



**Jetzt mal ehrlich: Was liegt
in der Luft, Frau Chen?**

vorhersagbar. Wir haben bessere Möglichkeiten zur Beobachtung und reifere Modelle, dadurch können wir adäquater reagieren.

Wie fließt der chaotische Charakter des Wetters in Ihre Berechnungen mit ein?

Wir machen nicht nur *eine* Vorhersage, sondern ganz viele. Wir wissen, dass wir keine vollständigen Beobachtungen haben, dass die Modelle nicht perfekt sind, dass kleine Fehler wachsen und die Computer deutlich besser sein müssten, um all das zu berechnen. Also machen wir 20, 30 oder 50 Vorhersagen und bauen überall kleine Störungen ein. So ergeben sich Möglichkeiten, wie das Wetter werden könnte: Einmal zieht nach sieben Tagen ein Tiefdruckgebiet über Norddeutschland, einmal über Süddeutschland, ein andermal gibt es vielleicht gar kein Tiefdruckgebiet. Bei Vorhersagen für die nächsten 14 Tage sollte daher immer eine Wahrscheinlichkeit angegeben werden. Bei schweren Gewittern sind diese auch für die nächsten Stunden wichtig.

Das machen die meisten Apps nicht.

In Wettervorhersagen redet man immerhin schon von Niederschlagswahrscheinlichkeiten. Aber es ist ein großes Forschungsthema, wie man diese Informationen vernünftig aufbereitet. Denn wenn jemand schnell entscheiden muss – zum Beispiel im Katastrophenschutzbereich, weil ein Gewitter aufzieht oder ein Sturzregen droht und daraufhin Veranstaltungen abgesagt werden müssen –, hilft es nicht, wenn ich sage: Hier sind 50 Bilder von 50 Vorhersagemodellen mit verschiedenen Wahrscheinlichkeiten, bitte schön! Dann muss man belastbare Informationen schnell und gut darstellen.

Hat Ihnen das Wetter schon mal einen Strich durch die Rechnung gemacht?

Als der Wintersturm Kyrill die ganze Deutsche Bahn lahmgelegt hat, war ich gerade auf einer Konferenz von Atmosphärenforschern in Berlin. Wir wussten alle, dass der Sturm naht, und haben überlegt, ob und wie wir nach Hause kommen. Es sind nur wenige Züge gefahren. Die Wettervorhersage war sehr genau, aber die Bahn hätte noch mehr Informationen darüber gebraucht, wie stark der Wind lokal sein wird und wie groß die Gefahr ist, dass Bäume auf die Gleise fallen. Ich bin schließlich bis Frankfurt gekommen, nach neun Stunden Zugfahrt, auf dem Weg haben wir noch Fahrgäste eingesammelt. Der Hauptbahnhof war dann voller Leben, viele Züge standen

da, man konnte darin schlafen, die Buden und Cafés waren die ganze Nacht geöffnet, man konnte was zum Essen kaufen.

Macht das was mit einem, wenn man als Meteorologe immerzu mit diesem Phänomen der Unberechenbarkeit zu tun hat? Wird man demütig?

Man ist wohl in bestimmten Bereichen pragmatisch. Wenn man in der Wettervorhersage forscht, wird einem stets vor Augen geführt, was man besser machen könnte.

Wie viel Zeit verwenden Sie eigentlich persönlich für die Wetterplanung?

Als Wissenschaftlerin kann man sich darin verlieren, ich habe ja Zugriff auf die verschiedensten Modelle. Dann fange ich an zu überlegen, warum jetzt unser Modell eine andere Prognose abgibt als vielleicht das Modell des amerikanischen Wetterdienstes oder des europäischen. Aber irgendwann muss auch ich entscheiden: Fahren wir jetzt an den See oder nicht?

Vier Menschen sitzen in München in einem Büro in der Technischen Uni mit Plakaten voller Zahlen und Grafiken an den Wänden. Jia Chen, Professorin für Sensormotorik, schenkt hellgrünen Tee in die Tassen und reißt das Fenster auf – für eine bessere CO₂-Konzentration. Dann stellt sie noch eine kleine Aufgabe: Bitte achten Sie darauf, wie sich die Luftmoleküle im Laufe der nächsten zwei Stunden auf den Tee auswirken. Alles klar!

