**Die ökologische Mehrfachkrise, künstliche Intelligenz und Gemeingüter**

**Gaël Giraud SJ, CNRS, Forum St-Michel, Centre Avec**

**1. Die Schwere der Klimakrise und die Verknappung der Ressourcen**

Die aktuelle Klimakrise erreicht ein noch nie dagewesenes Ausmaß. Die Versicherungsexperten von Swiss Re haben 2021 eine eindringliche Warnung ausgesprochen: Wenn wir die Ziele des Pariser Abkommens nicht einhalten, könnte die Weltwirtschaft bis 2050 um 10 bis 18 % kleiner sein als in einem Szenario ohne Klimawandel. Mit anderen Worten: Eine unkontrollierte Erwärmung hätte enorme wirtschaftliche Kosten zur Folge, mit einem Wachstumsverlust, der mehreren globalen Finanzkrisen zusammen entspricht. Unter dem Status-quo-Szenario – d. h. wenn die Emissionen im aktuellen Tempo weitergehen – gehen die Modelle von Swiss Re von einer Erwärmung um +3,2 °C bis zur Mitte des Jahrhunderts aus, was zu einem Rückgang des weltweiten BIP um ~18 % im Vergleich zu einer Welt ohne Erwärmung führen würde. Selbst bei moderateren Entwicklungspfaden (um +2,5 °C) würde der Rückgang des weltweiten Wohlstands bis 2050 immer noch 11 bis 14 % betragen Diese Zahlen verdeutlichen das Ausmaß der existenziellen Bedrohung: Es geht nicht nur um die Umwelt, sondern auch um einen globalen wirtschaftlichen und sozialen Schock.

Über die Wirtschaft hinaus besteht die Gefahr, dass die globale Erwärmung bestimmte Regionen innerhalb weniger Jahrzehnte für den Menschen schlichtweg unbewohnbar macht. Aktuelle, von der NASA unterstützte Studien prognostizieren, dass bis 2050 für Gebiete wie Südasien, den Persischen Golf oder die Region des Roten Meeres regelmäßig tödliche Hitze- und Feuchtigkeitsbedingungen herrschen könnten – mit Feuchtigkeitstemperaturen („Wet-Bulb“) von über 35 °C, einer Schwelle, ab der der menschliche Körper sich nicht mehr abkühlen kann. Wenn die Emissionen ihren derzeitigen Verlauf nehmen, würden sich diese unerträglichen Hitzewellen bis 2065-2070 auf andere dicht besiedelte Regionen wie Ostchina, Teile Südostasiens, die Sahelzone oder sogar Zentralbrasilien ausweiten. Das bedeutet, dass bestimmte Teile der Erde, in denen heute Hunderte Millionen Menschen leben, bis zur Mitte des Jahrhunderts im Sommer nahezu unbewohnbar werden könnten, was zu massiven Migrationsbewegungen und beispiellosen humanitären Krisen führen würde.

Diese Klimakrise ist eng mit anderen ökologischen Engpässen und Destabilisierungen verbunden und bildet eine ökologische „Polykrise”. Der Temperaturanstieg und die schlechte Bewirtschaftung der Ressourcen führen beispielsweise in vielen Regionen zu einem akuten Mangel an Trinkwasser. Bereits heute haben mehr als zwei Milliarden Menschen keinen dauerhaften Zugang zu sauberem Wasser. Dürren nehmen zu und bedrohen die Nahrungsmittelproduktion. Ein vom Pentagon in Auftrag gegebener Bericht warnt sogar davor, dass die Vereinigten Staaten bis zum Jahr 2030 mit einer gravierenden Wasser- und Stromknappheit konfrontiert sein könnten, mit weitreichenden Folgen: großflächige Stromausfälle, Epidemien, Durst, Hungersnöte und bewaffnete Konflikte. Dieser Bericht des U.S. Army War College (2019) beschreibt eine nahe Zukunft, in der mangels Maßnahmen die Stromnetze durch extreme Hitzewellen überlastet wären, der Zugang zu Wasser und Nahrungsmitteln kritisch würde und sogar die Einsatzfähigkeit der US-Armee durch die Auswirkungen des Klimawandels beeinträchtigt wäre. In Frankreich und Europa haben uns die letzten Sommer bereits einen Vorgeschmack auf diese Spannungen um Wasser gegeben: ausgetrocknete Grundwasservorkommen, Nutzungsbeschränkungen, Nutzungskonflikte zwischen Landwirten, Industrie und Bürgern. Wasserstress ist kein fernes Szenario mehr, sondern bereits Realität und wird sich durch die Störung des Wasserkreislaufs noch verschärfen.

Gleichzeitig müssen wir uns mit der Verknappung der mineralischen und energetischen Ressourcen auseinandersetzen. Die Menschheit fördert heute jährlich etwa 70 Milliarden Tonnen Material aus der Lithosphäre – ein historisch beispielloses Niveau. Diese exponentielle Förderrate erschöpft die am leichtesten zugänglichen Vorkommen und wirft die Frage nach der Nachhaltigkeit der Versorgung auf mittlere Sicht auf. Beispielsweise sind kritische Metalle (Lithium, Kobalt, Seltene Erden usw.), die für die Energiewende unverzichtbar sind, nur in begrenzten Mengen vorhanden und auf wenige Länder konzentriert; ihre Nachfrage explodiert und könnte innerhalb weniger Jahrzehnte die Produktionskapazitäten übersteigen. Selbst reichlich vorhandene Ressourcen wie Kupfer, Nickel oder Phosphor zeigen Anzeichen von Knappheit: sinkender Gehalt der Erze, steigende Förderkosten, schwerwiegende Umweltauswirkungen (Entwaldung, Umweltverschmutzung) und geopolitische Rivalitäten um die Kontrolle dieser Rohstoffe. Die Abhängigkeit von Importen ist eine Achillesferse für Regionen wie Europa, das die meisten Industriemetalle netto importiert. Diese Verknappung der Bodenschätze verschärft die Klimakrise: Einerseits erschwert sie den Einsatz von kohlenstoffarmen Technologien (Sonnenkollektoren, Windkraftanlagen, Batterien), da keine unbegrenzten Mengen an kostengünstigen Materialien zur Verfügung stehen, und andererseits könnte sie neue Konflikte oder internationale Machtkämpfe um den Zugang zu strategischen Mineralien auslösen.

