

Wie die Forscherwelt zusammenhält: Kreise stehen für Disziplinen, gleichfarbige Links für intradisziplinäre, graue für interdisziplinäre Verbindungen.

Boyack und Klavans, SciTech Strategies / Bearbeitung F.A.S.

Gekugelt: Die Welt der Wissenschaft

Wie hängen wissenschaftliche Disziplinen zusammen, wo entstehen neue Forschungsgebiete? Netzwerkvisualisierungen können Antworten sichtbar machen.

VON SABINE WIENAND

Manchmal sagt ein Bild mehr als tausend Worte, manchmal sorgt es erst dafür, dass man tausend Worte sagen kann. Man stelle sich vor, da käme jemand, schwer beladen mit gut 16 000 wissenschaftlichen Journalen, und würde uns den Packen hin mit der Aufforderung, die gut sieben Millionen wichtigsten Artikel der letzten fünf Jahre kurz durchzusehen und ein paar Sätze zur aktuellen Lage der vernetzten Welt der Wissenschaften zu sagen. Man säße wohl ziemlich sprachlos und verloren im großen Textschwungel.

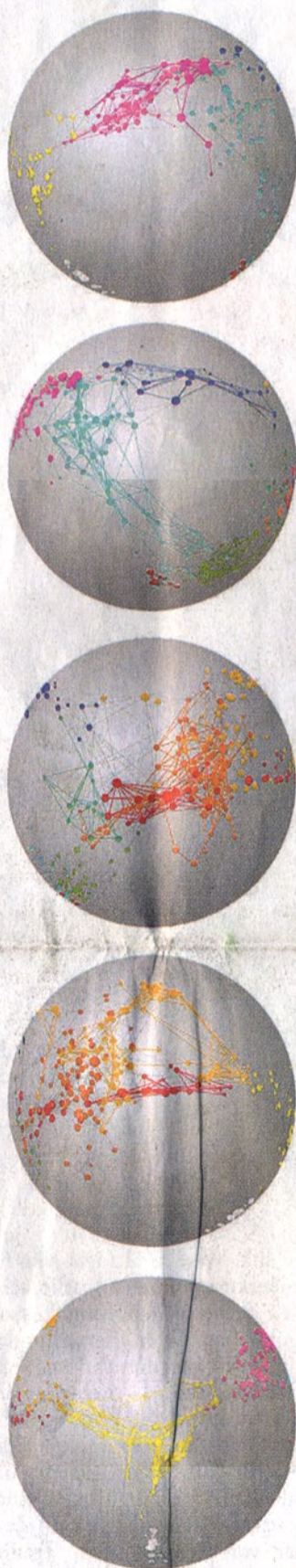
Das Einzige, was in solchen Fällen aus dem Datendickicht retten kann, ist eine gute Karte. Etwa solch eine wie die oben gezeigte „Map of Science“ von Dick Klavans, dem Chef der amerikanischen Firma SciTech Strategies in Pennsylvania, und Kevin Boyack vom Mathematik- und Informatikzentrum der Sandia National Laboratories in New Mexico. Die beiden Wissenskartographen haben sich tatsächlich 16 000 Journale vorgenommen, sieben Millionen veröffentlichte Artikel in 550 Disziplinen sortiert, die Beziehungen zwischen diesen Disziplinen untersucht und sichtbar gemacht, mal auf einer Karte, mal auf Globen.

Vielleicht erwartbar, aber trotzdem schön zu sehen, fällt zunächst der anfangslose und damit auch zentrumslose Reigen der Disziplinen auf: Zwei kleine hellgelbe Kreise links der Netze von Mathematik und Ingenieurwissenschaften zeigen deren Verbindung zu den Sozialwissenschaften, die später am rechten Bildende auftauchen. Und ja, in einer vernetzten Welt ist über ein paar Stationen alles mit allem verbunden. Doch die Karte bietet mehr als informationsästhetische Spielereien. Sie ist ein gutes Beispiel dafür, wie Terabytes von Daten anschaulich gemacht und Beziehungsgeflechte visualisiert werden können. „Unsere Grunddaten über wissenschaftliche Publikationen