Frau Chen, im Christentum glaubt man, dass im Himmel die Engel leben, die Gallier hatten Angst davor, dass er ihnen auf den Kopf fällt. Welche Bedeutung hat der Himmel in China?

Es gibt einen chinesischen Spruch: *Tian ren he yi*. Das bedeutet wörtlich: »Himmel und Mensch vereinigt als eins« – also sinngemäß: Der Mensch ist ein integraler Teil der Natur. Ich interpretiere das so, dass Himmel und Menschen in Harmonie stehen sollen. Der Mensch soll den Himmel respektieren und schützen. Himmel und Frieden gehören zusammen, vor allem wenn der Himmel blau ist.

Der Himmel über den chinesischen Städten ist aber in diesen Jahren nicht besonders blau, sondern ziemlich grau.

Als ich in China lebte, dachte ich, Grau sei

die natürliche Farbe des Himmels. Manchmal fiel mir schon auf, dass es sehr diesig ist, aber ich glaubte, es liege am Wetter. Ich habe nicht viel zum Himmel geschaut. Das war kein Gesprächsthema.

Jetzt wird dort viel über Smog geredet.

Seit es für Chinesen einfacher ist, zu reisen, und sie öfter in anderen Ländern sind, wissen sie, wie blau der Himmel sein kann.

Die Luft über Ihnen war in Ihrem Leben sehr unterschiedlich – in China aufgewachsen, in Karlsruhe, München und an der Harvard University gearbeitet. Welche Unterschiede sind Ihnen aufgefallen?

In Tianjin, wo ich die ersten zehn Jahre meines Lebens verbracht habe, war der Air Quality Index, als ich 2015 nachgeschaut habe, 167. Die Ziffer steht für den Grad der Luftverschmutzung, je höher sie ist, desto schlimmer. Dann bin ich nach Peking gezogen, dort war der Wert 153, also ein bisschen besser. München hatte 42, Karlsruhe 28 und Cambridge 48. Das sind nur Tageswerte, die sich ständig ändern, aber eine Richtung geben sie schon an. Bis jetzt geht es mir gut. Ich kann also nicht sagen, dass die chinesische Luft krank macht. Vielleicht wird man sogar robuster, wenn man in so einer Umwelt aufwächst.

Am Ende überleben nur die Großstädter die Verschmutzung der Welt.

Ja! (*lacht*) Aber Spaß beiseite: Es sterben heute mehr Chinesen an Lungenkrebs als früher. Dabei achten sie sehr auf ihre Gesundheit: Chinesen wissen, zu welcher Tageszeit sie wie viel Obst in welcher Farbe essen sollten. Aber die Luft, die einen umgibt, ist nicht so leicht zu kontrollieren. Wenn ich heute nach China komme, sehe ich natürlich den Unterschied. Es gibt dort jetzt die Idee, die blaue Farbe des Himmels wieder zum Vorschein zu bringen. Regierungschef Xi Jinping lebt in Peking, ihm ist seine Gesundheit und die seiner Familie auch wichtig. Der Slogan lautet: *Make the sky blue again*. Bis 2020 soll an 80 Prozent der Tage eine gute Luftqualität herrschen. Erreicht werden soll das etwa durch den Ausbau erneuerbarer Energien, da ist China inzwischen sehr stark, und auch durch die Reduktion der Stahlproduktion.

Genau andersherum als in Amerika also.

Ja, in der jetzigen US-Politik spielt Klimaschutz keine große Rolle. Ich hoffe nicht, dass *Make America great again* wiederum *Make the sky grey again* bedeutet.