Schließlich muss noch ein oft übersehenes Problem hervorgehoben werden: die begrenzte Biokapazität des Planeten angesichts der immer stärkeren Ausbeutung durch den Menschen. Der Mensch nutzt etwa 30 bis 40 % der Nettoprimärproduktion der terrestrischen Ökosysteme für seine eigenen Bedürfnisse (Nahrung, Holz, Biomasse). Mit anderen Worten: Von der pflanzlichen Energie, die jedes Jahr auf der Erde durch Photosynthese produziert wird, wird ein Drittel von unserer Spezies verbraucht. Hinter dieser Gesamtzahl verbergen sich große regionale Unterschiede: Einige dünn besiedelte ländliche Gebiete verbrauchen nur einen Bruchteil ihrer lokalen biologischen Produktion, während andere dicht besiedelte Regionen ein Vielfaches dessen verbrauchen, was ihre unmittelbare Umgebung an Biomasse produziert. Beispielsweise verfügen große Metropolen oder Länder wie Japan, die Arabische Halbinsel oder bestimmte europäische Nationen nicht über genügend fruchtbares Land oder Wälder, um ihren Bedarf an Nahrungsmitteln, Fasern, Holz oder Biokraftstoffen zu decken. Sie sind daher stark vom internationalen Handel mit Biomasse abhängig – Importen von Agrarprodukten, Futtermitteln, Holz usw.

Diese gegenseitige Abhängigkeit schafft eine Anfälligkeit: Wenn das Klima die weltweiten Ernteerträge beeinträchtigt (Dürren, Hitzewellen, Pflanzenkrankheiten) oder wenn große Exportländer ihre Verkäufe zum Selbstschutz reduzieren (wie wir es während bestimmter Nahrungsmittelkrisen gesehen haben), werden die importierenden Regionen von Versorgungsengpässen besonders stark betroffen sein. Der ökologische Fußabdruck ist zwischen den Ländern so ungleich verteilt, dass heute das Äquivalent von 1,7 Planeten erforderlich wäre, um die Ressourcen, die die Menschheit jedes Jahr verbraucht, nachhaltig bereitzustellen. Natürlich haben wir nur eine Erde: Die Folge davon ist die Übernutzung der Ökosysteme, das beschleunigte Aussterben von Arten, die Verschlechterung der Böden und Ozeane – alles Phänomene, die mit dem Klima zusammenwirken und eine globale ökologische Krise auslösen.

Kurz gesagt, die Klimakrise kommt nicht allein: Sie ist mit einer Wasserkrise, einer Krise der Bodenschätze und einem unhaltbaren Druck auf die Ökosysteme verflochten. Dieser „Nexus” von Problemen vervielfacht die systemischen Risiken. Es gibt jedoch Lösungen, um diese Entwicklungen umzukehren: Dazu sind tiefgreifende Veränderungen unserer Energie- und Wirtschaftsmodelle erforderlich, wie wir im Zusammenhang mit dem Übergang zu Netto-Null-Emissionen sehen werden, sowie eine Überprüfung unserer technologischen Ansätze und der globalen Governance.

**2. Road to Net Zero: Wie kann die Netto-Kohlenstoffneutralität in Europa finanziert und erreicht werden?**

Angesichts des Ausmaßes der beschriebenen Klimakrise stellt sich die Frage: Wie kann rechtzeitig und in großem Maßstab gehandelt werden, um das Schlimmste zu verhindern? Ein aktueller Bericht des Rousseau-Instituts mit dem Titel „Road to Net Zero” liefert konkrete Antworten. Diese Anfang 2024 veröffentlichte umfassende Studie zeigt einen Weg auf, wie Europa bis 2050 CO2-Neutralität erreichen kann. Sie identifiziert die Hebel für Maßnahmen, die notwendigen Investitionen, die erforderlichen Veränderungen in der Regierungsführung und die sektoralen Wege, um dieses Ziel zu erreichen.

Die zentrale Feststellung des Berichts ist eindeutig: Um unsere Klimaziele zu erreichen, müssen wir sofort viel mehr investieren. Konkret muss Europa jedes Jahr zusätzlich 2,3 % seines BIP in grüne Investitionen mobilisieren, um seine Wirtschaft zu dekarbonisieren. Diese Zahl entspricht etwa 510 Milliarden Euro pro Jahr an zusätzlichen öffentlichen Investitionen gegenüber den aktuellen Trends. Mit anderen Worten: Die derzeitigen öffentlichen Investitionen in grüne Technologien in Europa müssten verdoppelt werden. Das mag enorm erscheinen, aber betrachten wir es im Kontext: 510 Milliarden Euro pro Jahr entsprechen etwa der Hälfte dessen, was die Europäische Union im Jahr 2022 für den Import von Öl, Gas und Kohle ausgegeben hat. Es ist auch weniger als die Beträge, die in den letzten zehn Jahren für Konjunkturprogramme nach Covid oder für Subventionen für fossile Energien ausgegeben wurden. Insgesamt ist der finanzielle Aufwand zwar hoch, aber im Vergleich zu anderen außergewöhnlichen Ausgaben der letzten Zeit durchaus realisierbar. Vor allem aber wäre dieser Aufwand mittelfristig eine rentable Investition: Der Bericht betont, dass Investitionen in den ökologischen Wandel „eine rationale wirtschaftliche Entscheidung” sind, deren Vorteile in Form von lokalen Arbeitsplätzen, geringeren Energiekosten und strategischer Unabhängigkeit die damit verbundenen Kosten bei weitem übersteigen.

