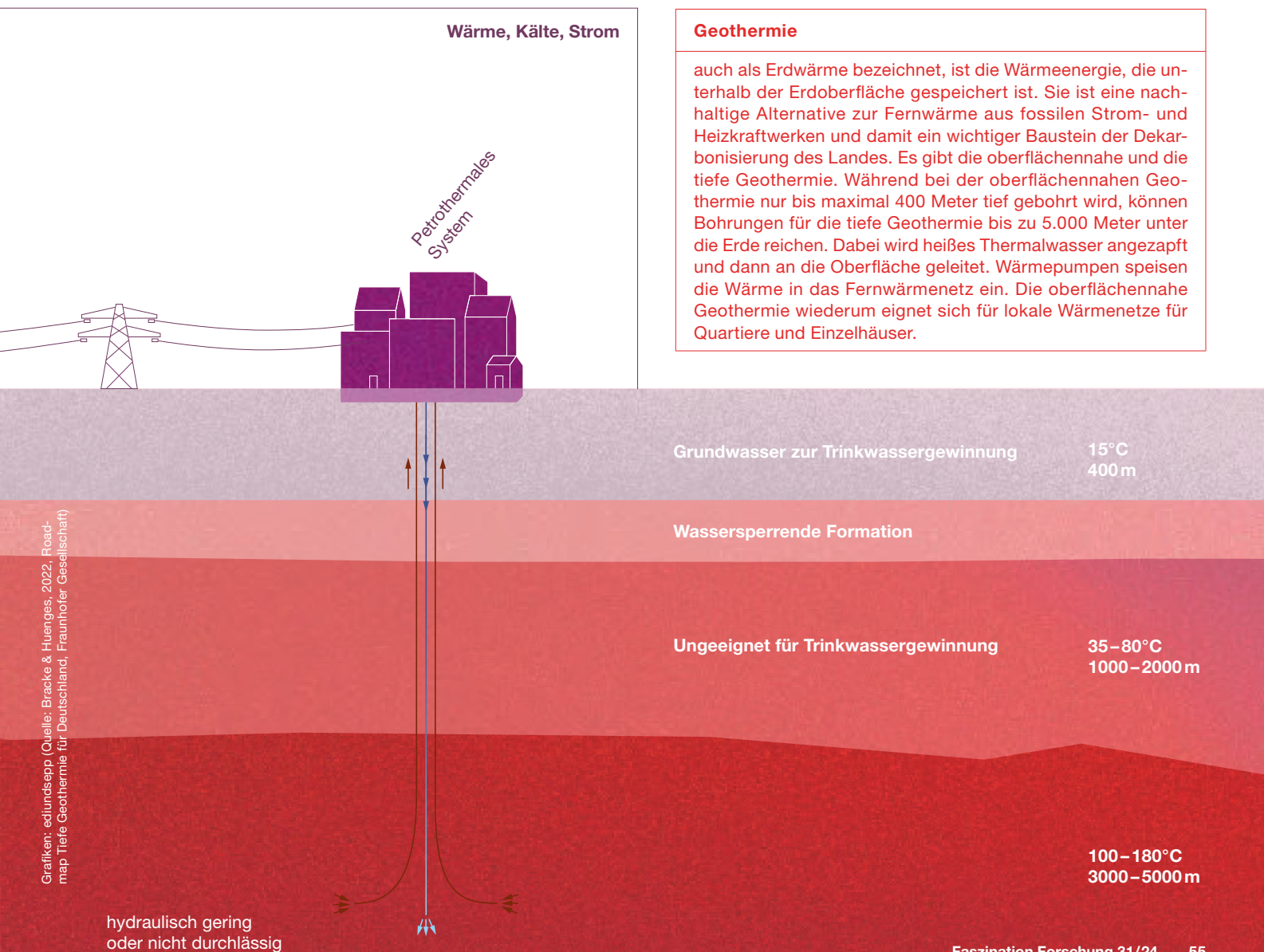
Hierfür analysieren er und sein Team Daten über den Untergrund aus vorhandenen Bohrungen, Messungen und bestehenden Geothermie-Anlagen. Anschließend entwickeln sie Methoden und Modelle zur räumlichen Bestimmung des Potenzials sowie neue Monitoringmethoden, um diese erneuerbaren Ressourcen nachhaltig zu nutzen. Vor allem seit den Diskussionen um das Gebäudeenergiegesetz (GEG) bekommen er und sein Team viele Anfragen