stammen aus zwei großen Zitationsdatenbanken, dem „Thomson Scientific“ und dem „Scopus“, sagt Kevin Boyack. „Um zunächst Journale und Tagungsbände Disziplinen zuzuordnen, haben wir die Ähnlichkeit der Journale berechnet. Das geht über Quadratmatrizen ziemlich leicht.“ Als Maßstab für Ähnlichkeit gilt dabei, wie stark die Bibliographien und Schlüsselwörter der Publikationen überlappen. Mit einem speziellen Layout-Algorithmus, dem VxOrd, ließen sich die Journale dann in 550 Cluster bündeln. Die so entstandenen Kreise oder Knoten auf der Karte lassen sich zuweilen mit Studienfächern gleichsetzen, etwa Kunstgeschichte, weit häufiger aber mit Spezialgebieten – Urologie, Krebs, Chirurgie –, die dann durch Gleichfarbigkeit als zusammengehörig („Medizinische Fachgebiete“) gekennzeichnet sind.

Wie aber finden diese 550 Knoten ihre Positionen zueinander auf dieser Weltkarte des Wissens, fragt sich der der Algorithmenanwendung und Graphentheorie Unkundige. Boyack vereinfacht: „Stellen Sie sich vor, dass die Themencluster flache Scheiben sind, die mit Gummibändern in einem Netzwerk miteinander verbunden sind. Man nimmt dicke Gummibänder (mathematische „Kanten“) für starke thematische Überlappungen, dünne für schwache Zusammenhänge.“ Dann zieht man das Gummischeiben-Gewirr mit beiden Händen auseinander und steckt einen Ball dazwischen. Die dicken Bänder dehnen sich kaum, die dünnen hingegen stark. Allzu schwache Verbindungen, die theoretisch auch durch die Globenmitte spannen könnten, werden bei dieser Übersichtskarte herausgerechnet, und nur die stärksten zehn bis 15 Verbindungen berücksichtigt. „Die sogenannten „schwachen Kanten“ stecken aber in unseren Daten weiter drin. Wir untersuchen sie, wenn wir sehen wollen, wo interdisziplinäre Forschungsfelder entstehen. Um die allgemeine Struktur von Wissenschaft zu definieren, sind sie aber weniger wichtig“, so Boyack.

Das Netzwerk ordnet sich also auf Basis der Kräfte der Gummibänder und der Summe der Spannung an jeder Scheibe an. Und schon herrscht beste Ordnung auf dem Wissenschaftsglobus. Zumindest vorübergehend, denn die Themenkontinente sind nicht statisch verteilt. Jede neue Veröffentlichung, jeder neue Forschungstrend



Die „Map of Science“ lässt sich über eine Mercatorprojektion auf einer Kugel darstellen. Unser Wissensglobus dreht sich von oben nach unten jeweils 72 Grad um seine Achse. Die Themenkontinente und ihre Verbindungslinien haben sich automatisch so arrangiert, dass die Pole frei bleiben.

verschiebt sie in ihrer Lage zueinander. Tatsächlich bewegt sich die Struktur nicht in Richtung einer stabilen Verteilung, vielmehr wachsen die Beziehungen zwischen bislang entfernteren Gebieten, während die zwischen Nachbarfeldern schwächer werden. Die Wissenschaft ist im Wandel. Am stärksten nahmen etwa im Zeitraum von 2001 bis 2005 die Verbindungen zwischen Biotechnologie und den Ingenieurwissenschaften zu: ein Zeichen, dass Bioinformatik einer der besonders aktiven neuen Hotspots der Wissenschaft ist.

Jährliche Updates der Karte von Klavans und Boyack zeigen im allgemeinen Überblick deutlich, wo die Veröffentlichungstrends liegen. Möglich ist es aber auch, die Daten für einzelne Staaten, für Universitäten oder Forschungseinrichtungen so aufzubereiten, dass ihnen die Karte zeigt, wo sie im Vergleich zu ihrer Konkurrenz stehen. Wenn sie an den Grundsatz „Publish or perish“ glauben.

