

Leibniz digital
Werkstattberichte

Leibniz digital
Werkstattberichte

Kurzbeschreibung

Einkaufen per Mausklick, virtuelle Arbeitsplätze, Zeitunglesen per App, autonom fahrende Busse, elektronische Krankenakten — kaum eine Entwicklung erfasst so viele Bereiche des Alltags wie der digitale Wandel. Leibniz-Institute erforschen diesen Wandel und seine Wirkung nicht nur, sie nutzen und gestalten ihn auch interdisziplinär.

»Leibniz digital« gibt als Werkstattbericht einen Überblick über ausgewählte Forschungsbeispiele im Themenfeld Digitaler Wandel auf Basis von Projekten und der Expertise der Leibniz-Einrichtungen und eröffnet so vielfältige Kooperationsmöglichkeiten.

Erhöht das Arbeiten mit Datenbanken und mobilen Geräten, z. B. beim Zählen von Insekten, den Erfolg von Citizen Science-Projekten? Wie kann Expertenwissen zu aktuellen Brennpunktthemen kurzfristig, allgemeinverständlich aufbereitet und online abrufbar zur Verfügung gestellt werden? Lässt sich Wissensgewinnung automatisieren und finden sich Antworten auf bisher unlösbare Forschungsfragen, indem Datenbanken verschiedener Disziplinen Maschinen-lesbar verknüpft werden? Macht die Landwirtschaft 4.0 Produktionswege transparenter und den Bedarf der Konsumenten nachvollziehbarer? Können vernetzte Daten von Sensoren Verkehr und Infrastruktur von Regionen verbessern und die Entwicklung des ländlichen Raumes fördern? Wie sieht unser zukünftiges Leben in digital vernetzten Städten aus?

Die Leibniz-Gemeinschaft kann diese Fragen in einer großen thematischen Spanne erforschen. Ihre Forscherinnen und Forscher entwickeln Lösungen, mit denen sich der Digitale Wandel auf allen Ebenen zum Wohle der Gesellschaft gestalten lässt. Letztlich birgt der Digitale Wandel auch für ihre Arbeit neue Möglichkeiten: Würden beispielsweise bereits vorhandene Forschungsdaten verschiedener Fachrichtungen miteinander verknüpft, ließen sich neue Forschungshypothesen aufstellen und interdisziplinär beantworten.

»Leibniz digital« dient als Zusammenschau dazu, um ins Gespräch zu kommen und neue Kooperations- und Fördermöglichkeiten für kooperative Forschung im Themenfeld des Digitalen Wandels in den nächsten fünf Jahren auszuloten. Dabei sind diese Werkstattberichte ähnlich agil wie der Digitale Wandel selbst: die Fallbeispiele werden ergänzt, aktualisiert, können neu und anders kombiniert werden oder als einzelne Illustrationen hervorgehoben werden.

Weitergehende Informationen und Einblicke:

www.leibniz-gemeinschaft.de/leibnizdigital

Überblick

I · Bürgerwissenschaften

Neue Möglichkeiten für Bildung und Forschung

Citizen Science ist ein bewährtes Konzept um Bürgerinnen und Bürger an Wissensbildung zu beteiligen. Die Digitalisierung bietet hier ganz neue Möglichkeiten der Partizipation, erfordert aber angesichts der Vielzahl an Informationen zugleich einen sehr reflektierten Blick. Die Leibniz-Gemeinschaft mit ihrer disziplinären Vielfalt eignet sich in besonderem Maße dafür, Bürgerinnen und Bürger aktiv an der Wissenschaft zu beteiligen und letztere transparenter zu machen. Gleichzeitig kann sie empirisch den Fragen nachgehen, wie Citizen Science einerseits die Wissenschaft verändert und ob andererseits die beteiligten Bürgerinnen und Bürger dadurch tatsächlich ein besseres Verständnis von Wissensbildung und Forschung bekommen.

Mit ihrer breiten Expertise in der Bildungsforschung und den Forschungsmuseen bietet die Leibniz-Gemeinschaft eine gute Basis, die sich im Bereich Citizen Science auf alle Disziplinen übertragen lässt.

II · Expertenwissen für alle

Brennpunktthemen im digitalen Zeitalter

Bei aktuellen Ereignissen werden Informationen über digitale Medien deutlich schneller ausgetauscht als über analoge. Daten und Fakten zu kontroversen Themen bereitzustellen, benötigt im Vergleich dazu viel Zeit. Bürgerinnen und Bürger können diese Hintergrundinformationen oft nicht einfach abrufen. Es handelt sich um aufbereitetes Expertenwissen.

Mithilfe statistischer Verfahren sollen die (mediale) Berichterstattung beobachtet und aktuelle, gesellschaftlich besonders relevante Themen schnell identifiziert werden. Zu diesen Brennpunktthemen könnten anschließend als Ergänzung zur Berichterstattung wissenschaftlich fundierte Info-boxen angeboten werden, die automatisch generiert werden, niederschwellig und domänenunabhängig sind.

In einer Pilotphase könnte die Leibniz-Gemeinschaft dieses Angebot auf Grundlage von LeibnizOpen etablieren und anschließend sowohl auf andere Datenbanken als auch auf weitere Zielgruppen, beispielsweise Museen, ausweiten.

III · Automatisierte Wissensgewinnung

Maschineninterpretierbare Forschungsdaten schaffen

Wissenschaftliche Datenbanken sind im Allgemeinen nicht miteinander verknüpft und ohne entsprechende Schnittstellen auch nicht vernetzbar. Wenn es jedoch gelingt, vorhandene Datenbanken semantisch und Maschinen-lesbar miteinander zu verbinden und zudem gemeinsame Begriffswelten (Ontologien) der darin enthaltenen Daten aufzubauen, würde dies auch ermöglichen, Wissensdatenbanken (Repositorien) verschiedener Disziplinen zusammenzufügen. Damit ließen sich zum einen bisher nicht lösbare Fragestellungen bearbeiten. Zum anderen könnten durch die semantische Suche mit digitalen Werkzeugen neue Forschungshypothesen aufgestellt und überprüft werden, die bei rein disziplinärer Betrachtung gar nicht ans Licht kommen würden.

Auf Grundlage der in der Biodatenbank BacDive gespeicherten mikrobiellen Metadaten könnten die Leibniz-Einrichtungen diesen Erkenntnisgewinn exemplarisch in einem kurzen Zeitraum demonstrieren. Durch die semantische Verknüpfung mit weiteren Datenbanken würde sich die disziplinäre Datenbandbreite der Leibniz-Gemeinschaft und der Wissenschaft insgesamt voll entfalten.

IV · Landwirtschaft 4.0

Chancen und Risiken für eine nachhaltige Agrarwirtschaft

In der modernen Landwirtschaft werden bei der Produktion von Lebensmitteln bereits vielfältige Daten erhoben – beispielsweise über intelligente Technik, die den Landwirt beim Ackerbau entlasten soll (Precision Farming). Diese Daten lassen sich auch für eine klima- und umweltfreundliche, nachhaltige Produktion sinnvoll nutzen. Dazu müssen sie auf zweierlei Art verfügbar gemacht werden: auf Seiten des Landwirts als Information für die Steuerung verschiedener Prozesse, auf Seiten des Konsumenten als Grundlage für seine Kaufentscheidung. Ein Beispiel dafür ist das Projekt Landwirtschaft für Artenvielfalt, das in kleinem Format demonstriert, wie Beiträge zum Artenschutz für Verbraucher sichtbar werden können.

Ziel des Fallbeispiels ist es aufzuzeigen, welche Potenziale es darüber hinaus noch gibt. Dank des breiten disziplinären Spektrums der Leibniz-Gemeinschaft ist es möglich, das Projekt im Ansatz zu erweitern und neue Fragestellungen zu bearbeiten. Solche weitergehenden Aspekte sind: Mit welchen Informationen über die Produktionsbedingungen lassen sich Konsumentenentscheidungen beeinflussen? Wie wirkt diese Informationskette auf die landwirtschaftlich Tätigen und ihre Expertise? Wie ist es möglich, Konsumentenentscheidungen in die Produktion von Lebensmitteln zurückzuspielen, um gezielt Lebensmittel herzustellen und Bewirtschaftungsverfahren umzusetzen, die den gewünschten Kriterien entsprechen? Auf Grundlage des Projekts Landwirtschaft für Artenvielfalt können die Leibniz-Einrichtungen darüber hinaus die Chancen und Risiken der Digitalisierung für eine nachhaltige Lebensmittelproduktion interdisziplinär betrachten.

V · Wissensgesellschaft

Digitale Chancen für die regionale Entwicklung

Der Digitale Wandel verändert auch die Gesellschaft und das Wissen über sie. Bewegungsdaten von Menschen, Raumdaten und Daten aus sozialen Netzwerken werden verfügbar und lassen sich für die nachhaltige Entwicklung von Städten und ländlichen Räumen nutzen. Sie ermöglichen Rückschlüsse auf Pendelstrecken oder darauf, wie sich individuelle Wege optimieren lassen. Dadurch kann die Infrastruktur angepasst und entlastet werden. Gesellschaftliche Folgeerscheinungen der Digitalisierung werden zu Forschungsthemen, beispielsweise die Veränderung der Arbeit durch neue Arbeitsformen wie Homeoffice und die damit verbundene Verringerung von Wegstrecken oder der Aufbau von Smart Cities.

Die Leibniz-Gemeinschaft kann disziplinär vorliegende Sozial-, Raum-, Bildungs- und Industriedaten zu neuen fachübergreifenden Datensätzen verknüpfen und damit die Auswirkungen des Digitalen Wandels auf die Entwicklung von Lebens- und Arbeitsräumen in unterschiedlichen Regionen untersuchen. Sie kann die Auswirkungen in der erforderlichen disziplinären Spannweite erforschen. Und sie kann Lösungen entwickeln, mit denen sich der Digitale Wandel auf allen Ebenen zum Wohle der Gesellschaft gestalten lässt.

I ·

Bürger -

wissenschaften

Neue Möglichkeiten

für Bildung

und Forschung

Beteiligte Leibniz-Einrichtungen

Leibniz-Institut für Wissensmedien (IWM),
Leibniz-Forschungsverbund *Bildungspotenziale* (LERN),
Leibniz-Netzwerk *Citizen Science*

Ansprechperson

Ulrike Cress

u.cress@iwm-tuebingen.de

Ulrike Cress ist Direktorin des Leibniz-Instituts für Wissensmedien (IWM) in Tübingen und Professorin für Psychologie an der Universität Tübingen. In ihrer Arbeitsgruppe *Wissenskonstruktion* am IWM beschäftigt sie sich mit sozial- und kognitionspsychologischen Prozessen, die bei der gemeinsamen Herleitung und Anwendung von Wissen relevant sind. Zu ihren Forschungsschwerpunkten zählen Computer Supported Collaborative Learning (CSCL), Massenkollaboration, Social Software, Wissensmanagement, Embodied Interaction sowie Design und Evaluation digitaler Lern- und Arbeitsumgebungen.

Die Klasse von Miriam und Christian beteiligt sich im Rahmen ihres Biologieunterrichts an einem Citizen-Science-Projekt zu Insekten: interessierte Schülerinnen und Schüler beobachten an bestimmten Tagen die Insekten in ihrer Umgebung und pflegen ihre Beobachtungen in eine Datenbank ein. Die Daten werden dann von Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftlern ausgewertet. Mit Tablets und einer genauen Anleitung, wie gezählt werden muss, ziehen die jungen Forscherinnen und Forscher los.

Solche oder ähnliche Citizen-Science-Projekte finden immer öfter statt. Klärungsbedarf besteht allerdings bei der Frage, was diese Projekte bei den Bürgerinnen und Bürgern auslösen. Wie sicher ist, dass sich dadurch ihre Haltung zu und ihr Vertrauen in die Wissenschaft tatsächlich in die erhoffte Richtung ändern? Und welche Rahmenbedingungen müssen gegeben sein, damit Citizen Science positive Effekte auf die Idee einer offenen Wissenschaft hat, die Forschung und Wissen einer größeren Zahl von Menschen einfach zugänglich macht?



Kurz und knapp

Citizen Science heißt: Bürgerinnen und Bürger wirken an Forschungsprojekten mit. Beim Fallbeispiel *Bürgerwissenschaften – Neue Möglichkeiten für Bildung und Forschung* stehen verschiedene Herausforderungen im Mittelpunkt: Es geht um **neue Formen des informellen Lernens** im digitalen Zeitalter und darum, Kompetenzen im Umgang mit komplexen Informations- und Wissensumwelten zu entwickeln. Es stellen sich Fragen danach, wie Sachkenntnisse aus der Wissenschaft in die Gesellschaft gelangen, wie die Gesellschaft an Erkenntnisprozessen teilnehmen kann und wie sie die Methoden der Wissenschaft besser verstehen und nachvollziehen kann. Untersucht werden soll, ob die vielfältigen Ansprüche an das Konzept Citizen Science gerechtfertigt sind: Entsteht zum Beispiel bei den Bürgerwissenschaftlerinnen und -wissenschaftlern durch Partizipation tatsächlich ein besseres Verständnis für Forschung und Wissensprozesse im Allgemeinen sowie für das spezifische Thema?

Die Forschung zu Citizen Science bietet sich geradezu an für eine interdisziplinäre Perspektive. Denn auf der einen Seite erfordert sie die **Expertise** von Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftlern der unterschiedlichen Fächer, in denen Citizen Science als Methode angewendet wird. Auf der anderen Seite ist sie angewiesen auf die Expertise von Forscherinnen und Forschern in den Bildungswissenschaften. Mit den Instituten innerhalb des Leibniz-Netzwerks *Citizen Science* und des Leibniz-Forschungsverbands *Bildungspotenziale* (LERN) verfügt die Leibniz-Gemeinschaft über ein breites Fachwissen in beiden Bereichen. Sie kann dabei bereits auf erste Forschungsprojekte aufbauen, zum Beispiel auf das vom Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) geförderte Projekt *WTimpact: Einfluss kollaborativer Wissensentwicklung auf Einstellung und emotionalen Bezug*, in dem vier Leibniz-Institute miteinander kooperieren.

Unsere Vision

Durch die Allgegenwart des Internets und die zunehmende Vernetzung von Personen, Objekten und Nachrichten wird unsere gesamte Umgebung immer mehr zur **Informations- und Wissensumwelt**. Doch die Informationen, mit denen wir in der realen Welt konfrontiert sind, sind in ihrer Art und Qualität häufig sehr heterogen. Sie reichen von wissenschaftlich gesicherten Hinweisen über werbliche Aussagen bis hin zu bewusst verfälschten Auskünften und Fake News.

Sowohl Kinder als auch Erwachsene müssen lernen, kompetent mit dieser Informationsvielfalt umzugehen und in ihrer Wissensumgebung selbstständig und wirkungsvoll zu handeln. Formale Bildungsorte wie Schule und Hochschule müssen Lernmöglichkeiten, -situationen und -räume einbeziehen, die sie auf diese Anforderungen vorbereiten. Der klassische Unterricht, in dem die Schülerinnen und Schüler den ganzen Tag im Klassenverbund in einem Raum verbringen und nur mittelbar Kontakt zur »realen Welt« haben, kann und muss durch interaktivere Lernformen ergänzt werden.

