

Bernhard Weßling

Was für ein Zufall!

Zum Ursprung von Unvorhersehbarkeit,
Komplexität, Krisen und Zeit

2. Auflage



MOREMEDIA



Springer Vieweg

Was für ein Zufall!

Bernhard Weißling

Was für ein Zufall!

Zum Ursprung von Unvorhersehbarkeit,
Komplexität, Krisen und Zeit

2. Auflage

Bernhard Weßling
BWITB
Jersbek, Deutschland

ISBN 978-3-658-46426-4 ISBN 978-3-658-46427-1 (eBook)
<https://doi.org/10.1007/978-3-658-46427-1>

Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über <https://portal.dnb.de> abrufbar.

© Der/die Herausgeber bzw. der/die Autor(en), exklusiv lizenziert an Springer Fachmedien Wiesbaden GmbH, ein Teil von Springer Nature 2022, 2025

Das Werk einschließlich aller seiner Teile ist urheberrechtlich geschützt. Jede Verwertung, die nicht ausdrücklich vom Urheberrechtsgesetz zugelassen ist, bedarf der vorherigen Zustimmung des Verlags. Das gilt insbesondere für Vervielfältigungen, Bearbeitungen, Übersetzungen, Mikroverfilmungen und die Einspeicherung und Verarbeitung in elektronischen Systemen.

Die Wiedergabe von allgemein beschreibenden Bezeichnungen, Marken, Unternehmensnamen etc. in diesem Werk bedeutet nicht, dass diese frei durch jede Person benutzt werden dürfen. Die Berechtigung zur Benutzung unterliegt, auch ohne gesonderten Hinweis hierzu, den Regeln des Markenrechts. Die Rechte des/der jeweiligen Zeicheninhaber*in sind zu beachten.

Der Verlag, die Autor*innen und die Herausgeber*innen gehen davon aus, dass die Angaben und Informationen in diesem Werk zum Zeitpunkt der Veröffentlichung vollständig und korrekt sind. Weder der Verlag noch die Autor*innen oder die Herausgeber*innen übernehmen, ausdrücklich oder implizit, Gewähr für den Inhalt des Werkes, etwaige Fehler oder Äußerungen. Der Verlag bleibt im Hinblick auf geografische Zuordnungen und Gebietsbezeichnungen in veröffentlichten Karten und Institutionsadressen neutral.

Covermotiv: © stock.adobe.com/elen31/ID 245349095. Ein Satellitenfoto der NASA vom Mündungsdelta der Lena, das ständiger Veränderung unterliegt.

Planung/Lektorat: Eric Blaschke

Springer Vieweg ist ein Imprint der eingetragenen Gesellschaft Springer Fachmedien Wiesbaden GmbH und ist ein Teil von Springer Nature.

Die Anschrift der Gesellschaft ist: Abraham-Lincoln-Str. 46, 65189 Wiesbaden, Germany

Wenn Sie dieses Produkt entsorgen, geben Sie das Papier bitte zum Recycling.

*Das Buch widme ich meinen Enkelkindern sowie
denen meiner Lebensgefährtin, stellvertretend für
alle jungen Menschen von heute. Ich hoffe, es hilft
ihnen beim Verständnis unserer dynamischen und
teils chaotischen Welt.*

Vorwort zur 2. Auflage

Die beiden größten Tyrannen der Erde, der Zufall und die Zeit.

Johann Gottfried Herder

Mehrere Geschehnisse und Beobachtungen waren Auslöser dafür, dass ich über eine aktualisierte und erweiterte Auflage dieses Buches nachzudenken begann. So las ich in der ZEIT vom 14. Februar 2024 einen Artikel mit folgender Überschrift: „Aufwachen! Krise folgt auf Krise – das hält keiner mehr aus. Eine Suche nach Wegen aus der großen Erschöpfung“.¹ Ich war irritiert: Ist es wirklich so, dass wir in einer außergewöhnlichen Zeit vieler gleichzeitiger Krisen leben? *Polykrisen* wie sie die Menschheit noch nie erlebt hat, sodass es keiner mehr aushalten kann? Aber was genau sind eigentlich *Krisen*? Über diese Fragen begann ich nachzudenken und zu recherchieren. Das allein aber hätte mich noch nicht zu einer Aktualisierung und Überarbeitung meines Buches motivieren können.

Hinzu kam, dass einige der Leser – zumeist naturwissenschaftlich nicht besonders vorgebildete – mir nach der Lektüre des Buches schrieben oder nach einem Vortrag sagten, sie hätten *Entropie* nun endlich in Grundzügen verstanden. Hingegen hatten naturwissenschaftlich vorgebildete Leser offenbar mehr Schwierigkeiten. Bei ihnen, so scheint mir, behindert die ihnen eingebrannte, extrem verkürzte und allzu vereinfachte – daher missverständliche und unzureichende – Deutung von Entropie als *Maß für Unordnung* ein umfassendes und zutreffenderes Verständnis, wie ich es mit meinem Buch vermitteln werde. Sie werden „Entropie“ so lebensnah verstehen wie „Gravitation“ (die Schwerkraft). Auch das vorherrschende Gleichgewichtsparadigma, welches ich an vielen Stellen des Buches kritisch behandle, erweist sich als mächtige Verständnisbarriere. Deshalb versuche ich in dieser Auflage, meine Argumente noch klarer zu formulieren und weitere Belege aufzuzeigen.

¹ <https://www.zeit.de/2024/08/krisenmuedigkeit-erschoepfung-krieg-klima-demokratie> [14.2.2024].

Mich hat außerdem recht betroffen gemacht festzustellen, dass nicht nur Thermodynamik allgemein, sondern vor allem Nicht-Gleichgewichts(NGG)-Thermodynamik weithin unverstanden und sogar aktiv ignoriert wird. Einführende Pflicht-Vorlesungen in diese moderne Wissenschaft konnte ich an keiner Universität im regulären Studienplan finden. In der Oberstufe der Gymnasien ist weder in der Chemie, noch in der Physik etwas über dieses wichtige Gebiet der Wissenschaft zu finden. Wenn ich bisher glaubte, ich hätte deshalb ein unzutreffendes Bild, weil ich nicht systematisch recherchiert hatte, zeichnet sich inzwischen nach vielen Gesprächen für mich aber ab: Thermodynamik wird für überholt und unwesentlich gehalten, stattdessen sind Quanten der letzte Schrei. Die Mehrzahl besonders der Physiker glaubt, dass (selbstverständlich bald!) *alle* Naturgesetze auf Quantenphysik zurückgeführt werden können. Dem (inzwischen emeritierten) Professor für Didaktik der Physik an der Universität Münster, H. Joachim Schlichting, gelang es nur ein einziges Mal für exakt 3 Jahre, *nicht-lineare Physik* (die physikalische Schwester der chemischen NGG-Thermodynamik) im Lehrplan für Leistungskurse unterzubringen, und das nur in einem einzigen Bundesland. Quanten- und Relativitätstheorie findet man jedoch flächendeckend, das ist gut so, keine Frage! Aber warum nur diese?

Denn wie wenig das für ein – soweit heute möglich – umfassendes Verständnis der Welt ausreicht, werde ich in dieser 2. Auflage etwas stärker beleuchten. Es ist ja mehr als merkwürdig: „Entropie“ wird bestenfalls als abstrakte Größe, als nur für akademische Diskussionen interessant angesehen und ist weithin unverstanden, obwohl sie wissenschaftlich vollständig verstanden ist; „Gravitation“ hingegen versteht jeder, wir spüren sie täglich 24 Stunden lang, ohne sie würden wir nachts nicht im Bett liegen bleiben; es stört kaum jemanden, dass die Gravitation wissenschaftlich nicht grundlegend verstanden ist (bitte denken Sie an die ungelöste Frage der Quantengravitation, siehe weiter unten und später im Buch). Dass wir aber auch von der Entropie täglich 24 Stunden lang betroffen sind, ist kaum jemandem bewusst. Kein Wunder, wenn es weder an den Universitäten, noch in den Schulen, geschweige denn in populärwissenschaftlichen Artikel und Büchern behandelt wird!

Umso erfreuter war ich, als ich – leider für die 1. Auflage zu spät – auf die Arbeiten der Forschergruppe um Ulrich Schreiber und Christian Mayer stieß. Sie forschen seit 20 Jahren über die Entstehung des Lebens auf der Erde und haben eine faszinierende Hypothese auf Basis der NGG-Thermodynamik aufgestellt, wie die erste Zelle entstanden sein könnte – sie haben dazu inzwischen experimentelle Belege in großer Zahl vorliegen. Nach erster schriftlicher Kommunikation trafen wir uns an der Universität in Essen und tauschten uns angeregt über unsere unterschiedlichen Wege zu dieser modernen Thermodynamik aus. Von den Ergebnissen dieser Forschung werden Sie in der neuen Auflage dieses Buches daher ebenfalls etwas finden können.