Jia Chen wurde 1981 in einer, wie sie sagt, chinesischen Kleinstadt geboren – mit damals 8 Millionen Einwohnern. Sie studierte Elektrotechnik und promovierte über optische Gassensorik, forschte in München, Karlsruhe und Cambridge. Seit 2015 ist sie Professorin für Umweltsensorik und Modellierung an der TU München. Was sie besonders freut: Der Air Quality Index dort lag, als sie nachgeschaut hat, bei 42. Das ist in dem Roman »Per Anhalter durch die Galaxis« die Antwort auf die Frage »nach dem Leben, dem Universum und dem ganzen Rest«.

Was gilt eigentlich als Schmutz in der Luft?

Das kommt auf die Definition an. Was die Luft in China und an anderen Orten so schmutzig macht, sind Stickoxide, Ozon, Feinstaub und Schwefeldioxid. Sie verursachen diesen Smog, den man sieht und der die Lunge und die Schleimhäute reizt. Wir hier am Institut untersuchen dagegen hauptsächlich Treibhausgase, also CO₂ und Methan. Diese Gase sind nicht sichtbar und verursachen keine direkten gesundheitlichen Schäden. Wir zählen sie trotzdem zu den Schadstoffen: Sie erwärmen das Klima, mit einer großen Wirkung auf die Menschheit. Methan ist dabei übrigens viel schlimmer als CO₂, sein Treibhauseffekt ist über 100 Jahre gerechnet rund 28-mal stärker, in den ersten 20 Jahren nach der Emission sogar 84-mal. Allerdings wird Methan auch schneller wieder abgebaut als CO₂.

Bei den meisten Leuten ist heute angekommen, dass CO₂ schädlich ist und reduziert werden muss. Über Methan dagegen wird wenig geredet. Müsste die Politik, wenn sie Klimaschutz betreibt, dann nicht eigentlich mehr auf das Methan schauen?

Ein Kilogramm Methan wirkt ungefähr wie 28 Kilogramm CO₂. Da braucht es Regulierungen. Und auch da warnen wir vor den unbekanntem Quellen. Die Methan-Emissionen, die wir kennen, können für die beobachtete Zunahme des Methan-Gehalts in der Atmosphäre nicht allein verantwortlich sein, es muss andere Quellen geben, die wir noch nicht kennen. Deswegen untersuchen wir die Methan-Emissionen in den Städten. Nach den Messungen in München gehen wir nächstes Jahr nach Hamburg, um dort den Hafen zu untersuchen.

Welche Quellen gibt es in München?

Dort sind die meisten Kraftwerke erdgasbasiert. Erdgas gilt als sauberer Kraftstoff, denn um eine Kilowattstunde zu erzeugen, wird im Vergleich zu Kohle nur etwa die Hälfte CO₂ ausgestoßen. Es dient deshalb als Brückenkraftstoff von der Kohle zu erneuerbaren Energien. Nur: Wenn er nicht zu hundert Prozent verbrannt wird oder wenn es Lecks in den Pipelines gibt, geht die Rechnung nicht mehr auf – dann tritt Methan in die Atmosphäre aus. Aber auch die Landwirtschaft, Bakterien auf Mülldeponien, die Abwasserreinigung: alles Methanquellen. Und: das Oktoberfest.

Das Oktoberfest!?

Ja, wir haben dort einen ungewöhnlich

hohen Methan-Ausstoß gemessen, den wir uns noch nicht richtig erklären können.

Dünsten Biertrinker Methan aus?

Jeder Mensch kann Methan ausstoßen, bis zu zwei Mikrogramm pro Sekunde. Wir haben den Maximalwert genommen und mit der Zahl der Besucher multipliziert. Aber das ist nur ein Bruchteil dessen, was wir über dem Festgelände gemessen haben.

Und der Anstieg ist nicht durch Bierkonsum zu erklären?

Das wäre eine sehr interessante wissenschaftliche Untersuchung: ob man durch Biertrinken zum stärkeren Methan-Emitenten wird. Aber das glauben wir nicht. Es muss andere Faktoren geben.

Welche Faktoren könnten das sein?

