



Eine Welt aus Daten

Sieben Geschichten darüber, wie das Sammeln großer Informationsmengen unseren Alltag verändert – und welche Fragen das aufwirft **VON JULIA NOLTE**

Im Blick von oben wirken die Straßen Tokios wie ein Informationsnetzwerk. Für Verkehrsforscher sind sie das auch. Datenanalysen lassen die Geheimnisse von Büchern (Mitte) oder Blutzellen (unten) offenbar werden

Einfach noch mal genau hinsehen (1)

Die Physiknobelpreisträger haben Materie mit Mathematik erklärt

Das Neue, Unerwartete findet sich oft dort, wo niemand es vermutet: im Albtraum. Was uns von der Entdeckung abhält, ist einzig träge Gewohnheit: »Ham wir doch immer so gemacht.« Jahrhundertlang etwa galten Zeit und Raum als unverrückbare Konstanten – bis Einstein erkannte: Beides ist relativ.

Ähnlich ist es bei den diesjährigen Trägern des Physiknobelpreises. Auch sie haben Bekanntes in Zweifel gezogen und festgestellt, dass man die Dinge ganz anders betrachten kann. Leider ist ihr Gegenstand noch unanschaulicher, als Raum und Zeit es sind. Es geht um die Beschreibung der elektrischen Leitfähigkeit exotischer Materialien wie Supraleiter oder dünner magnetischer Filme. Anfang der 1980er Jahre galt dieses Gebiet der Physik als gut verstanden, bis David Thouless, Duncan Haldane und Michael Kosterlitz die Sache durch die Brille der mathematischen Topologie betrachteten.



Ein Donut ist aus Sicht der Topologie nur eine wulstartige Fläche mit Loch

Dabei gilt die Topologie, die sich mit den Eigenschaften mathematischer Strukturen beschäftigt, gemeinhin als ebenso abstrakt wie anwendungsfern (selbst der Versuch, sie anhand von Löchern in Brezeln oder Donuts zu veranschaulichen, scheitert in den meisten Fällen). Doch gerade die mathematische Perspektive führte zu überraschenden Einsichten, die heute Materialforscher in aller Welt elektrisieren und vielleicht künftig gar den Bau eines Quantencomputers ermöglichen.

Er sei selbst erstaunt, dass seine abstrakte Theorie sich als so fruchtbar erwies habe, gestand Haldane im Telefonat mit dem Nobelpremiekomitee. Das ist das Schöne am Denken: Das Eigenleben ihrer Ideen überrascht selbst deren Urheber. **ULRICH SCHNABEL**

Einfach noch mal genau hinsehen (2)

Der Medizinnobelpreisträger hat die Müllabfuhr der Zelle entdeckt

Auch der 71-jährige Japaner Oshinori Ohsumi hat noch einmal genau hingeschaut, wo vermeintlich alles geklärt schien. Was er dabei entdeckte, ist nun Teil der Antwort auf eine ganz fundamentale Frage allen Lebens: Wieso stirbt eine Zelle nicht sofort?

Denn betrachten wir Zellen mit den Augen eines Physikers, so sehen wir ein offenes System in einem Zustand hoher Ordnung. Organellen, Skeletstrukturen, winzige Reaktionsgefäße für den Stoffwechsel und vieles mehr. Dabei muss auch das System Zelle einem Grundgesetz der Physik gehorchen, dem zweiten Hauptsatz der Thermodynamik. Er schreibt vor, dass solche Systeme stets in eine Richtung streben: Unordnung. Biologisch betrachtet heißt das: Die Zelle strebt dem Tod entgegen. Eiweiße brechen, Organellen werden defekt, Stoffwechselanlagen rosten.



An Hefen wie in diesem Bier forschte Oshinori Ohsumi

Überleben kann sie nur, indem sie ständig Energie aufnimmt, um ihre Ordnung zu halten. Das Ergebnis sind erneuerte Strukturen, aber auch alter Zellmüll. An ihm würde die Zelle ersticken. Deshalb hat sich Oshinori Ohsumi gefragt: Wie besitzt die Zelle ihren Müll? Antwort: Indem sie es schafft, Eiweißagregate, abgenutzte Zellorganellen, sogar eingedrungene Erreger zu zerlegen, zu recyceln oder aus ihnen Energie zu gewinnen. Autophagie nennt die Fachwelt das.