Erstaunlich fand ich, dass trotz der vielen Beispiele aus dem täglichen Leben, aus Evolution, Ökologie und Kosmologie, die ich anführe, die meisten dennoch Entropie für *bestenfalls in akademischen Diskussionen relevant* halten, die keine wichtige Rolle in

der realen Welt spiele. Ja wirklich? Was ist denn der Wirkungsgradverlust eines Kraftwerks anderes als die Manifestation von Entropie? Oder zerbröselnde Brücken und sich häufende Schlaglöcher in Straßen, Abrieb von Reifen, Mikroplastik (bis in die Antarktis und die Tiefsee zu finden), Feinstaub, Rost aus der Korrosion von Eisen, Haus- und Industriemüll, Asche und CO₂ nach der Verbrennung von Kohle, Öl und Gas? Im Zuge dessen kam ich darauf, mir die zunehmend inflationäre und sinnentleerte Verwendung des Begriffs *Nachhaltigkeit* vorzunehmen. Ich begann zu untersuchen, ob Entropie nicht generell als einigermaßen quantifizierbares Kriterium für Nachhaltigkeit verwendet werden könnte und müsste. Das führte zu einigen Veröffentlichungen, Diskussionsbeiträgen² und schlussendlich zu zwei neuen Kapiteln (7 und 8), sodass die bisherigen Kapitel 7 und 8 über das Wesen bzw. unsere Wahrnehmung der Zeit nun als Kapitel 9 und 10 erscheinen.

In den beiden neuen Kapiteln untersuche ich mithilfe der Entropie die Nachhaltigkeit von technologischen Verfahren zur Entfernung von CO₂ aus der Atmosphäre respektive Abgasströmen und dessen Speicherung in tiefen Erdschichten bzw. dessen Nutzung über weitere chemische Verfahren mit Hilfe von regenerativer Energie. Alternativ dazu diskutiere ich die Speicherung / Nutzung von CO₂ mittels natürlicher Ökosysteme und biologischer Landwirtschaft (Kapitel 8). Denn schließlich müssen wir bei allen Maßnahmen, die wir zur Bewältigung zwei der kompliziertesten Krisen, mit denen wir derzeit zu tun haben – dem Klimawandel und der Biodiversitätskrise – immer darauf achten, keine schwerwiegenden Kollateralschäden in anderen Bereichen der Umwelt zu verursachen; unsere Maßnahmen müssen zugleich langfristig wirksam sein.

Den letzten Anstoß zur Neuauflage gaben Veröffentlichungen des Londoner theoretischen Physikers Jonathan Oppenheim. Seine neue Theorie verspricht, das bisher ungelöste Problem der Verbindung zwischen Quantenphysik und Gravitation zu lösen, und zwar *nicht* mit einer Quantengravitationstheorie. Professor Oppenheim stellt die Gravitation als klassische (nicht quantisierte) Kraft dar, die aber *zufällig* (!) hier und da, dann und wann sich anders verhält, jedenfalls nichtlineare Sprünge vollführt. Ein Ergebnis dieser Sprünge umreißt er so: „Die Geschwindigkeit, mit der die Zeit verläuft, ändert sich willkürlich,“ wie Oppenheim dem *Guardian* gegenüber ausführte.³ Und da mein Buch vom Zufall und vom Wesen der Zeit handelt und ich darzulegen versuche, warum und wie diese Phänomene zusammenhängen (und warum die Quanten damit nichts zu tun haben), werden wir uns in dieser Auflage nun auch mit Oppenheims *post-quantum theory of classical gravity* befassen.⁴ Sie werden sehen, dass sich daraus einige starke Belege für meine Hypothese über das Wesen der Zeit ergeben. Und dass all dies dann ein – immerhin qualitativ widerspruchsfreies – Verständnis über die Ursachen von Unvorhersehbarkeit (Zufall), Komplexität und Krisen im Zusammenspiel mit dem Wesen der Zeit, in der sich

² https://www.bernhard-wessling.com/nachhaltigkeit_und_entropie [12.09.2024].

³ <https://www.theguardian.com/science/2023/dec/04/wobbly-spacetime-may-resolve-contradictory-physics-theories?ref=upstract.com> [1.8.2024].

⁴ Oppenheim, J.: *A postquantum theory of classical gravity?* In: *Physical Review X* 13, 2023.

das alles abspielt, ermöglicht. Theoretiker werden sich, wenn sie mögen, damit auch auf mathematische Weise beschäftigen können.

Und so hoffe ich, mit der nun vorliegenden aktualisierten und erweiterten Auflage genug Stoff und Anlass für mehr und tiefergehende Diskussionen zu liefern. Immer mit dem Ziel, die Welt, in der wir leben, auch mit Hilfe der NGG-Thermodynamik besser zu verstehen. Und besser mit ihr umzugehen, indem wir Entropie als Maßstab für nachhaltiges Wirtschaften ernst nehmen. Ich plädiere gerade wegen der aktuell schwer lösbar erscheinenden Probleme dafür, fröhlich und mit Zuversicht aktiv daran mitzuhelfen, die Krisen unserer Zeit zu bewältigen. Frei nach dem Motto: *Global denken, lokal handeln*.

Und ich schlage vor, dass Sie, bevor Sie nun ins Buch einsteigen, ganz schnell auf die letzten beiden Seiten vor dem Anhang blättern und das Gedicht *Sommormorgen* von Marie von Ebner Eschenbach lesen, das ich – natürlich zufällig! – einige Tage vor Beginn der Korrekturlesung an der 1. Auflage im Radio gehört und schon damals in letzter Minute ins Buch eingebaut hatte. Dann betrachten Sie bitte in Ruhe das nach dem Gedicht abgedruckte Foto und rufen Sie sich dabei ähnliche Beobachtungen, die Sie selbst gemacht haben, ins Gedächtnis.

Das Cover habe ich im Vergleich zur 1. Auflage geändert, um den nun erweiterten und vertieften Themenkreis widerzuspiegeln. Das sibirische Lena-Delta versinnbildlicht die Komplexität im dynamischem Auf und Ab des Werdens und Vergehens; die Sanduhr symbolisiert dies mit Blick auf Geburt, Wachstum und Altern im Verlauf der Zeit. Ebenso verfällt einst hochmoderne technische Infrastruktur des Menschen (wenn sie nicht ständig renoviert wird) – und die übermächtige Natur erobert sich alles zurück. In all diesen Prozessen entsteht und fließt Entropie. Davon handelt dieses Buch.

(Bemerkungen zum Schreibstil: Aus Gründen der einfacheren Lesbarkeit verwende ich das generische Maskulinum. Dabei sind alle Menschen unabhängig ihrer geschlechtlichen Identität ausdrücklich gleichermaßen angesprochen.)

(Korrekturlesung Februar 2025)
18.9.2024

Bernhard Weßling

Vorwort zur 1. Auflage

„Wie konnte denn das nur wieder passieren? Das ist doch unmöglich!“ Solche Ausrufe haben wir selbst schon oft von uns gegeben, noch öfter gehört und mindestens genauso oft gelesen. Wir halten unwahrscheinliche Ereignisse für praktisch ausgeschlossen. Experten berechnen für Katastrophen Eintrittswahrscheinlichkeiten, denen wir und vor allem die entscheidenden Politiker trauen. Für Atomkraftwerke gibt es außer einem *GAU* (= *größter anzunehmender Unfall*) theoretisch nichts Schlimmeres, aber praktisch ist in Fukushima viel mehr passiert, als vorher als maximal anzunehmen denkbar war. Das war „Zufall“ („da sind einfach zu viele nicht vorhersehbare Dinge zusammengekommen“).

Erfolgreiche Menschen nehmen gern für sich in Anspruch, alles geplant zu haben, sich an ihre Strategie gehalten zu haben. Und doch vergessen sie dabei, wie oft sie aus Zufall genau die richtigen Menschen (die sie vorher gar nicht kannten) getroffen haben oder genau in der richtigen Marktsituation (die sie gar nicht beeinflussen konnten) mit einem Produkt auftraten (das für genau diese Marktsituation gar nicht gedacht war). Diejenigen, die ähnlich gut, aber erfolglos gearbeitet haben, werfen sich (wenn sie selbstkritisch sind) allerlei Fehler vor, übersehen jedoch oft, dass sie ebenso zufällig nicht die richtigen Menschen trafen, oder aber zu früh (als die Marktsituation noch nicht passend war) mit praktisch dem gleichen Produkt auftraten, und deshalb zufällig scheiterten.

Im August 2021 jährte sich der Start des *World Wide Web* zum dreißigsten Mal. Niemand hat vorhersehen können, niemand hat vorhergesagt, wie sehr das WWW die Welt nur wenige Jahre später umkrempeln würde. Nicht einmal sein Erfinder Tim Berners-Lee, der es nur für den einfacheren Austausch wissenschaftlicher Dokumente entwickeln wollte. Auch der Weg zu diesem Start war eine Kette von Zufällen, wie er erzählte.