Welche grünen Investitionen sind vorrangig zu tätigen? An der Studie waren mehr als 150 Experten (Ökonomen, Ingenieure, Stadtplaner usw.) aus ganz Europa beteiligt, die 37 Hebel zur Dekarbonisierung und mehr als 70 mögliche politische Maßnahmen untersuchten. Sieben wichtige EU-Länder (Frankreich, Deutschland, Italien, Spanien, Niederlande, Polen, Schweden), die 75 % der europäischen Emissionen verursachen, wurden eingehend untersucht, um die nationalen Besonderheiten zu verstehen. Aus dieser gewaltigen Arbeit ergeben sich mehrere wichtige Handlungsansätze für die Umgestaltung unserer Energie- und Produktionssysteme:

• Massive Renovierung von Gebäuden zur Verbesserung der Energieeffizienz. Wärmedämmung, Ersatz fossiler Heizungen durch Wärmepumpen oder erneuerbare Wärmenetze, Bau von Niedrigenergiehäusern – dies ist ein entscheidender Hebel, da die Beheizung und Klimatisierung von Gebäuden einen erheblichen Anteil an den Emissionen ausmachen. Der Bericht betont die Notwendigkeit eines europaweiten Programms zur thermischen Sanierung, das gleichzeitig zahlreiche Arbeitsplätze im Baugewerbe schafft und die Energiekosten der Haushalte senkt.

• Dekarbonisierung des Verkehrs durch Beschleunigung des Übergangs zu sauberer Mobilität. Dies erfordert den Ausbau des öffentlichen Nahverkehrs (Züge, Straßenbahnen, Elektrobusse), die Förderung der Elektrifizierung des Fahrzeugbestands (Elektrofahrzeuge, die mit Ökostrom betrieben werden) und die Gestaltung der Städte, um sanfte Mobilitätsformen (Radfahren, Zufußgehen) gegenüber umweltschädlichen Privatfahrzeugen zu begünstigen. Investitionen in den Schienen- und öffentlichen Verkehr sind in doppelter Hinsicht sinnvoll: Sie reduzieren die CO2-Emissionen und verbessern die Luftqualität und die Lebensqualität in den Städten.

• Erneuerbare Energien und elektrische Infrastrukturen müssen in einem viel schnelleren Tempo ausgebaut werden. Netto-Null zu erreichen bedeutet, fossile Brennstoffe bis 2050 fast vollständig aus dem Energiemix zu verbannen. Dazu müssen massive Kapazitäten für Solar- und Windenergie an Land und auf See aufgebaut, die Stromnetze (Hochspannungsleitungen, europäische Verbindungsleitungen, Smart Grids) modernisiert und ausgebaut werden, um diese variablen Quellen zu integrieren, in die Speicherung von Strom (Batterien, grüner Wasserstoff) und gegebenenfalls in neue Kernkraftkapazitäten investiert werden, wo dies sinnvoll ist. Road to Net Zero beziffert diesen Bedarf und zeigt, dass er technisch realisierbar ist, jedoch administrative Hindernisse beseitigt werden müssen (schnellere Genehmigungen für erneuerbare Energien, langfristige Planung).

• Umstellung von Industrie und Landwirtschaft auf kohlenstoffarme Verfahren. Für die Schwerindustrie (Stahl, Zement, Chemie) bedeutet dies die Einführung neuer Technologien: Verwendung von grünem Wasserstoff anstelle von Kohle in der Stahlindustrie, CO2-Abscheidung und -Speicherung für unvermeidbare emissionsintensive Verfahren, verstärktes Recycling von Materialien zur Reduzierung der Primärproduktion, Elektrifizierung von Verfahren, sobald dies möglich ist. Auch die Landwirtschaft muss sich weiterentwickeln: bessere Praktiken zur Speicherung von Kohlenstoff im Boden, Reduzierung fossiler Stickstoffdünger, Methanisierung organischer Abfälle, Änderung der Ernährungsgewohnheiten (weniger Fleisch), um den Druck auf die Böden und das Vieh zu verringern. Diese Veränderungen erfordern Investitionen in Forschung und Entwicklung, Ausrüstung und Ausbildung, die der Bericht für jedes Land quantifiziert.

Die Finanzierung und Koordinierung eines solchen Wandels erfordert natürlich erhebliche Änderungen in der Regierungsführung. Das Institut Rousseau betont insbesondere die Notwendigkeit, den europäischen Haushalts- und Rechtsrahmen anzupassen. So sollten beispielsweise die derzeitigen Regeln zur Begrenzung der öffentlichen Defizite die Staaten nicht daran hindern, in den Wandel zu investieren: Es wird vorgeschlagen, grüne Investitionsausgaben aus der Berechnung der Defizite in den europäischen Verträgen auszunehmen. Dies würde den Regierungen den Spielraum geben, grüne Infrastrukturen zu finanzieren, ohne gegen die Rechnungslegungsvorschriften zu verstoßen. Ebenso schlägt der Bericht vor, spezielle Institutionen (öffentliche Banken für grüne Investitionen, europäische Klimafonds) zu schaffen oder zu stärken, um Ersparnisse in Projekte für den Übergang zu lenken. Im Vordergrund steht eine planerische Governance: Anstatt sich allein auf Marktsignale zu verlassen, bedarf es einer gesteuerten Strategie mit verbindlichen Zielen für jeden Sektor, einer jährlichen Überprüfung der Fortschritte und einer Koordinierung zwischen den Mitgliedstaaten. Für den Erfolg der Energiewende müssen auch die Bürger und Regionen einbezogen werden: lokale Mobilitätspläne, Unterstützung von Haushalten bei der Renovierung von Wohnungen, Umschulung von Arbeitnehmern aus fossilen Branchen auf grüne Branchen usw. Es handelt sich sowohl um ein gesellschaftliches als auch um ein Infrastrukturprojekt.

Was den Fahrplan angeht, würde das Szenario „Road to Net Zero” Europa in die Lage versetzen, das Pariser Abkommen einzuhalten. Die Treibhausgasemissionen würden einer raschen Abwärtskurve folgen: –55 % bis 2030 (gemäß dem europäischen Green Deal), dann Netto-Neutralität bis 2050. Der Bericht drängt darauf, dieses Ziel beizubehalten und wenn möglich sogar zu übertreffen, da jeder Bruchteil eines Grades zählt. Er führt auch die damit verbundenen Vorteile auf: Bis zu den Jahren 2030 und 2040 könnten massive grüne Investitionen Hunderttausende von Arbeitsplätzen in der Industrie und im Bauwesen schaffen, die europäische Wirtschaft durch Innovation ankurbeln und die Abhängigkeit der EU von fossilen Energieimporten drastisch verringern. Guillaume Kerlero (Projektleiter) fasst die vor uns liegende Entscheidung wie folgt zusammen: „Entweder wir erreichen unsere Klimaziele nicht und geben weiterhin doppelt so viel Geld für fossile Importe aus, was den Weg für eine sehr ungewisse Zukunft ebnet. Oder wir entscheiden uns für eine verantwortungsvolle Planung, die Hunderttausende von lokalen Arbeitsplätzen schaffen, unsere Souveränität und Handelsbilanz verbessern und die Kaufkraft der Europäer stärken wird“. Mit anderen Worten: Der ökologische Wandel ist keineswegs eine wirtschaftliche Belastung, sondern eine Investition in die Zukunft: Die Kosten der Untätigkeit wären weitaus höher als die Kosten des Handelns, und die positiven Auswirkungen wären zahlreich, wenn wir uns die Mittel dafür geben würden.

