

Von Benjamin von Brackel

Das Erdbeben kam ohne Vorwarnung. Am Freitag um 19.46 Uhr erzitterte die Hafenstadt Pozzuoli für wenige Sekunden. Von den Tuffhängen stürzten Felsbrocken und zerquetschten Autos. Risse zogen sich durch Häuser und Straßen. Aufzüge blieben stecken, der Strom fiel aus. Mehr als 20 Menschen wurden verletzt, fünf davon schwer. In der Nacht nach dem Beben schliefen manche im Freien, aus Angst, im eigenen Zuhause begraben werden zu können. Mit einer Magnitude von 4,7 war es das schwerste Erdbeben in dem Städtchen westlich von Neapel seit dem Beginn der modernen Messungen vor rund 50 Jahren.

Doch aus heiterem Himmel kam es nicht. Es passt zu einem Trend, der in eine besorgniserregende Richtung weist. Pozzuoli liegt im Zentrum eines aktiven Vulkangebiets, den Phlegräischen Feldern. Oberflächlich bestehen diese aus mehreren Kratern, die wiederum durch mehrere teils riesige Vulkanausbrüche entstanden sind; der bislang letzte im Jahr 1538 hinterließ dazu einen ganzen Berg, den Monte Nuovo. Dem Ausbruch ging damals eine mehr als hundert Jahre lange Serie an Senkungen und Hebungen voran. Und dieser sogenannte Bradyseismos (aus dem griechischen für langsame Bewegung) lässt sich auch derzeit beobachten – mit vier Episoden seit dem Jahr 1950. Die jüngste davon dauert nun bereits seit mehr als 20 Jahren an.

In Pozzuoli können sie nie sicher sein, ob das eigene Haus standhält

Nach einer anfänglichen Absenkung hebt sich die Region um Pozzuoli seit einigen Jahren. Nachdem im Jahr 2022 die vormalige maximale Höhe aus den 1980er-Jahren überschritten worden war, begann auch die Erde stärker zu erzittern. Mehr als 50 000 Erdbeben wurden seither registriert. Sie werden zahlreicher und größer. Im Mai und Juni 2025 wurden Beben der Magnitude 4,4 und 4,6 aufgezeichnet, gefolgt vom jüngsten 4,7er-Beben. Die Ursache befindet sich in acht Kilometern Tiefe unter den Phlegräischen Feldern: dort liegt eine große Magmakammer. Und diese sorgt für den Aufstieg von Wasserdampf, Kohlendioxid und Schwefeldioxid. Die Gase sammeln sich in geringer Tiefe, erhöhen die Spannung, bis diese die Bruchfestigkeit der Gesteine übersteigt – so die gängige Hypothese.

Warum sich der Boden konstant hebt, die seismische Aktivität aber zuletzt ex-



Das Erdbeben am Freitag löste Felsstürze in Pozzuoli bei Neapel aus.

FOTO: SALVATORE LAPORTA/REUTERS

ponentiell anstieg, hat eine Gruppe um Sebastian Hainzl vom GFZ Helmholtz-Zentrum für Geowissenschaften kürzlich untersucht. Die Erdbebenschwärme erklären er und sein Team im Fachblatt *Nature Communications Earth and Environment* mit der Wechselwirkung zwischen einzelnen Erbeben. Also der Folge von Reibung zwischen dem Gestein und verzögertem Brechen. Und wie steht es nun um den möglichen Ausbruch eines Super-

vulkans, den manche Medien bereits erwarten?

Ein Aufsteigen von Magma müsste sich in den Seismogrammen widerspiegeln sowie in einer asymmetrischen Wölbung des Bodens, erklärt Warner Marzocchi von der Universität Neapel Federico II. Doch von beidem sei nichts zu sehen. Für die derzeitige Unruhe sei vielmehr das hydrothermale System über den Magmakammern verantwortlich, also heiße Flui-

de, die auf das Gestein einwirken. „Es gibt keine Anzeichen für einen unmittelbar bevorstehenden Ausbruch“, bilanziert der Geophysiker.