Doch nicht nur die Schule wird sich verändern. Auch für die Wissenschaft stellt sich ganz neu die Frage, wie sie Forschungsergebnisse vermittelt. Wie lassen sich wissenschaftliche Erkenntnisse so aufbereiten, dass sie trotz der Vielzahl an Informationen insgesamt bei den Bürgerinnen und Bürgern Gehör finden? Wie kann die Wissenschaft bei den Menschen das Interesse wecken, sich auch mit komplexen Zusammenhängen in der notwendigen Tiefe auseinanderzusetzen? Welche neuen Formate machen es für Bürgerinnen und Bürger einfacher, sich auch zu vielschichtigen Themen eine reflektierte Meinung zu bilden und selbst am gesellschaftlichen Dialog teilzunehmen? Zur Demokratie gehört es schließlich, dass Bürgerinnen und Bürger auch zu hochkomplexen Fragen Stellung nehmen können.

Citizen Science, also die Bürgerwissenschaft, ist ein solches Format, das Menschen Wissen vermitteln und ihnen den **Zugang zu Wissenschaft** ermöglichen kann. Citizen Science ist ein bewährtes Konzept. Schon seit Langem tragen Bürgerinnen und Bürger zu wissenschaftlichen Erkenntnissen bei, indem sie z. B. Naturphänomene beobachten, sie experimentell erforschen und dokumentieren oder sich an Vogelzählungen beteiligen. Durch die Partizipation am Wissenschaftsprozess erleben die Bürgerwissenschaftlerinnen und -wissenschaftler dieses Format per se als sehr interaktiv und erlebnisnah. Neue Technologien haben die Beteiligungsmöglichkeiten in den letzten Jahren stark erweitert. Die Bürgerinnen und Bürger können heute ortsunabhängig an vielfältigen Studien mitwirken. Sie können Daten beispielsweise über Smartphone-Apps und Online-Meldeportale sammeln und erfassen, im Internet Bilder sortieren oder andere Phänomene klassifizieren. In manchen Forschungsbereichen sind Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler mittlerweile auf diese Form der Bürgerbeteiligung angewiesen, da sich bestimmte Daten anders gar nicht erheben lassen.

Die Wissenschaft muss sich immer öfter der Diskussion um ihre Berechtigung stellen. Die Forderung, die Bevölkerung stärker an ihr teilhaben zu lassen, wird durch das wachsende **Mitwirken von Bürgerforscherinnen und -forschern** erfüllt. Befürworterinnen und Befürworter von Citizen Science sehen im Mitforschen von Bürgerinnen und Bürgern und die dadurch geschaffene Transparenz einen Weg zu mehr Akzeptanz. Der Bürgerforschung wird großes Potenzial zugesprochen, bei Bürgerinnen und Bürgern ein Verständnis für Wissenschaft zu erwecken, sie für die Qualität von Informationen zu sensibilisieren und dazu anzuregen, über komplexe Sachverhalte nachzudenken. Allerdings stellt sich die Frage, ob Citizen Science die hohen Erwartungen an sie tatsächlich erfüllt: Entwickeln die forschenden Bürgerinnen und Bürger durch die eigene Beteiligung wirklich ein besseres Verständnis für die Forschung und Forschungsprozesse im Allgemeinen? In welchem Maß erwirbt der Bürgerwissenschaftler oder die Bürgerwissenschaftlerin spezifisches Fachwissen? Regt die Beteiligung an Citizen Science-Projekten tatsächlich eine Reflektion über Themen an? Nutzen die Beteiligten das Wissen weiter? Erste Ergebnisse der empirischen Forschung sind eher ernüchternd: Demnach entsteht bei den beteiligten Bürgerinnen und Bürgern häufig kein oder nur ein sehr begrenztes Verständnis des Gegenstandes. Noch ist völlig offen, inwieweit sich das Bild der Bürgerin bzw. des Bürgers von der Wissenschaft in die gewünschte Richtung verändert oder ob nicht vielmehr die Wissenschaft trivialisiert wird. Während also Citizen Science derzeit politisch erwünscht ist und stark gefördert wird, steht die Forschung zu möglichen Wissens- und Reflektionsprozessen durch die Beteiligung an Citizen Science noch ganz am Anfang.

Für die Leibniz-Gemeinschaft ist das eine besondere Herausforderung, spiegelt das Thema doch ihren Leitsatz »theoria cum praxi« (Theorie mit Praxis) wider. Den empirischen Nachweis zu bringen, was Citizen Science leisten kann und was nicht – dafür ist die Leibniz-Gemeinschaft prädestiniert. Ihre Institute können anhand verschiedenster Citizen-Science-Projekte in unterschiedlichen Disziplinen empirisch untersuchen, inwieweit die Bürgerwissenschaft die an sie gestellten Erwartungen erfüllen kann, inwiefern Bürgerinnen und Bürger dadurch Wissenschaft besser verstehen und inwieweit sich die Wissenschaft selbst durch Citizen Science verändert.

Unsere Expertise

Die Leibniz-Gemeinschaft verfügt über die nötige Fachkenntnis, um diese Fragen konzeptuell und empirisch aufzuarbeiten: Im Leibniz-Netzwerk *Citizen Science* wenden mehrere Institute Citizen Science praktisch an und im Leibniz-Forschungsverbund *Bildungspotenziale* befassen sich Expertinnen und Experten aus unterschiedlichsten Disziplinen mit allen relevanten Teilaspekten von Bildung.

Die Forschung zu den Auswirkungen von Citizen Science auf mögliche Prozesse der (gemeinsamen) Wissensentwicklung bei den beteiligten Bürgerinnen und Bürgern ist noch recht jung. Sie muss die **Sozial- und Bildungswissenschaften** miteinbinden, da diese vor allem die Effekte auf die Bürgerwissenschaftlerinnen und -wissenschaftler im Blick haben und nicht die auf die Wissenschaft. Innerhalb der Leibniz-Gemeinschaft existieren bereits zahlreiche Citizen Science-Projekte. Eines davon ist das vom BMBF geförderte Projekt *WTImpact: Einfluss kollaborativer Wissensentwicklung auf Einstellung und emotionalen Bezug*, an dem gleich vier Leibniz-Institute beteiligt sind: das Leibniz-Institut für Wissensmedien (IWM), das Leibniz-Institut für Zoo- und Wildtierforschung (IZW), das Leibniz-Institut für die Pädagogik der Naturwissenschaften und der Mathematik (IPN) und das Leibniz-Institut für Troposphärenforschung (TROPOS). Auch die Forschungsmuseen der Leibniz-Gemeinschaft beteiligen sich – zum Teil seit vielen Jahren – an zahlreichen Citizen-Science-Projekten. Sie alle können als Basis für das beschriebene Fallbeispiel dienen und bilden ein hervorragendes Forschungsfeld, um die Auswirkungen von Citizen Science bei den Nutzerinnen und Nutzern zu untersuchen.

Interdisziplinär ans Ziel

Die Forschung zur Bürgerwissenschaft bietet sich für eine interdisziplinäre Perspektive geradezu an, erfordert sie doch die Fachkenntnis von Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftlern der unterschiedlichsten Fächer, in denen Citizen Science als Methode angewendet wird. So forschen z. B. im Leibniz-Netzwerk *Citizen Science* das IZW, das TROPOS und das Museum für Naturkunde (MfN), während im Leibniz-Forschungsverbund *Bildungspotenziale* unter anderem Psychologinnen und Psychologen, Pädagoginnen und Pädagogen sowie Kognitionswissenschaftlerinnen und -wissenschaftler zusammenarbeiten. Bei bereits bestehenden Projekten lässt sich die Wirkung von Citizen Science direkt untersuchen und mithilfe von **Längsschnittstudien** können Langzeiteffekte beobachtet werden. Ergänzt werden können diese Untersuchungen durch Feldstudien, in denen die jeweilige individuelle Wissensumwelt von Bürgerinnen und Bürgern gezielt durch wissenschaftliche Informationen und Citizen-Science-Beteiligungsmöglichkeiten beeinflusst werden können. Um den Einsatz der Bürgerwissenschaft eingehend beurteilen zu können, sind außerdem repräsentative Umfragen zu Vielfalt und Qualität wissenschaftlicher Informationen in den individuellen Wissensumwelten notwendig. Solche umfassenden Studien existieren unseres Wissens derzeit noch nicht.

Innovationspotenzial

Das Thema Citizen Science ist nicht neu, wird aber immer relevanter: zum einen, weil durch die digitale Vernetzung vielfältigere Beteiligungsmöglichkeiten der Bevölkerung entstehen, zum anderen, weil die Wissenschaft in den letzten Jahren immer häufiger mit Fragen nach ihrer Berechtigung konfrontiert wird. Es besteht großer Nachholbedarf bei der Forschung dazu, wie sich Citizen Science auf die (kognitiven) Wissensprozesse der beteiligten Bürgerinnen und Bürger auswirkt.

Wege und Perspektiven

Die Erfahrungen aus den ersten Vorhaben zu Wissensprozessen in Citizen Science-Projekten bieten eine gute Basis, um dieses Forschungsgebiet weiter auszubauen. Innerhalb der Leibniz-Gemeinschaft gibt es mit dem Leibniz-Forschungsverbund *Bildungspotenziale* eine Allianz starker Partner in der Bildungsforschung. Das Leibniz-Netzwerk *Citizen Science* bildet wiederum einen Zusammenschluss von Leibniz-Instituten mit langjähriger Erfahrung in den Bürgerwissenschaften. Durch die Verbindung dieser beiden verfügt die Leibniz-Gemeinschaft über viele potenzielle Mitstreiter, um das konkrete Fallbeispiel zu untersuchen.

Aus einem erfolgreich umgesetzten Fallbeispiel lassen sich Fragen zur Gestaltung von gelungenen Citizen Science-Projekten ableiten. Durch die gewonnenen Erkenntnisse wird es möglich, für eine bessere Wissensbildung bei den beteiligten Bürgerwissenschaftlerinnen und -wissenschaftlern zu sorgen.

II ·
Expertenwissen
für alle
Brennpunktthemen
im digitalen
Zeitalter

Beteiligte Leibniz-Einrichtungen

Deutsches Institut für Erwachsenenbildung –
Leibniz-Zentrum für Lebenslanges Lernen (DIE),
Leibniz-Zentrum für Psychologische
Information und Dokumentation (ZPID),
Leibniz-Informationszentrum Wirtschaft (ZBW)

Ansprechperson

Michael Bosnjak
director@leibniz-psychology.org

Michael Bosnjak ist Direktor des Leibniz-Zentrums für Psychologische Information und Dokumentation (ZPID) und Professor für Psychologische Methodenlehre an der Universität Trier. Gemeinsam mit seinen Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern beschäftigt er sich mit statistischen Verfahren zur systematischen Zusammenfassung wissenschaftlicher Evidenz in der Psychologie sowie in angrenzende Disziplinen (Wirtschafts-, Sozial- und Gesundheitswissenschaften). Weitere Schwerpunkte sind die Nutzung von Big-Data-Quellen zur Erfassung thematischer Trends sowie epistemische Überzeugungen, d. h. subjektive Theorien, die Menschen über das Wissen und den Wissenserwerb entwickeln und für das Verstehen der Welt nutzen.

Auch im Jahr 2025 sind wieder bundesweit extreme Wetterphänomene aufgetreten: Stürme haben Häuser abgedeckt und Ernten vernichtet, extreme Regenfälle ließen Keller überfluten und Hitzewellen führten zu einer Überlastung der medizinischen Versorgungseinrichtungen. Ist es sinnvoll, sich auch in Deutschland auf eine Zukunft mit mehr Wetter- und Klimaextremen einzustellen? Wie müssen Häuser gebaut oder renoviert werden, um Schäden durch außergewöhnliche Wetterphänomene standzuhalten? Wie sollte man sich als Bürger auf Hitzewellen vorbereiten?

Derartige Fragen werden im Fallbeispiel mit Mitteln wissenschaftlicher Stichhaltigkeit zielgruppenspezifisch aufbereitet und beantwortet. Auch andere gesellschaftliche Brennpunktthemen werden auf diese Weise in den Blick genommen. Innovative digitale Angebote und Schnittstellen sollen dabei den Austausch zwischen Wissenschaft und Bürgerinnen und Bürgern unterstützen.



Kurz und knapp

Die voranschreitende Digitalisierung eröffnet neue Möglichkeiten, wissenschaftliche Erkenntnisse für bestimmte Zielgruppen aufzubereiten und niederschwellig verfügbar zu machen. Zahlreiche Leibniz-Institute verfügen als forschungsbasierte Infrastruktureinrichtungen über umfangreiche Fachkenntnisse in den Bereichen Wissenstransfer und Wissenschaftskommunikation. Diese Expertise ermöglicht es nicht nur, Wirtschaft und Politik bei tatsachenbasierten Entscheidungen zu unterstützen. Sie kann auch dafür genutzt werden, wissenschaftliche Erkenntnisse für die breite Öffentlichkeit zugänglich zu machen.

Im Fallbeispiel *Expertenwissen für alle – Brennpunktthemen im digitalen Zeitalter* soll ein integriertes Angebot entwickelt werden, das **allgemeinverständlich aufbereitete, wissenschaftliche Informationen** zu aktuellen und gesellschaftlich relevanten Themen zur Verfügung stellt. Solche Brennpunktthemen sind beispielsweise Klimawandel, gesellschaftliche Auswirkungen des Digitalen Wandels oder lebenslanges Lernen. Mithilfe innovativer Schnittstellen sollen sich diese Inhalte in bereits bestehende Systeme und Angebote einbinden lassen. Ausgangsbasis ist in einer Pilotphase Literatur aus den Beständen von LeibnizOpen, dem frei zugänglichen Portal für Forschungspublikationen aller Leibniz-Institute. Nach erfolgreicher Evaluierung der Pilotphase werden weitere Informationen, etwa aus der Leibniz-Datenabfrage oder direkt von den Leibniz-Einrichtungen, eingebunden.

Mithilfe moderner Technologien (u. a. Learning Analytics) und interdisziplinärer Forschung soll dabei ein anpassungsfähiges und dynamisches datenbankgestütztes Angebot entstehen, das es erlaubt, Wissen in angemessener und allgemeinverständlicher Form zu kommunizieren. In diesem Kontext kooperieren wir mit bestehenden Leibniz-Initiativen, wie dem Leibniz-Netzwerk *Citizen Science* oder dem Leibniz-Forschungsverbund *Open Science*. Diese Art der Wissenschaftskommunikation ermöglicht es, auch bildungsferne Schichten zu erreichen und die Idee der Offenen Wissenschaft (Open Science) auf breiter gesellschaftlicher Basis zu realisieren.