Die Erkenntnis, für die Ohsumi den diesjährigen Medizinnobelpreis erhält, ist mehr als nur verdienstvolle Grundlagenforschung. Der Japaner hat das Rätsel gelöst, wie das Leben dem Tod durch Thermodynamik entkommt. Wenigstens für eine gewisse Zeit. **ULRICH BAHNSEN**

Der Nobelpreis für Chemie wurde erst nach Redaktionsschluss dieser Ausgabe verkündet. Den Bericht dazu finden Sie auf zeit.de/nobelpreis

Rohstoff des Wissens

Eine beispiellose Datenfülle verändert die Wissenschaft

Jedes noch so große Genie baut auf der Arbeit unzähliger Vorgänger, Kollegen und Konkurrenten auf (es steht, um es mit Isaac Newton zu sagen, »auf den Schultern von Giganten«). Und da viele Forscher zunehmend computerunterstützt arbeiten, stehen sie auch auf Bergen von Daten.

Immer bessere Möglichkeiten zum Sammeln und Auswerten von Informationen verändern unser Leben (diese Seite). Aber warum soll nur auswerten, wer selbst gesammelt hat? Schließlich verheißt die freie Weitergabe von Daten mehr Erkenntnisgewinn. Das zeigt beispielhaft das **europäische Copernicus-Projekt** (Seite 36).

Open Data, der Zugang zum Rohstoff des Wissens, ist zum Großthema der Forschungspolitik geworden. Es ist eine historische Veränderung, die jeden Forscher vom Doktoranden bis zum künftigen Nobelpreisträger betreffen wird. Sie könnte den **wissenschaftlichen Prozess** in seinem Kern verändern (Interview Seite 37).

Wissenschaftler müssen mit **sehr großen Datenmengen** umgehen. Den Vergleich zu unserem digitalen Alltag zeigt die Grafik auf Seite 40.

1. Die Parkplatz-Suchmaschine

Nie wieder im Stau stehen, keine roten Ampeln mehr und immer einen Parkplatz finden ... Autofahrer mögen davon träumen, durch Datenanalyse im großen Stil könnte diese Utopie wahr werden. So finden die Stockholmer schon 2006 an, ihren Straßenverkehr per Big Data zu steuern. Innerhalb von nur drei Jahren habe man die durchschnittliche Fahrzeit der Autofahrer um die Hälfte und den Schadstoffausstoß um ein knappes Fünftel senken können, berichtet IBM, von dem das smarte Verkehrssystem stammt. Zunächst kommunizierten in der Innenstadt Funkmarker in den Autos mit Kontrollstationen entlang der Straßen, auf diese Weise wurde die Fahrt automatisch abgerechnet. Heute erfassen Kameras Autokennzeichen, und die Gebühren werden monatlich abgerechnet.

Auch hierzulande erhoffen sich Verkehrsdementen von Big Data flüssigeren Verkehr, bessere Stadtluft und mehr Klimaschutz. Die nötigen Daten jedenfalls wären vorhanden: Jede größere Stadt mit eigenem Verkehrsleitsystem speichert rund um die Uhr die Bewegungen auf ihren Straßen.

In Darmstadt zum Beispiel erfassen Tausende von Detektoren, wann Fußgänger Ampelknaster drücken oder Busse und Straßenbahnen ihren Sonderampeln ein Signal senden. Induktionschleifen im Asphalt melden, wann und wie lange sie überrollt wurden. Daraus ergibt sich die Geschwindigkeit der Autos. Und rund 200 Kameras an 180 Ampeln zählen die Fahrzeuge – ohne sie zu fotografieren oder die Kennzeichen zu erfassen, sagt Max Mühlhäuser, Informatikprofessor an der TU Darmstadt. Er und sein Team haben eine Plattform entwickelt, die all diese Verkehrsdaten verknüpft, auswertet und sie darüber hinaus öffentlich sichtbar macht: Open Data aus dem Stadtverkehr.