Wir haben einige Vermutungen: Es gibt sehr viele Gasgrills auf dem Oktoberfest, dazu provisorisch gelegte Leitungen, um das Erdgas bis in die Bierzelte zu pumpen. Diese Leitungen sind bisher von den Stadtwerken nicht geprüft. 40 Prozent der Energie

»Als ich in China lebte, dachte ich, Grau sei die natürliche Farbe des Himmels und das liege am Wetter«

fürs Oktoberfest stammen aus Erdgas. Wenn es da Lecks gibt, tritt Methan aus.

Wie funktioniert Ihre Messmethode?

Wir haben Sensorsysteme entwickelt, die auf die Sonne ausgerichtet sind, wie Sonnenblumen. Damit messen wir das Farbspektrum des einfallenden Sonnenlichts. CO₂, Methan und andere Schadstoffe absorbieren Licht bestimmter Frequenzen. Je höher ihre Konzentration ist, desto schwächer ist das verbleibende Licht. Im Farbspektrum gibt es an diesen Stellen also Lücken. So bekommen wir eine Art Fingerabdruck der jeweiligen Luftzusammensetzung. Diese Sensoren haben wir an sechs Punkten im Stadtgebiet aufgestellt. Dabei wird auch die Windrichtung berücksichtigt, weil der Wind die Luft und damit Schadstoffe und Treibhausgas-Moleküle bewegt. Wir messen in Windrichtung vor und hinter einer potenziellen Emissionsquelle, am Anfang und am Ende der Stadt sowie im Falle des Oktoberfests vor und hinter

der Festwiese. Aus den Daten können wir dann eine räumliche Verteilung von Schadstoffen und Treibhausgasen im Stadtgebiet und um die Emissionsquellen herum berechnen. Das ist eine echte Pionierarbeit.

Wie wurde denn bisher gemessen?

In München bisher gar nicht. Da wurde schlicht berechnet, wie hoch der Ausstoß sein müsste, aufgrund der bekannten Emissionsquellen. In den Städten, in denen gemessen wurde, ermittelt man mithilfe von Laserlicht an einem Punkt, wie viel CO₂ es pro Kubikmeter gibt.

Die Internationale Energieagentur schätzt, dass zwei Drittel der vom Menschen ausgestoßenen Treibhausgase in Städten anfallen. Diese wachsen immens. Müssten gerade dort die Emissionen nicht gründlicher untersucht werden?

Unbedingt! Wir leisten mit unserer Methode in gewisser Weise Detektivarbeit: Wir spüren bisher unbekannte Emissionsquellen auf. Das ist wichtig für die Politik, denn diese konzentriert sich bisher auf die altbekannten Quellen. Dabei könnte es an anderer Stelle vielleicht viel wirkungsvollere Einsparmöglichkeiten geben.

Ein Gedankenspiel: Wenn wir es schaffen würden, ab morgen keine Treibhausgase mehr auszustoßen, was wäre dann?

CO₂ ist ein sehr stabiles Gas, es hat eine Lebenszeit von etwa 100 Jahren. Wenn man die Emissionen jetzt reduziert, bedeutet das nicht, dass auf einen Schlag auch die CO₂-Konzentration in der Atmosphäre reduziert wird. Die würde erst einmal konstant bei 400 Teilchen pro Millionen Luftteilchen liegen, was beunruhigend hoch ist. Aber es gibt sogenannte CO₂-Senken wie Wälder: Bäume nehmen es durch Photosynthese aus der Luft auf und speichern es. Man muss sich die Situation wie eine Badewanne vorstellen, die vollgelaufen ist und nur einen ganz kleinen Abfluss hat: Wenn die CO₂-Konzentration einmal hoch ist, ändert sie sich nicht so schnell.

Was halten Sie von Geo-Engineering, etwa der Idee, CO₂ in der Erde zu speichern oder Chemikalien in die Atmosphäre zu schießen, um die Erwärmung zu mildern?

Das ist eine Übergangslösung, die mich an Drogenkonsum erinnert: Man nimmt Drogen, um sich kurzfristig besser zu fühlen, aber langfristig sind sie keine Lösung. Es könnte langfristig sogar schlechter sein, wenn man Chemikalien in die Atmosphäre

gegeben hat, die da nicht hingehören – denn keiner kennt die Folgen.