Zum Abschluss dieses Abschnitts sei festgehalten, dass der Bericht „Road to Net Zero“ uns einen optimistischen, aber anspruchsvollen Fahrplan vorgibt. Optimistisch, weil er zeigt, dass die CO2-Neutralität in Europa technisch und finanziell erreichbar ist und der Gesellschaft klare Vorteile bringt. Anspruchsvoll, weil sie bereits jetzt erhebliche Investitionen, politischen Mut zur Reformierung der Regeln und langfristige Planung sowie die Mobilisierung aller Akteure (Staat, Unternehmen, Bürger) für diesen Wandel erfordert. Es wird ein echter europäischer Green New Deal vorgeschlagen. Angesichts der im ersten Teil dargelegten Schwere der Klimakrise erscheint ein solcher geplanter Aufbruch nicht nur wünschenswert, sondern unverzichtbar.

**3. Generative künstliche Intelligenz: falsche Wunder und echte Risiken**

Die Veränderung unserer Infrastrukturen und Investitionen ist ein Teil der Antwort auf die Polykrise, aber wie sieht es mit der Technologie selbst aus, insbesondere mit der künstlichen Intelligenz (KI), auf die viele große Hoffnungen setzen? KI wird oft als wichtiger Hebel für Veränderungen dargestellt – man stellt sich vor, wie sie Energienetze optimiert, neue Lösungen erfindet usw. Allerdings muss man die Grenzen der aktuellen KI kritisch betrachten, insbesondere die sogenannte „lernende” KI, die auf künstlichen neuronalen Netzen basiert. Diese Technologie ist zwar für bestimmte Aufgaben leistungsstark, aber weder magisch noch wirklich „intelligent” im menschlichen Sinne. Wir werden sehen, warum neuronale Netze nicht denken, wie sie trotz allem funktionieren, obwohl ihr Training auf fragilen mathematischen Grundlagen beruht, und welche Risiken sich aus dem unkontrollierten Aufschwung der jüngsten generativen Modelle ergeben.

Zunächst einmal wollen wir mit einem Vorurteil aufräumen: Nein, die heutige KI „versteht” die Welt nicht so wie wir. Es handelt sich nicht um autonome Intelligenzen mit Bewusstsein oder allgemeiner Denkfähigkeit, sondern um extrem ausgefeilte Algorithmen zur statistischen Annäherung. Ein künstliches neuronales Netzwerk, wie es beispielsweise in Chatbots oder der automatischen Bildverarbeitung zum Einsatz kommt, ist letztlich nichts anderes als eine gigantische mathematische Formel, die darauf ausgelegt ist, die in den Trainingsdaten vorhandenen Korrelationen zu reproduzieren. Es hat keinen gesunden Menschenverstand, keine Fähigkeit zum abstrakten Denken, kein eigenes Ziel. Daher gibt es zahlreiche Beispiele für Chatbots, die falsche Antworten geben, für autonome Autos, die durch eine einfache Plastiktüte, die sie mit einem Hindernis verwechseln, vom Kurs abkommen, oder für KI, die überzeugende Absurditäten erzeugt. Ein Entwickler sagte provokativ: „Der Begriff künstliche Intelligenz ist viel zu sehr Marketing... Dieses Gerät ist nur ein großes Wörterbuch: Es wählt eine Aktion auf der Grundlage einer Statistik aus, die es gelernt hat, aber es wird ihm nie eine Bedeutung beigebracht”. Oft hört man auch: „Chatbots sind nicht intelligent, sie sind dumm, weil sie nicht denken können“. Tatsächlich manipulieren diese Systeme Daten, Wörter oder Pixel, ohne zu „wissen“, was sie darstellen. Sie verfügen nicht über die kognitive Anpassungsfähigkeit eines Menschen: In einer völlig neuen Situation muss eine KI bei Null anfangen und Millionen von Konfigurationen testen, während ein Mensch seine Vorstellungskraft und Erfahrung nutzt, um sich nach wenigen Versuchen anzupassen und eine Interpretation zu formulieren.