von Kommunen. „Die Fragen, die uns umtreiben sind: Welche Gebiete eignen sich für Geothermie? Wie sollten die Anlagen ausgelegt sein? Aber auch: Wie lässt sich die Laufzeit der Pumpen unter den harschen Bedingungen mit hohem Druck und hohen Temperaturen verbessern? Denn in der Regel kommen die Pumpen aus dem Öl- und Gasbereich und müssen auf Geothermie angepasst werden“, erklärt Zosseder.



Zosseder unterstützt mit seinem Fachwissen einzelne Kommunen und will vor allem auch Verbünde zwischen den Kommunen schaffen, um große Geothermie-Anlagen einzusetzen. Über Verbundleitungen lässt sich dann die Wärme dahin schicken, wo sie gebraucht wird. Zudem forscht er an neuen technologischen Entwicklungen, wie der petrothermalen Geothermie, wenn zwar kein Wasser, aber heißes Gestein in ca. 2.000 bis 6.000 Meter Tiefe

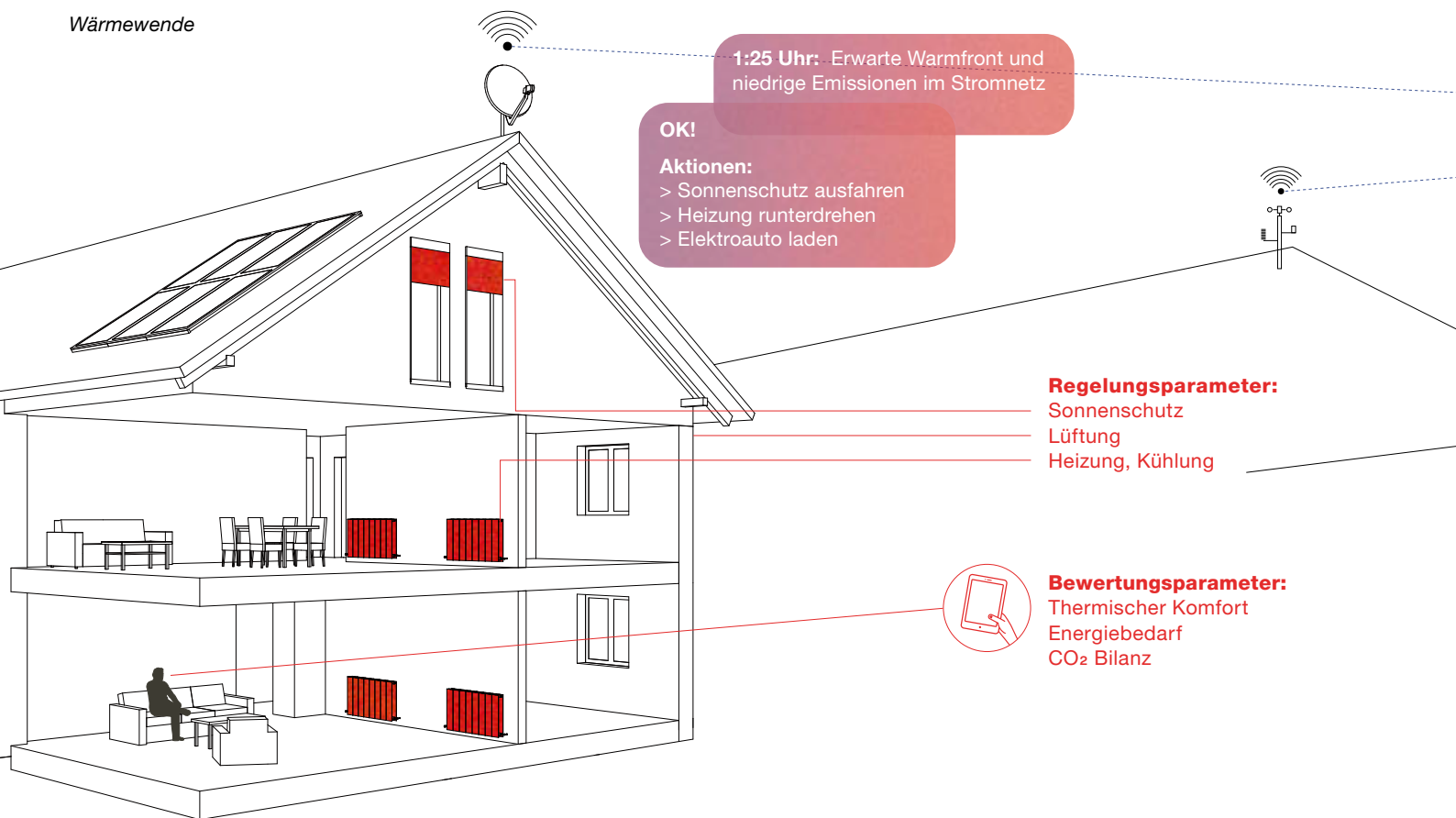
vorhanden ist und genutzt werden kann. Aber nicht nur Bayern und Deutschland haben es gut, sondern ganz Europa. „Viele Länder haben Potenziale, zum Beispiel Italien, wo es Gebiete mit einem aktiven Vulkanismus gibt“, weiß Zosseder. Neben der Geothermie-Allianz Bayern ist Zosseder daher an diversen EU-Forschungsprojekten beteiligt, um die Potenziale der Geothermie europaweit voll auszuschöpfen. ■



