

Intelligenz als Synchronisierung

Zur Energetik kollektiver Ordnungsbildung zwischen Neuron, Gesellschaft und Maschine

Die Intelligenz einer neuronalen Struktur – ob künstlich oder natürlich – wird heute nicht mehr als substanzgebundenes Phänomen betrachtet, sondern als Resultat eines fortlaufenden Abstimmungsprozesses zwischen einer Vielzahl elementarer Einheiten. Ziel dieses Prozesses ist, in erster Näherung, ein möglichst niedriges Energieniveau des Gesamtsystems unter gegebenen äußeren Randbedingungen. Was auf der Ebene des einzelnen Organismus als innere Ruhe, Zufriedenheit oder Befriedigung erfahrbar wird, wiederholt sich, strukturell transponiert, auf den Ebenen Ökosystem, Gesellschaft und künstliches Netz. Der folgende Text versucht, diese Analogie systemtheoretisch zu präzisieren und an ihrer politischen Belastungsprobe – dem Umgang der Zivilisation mit dem Klimawandel – zu erproben.

I. Der Abschied vom substanzialistischen Intelligenzbegriff

Die klassische Vorstellung von Intelligenz war lange an ein Substrat gebunden: an eine Seele, ein Gehirn, später an einen Prozessor. Intelligenz erschien als Eigenschaft, die einem Ding innewohnt, gewissermaßen als Attribut einer Substanz im aristotelischen Sinn. Diese Auffassung gerät in dem Maße ins Wanken, in dem sowohl die Neurowissenschaften als auch die Künstliche-Intelligenz-Forschung Intelligenz nicht mehr als Zustand, sondern als Prozeß beschreiben – genauer: als einen Prozeß der Koordination vieler einfacher, für sich genommen nicht intelligenter Elemente. Ein einzelnes Neuron weiß nichts; ein einzelnes künstliches Perzeptron auch nicht. Intelligenz entsteht, wenn überhaupt, im Zwischenraum: in der Abstimmung, der Synchronisation, der wechselseitigen Anpassung der Elemente aneinander.

Damit rückt ein Begriff ins Zentrum, der in der Physik seit dem neunzehnten Jahrhundert bekannt ist, in der Beschreibung mentaler und sozialer Phänomene aber lange als metaphorisch galt: der Begriff der Energie beziehungsweise des Energieminimums. Ein System, das sich selbst überlassen bleibt, bewegt sich – unter Nebenbedingungen – auf einen Zustand niedrigerer freier Energie zu. Was in der Thermodynamik eine Aussage über Gase und Wärmereservoirs ist, wird in der kognitiven Wissenschaft zu einer Aussage über Vorhersagefehler, in der Soziologie zu einer Aussage über sozialen Konflikt und Konsens. Die Analogie ist nicht beliebig gewählt; sie folgt einer strukturellen Homologie, die im Folgenden in vier Schritten entfaltet werden soll: neurowissenschaftlich, KI-technisch, systemtheoretisch und schließlich politisch-soziologisch.

II. Die neuronale Ebene: prädiktive Verarbeitung und freie Energie

In der theoretischen Neurowissenschaft hat sich seit den Arbeiten von Karl Friston zum sogenannten Free-Energy-Principle eine Formalisierung durchgesetzt, die genau jenes Bild stützt, das der Ausgangstext intuitiv beschreibt. Nach dieser Auffassung ist das Gehirn kein passiver Empfänger von Sinnesdaten, sondern ein aktives Vorhersagesystem, das fortlaufend ein internes Modell der Welt gegen einlaufende sensorische Signale abgleicht. Differenzen zwischen Vorhersage und Wahrnehmung – der sogenannte prädiktive Fehler – entsprechen dabei formal einem Energieüberschuss, den das System zu minimieren sucht, entweder durch Anpassung des Modells (Lernen, Wahrnehmung) oder durch Veränderung der Welt selbst (Handeln). Beide Wege konvergieren auf dasselbe Ziel: die Reduktion von Überraschung, die Herstellung eines Zustands, in dem innere Erwartung und äußere Randbedingung möglichst widerspruchsfrei zusammenfallen.