Unsere Vision

Forschungsergebnisse und Forschungsdaten stehen zunehmend auf öffentlich zugänglichen Dokumentenservern (Repositorien) bereit. Die damit verbundene **Transparenz der Forschung** inklusive ihrer Methoden und Ergebnisse wird von nationalen und internationalen Forschungsinstitutionen gefördert. Dennoch werden wissenschaftliche Erkenntnisse in der Öffentlichkeit häufig nicht zur Kenntnis genommen. Oft ist darüber hinaus eine Wissenschaftsskepsis und -feindlichkeit in der Gesellschaft zu beobachten. Das kann mehrere Gründe haben. Erstens sind die wissenschaftlichen Erkenntnisse oft in Repositorien gespeichert, von denen die Bevölkerung gar nichts weiß. Zweitens sind Forschungsergebnisse häufig kompliziert und in einer für die Allgemeinheit nur schwer verständlichen Sprache zusammengefasst. Dasselbe trifft auch auf bildliche Darstellungen wissenschaftlicher Erkenntnisse zu.

Expertenwissen für alle setzt genau hier an: Es setzt eine offene Schnittstelle für allgemeinverständlich aufbereitete wissenschaftliche Erkenntnisse um. Grundlage für diese Schnittstelle ist ein zweistufiger Prozess. In einem ersten Schritt werden wissenschaftliche Trends mithilfe moderner statistischer Verfahren identifiziert (Stichwort: Learning Analytics). Diese werden allgemeinverständlich aufbereitet, indem die wesentlichen Aussagen in einfacher Sprache und mithilfe verständlicher Abbildungen zusammengefasst werden. Diese Inhalte werden in einer zentralen Datenbank gespeichert. In einem zweiten Schritt wird die (mediale) Berichterstattung mittels ähnlicher statistischer

Verfahren beobachtet und eingeordnet. So lässt sich erkennen, ob in den Medien über bestimmte Themen häufiger berichtet wird. Mit passenden Ergebnissen aus der Datenbank kann dann darauf reagiert werden. Berichten Journalisten also über ein Thema, zu dem in der Datenbank Inhalte hinterlegt sind, bekommen sie diese automatisch angeboten und können sie in das eigene Format einbetten.

Eine Besonderheit des konkreten Fallbeispiels ist dessen **Plattform- und Portalunabhängigkeit**. Die Informationen werden in Infoboxen dargestellt, die sich in jedes journalistische und wissenschaftliche Angebot einbinden lassen. So könnte beispielsweise in Medienberichten über extreme Wetterphänomene eine Infobox der Leibniz-Gemeinschaft integriert werden, in der zentrale Befunde zur aktuellen Klimaforschung in einfacher und verständlicher Sprache zusammengefasst werden. Zusätzlich lassen sich bei Bedarf auch (interaktive) Grafiken einbetten, in denen beispielsweise Langzeiteffekte abgebildet werden. Jedes journalistische und wissenschaftliche Format kann diese Expertenwissen-Infoboxen einbinden. Einerseits werden dadurch Forschungsergebnisse für viele Menschen zugänglich gemacht. Andererseits wird eine vertiefte Auseinandersetzung mit wissenschaftlichem Arbeiten angestoßen.

Ein Beispiel für eine derartige Technologie ist die Google-Suche, bei der die gewünschten Informationen zunehmend bereits auf der Ebene der Suchergebnisse für die Nutzer in Infoboxen aufbereitet sind. So wird etwa bei den Suchergebnissen zur Abfrage »Wetter Berlin« schon die gewünschte Auskunft präsentiert und es muss keine weitere Internetseite besucht werden. Gleiches gilt für Währungsumrechnungen (z. B. »50 USD in EUR«) und Größenumrechnungen (z. B. »40 Zoll in cm«). Die Einbettung solcher Infoboxen bringt Nutzern große Vorteile, denn sie erhalten die gesuchten Informationen dadurch schnell und ohne Umwege. Allerdings ist dies bisher nur für einfache statische Daten möglich.

Der Ansatz von *Expertenwissen für alle* geht weit darüber hinaus, denn **weiterführende Inhalte** sollen textbasiert und (interaktiv-)visuell präsentiert werden. Bei einem Artikel zum Thema »Wetter« können beispielsweise auch Informationen zur Klimaforschung angeboten werden. Diese Zusammenhänge würden veranschaulicht durch entsprechende Grafiken und Textbausteine (z. B. »Langfristige Messungen zeigen, dass mit einer Steigerung der CO₂-Konzentration in der Luft sowohl die mittlere Temperatur als auch die Anzahl von Hochwasserereignissen steigt.«). Diese ergänzenden Elemente können von den Betreibern der jeweiligen Plattform eingebunden werden.

Die Informationen, die in einer Expertenwissen-Infobox präsentiert werden, lassen sich jeweils anpassen. Zum einen kann die Redaktion der jeweiligen Plattform entscheiden, in welcher Tiefe sie angezeigt werden sollen. Zum anderen finden sich immer auch Hinweise und Links, die zu weiterführenden Angaben leiten.

Der Tatsache, dass wissenschaftliche Informationen häufig kontrovers und konfliktreich sind, wird mit der Schaltfläche »Was sagen andere?« Rechnung getragen. Dahinter finden sich weitere Meinungen und auch Erklärungen dafür, wie sich (wissenschaftliche) Quellen in Bezug auf ihre Glaubwürdigkeit einordnen lassen. Unter »Wie hat man das untersucht?« gibt es Angaben zur wissenschaftlichen Methode. Dort können zum Beispiel auch Video-Tutorials zum Thema »Klimamodelle« verlinkt werden. Oder das hinter dem Experiment stehende Prinzip wird in **verständlicher Art und Weise** erläutert. Der Link »Wo kann ich mehr erfahren?« führt schließlich zu weiterführenden Angaben — beispielsweise zu Hinweisen auf Citizen-Science-Projekte mit unmittelbaren Beteiligungsmöglichkeiten oder zu wissenschaftlichen Publikationen.

Unsere Expertise

An diesem Vorhaben sind mehrere Leibniz-Institute beteiligt: das Deutsche Institut für Erwachsenenbildung – Leibniz-Zentrum für Lebenslanges Lernen (DIE), das Leibniz-Zentrum für Psychologische Information und Dokumentation (ZPID) und das Leibniz-Informationszentrum Wirtschaft (ZBW).

Das DIE forscht zu Fragen des Lernens und Lehrens Erwachsener. Dies schließt insbesondere **Forschungen zum Quellenbewusstsein**, zur Gestaltung von Visualisierungen sowie die Erforschung von adaptiven Schnittstellen mit ein. In einem Kooperationsprojekt mit dem Deutschen Forschungszentrum für Künstliche Intelligenz (DFKI) in Kaiserslautern untersuchte das DIE beispielsweise, inwiefern sich Unterschiede in der intellektuellen Leistungsfähigkeit der Rezipienten auf die Wahrnehmung visueller Informationen auswirken. Dies zeigt, wie wichtig die Berücksichtigung individueller Voraussetzungen bei der Gestaltung adaptiver Schnittstellen ist.

Das ZPID bringt seine Expertise im Bereich der Förderung **evidenzbasierten Denkens** ein. Zentrale Forschungsfragen des ZPID drehen sich darum, wie man Bürgerinnen und Bürger dabei unterstützen kann, wissenschaftliche Befunde aus der Psychologie und den Gesundheitswissenschaften adäquat zu interpretieren, wissenschaftliche und wissenschaftsbasierte Quellen zu identifizieren sowie Unterschiede in der Stichhaltigkeit solcher Quellen zu erkennen. Darüber hinaus stellt das ZPID sein Labor für projektbezogene Befragungen (Online-Panel des ZPID) sowie für Studien zur Benutzerfreundlichkeit (Präsenzlabor mit moderner Ausstattung für Blickbewegungs- und Beobachtungsstudien) zur Verfügung.

Das ZBW forscht seit Langem im Themenfeld **Offene Wissenschaft (Open Science)**. Es betreibt seit vielen Jahren den Blog *MediaTalk*, im dem innovative und komplexe Inhalte für die Öffentlichkeit verständlich aufbereitet werden. In Forschungsarbeiten befasst sich das ZBW zudem damit, wie sich wissenschaftliche Publikationen mit Informationen aus Blogs, etwa von Zeitungen, verknüpfen lassen. Im Kontext von Fake News haben Schülerinnen und Schüler im ZBW-Projekt *YES! – Young Economic Summit* einen algorithmusbasierten Ansatz entworfen, um Falschmeldungen zu identifizieren. Zudem war das ZBW im Rahmen eines EU-Projekts an der Entwicklung einer ähnlichen Anwendung beteiligt («Take the content to the user, not the user to the content»). Alle Ergebnisse und die entstandene Expertise können im Rahmen des Fallbeispiels weitergenutzt werden.

Die fachübergreifende und prinzipielle Offenheit des Fallbeispiels ermöglichen es, weitere Partner zu beteiligen. Dies betrifft sowohl andere wissenschaftliche Infrastruktureinrichtungen und Forschungsmuseen (beispielsweise die Technische Informationsbibliothek (TIB – Leibniz-Informationszentrum Technik und Naturwissenschaften oder das FIZ Karlsruhe – Leibniz-Institut für Informationsinfrastruktur) als auch andere bildungswissenschaftliche Institute (wie das Deutsche Institut für Internationale Pädagogische Forschung (DIPF) oder das Leibniz-Institut für Wissensmedien (IWM)) der Leibniz-Gemeinschaft. Die jeweiligen Schwerpunkte dieser Einrichtungen erlauben es, sowohl weitere wissenschaftliche Disziplinen inhaltlich zu erschließen als auch auf Seiten der Nutzer weiter zu differenzieren.

Auch die *Cochrane Collaboration*, ein weltweites Netz von Wissenschaftlern und Ärzten, hat sich dem Ziel verschrieben, Befunde aus medizinischen und epidemiologischen Studien allgemeinverständlich aufzuarbeiten und einer breiten Öffentlichkeit zur Verfügung zu stellen. Allerdings werden diese ausschließlich über eigene Portale vermittelt und beziehen aktuelle öffentliche Debatten kaum mit ein. Unser Vorhaben geht weiter.

Interdisziplinär ans Ziel

Um das Fallbeispiel umzusetzen, braucht es Fachwissen in der Informationswissenschaft und Informatik sowie psychologische Expertise aus den Bereichen pädagogische Psychologie und Mensch-Computer-Interaktion (Human Computer Interaction). Mithilfe statistischer bzw. linguistischer Verfahren werden wissenschaftliche und mediale Trends identifiziert. Für die allgemeinverständliche Aufarbeitung werden Methoden entwickelt, mit deren Hilfe sich diese wissenschaftlichen Inhalte zielgruppengerecht darstellen lassen.

Basis des Fallbeispiels ist die bedeutungsmäßige **Aufarbeitung von großen Textsammlungen**. Dabei werden statistische (und/oder ggf. linguistische) Verfahren genutzt, mit deren Hilfe sich Häufungen bestimmter Themen in großen Textmengen erkennen lassen. Zum einem geschieht dies auf Seite der wissenschaftlichen Literatur. Dabei greifen wir zunächst auf die Publikationen aus LeibnizOpen zurück. Kooperationspartner bei diesem Schritt ist das Institut für Deutsche Sprache (IDS) in Mannheim, das durch seine fachwissenschaftliche Begleitung zur Qualitätssicherung beiträgt. Die identifizierten Themen werden für Bürgerinnen und Bürger in Form von kurzen, verständlichen Zusammenfassungen und einfachen Visualisierungen aufbereitet. Diese Informationen werden in einer Datenbank gespeichert. Die Erarbeitung der schriftlichen Zusammenfassungen und Visualisierungen basiert auf bestimmten Regeln, die mithilfe psychologischer Forschung aufgestellt werden. Zum anderen wird mit ähnlichen Verfahren die mediale Berichterstattung strukturiert.

Bei der Gestaltung der Expertenwissen-Infobox richten wir das Augenmerk zunächst auf die **Konflikthaftigkeit von Informationen** und die visuelle Gestaltung. Dabei tragen wir der Tatsache Rechnung, dass wissenschaftliche Erkenntnisse durchaus kontrovers sein können. So gibt es beispielsweise unterschiedliche Methoden, um ein und denselben Sachverhalt zu erforschen. Auch der Umgang mit statistischen Aussagen ist schwierig, etwa wenn von einer »Regenwahrscheinlichkeit von 10 Prozent« die Rede ist. Hinzu kommt, dass die Adressaten die Fähigkeit haben müssen, kritisch mit Quellenangaben umzugehen. Um die Wechselwirkungen all dieser Faktoren auf den Rezeptionsprozess zu untersuchen, werden als erstes laborexperimentelle Untersuchungen durchgeführt, in denen mit verschiedenen Zielgruppen unterschiedliche Varianten getestet werden. In einem weiteren Schritt stehen kontrollierte Feldexperimente an. Im Fallbeispiel sollen bewusst verschiedene Darstellungen praktisch getestet werden, da visuelle Präsentationen wissenschaftlicher Erkenntnisse häufig sehr komplex sind und Elemente beinhalten, die dem Verständnis eher abträglich sind.

Darüber hinaus werden wir berücksichtigen, dass die Expertenwissen-Infoboxen nicht allein, sondern im **Kontext eines journalistischen Angebots** stehen. Die Infoboxen können entweder genau das jeweilige Thema abbilden oder auch davon abweichen. Das bedeutet, dass auch systematisch untersucht werden muss, welche Wirkung die unterschiedlichen Kontexte auf den Rezeptionsprozess haben. Auf Basis dieser Erkenntnisse werden letztendlich die Regeln für die Gestaltung der Expertenwissen-Infoboxen erstellt.

Innovationspotenzial

Bei der Rezeption von Medienangeboten stehen die Nutzer häufig vor dem Problem, dass wissenschaftliche Erkenntnisse zwar erwähnt werden, sie dann jedoch erst mühsam nach ihnen recherchieren müssen. Antworten auf Fragen wie: »Wo kann ich die zitierte Literatur finden?«, »Welche Methoden liegen zugrunde?«, »Gibt es konkurrierende Meinungen oder Erkenntnisse?« bedürfen tieferer wissenschaftlicher Kenntnisse, ohne die die Leser den Inhalt eines Artikels nicht ohne Weiteres überprüfen und bewerten können. Auch finden sie häufig keine weiterführenden Informationen. Ziel unseres Vorhabens ist es deshalb, ein leicht einzubindendes System mit klar definierten Schnittstellen zu entwickeln. Die für interessierte Bürgerinnen und Bürger aufbereiteten Informationen können bedarfsgerecht in bestehende Angebote integriert werden. Insbesondere verzichten wir explizit darauf, ein eigenständiges Portal zu erstellen. Vielmehr wollen wir gewährleisten, dass sich unser System problemlos mit anderen kombinieren lässt.