Wenn die heutige KI nicht intelligent ist, weil sie nichts interpretiert, wie schafft sie es dann trotzdem, bei bestimmten Aufgaben (Bilderkennung, maschinelle Übersetzung, Videospiele...) beeindruckende Leistungen zu erbringen? Dies ist auf die Kombination zweier Faktoren zurückzuführen: zum einen auf mathematische Theoreme, die garantieren, dass ein ausreichend großes neuronales Netzwerk jede beliebige Funktion approximieren kann (das ist das universelle Approximationstheorem – grob gesagt kann sich ein Netzwerk immer an die Daten anpassen); und andererseits eine empirische Trainingsmethode namens stochastischer Gradientenabstieg (SGD), mit der die Milliarden von Parametern des Netzwerks angepasst werden können, um den Fehler bei bekannten Beispielen zu minimieren. Ohne auf technische Details einzugehen, kann man vereinfacht sagen, dass der Algorithmus von einem anfänglichen „zufälligen” Netzwerk ausgeht, es Fehler bei einem großen Datensatz machen lässt und nach und nach die Parameter in die „richtige Richtung” korrigiert (der Gradient, der den Fehler reduziert). Dieser Prozess wird millionenfach wiederholt und führt schließlich zu einem Modell, das mit den Trainingsdaten gut funktioniert ... und oft auch mit neuen Daten recht gut. Das Erstaunlichste daran ist, dass diese Methode des Gradientenabstiegs auch dann funktioniert, wenn das zu lösende Problem überhaupt nicht „konvex” ist, d.h. wenn es nicht nur eine einzige richtige Lösung gibt, sondern Milliarden von möglichen Konfigurationen mit lokalen Fallen. In der Optimierungstheorie könnte der stochastische Gradientenabstieg auf einem nicht konvexen Terrain niemals konvergieren oder in ein schlechtes lokales Minimum fallen. In der Praxis zeigt sich jedoch, dass der Algorithmus mit sehr großen Netzwerken und bestimmten Tricks fast immer wie durch ein Wunder zu einer zufriedenstellenden Lösung konvergiert. Die Forscher geben selbst zu, dass sie nicht alles verstehen: „Es ist ziemlich überraschend, dass, obwohl die objektive Funktion eines neuronalen Netzes nicht konvex ist, der Gradientenabstieg dennoch ein globales Minimum findet“. Mit anderen Worten: Wir wissen nicht wirklich, warum unsere Deep-Learning-Rezepte so gut funktionieren – wir wissen nur, wie wir sie zum Funktionieren bringen, dank Erfahrung und Ausprobieren. Dies wirft ein wissenschaftliches (Fehlen formaler Garantien) und praktisches (Schwierigkeit, Ausfälle der KI vorherzusehen) Problem auf. Wir haben dies beispielsweise bei neuronalen Netzen gesehen, die von einem Tag auf den anderen Dinge „halluzinieren“, die nicht existieren, oder seltsame Verhaltensweisen an den Tag legen, ohne dass wir genau wissen, welche interne Konfiguration dafür verantwortlich ist. Die heutige KI ist also leistungsstark, aber undurchsichtig und manchmal launisch in ihrer Funktionsweise.

Diese intrinsischen Grenzen neuronaler Netze bringen neue Risiken mit sich, insbesondere mit dem jüngsten Aufkommen generativer Modelle (wie KI zur Erstellung von Bildern oder Texten vom Typ GPT). Eines dieser Risiken besteht in der unkontrollierten Verbreitung dieser Modelle in ihrem eigenen Datenökosystem – ein Phänomen, das einige Forscher in Anlehnung an eine Art Raserei als „algorithmischen Wahnsinn” bezeichnet haben. Worum geht es dabei? Im Wesentlichen darum, dass die Ergebnisse der KI beginnen, die online verfügbaren Daten zu verunreinigen, Daten, die wiederum dazu dienen, die nächste Generation von Modellen zu trainieren. Mit anderen Worten: KI ernährt sich zunehmend von ihren eigenen Outputs, ähnlich wie eine Schlange, die sich in den Schwanz beißt – oder, um ein anschaulicheres Bild zu verwenden, wie eine Kuh, die gezwungen wird, Tiermehl von anderen Kühen zu fressen, was zum Ausbruch der Rinderwahnsinnskrankheit geführt hat. Die aktuellen Sprachmodelle wurden beispielsweise anhand riesiger Korpora trainiert, die hauptsächlich aus von Menschen verfassten Texten bestehen. Heute wird jedoch ein immer größerer Teil der im Internet veröffentlichten Texte bereits von KI produziert. Wenn wir die nächsten Modelle weiterhin mit diesen Daten trainieren, riskieren wir einen Qualitätsverlust: Das Modell lernt anhand von verzerrten künstlichen Produktionen, vergisst nach und nach die Realität und gerät schließlich ins Delirium. Fachleute bezeichnen dies als Modellkollaps: „ein degenerativer Prozess, bei dem die von den Modellen generierten Daten den Trainingssatz der nächsten Generation verunreinigen. Auf der Grundlage dieser verfälschten Daten trainiert, nehmen die Modelle die Realität falsch wahr”. In der Praxis wurde mathematisch nachgewiesen, dass eine KI, die ausschließlich mit Texten oder Bildern gefüttert wird, die von anderen KIs erzeugt wurden, im Laufe der Generationen Informationen verliert, ihr Repertoire verarmt (sie verfällt in extreme Stereotypen) und sogar zu inkohärenten Ergebnissen führen kann. Ingenieure haben dieses Phänomen mit Bildern beschrieben: Eine generative KI, die sich in einer Schleife auf ihre eigenen Bilder trainiert, produziert am Ende nur noch formlosen Lärm. Bei Texten führt dies zu immer weniger relevanten und immer fehlerhafteren Antworten. Das ist keine Science-Fiction: es gibt bereits Anzeichen dafür, dass dies beginnt. Ein Artikel von Futurism berichtete, dass mit der explosionsartigen Verbreitung von ChatGPT und Co. „KI-Modelle Anzeichen dafür zeigen, dass sie durch das Verschlingen von KI-generierten Daten aus dem Ruder laufen – eine Form von Kannibalismus, die die gesamte Branche bedrohen könnte”. Selbst Versuche, dieses Problem zu umgehen (z. B. durch die direkte Anbindung der KI an das Internet, um ihr Wissen zu ergänzen), scheitern daran, dass das Internet selbst mit automatisch generierten Inhalten von geringer Qualität überflutet ist. Mit anderen Worten: KI läuft Gefahr, sich in ihrer eigenen Datensuppe zu drehen, was in Zukunft zu ernsthaften Problemen hinsichtlich der Zuverlässigkeit führen würde.