Eher noch mehr Zufälle erlebten wir alle im Jahr 2020: Vermutlich auf einem Wildtiermarkt in Wuhan (China) sprang im Dezember 2019 ein neuartiges Coronavirus auf Menschen über, vielleicht geschah dies schon, ohne dass es bemerkt wurde, vorher mal woanders, denn nach bisheriger Kenntnis ist die erste Infektion in Italien im November 2019 aufgetreten, wie man nachträglich herausfand. Im Januar 2020 erfuhr der Gründer der Biotechnologie-Firma BioNTech von diesem Virus. Er entschied, den Schwerpunkt

der Firma radikal von Krebstherapie-Forschung auf die Entwicklung eines Impfstoffs gegen Covid-19 zu verlagern. Im Dezember 2020, also nach nicht einmal einem Jahr Arbeit, wurde der Impfstoff zugelassen. Diese Forschung war nur möglich, weil das Gründerehepaar mehr als zwölf Jahre zuvor auf erste Hinweise aus der Grundlagenforschung gestoßen war, wonach sich mit Hilfe von mRNA *vielleicht* neuartige Krebstherapien ermöglichen ließen – wir werden darauf genauer eingehen. Weil sie als Onkologen dafür eine Firma gründeten (BioNTech), zufällig zwei Investoren – ein Brüderpaar – fanden, die risikobereit und geduldig waren; und weil sie bis Ende 2019 die mRNA-Technologie fast anwendungsreif entwickelt hatten, nur gab es noch kein zugelassenes Produkt. Der Impfstoff wurde möglich, obwohl die Forschung eigentlich auf ein ganz anderes Anwendungsgebiet ausgerichtet war. Zufällig erkannten sie aber diese Möglichkeit ihrer Technologieplattform und entwickelten in unglaublich kurzer Zeit einen Impfstoff.

Sehr viele Zufälle sind uns mindestens lästig. Es kann plötzlicher Regen fallen, der nicht vorhergesagt war, und das Picknick draußen fällt ins Wasser. Manche Zufälle sind gefährlich, etwa ein uns plötzlich die Vorfahrt nehmender Wagen. Einige sogar existenzbedrohend, beispielsweise das zufällige Überspringen des Coronavirus auf den Menschen. Andere Zufälle hingegen sind uns willkommen: Wir freuen uns oft über kleine Zufälle. So über die plötzlich wieder durchbrechende Sonne, nachdem wir das Picknick schnell eingepackt hatten und nun doch wieder auspacken können. Staunen lächelnd über größere, als da wäre der Zufall, der mir das erste Kennenlernen meiner Partnerin ermöglichte, mit der ich glücklich zusammen lebe. Wir schütteln freudig-ungläubig den Kopf darüber, dass unser Lieblingsverein den Ausgleich noch in allerletzter Sekunde erzielen konnte, und das nur, weil zufällig ein gegnerisches Abwehrspielerbein dem Ball die richtige Richtung gab. Die Entwicklung der Börsenkurse ist unvorhersehbar, und das ist bei weitem nicht das einzige, was im Wirtschaftsleben nicht vorhersehbar ist. Erfindungen und Entdeckungen sind sehr oft, wenn nicht überwiegend, das Ergebnis von Zufällen.

Andere Zufälle sind gar entscheidend für unser aller Leben: Das Aussterben der Dinosaurier, das die Entwicklung der Säugetiere ermöglichte. Und noch entscheidender war etliche Milliarden Jahre zuvor die Entstehung des Mondes, der unsere Erdachse stabilisiert und so die Welt, in der wir leben, ermöglicht. Eine Welt, über die wir Menschen nicht schreiben könnten, wenn nicht zufällig vor Jahrmillionen einige entscheidende Mutationen geschehen wären, die unsere Gehirne so formten, wie wir sie dieser Tage vorfinden.

Wenn wir ehrlich sind, geschehen mehr Zufälle, mehr eigentlich eher unwahrscheinliche Ereignisse als solche, die wir planen, vorhersehen, vorhersagen oder beeinflussen können. Alles Mögliche geht schief, obwohl wir doch nichts falsch gemacht haben! Und ebenso viele Ereignisse, die uns erfreuen oder voranbringen, geschehen unerwartet, oder zumindest zu einem Zeitpunkt, an dem wir es nicht erwartet haben. Die Zeitungen und alle übrigen Medien sind voll davon.

Nehmen wir nun einmal an, dass Zufälle *normal* sind, also nichts Ungewöhnliches, sondern ein vollkommen typisches Phänomen bei uns auf der Erde und somit im ganzen Universum; wenn das so ist – dann wollen wir auch wissen: Woher kommt der Zufall, wie

kommt er in unsere Welt, warum ist er normal? Zur Beantwortung dieser Frage werde ich, anders als Mathematiker, Philosophen oder Psychologen, nicht mit Wahrscheinlichkeitsrechnungen, Statistiken oder mit der Chaostheorie argumentieren. Auch werde ich nicht mit philosophischen Betrachtungen oder psychologischen Analysen arbeiten, die uns verständlich machen sollen, wie wir Zufälle genießen, ertragen oder verkraften können. Wir werden uns zuerst – nach einer eingehenderen Betrachtung der Zufälle, die uns umgeben – anschauen, wie es kommt, dass unsere Welt aus lauter komplexen Strukturen besteht. Wenn alle Stoffe des Universums gleich verteilt und schön homogen vermischt wären, gäbe es uns ja auch nicht, mit unserem komplex strukturierten Gehirn, dem Nerven- und Kreislaufsystem, Muskeln, Knochen, unserer komplexen Haut, den Sinnesorganen und all unseren so fantastisch fein aufgebauten inneren Organen. Wie entstehen so komplizierte Strukturen? Wie entsteht die Komplexität, die wir überall in der Welt, überall im Universum beobachten?



Wenn alle Stoffe im Universum statistisch gleichmäßig verteilt wären und nicht hochkomplexe Strukturen bilden würden, könnten wir nicht die Schönheit des Cirrusnebels bestaunen. Hier eine neue Aufnahme des Hubble-Teleskops.⁵ Der Nebel sieht aus wie eine turbulent wirbelnde Rauchfahne, allerdings mit einem Durchmesser von über einhundert Lichtjahren. Solche und ähnliche Phänomene werden wir im Buch betrachten und die Ursachen für ihr Entstehen verstehen.

Um es nicht allzu kompliziert zu machen, wenden wir uns aber auch scheinbar einfacheren Strukturen und Fragen zu: Warum ist Mayonnaise so steif, obwohl die Hauptbestandteile – rohes Eigelb, Wasser und Öl – jeweils bei weitem nicht so viskos sind?

⁵ Cirrusnebel, neueste Aufnahme des Hubble-Teleskops; Quelle: <https://esahubble.org/images/potw2113a/>, Credit: ESA/Hubble & NASA, Z. Levay.

Warum muss man bei der Herstellung von Mayonnaise in bestimmten Schritten vorgehen und kann nicht einfach alle Bestandteile auf einmal in eine Schüssel füllen und umrühren? Warum ist es nicht so einfach, mit rohem Kakaopulver, wie man es für Tiramisu verwendet, und Milch einen schönen satt-braunen Kakao herzustellen, bei dem nicht nach wenigen Sekunden Kakaoklumpchen auf den Tassenboden sinken? Wie entstehen so komplexe und sich ständig ändernde Gebilde wie das Mündungsdelta eines Flusses, z. B. der Lena, wie es auf dem Cover dieses Buches abgebildet ist?

Ich werde diese Fragen zum Teil aus meiner eigenen Forschung heraus zu beantworten versuchen. Denn ich entdeckte in stofflichen Zusammensetzungen komplexe Strukturen, die zuvor nach allgemein akzeptierten Vorstellungen gar nicht existieren konnten. Bei meinen Forschungsarbeiten als Chemiker fand ich einen gemeinsamen Nenner und darin die Ursache: All diese Produkte sind Nicht-Gleichgewichtssysteme. Ich musste mich zwangsläufig von der Vorstellung lösen, die ich als Chemiestudent wie alle anderen aufgrund der Vorlesungen und Lehrbücher entwickelt hatte: Für uns bestand die Welt aus Gleichgewichtssystemen, *Nicht-Gleichgewicht* war etwas Seltenes und unerwünscht, solche Systeme beschrieben wir dann nur näherungsweise wieder als Gleichgewichtssysteme, die sich *etwas* außerhalb des Gleichgewichts befanden.