Die dazugehörige Traffic App zeigt einen Straßenplan der Darmstädter Innenstadt, der alle 300 Millisekunden aktualisiert wird und die Verkehrslage in Echtzeit wiedergibt. Grün heißt freie Fahrt, Gelb stockender Verkehr, und Rot bedeutet Stau. Das wirkt ähnlich wie bei Google Maps. Doch die Traffic App soll bald mehr bieten: dem Fahrer mitteilen, wie schnell er fahren muss, damit er die nächste Ampel bei Grün erwischt, oder ihn zu einer freien Parklücke lotsen.

Offene Fragen: Wie anonym können solche Systeme funktionieren? Wird diese Technik bald genutzt, um Bewegungsprofile zu erstellen?

2. Das Blut als Datenträger

Die Spuren eines Tumors, der irgendwo im Körper wächst, in einer kleinen Blutprobe aufzuspüren und seine Art zu bestimmen, das ist das Versprechen von *liquid biopsy*. Diese Flüssigbiopsie erspart dem Patienten die herkömmliche, mehr oder weniger riskante Gewebentnahme, bei der mit einer Nadel ins betroffene Organ gestochen wird. Per Blutuntersuchung, so sagt es das Deutsche Krebsforschungszentrum, könne man etwa einen Rückfall sehr früh erkennen oder regelmäßig überwachen, ob ein Tumor auf eine Therapie reagiert.

Dafür genügen zwei Teelöffel Blut: Molekularbiologen fischen darin treibende Tumorzellen oder Erbgutabschnitte von Tumorzellen heraus und lassen sie analysieren. Eine Software vergleicht die DNA-Abschnitte mit Daten aus dem Erbgut Gesunder und erkennt dadurch die krankhaften Veränderungen. Dabei fallen unzählige Informationen an. Jede einzelne erfolgreiche Analyse verbessert die Aussagekraft dieser

Methode, die Diagnose wird genauer, und Ärzte können gezielter Medikamente auswählen. »Verbesserte Rechenleistung wird dazu führen, die Komplexität von tumorbedingten Erbgutveränderungen besser in den Griff zu bekommen und somit die Genauigkeit der *liquid biopsy*-Analysen zu steigern«, sagt Klaus Pantel, Professor für Tumorbiologie am Universitätsklinikum Eppendorf. Das ist das Versprechen von Big Data gegen Krebs.

Offene Fragen: Wie zuverlässig ist die Diagnose? Werden die Krankenkassen die flüssige Biopsie und ihre Analyse erstatten?

3. Eine Bibliothek lesen

Big Data revolutioniert gerade einen Forschungszweig, bei dem man es vielleicht am wenigsten vermuten würde: die Literaturwissenschaft. Vorreiter ist Franco Moretti, Literaturprofessor aus Kalifornien (und Bruder des Filmregisseurs Nanni Moretti). Der Professor erforscht Literatur, indem er sie nicht aus der Nähe, sondern aus der Ferne betrachtet. *Distant reading* nannte er seine Methode ursprünglich im Scherz als Gegensatz zum althergebrachten *close reading*, bei dem der Leser in einem Buch gleichsam versinkt. Aber längst ist die Formulierung zum Inbegriff einer neuen quantifizierenden Literaturanalyse geworden. Den Forschern geht es nicht mehr um den einen Absatz, die eine Seite eines Textes, sondern um wiederkehrende Muster in einer großen Textmasse. Leser ist dabei ein Computerprogramm, das digitalisierte Bücher auf unterschiedliche Kriterien hin auswertet. Zum Beispiel, indem es zählt, wie häufig das Wort Liebe in einem Text vorkommt. In Morettis aktuellem Forschungsprojekt analysiert die Software gleichzeitig 15 000 Romane, die zwischen den Jahren 1700 und 1900 erschienen sind und in London spielen. Eine bestimmte Anzahl von Wörtern vor und nach Namen von Londoner Parks, Plätzen, Straßen oder Brücken wird auf ihren emotionalen Gehalt hin untersucht: Deuten sie auf Glück hin oder auf Traurigkeit? Die Ergebnisse fließen in Excel-Tabellen ein und werden dann mit einer Karte verknüpft, sodass ein »Gefühlsstadtplan« entsteht. So zeige sich etwa, dass der Tower – kaum überraschend – lange Zeit mit Angst ver-