Wege und Perspektiven

Das Ziel von *Expertenwissen für alle* ist die Entwicklung einer Schnittstelle, mit der sich allgemeinverständlich aufbereitete, wissenschaftliche Erkenntnisse in jedes andere (journalistische) Angebot einbinden lassen. In einem ersten Schritt müsste die **grundlegende Infrastruktur** dafür geschaffen werden. Dies beinhaltet auch, ein Datenbankformat zu definieren und außerdem eine zentrale Anlaufstelle einzurichten. Sie kann die in der Datenbank vorhandenen Inhalte sichtbar machen und Beispiele für mögliche Einbindungen der Expertenwissen-Infoboxen geben. Im weiteren Verlauf müssten wissenschaftliche Publikationen aus LeibnizOpen herausgefiltert und zusammengestellt werden, auf deren Basis der Auswahlprozess abgestimmt und getestet werden kann. Dies gilt auch für die Wahl der Medien, die anhand ähnlicher Prozesse eingeordnet werden sollen. Zeitgleich können bereits die Regeln für die **inhaltliche Aufbereitung** entwickelt werden. Zunächst in Laborexperimenten, später dann in kontrollierten Feldexperimenten werden verschiedene Varianten daraufhin untersucht, wie viel Interesse sie potenziell wecken und wie verständlich sie sind.

Folgefragen ergeben sich aus Kooperationen dieses Fallbeispiels mit Citizen-Science-Projekten, bei denen Bürgerinnen und Bürger mitforschen. Der damit verbundene Perspektivwechsel – vom Rezipienten zum aktiv Handelnden – eröffnet eine zusätzliche Möglichkeit, wissenschaftliche Erkenntnisse und Methoden verständlich zu vermitteln.

Regulatorische Hürden bei der Umsetzung des Fallbeispiels bestehen vor allem in der Frage, ob und unter welchen rechtlichen Rahmenbedingungen die Expertenwissen-Infoboxen in kommerzielle Medienangebote eingebunden werden können. Damit einher geht auch die Frage nach den erforderlichen Rechten, um die automatisierte Auswertung großer Text- und Datenmengen auf Inhalte aus LeibnizOpen, aber auch auf andere Online-Angebote anwenden zu dürfen.

II · Expertenwissen für alle

III ·

Automatisierte

Wissensgewinnung

Maschinen-

interpretierbare

Forschungsdaten

schaffen

Beteiligte Leibniz-Einrichtungen

Leibniz-Institut DSMZ — Deutsche Sammlung von Mikroorganismen und Zellkulturen,
Technische Informationsbibliothek (TIB) — Leibniz-
Informationszentrum für Technik und Naturwissenschaften,
Museum für Naturkunde — Leibniz-Institut
für Evolutions- und Biodiversitätsforschung (MfN)

Ansprechperson

Jörg Overmann

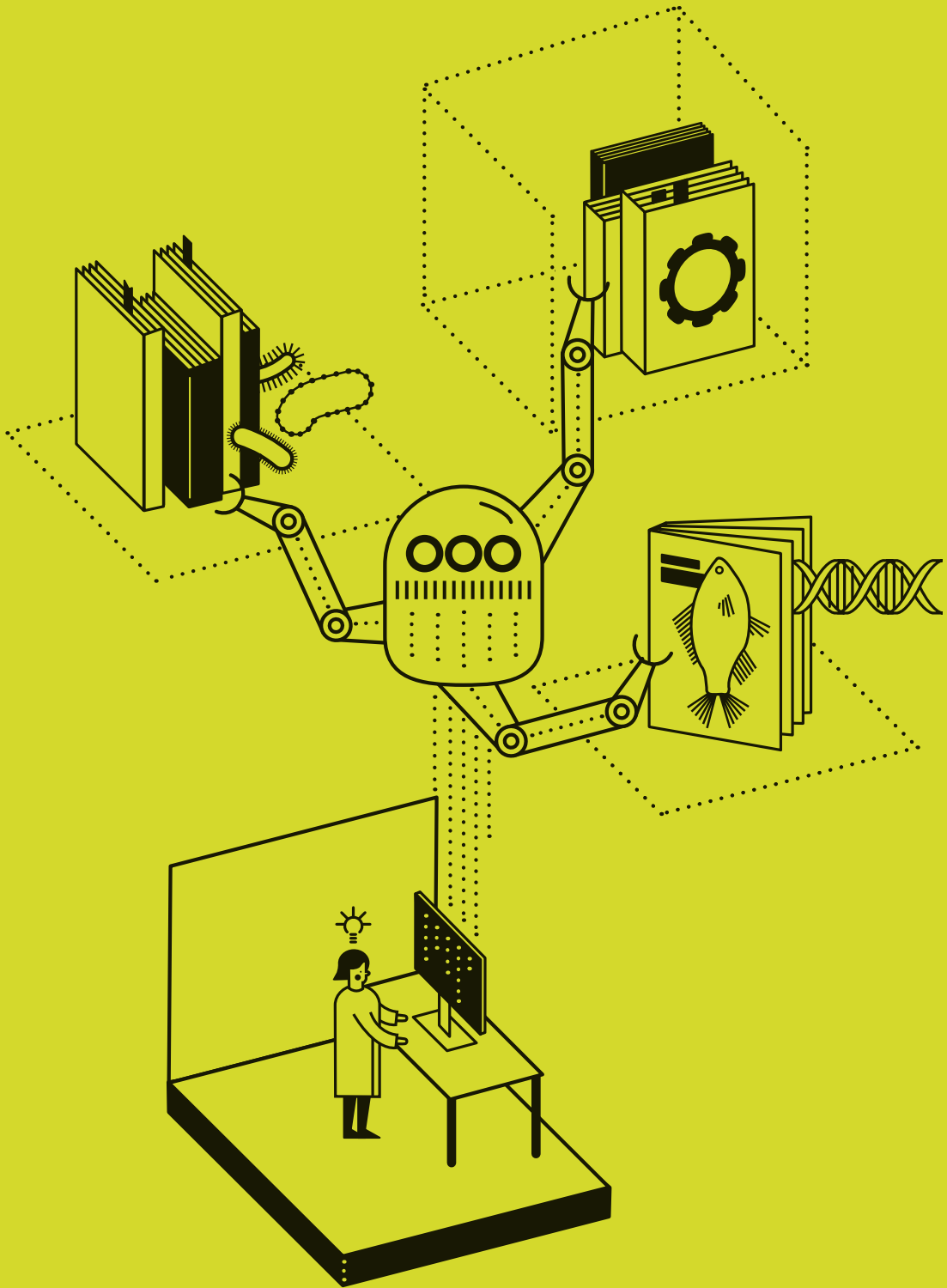
joerg.overmann@dsmz.de

Jörg Overmann ist wissenschaftlicher Direktor des Leibniz-Instituts DSMZ — Deutsche Sammlung von Mikroorganismen und Zellkulturen in Braunschweig und Professor für Mikrobiologie an der Technischen Universität Braunschweig. An der DSMZ leitet er die Abteilung mikrobielle Ökologie und Diversität und forscht mit seinen Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern u. a. zu den evolutionären Grundlagen der Bakteriendiversität sowie Evolution, Ökophysiologie und molekulare Grundlagen bakterieller Multizellularität. Ein weiterer Arbeitsschwerpunkt umfasst die Mobilisierung und Bereitstellung von Metadaten für Biodiversitätsanalysen.

Ein Mediziner entdeckt im Körper eines Patienten ein Bakterium, das resistent gegen diverse Breitbandantibiotika ist. Er lässt den isolierten Bakterienstamm deshalb von einem mikrobiologischen Labor untersuchen. Die Analyse zeigt ein Bakterium, das der Arzt bisher nicht kannte. Er sucht nach weiteren Informationen und möglichen Therapien, wird in seinem verstaubten Mikrobiologie-Lehrbuch jedoch nicht fündig. Hinzu kommt, dass das Bakterium mehrmals umbenannt wurde. Bei seiner Internet-Recherche findet der Mediziner teils widersprüchliche Angaben zur Behandlung.

Allerdings stößt er dabei auch auf ein neues Portal, das Informationen zu Bakterien aus verschiedenen Quellen und Datenbanken zusammenführt. So erfährt er unter anderem, dass ein Leibniz-Institut einen neuen Wirkstoff gegen das gesuchte Bakterium bereits klinisch erprobt und dass kürzlich ein Bakteriophage entdeckt wurde, also ein Virus, das genau dieses Bakterium abtötet. Der über Monate vergeblich mit Antibiotika behandelte Patient wurde daraufhin in die klinische Studie aufgenommen und konnte schließlich geheilt werden.

Ziel des Fallbeispiels ist es, solch ein umfassendes und Maschinen-lesbares Portal zu schaffen.



Kurz und knapp

Bisherige Suchverfahren im lebenswissenschaftlichen Bereich basieren häufig auf Stichwortsuchen. Die Inhalte der einzelnen Suchergebnisse bleiben dabei aber unverknüpft. Wenn Daten entsprechend aufgearbeitet vorliegen, können semantische Suchmaschinen, Integrations- und Prüfverfahren dagegen die verschiedenen Bedeutungen von Begriffen auch thematisch und im richtigen Kontext einordnen. Somit kann bereits existierendes Wissen effizienter und auf neue Art und Weise miteinander verknüpft werden. Kommerzielle Webseiten ermöglichen bereits den Suchmaschinen ihre Daten in einem semantischen Zusammenhang zu erfassen und erreichen damit z.B. eine bessere Präsentation ihrer Produkte bei der Suche durch den Kunden. Allerdings sind die Zusammenhänge in den Lebenswissenschaften deutlich komplexer als bei typischen Konsumwaren. Daher gestaltet sich das Strukturieren von Daten für Suchmaschinen, mit denen sich dann Sinnzusammenhänge oder Synonyme ermitteln lassen, deutlich aufwändiger.

Schlüsseltechniken sind das *Resource Description Framework* (RDF), das es ermöglicht, semantische Abfragen zu erstellen, sowie die Linked-Data-Paradigmen. Diese Verknüpfungen ermöglichen es, Daten in einer Form zu beschreiben, die nicht nur von Menschen, sondern auch von Maschinen interpretiert werden kann.

Konkret sollen im Fallbeispiel *Automatisierte Wissensgewinnung – Maschineninterpretierbare Forschungsdaten schaffen* bestehende Inhalte relevanter **lebenswissenschaftlicher Datenbanken** daher in das RDF-Format umgewandelt werden. Durch Einbeziehung anderer in RDF beschriebener Daten, insbesondere aus Wikipedia (DBpedia, WikiData) sowie aus entsprechenden Datenbanken des European Bioinformatics Institute (EBI), lassen sich Daten gleichzeitig abfragen und vernetzen, ohne sie zuvor aufwendig vorverarbeiten, laden und manuell einbinden zu müssen. Als Ausgangspunkt für dieses Fallbeispiel soll *BacDive* dienen (<https://bacdive.dsmz.de/>). Diese Datenbank für mikrobielle Metadaten wurde am Leibniz-Institut DSMZ – Deutsche Sammlung von Mikroorganismen und Zellkulturen entwickelt. In *BacDive* werden seit 2012 umfassende Datensätze aus mikrobiellen Ressourcenzentren und der Literatur gesammelt, standardisiert und veröffentlicht.

Durch die Kombination einzigartiger, intensiv gepflegter und strukturierter Daten mit den Möglichkeiten moderner semantischer Abfragen lassen sich übergeordnete logische Zusammenhänge herstellen. Insbesondere die **semantische Verknüpfung** über eine einzelne Datensammlung hinaus erlaubt die Beantwortung von Fragestellungen, die anhand von einzelnen Datensätzen überhaupt nicht bearbeitbar sind. Die vorgeschlagene Strategie ermöglicht also, bislang unbekannte Zusammenhänge aufzudecken und dadurch neuartige Erkenntnisse zu erzeugen.

Unsere Vision

Semantische Suchen begleiten uns täglich beim Surfen im Internet. Sie tragen in besonderem Maße dazu bei, dass wir nicht nur schnell das Gesuchte finden, sondern auch, dass Suchmaschinen uns zusätzliche, **relevante Informationen** liefern. Eine wesentliche Voraussetzung dafür sind Maschineninterpretierbare Inhalte, die z. B. im RDF-Format beschrieben sind. Durch die einheitliche Darstellung von Daten und deren Beziehungen zueinander können Suchmaschinen diese Informationen auswerten und Zusammenhänge herstellen. Im Rahmen von RDF werden diese in Form von Subjekt, Prädikat und Objekt (den sogenannten Triplets) notiert. Dabei handelt es sich um bereits in sich standardisierte Datentypen, die auf Ontologien basieren, also auf einem gemeinsamen Vokabular.

Der Menschen-lesbare Satz »Der *Pseudomonas lini*-Stamm wurde aus der Rhizosphäre isoliert.« kann Maschinen-interpretierbar z. B. mittels des folgenden Triplets abgebildet werden:

Subjekt: https://bacdive.dsmz.de/api/bacdive/bacdive_id/13106/
(*Pseudomonas lini*-Stamm)
Prädikat: <http://rs.tdwg.org/dwc/terms/MaterialSample>
(physical results of a sampling event)
Objekt: http://purl.obolibrary.org/obo/ENVO_00005801 (rhizosphere)

Diese *Uniform Resource Locators* (URLs) identifizieren eineindeutig einen Datensatz respektive zwei Konzepte. Deren Abfrage liefert inhaltliche Daten zurück, aber auch weitere **weltweit eindeutige Identifikatoren** in Form von Uniform Resource Identifiers (URIs). Dadurch lassen sich weitere nützliche Aktionen maschinell durchführen, z. B. eine Ausweitung der Suche. Anknüpfungspunkt für weitere Suchen kann sowohl das Subjekt als auch das Objekt sein.

Die Idee dieses semantischen Webs wurde schon in etlichen Projekten — wie *swoogle*, *Theseus* oder *Quaero* — erfolgreich umgesetzt. Mithilfe des von den großen Suchmaschinen (Google, Bing, Yandex) auf dem Webportal *Schema.org* veröffentlichten RDF-Vokabulars sind inzwischen etwa 20 bis 30 % des World Wide Web aufbereitet. Begleitend hierzu verfolgen Projekte wie *DBpedia* das Ziel, strukturierte Informationen — hier aus *Wikipedia* — in Form von RDF-Schemata optimiert für Anwendungen des semantischen Webs bereitzustellen. Die RDF-Plattform des *EBI* stellt dabei den Zugang zu molekularbiologischen und bioinformatischen Daten sicher.

Obwohl semantische Technologien zum **Auffinden und Verknüpfen von Daten** in der Webentwicklung schon länger etabliert sind, finden sie im Bereich der wissenschaftlichen Datenbanken, insbesondere der natur- und lebenswissenschaftlichen Disziplinen, bisher kaum Verwendung. Hier verlässt man sich weiterhin auf die lokale Auswertung von Daten, die man manuell zum Beispiel in einer gezielten Literatursuche miteinander kombiniert. Erst in jüngster Zeit wird das Potenzial von geteilten, standardisierten Daten erkannt. Beispiele dafür sind die *FAIR Data Principles* (Findable, Accessible, Interoperable, Reuseable) und die *European Open Science Cloud* (EOSC) sowie auf eine Harmonisierung von existierenden wissenschaftlichen Standards abzielende Portale wie *fairsharing.org*.