In meiner weiteren Forschung lernte ich durch das Studium der Arbeiten vieler anderer Forscher, dass Nicht-Gleichgewichtssysteme strukturiert sind. Ich begann, mich zu fragen: Warum ist das so? Oder andersherum gedacht: Warum befinden sich kompliziert strukturierte Systeme nicht im Gleichgewicht? Professor Ilya Prigogine hat den Nobelpreis dafür bekommen, dass er dies mit einer neuen Thermodynamik erklärt hat. Es hat schlicht und ergreifend mit der *Entropie* zu tun, die sehr entscheidend dafür ist, was den Lauf der Welt bestimmt. Sie haben vielleicht schon einmal das Wort Entropie gehört, aber es entweder nicht als wichtig angesehen oder womöglich erst gar nicht verstanden. Ich werde versuchen, es Ihnen begreiflich zu machen. Denn wer die Welt wenigstens ein bisschen vom Grunde her verstehen will, sollte eine einigermaßen zutreffende Vorstellung von der Entropie haben. Aber keine Bange, ich werde es so erklären, dass es wirklich leicht und praktisch zu begreifen ist.

Dann werden wir uns auch mit grundsätzlichen Fragen befassen: Wenn beim Urknall alles chaotisch war, warum kann dann Ordnung im Universum entstehen, z. B. die so vielfältig aufgebauten Galaxien mit zahllosen Sonnen-/Planetensystemen? Und warum kann aus einer glühend heißen Erde ein lebensfreundlicher blauer Planet werden? Wie kam es überhaupt zum Urknall, war das nicht auch bereits Zufall?

Mich hat das Phänomen *Zufall* schon immer fasziniert. Als ich mich in die Nicht-Gleichgewichtsthermodynamik einarbeitete, fiel mir irgendwann ein Zusammenhang zwischen dem Zufall und dem Nicht-Gleichgewicht auf. Aber inwiefern kann das sein? Nun, genau darum geht es in diesem Buch, und das werde ich im Verlauf des Buches nach und nach erläutern. So viel sei bereits gesagt: Beide Phänomene hängen untrennbar eng miteinander zusammen. Und beide Phänomene haben ebenso unauflöslich eng mit der Entropie zu tun. Mich wunderte nur sehr, als ich für dieses Buch noch tiefer recherchierte,

dass offenbar bisher niemand auf ähnliche Gedanken gekommen war. Oder zumindest, wenn doch jemand ähnlich dachte, wurde das nicht öffentlich zugänglich (oder nicht einfach zugänglich) aufgeschrieben. Jedenfalls las und hörte ich immer wieder nur: Es sind die Quanten, die sich unvorhersehbar verhaltenden Elementarteilchen, die die Zufälle in unserer makroskopischen Welt verursachen sollten. Ich werde darlegen, warum das nicht sein kann. Ganz abgesehen davon, dass es dafür bislang überhaupt keine nachprüfbaren Belege gibt.

Und die *Zeit*? Wir werden doch die Entropie nicht auch noch mit der *Zeit* verknüpfen, oder? Ja, *wir* werden die *Zeit* mit Entropie und Nicht-Gleichgewicht nicht verknüpfen, *wir* müssen das nicht und können es gar nicht. Denn die *Zeit* ist schon von allein mit der Entropie verknüpft.

Aber ist denn die Zeit nicht einfach nur eine Illusion, wie Einstein es sagte? Und wie manche andere sehr ernsthafte Physiker und Philosophen ebenfalls denken. Doch wenn sie keine Illusion ist, was ist dann das Wesen der Zeit? Wir werden uns der Beantwortung dieser bisher weder von der Philosophie noch von den Naturwissenschaften geklärten Frage ebenfalls schrittweise nähern, ganz so wie ich es im Verlauf meiner Forschung getan habe.

Und schlussendlich dürfen die Älteren unter uns auch noch eine Antwort erwarten auf die Frage (und die Jüngeren können sie sich für später zurücklegen): Warum vergeht die Zeit im Alter schneller? Ist das tatsächlich der Fall, oder empfinden wir es nur so? Warum vergeht die Zeit auch für die Jüngeren unter uns mal langsam, etwa wenn wir auf etwas Dringendes warten, und mal schneller, beispielsweise wenn der Urlaub eher vorbei ist als gedacht?

Wenn Sie sich diese oder ähnliche Fragen schon einmal gestellt haben, lade ich Sie ein zu einer Expedition in Landschaften der Wissenschaft, die Sie vermutlich bisher nicht besucht haben. Wir spannen große Bögen von einfacher Mayonnaise bis hin zu komplexen Galaxienhaufen, von schnöden Verkehrsstaus auf der Autobahn bis hin zur faszinierenden Evolution, vom unverständenen Urknall bis zur erstaunlichen Selbstorganisation von Ordnung aus Chaos, von überraschenden Toren in der Nachspielzeit bis hin zu unvorstellbar überdimensionalen schwarzen Löchern. Und wir umspannen so das Werden und Vergehen in unserer Welt, die Entropie, den Zufall und die Zeit.

Dabei werden wir auch gelegentlich darüber nachdenken, wie wohl unser eigenes Denken funktioniert. Wie offen sind wir, bisherige weithin anerkannte und auch von uns selbst als angenehm und plausibel empfundene Erklärungen über die Zusammenhänge in unserer Welt infrage zu stellen? Wenn wir alle ehrlich sind: Meistens sind wir nicht sehr offen. Aber wir sollten es öfter mal versuchen. Um es mit den Worten des Nobelpreisträgers Daniel Kahneman zu sagen: „Unser Geist funktioniert normalerweise so, dass wir intuitive Gefühle und Meinungen über fast alles haben, was uns begegnet. [...] Unabhängig davon, ob wir sie explizit formulieren oder nicht, haben wir oft Antworten auf Fragen, die wir nicht vollständig verstehen, und wir stützen uns dabei auf Hinweise, die wir

weder erklären noch verteidigen können.“⁶ In diesem Buch werden Sie einigen Gedanken begegnen, die Sie vielleicht so noch nie gehört oder gelesen haben. Das wird Sie skeptisch stimmen, denn wie Daniel Kahneman in seinem tiefeschürfenden Buch *Schnelles Denken, langsames Denken* neben vielen anderen Aspekten unseres Denkens erläutert, halten wir Aussagen, die wir schon häufig gelesen oder gehört haben, für wahrscheinlich richtiger als solche, die uns zum ersten Mal begegnen. Es erfordert dann erheblich viel mehr an geistiger Anstrengung und somit an Energie (!), sich mit neuartigen Gedanken und Phänomenen zu befassen, als Dinge zu lesen und zu hören, die man längst kennt und schon lange für richtig hält.

Mit diesem Buch möchte ich Sie motivieren, Ihr bisheriges Weltbild zum Teil einer kritischen Prüfung zu unterziehen: Ist wirklich alles im Gleichgewicht, sollten das Klima, das Ökosystem, unsere Wirtschaft wirklich am besten *im Gleichgewicht* sein? Ich erwarte nicht, dass Sie Ihre bisherigen Vorstellungen ändern oder gar umstoßen; aber ich möchte anregen, einige ungewohnte Gedanken zuzulassen und in Ruhe zu durchdenken. Denn so werden wir nicht nur die Frage beantworten können, wie denn der Zufall in unsere Welt kommt. Wir werden die Welt insgesamt ein wenig besser verstehen.

Jersbek
im Juli 2022

Bernhard Weßling,

⁶ Daniel Kahneman (Nobelpreisträger 2002), „Schnelles Denken, langsames Denken“, Siedler-Verlag (Penguin Randomhouse) 2012, S. 127. Besonders interessant ist es, sich mit seiner Beschreibung von zwei unterschiedlich arbeitenden Denksystemen und den experimentellen Belegen dafür zu befassen: System 1 ist schnell und oberflächlich, versucht ständig, aus allen Sinneseindrücken solche Erklärungen zu konstruieren, die mit den bisherigen Erfahrungen übereinstimmen; nur wenn das nicht gelingt, wird System 2 aktiv, das unser bewusstes (Nach-)Denken darstellt, aber „faul“ ist, weil es viel Energie verbraucht. System 1 erfindet naheliegende Erklärungen, mit denen wir uns dann zufriedengeben. Es beantwortet gern Fragen, die die eigentlichen Fragen ersetzen, weil sie viel leichter sind. Dann erscheint es uns so, als sei die akute Frage beantwortet, was aber nicht der Fall ist.