Doch die Diskussion um den Supervulkan lenke vom derzeit größten Risiko ab: den Erdbeben. Selbst relativ mäßige Beben der Magnitude 4 bis 5 können bereits erhebliche Schäden anrichten, weil sie sich in zwei Kilometern Tiefe relativ nah an einer dicht besiedelten Oberfläche er-

eignen. Und sie zermürben die Bewohner, weil sie ihnen das Gefühl für Sicherheit rauben. „Sie können sich nie sicher sein, ob das eigene Haus den Erschütterungen standhält“, sagt Aldo Zollo, einer der bekanntesten Seismologen des Landes, der selbst nahe Pozzuoli wohnt.

Lange konzentrierten die Behörden ihr Augenmerk auf eine mögliche Eruption und entwickelten Evakuierungspläne. Erst seitdem die Erdbeben an Stärke zu-

nahmen und die Bevölkerung mehr und mehr verunsicherten, stehen auch sie im Fokus. Im Jahr 2023 bat der studierte Bauingenieur und Bürgermeister von Neapel, Gaetano Manfredi, eine Gruppe um Marzocchi und Zollo um eine Risikobewertung. Erdbeben bis zu einer Magnitude 5, so die darauffolgende Studie im Fachjournal *Nature Communications*, seien durchaus wahrscheinlich. Die Empfehlung: Insbesondere die Gebäude in Pozzuoli erdbebensicher machen, um das Risiko für Todesfälle zu senken.

Daraufhin wurden die gefährdeten Gebäude gezählt. Der Staat bot an, die Hälfte der Kosten für Umbauten zu übernehmen – allerdings meldeten sich nur wenige Besitzer. Seismologe Aldo Zollo erklärt das mit den Kosten, dem Aufwand, aber auch mit illegalen Anbauten, die nicht zutage kommen sollten. Und auch mit der Mentalität. „Am Tag nach einem Beben verlieren die Menschen ihr Gedächtnis und sehen auf einmal kein Problem mehr“, sagt der Professor an der Universität Neapel Federico II.

Neben den Erdbeben drohen weitere Gefahren – darunter der Austritt von Gasen. Der S-Bahnverkehr zwischen Pozzuoli und Neapel musste im Juni eingestellt werden, weil erhöhte Konzentrationen an Kohlendioxid festgestellt worden waren. „Diese multiplen Risiken können zur gleichen Zeit auftreten und einander bedingen“, sagt Zollo. „Sie machen die Lage so kompliziert.“

Die große Frage ist, was die Bewohner am Golf von Pozzuoli in naher Zukunft zu erwarten haben. „Solange sich der Boden hebt, solange wird es Erbeben geben“, sagt Marzocchi. Immerhin hat sich zuletzt die Rate des Anstiegs etwas abgeschwächt – im besten Fall ein Hinweis darauf, dass die Erdbeben bald abebben könnten. Aber selbst dann wird das Bangen im nächsten Zyklus weitergehen. Also das Leben auf wackeligem Untergrund sowie die Frage, ob der schlummernde Riese unter den Menschen irgendwann erwacht? „Es ist aktiver Vulkan“, sagt Marzocchi lakonisch. „Deshalb wäre es keine Überraschung, wenn es früher oder später zu einer Eruption kommt.“

Aber solange es keine Anzeichen für einen bevorstehenden Ausbruch gebe – also Anomalien wie größere Erdbeben außerhalb der üblichen Zone in und um Pozzuoli herum –, würden die Leute trotz aller Risiken dort weiter wohnen, meint Marzocchi. „Rational gesehen könnte man sein Haus verkaufen und wegziehen“, sagt er. Aber niemand mache das. „Die Leute lieben ihre Heimat, den Blick auf den Golf von Pozzuoli, den Blick auf Capri. Es ist wirklich, *wirklich* ein netter Ort.“

Klimaanlagen für alle? Lieber nicht

Mobile Klimageräte sind höchst ineffizient, besser geht es per Wärmepumpe oder Fernkälte. Aber in vielen Fällen bleiben einfache Mittel sinnvoller.

Ein schattiges Plätzchen im Grünen, ein klimatisiertes Kino, eine kühle Kirche: Hier lässt es sich an heißen Tagen gut aushalten. In den eigenen vier Wänden ist Hitze dagegen oft nur schwer erträglich. Wer nachts die Fenster öffnet oder den Ventilator laufen lässt, verschafft sich bestenfalls leichte Linderung. Mit der globalen Erhitzung wird das mehr und mehr zum Problem. Auch weil hohe Temperaturen für viele Menschen ein Gesundheitsrisiko bedeuten: Das Robert-Koch-Institut schätzt, dass in diesem Sommer bis zum Ende Juli bereits fast 10 000 Menschen hitzebedingt gestorben sind.

