

Karl-Friedrich Weber

Waldbrief 26.06.2021

Naturwissenschaft im Wandel – vom Reduktionismus zum Holismus

„Den reduktionistischen Mythos können wir dadurch widerlegen, dass wir die Korrektheit der Regeln beweisen und dann sehr kluge Leute auffordern, von ihnen ausgehend etwas vorherzusagen. Ihre Unfähigkeit, das zu tun, wird dann offenbar.“

(Robert B. Laughlin, Physiker und Nobelpreisträger)

In der Außenbetrachtung wird die Forstwissenschaft scheinbar von einem „linientreuen“ relativ kleinen Kreis etablierter Persönlichkeiten und ihrer Institutionen gesteuert. Ihr dominantes theoretisches Fundament ist linear-kausal und reduktionistisch angelegt. Das mag eine Ursache dafür sein, dass ihr Einfluss auf Politik und Öffentlichkeit immer noch groß ist und sich deshalb die forstliche Praxis in ihren herkömmlichen Entscheidungsmustern immer wieder bestätigt fühlt. Im Gegensatz zu dieser Haltung wachsen auch in der Innenbetrachtung Nachdenklichkeit und Betroffenheit in der Frage, warum es Forstwissenschaft und -praxis bis heute nicht gelungen ist, naturnahe Wälder mit hoher ökonomischer und ökologischer Wertschöpfung zu gestalten, wie sie seit vielen Jahrzehnten den gesellschaftlichen Zielen entspricht.

Vieles spricht dafür, dass wir wie in den 1920er Jahren in der Gegenwart am Beginn einer neuen naturwissenschaftlichen Zeitenwende stehen. Die Form eines neuen Paradigmas wird stets von wenigen Persönlichkeiten eingeleitet, deren Thesen und Einsichten zunächst ignoriert, dann belächelt und schließlich erbittert bekämpft, bis sie spät, oft zu spät als selbstverständlich hingenommen werden. Manche zerbrechen daran und geben auf.

Der Physiker Robert B. Laughlin gehört nicht dazu. Die Robustheit seiner Thesen reißt Denkschranken ein und erweitert den Erkenntnishorizont, gerade auch dann, wenn er damit nichts neues postuliert. Indem er die Situation seiner „Wissenschaftsgemeinde“ pointiert skizziert, zeigt er auf, dass auch die Naturwissenschaft durch menschenähnliche Subjekte weiterentwickelt oder deformiert wird. Aus Einblicksfähigkeit erwächst Einsichtsfähigkeit. Wenn wir beim Lesen feststellen: Ja, Laughlin trifft es, können wir daraus eigene Parallelen und aus diesen wiederum Schlussfolgerungen auf die Situation des Waldes ziehen.

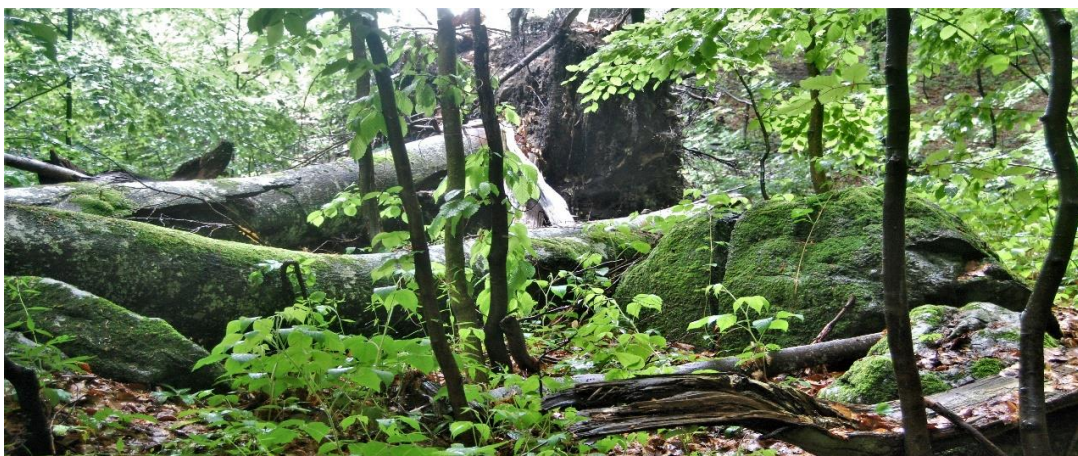


Foto: Karl-Friedrich Weber

Emergenz: Aus Vorhandenem entsteht unvorhersehbar Neues



Robert B. Laughlin, Physiker, Foto Linda A. Cicero

Abschied von der Weltformel ⁽¹⁾

Robert B. Laughlin

Kernaussagen und Thesen - zusammengestellt von Karl-Friedrich Weber

Das Gesetz der Grenze

1. Das Verlangen nach einer Auseinandersetzung mit der Grenze scheint tief in der menschlichen Seele zu liegen, und Menschen aus verschiedenen Teilen der Welt und mit unterschiedlichem kulturellem Hintergrund verstehen das rasch und intuitiv. Man muss in keinem Land sehr tief graben, um auf eine Wertschätzung der Wildnis und eine Identifikation mit ihr zu stoßen.
2. Die Wissenschaft ist der einzige Ort, wo wirklich noch ursprüngliche Wildnis zu finden sein dürfte.
3. Die wahre, ihrer Natur nach wilde Grenze kann man vielleicht direkt vor der Haustür finden, wenn man sich nur die Mühe macht, dort nachzusehen.
4. Wie sich herausstellt, ist unsere Beherrschung des Universums weitgehend ein großer Bluff. Die Behauptung, alle wichtigen Naturgesetze seien bekannt, ist schlicht und einfach ein Teil dieser Täuschung. Die Grenze ist immer noch in unserer Nähe, und hier geht es nach wie vor ziemlich ungesetzlich zu.
5. Der logische Widerspruch zwischen einer offenen Grenze einerseits und einer Sammlung von übergeordneten Regeln lässt sich durch das Phänomen der *Emergenz* ⁽²⁾ auflösen.