Ich danke dieser Welt für ihre Nicht-Gleichgewichte mit den Zufällen

Der Ursprung zu diesem Buch liegt in meinem unbändigen Staunen über diese Welt begründet. Und über das, was ich in meiner Forschung herausfand. Ich begann 2016 mit dem Schreiben, da war ich gerade erst ein Jahr lang mit meiner neuen Lebensgefährtin zusammen. Wie herrlich unvorhersehbar ist mein Leben doch gewesen: Ein großer Dank also an das Nicht-Gleichgewicht der Welt, in der ich lebe, und die Zufälle, die mich mit ihr zusammenbrachten! Sie schaute mich nachsichtig an, wenn ich stundenlang in unserer ersten gemeinsamen kleinen Wohnung in Deutschland am Tisch in unserer Wohnküche oder am Sofatisch in China auf das Laptop einhackte. Und nicht nur dort, sondern auch im Flugzeug oder bei unseren Reisen in China. Zwei Jahre lang. Ihr danke ich also sehr, vor allem dafür, dass sie meine Arbeit an diesem Buch – parallel zu meinen anderen Büchern⁷ und jetzt auch an der hier vorliegenden 2. Auflage – tolerierte und unterstützte. Aber mehr noch: Sie hatte die Vor-vor-vor-Version 2016/17 während ihres Entstehens gelesen. Dann aber konstatiert: „Ich lese das Buch erst wieder, wenn es wirklich fertig ist.“ Sie wusste also eher als ich, dass es viele Jahre mit vielen Umarbeitungen und grundsätzlichen Änderungen dauern würde, bis das Buch *wirklich fertig* sein würde, *falls* es das würde. Es wurde tatsächlich fertig. Sie war sehr überrascht, wie viel sich geändert hatte. Und obwohl sie jetzt aus unseren regelmäßigen Tischgesprächen viel vom Inhalt der 2. Auflage kennt, wird sie beim Lesen der neuen Kapitel wieder überrascht sein.

Sicherlich finden sich hier nicht alle Menschen, denen ich dankbar bin oder sein sollte, wieder – die Liste wäre zu lang für dieses Buch. Auch die nicht Erwähnten können meiner Dankbarkeit sicher sein! Ein paar Personen will ich dennoch erwähnen.

Ohne Professor Ilya Prigogine und sein wissenschaftliches Lebenswerk hätte ich niemals die Lösung der Rätsel gefunden, die mich jahre-, um nicht zu sagen jahrzehntelang so beunruhigten. Die Professoren Werner Ebeling und Grégoire Nicolis stießen mich gezielt auf eine wesentliche Frage, die ich bearbeiten musste und lösen konnte. Der

⁷ „Der Sprung ins kalte Wasser“, Verlagsgruppe Eulenspiegel 2022 sowie „Der Ruf der Kraniche“, Goldmann 2020/„The Call of the Cranes“, Springer Nature 2022.

theoretische Physiker Dr. Helmut Baumert hat sich von mir in eine für ihn zunächst uninteressante Fragestellung hineinlocken lassen, bis wir gemeinsam eine neue Theorie der Turbulenz nicht-newtonscher Flüssigkeiten erarbeiten konnten. Der Nicht-Gleichgewichts-Thermodynamiker Dr. Rainer Feistel⁸, der Physiker Prof. Serdar Sariciftci (Johannes Kepler Universität Linz, Österreich)⁹ sowie zwei weitere Wissenschaftler haben eine frühere Fassung des Manuskripts (1. Auflage) gelesen und lauter kritische Anmerkungen gemacht. Diese haben mich zu zusätzlichen Recherchen und noch tieferem Nachdenken angeregt, was sich im Buch merklich niederschlug. Mein jüngerer Bruder gab mir etliche Hinweise auf Passagen, die ich trotz aller meiner Bemühungen noch nicht allgemeinverständlich genug geschrieben hatte. Nach Veröffentlichung der 1. Auflage hatte ich viele interessante und vertiefende Gespräche und Austausch per email, dafür möchte ich besonders Prof. Schlichting und Prof. E. P. Fischer danken; ebenso auch einigen Mitgliedern der Leibniz-Sozietät der Wissenschaften, die es ermöglichten, dort einen Vortrag über mein Buch zu halten.¹⁰ Das führte zu weiteren anregenden und weiterführenden Diskussionen.

Ohne meine vielen Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter vor allem in den Labors meiner Firma hätte es aber nichts gegeben, was ich mit diesen herausragenden Wissenschaftlern hätte diskutieren können. Mit etlichen meiner Mitarbeiter habe ich sehr lange zusammengearbeitet, die Rekordhalter liegen bei über zwanzig und über dreißig Jahren. Auch meine extrem intensiven dreizehn Jahre in China erfüllen mich mit Dankbarkeit. Dort wie in Deutschland habe ich Freundschaften schließen können, die bis heute lebendig sind. Unsere gemeinsame aktive Zeit war prallvoll mit Zufällen und voller spannender wissenschaftlicher Entdeckungen ...¹¹

Die Freien Lektoren Obst & Ohlerich kritisierten 2017 eine frühe Fassung dieses Buches in Grund und Boden, befanden 2022 die finale Fassung jedoch für überzeugend. Beim abschließenden Lektorat durch Rouven Obst habe ich viel gelernt. Er hat nun auch weite Teile der 2. Auflage lektoriert. Ich möchte auch nicht vergessen, Melanie Willmann zu danken, die für meine endgültige Korrekturlesung enorm hilfreiche Vorarbeit geleistet hat. Für alle verbliebenen Fehler bin allein ich verantwortlich. In seinem Lektorat auch der 2. Auflage wies mich Eric Blaschke (Editor bei Springer Vieweg) auf zahlreiche kleine und größere Mängel hin, die zu weiteren Recherchen und Verbesserungen des Textes anregten. Der Verlag Springer Nature, hier vor allem der verantwortliche Editor Eric Blaschke und sein Chef Dr. Garbers, ist das Risiko eingegangen, mein Buchprojekt zu veröffentlichen – hierfür bedanke ich mich besonders herzlich, und nun besonders für die Einladung, diese 2. Auflage herauszubringen. Denn Springer fand mein Buchprojekt interessant und veröffentlichenswert, nachdem ich schon bei unzähligen Verlagen und zuvor

⁸ <https://www.io-warnemuende.de/rainer-feistel.html>

⁹ <https://www.jku.at/en/institute-of-physical-chemistry-and-linz-institute-for-organic-solar-cells/team/sariciftci/>

¹⁰ <https://leibnizsozietat.de/event/plenum-7/>

¹¹ https://www.researchgate.net/publication/260427241_Milestones_highlights_of_the_Organic_Metal_Polyaniline_Science_Technology, siehe Anhang 15.

bei ebenso vielen Literaturagenturen Absagen eingesammelt hatte. Eigentlich hatte ich schon aufgegeben zu hoffen, dass es ein Verlag nehmen und herausbringen wollen würde. Was für ein Zufall, dass ich doch noch beim Editorenteam von Springer Vieweg anfragte!

Aber genau so ist unsere Welt, ständig passieren Dinge, die man sich nicht vorstellen kann, die sich nicht vorhersehen lassen, und dafür bin ich dieser Welt dankbar! Denn wie langweilig wäre mein Leben gewesen, wenn alles vorhersehbar und im Anhang meiner Geburtsurkunde dokumentiert gewesen wäre, was ich in meinem Leben erleben würde. Zu unser aller Glück aber besteht unsere Nicht-Gleichgewichts-Welt nicht nur aus lauter komplexen Krisen – sondern ist voller Anmut, Schönheit und Überraschungen.

Schlüsselwörter für „Was für ein Zufall!“ (2. Auflage)

Zufall
Komplexität
Krise
Polykrise
Nicht-Gleichgewicht
Fließgleichgewicht
Nicht-Gleichgewichtsthermodynamik
Ilya Prigogine
leitfähige Polymere
Polyanilin
Dispersion
Kolloid
dissipative Struktur
Emergenz
Entropie
Dekohärenz
Zeitbegriff
Hyperzyklen
Mutation
Evolution
Evolutionstheorie
neutrale Evolutionstheorie
Nachhaltigkeit
Korrosionsschutz
Passivierung
Leiterplatten
Endoberfläche

Inhaltsverzeichnis

1	Der Zufall nimmt seinen Lauf	1
	Vom Ackergaul zum Rennpferd	7
2	Der Zufall ist überall	17
	Der Zufall der Corona-Pandemie	19
	Der Mensch, ein Ökosystem für Viren	21
	Zufällige Erfindungen und Katastrophen	23
	Zufälle in Wirtschaft und Politik und die unvorhersehbaren Folgen	26
	Der Zufall (genauer: die Zufälle) in der wissenschaftlichen Forschung	31
	Der essenzielle Zufall – Versuch einer Beschreibung	35
	Alternative Betrachtungen des Zufalls	42
	Der Zufall in der Philosophie	49
	Der Zufall ist real und überall und alles andere als selten	51
	Der Beginn des Lebens und die Evolution	52
	Kuriositätenkabinett evolutionärer Zufälle	55
	Natur und Evolution ziellos, der Mensch ist nicht das Ziel der Evolution	56
	Ist die Evolution wiederholbar?	58
	Der Zufall regiert die Welt, im Kleinen wie im Großen	60
3	Kreativität ist Zufall im Gehirn	63
	Kochen ist gutes Handwerk, Wissenschaft muss in die Tiefe gehen	66
	„Dispersion“ – praktisch unerforscht, aber kein Hexenwerk!	70
	Die Entdeckung: Strukturen in Dispersionen	81
	Mayonnaise, Sauce Béarnaise, Joghurt und Käse	86
	Zündende Ideen und Geistesblitze	93
	Improvisationen sind Zufälle im Gehirn	95