Damit rächt sich, dass sich hierzulande kaum ein Wohnhaus kühlen lässt. Nur rund sechs Prozent aller Ein-, Zwei- und Mehrfamilienhäuser sind mit einer Klimaanlage ausgestattet, hat das Büro für Technikfolgen-Abschätzung beim Deutschen Bundestag ermittelt. Das Gebäudeenergiegesetz schreibt zwar vor, Wohnhäuser so zu bauen, dass sie im Sommer nicht überhitzen. Eine aktive Kühlung fordert es aber nicht.

Fein raus ist, wer eine moderne Wärmepumpe hat

Mit jedem Hitzetag steigt jedoch der Handlungsdruck. Schnelle Erleichterung bringen mobile Monoblock-Klimageräte, die nur eine Steckdose und ein Fenster benötigen. Die Geräte entziehen der Zimmerluft Wärme und leiten sie per Luftstrom durch einen Schlauch nach draußen. „Mobile und auch fest installierte Monoblock-Geräte können Räume rasch abkühlen“, sagt Peter Engelmann, der beim Freiburger Fraunhofer-Institut für Solare Energiesysteme ISE zur Gebäudesystemtechnik forscht. „Dabei sind sie aber nicht sehr effizient, weil die nach außen geleitete Luft wieder nachströmt. Damit gelangt kontinuierlich Wärme in den Raum.“ Das schlägt sich in der Stromrechnung der Haushalte nieder.

Hinzu kommt: Werktags laufen viele Anlagen vorwiegend nach Feierabend, wenn die Bewohner zu Hause sind. Also in Stunden, in denen die allgemeine Stromnachfrage ohnehin hoch ist. Weil die Photovoltaikanlagen in dieser Zeit kaum oder keinen Strom liefern, müssen meist Kohle- und Gaskraftwerke den zusätzlichen Bedarf decken. Das treibt nicht nur die CO₂-Emissionen in die Höhe, sondern auch den Preis im Strom-Großhandel – und damit die Kosten für alle Verbraucher.

Doch was sind die Alternativen? Fein raus sind viele Haushalte, die in Gebäuden mit Wärmepumpe leben. Moderne Anlagen können häufig nicht nur heizen, sondern auch kühlen. „Bei den meisten

der heute verkauften Wärmepumpenmodelle lässt sich der Arbeitsprozess einfach umdrehen. Damit bringen sie Räume sehr effizient auf niedrigere Temperaturen“, sagt Florian Bublies, Fachreferent Heizungstechnik bei der Verbraucherzentrale Nordrhein-Westfalen.

Luft-Wasser-Wärmepumpen, der mit Abstand meistverkaufte Anlagentyp, leiten die Kälte über eine Fußbodenheizung oder über Heizkörper in den Raum. Allzu tief darf die Temperatur nicht sinken, weil sich sonst Kondenswasser auf deren Oberflächen bildet, sagt Bublies. „Das kann zu Korrosion und Schimmel führen.“ Bei Luft-Luft-Wärmepumpen entsteht das Problem nicht, da sie die Kälte über einen Luftstrom in den Raum bringen. Nach dem gleichen Prinzip funktionieren Split-Klimageräte, die in der jüngsten Hitzewelle im Juni stark nachgefragt waren – sie sind nichts anderes als Luft-Luft-Wärmepumpen, die auf sommerliches Kühlen ausgelegt sind.

Noch effizienter arbeiten Anlagen, die Kälte aus der Umgebung ins Haus holen, etwa aus dem Erdreich oder einem Gewässer. So machen es zum Beispiel die Stadtwerke im hessischen Bad Nauheim: Sie haben in einem Neubaugebiet ein sogenanntes kaltes Nahwärmenetz verlegt, in dem Wasser zirkuliert. Als Kältequelle dient ein Acker, in dem in bis zu drei Metern Tiefe großflächig Erdkollektoren verlegt sind. Das Wasser nimmt die Wärme aus den 400 angeschlossenen Wohnungen und Häusern auf und gibt sie über die Kollektoren wieder an den Boden ab. Das System braucht dafür abgesehen von etwas Strom für die Umwälzpumpen keine weitere Energie. In den Gebäuden sind zudem Wärmepumpen installiert, die das Netz als thermische Quelle nutzen, um Heizwärme und Warmwasser zu erzeugen.