Eine Welt aus Daten Fortsetzung von S. 35

bunden war. »Um das herauszufinden, hätten wir kein Big Data gebraucht, sagt Moretti. »Was wir allerdings ohne die Analyse von Abertausenden von Ortsnamen nicht gewusst hätten: dass die Darstellung von London im Roman nach 1800 gleich blieb, obwohl sich die soziale Wirklichkeit längst gewandelt hatte.«

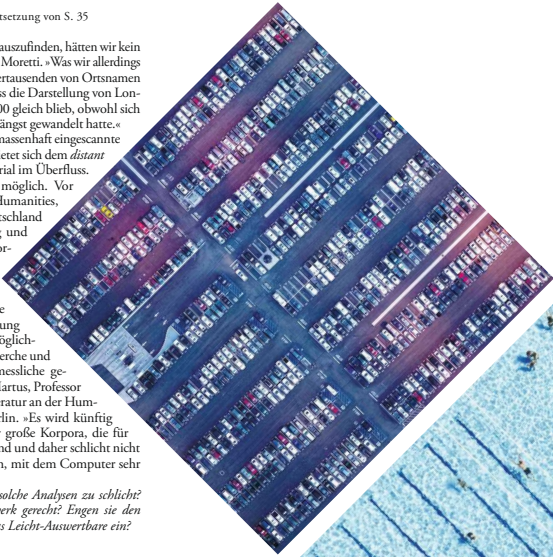
Seitdem im Internet massenhaft eingescannte Bücher verfügbar sind, bietet sich dem *digital reading* Forschungsmaterial im Überfluss. Google Books macht's möglich. Vor allem in den Digital Humanities, einem Fach, das in Deutschland bisher nur in Würzburg und Leipzig als Bachelorstudiengang angeboten wird, verspricht man sich neue Erkenntnisse durch die quantitative und statistische Auswertung von Literatur. »Die Möglichkeiten der digitalen Recherche und Analyse sind ins Unermessliche gewachsen«, sagt Steffen Martus, Professor für Neuere deutsche Literatur an der Humboldt-Universität zu Berlin. »Es wird künftig darum gehen, unfassbar große Korpora, die für jedermann zugänglich sind und daher schlicht nicht ignoriert werden können, mit dem Computer sehr genau zu analysieren.«

Offene Fragen: Sind solche Analysen zu schlicht? Werden sie dem Kunstwerk gerecht? Engen sie den Blick der Forscher auf das Leicht-Auswertbare ein?

4. Der Trend in Echtzeit

Durch die Clubs streifen und beobachten, was die hippen Leute tragen, das haben Trendscouts eigentlich nicht mehr nötig. Sie können ja virtuelle Treffpunkte auswerten lassen: bei Instagram, Snapchat oder Twitter, auf Fashionblogs und Modeplattformen. Analyseprogramme werden dafür reihenweise Fotos und Texte in sozialen Medien nach vorgegebenen Kategorien aus. Beim Beispiel der Modebranche könnten das Kleidersorten, Farben oder Schnitte sein. Die Treffer werden dann mit statistischen und linguistischen Verfahren begutachtet: Wie häufig wird eine Handtasche mit Wildlederfransen erwähnt? Welche Farbe wird besonders oft genannt? Welcher Jeansschnitt taucht in allen Fashionblogs auf? Aufschluss darüber, ob positiv, negativ oder neutral über ein Kleidungsstück gesprochen wird, verspricht schließlich eine Sentiment-Analyse. Solche Untersuchungen haben in den vergangenen Jahren in den Sozialwissenschaften einen regelrechten Hype ausgelöst, allerdings auch viele Erwartungen enttäuscht. Schließlich werden hier keine repräsentativen Aussagen, sondern ganz spezielle Äußerungen besonderer Gruppen analysiert.