4	„Gleichgewicht ist gut, Nicht-Gleichgewicht ist schlecht“ – stimmt das?	101
	„Entropie“: Schon mal gehört, aber nicht verstanden?	105
	Die Entropie steigt immer an? Ja, aber nicht überall!	108
	Weitere Forschungen über das Phänomen „Selbstorganisation“	112
	Selbstorganisation, Strukturbildung im	
	Nicht-Gleichgewicht – Strukturverlust im Gleichgewicht	114
	Keine zwei Schneeflocken sind wirklich identisch	116
5	Fast an der Wissenschaft verzweifelt	123
	<i>Nicht-Gleichgewicht</i> auch an Universitäten nicht populär	125
	Wissenschaftliche Durchbrüche und Erfindungen haben es schwer	127
	Die <i>Dispersion</i> wird unterschätzt	133
	Der äußere Anschein verführt gern zu falschen Schlussfolgerungen	136
	Die Macht des Paradigmas	139
	Die Macht von Bildern	140
	Rückzug aus dem Forschungsgebiet mit Paukenschlag – hörte ihn jemand?	148
6	Die Geburt des Zufalls und der Komplexität im Nicht-Gleichgewicht	151
	Enzyme: Resultate von Nicht-Gleichgewichten und Akteure darin	153
	Höhere Aggregationsebene der Materie: Neue Eigenschaften	156
	Bilden Gesellschaftsspiele das Spiel der Zufälle in der Natur angemessen ab?	161
	Wetter und Klima sind chaotisch	164
	Chaos in unserem Sonnensystem!	171
	Chaotischer Taifun	172
	Dynamische Netzwerke	174
	Ähnliche, aber nicht identische Muster	175
	Nichts ist so beständig wie der Wandel	178
	Kann die Urknallhypothese die Strukturen im Universum erklären?	182
	Die Geburt des Zufalls und der Komplexität im Nicht-Gleichgewicht	185
	Der Zufall ist überall – nur nicht auf der Quantenebene	192

7	Polykrise als Missverständnis und Entropie als Gradmesser für Nachhaltigkeit	201
	Erleben wir eine außergewöhnliche Polykrise?	202
	Was sind nun eigentlich <i>Krisen</i> ?	214
	Die Rolle der Entropie	218
	Entropie als Kriterium für Nachhaltigkeit – Vorschlag zur Diskussion	222
	Energieschätzung für DAC und CCS	227
	Entropiebilanz der Endlagerung	230
	Umwandlung von CO ₂ in nützliche Rohstoffe?	234
	MIPS, der „Materialinput pro Serviceeinheit“ als Indikator für Entropie	241
	Schlussfolgerungen	242
8	Was können <i>wir</i> tun – und was die Natur?	243
	An Klima und Biodiversität mit gleicher Priorität herangehen	244
	Ökosysteme auf dem Festland: Wald, Grasland, Landwirtschaft	246
	Moore und Feuchtgebiete	260
	Allerlei Bedenken, Gegenargumente und schlechte Beispiele	264
	Zwischenruf zu <i>Klima, Biodiversität und Entropie</i>	268
	Positive Fakten und Beispiele: Genug Anlässe für Zuversicht	270
9	Was fließt da, wenn die Zeit fließt, und wohin fließt sie?	281
	Ist die Zeit eine Illusion?	284
	Kann sich die Richtung der Zeit umkehren?	288
	Die Zeitlosigkeit der Quanten – also ist die Zeit doch eine Illusion?	295
	Leben wir in einem von vielen Universen?	298
	Was fließt da, wenn die Zeit fließt?	302
	Die neue Hypothese über das Wesen der Zeit	304
	Die neue Hypothese ist überprüfbar	308
	Die Emergenz der Entropie und damit der Zeit	310
	Das Ende der Zeit	312
10	Unsere Wahrnehmung der Zeit	315
	Schlussbemerkungen	327
	Anhang	333

Über den Autor

Dr. Bernhard Weßling, 1951 geboren und aufgewachsen in Herne. Er ist Chemiker und Unternehmer und hat hauptberuflich überwiegend chemische Produkt- und Verfahrensentwicklung betrieben und dabei auch Basisinnovationen realisiert. Dazu betrieb er Grundlagenforschung in Kolloidchemie und -physik sowie Nicht-Gleichgewichts-Thermodynamik. Nebenberuflich ist er einer von drei geschäftsführenden Gesellschaftern eines großen Biobauernhofs. Ehrenamtlich engagiert er sich seit Jahrzehnten aktiv im Umwelt-, Natur- und Artenschutz, betrieb jahrelang national und international Verhaltensforschung an wild lebenden Kranichen und trug entscheidend zum Erfolg eines sehr komplexen Artenrettungsprojektes (Schreikraniche) in Nordamerika bei. Zufall, Komplexität, Nachhaltigkeit und Krise sind Zeit seines Lebens treue Begleiter.



Der Zufall nimmt seinen Lauf

1

Zusammenfassung

Der Autor schildert zahlreiche Zufälle, die seinen Weg in die Wissenschaft, in die Grundlagenforschung öffnen, in einem kleinen Unternehmen, das er schon sehr früh als Geschäftsführer und Gesellschafter verantwortet. Diese Zufälle führen ihn immer tiefer in wissenschaftlich zuvor wenig beachtete Gebiete. Dort warten überraschende Phänomene auf ihre Entdeckung, die sich als bedeutsam auch für unser aller praktisches Leben entpuppen, nicht nur für die Wissenschaft. Denn zeitgleich mussten zufällig auftretende Krisen bewältigt werden, und „Nachhaltigkeit“ ebenso wie Natur- und Artenschutz ergaben sich zufällig als ständig über allem stehende Themen.

Der Abschluß meiner Promotion fiel zufällig in eine weltweite Wirtschaftskrise. Seit Jahren hatten sich Jugendliche und junge Erwachsene Sticker auf ihre „no-future“-Parkas (die damals für uns modernen Mäntel) geheftet (das Gefühl, keine Zukunft zu haben, schienen meine Altersgenossen damals genauso wie angeblich nur heutige junge Menschen zu empfinden). Die gesamte europäische Chemieindustrie hatte einen Einstellungsstop verhängt, und auch in mittelständischen Betrieben, bei denen ich mich ohnehin viel lieber bewerben wollte, herrschte die Flaute. Dies war nur einer der Zufälle, die mich dahin spülten, wo ich heute gelandet bin. Lassen Sie mich aber mit einer anderen Kette von Zufällen beginnen:

Ergänzende Information Die elektronische Version dieses Kapitels enthält Zusatzmaterial, auf das über folgenden Link zugegriffen werden kann https://doi.org/10.1007/978-3-658-46427-1_1.

Vor über 30 Jahren, am 6. August 1991, ging die weltweit erste Webseite online.¹ Ein Zufallsprodukt des europäischen Forschungszentrums CERN war die Initialzündung des *World Wide Web*, wenn auch zunächst nur intern. Zwei Jahre danach wurde das WWW am 30. April 1993 für die allgemeine Öffentlichkeit freigeschaltet, der Zugang war kostenlos, verursachte aber nicht unerhebliche Kosten für die technischen Voraussetzungen und die damals sehr hohen Telefongebühren. Und noch immer nahm kaum jemand Notiz davon, niemand hat damals prognostiziert, dass das WWW einmal in praktisch alle Bereiche unseres Lebens hineinwirken würde. Es war als Plattform für die Dokumentation und den internationalen Austausch von Dokumenten innerhalb des CERN gedacht, und selbst das kam ungeplant zustande.

Nur gut zwei Jahre später, am 5. Oktober 1995, ging ich mit meiner Firma als weltweit zweites Chemieunternehmen online, der nächste Zufall. Denn ich war und bin alles andere als ein Computer-Nerd, trotzdem wäre ich fast auf der Poleposition gelandet. Einzig der damalige Chemiekonzern Hoechst AG war ein paar Tage schneller. Dafür waren wir sehr viel informativer: Ich hatte dafür gesorgt, dass *alle* unsere technischen Informationen und meine wissenschaftlichen Veröffentlichungen (zusammen über vierhundert Dokumente) abrufbar waren.² In dem aus heutiger Sicht unerträglich langsamen Internet gab es 1995 nur 23.500 Webadressen.³ Heute sind es etwa 1,2 Milliarden,⁴ also über 50.000mal so viele. Auch ich wollte damals nur unsere technischen und wissenschaftlichen Informationen einfacher für unsere internationalen Kunden und Forschungspartner weltweit verfügbar machen. Es gab überhaupt keine Vorstellungen davon, was in den wenigen Jahren danach aus dem WWW werden könnte.