Leben mit der Unbestimmtheit

6. Otto von Bismarck: *"Gesetze sind wie Würste, man sollte besser nicht dabei sein, wenn sie gemacht werden."*
7. In der Physik bleibt die tiefe ideologische Uneinigkeit über die Frage, wo Bestimmtheit herkommt und was sie bedeutet, unaufgelöst. Stattdessen sind wir uns einig, nicht darüber zu sprechen.

8. Dieser Kompromiss ruft Deng Xiaopings berühmte Bemerkung in Erinnerung, wonach es keine Rolle spielt, ob eine Katze schwarz oder weiß ist, solange sie Mäuse fängt.
9. Das Streben nach Gewissheit in Messung und Interpretation ist das einzige narrensichere Verfahren, das wir besitzen, um die das Universum beherrschenden Organisationsprinzipien enthüllen zu können.
10. Wie bei jedem anderen Aspekt des Lebens kann ein Gremium kaum etwas Schlimmeres tun, als dieses System dadurch zu schwächen, dass Falsches als Wahrheit eingestuft wird. In der Folge wird das System in dem entscheidenden Moment, in dem man es am dringendsten benötigt, versagen und einen in die Irre schicken.
11. Physiker mögen keine absoluten Äußerungen zu der Frage, was wahr ist und was nicht. Uns ist klar, dass Messungen niemals perfekt sind, und deshalb wollen wir wissen, wie wahr eine gegebene Messung ist. Das ist gute Praxis, denn sie zwingt alle zur Ehrlichkeit und verhindert, dass Forschungsberichte zu Anglerlatein werden.
12. In der Physik unterscheiden korrekte Wahrnehmungen sich insofern von irrigen, als Erstere klarer werden, wenn man die Genauigkeit des Experiments verbessert. Durch Präzision wird das Falsche sichtbar.
13. Wahrheit und Messtechnik sind unauflösbar miteinander verknüpft. Genau das, was man misst, wie der Apparat arbeitet, wie man die Fehler eliminiert, welche unkontrollierbaren Faktoren die Obergrenze der Reproduzierbarkeit festlegen und so weiter, all das ist am Ende wichtiger als die zugrundeliegende Vorstellung.
14. Das Streben nach Gewissheit in Messung und Interpretation ist das einzige narrensichere Verfahren, das wir besitzen, um die das Universum beherrschenden Organisationsprinzipien enthüllen zu können.
15. Das Streben nach Bestimmtheit ist der moralische Kern der Wissenschaft.
16. Atome sind überhaupt keine Billardkugeln, sondern Wellen, ebenso wie ihre Bestandteile, die sich in der Weise zu Atomen verbinden, wie Schwingungen des Wassers sich zu einer Brandungswoge vereinen. Damit haben Newtons Gesetze sich als Emergent erwiesen. Sie sind keineswegs fundamental, sondern eine Folge des Zusammenschlusses von Quantenmaterien zu makroskopischen Flüssigkeiten und Feststoffen - eine Erscheinung kollektiver Organisation.

Wasser, Eis und Dampf

17. Ein im Sinne der Emergenz exaktes Phänomen wie Festigkeit kann überhaupt nicht von Details abhängen.

18. Normales Wassereis weist nach letzter Zählung elf unterscheidbare kristalline Phasen auf, von denen keine einzige aus grundlegenden Prinzipien heraus vorhergesagt worden ist.
19. Phasen sind ein ursprünglicher und gut erforschter Fall von Emergenz, der uns vor Augen führt, dass in der Natur Mauern existieren, die durch Größenordnungen definiert sind.
20. "*Shift Happens*" (Veränderung passiert einfach)
21. Selbst in guten Kristallen ist ein gegebenes Atom immer in Bewegung und darum zu jedem gegebenen Zeitpunkt immer ein wenig von seinem idealen Ort im Gitter entfernt - das ist die gegebene Bedeutung von Wärme.
22. Die Gitterpositionen eines Feststoffs sind offenkundig selbst dann von Bedeutung, wenn die Atome sich nicht exakt dort befinden.
23. Atome sind keine newtonschen Kugeln, sondern flüchtige quantenmechanische Wesen, denen die wichtigste aller Eigenschaften eines Objekts fehlt - eine feststellbare Position.
24. Die Vorstellung einer *Symmetriebrechung* ⁽³⁾ ist einfach: Materie erwirbt kollektiv und spontan eine Eigenschaft oder ein bevorzugtes Verhalten, das in den hier zugrundeliegenden Regeln selbst nicht vorhanden war. Wir sagen, die Materie treffe eine Entscheidung "zufallsbestimmt". Sobald die Entscheidung getroffen ist, wird sie "wirklich" und hat absolut nichts zufälliges mehr an sich.
25. Die Symmetriebrechung liefert uns ein einfaches und überzeugendes Beispiel dafür, wie die Natur, obwohl ihr einfache Regeln zugrunde liegen, ganz aus sich heraus eine komplexe Fülle ausbilden kann.
26. Wie bei Institutionen der Menschen sind emergente Gesetze, wenn die Organisation klein ist, nicht vertrauenswürdig und manchmal schwer zu erkennen. Sie werden aber zuverlässiger, wenn ihre Größe zunimmt, und schließlich werden sie exakt.
27. In der Wissenschaft wird man nicht dadurch erleuchtet, dass man herausfindet, wie man an Dinge glauben kann, die keinen Sinn ergeben, sondern indem man Dinge ausfindig macht, die man nicht versteht, und diese anhand von Experimenten erklärt.
28. In der Politik ist vieles nicht "real", solange es nicht weithin diskutiert wird, und so sorgen Nachrichtenmedien, in dem sie kleine Ereignisse verstärken, tatsächlich dafür, dass diese wirklich werden.