Eine weitere Gefahr, die mit unkontrollierten generativen Modellen verbunden ist, ist die großflächige Verbreitung von Fehlern oder Verzerrungen. Eine KI kann sehr überzeugende Texte produzieren, auch um falsche Behauptungen aufzustellen. Wenn diese Inhalte massiv verbreitet werden (z. B. in sozialen Netzwerken) und dann von anderen aufgegriffen werden, kann es zu einer maschinell angeheizten Epidemie von Fehlinformationen kommen. Wir haben es kürzlich gesehen: Modelle haben Artikel aus dem Nichts erstellt, die falsche Referenzen zitieren, gefälschte Bilder zeigen, die Ereignisse darstellen, die nie stattgefunden haben, usw. Wenn diese Ergebnisse von uninformierten Menschen oder anderen Algorithmen konsumiert werden, können sie zu falschen Entscheidungen führen. Da Modelle keinen moralischen Sinn oder Kontextverständnis haben, können sie auch toxische oder gefährliche Inhalte (Hass, Aufruf zur Gewalt, illegale Anweisungen) generieren, wenn man sie dazu drängt. Zwar gibt es Sicherheitsvorkehrungen, doch diese sind bei weitem nicht unfehlbar. Zusammenfassend lässt sich sagen, dass mit der zunehmenden Verbreitung der KI die Zuverlässigkeit von Informationen abnimmt und die Möglichkeit unkontrollierter Schneeballeffekte (algorithmische Rückkopplungsschleifen) besteht. Einige Beobachter vergleichen dies mit einer Form von Wahnsinn: Der Algorithmus nimmt gewissermaßen sein eigenes Spiegelbild für die Realität und verschließt sich darin, wodurch er die Gesellschaft möglicherweise in seine Irrwege mitreißt, wenn kein menschliches Eingreifen erfolgt, um den Kurs zu korrigieren.

Letztendlich lädt uns dieser dritte Teil dazu ein, die Begeisterung für KI zu dämpfen. Neuronale Netze zeigen in ihrem Trainingsbereich bemerkenswerte Leistungen, aber sie denken nicht und bleiben anfällig für groteske Fehler. Ihr empirischer Erfolg ist ein kleines mathematisches Rätsel (man weiß nicht genau, warum die erzielten Lösungen trotz der Nichtkonvexität des Problems so gut sind). Und der jüngste Aufschwung generativer Modelle stellt neue Herausforderungen an die Kontrolle: Risiko des Realitätsverlusts (Modelle, die aus der Bahn geraten) und Risiko negativer gesellschaftlicher Auswirkungen (automatisierte Desinformation, verstärkte Verzerrungen usw.). Es liegt mir fern, KI abzulehnen – sie bietet auch enorme Möglichkeiten –, aber man muss sie an den richtigen Platz rücken: ein mächtiges, aber begrenztes Werkzeug, das mit Vorsicht eingesetzt werden muss, und sicherlich keine allwissende Intelligenz, die unsere Krisen spontan lösen wird. Im Gegenteil, wenn sie nicht richtig eingesetzt wird, könnte sie diese sogar verschlimmern (durch ihren Energieverbrauch, durch die damit verbundene Machtkonzentration oder durch ihre negativen Auswirkungen auf die Information). Deshalb wird sich der letzte Teil dieses Vortrags nicht mit einer x-ten Technologielösung befassen, sondern mit einem systemischeren Ansatz zur Überwindung der Krise: dem der Gemeingüter und der Zusammenarbeit auf allen Ebenen.

**4. Gemeingüter: eine strukturelle Antwort auf die Polykrise (von lokal bis global)**

Um die miteinander verflochtenen Herausforderungen – Klima, Biodiversität, Ressourcen, Ungleichheiten, Technologie – zu bewältigen, empfehlen einige Denker, sich auf den Begriff der Gemeingüter (engl. commons) zu stützen. Dieser Ansatz zielt darauf ab, Ressourcen und Infrastrukturen kollektiv und nachhaltig zu verwalten, weder durch den reinen Markt (Logik des individuellen Profits) noch durch strenge staatliche Kontrolle, sondern durch die Zusammenarbeit der betroffenen Gemeinschaften mit gemeinsamen Regeln. In diesem vierten Teil werden wir zu Beginn untersuchen, wie die Commons strukturelle Lösungen für die Polykrise bieten können, indem sie Solidarität und nachhaltige Bewirtschaftung auf drei Ebenen fördern: Mikro (lokale Gemeinschaften), Meso (Regionen, Nationen) und Makro (globale Gemeingüter). Wir stützen uns dabei auf die Arbeiten von Elinor Ostrom, einer Pionierin der Commons-Forschung, sowie auf konkrete Beispiele, die von lokalen Wäldern bis hin zur Governance der Ozeane, des Weltraums oder der globalen Gesundheit reichen.

Elinor Ostrom, die erste Frau, die den Nobelpreis für Wirtschaftswissenschaften erhielt (2009), widmete ihre Karriere der Untersuchung von Gemeinschaften auf der ganzen Welt, denen es gelingt, gemeinsame Ressourcen nachhaltig zu bewirtschaften: Fischereien, Bewässerungssysteme, Wälder, Weideland... Sie hat gezeigt, dass entgegen einer weit verbreiteten Meinung (der „Tragödie der Allmende”, bei der jeder Nutzer das Gemeingut bis zu seiner Zerstörung übernutzt) viele Gesellschaften wirksame Regeln der Selbstverwaltung entwickelt haben, um diese Ressourcen über Generationen hinweg zu erhalten. Ostrom hat acht Schlüsselprinzipien herausgearbeitet, die sich in tragfähigen Gemeingütern wiederfinden. Vereinfacht gesagt lauten diese Grundsätze: (1) Klare Definition der Grenzen des Gemeinguts und der Gemeinschaft der berechtigten Nutzer, (2) Anpassung der Nutzungsregeln an die örtlichen Gegebenheiten, (3) Einbeziehung der Nutzer in die Ausarbeitung der Regeln, (4) Überwachung der Nutzung des Gutes (durch Wächter, kollektive Selbstdisziplin), (5) Anwendung abgestufter Sanktionen bei Missbrauch, (6) Mechanismen zur Lösung lokaler Konflikte vorsehen, (7) die Autonomie der Gemeinschaft gegenüber externen Behörden gewährleisten (rechtliche Anerkennung lokaler Regeln) und (8) die Governance mit anderen Ebenen verknüpfen (Vernetzung mehrerer Gemeingüter oder Verbindungen zum Staat). Ostrom hat diese Prinzipien anhand konkreter Beispiele veranschaulicht: zum Beispiel Fischerdörfer, die festlegen, wer wo fischen darf, die Fangtechniken an die Jahreszeit anpassen und darauf achten, dass jeder die Quoten einhält; oder Bewässerungsgemeinschaften, die sich versammeln, um über die Wasserverteilung zu entscheiden, gemeinsam die Kanäle instandhalten und Schwarzfahrer wohlwollend, aber entschlossen bestrafen. Weit entfernt vom Stereotyp der „kommunistischen Gemeinschaft” ohne Regeln sehen wir, dass Gemeingüter mit einer starken internen Organisation und einem Sinn für geteilte Verantwortung funktionieren.