Dass das WWW im Jahre 2021 sein 30. bzw. im Jahr 2023 sein eigentliches Jubiläum als öffentliches Internet feiern würde, wurde mir erst in dem Artikel *Wie kam das Web in die Welt?* Ende 2020 aus der Wochenzeitschrift DIE ZEIT wieder bewusst.⁵ Und obwohl es somit streng genommen noch sehr jung ist, kommt es mir vor, als hätte es das Internet schon immer gegeben. Meine Erinnerungen an das Telex, das ich selbst noch jahrelang aktiv benutzt hatte, sowie darauf folgend das Faxgerät erscheinen sogar mir heute fast schon wie Erzählungen aus der Zeit der frühen Industrialisierung.

¹ Hier eine Kopie der ursprünglichen Webseite: <https://www.w3.org/History/19921103-hypertext/hypertext/WWW/TheProject.html>; oder hier: <http://info.cern.ch/hypertext/WWW/TheProject.html>.

² In diesem Webarchiv findet man eine Kopie der Webseiten von damals, nicht direkt vom Oktober 1995, aber aus dem November 1996, denn 1995 gab es auch noch keine Web-Archivare: <https://web.archive.org/web/19961125121325/http://www.zipperling.de/ZKC/About> (mit den auch in diesem Webarchiv funktionierenden Hyperlinks können weitere damalige Webseiten meiner Firma aufgerufen werden); von der Hoechst AG gibt es jedoch die ersten archivierten Webseiten erst aus Januar 1998.

³ „unique hostnames“, <https://www.internetlivestats.com/total-number-of-websites/>

⁴ <https://siteefy.com/how-many-websites-are-there/> [6. 2. 2025].

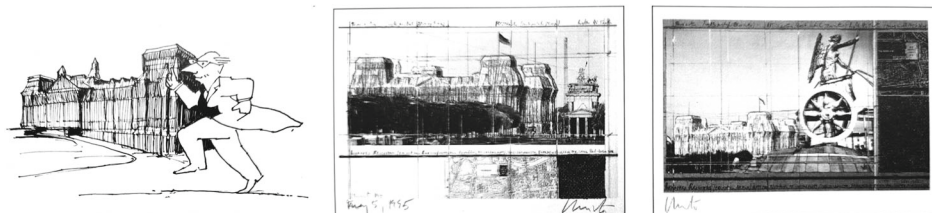
⁵ <https://www.zeit.de/2021/01/word-wide-web-erfindung-internet-cern-genf-physiker-forschungszentrum>.

Wie viele Zufälle haben dazu geführt, dass es das WWW gibt! Vor allen Dingen gab es nie den Plan, so etwas aufzubauen, was dem, wie wir heute das Internet kennen und benutzen, auch nur annähernd gleicht. Tim Berners-Lee, der als Erfinder des WWW gilt, sagte einmal, dass es nie *die eine* zündende Idee gegeben habe, die das Web initiiert habe: „Ich habe die ersten Programme geschrieben. Aber viele andere andere Leute haben wichtige Zutaten beigesteuert, genauso zufällig wie ich.“ Bernd Pollermann, der ebenfalls in diesem chaotischen Team mitwirkte, sagte: „Warum ich mitgemacht habe? Damit die Kollegen nicht länger nerven mit ihren ewigen Anfragen nach internen Telefonnummern.“ Er wollte also wohl nur ein für jedermann zugängliches und schnell bearbeitbares Telefonverzeichnis schaffen, mehr nicht. Weder war das Projekt ein offizielles Projekt des CERN, bei dem die Entwickler angestellt waren, noch war mehr angedacht als eine einfachere Verfügbarkeit von wissenschaftlichen Dokumenten und Telefonnummern dieser riesigen europäischen Forschungseinrichtung; solche Informationen waren zuvor selbst für Insider kaum auffindbar. Der Engländer Berners-Lee hatte 1980 schon einmal ein Praktikum im CERN absolviert, arbeitete dann für vier Jahre in einer Softwarefirma, bevor er sich 1984 beim CERN bewarb und angestellt wurde. 1989 schlug er ein Projekt vor, das zum Ziel hatte, Forschungsergebnisse leichter auszutauschen und auffindbar zu machen. Das war eine – selbst gestellte – Aufgabe, für die er gar nicht angestellt worden war. Sein unmittelbarer Chef sagte: „Vage, aber spannend.“ Das Projekt wurde inoffiziell betrieben, denn es hätte viel zu lange gedauert, wenn ein Projektantrag gestellt worden wäre. Und vermutlich wäre dieser in den Gremien zerredet worden. Als Berners-Lee auf einer Hypertext-Konferenz Ende 1991 sein Konzept vorstellen wollte, wurde er nicht für einen Vortrag zugelassen – da gab es das CERN-interne WWW aber schon! Er präsentierte den Stand seiner Entwicklung im Foyer, wo es praktisch nicht auffiel. Als das Web 1993 auch für die Öffentlichkeit freigeschaltet wurde, ging es für Berners-Lee immer noch ausschließlich um den Informationsaustausch unter Forschern.

Auch ich dachte nur an die Bereitstellung von technischen Informationen, wenn auch zur Hälfte an Kunden, zur anderen Hälfte für meine Forschungspartner und -konkurrenten. Eine schier endlose Kette von Zufällen hatte mich dahin verschlagen, wo mein Werbeberater und ich im Frühjahr 1995 mit Diskussionen begannen, wie wir im Herbst den Auftritt auf der alle zwei Jahre stattfindenden Kunststoffmesse in Düsseldorf, der weltgrößten Messe dieser Art, gestalten wollten. Wir suchten wie immer vor dieser Veranstaltung eine witzige oder Aufsehen erregende Aktion, mit der wir Aufmerksamkeit wecken konnten. Eine Möglichkeit bestand darin, mit unserer aktiven Beteiligung an der Verhüllung des Reichstags durch das Ehepaar Christo zu werben, das Titelblatt der Einladung ist in der Abbildung unten links zu sehen. Wir hatten dafür das Flammenschutzkonzentrat entwickelt (siehe auch Anhang 4).⁶ Aber noch war unklar, ob mit der Verhüllung alles wie geplant klappen würde, denn die Verhüllung sollte erst im Juni beginnen. Für die Messe war es

⁶ <https://web.archive.org/web/19970301045342/http://www.zipperling.de/News/Christo/reichsta.>

noch sehr unsicher, ob wir – was die Voraussetzung für eine werbewirksame Aktion war – zwei Lithografien von Christo zur Verlosung bekommen würden (in der Abbildung unten Mitte und rechts).



Und so waberte diese andere Idee durch den Raum: Zwei Jahre zuvor war das *World Wide Web* allgemein verfügbar geworden, es gab erste zaghafte Versuche, es auch für Firmeninformationen zu nutzen. Davon hatte ich schon mal am Rande gehört, mein Berater hatte darüber schon einiges mehr gelesen, sich schon fast zum Experten entwickelt. Noch war weltweit kein einziges Chemieunternehmen mit einer Webseite online, geschweige denn eines aus der Kunststoffbranche, in der ich mit meinem Unternehmen tätig war. Ich meinte, wir könnten doch versuchen, die ersten zu sein. Also legten wir los. Es war ein Hindernislauf mit viel Fleißarbeit, an der ein Dutzend meiner Mitarbeiter mitwirkte. Nur wenige Stunden vor der Freischaltung unserer Homepage war alles fertig. Und so schlugen wir zwei Fliegen mit einer Klappe: Wir machten die relevanten Forschungsergebnisse aus unserem Haus weltweit verfügbar und sorgten gleichzeitig für Rummel.

Der Stand unserer Firma auf dieser Welt-Kunststoff-Messe K'95 war ständig von einer großen Traube von Menschen umlagert, zumal wir auch unsere Christo-Lithografien verlost. Die Besucher hatten bestenfalls vom WWW gehört oder gelesen, aber selbst noch nie etwas davon gesehen, nun wollten sie dabei sein. Niemand hatte einen Computer zu Hause, mit dem man mit einem piepsenden Modem ins Internet hätte gehen können, nur in den wenigsten Firmen gab es so etwas. Wir aber hatten den damals modernen Pentium-Computer mit einem großen Röhrenbildschirm aufgestellt, ihn per Telefonleitung mit dem WWW verbunden, und meine Mitarbeiter oder ich demonstrierten die neuen Webseiten mitsamt Inhalten. Als Browser stand damals *Netscape* zur Verfügung, für eine Web-Recherche befragte man *AltaVista*. Wir druckten sogar auf Anfrage die gewünschten Seiten an Ort und Stelle für interessierte Besucher aus. Es war *das* Tagesgespräch auf der Messe.