Generell gilt, je mehr Beiträge erfasst werden, desto verlässlicher ist die Auswertung, welche in Echtzeit an die Modehersteller weitergeleitet wird. Der kann Trends so viel schneller bedienen. Schon heute vergehen von der Analyse bis zum neuen Kleidungsstück bei großen Modeketten nicht mehr als drei Wochen. Und in Zukunft könnten Trends noch viel kurzlebiger werden.



Luftbilder zeigen: Die Welt besteht aus Daten. Wo ist auf dem Parkplatz in Los Angeles (links) noch eine Lücke? Wie viele Schwimmer ziehen im Münchner Schryenbad (Mitte) über's Bahnen?



Offene Fragen: Verkaufen die Hersteller dadurch auch mehr? Sprache, besonders Jugendsprache, ist komplex, mehrdeutig und wandelt sich schnell – interpretiert die Software den Slang auch richtig? Und wo bleibt noch Zeit für kreative Designs?

5. Ein Überall-Dolmetscher

Wer in der Fremde nach dem Weg fragen möchte, kann das gestro seinem Smartphone überlassen. Der Reisende spricht einfach in seiner Muttersprache in das Gerät, und dieses wiederholt die Frage in der jeweiligen Landessprache, gut hörbar für den hilfsbereiten Einheimischen, der wiederum seine Antwort ins Gerät diktiert, das dann ... – und so weiter.

Schon heute übersetzen Google Translate, Yahoo oder der Bing Translator Textdokumente und Webseiten aus allen möglichen Sprachen wenigstens so gut, dass man sie ungefähr versteht. Und der Videotelefonie-dienst Skype wiederum bietet Simultanübersetzungen für derzeit acht Sprachen an (Arabisch, Chinesisch, Deutsch, Englisch, Französisch, Italienisch, Portugiesisch und Spanisch). Maschinelle Spracherkennung und sofortige Übersetzung werden »durch Datenanalyse immer besser werden, sodass man bestimmt in fünf bis zehn Jahren für den Alltagsgebrauch mehr als ausreichende automatische Simultanübersetzungen benutzen kann«, prophezeit Matthias Hagen. Er ist Juniorprofessor und Leiter einer Forschergruppe für Big-Data-Analytics an der Bauhaus-Universität Weimar. »Dann muss vielleicht nicht mehr jeder zwei, drei Fremdsprachen lernen, da es viele sehr gute Übersetzungswerkzeuge geben wird.«

Möglich wird dies durch die Analyse von Milliarden Texten im Web und durch immense Sammlungen von Sprachdaten. Dies sind Audio-dateien mit aufgezeichneten oder eingesprochenen Wörtern, Phrasen und Sätzen in unterschiedlichsten Sprachen, die in den Rechenzentren der Konzerne liegen. Mit ihnen werden die maschinellen Übersetzer trainiert. Eine Software wandelt das Gesprochene in Text um, untersucht die Häufigkeiten der möglichen Wortgruppen im Web und spuckt dann die wahrscheinlichste Übersetzung aus.

Offene Fragen: Droht der Niedergang des Kulturguts Fremdsprache? Und was wird auf der Jagd nach Sprachdaten alles gespeichert?

6. Das vermessene Lernen

Wenn ein Schüler auf einem Laptop ein E-Book liest oder ein Student das E-Learning-Angebot seiner Uni nutzt oder wenn irgendjemand im Internet einen Online-Kurs besucht, dann lernt diese Person nicht nur. Sie generiert gleichzeitig Unmengen an Daten. Die Auswertung bezeichnet man als *educational data mining*, erklärt Tim Jülicher von

Institut für Medienrecht an der Universität Münster. »Erfassen lässt sich nicht nur die IP-Adresse und der Benutzername des Lernenden, sondern auch Texte aus Diskussionsforen oder Video- und Audiodaten, die jemand hochlädt.« Außerdem wird zum Beispiel gespeichert, wie lang jemand für die Lektüre einer Seite gebraucht oder welche Folien er besonders oft heruntergeladen hat.