Das vorliegende mikrobiologische Fallbeispiel nutzt ausgewählte, bestehende Datenbanken wie *BacDive* und die RDF-Plattform des *EBI*, um an diesen Beispielen zu demonstrieren, wie sich die semantische Datenvernetzung und damit die **Aufdeckung unbekannter Zusammenhänge** sowie die Generierung neuartiger Erkenntnisse realisieren lässt. *BacDive* stellt mit den gesammelten Metadaten für zurzeit 63.399 Bakterien und Archaeen eine weltweit einzigartige Datenressource dar. Die Datenbank vereint Informationen aus verschiedenen Quellen, wie Sammlungsdaten mikrobiologischer Ressourcenzentren oder Daten der Speziesbeschreibung in der Primärliteratur. *BacDive* stellt diese Informationen in derzeit über 150 Datenfeldern öffentlich zur Verfügung.

Für *BacDive* können zwei typische Fallbeispiele beschrieben werden: Entweder suchen Nutzer nach Informationen zu einem konkreten Organismus oder sie suchen nach Organismen mit spezifischen Eigenschaften. In beiden Fällen würde die Darstellung der Daten in Maschinen-interpretierbarer Form Nutzeranfragen deutlich effizienter machen und neue Ergebnisse liefern. Für den ersten Fall würde die Aufbereitung der Daten in RDF die Indizierung der *BacDive*-Daten durch Suchmaschinen verbessern. Nutzer würden dadurch die Daten direkt über die Suchmaschine (z. B. Google) finden. Für den zweiten Fall muss ein sogenannter *SPARQL*-Endpunkt eingerichtet werden. Er erlaubt es dem Nutzer, eigene semantische Abfragen selbst durchzuführen. Darüber lassen sich dann z. B. neue Zusammenhänge zwischen physiologischen Bedingungen wie Temperatur, pH-Wert

und Kohlenstoffquelle sowie der Antibiotikaresistenz und der Toxinbildung eines Mikroorganismus herstellen. Von besonderem Mehrwert ist die Einbindung weiterer Datenquellen des EBI und von Wikipedia, die bereits jetzt über SPARQL abrufbar sind. So ist vorstellbar, dass darüber Informationen zu Krankheitsausbrüchen aus der Primärliteratur (über PubMed, eine Meta-Datenbank für medizinische Literatur) oder Daten aus einer anderen Quelle zu neuen Wirkstoffen des Bakteriums mit in die Abfrage eingebunden werden. Möglich ist auch, Informationen über den Wirt eines Krankheitserregers mit in die Auswertung einzubeziehen. Durch die dann verfügbaren Suchoptionen potenzieren sich die Abfragemöglichkeiten. Man kann davon ausgehen, dass durch diese Technologie viele neue, bisher noch nicht bekannte Anwendungsfälle möglich werden. Zudem werden mit der Etablierung weiterer SPARQL-Endpunkte kontinuierlich weitere Optionen hinzukommen, um neues Wissen zu generieren und zu integrieren.

Im Rahmen des vorgeschlagenen Projekts soll exemplarisch ein SPARQL-Endpunkt für *BacDive* eingerichtet sowie verschiedene Datenfelder durch eine Umwandlung ins RDF-Format beispielsweise für die am EBI gehostete Datenbank Europe PubMed Central angebunden werden.

Unsere Expertise

Das Leibniz-Institut DSMZ sammelt als eines der größten **mikrobiologischen Ressourcenzentren** weltweit seit über 40 Jahren Metadaten zu Mikroorganismen. Seit 2012 veröffentlicht die DSMZ alle Fakten zu Mikroorganismen in der Datenbank *BacDive*, wo diese um Informationen aus anderen Quellen ergänzt werden. *BacDive* bietet dadurch eine weltweit einzigartige Sammlung von Metadaten für zurzeit 63.399 Stämme.

Als zentrale Fachbibliothek für Technik sowie Architektur, Chemie, Informatik, Mathematik und Physik bietet die Technische Informationsbibliothek (TIB) – Leibniz-Informationszentrum Technik und Naturwissenschaften seit 15 Jahren Dienstleistungen rund um das **Forschungsdatenmanagement** an. Dazu gehört z. B. der DOI-Service (Digital Object Identifier, das heißt persistente Identifikatoren für digitale Objekte, ähnlich einer permanenten Webadresse) für Forschungsdaten und die Schaffung von gemeinsamen Begriffswelten in den technischen Forschungsdisziplinen und den Naturwissenschaften. Die in diesem Vorhaben beabsichtigte Einführung einer semantischen Beschreibung am Beispiel der Datenbank *BacDive* soll zu einer effizienten Nachnutzung von Forschungsdaten durch maschinelle Lesbarkeit beitragen und somit ein Fallbeispiel für die Umsetzung der oben genannten FAIR Data Principles darstellen, die Grundsätze für nachhaltig nachnutzbare Forschungsdaten und Forschungsdateninfrastrukturen formulieren.

In diesem Bereich gibt es keine vergleichbaren Projekte. Die in *BacDive* gesammelten Daten stellen eine weltweit einzigartige Sammlung dar. Das Vorhaben profitiert zudem von der Einbeziehung weiterer Datenbanken, sofern deren Daten ebenfalls über einen SPARQL-Endpunkt zugänglich gemacht werden.

Interdisziplinär ans Ziel

In diesem Fallbeispiel werden die mikrobiellen Daten der DSMZ sowie die Expertisen der TIB und des Museums für Naturkunde – Leibniz-Institut für Evolutions- und Biodiversitätsforschung (MfN) im Bereich der Semantik, des FAIRen-Forschungsdatenmanagements und der nachhaltigen Entwicklung wissenschaftlicher Software miteinander kombiniert. Zudem ist die DSMZ Mitglied des Deutschen Zentrums für Infektionsforschung (DZIF) und bietet daher einen direkten Anknüpfungspunkt zur Gesundheitsforschung und Epidemiologie.

Innovationspotenzial

Quellenübergreifende Abfragen und Analysen über ein Interface im Web zu realisieren, ist zukunftsweisend. Auf diese Weise können Daten neu kombiniert und daraus weitere Erkenntnisse gewonnen und Zusammenhänge identifiziert werden. Dies trägt dazu bei, dass auch stark heterogene Forschungsdaten unterschiedlicher Forschergruppen vergleichbarer und dadurch besser nachnutzbar werden. Durch die semantische Beschreibung der (Meta-)Daten über RDF wird verhindert, dass sich disziplin- bzw. communityspezifische »Datensilos« bilden. Darüber hinaus werden die Forschungsdaten so aufbereitet, dass sie in die visionäre europaweite Vernetzung von Forschungsdaten durch die European Open Science Cloud eingebunden werden können. Des Weiteren erlaubt die semantische Darstellung, dass sich wissenschaftliche Erkenntnisse durch Analysetools, wie z. B. Jupyter Notebooks, deutlich besser nachnutzen und im Rahmen eines Open Knowledge Graph, also einer offenen Such- und Verknüpfungssystematik, visualisieren lassen.

Jupyter Notebooks oder andere Skript-basierte, reproduzierbare Dokumentationen einer wissenschaftlichen Analyse profitieren dabei von Softwarepaketen, die domänenspezifische Funktionalität standardisieren und einfach nutzbar machen. An der TIB wurde daher der (in der von Bioinformatikerinnen und Bioinformatikern oft verwendeten Programmiersprache R etablierte) Beispielcode aktualisiert, paketiert, und damit selbst FAIRer gemacht. Die Publikation des resultierenden R-Pakets »BacDiveR« als Referenzimplementierung für die programmatische Nutzung der BacDive-Dienste ist via ROpenSci.org möglich.

Auch mittel- und langfristig ergibt sich aufbauend auf der **semantischen Datenpublikation und Vernetzung** eine sehr interessante Perspektive, die Relevanz für die Wissenschaften insgesamt hat. Antrieb für wissenschaftliches Arbeiten sind derzeit vor allem Arbeitshypothesen. Ausgehend von einer Hypothese werden z. B. Daten beschafft, integriert und analysiert. Inzwischen verbreiten sich in vielen anderen Gebieten Methoden, bei denen Zusammenhänge und Muster beispielsweise durch Verfahren des Maschinellen Lernens automatisiert erkannt werden. Werden derartige Methoden auf das wissenschaftliche Arbeiten angewendet, könnten Hypothesen ebenfalls automatisiert generiert werden, wenn viele Daten aus unterschiedlichen Quellen in dem einheitlichen Beschreibungs-Format RDF vorliegen. Übertragen auf ein solches Datennetzwerk aus vielen verschiedenen SPARQL-Endpunkten könnten Zusammenhänge und Muster in den Daten automatisiert erkannt werden, ohne von einer vorherigen Arbeitshypothese auszugehen. Im Anschluss müsste wissenschaftlich untersucht werden, ob die statistische Korrelation dieser Muster und Verknüpfungen auch einem tatsächlichen kausalen Zusammenhang entspricht.

Wege und Perspektiven

Nachdem ein SPARQL-Interface geschaffen wurde, werden die Datenbankinhalte sukzessiv für die verschiedenen Datenfelder von *BacDive* in RDF umgewandelt. Der Aufwand dafür hängt wesentlich davon ab, ob für das jeweilige Datenfeld bereits ein RDF-Modell vorliegt und wie vielfältig das Feld ist. So lassen sich Datenfelder mit bereits festgelegtem Vokabular und/oder geringer Diversität in kurzer Zeit in RDF transformieren. Besonders vielfältige Datenfelder müssen hingegen zunächst einen zeitaufwendigen Zuordnungsprozess durchlaufen. Parallel zur Server-seitigen SPARQL-Implementierung wird *BacDiveR* um die Fähigkeiten ergänzt, auch dieses SPARQL-Interface zu nutzen.

Es ist konsequent, für weitere Leibniz-Datenressourcen SPARQL-Endpunkte zu etablieren und dadurch Abfragen über verschiedene Leibniz-Datenressourcen hinweg zu ermöglichen. Eine Liste mit öffentlich zugänglichen Daten(-banken) weiterer potenzieller Partner innerhalb der Leibniz-Gemeinschaft wäre ein erster Schritt in diese Richtung. Im Hinblick auf Infektionskrankheiten und Wirkstoffforschung gibt es weitere Verbindungen zum Leibniz-Institut für Naturstoff-Forschung und Infektionsbiologie – Hans-Knöll-Institut (HKI) in Jena, zum Forschungszentrum Borstel – Leibniz Lungenzentrum (FZB) und zum Leibniz-Institut für Pflanzenbiochemie (IPB) in Halle.

III · Automatisierte Wissensgewinnung

IV ·
Landwirtschaft 4.0
Chancen und
Risiken für eine
nachhaltige
Agrarwirtschaft

Beteiligte Leibniz-Einrichtungen

Leibniz-Zentrum für Agrarlandschaftsforschung (ZALF),
Leibniz-Institut für Agrartechnik und Bioökonomie (ATB),
Potsdam-Institut für Klimafolgenforschung (PIK),
Leibniz-Institut für innovative Mikroelektronik (IHP)

Ansprechperson

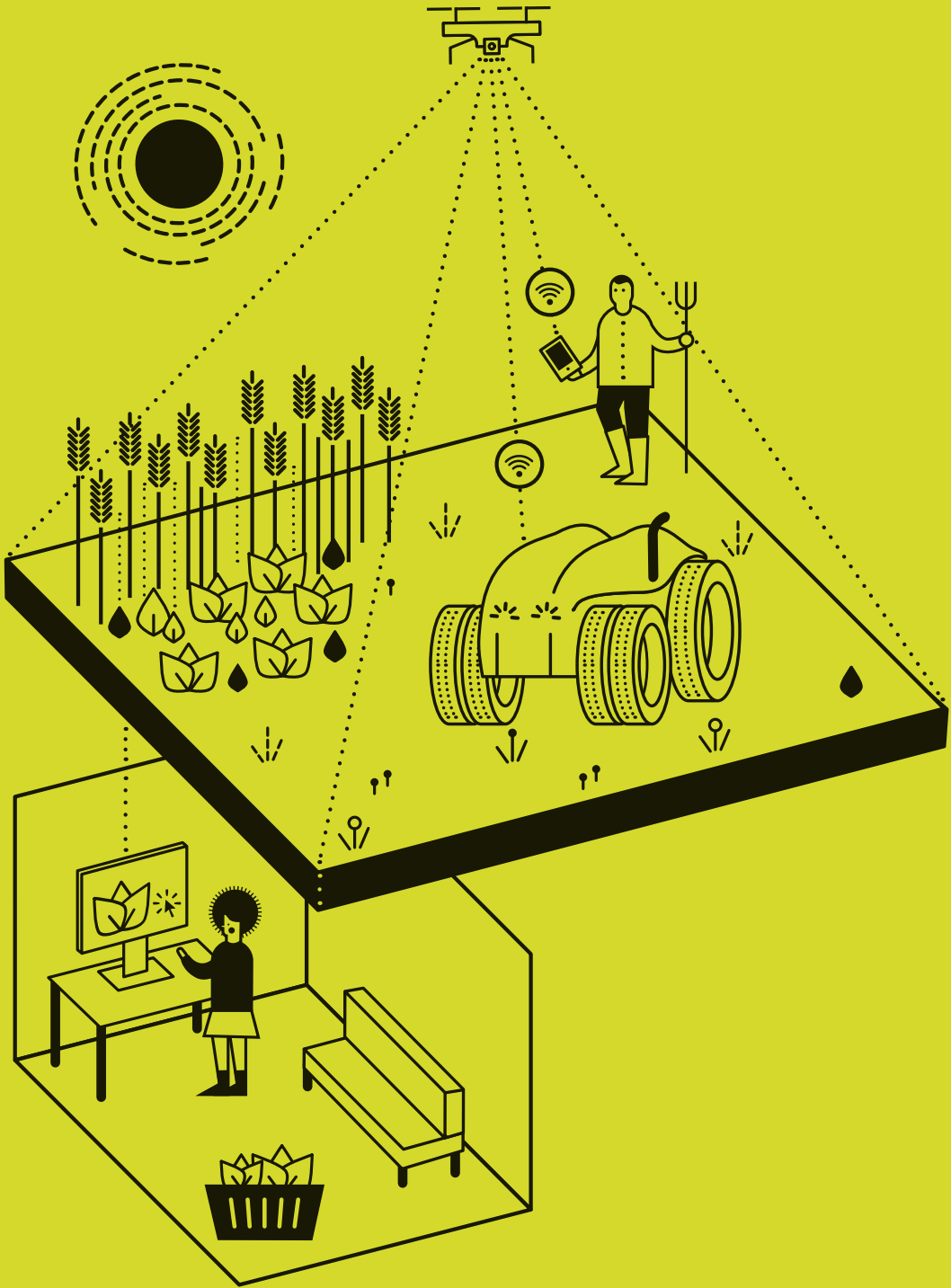
Sonoko Dorothea Bellingrath-Kimura
belks@zalf.de

Sonoko Dorothea Bellingrath-Kimura ist Co-Leiterin des Programmbereichs 2 Landnutzung und Governance des Leibniz-Zentrum für Agrarlandschaftsforschung (ZALF) e.V. und hat die Professur Landnutzungssysteme an der Humboldt Universität zu Berlin inne. Sie hat lange zu innovativen Landnutzungssystemen weltweit geforscht und ist aktiv in nationalen und internationalen Netzwerken. Sie hat mehrere Projekte geleitet, unter anderem das Projekt »Digitale Wissens- und Informationsverarbeitung in der Landwirtschaft«.