29. Quantenmechanische Materie besteht aus Wellen von nichts. Diese Vorstellung ist ein harter Brocken, weshalb man Studenten traditionell damit anfreundet, indem man zunächst etwas mit dem Namen *Welle-Teilchen-Dualismus* ⁽⁴⁾ erklärt. In Wahrheit gibt es keinen solchen Dualismus. Die ganze newtonsche Vorstellung von einem Objekt, das durch Position und Geschwindigkeit gekennzeichnet ist, ist falsch und muss durch etwas ersetzt werden, das wir Wellenfunktion nennen, eine Abstraktion.
30. *Who has seen the wind? Neither you nor I: But when the trees bow down their heads the wind is passing by.* - Wer hat den Wind gesehen? Weder du noch ich: Doch wenn die Bäume ihre Kronen neigen, zieht der Wind hindurch.
31. Was wir sehen, ist eine Veränderung der Weltsicht, in deren Verlauf das Ziel, die Natur durch Zerlegung in immer kleinere Teile zu verstehen, durch das Ziel ersetzt wird, dass man versteht, wie die Natur sich selbst organisiert.
32. Es gibt keine physikalische Gesetzmäßigkeit. Vom reduktionistischen Standpunkt aus ist die physikalische Gesetzmäßigkeit der Impuls, der das Universum antreibt. Sie kommt nirgendwo her und schließt alles ein. Aus der Sicht der Emergenz-Theorie stellt physikalische Gesetzmäßigkeit eine Regel kollektiven Verhaltens dar. Beide Sichtweisen sind auf Tatsachen gegründet und beide im herkömmlichen wissenschaftlichen Sinn des Begriffs wahr. Der Gegenstand ist subtiler - er hängt vom jeweiligen Urteil einer Institution ab.
33. Natürlich wird die Weltsicht eines jeden davon beeinflusst, wie er seinen Lebensunterhalt verdient.
34. Der Kern eines Atoms ist etwa eine Million Mal kleiner als das Atom selbst und setzt pro Reaktion ungefähr eine Million Mal mehr Wärme frei.
35. In der Chemie hat man nur mit der elementaren elektrischen Kraft und sonst nichts zu tun.
36. In Situationen, auf die es ankommt, sind Mythologien ungeheuer mächtig, und manchmal unternehmen wir Menschen enorme Anstrengungen, die Welt so zu sehen, wie sie unserer Meinung nach sein sollte, selbst wenn die Beweise belegen, dass wir im Irrtum sind.
37. Es ist unmöglich, jemanden von irgendeiner wahren Angelegenheit zu überzeugen, die ihn Geld kostet.
38. Ideologien verhindern Entdeckungen. Wir alle sehen die Welt so, wie wir sie gern hätten, und nicht so, wie sie eigentlich ist, weil das in unserer Natur liegt. Ideologien zu durchschauen und vom Sockel zu stoßen, darum allein geht es der wahren Wissenschaft. Eigentlich dem geistigen Leben ganz allgemein.

Das Gewebe der Raumzeit

39. Die Relativität ist keine Erfindung, sondern eine Entdeckung.
40. Die Symmetrie der Relativität schließt Bewegung ein.
41. Einsteins Theorie der Gravitation war eine Erfindung, etwas, was nicht im Begriff war, zufällig im Labor entdeckt zu werden. Die von Einstein zur Beschreibung der Schwerkraft vorgeschlagenen Gleichungen ähneln jenen für ein elastisches Medium nach dem Vorbild einer Gummidecke. Die üblichen Schwerkrafteffekte kommen zustande, wenn dieses Medium durch eine große Masse wie etwa einen Stern statisch verzerrt wird. Die normale Schwerkraft ähnelt demnach den Vertiefungen unter den Beinen eines Wasserläufers, und die Gravitationsstrahlung entspricht den Störungen, die der davoneilende Wasserläufer verursacht.
42. Einsteins Herangehensweise an die Physik: minimale Hypothesenbindung, niemals experimentellen Befunden widersprechen, vollkommen logische Konsistenz fordern und unbegründeten Überzeugungen misstrauen.
43. Viele Dinge in der Natur regeln sich von selbst.
44. In der Größenordnung elektronenmikroskopischer Größenordnungen sind in der unbelebten Natur mächtige und komplexe Prinzipien der Selbstorganisation am Werk, viele verbunden mit dem Prozess des Kristallwachstums und ungeachtet unserer lückenlosen Beherrschung der zugrunde liegenden Regeln alle ziemlich unvorhersagbar.
45. In einer Welt mit riesigen Teilchenzahlen ist nicht die Komplexität ungewöhnlich, sondern deren Abwesenheit.
46. Strukturelle Einfachheit in der Physik ist eine emergente Erscheinung, kein mathematisch offensichtlicher Zustand, bei dem jede Abweichung eine besorgniserregende Anomalie darstellt. Diese Behauptung ist etwas einfacher zu erklären, wenn man an die Stelle des Wortes komplex das Wort zufallsbestimmt setzt.
47. Demnach lässt man einen Würfel rollen und die Zahl drei bleibt zufallsbestimmt oben liegen. Der Grad der Unvorhersagbarkeit liegt bei sechs.
48. Ähnlich gibt es für eine herausgegriffene Gestalt keinen Sinn, "komplex" zu sein. Nur die Auswahl einer Gestalt aus vielen, ein physikalischer Vorgang, kann komplex sein. Wenn wir von einer komplexen Gestalt sprechen, meinen wir in Wirklichkeit, dass der physikalische Vorgang, durch den sie entstanden ist, instabil ist und mit einem kleinen Stups eine von vielen verschiedenen Formen hätte erzeugen können.

49. Der Wert der *Komplexitätstheorie* ⁽⁵⁾ beschränkt sich darauf zu zeigen, dass eine Emergenz komplexer Muster vernünftig nachvollziehbar ist. Sie kann keine Vorhersagemodelle für irgendwelches Naturphänomen liefern und ist gewiss keine grundlegende neue Art des Denkens.
50. Sowohl die physikalische Selbstorganisation als auch die Automaten, die sie nachbilden, sind interessant. Zwei trockene Erklärungen sind besonders bei Regierungen beliebt und in Fachberichten und Subventionsanträgen in unerfreulicher Häufung zu finden. Einer lautet, wir seien stark daran interessiert, wie Leben aus kleinsten atomaren Ausgangsbedingungen hervorgehen könnte - man mischt ein paar chemische Verbindungen, und subito kommt eine Puppe heraus, die einen lieb hat.
51. Wir alle haben einen ausgeprägten Instinkt, "interessante" Dinge zu sammeln, auch wenn sie nutzlos sind. Aus demselben Grund besitzen so viele Leute eine Bibliothek mit Büchern, die sie nie gelesen haben.
52. Obwohl unser Wissen über den Nanobereich derzeit in fast unglaublicher Weise explodiert, ist es größtenteils zutiefst unbedeutend.
53. Der Streit zwischen Physikern und Chemikern, wer emergente Selbstorganisation besser versteht, wurzelt in einem wichtigen und entscheidenden unwissenschaftlichen Aspekt der menschlichen Psyche: Etwas zu verstehen oder zu begreifen bedeutet für die meisten von uns dasselbe, wie etwas zu beherrschen.