Geothermie

auch als Erdwärme bezeichnet, ist die Wärmeenergie, die unterhalb der Erdoberfläche gespeichert ist. Sie ist eine nachhaltige Alternative zur Fernwärme aus fossilen Strom- und Heizkraftwerken und damit ein wichtiger Baustein der Dekarbonisierung des Landes. Es gibt die oberflächennahe und die tiefe Geothermie. Während bei der oberflächennahen Geothermie nur bis maximal 400 Meter tief gebohrt wird, können Bohrungen für die tiefe Geothermie bis zu 5.000 Meter unter die Erde reichen. Dabei wird heißes Thermalwasser angezapft und dann an die Oberfläche geleitet. Wärmepumpen speisen die Wärme in das Fernwärmenetz ein. Die oberflächennahe Geothermie wiederum eignet sich für lokale Wärmenetze für Quartiere und Einzelhäuser.

Grafiken: edlundsapp (Quelle: Bracke & Huenges, 2022, Roadmap Tiefe Geothermie für Deutschland, Fraunhofer Gesellschaft)



3

Let the **Sunshine** in

Wie wir **Wettervorhersagen** sinnvoll nutzen

Drei Fragen an Christian Hefp, Doktorand am Lehrstuhl für Gebäudetechnologie und klimagerechtes Bauen.