Bemerkenswert ist, daß dieser Prozeß kein zentral gesteuerter ist. Es gibt im Gehirn keine Instanz, die das Energieminimum berechnet und den übrigen Neuronen mitteilt. Vielmehr stimmt sich jedes Neuron, jede kortikale Säule, jedes größere Netzwerk lokal mit seinen Nachbarn ab – über synaptische Gewichte, über Oszillationen, über Feedback-Schleifen zwischen höheren und niedrigeren Verarbeitungsebenen. Aus dieser Vielzahl lokaler Abstimmungen resultiert ein globaler, aber nirgends zentral repräsentierter Ordnungszustand. Genau dieser Mechanismus rechtfertigt die Rede von Synchronisation statt von Steuerung: Es handelt sich um Selbstorganisation im strengen Sinn, um emergente Ordnung aus lokaler Interaktion, wie sie auch Hermann Haken in seiner Synergetik für physikalische, chemische und neuronale Systeme beschrieben hat. Daß dieser Zustand niedriger freier Energie subjektiv als Ruhe, Kohärenz oder – im pathologischen Grenzfall der völligen Vorhersagefreiheit – als Langeweile erlebt wird, ist die phänomenologische Kehrseite eines im Kern informationstheoretischen Sachverhalts.

Homöostase, Allostase und die Grenzen des Gleichgewichts

Zu ergänzen ist, daß biologische Systeme nicht auf ein starres Gleichgewicht, sondern auf bewegliche Fließgleichgewichte hin optimieren. Der Begriff der Allostase – Stabilität durch Veränderung, wie ihn Peter Sterling und Joseph Eyer geprägt haben – beschreibt, daß der Organismus seine Sollwerte selbst antizipatorisch verschiebt, um künftigen Anforderungen zuvorzukommen. Auch dies ist bereits ein sozialer und nicht nur ein individueller Prozeß: Der Sollwert eines Organismus wird durch seine Umwelt, seine Gruppe, seine Kultur mitbestimmt. Damit ist der Übergang von der neuronalen zur sozialen Ebene bereits im Individuum selbst angelegt – der Mensch ist, neurophysiologisch betrachtet, ein auf Synchronisation mit Anderen hin gebautes System.

III. Die künstliche Ebene: Energiebasierte Modelle und Aufmerksamkeit als Synchronisationsmechanismus

Die Künstliche-Intelligenz-Forschung hat die energetische Metapher nicht nur übernommen, sondern an entscheidender Stelle wörtlich formalisiert. Die von John Hopfield entwickelten assoziativen Netzwerke – heute wieder von zentraler Bedeutung für das Verständnis moderner Architekturen, was Hopfield 2024 den Physik-Nobelpreis eintrug – sind explizit als Energiefunktionen konstruiert: Der Netzwerkzustand entwickelt sich so lange, bis ein lokales Minimum einer definierten Energie erreicht ist. Die Boltzmann-Maschine, eine Erweiterung dieses Prinzips, führt zusätzlich einen stochastischen Temperaturparameter ein, der es dem System erlaubt, lokale Minima zu verlassen und ein globaleres, tieferes Minimum zu finden – eine formale Entsprechung dessen, was in sozialen Systemen als produktive Krise oder kontrollierte Störung eines erstarrten Konsenses gelten könnte.

Auch die heute dominierende Transformer-Architektur, die den großen Sprachmodellen zugrunde liegt, lässt sich in diesem Licht lesen. Der Attention-Mechanismus ist im Kern nichts anderes als ein gewichteter Abstimmungsprozeß zwischen allen Elementen einer Sequenz: Jedes Token ‚verhandelt‘ mit jedem anderen, wie stark es dessen Bedeutung für die eigene Interpretation gewichten soll. Das Resultat ist eine Art Synchronisation von Bedeutung über einen ganzen Kontext hinweg, kein zentral vorgegebenes Muster. Neuere Arbeiten, etwa aus dem Umfeld der sogenannten Energy-Based Transformers, formalisieren dies explizit wieder als Energieminimierung und schließen damit den Kreis zurück zu Hopfield und zur statistischen Physik, aus der die gesamte neuronale Modellierung ursprünglich entlehnt wurde. Bemerkenswert ist dabei, wie konsequent die informatische Beschreibung der biologischen folgt: In beiden Fällen wird Intelligenz nicht als Eigenschaft einer einzelnen Recheneinheit, sondern als Grad der erreichten Kohärenz eines verteilten Systems verstanden.