Katharina möchte kurzfristig Lebensmittel einkaufen und loggt sich deshalb in ein Online-Geschäft ein. Die virtuelle Ladenfläche bietet eine große Auswahl unterschiedlichster Produkte. Mit einem »Mouseover« kann sie sich Herkunft, Produktionsmethode, Verarbeitung, Inhaltsstoffe und weitere Informationen anzeigen lassen. Ein Rechtsklick öffnet einen Link z. B. zum entsprechenden Bauernhof und dessen Flächen. Bei einem Produkt, einem Käse, fallen Katharina auf einem Livebild viele Bienen und auch ein leises Summen auf. Sie erfährt, dass der landwirtschaftliche Betrieb eine Bewirtschaftungsmethode eingeführt hat, durch die er die Biodiversität um ein Vielfaches erhöhen konnte. Sensoren auf den Flächen und Luftaufnahmen beweisen das.

Während sich Katharina durch weiterführende Links klickt, stößt sie auf ein Herkunfts-Siegel zur Kennzeichnung von Gemüse, Obst, Fleisch, Brot und anderen Lebensmitteln, die mit ähnlich nachhaltigen Bewirtschaftungsmethoden produziert werden. Sie entdeckt, dass es ein weltweites Netzwerk derartiger Betriebe gibt und sich einer davon sogar ganz in ihrer Nähe befindet. So kann sie sicher sein, dass die eingekauften Waren nicht nur nachhaltig und regional produziert wurden.

Das Fallbeispiel zeigt, welche Möglichkeiten die Digitalisierung bietet. Sie fördert nachhaltige Bewirtschaftungsweisen, ermöglicht regionale und globale Vernetzung und unterstützt so den Verbraucher dabei, sich gesund, bewusst und ökologisch nachhaltig zu ernähren.



Kurz und knapp

Viele Verbraucher sind überfordert von der Fülle an Informationen, die mit Landwirtschaft, Lebensmittelverarbeitung und -handel zu tun haben. Die Digitalisierung bietet die Chance, hier wissens- und faktenbasiert Orientierung zu geben und individuell auf die unterschiedlichen Wünsche der Konsumenten einzugehen. Zugleich kann sie die Umweltleistungen der landwirtschaftlichen Produktion in-wert-setzen und somit neue Entscheidungsgrundlagen für die Landwirte bieten. Voraussetzung ist, dass alle notwendigen Informationen in einer sicheren Datenstruktur zusammengeführt und kommuniziert werden können. So lassen sich gewünschte und unerwünschte **Umweltwirkungen der Lebensmittelproduktion** nachvollziehen und steuern – beispielsweise kann gezielt die Biodiversität gefördert werden. Eine solche Vernetzung von Informationen bietet nicht nur neue Möglichkeiten für das wissenschaftliche Arbeiten. Aus ihr ergeben sich auch neue Geschäftsmodelle und Ansätze für die Führung eines entsprechenden Betriebs. Als Innovationsbremsen wirken momentan allerdings der unklare Rechtsrahmen und Sorgen um potenziellen Datenmissbrauch.

Der Leibniz-Forschungsverbund *Nachhaltige Lebensmittelproduktion und gesunde Ernährung* sowie die Leibniz-Institute, die bereits zum Thema Industrie 4.0 arbeiten, verfügen gemeinsam über alle Fachkenntnisse, die für eine Digitalisierung der Lebensmittelproduktion erforderlich sind. Sie sind in ihren jeweiligen Bereichen mit den Aspekten des beschriebenen Fallbeispiels seit vielen Jahren vertraut und wissenschaftlich erfolgreich. Darüber hinaus verfügen sie über Erfahrungen in inter- und transdisziplinärer Forschung.

Dieses Fallbeispiel eröffnet vielfältige Perspektiven, unter anderem wird ein neues Verständnis von einer nachhaltigen Lebensmittelerzeugung gefördert und die Akteure in der Wertschöpfungskette erhalten wissensbasierte Handlungsempfehlungen.

Unsere Vision

Wer mehr über Landwirtschaft, Lebensmittelverarbeitung und -handel wissen will, ist angesichts der vielen und teils widersprüchlichen Informationen schnell überfordert. Die Digitalisierung schafft Instrumente, die Konsumenten beim Umgang damit und bei einer Entscheidungsfindung helfen können. Die Landwirtschaft ist stark von externen Einflüssen wie dem Wetter, einem Schädlingsbefall, aber auch den Marktpreisen abhängig. Gleichzeitig ist sie darauf angewiesen, dass die notwendigen biologischen Prozesse einwandfrei ablaufen. Das macht landwirtschaftliches Handeln hochkomplex – über verschiedene Domänen hinweg – und damit zu einem idealen Fallbeispiel für neue Methoden der Datenwissenschaften. Darüber hinaus kann eine Agrar- und Ernährungswirtschaft durch die Nutzung der Möglichkeiten der Digitalisierung und so gewonnener Erkenntnisse zum **Erreichen nachhaltiger Entwicklungsziele** beitragen. So kann die Absicht vieler Konsumenten, sich gesund mit nachhaltig und regional erzeugten Lebensmitteln zu ernähren, durch digitale Mittel unterstützt werden. Bei aller berechtigten Euphorie im Zusammenhang mit der digitalen Transformation werden die Risiken bisher kaum diskutiert (z. B. Datenrecht, Verlust von Erfahrungswissen), die bei den potenziellen Nutzern zu Verunsicherung und Ablehnung führen können.

Ziel der Digitalen Landwirtschaft 4.0 ist es daher, Methoden zu entwickeln, mit denen sich Produktionsprozesse intelligent und sicher vernetzen und vom realen Gesellschafts-/Kunden-/Marktinteresse ausgehend steuern lassen. Eine zentrale Voraussetzung dafür ist die Einrichtung einer gesicherten Dateninfrastruktur. Die Landwirtschaft 4.0 baut auf den Innovationen und Erfahrungen

der Industrie 4.0 auf und entwickelt sie weiter — gemäß den speziellen Anforderungen der bioökonomischen, also der biomasse-basierenden Wertschöpfungsnetze. Einerseits ist die Landwirtschaft durch die Nutzung der natürlichen Umwelt zufallsbedingten Effekten ausgesetzt, die sich durch die zunehmenden Folgen des Klimawandels noch verstärken werden. Andererseits haben landwirtschaftliche Vorgehensweisen zum Teil sehr unmittelbare Auswirkungen auf die Umwelt. So gilt beispielsweise eine hohe **Biodiversität** auf der einen Seite als Mittel, um die Resilienz gegen unvorhergesehene Ereignisse zu steigern. Sie bedeutet aber auf der anderen Seite, dass u.U. bewusst auf Höchsterträge verzichtet und das Agrarmanagement komplexer wird. Bei der landwirtschaftlichen Tierhaltung spielt zusätzlich der Aspekt des Tierwohls eine sehr wichtige Rolle.

Das Ziel dieses Fallbeispiels ist es, anhand ausgewählter Lebensmittel-Wertschöpfungsketten (Produktion, Verarbeitung, Distribution, Verbrauch) zu analysieren, welche Chancen der digitale Wandel dadurch bietet, dass sich Produktionsprozesse besser steuern lassen:

- a Wie kann mittels Digitalisierung die Ressourcennutzung durch Koordination, Kommunikation und Nachverfolgbarkeit innerhalb der Wertschöpfungsketten verbessert werden?
- b Wie lässt sich damit die Produktion in Bezug auf Ökosystemleistungen, Biodiversität und Tierwohl optimieren?
- c Welche Chancen bietet die digitale Transformation hinsichtlich eines zirkulären Stoffstrommanagements, um unerwünschte Umweltwirkungen wie beispielsweise Nitratauswaschungen durch eine wissensbasierte und bedarfsorientierte Prozesssteuerung zu reduzieren?

Als erstes Beispiel kann die Fleischproduktion dienen, bei der die Wertschöpfungskette vom Feld bis zum Supermarkt abgebildet und die Maßnahmen zur Erhöhung der Biodiversität nachvollziehbar gemacht werden (siehe dazu auch das Projekt *Landwirtschaft für Artenvielfalt* am Leibniz-Zentrum für Agrarlandschaftsforschung (ZALF)).

In diesem Fallbeispiel können die Ansätze aus dem Projekt *Landwirtschaft für Artenvielfalt* derart erweitert werden, dass leichter Rückschlüsse von den **Interessen der Konsumenten** bzw. der Gesellschaft auf die Produktion gezogen werden können. Das Fallbeispiel hat eine produktionsorganisatorische und eine technische Ebene. Für die produktionsorganisatorische Ebene werden umfangreiche und zum Teil völlig neue Daten von der Produktion bis zum Konsumenten mit spezifisch anzupassenden datenwissenschaftlichen Methoden analysiert. Untersucht werden sollen Landwirtschafts- und Verarbeitungsbetriebe, die eine breite Produktpalette abdecken. Weiterhin werden verschiedene Vertriebswege und Einzelhändler einbezogen — von Direktvertrieb bis zum Discounter. Die verfügbaren Umweltparameter werden analysiert und Möglichkeiten der Vernetzung bis zum Konsumenten ausgearbeitet. Mit den Daten werden ökologische, betriebswirtschaftliche und sozioökonomische Auswirkungen von verschiedenen Produktionssystemen bei unterschiedlichem Konsumenten-/Einkaufsverhalten ermittelt. Dabei werden Risiken und ethische Probleme identifiziert und Lösungsansätze aufgezeigt.

Im technischen Teil des Fallbeispiels soll es vor allem darum gehen, die Vielzahl der Sensoren, die entlang der Wertschöpfungskette Informationen erfassen, dafür zu nutzen, die jeweiligen Einzelmaßnahmen im Gesamtprozess zu beschreiben und zu bewerten. Ziel ist es, Lücken innerhalb der Informationsketten durch Weiterentwicklung der **Sensortechnik** sowie die Auswahl und Analyse von Indikatoren zur Erfassung von Ökosystemleistungen, Biodiversität und Tierwohl zu schließen. Hierzu sind horizontale und vertikale Kommunikationsnetzwerke zwischen den Gliedern der gesamten Wertschöpfungskette aufzubauen.

Unsere Expertise

Innerhalb der deutschen Forschungslandschaft beheimatet die Leibniz-Gemeinschaft die größte Anzahl an anwendungsorientierten **Agrarforschungsinstituten**. Hier werden die relevanten Herausforderungen der Praxis mit Erkenntnissen aus der Grundlagenforschung verknüpft. Dabei wird die Expertise zur digitalen Landwirtschaft im Leibniz-Forschungsverbund *Nachhaltige Lebensmittelproduktion und gesunde Ernährung* gebündelt. Gemeinsam mit Leibniz-Instituten aus dem angewandten technologischen Bereich mit Erfahrung in der Industrie 4.0 brachte sich der Verbund im Mai 2016 mit einem Positionspapier in die öffentliche Diskussion zur Digitalisierung in Land- und Ernährungswirtschaft ein. Dank der Vielfalt und Größe ihrer Infrastrukturen können die Institute der Leibniz-Gemeinschaft das Themenfeld Landwirtschaft 4.0 interdisziplinär in der notwendigen Tiefe und Breite analysieren und hoch innovative Lösungen erarbeiten. In allen beteiligten Instituten erfolgten bereits erhebliche Vorarbeiten zu Informations- und Kommunikationstechnik (IKT) in der Landwirtschaft, die in dieses Fallbeispiel einfließen werden.

Innerhalb der Leibniz-Gemeinschaft bilden folgende Institute eine Keimzelle zum Thema Landwirtschaft 4.0: das bereits erwähnte ZALF, das Leibniz-Institut für Agrartechnik und Bioökonomie (ATB), das Potsdam-Institut für Klimafolgenforschung (PIK) und das Leibniz-Institut für innovative Mikroelektronik (IHP). Fachkenntnisse im Bereich der Systembetrachtung von Produktionssystemen haben ZALF und ATB. Im ZALF liegt der Fokus auf der Erfassung von **Ökosystemleistungen und Biodiversität** im Agrarproduktionssystem. Eine Stärke des Instituts liegt auch in der Analyse der sozio-ökonomischen Rahmenbedingungen vor dem Hintergrund, dass Ökosystemleistungen bedarfsabhängig sind. Das ATB konzentriert sich vor allem auf Aspekte der technischen Systembewertung einzelner Verfahren bei Produktion, Ernte und Erstverarbeitung landwirtschaftlicher Produkte. Ein weiterer Fokus liegt auf der technischen Entwicklung von Messprinzipien und Sensor-Daten-Analysen sowie auf der Entwicklung von Automatisierungsstrategien und Robotik. Die Nachwuchsgruppe *Data Science in Agriculture* stellt dazu analytisch-methodische Kompetenz speziell zu maschinellem Lernen bereit. Am PIK werden Landwirtschaft, Landnutzung und Biomasseproduktion großskalig modelliert und Zukunftsszenarien zu Klimawandel und nachhaltiger Entwicklung analysiert. Ein wichtiges Forschungsthema ist hierbei, inwiefern neue digitale Technologien die Anpassung an den Klimawandel verbessern können. Das IHP besitzt Expertise in der Entwicklung von neuen **Sensoren** und der Vernetzung von Monitoring-Netzwerken.

Diese Kerngruppe an Leibniz-Einrichtungen wird ergänzt durch das Leibniz-Institut für Gemüse- und Zierpflanzenbau (IGZ), das Deutsche Institut für Ernährungsforschung (DIfE) und das Leibniz-Institut für Nutztierbiologie (FBN). Zentrale universitäre Partner sind die Humboldt-Universität zu Berlin, die Technische Universität Berlin, die Freie Universität Berlin und die Universität Potsdam. Mit ihnen sind die Kerninstitute im Rahmen gemeinsamer Berufungen verbunden. Als weitere externe Partner kommen infrage: die Universität Bonn, die Universität Hohenheim, die Europa Universität Viadrina, das Deutsche Forschungszentrum für Künstliche Intelligenz (DFKI) sowie die Unternehmen Xavio und Bosch. Mögliche Partner für transdisziplinäre Aktivitäten sind u. a. 365Farm-Net, die agrathaer GmbH, die Wirtschaftsförderung Brandenburg und das Institut für Landtechnik und Tierhaltung der Bayerischen Landesanstalt für Landwirtschaft.