Sobald solche Daten verknüpft und analysiert werden, entstehen einerseits unabhärbare Datenschutz-Risiken, andererseits aber auch große Chancen für eine bessere Bildung. Viktor Mayer-Schönberger ist der Vordenker der Großdatenanalyse (siehe auch Interview Seite 37). In seinem neuen Buch *Lernen mit Big Data – die Zukunft der Bildung* beschreibt der Jurist vom Oxford Internet Institute eine »neue Ära hochgradig personalisierter Lernkontexte«, die gerade anbricht. Eine Software etwa, die das Verhalten eines Schülers analysiert, kann sich ihm anpassen: Zu viele Fehler? Wiederholen wir die Lektion! Alle Antworten richtig? Überspringen wir die nächste Übung! Kein Lehrer kann so individuell auf das Lerntempo eines jeden Schülers eingehen. Gleichzeitig werden Geschwindigkeit und Fortschritt genau dokumentiert und dem Schüler mitgeteilt. Vielleicht motiviert ihn das ja ...

Offene Fragen: Wie geschätzt bleiben solche Daten? Erzeugen sie einen ungeahnten Leistungsdruck? Was ist, wenn mögliche Lernschwächen beispielsweise für spätere Arbeitgeber ersichtlich werden?

7. Die Verbrechenvorhersage

Wo wird der nächste Einbruch stattfinden, wo der nächste Autoklau? Wüsste die Polizei so etwas, wäre ihre Arbeit einfacher: einen Streifenwagen hinschicken und den Dieb verhaften – Fall gelöst.

Großdatenanalyse eröffnet der Polizei heute tatsächlich die Möglichkeit, wahrscheinliche Straftaten zu erahnen. *Predictive policing* nennt sich das, also vorhersagende Polizeiarbeit. Basis dafür ist eine Datenbank voller Informationen über Delikte, Tatorte und Zeitpunkte aus der Vergangenheit. So hat die US-Firma PredPol ihr Analysestool mit Daten aus 13 Millionen Delikten aus den vergangenen 80 Jahren gefüttert. In diesem gigantischen Archiv des Verbrechens finden sich ähnliche Muster wie in Aufzeichnungen von Erdbeben und Nachbeben, sagt George Mohler, Mathematiker und Kopf hinter dem mathematischen Modell. Nach einem Erdbeben ist die Wahrscheinlichkeit hoch, dass es bald ein Nachbeben in der Nähe gibt. Analog dazu: Wo ein Dieb erfolgreich war, schlägt er wohl bald erneut zu.

Die Software spuckt auf der Basis vergangener Ereignisse Abschätzungen für die zukünftige Verbrechensverteilung aus. Jeder neue Eintrag in der Datenbank verändert die Bewertung. Auf einer Landkarte sind gefährdete Gegenden rot markiert. Dort können die Polizisten dann häufiger auf Streife gehen. Auch in Deutschland werden seit zwei Jahren in mehreren Bundesländern auf diese Weise Einbrecher gejagt, Vorreiter ist Bayern.

Offene Fragen: Geneten die Menschen in den als gefährlich markierten Gebieten unter Generalverdacht? Genügt so eine Prognose als rechtliche Grundlage für eine Personenkontrolle? Und falls die Verbrechenquote sinkt, liegt das dann an der guten Vorhersage oder an der stärkeren Polizeipräsenz?



Daten verändern den Berufsalltag. Sie machen die Suche nach Tälern einfacher (rechts oben), aber auch die Vorhersage von Künftigen Farb- und Modetrends (links unten)

Mit offenen Augen

Bald schauen zehn Copernicus-Satelliten auf die Erde. Was sie messen, darf jeder sehen VON FRITZ HABEKUSS

Der erste Wächter benötigte 26 Minuten für die Reise vom europäischen Welt-raumbahnhof Kourou in den erdnahen Orbit. Wie ein frisch geschlüpfter Schmetterling entfaltete sich der tonnenschwere Satellit in 700 Kilometer Höhe. Sein Name: Sentinel-1A. Seine Mission: eine neue Ära der Beobachtung der Erde vom Weltraum aus. Seit April 2014 tastet er 24 Stunden am Tag per Radar die Oberfläche der Erde ab, durch Wolken, Dunst und in nächtlicher Dunkelheit. Ein paar Monate nach seinem Start begann er, seinen Blick von oben mit der Erde zu teilen.