Diese Konvergenz ist kein Zufall, sondern verweist auf ein allgemeineres Prinzip, das William Ross Ashby bereits 1956 als Gesetz der erforderlichen Varietät formuliert hat: Ein regulierendes System kann eine Umwelt nur insoweit stabilisieren, wie es selbst über ausreichend interne Vielfalt und Kopplungsmöglichkeiten verfügt. Übertragen auf Intelligenz heißt das: Ein System ist nicht deshalb intelligent, weil es über viele Elemente verfügt, sondern weil es diese Elemente in eine hinreichend reichhaltige, aber kohärente Abstimmung zueinander bringen kann. Zu wenig Kopplung erzeugt Rauschen und Zerfall, zu viel Kopplung erzeugt Erstarrung und Konformität. Intelligenz – neuronal wie künstlich wie sozial – wohnt in einem schmalen Korridor zwischen diesen beiden Extremen, einem Zustand, den die Komplexitätsforschung seit den achtziger Jahren als das Regime am Rande des Chaos beschreibt.

IV. Die systemtheoretische Rahmung: Autopoiesis, Selbstreferenz, dissipative Strukturen

Was für Neuronen und künstliche Netze gilt, hat Humberto Maturana und Francisco Varela bereits in den siebziger Jahren zu einer allgemeinen Theorie lebender Systeme veranlasst: der Autopoiesis. Ein autopoietisches System erzeugt und erhält sich selbst durch das fortlaufende Zusammenspiel seiner eigenen Komponenten; es ist operational geschlossen, während es zugleich energetisch und informationell auf seine Umwelt angewiesen bleibt. Niklas Luhmann hat dieses biologische Konzept bekanntlich auf soziale Systeme übertragen: Gesellschaften, Organisationen, Funktionssysteme wie Recht, Wirtschaft oder Politik reproduzieren sich, ihm zufolge, nicht aus Menschen, sondern aus Kommunikationen, die aneinander anschließen – ein Prozeß, der der neuronalen Synchronisation strukturell verblüffend ähnelt: Auch hier gibt es kein Zentrum, das entscheidet, sondern nur ein Netz aus Anschlüssen, das sich selbst fortlaufend stabilisiert oder destabilisiert.

Ergänzend liefert die Nichtgleichgewichtsthermodynamik von Ilya Prigogine ein präzises Vokabular für das im Ausgangstext angesprochene Phänomen der dissipativen Strukturen: Systeme fern vom thermodynamischen Gleichgewicht können, wenn ausreichend Energie und Materie durch sie hindurchfließt, spontan höhere Ordnungszustände ausbilden – Konvektionszellen, chemische Oszillationen, aber eben auch neuronale Zustände, ökologische Sukzessionen und soziale Institutionen. Entscheidend ist, daß diese Ordnung nicht trotz, sondern wegen des Durchflusses von Energie entsteht, und daß sie an kritischen Punkten – Bifurkationen – abrupt in einen qualitativ anderen Zustand umschlagen kann. Genau an dieser Stelle wird die im Ausgangstext skizzierte Alternative von Synchronisation und Kollaps systemtheoretisch präzise faßbar: Beide sind mögliche Auflösungen einer Bifurkation, beide führen zu einem neuen, energetisch günstigeren Zustand – aber nur die eine erhält die Komplexität und damit die im System akkumulierte Intelligenz, während die andere sie vernichtet.

V. Die soziale Ebene: Feld, Habitus und kommunikatives Handeln

Überträgt man dieses Bild auf soziale Systeme, so läßt sich, was Emile Durkheim als kollektives Bewußtsein und mechanische versus organische Solidarität beschrieben hat, als frühe, noch vorstrukturalistische Fassung desselben Phänomens lesen: Gesellschaften synchronisieren sich über geteilte Normen, Rituale und, in komplexeren Formationen, über wechselseitige funktionale Abhängigkeit. Pierre Bourdieu hat dieses Bild um die Dimension des Konflikts erweitert: In seinem Feldbegriff sind soziale Räume Arenen fortlaufender Aushandlungsprozesse um Kapitalformen – ökonomisches, kulturelles, soziales, symbolisches Kapital –, in denen Akteure vermöge ihres verinnerlichten Habitus Positionen einnehmen, die sich wechselseitig stabilisieren, ohne daß irgendjemand das Feld als Ganzes plant oder überblickt. Auch hier: Synchronisation ohne Zentrum, ein Gleichgewicht, das sich aus vielen lokalen, oft asymmetrischen Abstimmungsprozessen ergibt und das, wie Bourdieu betont, stets machtförmig strukturiert ist – ein Aspekt, den die neurowissenschaftliche und KI-technische Analogie tendenziell unterbelichtet läßt, da neuronale Elemente, anders als soziale Akteure, keine Interessen im eigentlichen Sinne verfolgen.