Wie wichtig ist das persönliche Verhalten, um Treibhausgase zu reduzieren?

Sehr wichtig. Ich selbst fahre Fahrrad und nutze öffentliche Verkehrsmittel, keiner in meiner Gruppe hier hat ein Auto. Ich lebe seit 16 Jahren nicht mehr in China und bin in der Zeit erst dreimal dorthin geflogen. Wenn wir auf Konferenzen gehen, versuchen wir diejenigen auszuwählen, die mit dem Zug erreichbar sind. Das bedeutet: Wien und Schleswig-Holstein statt USA. – Gut, Vegetarier sind wir nicht, aber wir leben ja auch in Bayern.

Es gibt in Deutschland das Ziel, den jährlichen Ausstoß auf eine Tonne pro Person herunterzufahren – von derzeit elf Tonnen. Dafür reicht es aber nicht, aufs Fliegen und auf Fleisch zu verzichten, oder?

Will man diese Verringerung auf eine Tonne pro Jahr ausschließlich durch individuelle Verhaltensänderungen erreichen, müsste jeder von uns täglich 150 Kilometer weniger Auto fahren oder 1,8 Kilogramm weniger Fleisch essen – täglich. Das geht aber gar nicht, im Durchschnitt fährt eine Person in Deutschland nur 32 Kilometer am Tag. Es muss also parallel andere Maßnahmen geben.

Derzeit wirkt es so, als ob die Wissenschaft hinterherrennt, während die Welt fröhlich weiter Treibhausgase emittiert. Glauben Sie, dass Ihre Detektivarbeit, wie Sie es nennen, noch rechtzeitig dazu beiträgt, dass sich die Menschen bessern?

Ich glaube, dass es nie zu spät ist, mit etwas zu beginnen. Jetzt ist schon ein kritischer Zeitpunkt, man muss etwas tun. Aber ich denke, wenn wir jetzt anfangen und die Politik nach unseren Erkenntnissen gezielte, optimierte Maßnahmen entwickelt, dann ist die Menschheit noch zu retten.

Berlin hat eine Umweltzone für den Autoverkehr eingeführt. Die Zahlen besagen, dass die Luft besser wird ...

... wie auch sicherlich durch die Dieselfahrverbote in anderen Städten, aber die Frage ist, ob die Luft gut genug wird.

Was wäre Ihre Lösung?

Unsere Vision ist eine Karte, die die Schadstoffverteilung innerhalb einer Stadt in Echtzeit abbildet. Wir arbeiten dafür mit den Münchner Stadtwerken zusammen. Wir wollen die Verteilung von Stickoxiden besser verstehen, um sinnvolle Maßnahmen

entwickeln zu können. Auf der Karte könnte man sehen, wann und wo in der Stadt die Schadstoffbelastung zu hoch ist. Die Stadtwerke sind bereit, uns alle Busse und Elektrofahrzeuge zur Verfügung zu stellen, das sind Hunderte Fahrzeuge. Die könnten mit Sensoren ausgestattet werden und als mobile Messstationen dienen. Die Daten würden dann in Echtzeit auf die Karte übertragen. Das wäre unser Zukunftskonzept und ein Paradebeispiel für Digitalisierung zum Wohle der Menschheit.

Wozu wäre eine solche Karte gut?

Statt pauschaler Fahrverbote, wie sie jetzt für Dieselfahrzeuge gefordert werden, denken wir eher an zeitlich und lokal begrenzte Fahrverbote: an einen *smart traffic*, in dem der Verkehr geschickt durch die Stadt geleitet wird, sodass die Schadstoffe nirgendwo bestimmte Konzentrationen überschreiten. Dazu könnte auch gehören, dass das Auto sich an die Umgebung anpasst: Fährt es durch eine belastete Gegend, werden die PS reduziert. Das wäre ein sogenanntes *close loop feedback*, eine Aktivkontrolle. Mit solchen Instrumenten könnte man sich viele Diskussionen sparen.