Sentinel-1A markierte ein neues Kapitel von Copernicus. So nennt die europäische Raumfahrtbehörde Esa ihr Programm zur Erdbeobachtung. Es kostet insgesamt 6,3 Milliarden Euro und wird

während einer komplizierten Herzoperation. Rund um die Uhr funkt die Wächterflotte Wald über solche Parameter wie Temperatur, Waldbedeckung, Meeresströmungen, Vegetationsmuster, Verstädterung und die Zusammensetzung der Atmosphäre an die Bodenstationen.

Das alles ist schon beeindruckend, aber einzigartig wird diese Anstrengung erst in Kombination mit etwas anderem: Die Esa gibt alle Messwerte frei heraus. Jeder kann sich über die Projektseite von Copernicus im Internet in die jeweilige Datenbank einloggen und Hunderte von Terabyte herunterladen. Insgesamt gibt es Tausende von verschiedenen Parametern, die Copernicus erhebt und in ein für jeden zugängliches Format umwandelt. Die Augen Europas blicken hinunter auf die Erde, und jeder darf mitverfolgen, was sie sehen.

Der Anstoß zu dieser Freizügigkeit kam aus den USA. Vor rund zehn Jahren begann die Nasa damit, ihre Erdbeobachtungsdaten zu verschenken. Europa musste nachziehen. »Wir haben anfangs versucht, unsere Daten zu kommerzialisieren«, erzählt Josef Aschbacher. Der Österreicher ist Esa-Direktor, verantwortet die Erdbeobachtung und gehört seit dem ersten Tag zum Copernicus-Team. »Aber die Einnahmen haben unsere zusätzlichen Ausgaben kaum gedeckt. Und da die Nasa-Daten nun ohnehin frei zugänglich waren, ergab es keinen Sinn, an unserer Politik festzuhalten«, erzählt Aschbacher. Und dann sagt er: »Wir wollen ja, das möglichst viele Leute nutzen, was wir produzieren – ein wichtiges Motiv von Open Data.

Zu den »Leuten« zählt Nathalie Petrotelli. Die Ökologin arbeitet bei der Zoological Society of

London und beschäftigt sich früh in ihrer Karriere mit der Frage, wie Pflanzenwachstum und Populationen von Rehen zusammenhängen. Um dieses Zusammenspiel zu verstehen, griff sie auf Satellitendaten zurück. Petrotelli war eine Pionierin. Das würde nicht funktionieren, sagten ihr Kollegen. »Damals hatte kaum jemand in der Biologie Erfahrung, wie man diese Daten nutzt. Das wurde Geografen gelehrt«, erzählt sie. Also brachte sie sich selbst bei, die Bilder auszuwerten, und bewies ihren Kollegen, dass es doch möglich ist. Sie zeigte in den folgenden Jahren etwa, dass die Vegetation im Tschad ausreichend war, um Säbelantilopen anzusiedeln, oder dass die Küste in Indien deshalb erodiert, weil Menschen die Mangrovenwälder abholzten. Noch immer, findet Petrotelli, greifen ihre Kollegen zu wenig auf Beobachtungen zurück, die Raumfahrtagenturen bereitstellen. »Es wird immer einfacher, an die Informationen zu kommen, und ein Teil der Biologen nutzt sie bereits. Aber längst noch nicht die Mehrheit.«