Die dunkle Seite der Protektion

54. Nicht nur Regierungen, auch die Natur selbst stellt *Protektion* ⁽⁶⁾ durch Gesetze bereit, die gegenüber destabilisierenden äußeren Einflüssen unempfindlich sind.
55. Genau wie in der menschlichen Welt bringt Protektion auch in der physikalischen Welt Exaktheit und Verlässlichkeit hervor, aber die physikalischen Versionen haben den Vorteil, dass sie primitiv sind, weshalb man sie eindeutig als spontane Phänomene der Selbstorganisation festmachen kann, denen außer dem Prinzip der Organisation selbst keine weitere Intelligenz innewohnt.
56. Die Unempfindlichkeit materieller Festigkeit gegenüber der Verlagerung eines einzelnen Atoms unterscheidet sich nicht von der Unempfindlichkeit eines Wahlergebnisses gegenüber einer abweichenden politischen Einzelmeinung.
57. Am Ende überwindet Protektion die Unvollkommenheit mit der unbeirrbaren Effizienz einer abgöttisch liebenden Mutter, die beim Anblick der vorbeimarschierenden Parade ausruft: "*Schau doch. Alle außer meinem Jonny sind außer Tritt!*"

58. Alle gut dokumentierten Fälle von Protektion in der Physik zeichnen sich durch Skaleninvarianz aus. Dieser Vorgang heißt *Renormierung* ⁽¹⁰⁾ und ist die übliche begriffliche Grundlage für die Diskussion der Protektion in der Physik. Renormierbarkeit ist fundamental einseitig.
59. Wort "irrelevant": 1. nicht von Belang, 2. durch Emergenz Prinzipien unmessbar klein.
60. Die Emergenz der konventionellen Protektionsprinzipien erfährt eine interessante Wendung, wenn das System bei einem Phasenübergang im Gleichgewicht ist und sich deshalb nur schwer entscheiden kann, wie es sich organisieren soll.
61. In der Natur kommt ausgewogene Protektion verbreitet vor, wenn auch seltener, als man vielleicht erwartet, weil bei den meisten Phasenübergängen wie z.B. dem Verdampfen von Wasser latente Wärme vorhanden ist, welche die Phasen zur Koexistenz zwingt. An einem heißen, feuchten Tag ist Wasser recht gut im Gleichgewicht, wenn ein Teil in der Luft und der Rest in Seen und Teichen vorliegt. Genau dieses Gleichgewicht macht diese Tage so unangenehm, denn es hindert das Wasser in unserem Körper daran, diesen durch Verdunstung zu kühlen. In einer instabilen Situation werden relevante Fehler unbegrenzt größer.
62. Das physikalische Verhalten verstärkt die Fehler, anstatt sie zu eliminieren, was dazu führt, dass die eigene Vorhersage mit zunehmender Größe der Probe ständig unzuverlässiger wird. Dieser Effekt entspricht der Vorstellung einer "empfindlichen Anfangsbedingung"
63. In der *Chaostheorie* ⁽⁷⁾ kann sich ein sehr kleiner Fehler im Rahmen der Lösung der Gleichungen zu einem gigantischen Fehler im abschließenden Ergebnis auswachsen - ausreichend groß, um das Resultat qualitativ falsch werden zu lassen. Diese Art von Allgemeingültigkeit vernichtet die Vorhersagekraft. Das führt dazu, dass sie nicht falsifizierbar sind.
64. Wenn man nicht in der Lage ist, bestimmte Experimente verlässlich vorherzusagen, kann man mit Hilfe der Experimente auch nicht bestimmen, ob die Theorie korrekt ist. Die zugrundeliegenden Impulse sind einfach und leicht zu verstehen, das Ergebnis gehört zu einer Handvoll universeller Phänomene, doch was dazwischen erscheint, ist komplex und hochgradig unvorhersagbar.
65. Jahr für Jahr pflegen verschiedene Forschungsgruppen aus den gleichen experimentellen Messungen unterschiedliche Antworten zu erhalten, die sich oft sogar von den eigenen, zuvor gewonnenen Resultaten unterscheiden, und Jahr für Jahr pflegen sie die Seriosität ihrer Arbeit damit zu verteidigen, dass sie andere der Inkompetenz beschuldigen. Regelmäßig "analysieren" Theoretiker diese Resultate, indem sie sie überprüfen, jene herausuchen, die ihnen gefallen, um diese dann für moralisch überlegen zu erklären, weil sie ihre eigene Sache - was immer das sein mag - stützen.

Grundlagen des Lebens

66. Aus physikalischer Sicht macht es besonders viel Spaß, über das Leben zu sprechen, weil es den extremsten Fall der Emergenz von Gesetzmäßigkeit darstellt.
67. Leider sind schlechte Experimente in der Wissenschaft höheren Niveaus endemisch. Das ist darauf zurückzuführen, dass es schwierig und zeit- wie arbeitsaufwendig ist, in allen Einzelheiten herauszukitzeln, wie ein komplizierter Sachverhalt funktioniert, weshalb er viel Geld kostet.
68. Ich erkenne ein fürchterliches Experiment, wenn ich eines sehe. Die Symptome sind immer gleich. Die Messungen lassen sich nicht reproduzieren, eignen sich nicht für eine vernünftige Analyse und sind nicht quantifizierbar.
69. In der Wissenschaft gewinnt man an Stärke, wenn man anderen mitteilt, was man weiß, in der Technik gewinnt man Stärke, wenn man anderen vorenthält, was man weiß.
70. Die Mode, Unwissen bei bedeutenden wissenschaftlichen Angelegenheiten hinzunehmen, ist nicht nur wirtschaftlich, sondern auch politisch motiviert.
71. Die Umwandlung von Genen in Protein verläuft über zwei Schritte: Die Transkription der DNS in Boten-RNS und die anschließende Übertragung dieser RNS in ein Protein. ⁽¹¹⁾ Letzteres ist vollkommen deterministisch und einfach, weil es sich auf eine Handvoll Steuerbefehle zurückführen lässt, welche die RNS dem Ribosom erteilt, jener kleinen Maschine, die das Protein herstellt. Zahlreiche Experimente haben gezeigt, dass das Ribosom seine Anweisungen seelenlos abliest und tut, was ihm gesagt wird.
72. Die Natur hat es jedoch für richtig erachtet, die Anweisungen für die Transkription so viel flexibler und abstruser zu gestalten, dass die Experten sich noch nicht einmal darüber einigen können, worin sie eigentlich bestehen.
73. Niemand weiß, warum die Natur das so macht, doch es muss einen ziemlich wichtigen Grund haben, weil man von keiner Ausnahme bei irgendeinem Organismus weiß.
74. Biologische Steuerung, für welche die Transkription ein Beispiel ist, nutzt das physikalische Prinzip kollektiver Instabilität aus und ist somit von Natur aus die Domäne der dunklen Folgen.
75. Kollektive Instabilität pflegt eine Schranke der Relevanz zu schaffen, welche im Stande ist, die Vorhersagekraft und Falsifizierbarkeit von Theorien zu zerstören.