Was können diese Ideen der Gemeingüter angesichts unserer globalen Polykrise beitragen? Zunächst einmal kann die Wiederbelebung lokaler Gemeingüter auf der Mikroebene die Widerstandsfähigkeit unserer Gesellschaften stärken. Zahlreiche Initiativen entstehen bereits: städtische Landwirtschaftsgenossenschaften, kurze Lebensmittelwege, Genossenschaften für erneuerbare Energien, in denen Bürger gemeinsam ihren Ökostrom produzieren und verwalten, digitale Open-Source-Commons zur Schaffung kollaborativer IT-Tools (Linux, Wikipedia usw.), lokale Währungen, Bürgerverwaltungen für Wasser ... Diese Bottom-up-Erfahrungen zeigen, dass durch die direkte Einbeziehung der Nutzer und Bewohner oft eine nachhaltigere und gerechtere Verwaltung erreicht wird. Beispielsweise weisen Wälder, die gemeinsam von indigenen Gemeinschaften bewirtschaftet werden, oft eine geringere Entwaldung auf als solche, die an private Unternehmen vergeben wurden. Lokale Gemeingüter ermöglichen es auch, innovative Lösungen in der Praxis zu erproben und dann zu verbreiten. Sie sind ein Mittel, um soziale Bindungen im Rahmen konkreter Projekte wiederherzustellen, was angesichts der Polykrise, die zu einer Polarisierung oder Entmutigung der Bürger führen kann, von entscheidender Bedeutung ist. Man spricht von „Commoning”: dem „Gemeinsam-Machen”, d. h. der kollektiven Organisation, um sich um eine Ressource oder ein Bedürfnis zu kümmern. Dieses Commoning gibt den Menschen wieder die Möglichkeit, auf das Einfluss zu nehmen, was sie direkt betrifft (ihre Ernährung, ihre Energie, ihr Lebensumfeld).

Auf der Mesoebene (regional, national) kann der Ansatz der Commons zu einer partizipativeren und transparenteren Regierungsführung inspirieren. Ein Staat kann beispielsweise ein Gemeingut offiziell anerkennen und dessen Funktionieren unterstützen, anstatt es zu ignorieren oder zu ersetzen. Es entsteht die Idee der „urbanen Commons”: Städte, die ihren Einwohnern partizipative Budgets für die Verwaltung von Parks, Gärten und gemeinsam genutzten Einrichtungen zur Verfügung stellen oder Daten-Commons schaffen (offene, gemeinsam verwaltete städtische Daten zur Verbesserung der Dienstleistungen). Einige Gemeinden experimentieren auch mit Trusts oder gemeinsamen Grundstücksfonds, um Grundstücke der Spekulation zu entziehen und sie für Projekte der nachhaltigen Landwirtschaft oder des sozialen Wohnungsbaus zur Verfügung zu stellen. Auf nationaler Ebene könnte man sich vorstellen, dass der Staat als Garant für die Gemeingüter fungiert: beispielsweise indem er Wasser oder Biodiversität als gemeinsames Erbe der Nation anerkennt, zu dem alle Zugang haben müssen, und einen Teil der Verwaltung an lokale Versammlungen mit verschiedenen Akteuren (Bürger, Vereine, Wissenschaftler usw.) delegiert. Dies entspricht dem Konzept der „Rechte der Natur”: bestimmte kritische Ökosysteme als kollektiv zu schützende Einheiten zu behandeln und nicht nur als Handelsgüter. Im Rahmen der Energiewende wird oft empfohlen, die Bürger stärker in Projekte einzubeziehen (z. B. durch Genossenschaften für erneuerbare Energien), damit sie sowohl Nutznießer als auch Garanten der gemeinsamen Ressource saubere Energie sind.

Schließlich – und das ist in unserem Kontext der globalen Krise vielleicht am wichtigsten – müssen wir über globale (makroökonomische) Gemeingüter nachdenken. Das Klima beispielsweise ist ein typisches globales Gemeingut: Die Stabilität des Klimasystems betrifft alle Menschen, und niemand hat ein Eigentumsrecht daran. Ebenso können die Ozeane außerhalb nationaler Hoheitsgebiete, der Weltraum, die Hohe See, die Antarktis oder auch wissenschaftliche Erkenntnisse und die globale Gesundheit als globale Gemeingüter betrachtet werden. Die jüngste Geschichte zeigt Versuche, sie als solche zu verwalten. Bereits in den 1970er Jahren führte die UNO das Prinzip des „gemeinsamen Erbes der Menschheit” (common heritage of mankind) in das Völkerrecht ein. So erklärt beispielsweise das Seerechtsübereinkommen der Vereinten Nationen, dass der internationale Meeresboden (die Tiefsee außerhalb der Hoheitsgewässer) und seine Bodenschätze „gemeinsames Erbe der Menschheit” sind. Das bedeutet, dass kein Staat diese Ressourcen für sich allein beanspruchen kann und dass ihre Nutzung – sofern sie stattfindet – so erfolgen muss, dass die Gewinne gerecht verteilt werden und das marine Ökosystem erhalten bleibt. Derselbe Gedanke findet sich auch im Weltraumvertrag von 1967, der festlegt, dass der Weltraum, einschließlich des Mondes und der Himmelskörper, niemandem gehört und zum Wohle aller Völker genutzt werden muss. Zwar bleibt die konkrete Umsetzung komplex (wie die aktuellen Debatten über die Regulierung künftiger Metallminen in der Tiefsee oder die kommerzielle Nutzung des Weltraums zeigen), aber der rechtliche Rahmen setzt ein Ideal der gemeinsamen globalen Verwaltung statt eines Wettlaufs nach dem Prinzip „Wer zuerst kommt, mahlt zuerst“.