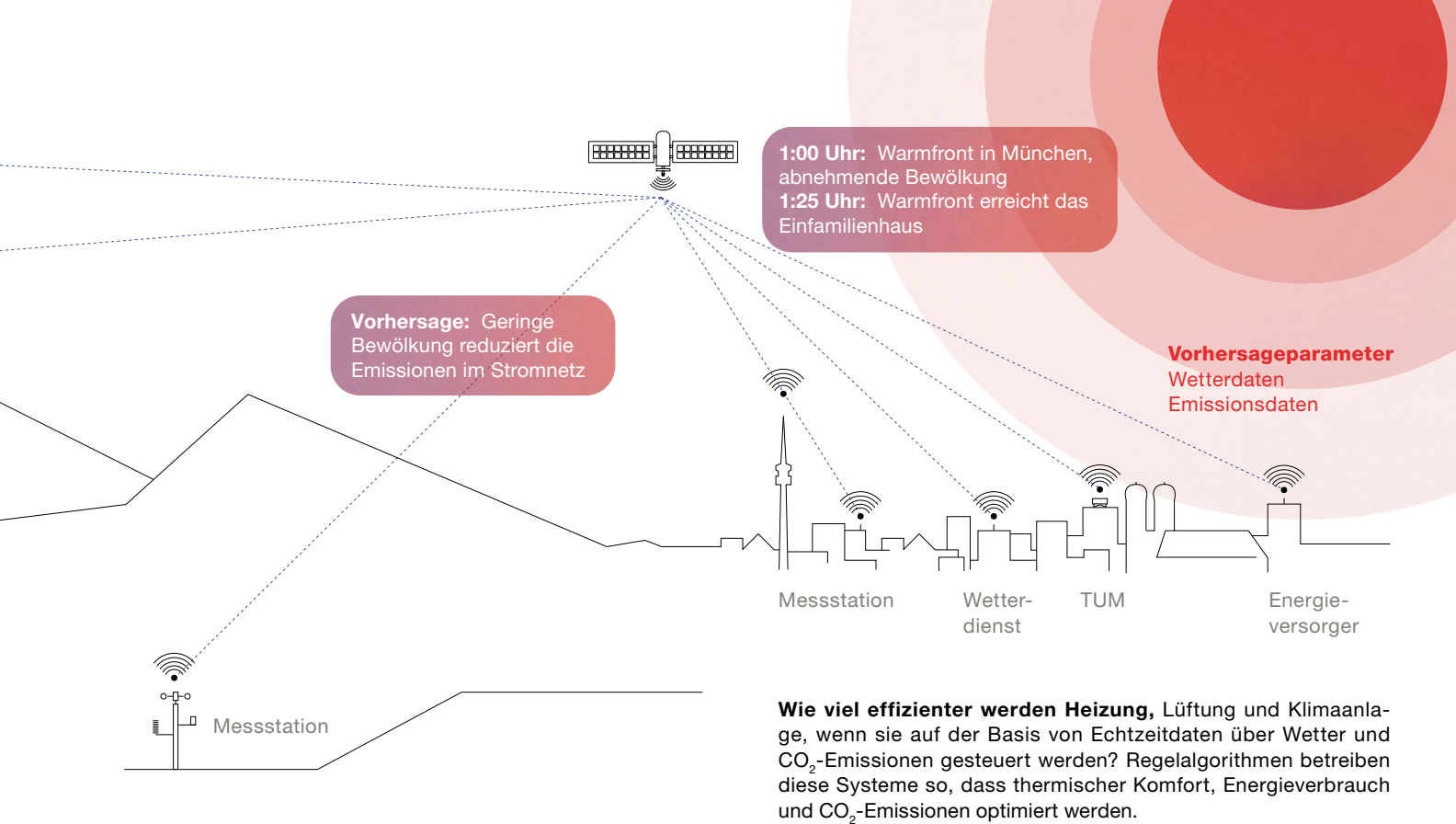
Herr Hefp, welche Rolle spielt die Digitalisierung bei der Wärmewende?

Durch die Digitalisierung lässt sich in Gebäuden und Städten der Energieverbrauch besser an den tatsächlichen Bedarf anpassen, und im besten Fall ist die Reduzierung der Treibhausemissionen und nicht die finanzielle Einsparung der maßgebende Regelungsparameter. Mess- und Sensordaten über den Energie- und Wärmeverbrauch in Echtzeit und deren Prognose eröffnen ein enormes Potenzial, um die Effizienz des Wärme- und Stromnetzes zu optimieren. Dies kann langfristig zu einer

größeren Energieflexibilität und somit zu einer gesteigerten Netzstabilität führen. Auch die Verbraucher können ein intelligentes Energiemanagement nutzen, um den Energieverbrauch zu senken und somit Kosten und CO₂ einzusparen.

Link

www.arc.ed.tum.de/en/klima/start



Wie viel effizienter werden Heizung, Lüftung und Klimaanlage, wenn sie auf der Basis von Echtzeitdaten über Wetter und CO₂-Emissionen gesteuert werden? Regelalgorithmen betreiben diese Systeme so, dass thermischer Komfort, Energieverbrauch und CO₂-Emissionen optimiert werden.

Sie verfassen eine Dissertation, die analysiert, wie sich Wetter- und CO₂-Daten sinnvoll für die Wärmewende nutzen lassen. Können Sie das beschreiben?