„Bislang gibt es in Deutschland nur wenige kalte Nahwärmenetze. Das Interesse an dem Konzept wächst aber, die Zahl dürfte in den nächsten Jahren zunehmen“, sagt Sibylle Braungardt, Professorin für nachhaltige Energiesysteme an der Technischen Universität Dortmund. Allerdings ist der Bau solcher Netze recht aufwendig. Daher eignen sie sich laut Braungardt vor allem für Neubauquartiere, weil sich die

nötigen Leitungen und die Technik dort gleich von Beginn an einplanen lassen.

Das gilt auch für die Fernkälte, die einige Versorger anbieten. Sie erzeugen Kälte zentral, etwa in einer strombetriebenen Kältemaschine, und schicken sie per Wasserrohr zu den Kunden. Das Konzept funktioniert aber auch in bestehenden Vierteln, wie die Stadtwerke München zeigen. Der kommunale Versorger betreibt in der Innenstadt ein 23 Kilometer langes Fernkältenetz, das Büro- und Wohngebäude, Hotels, Läden und Arztpraxen kühlt. Die Stadtwerke wollen das Netz in den nächsten Jahren weiter ausbauen.

Kalte Nahwärmenetze eignen sich eher für Neubauquartiere

Dafür planen sie unter anderem, Fernkälte aus überschüssiger Wärme zu erzeugen, die eine Geothermie-Anlage sowie zwei Gas- und Dampfturbinen liefern. Das geschieht in einer sogenannten Absorptionskältemaschine, die Wärme als Energiequelle nutzt. „Fernkälte kann eine sinnvolle Lösung sein, wenn nahe beieinander gelegene Abnehmer wie Gewerbebetriebe, Hotels oder Krankenhäuser an vielen Tagen des Jahres viel Kälte benötigen“, sagt Braungardt. Für Wohngebäude allein sei der Aufwand in der Regel allerdings zu groß. „Ihr Kühlbedarf ist zu gering“, erklärt die Wissenschaftlerin.

Klimageräte, Wärmepumpen und zentral gewonnene oder erzeugte Kälte können Gebäude zweifellos wirksam kühlen. Doch auch ohne technische Lösungen kann man einiges erreichen, meint Braungardt. „Haushalte sollten zunächst einmal dafür sorgen, dass weniger Hitze ins Gebäude gelangt“, sagt die Wissenschaftlerin. Einfache Mittel brächten oft schon viel, etwa tagsüber konsequent die Rollläden geschlossen zu halten. „Das ist energetisch und wirtschaftlich meist vorteilhafter, als ein Klimagerät zu installieren.“ Auch lohne sich eine gute Wärmedämmung, da die Gebäude in der Regel spürbar kühler sind als vergleichbare Häuser mit schlechter oder ohne Dämmung.

Fraunhofer-Forscher Engelmann sieht zudem die Architekten und Planer gefordert. Gebäude werden heute so gebaut, dass die Wohnräume im Winter möglichst viel Sonneneinstrahlung bekommen, um den Heizwärmebedarf zu reduzieren. Das bleibt auch sinnvoll, so Engelmann. „Mit den zunehmenden Hitzewellen müssen Architekten und Planer aber auch den Hitzeschutz stärker berücksichtigen, zum Beispiel durch außen liegende Verschattungen.“ Das gelte nicht nur für Gebäude, die nach Süden ausgerichtet sind. „Auch die Morgen- oder Abendsonne kann zu Problemen führen.“

Ralph Diermann



Klimaanlagen in Manila.

FOTO: TED ALJIBE/AFP

ANZEIGE



Süddeutsche Zeitung Magazin

Morgen im SZ-Magazin

- **Ausnahme** Sabrina Wittmann ist die erste Cheftrainerin im deutschen Männer-Profifußball. Kein Problem mehr heutzutage. Oder?
- **Annahme** Wenn Menschen winken, machen sie sich gegenseitig glücklich, findet unsere Autorin. Über eine kleine große Geste auf der Autobahnbrücke.
- **Abnahme** Der Forscher Daniel J. Drucker gilt als einer der Väter von Ozempic. Ein Gespräch über das Hormon, das er erforschte, und die Folgen, die es hatte.

Lesen Sie alle Geschichten:

Morgen in Ihrer SZ

Süddeutsche Zeitung