Ein weiteres Beispiel für ein globales Gemeingut im Aufbau ist die weltweite öffentliche Gesundheit. Die Covid-19-Pandemie hat auf dramatische Weise gezeigt, wie sehr die Gesundheit auf globaler Ebene miteinander verbunden ist und dass es sinnvoll wäre, sie als gemeinsames Gut der Menschheit zu betrachten – mit Verpflichtungen zur Zusammenarbeit und zum Teilen. Stattdessen haben wir unkooperatives Verhalten beobachtet (Impfstoff-Nationalismus, Patente, die den Zugang zu Impfstoffen für arme Länder blockieren, usw.). Es wurden Stimmen laut, die vorschlugen, Impfstoffe und lebenswichtige Medikamente zu globalen öffentlichen Gütern zu machen, die über Mechanismen des gemeinsamen geistigen Eigentums oder internationale Kauffonds frei zugänglich sind. Die COVAX-Initiative ging in diese Richtung, blieb jedoch unvollständig. Dennoch gibt es Organisationen, die den Geist der Gemeingüter im Gesundheitswesen verkörpern: Dies ist der Fall bei der Initiative DNDi (Drugs for Neglected Diseases initiative). DNDi ist eine gemeinnützige Organisation, die Medikamente für vernachlässigte Krankheiten (Malaria, Schlafkrankheit usw.) außerhalb des traditionellen Patentmodells entwickelt. Ihr Ziel ist es, „bezahlbare Behandlungen anzubieten, damit niemand zurückgelassen wird”. So arbeitet DNDi beispielsweise an einer neuen, einfachen und kostengünstigen Behandlung gegen Hepatitis C, um den Zugang zur Gesundheitsversorgung zu verbessern und die finanzielle Belastung für Patienten und Gesundheitssysteme zu verringern. Eine Zwischenstudie in Malaysia ergab eine Heilungsrate von 97 % bei den behandelten Patienten. Diese Art von Erfolg beweist, dass ein gemeinsames Modell für pharmazeutische Innovationen, bei dem Wissen geteilt und Medikamente zum Selbstkostenpreis verteilt werden, funktionieren kann. DNDi wird von Regierungen, Stiftungen und öffentlichen Laboren unterstützt und verkörpert die Idee, dass Gesundheit ein globales Gemeingut ist: Jeder sollte von medizinischen Fortschritten profitieren können, und kein Menschenleben sollte allein von den Gesetzen des Marktes abhängen.

Ebenso kann man Wissen und Technologie als Gemeingut betrachten, das es zu pflegen gilt, und nicht als exklusives Eigentum. Die Open-Source-Bewegung im Softwarebereich (Linux, Wikipedia usw.) hat gezeigt, dass durch die Bündelung von Wissen und die Einbeziehung einer globalen Gemeinschaft robuste und für alle zugängliche Tools entwickelt werden können. Im Zusammenhang mit der zuvor erwähnten KI fordern einige mehr Transparenz und Austausch (Open-Source-Modelle, öffentliche Datenbanken), um zu verhindern, dass die Macht von einigen wenigen privaten Akteuren monopolisiert wird. Digitale Gemeingüter sind ein gutes Beispiel für kooperative Lösungen für komplexe Probleme: Das Internet selbst wurde in seinen Anfängen als globale, offene und dezentrale gemeinsame Ressource konzipiert. Vielleicht ist es an der Zeit, zu diesem Geist zurückzukehren, um die Herausforderungen des 21. Jahrhunderts zu bewältigen.

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass der Ansatz der Gemeingüter einen anderen Denkrahmen bietet, um aus der Polykrise herauszukommen. Anstatt jede Ressource oder jedes Problem unter dem Gesichtspunkt des Wettbewerbs (zwischen Staaten, zwischen Unternehmen oder jeder für sich) zu betrachten, lädt er dazu ein, Institutionen der Zusammenarbeit aufzubauen, in denen die Akteure gemeinsam das verwalten, was für sie lebenswichtig ist, mit fairen Regeln und einer langfristigen Vision. Auf lokaler Ebene stärkt dies die Widerstandsfähigkeit und die soziale Gerechtigkeit. Auf globaler Ebene ist dies kurzfristig sicherlich utopisch, aber es ist eine notwendige Richtung: Klima, Ozeane, Biodiversität, Gesundheit, Frieden... all dies kennt keine Grenzen und kann nur durch gemeinsame Anstrengungen der Menschheit bewahrt werden. Wie Ostrom sagte: „Es gibt keine Patentlösung“ – keine einzige von oben auferlegte Politik, die alle Probleme löst –, „man muss auf allen Ebenen basteln“. Die Commons bieten genau das: eine Palette anpassungsfähiger, inklusiver und nachhaltiger Lösungen, von der kleinen Dorfgemeinschaft bis hin zu internationalen Institutionen.

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass wir in diesem Vortrag ein weites Feld durchlaufen haben: von der Schwere der Klimakrise über die Grenzen der aktuellen KI bis hin zu den Anforderungen einer geplanten Energiewende und schließlich zur Idee der Gemeingüter als Horizont der Hoffnung. Wenn man einen roten Faden herausgreifen möchte, dann vielleicht die Notwendigkeit eines Paradigmenwechsels in unserer Beziehung zur Welt. Wir können die Polykrise nicht mit denselben Rezepten bekämpfen, die sie verursacht haben: dem endlosen Streben nach materiellem Wachstum, der Illusion einer allmächtigen Technologie oder der Ausbeutung von Ressourcen, als wären sie unendlich. Wir müssen das Kollektiv, die demokratische Regulierung und das Teilen neu erfinden. Das Klima erfordert Solidarität zwischen den Völkern, um die Emissionen zu reduzieren, die KI erfordert Weisheit bei ihrem Einsatz, und die Gemeingüter geben uns einen Rahmen, um diese Solidarität und diese Weisheit zu organisieren. Das wird die Herausforderung der nächsten Jahrzehnte sein: zu lernen, auf globaler Ebene „Gemeinschaft zu bilden”, ohne dabei die Vielfalt der lokalen Kontexte zu leugnen. Utopie? Vielleicht, aber die Utopien von gestern sind manchmal die Selbstverständlichkeiten von morgen. Angesichts der Dringlichkeit liegt die klare Hoffnung jedenfalls in unserer Fähigkeit, intelligent zusammenzuarbeiten. Nur gemeinsam, indem wir unser Wissen, unsere Ressourcen und unsere Anstrengungen bündeln, können wir diese Krisen überwinden und eine Zukunft aufbauen.

*Wir danken deepl.com für die Übersetzung.*