76. Instabilität in der Verstärkung ist besonders bösartig und wirkungsvoll dazu imstande, wissenschaftliche Verwirrung zu säen, weil sie zum Verschwinden neigt wie ein Trugbild, wenn man grobe Experimente macht.
77. Die bloße Annahme, dass solche Erscheinungen auch in lebenden Dingen am Werk sein könnten, hat äußerst irritierende Implikationen für die experimentelle Biologie. Sie erlegt dem Wissenschaftler die Last auf, beweisen zu müssen, dass das Experiment bedeutungsvoll ist. Wenn man nämlich zuerst misst und die Fragen später stellt, erzeugt man potenziell massenhaft Informationen, die "noch nicht einmal falsch" sind. Diese Annahme zieht auch das übliche Verfahren in Zweifel, Experimente nicht zu wiederholen und zu überprüfen, weil Variabilität dann nicht mehr zwangsläufig natürlich, sondern ein Symptom von Instabilität ist. Sie drückt die durch Konsens bestimmte Wahrheit auf den Status von interessengeleiteter Politik herunter und lässt die Wahrscheinlichkeit steigen, dass der Konsens ganz einfach eine gemeinsam bewahrte und legitimierte falsche Wahrheit ist. Sie lässt die Geheimhaltung um Schutz geistigen Eigentums als goldene Gelegenheit für Betrügereien erscheinen.
78. Aus dem Vorhandensein solcher Folgen erwächst jedoch, und das ist am wichtigsten, die Sorge, dass ein großer Teil des heutigen biologischen Wissens ideologischer Natur ist.
79. Ein Leitsymptom für ideologisches Denken ist die Erklärung, die nichts impliziert und nicht getestet werden kann. Sie wird zur Antitheorie, weil sie sich genau gegenseitig auswirkt wie richtige Theorien: Sie lässt das Denken zum Stillstand kommen, statt es anzuregen.
80. Die von Darwin entworfene Lehre von der Evolution durch natürliche Selektion wird in jüngster Zeit zu einer derartigen Antitheorie. Man zieht sie heran, um peinliche experimentelle Mängel zu verbergen und Befunde zu legitimieren, die bestenfalls fragwürdig und schlimmstenfalls "noch nicht einmal falsch" sind.
81. Man benötigt Theorien, um Experimente formulieren zu können. Die Biologie verfügt über eine Fülle von Theorien. Man diskutiert - oder überprüft - sie nur nicht öffentlich. Die angeblich vornehme Zurückweisung theoretischer Vorurteile ist in Wahrheit eine schlaue maskierte Antitheorie, eigentlich dazu bestimmt, sich der Forderung nach logischer Konsistenz als eines Mittels zur Eliminierung falscher Aussagen zu entziehen.
82. Da kollektive Instabilität emergent ist, kann man vernünftigerweise fragen, von welcher Größenordnung an kollektive Ordnungsprinzipien im Leben eine Rolle spielen. Es ist unmöglich, diese Frage knapp zu beantworten, weil Emergenz in Größenordnungen des Übergangs von Natur aus unzulänglich definiert ist.
83. Es gibt beachtliche Indizien, die darauf hinweisen, dass bereits in der Größenordnung einzelner Proteine sowohl stabile als auch instabile Emergenz auftritt.

84. Insbesondere müssen wir die Möglichkeit ins Auge fassen, dass die Grundlagen des Lebens mit Hilfe schlechter Experimente vielleicht grundsätzlich nicht zu begreifen sein können, gleichgültig, wieviel Geld man ihnen nachwirft oder wie viele Daten sie erbringen.
85. Leider müssen wir auch mit der ungeheuren Entschlossenheit der Welt leben, Probleme auf die falsche Weise zu lösen.
86. Natürlich ist die sture Reaktion des wissenschaftlichen Establishments auf die potenziell im Leben vorhandene Emergenz ein eklatantes Symptom für dessen Sucht nach reduktionistischen Überzeugungen. Die Ablehnung der Emergenz wird als Verteidigung der Wissenschaft gegen Mystizismus gerechtfertigt.
87. Selbstverständlich lässt sich fragen, ob man die Prinzipien des Lebens verstehen sollte oder einfach nur Gesetze erlässt, die von allen verlangen, in dieser Hinsicht unwissend zu bleiben.
88. Physikalische Gesetzmäßigkeit ist eine wundervolle und erstaunliche Schöpfung - und bei Weitem eindrucksvoller als ihr berühmter Konkurrent, das menschliche Gehirn.