Ganz konkret geht es in meiner Dissertation darum, den Betrieb von Gebäudetechnik effizienter zu gestalten. Ziel ist es, mit Regelalgorithmen den Betrieb so zu optimieren, dass möglichst wenig Energie verbraucht und CO₂-Emissionen verursacht werden und gleichzeitig der thermische Komfort nicht beeinträchtigt wird. Dabei mache ich mir aktuelle und zukünftige Wetter- und CO₂-Emissionsdaten des Stromnetzes von Deutschland zu Nutze. Das Ganze habe ich zu Beginn in der Solarstation getestet, einem Messraum auf dem Dach des Hauptgebäudes der TUM in knapp 30 Meter Höhe. Anhand dieser Daten teste ich verschiedene Szenarien in einer thermodynamischen Simulation. So fährt sich beispielsweise das Heizsystem bereits dann herunter, wenn es dank der Prognosedaten weiß, dass bald die Sonne herauskommt. Oder ich kann elektrische Geräte wie eine Wärmepumpe in Phasen betreiben, in denen die Emissionen des elektrischen Stromnetzes aufgrund von einem hohen Anteil erneuerbarer Energien gerade niedrig sind.

Der Regelalgorithmus lässt sich in der Simulation unter unterschiedlichen Bedingungen testen. So kann man beispielsweise den Standort eines geplanten Gebäudes verändern und evaluieren, wie sich eine solche Regelung in einem anderen Klima oder in Kombination mit einem anderen elektrischen Stromnetz verhalten würde.

Welche Erkenntnisse konnten Sie ableiten?

Da ich noch in den letzten Zügen meiner Dissertation stecke, kann ich das noch nicht zu hundert Prozent verifizieren, aber es lassen sich natürlich schon einige Tendenzen erkennen. Was sich auf jeden Fall zeigt: Die thermische Masse eines Gebäudes hat einen großen Einfluss auf den Erfolg einer solchen intelligenten Regelung. Das bedeutet: Je mehr Masse ein Gebäude hat, desto länger ist seine Reaktionszeit auf Temperaturunterschiede, und dies führt zu mehr Energie- und CO₂-Einsparungen. Es lässt sich erkennen, dass das besser für den Energiebedarf bei der Kühlung als bei der Erwärmung funktioniert. Grundsätzlich lässt sich feststellen, dass viel CO₂ eingespart werden kann, wenn Energie dezentral zum Beispiel durch Photovoltaik oder Solarthermie hergestellt wird, weil der Energieverlust durch den Transport wegfällt. ■

Grafiken: edlundsepp (Quelle: TUM)

4

Das geht aufs Haus

Wie wir Gebäude klimaneutral wärmen

Forschung am Lehrstuhl für energieeffizientes und nachhaltiges Bauen und Planen

Link

www.cee.ed.tum.de/enpb

Träumen Sie von einem Haus, das mehr Energie produziert als Sie verbrauchen? Prof. Werner Lang und sein Team haben das Energiekonzept für ein solches Haus in der bayerischen Gemeinde Hallbergmoos bereits vor knapp zehn Jahren konzipiert und gemeinsam mit einem engagierten Bauträger gebaut. Die Böden, die Wände und das Dach des Gebäudes entsprechen ambitionierten Effizienzhaus-Standards. Eine Photovoltaik-Anlage liefert die Energie für Strom und heißes Wasser – und zwar mehr, als tatsächlich benötigt wird. Die überschüssige Energie wird für die Ladestation des Elektroautos genutzt bzw. wird ins Stromnetz eingespeist. „Die für uns wichtige Erkenntnis war damals: Es ist möglich, ein solches Plusenergiehaus zu realisieren. Und zwar relativ einfach. Der Bau war weder extrem aufwändig noch teuer“, so Lang. Die Pionierleistung lag damals darin, diesen Beweis anzutreten und den Energie- und Wärmeverbrauch zwei Jahre lang zu messen und zu analysieren.