Doch auch in der Momentaufnahme kann von gleichmäßiger Verteilung nicht die Rede sein. So wundert man sich im ersten Moment vielleicht über die Mathematik. Liegt sie nicht ein bisschen klein und verloren am linken oberen Bildrand? „Natürlich steckt in den meisten Fachbereichen Mathematik. Doch die, die dort angewandt wird, ist in den meisten Fällen mindestens Jahrzehnte alt“, sagt Boyack. „Unsere Karte zeigt dagegen die Wechselbeziehungen der letzten Jahre, und was an Mathematik und Physik in dieser Zeit veröffentlicht wurde, ist momentan eher reine Wissenschaft.“ Als Unterstützung anderer Wissenschaften werden ihre aktuellen Erkenntnisse wohl erst später dienen. Außerdem scheint die Mathematik auch in sich etwas sparsamer mit Verweisen auf verwandte Literatur zu sein als etwa die Biochemie.

„Das ist dennoch die umfassendste Karte der Wissenschaft, die jemals geschaffen wurde“, erkennt Katy Börner, Professorin für Informationswissenschaft an der Indiana University in Bloomington, an. Auch deshalb hatte sie eine frühere Version als Kuratorin in ihre große Ausstellung „Places and Spaces, Mapping Science“ aufgenommen. Auch in ihrer eigenen Arbeit als Direktorin des Information Visualization Labs tüftelt sie mit verschiedenen Datenanalyse- und Modellierungstools daran, Wissensnetzwerke sichtbar zu machen. Eine ihrer

graphischen Darstellungen zeigt etwa ein Mosaik der Struktur der englischsprachigen Wikipedia. Leicht fallen als rote Kreise die am häufigsten (und massivsten) bearbeiteten Einträge, seit Wikipedia 2001 online ging, ins Auge. Unter den Top 20 erwartbare Einträge wie „Jesus“ und „Adolf Hitler“, erstaunlicherweise aber auch „Oktober 2003“ und „Anarchismus“.

Börner wünscht sich für die Netzwerkkarten der Zukunft vor allem noch mehr Daten und noch mehr Vernetzung: „Die heutigen Wissenschaftskarten berücksichtigen meist nur Forschungsergebnisse, die auf Englisch veröffentlicht wurden. Um die Karten noch besser zu machen, brauchen wir mehr Sprachen, mehr wissenschaftliche Daten, mehr Software.“

Vielleicht stünden dann auch die Geisteswissenschaften, bislang ein weißer Wurmfortsatz, der an den Sozialwissenschaften baumelt, besser da. Denn mit den zigtausend Publikationen, die manche anderen Wissenschaftsgebiete im Monat ausstoßen, so Börner, können sie sicher nicht mithalten. Einige geisteswissenschaftliche Fachpublikationen finden zwar Eingang in den Zitationsindex „Thomson Scientific“. Aber dass ein bahnbrechendes Buch, das Jahre gebraucht haben mag, um zu entstehen, so gar nicht in den Index und damit die Karte eingerechnet wird, jedes nur hinreichend oft zitierte, noch so knappe Paper zu Modethemen schon, ist ein echtes Manko. „Wir brauchen wohl bessere Daten für die Geisteswissenschaften“, räumt auch Kevin Boyack ein.

Naturwissenschaftler kennen dafür ein anderes Problem: Zuweilen kommen zur Veröffentlichung eingereichte Arbeiten mit der Bitte um Ergänzung durch bestimmte Literatur zurück. Auch wenn der Zusammenhang zu ihrer Forschungsarbeit ziemlich unklar ist. Manchmal lassen sich so Rückschlüsse auf den eigentlich anonymen Reviewer – oder seine Lieblingskollegen – ziehen. Zitiert werden heißt heute schließlich sichtbar werden, heißt ein dickerer Kleks auf der Karte zu sein als sein Nachbar. Es kann auch bedeuten, mehr Geld zu bekommen.

Betrachten wir den Wissensglobus noch einmal fern von Grabenkämpfen, Eitelkeiten und Veröffentlichungszwängen aus der Vogelperspektive. Sehen wir nicht als Erstes, dass Wissenschaft kein Zentrum hat? Dass es folglich keine wichtigste Disziplin gibt?