Sternenkrieger

89. Einem guten Allgemeinplatz zufolge ist für finanzielle Sicherheit und professionelles Standvermögen die einseitige Verengung auf Märkte, Wettbewerb und Konformität erforderlich.
90. Der Drang, in kreativer Freiheit zu leben, ist in uns allen mächtig, und am Ende erliegen ihm trotz aller Warnungen immer ein paar Menschen. Eltern, die einem Kind dabei zusehen, wie es einen eigenen Weg geht, schicken Gebete gen Himmel und bitten jeden, der es hören mag, es zu beschützen. Auch ich sende ein Gebet aus: Himmlischer Vater, bitte schick diesen Burschen zu mir.
91. Die Praxis meiner Universität, nur rundum qualifizierte Studenten aufzunehmen, ist verheerend effizient darin, die Rebellen draußen zu halten. Gelegentlich schlüpft jedoch der eine oder andere durch, und dann können wir gemeinsam an einem bedeutenden Problem arbeiten - und sei es nur für eine kurze Weile.
92. Wegen ihres Status als fremdgesteuerte Tätigkeit schließt echte Wissenschaft ein erhebliches wirtschaftliches Opfer ein. Es gibt jedoch einen Kernbestand von Leuten, die die Demütigung von Arbeitslosigkeit standhaft ertragen, weil sie begreifen, dass grundlegende Entdeckungen sowohl möglich, als auch bedeutsam und außerdem nicht von Managern zu steuern sind.
93. Niemand weiß, warum Kinder das Lesen lernen. Sie tun es einfach.

Das Zeitalter der Emergenz

94. Die Wissenschaft ist inzwischen von einem Zeitalter des *Reduktionismus* ⁽⁸⁾ in ein Zeitalter der Emergenz übergegangen, eine Ära, in der die Suche nach letzten Ursachen der Dinge sich vom Verhalten der Teile auf das Verhalten des Kollektivs verlagert.
95. Ernst Mayr: „*Emergenz ist in Systemen das Auftreten von Merkmalen auf höheren Organisationsebenen, die nicht aufgrund bekannter Komponenten niedrigerer Ebenen hätten vorhergesagt werden können.*“
96. Es kann nicht bezweifelt werden, dass das herrschende *Paradigma* ⁽⁹⁾ inzwischen die Organisation ist.
97. Die Natur ist, wie sie nun enthüllt, ein gewaltiger Turm aus Wahrheiten, wo mit größer werdenden Messskalen jede von den jeweiligen Vorfahren abhängt und dann über sie hinausgeht.
98. Der Übergang zum Zeitalter der Emergenz setzt dem Mythos von der absoluten Macht der Mathematik ein Ende.
99. Den reduktionistischen Mythos können wir dadurch widerlegen, dass wir die Korrektheit der Regeln beweisen und dann sehr kluge Leute auffordern, von ihnen ausgehend etwas vorherzusagen. Ihre Unfähigkeit, das zu tun, wird dann offenbar.
100. Der Mythos, kollektives Verhalten folge aus der Gesetzmäßigkeit, geht in der Praxis genau in die falsche Richtung.
101. Unser Geist kann das, was die physische Welt macht, nicht deshalb antizipieren und meistern, weil wir Genies sind, sondern weil die Natur das Verständnis erleichtert, in dem sie sich selbst organisiert und Gesetzmäßigkeit hervorbringt.
102. Gute Gesetze wie Festigkeit und Quantenhydrodynamik bringen mathematische Vorhersagekraft durch Protektion hervor, jene Unempfindlichkeit gewisser gemessener Größen gegenüber Unvollkommenheiten der Proben oder gegenüber Rechenfehlern.
103. In der Welt, die wir tatsächlich bewohnen, gibt es eine Fülle dunkler Gesetze, und diese zerstören die Vorhersagekraft, indem sie Fehler verschärfen und dafür sorgen, das gemessene Größen äußerst empfindlich gegenüber unkontrollierbaren äußeren Faktoren werden.

104. Im Zeitalter der Emergenz kommt es darauf an, nach dunklen Gesetzen Ausschau zu halten und sie auf raffinierte Art zu umschiffen, denn wenn das nicht gelingt, führt einen das in trügerische Fallen.
105. Eine dieser Fallen ist es, unbeabsichtigt eine Schranke der Relevanz zu überschreiten und damit eine Vielfalt angeblich logischer Pfade zu erzeugen, die mit annähernd identischen Voraussetzungen beginnen und bei heftig variierenden Schlussfolgerungen landen.
106. Die von dunklen Gesetzmäßigkeiten erzeugten Zweideutigkeiten erleichtern insofern auch Betrügereien, als sie ermöglichen, einen Sachverhalt als quantitativ und wissenschaftlich abzustempeln, der in Wahrheit so empfindlich für die Launen des Messenden ist, dass es sich in Wirklichkeit um eine Meinung handelt.
107. Wissenschaft ist, sobald sie politisch wird, nicht mehr von einer Staatsreligion zu unterscheiden.
108. Bezeichnend für den Übergang zum Zeitalter der Emergenz ist die gesteigerte Bedrohung durch Antitheorien - Gedankengebäude, die Untersuchungen aufhalten und damit Entdeckungen erschweren. Antitheorien sind eine stärkere Gefahr, weil sie billiger herzustellen und teurer zu zerstören sind als in der Vergangenheit.
109. Die oberste Antitheorie des Zeitalters ist die Vorstellung, dass nichts grundlegendes mehr zu entdecken sei, weshalb die von uns bewohnte Welt einfach nur ein Schwarm aus Einzelheiten sein soll, der keinem gehört. Im Zeitalter der Emergenz laufen Ideologien leichter Amok als in der Vergangenheit. Das liegt daran, dass Gesetze des Übergangs subtil sind, weshalb es teurer ist, sie korrekt herauszuarbeiten.
110. Es bedarf enormer Selbstkontrolle, diese Wünsche zu sublimieren, so vor allem, wenn der eigene Lebensunterhalt davon abhängt. Das hat dazu geführt, dass ein größerer Anteil der anerkannten Wissensgrundlage moderner Wissenschaft unwahrer ist als im Zeitalter des Reduktionismus, was uns dazu verpflichtet, skeptischer als vorher hinzusehen und den Konsens geringer zu bewerten.
111. Die Finanzierungspraxis im Zeitalter der Emergenz bringt es nebenbei mit sich, dass Inhalte verwässert werden. Große Experimentierlabore können nicht die für sie notwendige kontinuierliche Finanzierung erhalten, ohne ihre Arbeit gegen Kritik zu verteidigen. Üblicherweise tun sie das, indem sie sich selbst beurteilende Monopole schaffen, welche bestimmte Vorstellungen und Gedankengebäude als bedeutsam definieren, ob das zutrifft oder nicht. In Extremfällen erhält man ein komplexes Netz ausgeklügelter Messungen, die keinen anderen Zweck erfüllen, als Zeitschriften auszuweiten.