Das Effizienzhaus

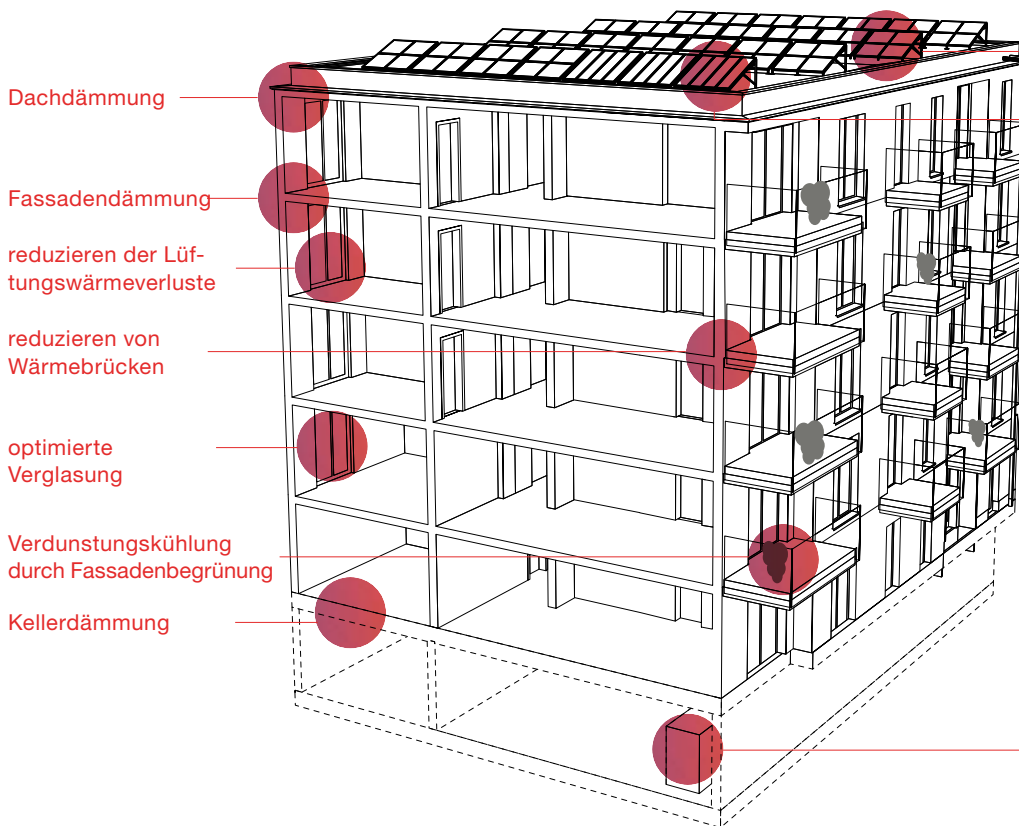
Für energiesparende Gebäude gibt es in Deutschland einen Orientierungsmaßstab: das Effizienzhaus. Die Kennzahl gibt an, wie energieeffizient ein Gebäude im Vergleich zu einem Referenzgebäude ist. Die Kennzahl 40 bedeutet, dass das Effizienzhaus nur 40 Prozent der Primärenergie benötigt, verglichen mit einem Referenzgebäude (nach Gebäudeenergiegesetz).

Ein paar Schritte weiter als beim Plusenergiehaus in Hallbergmoos ging es bei dem internationalen studentischen Wettbewerb „Solar Decathlon“. Die Studentinnen und Studenten realisierten ein Plusenergiehaus mit einem hervorragenden Energiekonzept, das zudem fast vollständig aus nachhaltigen Materialien besteht und sogar Wasser effizient aufbereitet. Sie meisterten eine weitere Herausforderung: Da das Haus seit dem Abschluss des Wettbewerbs im heißen Texas steht, sollte es nicht nur wärmen, sondern vor allem kühlen. Diese Aufgabe übernimmt eine Wärmepumpe, die sozusagen umgekehrt funktioniert. Anstatt der Umgebung warme Luft zu entziehen und damit die Räume zu heizen, gibt sie die Wärme aus den Räumen an die Umgebung ab.

Wie geht's, altes Haus?