Wie auch in anderen Themenfeldern dominieren vor allem große, global agierende Konzerne die Forschung zur Nutzung digitaler Technologien in der Landwirtschaft. Sie sind bereits dabei, ihre Produkte und deren Verwendung smart zu vernetzen, Maschinendaten, landwirtschaftliches Erfahrungswissen mit weiteren Daten (z. B. Klima, Satellitenbilder) zu Informationen zu kombinieren und Handlungsempfehlungen anzubieten. Andererseits gibt es neben diversen Agrar-Tech Start-Ups

auch kleinere und mittelständische Unternehmen, die Managementprogramme für Teilaspekte entwickeln, insbesondere zu Planung und Buchhaltung der landwirtschaftlichen Betriebe. Die derzeitigen Ansätze der Digitalisierung sind stark marktorientiert und auf die landwirtschaftliche Primärproduktion fokussiert.

Das große Potenzial der Digitalisierung für die gesamte **bioökonomische Wertschöpfungskette**, für die Nutzung und Verbesserung von Ökosystemleistungen, für die Biodiversität und zur Verbesserung des Tierwohls wird hingegen kaum berücksichtigt. Nur bei einzelnen Produkten oder Segmenten spielen die Anforderungen der Gesellschaft und der Wertschöpfungsketten bisher eine Rolle. Ein Alleinstellungsmerkmal des vorliegenden Fallbeispiels ist die ganzheitliche Erfassung der gesamten Wertschöpfungskette. Dabei werden auch die Bereitstellung verschiedener Ökosystemleistungen und die Biodiversität im Rahmen der sich entwickelnden Bioökonomie mit einbezogen. Das Projekt untersucht außerdem, wie sich Produktions-Ökosysteme digital erfassen und steuern und zugleich auf den gesellschaftlichen Bedarf und auf Standorteigenschaften zuschneiden lassen. Dadurch sollte es international Beachtung erlangen.

Interdisziplinär ans Ziel

Dieses Fallbeispiel soll die Produktion von Lebensmitteln und deren Verarbeitung und Verteilung bis hin zu den Konsumenten verknüpfen, transparent und steuerbar machen. Eine breite interdisziplinäre Zusammenarbeit ist dafür unabdingbar. Die aufgeführten Partner vereinen naturwissenschaftliche, verfahrenstechnische, sozio-ökonomische und ernährungsphysiologische Expertise und haben im Leibniz-Forschungsverbund *Nachhaltige Lebensmittelproduktion und gesunde Ernährung* bereits erfolgreich zusammengearbeitet.

Innovationspotenzial

Um die Bioökonomie erfolgreich nachhaltig zu gestalten, müssen die **neuen Möglichkeiten der Digitalisierung und Systemforschung** ausgeschöpft werden. Durch die Nutzung digitaler Mittel kann die Landwirtschaft die natürlichen Ressourcen schonen, Ökosystemleistungen verbessern und die Biodiversität erhöhen. Zukünftige Marktentwicklungen, Lebensstiländerungen, Bevölkerungswachstum, Klimawandel und Ressourcenknappheit erfordern neue Lösungen. Dazu gehören standortangepasste Produktionssysteme für Pflanzen und Tiere, die mit einer anpassungsfähigen Steuerung versehen sind. Mithilfe digitaler Informationen scheint das realisierbar. Gleichzeitig müssen die Produktqualität und -sicherheit sowie die Umweltverträglichkeit erhalten oder sogar verbessert werden. Qualitätsindikatoren und Gesundheitsparameter sind im Produktionsprozess so früh und detailliert wie möglich zu integrieren.

Digitale Technologien ermöglichen es darüber hinaus, das Ernährungsverhalten unterschiedlicher Bevölkerungsgruppen zu erfassen und mithilfe dieser Informationen **qualitativ hochwertige Lebensmittel** in gewünschter Menge und zur gewünschten Zeit anzubieten. Sie schaffen die Voraussetzung dafür, dass zwei Lebensbereiche (Nahrungsmittelproduktion und Ernährung), die weitgehend nach eigenen Regeln funktionieren, sich aber erheblich wechselseitig beeinflussen, auf hohem Niveau gemeinsam wissenschaftlich betrachtet werden. Die Wirtschaftswissenschaften sprechen hier von einer Entwicklung vom Push-Markt (ein Überangebot auf den Markt drücken, da nicht bekannt ist, was benötigt wird) hin zum Pull-Markt (informationsgesteuert genau das auf den Markt

ziehen, was die Konsumenten benötigen). Hierbei bilden die biologischen Vorgänge (Wachstums- und Reifungsprozesse) mit ihrer zeitlichen Dynamik, ihrer externen Abhängigkeit und Selbstregulation eine Herausforderung, die in der Industrie 4.0 so nicht existiert. Erst wenn die Informationen von Produzenten, dem verarbeitenden Gewerbe, Händlern und Konsumenten, aber auch von Behörden miteinander gekoppelt werden, ist es möglich, einen **informationsbasierten Interessensausgleich** zwischen verschiedenen gesellschaftlichen Gruppen und Zielen zu finden. Auf Basis dieses neuen Wissens lassen sich zudem detaillierte Forschungen durchführen und Szenarien entwickeln zu der Frage, wie Landwirtschaft, natürliche Umwelt und Gesellschaft interagieren. Eine neue wissenschaftliche Fragestellung ergibt sich auch durch den Wunsch nach kundenspezifischen Erzeugungsprogrammen: Wie lassen sich Wünsche von Konsumenten und Gesellschaft nach bestimmten Produkten und Produktionsmethoden mit den Anforderungen eines bestimmten Standorts vereinbaren?

Ein wichtiger Teilaspekt ist die Entwicklung von Rechtsgrundlagen

- a zum Gebrauch/der Verfügbarkeit der erhobenen Daten,
- b zu länderspezifischen Anforderungen und Regularien bei den entwickelten Maßnahmen und
- c zur Honorierung von nicht-vermarktbar Resultaten.

Ein klarer Rechtsrahmen ist auch Voraussetzung für innovative, datengestützte Geschäftsmodelle. Werden diese Fragen nicht beantwortet, entsteht ein erhebliches Innovationshemmnis.

Wege und Perspektiven

Im Fokus des Fallbeispiels stehen übergreifende Fragen, die mit dem Voranschreiten der Digitalisierung bei der Erzeugung, der Verarbeitung, dem Handel und dem Konsum von Lebensmitteln auftauchen. Chancen und Risiken sollen in einem transdisziplinären Forschungsansatz untersucht werden. Dabei eröffnen sich viele Möglichkeiten, um die **Nachhaltigkeit unserer Ernährung** zu verbessern. Gleichzeitig bestehen aber auch Risiken und Nebenwirkungen. Die zahlreichen Einzelanwendungen sind notwendige Voraussetzung, aber nicht Gegenstand des Fallbeispiels. Das Thema ist auch deshalb hochkomplex, weil die meisten Systemgrößen sowohl abhängige als auch unabhängige Variablen beinhalten. Angesichts dessen bieten moderne Methoden der Datenwissenschaften Möglichkeiten, zu einem neuen Verständnis der Lebensmittelproduktions- und -ernährungssysteme zu gelangen. Dieses systemische Wissen kann dazu genutzt werden, die Produktionsketten in Summe nachhaltiger zu machen. Die Einbeziehung aller Akteure der Wertschöpfungskette ist dabei unbedingt notwendig.

Um nicht an der Komplexität und Selbstregulation des Systems zu scheitern, sollen empirische Analysen und Mustererkennungen mithilfe moderner Methoden der Datenwissenschaften im Wechselspiel mit den deterministischen Beschreibungen kausaler Zusammenhänge gemäß des domänenspezifischen Wissensstands kombiniert und analysiert werden. Konkret werden auf der produktionsorganisatorischen Ebene Szenarien entwickelt und aus **ökologischer, ökonomischer und sozialer Sicht** auf Betriebe und deren Wertschöpfungskette übertragen. Es wird analysiert, welche Informationen wie an die Konsumenten weitergeleitet werden können, welche Rückwirkung auf die Umwelt sich durch Änderungen im Konsumentenverhalten ergeben und ob sich potenzielle Umweltverbesserungen im Konsumentenverhalten niederschlagen. Auf der technischen Ebene werden Monitoringkonzepte zur Informationserfassung entlang der Wertschöpfungskette entwickelt. Darüber hinaus werden

Indikatoren erarbeitet, mit denen sich relevante und durch Sensoren erfassbare Umweltparameter zu Ökosystemleistungen, Biodiversität und Tierwohl abbilden lassen.

Die Ergebnisse des Fallbeispiels eröffnen folgende Perspektiven:

- a Ein neues Verständnis zur nachhaltigen Gestaltung der Lebensmittelerzeugung wird gefördert.
- b Wissensbasierte Handlungsempfehlungen für alle Akteure in der Wertschöpfungskette werden entwickelt.
- c Neue Methoden zur Erforschung komplexer Systeme mit starken Abhängigkeiten werden erprobt.
- d »Digitalisierungslücken« im Handlungsfeld Landwirtschaft – Umwelt – Ernährung werden identifiziert, um sie mit gezielter Forschung schließen zu können.

Dieses Fallbeispiel soll auch mit dem Ziel umgesetzt werden, die Forschungsergebnisse erfolgreich in Wirtschaft, Politik und Gesellschaft zu transferieren.

V.

Wissens-
gesellschaft

Digitale Chancen
für die regionale
Entwicklung

Beteiligte Leibniz-Einrichtungen
ZEW — Leibniz-Zentrum für Europäische
Wirtschaftsforschung GmbH Mannheim,
Leibniz-Institut für Länderkunde (IfL)

Ansprechperson

Irene Bertschek

irene.bertschek@zew.de

Irene Bertschek ist Leiterin des Forschungsbereichs *Digitale Ökonomie* am ZEW — Leibniz-Zentrum für Europäische Wirtschaftsforschung GmbH Mannheim und Professorin für Ökonomie der Digitalisierung an der Justus-Liebig-Universität Gießen. In ihren Forschungsarbeiten untersucht sie, wie die Digitalisierung wirtschaftliche Prozesse beeinflusst und wie sie sich auf Produktion, Innovation und Arbeitswelt auswirkt.

Nach ihrer Ausbildung zur Webdesignerin in der Großstadt und der Gründung ihres Marketing-Start-ups möchte Janna wieder in ihren Heimatort Neudorf ziehen, um ihre Mutter bei der Pflege des kranken Vaters zu unterstützen. Neudorf befindet sich im ländlichen Raum. Ein mittelständischer Maschinenbauer ist, neben ein paar kleinen Einzelhändlern, der einzige Arbeitgeber im näheren Umkreis. Die Haushalte haben nur Zugang zu langsamem Internet. Die Kommune hat nun begonnen, mit staatlichen Fördermitteln das Breitbandfestnetz bis zu den öffentlichen Einrichtungen auszubauen. Die neue 5G-Mobilfunktechnologie soll dann die letzten Lücken schließen und schnelles Internet für alle Haushalte ermöglichen. Damit bekommt Janna die Möglichkeit, ihr Unternehmen auch dort weiterzuführen, mit den Mitgliedern ihres Gründerteams, die in der Großstadt geblieben sind, und ihren Kunden weltweit Kontakt zu halten, ihre datenintensiven Produkte und Dienstleistungen in virtuellen Co-Working-Räumen zu bearbeiten und neue Kunden zu akquirieren. Dies klappt so gut, dass Janna inzwischen überlegt, mit ihrer Agentur auf Dauer in Neudorf zu bleiben.



Kurz und knapp

Die Informationsgesellschaft hinterlässt zunehmend digitale Spuren. Die Verbreitung mobiler Endgeräte, die Entwicklung digitaler Infrastruktur oder die Vernetzung von Alltagsgegenständen und Produktionsmitteln sind Treiber dieser Entwicklung. Die daraus entstehenden Daten werden wiederum genutzt, um mittels »künstlicher Intelligenz« Assistenz- und Entscheidungssysteme zu entwickeln, die den Alltag von Menschen unterstützen.

Das Ziel des Fallbeispiels *Wissensgesellschaft – Digitale Chancen für die regionale Entwicklung* ist es, das Bewusstsein dafür zu schärfen, dass die sogenannte Digitalisierung den **Wandel zur Wissensgesellschaft** beschleunigt. Sie greift fundamental in die gewohnten Prozesse von Wertschöpfung, wirtschaftlicher Produktion und des gesellschaftlichen Lebens ein und verändert sie grundlegend. Es gilt umso mehr zu erkennen, welche neuartigen Chancen für die gesamtgesellschaftliche Entwicklung damit verbunden sind. Für die Wissenschaft bedeutet dies, Informationen und Entscheidungsgrundlagen zu schaffen, die einen bewussten und rationalen Umgang mit der digitalen Transformation ermöglichen.

Die neuartigen digitalen Dienste auf Basis von nutzergenerierten Informationen und ortsbezogenen Daten bieten in der Verknüpfung ihrer verschiedenartigen Grundlagen für die **evidenzbasierte Forschung auf regionaler Ebene** ganz neue Analyse- und Beratungsmöglichkeiten. Auf Basis solcher Daten soll untersucht werden, unter welchen Rahmenbedingungen sich Regionen als Wohn-, Lebens- und Arbeitsraum positiv entwickeln. Digitale Technologien spielen hierbei in zweierlei Hinsicht eine Rolle: zum einen lassen sich mit ihnen neuartige Daten gewinnen, zum anderen sind sie Treiber gesellschaftlicher Veränderungen. Oftmals können sie zur Problemlösung beitragen, zum Beispiel bei der Entwicklung von Konzepten zur Smart Region oder der Sharing Economy.

Das besondere Potenzial der Leibniz-Gemeinschaft liegt darin, dass sich zahlreiche Mitgliedsinstitute theoriegeleitet und evidenzbasiert mit der Analyse gesellschaftspolitisch relevanter Fragestellungen, wie der Entwicklung von Regionen, befassen. Die Leibniz-Gemeinschaft kann diese Expertise disziplinübergreifend bündeln. Zudem verfügt sie über umfassende Fachkenntnisse in der Generierung, Verknüpfung, Aufbereitung und Analyse von Daten auf unterschiedlichen Ebenen.

Unsere Vision

Durch die Digitalisierung wandelt sich die Gesellschaft immer mehr zu einer Wissensgesellschaft. Bei nahezu allen Aktivitäten des wirtschaftlichen und sozialen Handelns fallen in immer größerem Maße digitale Daten an. Motor dafür sind zum einen Innovationen bei der digitalen Hardware – die Verbreitung mobiler Endgeräte nimmt zu, die **digitale Infrastruktur** entwickelt sich weiter, Alltagsgegenstände und Produktionsmittel werden vernetzt. Zum anderen entstehen fortlaufend neuartige digitale Dienste auf Basis von nutzergenerierten Informationen und Ortungsdaten (Registrierung räumlicher Bewegungen). Bisher nutzen die verschiedenen wissenschaftlichen Disziplinen diese Daten weitestgehend parallel, gemäß ihrer Expertise und ihren jeweiligen Fragestellungen. Werden sie disziplinübergreifend miteinander verknüpft, lassen sich innovative Forschungsfragen mit neuartigen Analysemethoden untersuchen. Die evidenzbasierte Forschung kann dadurch z. B. verschiedenste Datengrundlagen auf regionaler Ebene miteinander in Verbindung setzen. Durch die zunehmende Verbreitung mobiler Endgeräte und den verstärkten Einsatz verortbarer (georeferenzierter) Daten sind in den letzten Jahren insbesondere auf regionaler Bezugsebene neue Analysemöglichkeiten entstanden.