112. Jeder Raum wimmelt von Dingen, die wir nicht verstehen. Nur Menschen, deren gesunder Menschenverstand durch ein Übermaß von Bildung beeinträchtigt worden ist, können das nicht erkennen.
113. Wir sind von geheimnisvollen physikalischen Wundern umringt, und die fortdauernde unvollendete Aufgabe der Wissenschaft ist es, sie zu enthüllen.
114. Während wir ins Zeitalter der Emergenz übergehen, lernen wir, den gesunden Menschenverstand zu akzeptieren: wir lassen die Gewohnheit hinter uns, die organisatorischen Wunden der Natur zu trivialisieren, und wir akzeptieren, dass Ordnung an und für sich bedeutsam ist - in manchen Fällen sogar der bedeutsamste Sachverhalt.
115. Wir leben nicht in der Endzeit der Entdeckungen, sondern am Ende des Reduktionismus, einer Zeit, in der die falsche Ideologie von der menschlichen Herrschaft über alle Dinge mittels mikroskopischer Ansätze durch die Ereignisse und die Vernunft hinweggefegt wird. Damit ist nicht gesagt, dass Gesetzmäßigkeit im mikroskopischen Maßstab falsch sei oder keine Zwecke habe, sondern nur, dass sie in einer Vielzahl von Umständen durch ihre Kinder und Kindeskinde, die höheren Ordnungsgesetze der Welt, belanglos geworden ist.

Quellen, Fachbegriffe:

- 1) Laughlin, R (2007): Abschied von der Weltformel – Die Neuerfindung der Physik, 2007: bei Piper Verlag, München
<https://www.bertramkoehler.de/Emergenz.htm>
- 2) <https://de.wikipedia.org/wiki/Emergenz>
- 3) <https://de.wikipedia.org/wiki/Symmetriebrechung>
- 4) <https://de.wikipedia.org/wiki/Welle-Teilchen-Dualismus>
- 5) <https://de.wikipedia.org/wiki/Komplexitätstheorie>
- 6) <https://de.wikipedia.org/wiki/Protektion>
- 7) <https://de.wikipedia.org/wiki/Chaosforschung>
- 8) <https://de.wikipedia.org/wiki/Reduktionismus>
- 9) <https://de.wikipedia.org/wiki/Paradigma>
- 10) <https://de.wikipedia.org/wiki/Renormierung>
- 11) https://bund-helmstedt.de/fileadmin/helmstedt/pdf/20_Waldbrief_07-11-2020_Komplexitaet_A_Wagner.pdf

Verantwortlich für den Inhalt:

Karl-Friedrich Weber, Ackerwinkel 5, 38154 Königslutter am Elm

kweberbund@aol.com - 0171 893 8311 - 05353-3409

Alle Rechte liegen beim Autor Karl-Friedrich Weber

Der Waldbrief darf in unveränderter Form verbreitet werden.

Die bisherigen Waldbriefe können Sie unter <https://bund-helmstedt.de/wald/wald-briefe/> als pdf-Datei herunterladen.

Anhang zum 42. Waldbrief vom 26.6.2021 mit Robert Laughlin zu seinem Buch

Abschied von der Weltformel – Die Neuerfindung der Physik: Interview Neue Züricher Zeitung vom 13.01.2008

Neue Züricher Zeitung 13.01.2008

«Die Grenzen unseres Wissens sind mitnichten erreicht»

Interview: André Behr

NZZ am Sonntag: Ihr Buch trägt den Untertitel «Die Neuerfindung der Physik». Wie kommen Sie dazu, gleich eine neue Ära der Physik auszurufen?

Robert Laughlin: *Die akademische Physik hat postmoderne Züge angenommen. Das drückt sich in der Stringtheorie und in einigen Ideen über das frühe Universum aus. Das sind in Mode gekommene, spekulative Theorien, die auch in Jahrzehnten experimentell nicht nachgeprüft werden können – falls überhaupt jemals.*

Spekulieren ist doch ein legitimes Arbeitsmittel der Naturwissenschaften.

Das stimmt. Aber man muss trennen zwischen Wahrheit und Ideologie. Die Physik ist eine experimentelle Wissenschaft. Ihre moralische Autorität gründet auf der Falsifikation, also der Überprüfbarkeit ihrer Aussagen, und nicht allein auf großartigen Ideen. Insofern handelt mein Buch weniger von der Natur des Universums als von der Natur des Geistes mancher Wissenschaftler.

Wie ticken denn diese Wissenschaftler?

Sie sind reduktionistisch geprägt. Das heißt, sie tun so, als existierten einige wenige sogenannte fundamentale Naturgesetze, aus denen sich alle anderen Gesetze ableiten ließen. Im Deutschen ist das bekannt unter dem Schlagwort «Weltformel».

Die Zurückführung verschiedener Gesetze auf eines, das man dann eben grundlegend nennt, hat die Physik doch in vielen Sparten auch weitergebracht. Und vielleicht gibt es ja tatsächlich eine «Weltformel».

Ich will die Suche nach einer «Theorie von allem» ja auch keinem Physiker verbieten. Allerdings glaube ich aus grundsätzlichen Überlegungen nicht an den Erfolg dieser Bemühungen. Das zeigt zum Beispiel die Geschichte der Entdeckung der Supraleitung. Wir müssen uns von einer dogmatisch vertretenen, reduktionistischen Sicht der Welt verabschieden. Sie kann das Finden von Gesetzen auch behindern. Die Unterteilung von Gesetzen in «fundamentale» und «nicht fundamentale» wird von keinem Experiment gestützt.

Was setzen Sie dem Trend zum Reduktionismus in der Physik entgegen?

Die sogenannte Emergenz. Darunter verstehe ich Gesetzmäßigkeiten, die sich nicht aus den mikroskopischen Eigenschaften der einzelnen Atome erklären lassen, sondern erst beim makroskopischen Festkörper als Ganzes auftreten. Warum hat ein Kaffeelöffel eine bestimmte Festigkeit? Am einzelnen Silberatom kann man den Begriff der Festigkeit gar nicht definieren. Die Emergenz entsteht erst ab einer gewissen Größenordnung. Festigkeit ist daher ein emergentes Gesetz.