Rund 37 Prozent des deutschen Endenergieverbrauchs gehen auf das Konto der Gebäude – 32 Prozent für die Raumwärme und fünf Prozent für Warmwasser. Davon entfallen drei Viertel auf den Betrieb und der Rest auf die graue Energie. Das ist die Energie, die beim Gebäudebau sowie bei der Herstellung, dem Transport, dem Einbau und der Entsorgung von Heizungs-, Lüftungs- und Klimaanlagen, Sanitär- und Elektroinstallationen, Beleuchtungssysteme und Sicherheitstechnik verbraucht wird. Die Herausforderung sind vor allem Bestandsgebäude. „65 Prozent der Gebäude wurden vor 1977 gebaut, also

Stellschrauben an der Gebäudehülle



Stellschrauben der regenerativen Gebäudetechnik

Strom aus Photovoltaik

Warmwasser über Solarthermie

Umweltwärme durch Wärmepumpen (z. B. aus der Luft, Grundwasser, Geothermie)

bevor die erste Wärmeschutzverordnung in Kraft trat“, so Lang. Bis dahin hatte Deutschland keine öffentlich-rechtlichen Vorschriften für den energiesparenden Wärmeschutz von Gebäuden. Ein typisches unsaniertes Einfamilienhaus aus den 1970er Jahren benötigt circa 250 kWh pro Quadratmeter und Jahr Heizenergie. Laut Niedrigenergiestandard sollten es 25 kWh pro qm und Jahr sein.

Los geht's!

Wie lässt sich das ändern? Laut Lang gibt es zwei wesentliche Stellschrauben, die ineinandergreifen: „Erstens können wir durch Sanierungsmaßnahmen wie Fassaden- und Dachdämmung sowie Einbau dreifach verglasteter Fenster den Wärmeverlust und damit den Energiebedarf drastisch reduzieren. Zweitens sollten wir deutlich mehr Strom und Wärme aus erneuerbaren Energien wie etwa Photovoltaik und Geothermie beziehen.“ Die positiven Auswirkungen solcher Maßnahmen zeigten Lang und

sein Team beispielhaft für Neubauten im Forschungsprojekt „BEWOOpt“. Hier untersuchten sie, wie sich ökologisch und ökonomisch optimierte Häuser realisieren lassen. Durch eine umweltgerechte Gebäudehülle und den Einsatz von Photovoltaik lassen sich die Treibhausgasemissionen über den Lebenszyklus von 50 Jahren hinweg um mehr als 70 Prozent im Vergleich zu einem Referenzgebäude senken.

Laut dem European Green Deal will Europa bis 2050 die CO₂-Emissionen auf null reduzieren und damit der erste klimaneutrale Kontinent werden. Um das Ziel zu erreichen, ist allein in Deutschland eine Sanierungsquote von vier Prozent pro Jahr notwendig. Derzeit liegt die Quote bei gerade mal 0,8 Prozent pro Jahr.

„Wir können jetzt loslegen“, sagt Lang. „Im Neubau ist etwa KfW 40 Standard, das ist zukunftsfähig, das können wir auch bei Bestandsgebäuden erreichen.“ ■



Prof. Thomas Hamacher

ist Professor für erneuerbare und nachhaltige Energiesysteme. Davor arbeitete Hamacher am Max-Planck-Institut für Plasmaphysik, zuletzt als Leiter der Gruppe für Energie- und Systemstudien.



Dr. Kai Zosseder

forscht am Lehrstuhl für Hydrogeologie. Davor war er wissenschaftlicher Mitarbeiter und Risikoanalyst am Deutschen Zentrum für Luft- und Raumfahrttechnik (DLR) und am Bayerischen Landesamt für Umwelt (LfU).



Christian Hefp

Seit seinem Abschluss als Master of Science ist Christian Hefp Doktorand und stellvertretender Leiter am Lehrstuhl für Gebäudetechnologie und klimagerechtes Bauen, den Prof. Thomas Auer inne hat.



Prof. Werner Lang

ist Inhaber des Lehrstuhls für energieeffizientes und nachhaltiges Planen und Bauen (ENPB) und Vizepräsident für Nachhaltige Transformation an der TUM. Davor war er Professor für nachhaltiges Bauen und Leiter des Zentrums für Nachhaltige Entwicklung an der University of Texas School of Architecture in Austin, Texas.