Parallel dazu ist die ressourcenschonende Nutzung des Lebensraums immer mehr zu einer gesellschaftlichen Herausforderung geworden. Auch hier werden auf Basis digitaler Technologien bereits Lösungsansätze entwickelt und erprobt, beispielsweise Konzepte zur Lösung von Mobilitätsproblemen. Auch die Arbeitswelt wird durch den Einsatz mobiler, digitaler Technologien zunehmend zeitlich wie räumlich flexibler gestaltet. Die **räumliche Entwicklung** erfordert in Großstadtreionen verstärkt Handlungsbedarf bei Themen wie der öffentlichen Daseinsvorsorge, der Mobilität, dem Umweltschutz, der Energienutzung und der Entwicklung sozialer Ungleichheit, während in strukturschwachen Räumen Chancen für die Gleichwertigkeit der Lebensbedingungen neu zu definieren sind. Digitale Anwendungen wie beispielsweise Telemedizin, digitale Plattformen oder Lieferservices bieten Möglichkeiten, um ländliche Regionen als Lebens- und Arbeitsräume wieder attraktiver zu machen.

Neu zu erschließende Forschungsmöglichkeiten anhand einer Vielzahl von Datenquellen treffen hierbei auf eine hohe Nachfrage nach wissenschaftlichen Erkenntnissen und darauf basierenden Lösungsansätzen für das Alltagsleben in unterschiedlichen Regionen. Das besondere Potenzial der Leibniz-Gemeinschaft besteht darin, die vorhandene Expertise aus verschiedenen Bereichen interdisziplinär zu bündeln. Beispielsweise kann fachübergreifend untersucht werden, unter welchen Rahmenbedingungen sich Regionen als Wohn-, Lebens- und Arbeitsraum positiv entwickeln und welchen Beitrag unter anderem die Digitalisierung dazu leistet. Indikatoren können dabei unter anderem die Nachhaltigkeit, die Lebensqualität, der Zugang zu Ressourcen, der Energieverbrauch oder auch das wirtschaftliche Wachstum sein.

Unsere Expertise

Die Leibniz-Gemeinschaft verfügt für das Fallbeispiel *Wissensgesellschaft* über Fachkenntnisse in den Bereichen Ökonomie, Soziologie, Geographie, Geoinformatik, Raumplanung sowie Ingenieur- und Naturwissenschaften im Allgemeinen. Verschiedene Institute der Leibniz-Gemeinschaft erforschen die **Auswirkungen der Digitalisierung** aus ökonomischer, soziologischer oder psychologischer Perspektive, z. B. das Leibniz-Zentrum für Europäische Wirtschaftsforschung (ZEW), das Wissenschaftszentrum Berlin für Sozialforschung (WZB), das Leibniz-Institut für Wissensmedien (IWM) und das Leibniz-Institut für Arbeitsforschung (IfADo).

Die vier raumwissenschaftlichen Leibniz-Einrichtungen, das Leibniz-Institut für Länderkunde (IfL), das Leibniz-Institut für ökologische Raumentwicklung (IÖR), das Leibniz-Institut für Regionalentwicklung und Strukturplanung (IRS) sowie die Akademie für Raumforschung und Landesplanung (ARL) – Leibniz-Forum für Raumwissenschaften, haben sich mit dem Institut für Landes- und Stadtentwicklung (ILS) zum *Raumwissenschaftlichen 5R-Netzwerk* zusammengeschlossen. Sie forschen unter anderem zu Geovisualisierung, sind im Arbeitskreis zu Smart Cities aktiv und bearbeiten Themen der Stadtentwicklung und des mobilen Arbeitens. Das *5R-Netzwerk* hat in der Vergangenheit unter anderem Forschungsprojekte zum Thema **Mobilität und Raumentwicklung** durchgeführt. Dazu gehören die Georeferenzierung von Daten, darauf aufbauende Indikatoren und ihre Visualisierung in Karten und Grafiken. Die Leibniz-Institute haben umfassende Fachkenntnisse in der Gewinnung, Aufbereitung und Analyse von Daten unterschiedlicher Beobachtungsebenen: u. a. der Unternehmensebene, regionalen und Individualebene sowie der Ebene digitaler Plattformen.

Expertise besteht außerdem in der quantitativen Analyse von Zusammenhängen und Kausalwirkungen, z. B. beim ZEW – Leibniz-Zentrum für Europäische Wirtschaftsforschung, dem Deutschen Institut für Wirtschaftsforschung (DIW) und dem ifo Institut – Leibniz-Institut für Wirtschaftsforschung an der Universität München. In einschlägigen Projekten wurden beispielsweise städtische

Grünflächen über die Verknüpfung georeferenzierter Luftbilder mit Daten zu Immobilienpreisen bewertet. In ähnlicher Weise konnten über die Verbindung geographischer Angaben zu Wikipedia-Artikeln und deren Autoren mit Plattform- und administrativen Regionaldaten die Beiträge zu öffentlichen digitalen Wissensgütern (Wikipedia) in Abhängigkeit von lokaler ökonomischer Aktivität untersucht werden.

Weitere potenzielle Kooperationspartner im Fallbeispiel *Wissensgesellschaft* sind unter anderem das Weizenbaum-Institut für die vernetzte Gesellschaft unter Federführung des WZB sowie das Munich Center for Internet Research (MCIR).

Interdisziplinär ans Ziel

Eine solche vernetzte Expertise ermöglicht es den Leibniz-Einrichtungen, gesellschaftliche Problem-lagen und Herausforderungen inhaltlich und methodisch interdisziplinär zu analysieren. Der komplexen Natur der modernen Welt wird die fachübergreifende Analyse besser gerecht als eine rein disziplinäre Betrachtung. Deshalb bieten vor allem die — bisher oft nur isoliert genutzten — Datenbestände der einzelnen Institute bzw. Fachrichtungen ein erhebliches und noch nicht ausgeschöpftes Potenzial. Darüber hinaus können durch interdisziplinäre Kooperationen neue und auch schon bestehende Forschungsfragen mit deutlich größerer methodischer und analytischer Vielfalt bearbeitet werden.

Innovationspotenzial

Die Allgegenwart und Vernetzung von Daten sowie neuen Infrastrukturen und Auswertungsmöglichkeiten der Daten ermöglichen innovative Vorhaben. Gesellschaftliche und wirtschaftliche Phänomene lassen sich genauer und aktueller abbilden. Werden beispielsweise **gesellschaftliche Aktivitäten** auf Basis von unmittelbar generierten (Online-)Daten gemessen, ermöglicht dies eine schnellere, zeitnahe Analyse und Vorhersage als die Nutzung von umfragebasierten und administrativen Daten. Manche, bisher unbehandelte Beobachtungen können dadurch auch überhaupt erst untersucht werden, wie beispielsweise:

- Seit Jahrzehnten erzeugt das satellitengestützte Monitoring der Erde riesige Informationsmengen über die Erdoberfläche und menschliche Aktivitäten, z. T. in sehr kleinräumiger Auflösung, z. B. über Landnutzung und andere ökonomische Aktivitäten. Die Herausforderung für eine digitale Gesellschaft wird darin bestehen, sie mit anderen Datenquellen (z. B. Bewegungsdaten) zu verbinden und für die regionale und lokale Analyse bzw. für Entscheidungen zur regionalen Entwicklung anschlussfähig zu machen.
- Daten zu Bewegungsmustern auf Basis von Standortinformationen mobiler Endgeräte — sie lassen Rückschlüsse auf den Verkehr und Pendelstrecken zu. Die Daten lassen sich zudem potenziell mit georeferenzierten Daten zu öffentlichen Einrichtungen und öffentlicher Infrastruktur verbinden (OpenStreetMap, Yelp etc.).
- Geoinformationsdaten — sie können über die Lärmbelastung oder Umweltverschmutzung generiert werden.
- Daten aus Online-Märkten — sie werden verfügbar und geben Auskunft zur Verbreitung und Nutzung von Online-Plattformen sowie nutzergenerierten Inhalten.

- *Smart Meter* — diese können die individuelle Energienachfrage mit Bezug zum jeweiligen Raum messen.

Für alle Gesellschaften weltweit ist es heute eine der größten Herausforderungen, die neuartigen Informationen über den Raum intelligent zu verknüpfen und mit deren Analyse neue Konzepte für die Nutzung des Raums zu entwickeln. Ein darauf aufbauendes Forschungsprojekt könnte sich damit befassen, welchen Einfluss neuartige »digitale« Geschäftsmodelle und Dienste auf das **Mobilitätsverhalten** haben, die unter dem Begriff *Sharing Economy* zusammengefasst werden. Deren Ziel ist es, Produktion und Konsum durch Teilen ressourcenschonender zu gestalten. Einerseits ist bisher nicht erforscht, wie sie regionale Entwicklung beeinflussen. Dafür sollen aus unterschiedlichen Disziplinen Daten zusammengestellt werden, um zum einen Erkenntnisse zu generieren, wie verbreitet Lösungen der *Sharing Economy* sind und wie sehr sie in Anspruch genommen werden. Zum anderen lassen sich mithilfe von raumbezogenen Daten relevante Größen betrachten — beispielsweise das Mobilitätsverhalten von Individuen. In Kombination mit weiteren, administrativen Daten können z. B. Einflüsse auf andere Marktteilnehmer gemessen werden. Andererseits könnten Pendelstrecken analysiert werden, um den Bedarf an öffentlichen Gütern, die Reduktion von Lärmbelastungen und das Konsumverhalten von Individuen auf detaillierter lokaler Ebene abzubilden.

Die Nutzung maschinellen Lernens in der Ökonomie bietet ein weiteres (methodisches) Innovationspotenzial. Bestehende statistische Verfahren lassen sich mithilfe genauerer und aussagekräftigerer Daten anderer Disziplinen erweitern, z. B. in der räumlichen Ökonometrie.

Das Forschungsvorhaben hat deshalb großes Transferpotenzial in praxisbezogene Handlungsfelder, z. B. der Planung räumlicher Entwicklung. Die interdisziplinär zusammengestellte Datenbasis und die darauf aufbauenden empirischen Untersuchungen sind aber nicht nur für Städte und Regionen relevant, sondern auch für privatwirtschaftliche Unternehmen, wie z. B. für Anbieter im Bereich der *Sharing Economy*.

Wege und Perspektiven

Bei der **Verknüpfung von Datensätzen** ohne gemeinsam identifizierendes Merkmal bestehen zum Teil hohe Einstiegskosten. Deshalb könnte ein Portal eine Übersicht über die Verfügbarkeit und Nutzungsmöglichkeit der vorhandenen Daten geben. Dabei stellt eine genaue räumliche Zuordnung und Verknüpfung mit anderen Datenquellen mit Raumbezug insbesondere bei Individualdaten aus Datenschutzgründen eine große Herausforderung dar. In den letzten Jahren konnten jedoch bereits viele für die Wirtschafts- und Sozialwissenschaften wichtige Individualdatensätze georeferenziert werden. Es ist davon auszugehen, dass sich diese Entwicklung fortsetzen wird und somit mehr georeferenzierte Individualdaten für Forschungsvorhaben nutzbar werden.

Eine weitere Herausforderung ist die Nutzung unternehmenseigener Daten der Privatwirtschaft für Forschungszwecke. Die Zunahme von Open Data-Strategien sowohl bei privatwirtschaftlichen als auch bei öffentlichen Institutionen eröffnen neue Datenquellen, die dieses Forschungsvorhaben frühzeitig für wissenschaftliche Studien nutzbar machen möchte.

Expertise in diesem Bereich außerhalb der Leibniz-Gemeinschaft weist beispielsweise das Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung (BBSR) auf, das mittels 600 Indikatoren die Lebensbedingungen in Deutschland anschaulich darstellt. Dazu werden zahlreiche Daten zur Erstellung von Indikatoren und Karten zur Raum- und Stadtentwicklung zusammengeführt und auf der Plattform INKAR — Indikatoren und Karten zur Raum und Stadtentwicklung bereitgestellt. Ebenso

werden am Alexander von Humboldt Institut für Internet und Gesellschaft (HIIG) Smart Cities aus der Governance-Perspektive betrachtet und sich insbesondere Problemen des Datenschutzes gewidmet.

Zudem bieten privatwirtschaftliche Unternehmen bereits Smart City-Lösungen und flankierende räumliche Auswertungen ganzheitlich an. Beispielsweise führt die Deutsche Telekom bereits zahlreiche Smart City-Projekte in Städten mit dem erklärten Ziel durch, marktführender Wegbereiter in diesem Bereich zu werden. Sie betreffen zum großen Teil Parksysteme, Mobilitätsmanagement und intelligente Straßenbeleuchtungen sowie Videoüberwachung und Wasser- oder Abfallmanagement. Firmen wie Google verfügen durch die Verbreitung von mobilen Endgeräten und ihrer Ortungsdienste über reichhaltige Nutzerdaten, die Aufschluss über das (Mobilitäts-)Verhalten von Individuen geben können und somit wertvoll für die intelligente Raumplanung sind.

Von ihnen grenzt sich das vorliegende Fallbeispiel schon durch seine strikte Open Data Policy ab. Insbesondere wird das Vorhaben durch die Verknüpfung von Daten aus verschiedenartigen Quellen sowohl eine Evaluation bestehender Lösungsansätze für die räumliche Entwicklung, als auch eine ganzheitliche Betrachtung über Einzellösungen hinaus ermöglichen.

Herausgeber Leibniz-Gemeinschaft,
Matthias Kleiner, Präsident,
Chausseestraße 111, 10115 Berlin
info@leibniz-gemeinschaft.de
www.leibniz-gemeinschaft.de
Redaktion Ulrike Cress (IWM), Michael
Bosnjak (ZPID), Jörg Overmann (DSMZ),
Sonoko Dorothea Bellingrath-Kimura (ZALF),
Irene Bertschek (ZEW), Felix Kießling,
Christian Kobsda, Julian Vuorimäki und
Marlen Sommer (Leibniz-Geschäftsstelle)
Gestaltung Novamondo, Berlin
Stand 04/2019

Leibniz digital und die Fallbeispiele
wurden erarbeitet von der Projektgruppe
»Digitaler Wandel« unter Leitung von
Friedrich W. Hesse, Präsidiumsbeauftragter
und Leiter der Projektgruppe Digitaler
Wandel der Leibniz-Gemeinschaft.