Es ist also wie in der menschlichen Gesellschaft: Für das Kollektiv gelten andere Gesetze als für das Individuum?

Ja, auch viele Erscheinungen aus der Alltagsphysik sind emergent: das Verhalten von Flüssigkristallen einer Armbanduhr, der Schall oder die Newtonschen Bewegungsgesetze. Sogar die Theorie der kleinsten Teilchen des Universums hat sich als emergent erwiesen: Elementarteilchen sind nicht «elementar», sondern werden in der Quantenphysik als «Emergenzen» aus einem zugrundeliegenden Vakuum betrachtet. Selbst das «Higgs-Teilchen» ist ein mathematischer Zwilling einer kollektiven Bewegung, die man in einem Supraleiter findet.

Worin besteht da die Kontroverse – kein Physiker bestreitet doch die Existenz emergenter Phänomene.

Nein, aber die Zunft zerfällt in zwei Lager. Die einen sind offen nach allen Seiten. Andere Physiker dagegen bezeichnen gewisse Gesetze als fundamental und behaupten, sie seien emergenten Gesetzen überlegen. Für mich ist dieses Verhalten religiös; eine solche Einstellung passt zum religiösen Unterbau unserer Gesellschaft. Andere Kulturen haben keine Probleme damit, verschiedene Naturgesetze gleichberechtigt nebeneinander gelten zu lassen. Ohnehin ist es für mich weder offensichtlich noch logisch, dass die Natur überhaupt Gesetzen gehorchen soll. Der Reduktionismus ist eine Ideologie, und – wie alle Ideologien – letztlich ökonomisch motiviert.

Geht es um Forschungsgelder?

Es geht eher um Jobs an den Universitäten und den Beistand für Gleichgesinnte, als um wahr und falsch.

Wie haben die Physiker aus dem Konkurrenzlager auf Ihr Buch reagiert?

Das Spektrum reicht von «Warum langweilst du uns? Wir wissen doch das alles schon lang» bis zu «Dieser Mann ist eine Gefahr für die Gemeinschaft und sollte aus der Physik entfernt werden».

Sie übertreiben.

Schauen Sie sich die Website von String-Theoretiker Brian Greene an, dann verstehen Sie, was ich meine. Wir Physiker sollten sorgfältig darüber nachdenken, was unsere Disziplin eigentlich ausmacht. Eigenwerbung mit für das Publikum eingängigen, tollen Ideen zerstört auf längere Sicht das Image der Physik, die ich liebe. Meiner Meinung nach sind Gesetze das Einzige, was wir haben und was andere Wissenschaften und Studenten von uns wollen. Diese Erwartung einzulösen, erfordert eine strengere experimentelle Disziplin.

Wie bringen Sie das Ihren Studenten bei?

Ich versuche ihnen klarzumachen, dass ein Gesetz in der Physik immer eine Gleichheitsbeziehung zwischen Größen darstellt, die tatsächlich gemessen wurden. Damit die Studenten vorankommen, helfe ich ihnen besser zu verstehen, was ein Experiment ist und wie man herausfindet, was warum falsch läuft. Allerdings kann man sie in der Regel leichter mit Technologien und mathematischen Gleichungen begeistern als mit tiefen Fragen von der Art, warum die Mathematik in der Physik überhaupt funktioniert.

Wer soll Ihr Buch denn lesen?

Es richtet sich an ein allgemeines Publikum. Zur Unterhaltung lasse ich – wie in einem guten Zirkus – einige Elefanten tanzen, damit die positive und zentrale Botschaft überkommt: Die Grenzen unseres Wissens sind mitnichten erreicht.

Auf welchen Gebieten loten Sie diese Grenzen am liebsten aus?

Zur Befriedigung meiner intellektuellen Bedürfnisse denke ich über so abstrakte Fragen nach wie zum Beispiel das quantenkritische Verhalten, das eng mit dem Verständnis der Natur des Vakuums verknüpft ist. Meinen Arbeitgeber, den Staat, mache ich glücklich, indem ich zusammen mit meiner Forschungsgruppe an neuen supraleitenden Materialien arbeite. Außerdem macht es mir Spaß, Bücher zu schreiben. Das nächste erscheint bereits im Frühling. Es heißt «Das Verbrechen der Vernunft» und thematisiert die für eine freie Gesellschaft bedrohliche Entwicklung, dass wissenschaftliche Erkenntnisse aus wirtschaftlichen, politischen oder militärischen Gründen zunehmend geheim gehalten werden.

Robert Laughlin Quantenphysiker mit ungewöhnlichen Ideen

Robert Laughlin erhielt 1998 den Nobelpreis in Physik für seinen Beitrag zur Erklärung des sogenannten Quanten-Hall-Effekts – einer Eigenschaft von Halbleitern, an der neuartige Quantenphänomene zutage treten. Unkonventionelle Ideen haben bedeutende Wissenschaftler seit je ausgezeichnet. Bei Laughlin kommt ein tiefes Empfinden für die Erscheinungen der Natur hinzu. Er kann die Begeisterung für die abstrakte mathematische Schönheit einer Stringtheorie bestens nachempfinden, aber er sieht in solchen reduktionistischen Ansätzen den falschen Weg. Für ihn gehen die Naturgesetze nicht aus den Regeln kleinster Teilchen hervor, sondern aus deren kollektiver Selbstorganisation.

Robert Laughlin lehrt seit 1985 an der Stanford University. Geboren wurde er 1950 in Visalia, Kalifornien, und studierte in Berkeley und am MIT in Massachusetts. Er arbeitete für die Bell Labs, das Dorado der Festkörperphysik, und später am Lawrence Livermore National Laboratory. André Behr Robert B. Laughlin: Abschied von der Weltformel. Die Neuerfindung der Physik. Piper-Verlag 2007. 336 S., Fr. 35.90.

«Es ist für mich weder offensichtlich noch logisch, dass die Natur überhaupt Gesetzen gehorchen soll.»

«Wir Physiker sollten sorgfältig darüber nachdenken, was unsere Disziplin eigentlich ausmacht.»