Das wäre ein hartes Durchgreifen, zu sagen: Hier ist schlechte Luft, und jetzt werden eure PS-Zahlen reduziert, fertig.

Ein intelligentes System, stadtweit.

Nichts mehr mit Selbstkontrolle also?

Man könnte es so einrichten, dass das Auto die PS nicht automatisch drosselt, sondern dem Fahrer einen Vorschlag dazu macht. Dann lautet die Frage: Sind Sie bereit, etwas für die Umwelt tun, für Ihre Mitmenschen? Da geht es dann auch um eine Haltung, um den christlichen Gedanken der Nächstenliebe. Denn: Man teilt die Luft. Ich bin nicht dafür, dass eine Diktatur jedem sagt, was er machen soll, sondern das Gewissen sollte entscheiden, die Moral.

Glauben Sie an das Gute im Menschen?

In Deutschland wären die Leute wohl bereit, auf einiges zu verzichten, sie wissen nur oft nicht, wie. Was ist effektiv, was nicht? Um das zu beurteilen, brauchen Sie Informationen – und die liefern wir. Dann kann jeder für sich entscheiden, was er macht. Hierzulande sieht es dafür sehr gut aus, jeder möchte etwas für die Umwelt tun, und es gibt diese Mentalität der Sparsamkeit.

Der Raumfahrer Alexander Gerst hat in einem Interview gesagt, er sei schockiert gewesen, als er von der Internationalen

Raumstation aus sah, wie viel vom Amazonasregenwald bereits abgeholzt ist. Würden Sie auch gern einmal zur ISS fliegen?

Auf jeden Fall! Da bekommt man sicherlich ein größeres Bild. Wobei wir uns das hier unten auch schon erschließen. Kollegen von mir haben eine Weltkarte der CO₂-Emissionen erstellt. Da sieht man, dass der Amazonaswald inzwischen weniger Kohlenstoffdioxid aufnimmt. Wir achten also nicht nur auf die Schadstoffquellen, sondern auch auf die Senken, in denen die Treibhausgase wieder aufgenommen werden. Aber unser Schwerpunkt liegt auf der Stadt. In einem Projekt gucken wir zum Beispiel, wie wirksam ein Stadtpark wie der Englische Garten ist. Die Bäume dort können nicht alles aufnehmen, aber sie tragen dazu bei, dass die Luft besser ist.

Wird sich der Städtebau in den kommenden Jahrzehnten verändern? Gibt es dann mehr Parks und begrünte Dächer?

Ja, aber Grün ist nicht gleich Grün. Die Grünflächen sind hinsichtlich der Fotosynthese unterschiedlich effizient. Die Bäume in einem Stadtpark nehmen beispielsweise mehr CO₂ auf als die in einem Wald: Sie haben weniger Konkurrenz ums Sonnenlicht, mehr Fläche für die Fotosynthese und bekommen mehr Nährstoffe.

Tokio hat bereits 2004 eine Verordnung eingeführt, dass alle Büro Neubauten, die mehr als vier Stockwerke haben, oben begrünt werden müssen. Dachgärten können eine Stadt ein bisschen runterkühlen.

Das stimmt. Diese aufgeheizten Straßen sind in Peking ein großes Problem. Aber wir hier können nicht die Lösung für alle vorhandenen Probleme finden. Wir sind keine Chemiker oder Biologen, wir sind Elektrotechniker. Wir können Daten dazu liefern, ob und wie gut eine Lösung funktioniert. Mit unserer Methode kann man all die Maßnahmen, die sich andere ausdenken, und deren Effekte beurteilen. Und das wird in Zukunft sehr hilfreich sein.

Bei so viel Treibhausgasen und Schadstoffen rauchen allmählich unsere Köpfe.

Sie haben recht. Wollen wir wieder etwas frische Luft reinlassen? –

Niels Boeing und Katrin Zeug haben den grünen Tee das ganze Gespräch über beobachtet. Am Ende hatte er sich rot verfärbt. Der Grund: Sein Theaflavin reagiert mit Luftsauerstoff. CO₂ war ausnahmsweise mal nicht schuld.