Dabei ist es erstaunlich, wie viele Einzelsatelliten die Copernicus-Daten abdecken werden, wenn die Flotte 2021 erst komplett ist. Die beiden Sentinel-1-Satelliten überwachen zum Beispiel, wie Eis an den Polen wächst oder sich zurückzieht. Sie registrieren außerdem Vulkanaktivitäten, Erd-rutsche oder Überflutungen. Copernicus kann im Katastrophenfall binnen 48 Stunden, in besonderen Fällen auch binnen 12 Stunden, hochauf-

lösende und bereits aufbereitete Bilder von Krisenregionen liefern, damit Helfer einen schnellen Überblick bekommen: Welche Straßen sind noch passierbar? Welche Gebäude stehen noch? Wo müssen die meisten Opfer vermutet werden? Auch das Bundesamt für Bevölkerungsschutz und Katastrophenhilfe nutzt die Copernicus-Daten, um im Krisenfall schneller und koordinierter reagieren zu können.

Die Satelliten im Orbit können Meere beobachten und erkennen, ob ein Schiff illegalerweise Öl ablässt, welche Häfen es ansteuert und ob es sich in verbotenen Gewässern aufhält. Sie werden die Temperatur von Land und Meeren messen, die Konzentration von klimawirksamen Treibhausgasen bestimmen, Meeresströmungen verfolgen, Flüsse und Kanäle beobachten – auch Grenzen überwachen.

Verwertet man all die Informationen, welche Copernicus in Form von optischen und Radar-signalen erfasst, kann daraus viel Wissen über unsere Welt entstehen. Nathalie Petrotelli weiß, dass in ihrem Fachgebiet nicht nur Europäer davon profitieren: »Denken Sie an die Sahara, den Sundabogen in Südostasien, die Wüste Gobi. All diese Gebiete sind mit konventionellen Methoden wie Feldbegehungen praktisch nicht zu messen. Fernerkundungsdaten sind eine nachhaltige, kostengünstige Alternative, um auch solche Ökosysteme zu überwachen.«

Natürlich existieren noch mehr Datensammler am Himmel. Die Nasa schickte 2013

Landsat8 für ähnliche Zwecke in den Orbit. Bei der Erdbeobachtung sind Europa und die USA im Prinzip Partner, ab und zu aber auch Konkurrenten, erzählt Esa-Direktor Josef Aschbacher: »Manchmal treten wir bewusst in den Wettstreit, etwa bei Sentinel 2 und Landsat. Beide überwachen die Erde im optischen Bereich. Europa findet diesen Bereich so wichtig, dass wir hier eigene Daten generieren wollen.«

Momentan erzeugt die Sentinel-Flotte täglich sechs Terabyte Informationen. Ein gewaltiger Schatz, und doch sind Copernicus und seine Dienste außerhalb von Fachkreisen noch ziemlich unbekannt. »Ich würde mir wünschen, dass die Erkenntnisse, die wir Tag für Tag gewinnen, auch tatsächlich an die Entscheidungsträger gelangen«, sagt Aschbacher. Der Esa-Mann erzählt, er selbst legte sich oft in die Datenbanken ein und schaute einfach die Bilder der Weltraumwächter an. »Ich habe die Daten ständig vor mir, und manchmal tut es weh, dabei zuzusehen, wie wir unsere Erde überwachen«, sagt er. »Wenn Politiker dieses Wissen hätten, könnte das ihr Bewusstsein darüber ändern, wie wir die Welt behandeln. Sie könnten dann Entscheidungen treffen, die unseren Planeten aggressiver schützen.«

Dieser Blick von oben, aus der Wächterperspektive im Erdorbit, erinnert wie kein Zweiter an diese simple Wahrheit, die man unten auf der Erde so leicht vergisst: dass unser Planet eine winzige blaue Murnel ist, die durch einen unendlichen Kosmos treibt. Das kann sich jeder mit Copernicus selbst vergegenwärtigen, Tag für Tag, in Echtzeit.

www.zeit.de/audio

Fotos (Ausschnitte): M. Hitoshi/Getty Images; E.+/Getty Images; B. Lang/Stone/Getty Images; A. Tomer-vic/Moment Open/Getty Images; Copernicus data (2015)/ESA (v. o.)

Die Po-Ebene bei Pavia, aufgenommen von einem Copernicus-Satelliten. Die Rottöne verraten den Experten, welche Feldfrüchte hier wachsen