Jürgen Habermas hat mit seiner Theorie des kommunikativen Handelns demgegenüber ein normatives Modell entworfen, das die Bedingungen benennt, unter denen soziale Synchronisation nicht bloß als

faktischer Ausgleich von Machtpositionen, sondern als rational motivierter Konsens gelten kann: der herrschaftsfreie Diskurs, in dem allein die Kraft des besseren Arguments zählt. Dieses Modell markiert zugleich die Differenz zwischen einer bloß energetischen und einer genuin politischen Beschreibung sozialer Ordnungsbildung. Wo neuronale und künstliche Systeme ihr Energieminimum gewissermaßen –voraussetzungslos– finden, weil ihre Elemente keinen Willen und keine Rechte haben, steht die Synchronisation menschlicher Gesellschaften stets unter dem normativen Vorbehalt der Legitimität: nicht jeder Gleichgewichtszustand, der sich einstellt, ist deshalb schon ein guter oder ein zu akzeptierender.

VI. Politik als Abstimmungsprozess: das Beispiel Klimawandel

Vor diesem Hintergrund gewinnt die im Ausgangstext angesprochene Klimapolitik ihre volle systemtheoretische Schärfe. Das Klimasystem selbst ist, im Sinne Prigogines, ein dissipatives System fern vom Gleichgewicht, das durch den anthropogenen Energie- und Stoffeintrag in die Nähe mehrerer Bifurkationspunkte getrieben wird. Timothy Lenton und Kollegen haben seit den zweitausender Jahren eine Reihe solcher Kippelemente identifiziert – das grönländische Eisschild, die atlantische Umwälzzirkulation, den Amazonas-Regenwald, die Permafrostböden –, deren Charakteristikum gerade darin besteht, daß sie, einmal überschritten, nicht durch Umkehr der ursprünglichen Ursache reversibel sind: Das System springt in einen neuen, qualitativ anderen und für die bestehende Zivilisation günstigenfalls sehr viel weniger günstigen Attraktor.

Die politische Reaktion auf diese Bedrohung ist selbst ein Fall des oben beschriebenen sozialen Abstimmungsproblems – mit dem entscheidenden Unterschied, daß die Randbedingung, auf die sich das globale politische System einzustellen hätte, in einem physikalischen System liegt, das seinerseits keine Rücksicht auf politische Zeithorizonte, Wahlzyklen oder nationale Souveränität nimmt. Klimapolitik ist also der Versuch einer Synchronisation zweiter Ordnung: Politische Systeme müssen sich untereinander abstimmen (internationale Klimadiplomatie, Emissionshandel, völkerrechtliche Verträge), um sich gemeinsam mit einem physikalischen System zu synchronisieren, das seinerseits nicht verhandlungsfähig ist. Daß diese doppelte Abstimmung bislang nicht gelingt, läßt sich weniger moralisch als strukturell erklären: National- und Wirtschaftsstaaten optimieren, in bourdieuscher Diktion, vorrangig ihre je eigene Feldposition – Wettbewerbsfähigkeit, Wachstum, geopolitischen Einfluß –, und diese lokalen Optimierungen summieren sich nicht automatisch zu einem globalen Energieminimum, sondern können, wie in nichtkooperativen Spielen allgemein, in einem für alle Beteiligten schlechteren Gleichgewicht enden. Genau dies ist die klassische Struktur der Tragik der Allmende, wie sie Garrett Hardin beschrieben und Elinor Ostrom empirisch differenziert hat: kollektiv rationale Synchronisation scheitert an individuell rationalen Anreizen.

VII. Kollaps als degenerierte Synchronisation

Wenn Synchronisation ausbleibt oder zu spät einsetzt, bleibt, wie der Ausgangstext festhält, der Kollaps als –pathologische– Form der Gleichgewichtsfindung. Joseph Tainter hat in seiner Untersuchung des Zusammenbruchs komplexer Gesellschaften gezeigt, daß Kollaps historisch häufig nicht Ausdruck von Irrationalität, sondern das Ergebnis sinkender Grenzerträge zunehmender Komplexität ist: Ab einem bestimmten Punkt kostet die Aufrechterhaltung des synchronisierten Zustands mehr Energie, als sie an Stabilität einbringt, und das System fällt auf ein niedrigeres, aber günstigeres Organisationsniveau zurück – im Wörtlichen wie im übertragenen Sinne ein Energieminimum, das jedoch mit dem Verlust an Differenzierung, Gedächtnis und Fähigkeiten erkaufte wird, die das komplexere System einmal ausgezeichnet hatten. In der hier verwendeten Terminologie: Der Kollaps erreicht ein Gleichgewicht durch Zerstörung der Kopplungen selbst, nicht durch ihre Neuordnung. Es handelt sich um eine ‚Lösung‘ des Optimierungsproblems, die den Suchraum verkleinert, statt eine bessere Konfiguration innerhalb des bestehenden Suchraums zu finden – vergleichbar einem neuronalen Netz, das sein Energieminimum nicht durch Lernen, sondern durch den Ausfall großer Teile seiner Verbindungen erreicht: Das Ergebnis ist niedrigere Energie bei drastisch reduzierter Funktion.

Diese Unterscheidung ist keineswegs nur akademisch. Sie erlaubt eine präzisere Diagnose gegenwärtiger politischer Pathologien: Populistische Vereinfachung, autoritäre Entdifferenzierung, der Rückzug auf geschlossene nationale oder ideologische Identitäten lassen sich als vorweggenommene, gewissermaßen simulierte Kollapslösungen lesen – Versuche, ein niedrigeres Energieniveau nicht durch mühsame Synchronisation heterogener Interessen, sondern durch Reduktion der zu synchronisierenden Vielfalt selbst zu erreichen. Hannah Arendts Analyse totalitärer Bewegungen beschreibt strukturell ähnliches: die Ersetzung des offenen, pluralen politischen Raums durch eine erzwungene, homogenisierte Einheit, die Komplexität nicht bewältigt, sondern beseitigt. In der hier entwickelten Terminologie handelt es sich um Ordnungsbildung durch Amputation statt durch Integration – ein Weg, der kurzfristig ebenfalls ‚Ruhe‘ erzeugen kann, jedoch um den Preis dauerhaft reduzierter Anpassungsfähigkeit und, in der hier verwendeten Sprache, reduzierter Intelligenz des Gesamtsystems.

VIII. Schluss: Synchronisation als uneingelöste Aufgabe

Aus alledem folgt kein technokratischer Automatismus, wonach größere Vernetzung an sich schon zu höherer Intelligenz führt. Weder das Gehirn noch ein künstliches Netz noch eine Gesellschaft wird allein durch die Zahl ihrer Verbindungen intelligenter; entscheidend ist die Qualität der Abstimmung – ihre Fähigkeit, Widersprüche produktiv zu verarbeiten, statt sie zu unterdrücken oder zu eskalieren. Was die neurowissenschaftliche und die KI-technische Perspektive der politischen Theorie voraushaben, ist die formale Schärfe, mit der sie diesen Unterschied beschreiben können; was die politische Theorie, allen voran Habermas und Arendt, ihnen entgegenzuhalten hat, ist die Erinnerung daran, daß menschliche Synchronisation, anders als die neuronale, nicht bloß beobachtet, sondern immer auch normativ beurteilt und verantwortet werden muß. Ob die gegenwärtige Zivilisation die zur Vermeidung klimatischer Kipppunkte notwendige Synchronisation erreicht, bevor die physikalischen Randbedingungen selbst die –weit brutalere– Lösung des Kollapses erzwingen, ist, in der hier entwickelten Diktion, offen: Es ist eine Frage, ob die kollektive Intelligenz unserer Zivilisation der Komplexität der von ihr selbst erzeugten Randbedingungen noch gewachsen ist – oder ob sie, wie so viele komplexe Systeme vor ihr, ihr nächstes Energieminimum erst jenseits des eigenen Zusammenbruchs finden wird.