Wir waren damals so etwas wie kleine Pioniere im WWW. Und zeitgleich waren wir mit unserer unbedeutenden Firma auf einem damals sehr *heißen* Gebiet der Grundlagenforschung tätig, das später meine berufliche und geschäftliche Zukunft prägen sollte. Der Weg dorthin war mit unglaublich vielen Zufällen gepflastert, so wie der Weg des WWW und vieler anderer Erfindungen, Entdeckungen und wichtiger gesellschaftlicher Veränderungen. Vor allem mein wissenschaftlicher Weg zeigte mir auf, worin die tiefe Ursache für das vollkommen normale Auftreten von Zufällen liegt. Doch treten wir, bevor es mit

den beruflichen Zufällen weitergeht, ein paar Schritte zurück zum ersten Zufall, ohne den ich nicht leben würde.

Vermutlich neigen viele Menschen dazu zu sagen, dass ihre Geburt sowie zuvor ihre Zeugung eher glückliche Zufälle waren. Im Prinzip gilt es aber für alle Menschen. Denn nur ein Bruchteil der Milliarden und Abermilliarden intimer Begegnungen zweier liebender Menschen unterschiedlichen Geschlechts führt tatsächlich zur Befruchtung. In meinem Fall war es allerdings so, dass meine Eltern zumindest zu *dem* Zeitpunkt kein fünftes Kind haben wollten, denn gerade war ihr viertes geboren worden. Doch schon zwei Monate später war meine Mutter wieder schwanger, und zwar mit mir. Ich wurde nur elf Monate nach meinem nächst-älteren Bruder geboren, und das nur sechs Jahre nach Kriegsende. Mein Vater war immer noch arbeitslos, unsere Familie war regelrecht arm. Da konnte ein vernünftiges Ehepaar nicht noch ein Kind zeugen wollen. Entweder waren meine Eltern also damals unvernünftig, oder sie hatten schlichtweg Pech bei der Verhütung. Aber wenn man als Katholiken in der damaligen Zeit verhüten und nicht gleichzeitig aufgrund einer Todsünde in die Hölle verdammt werden wollte, musste man den Geschlechtsverkehr nach Knaus-Ogino oder noch besser mit dem Thermometer planen, was der katholischen Kirche und dem deutschen Volke nicht selten zu mehr Mitgliedern verhalf. Eines davon war zufällig ich.

Schon als Kind und Jugendlicher war ich neugierig, abenteuerlustig, entdeckergefreudig und befasste mich früh mit naturwissenschaftlichen Fragestellungen; ich liebte den Biologie-Unterricht, in dem ich von Chromosomen und von der DNA hörte. Watson und Crick, die die Struktur der DNA aufgeklärt hatten,⁷ wurden meine Idole. Der Entschluss reifte früh heran: Ich wollte Biochemiker werden. Hier begann die nächste Kette von Zufällen: Eigentlich fand ich Tübingen am attraktivsten, die Universität dort war neben Hannover eine der beiden einzigen in Deutschland, an der man Biochemie studieren konnte. Als in Herne mitten im Ruhrgebiet geborener Junge schaute ich mir jedoch auch die nicht weit entfernte neugegründete Bochumer Ruhr-Universität an, aus Kostengründen, und weil ich mich nicht allzu weit von meiner ersten Freundin entfernen wollte. Dort besuchte ich den Biochemie-Professor der Abteilung für Chemie, der von der Universität Tübingen gekommen war. Er riet mir: „Machen Sie kein Biochemiestudium, Sie wären dann weder Biologe noch Chemiker, können nichts von beidem richtig. Studieren Sie Chemie und daneben etwas Biologie, dann können Sie später entscheiden, welchen Weg in der Chemie Sie einschlagen wollen.“ So machte ich es.

Im Sommer 1971 wurde in Bochum eine illegal angelegte Deponie entdeckt,⁸ auf der u. a. sehr viel Cyanidabfälle „endgelagert“ wurden. Als die Behörden planten, diese Deponie zu sanieren, suchten sie per Anschlag am Schwarzen Brett der chemischen Fakultät (eigentlich fertig diplomierte) Chemiker, die mit Schnellanalysen diese extrem giftigen

⁷ J. Watson, F. Crick, Nature 171, 737–738 (1953), link zum Originalpaper: <https://www.nature.com/scitable/content/Molecular-Structure-of-Nucleic-Acids-16331>.

⁸ <https://www.spiegel.de/politik/vorne-rein-hinten-raus-A-622cab54-0002-0001-0000-000043144036>.

Stoffe von weniger giftigen unterscheiden helfen sollten, um die Sanierung zu vereinfachen. Da ich mein gesamtes Studium selbst finanzieren musste (von meinen Eltern bekam ich nichts), bewarb ich mich und wurde angenommen, obwohl ich noch im Grundstudium war. Die lebensgefährliche Arbeit im Vollschutzanzug mit Gasmaske in diesem wahrhaft dystopischen Umfeld in einem sehr heißen Sommer war der Startschuß für mein späteres Engagement im Umwelt-, Natur- und Artenschutz.⁹

Ebenso zufällig brachte nur wenige Monate später der Club of Rome seinen 1. Bericht „Die Grenzen des Wachstums“ heraus. Während manche meiner Mitstudenten das Studium abbrachen, weil sie später im Beruf nicht mitverantwortlich werden wollten für den Untergang der Welt mithilfe der Chemie, entwickelte ich für mich die Meinung, es sei wichtig, als Fachmann auf seinem Gebiet einen Beitrag zu nachhaltiger Technologie zu leisten. (Den Begriff „Nachhaltigkeit“ gab es damals schon, aber noch nicht so sinnentleert wie heute, siehe Kap. 7).

Der Abschluss meiner Promotion mit einer komplizierten Synthesefragestellung in Naturstoffchemie fiel dummerweise zufällig in eine große Wirtschaftskrise: Die gesamte europäische Chemieindustrie hatte einen Einstellungsstop verhängt. Nachdem in der Zeit, in der ich die Oberstufe des Gymnasiums durchlief, die Chemieindustrie verzweifelt Chemiker-Nachwuchs anzuwerben versucht hatte, war ich nun sehr schnell nach nur sieben Jahren fertiger Chemiker in einer Zeit, in der sie niemanden mehr haben wollten. Auch kleinere Unternehmen suchten keine Chemiker. Ich entschied mich, in ein Dreimann-Ingenieur-Beratungsunternehmen zu gehen, entgegen dem Rat meiner gesamten Umgebung. Ich hatte einen Anschlag am Schwarzen Brett der Chemieabteilung gesehen und bewarb mich.

Meine Labornachbarn tippten sich unverhohlen an die Stirn. „Bist du bescheuert? Du musst entweder an eine berühmte Uni oder in eines der weltweit führenden Chemieunternehmen gehen und dort an großen Projekten forschen. Du bist hier so aktiv und effizient und zielgerichtet wie sonst keiner von uns – und jetzt willst du mit der Forschung aufhören?“ Aber wer sagte denn, dass ich mit Forschung aufhören wollte? Vielleicht konnte ich in der jungen Ingenieurfirma selbst etwas auf die Beine stellen? „Das wird doch nie was“, entgegneten meine besten Freunde.

⁹ <https://www.bernhard-wessling.com/buch-der-ruf-der-kraniche> dort die Leseprobe aufrufen und das Vorwort lesen: hier können Sie über diese Dystopie mehr erfahren.

Vom Ackergaul zum Rennpferd

塞翁失马 (Sài Wēng shī mǎ),¹⁰ sehr frei übersetzt: „Wer weiß, was sich daraus noch entwickelt“ oder „Man kann nie wissen“. Dieses Sprichwort kenne ich erst, seit ich von 2005 bis Ende 2017 als Folge weiterer Zufälle dreizehn Jahre lang in China lebte, arbeitete und auch Chinesisch lernte. Es ist eines der unendlich vielen chinesischen 成语, der *Cheng Yu*. Das sind Sprichwörter, die aus vier Schriftzeichen bestehen und hinter denen Geschichten stehen, die vielfach tausende von Jahren alt sind. Sie enthalten wertvolle Weisheiten, die chinesische Schülerinnen und Schüler auch heute noch lernen und – wenn man sie verstehen lernt und wirklich verdaut – bei der Bewältigung und beim Verständnis des Lebens sehr helfen können.

塞翁失马 (sài wēng shī mǎ, „Sai Weng verliert ein Pferd“) ist die kondensierte, vier Schriftzeichen¹¹ umfassende Überschrift der folgenden kleinen Geschichte:¹²

An der nördlichen Grenze Chinas lebte ein Mann, den die Menschen Sài Wēng (塞翁; alter Grenzbewohner) nannten. Dessen Pferd riss sich eines Tages los und galoppierte in das Barbarenggebiet jenseits der Großen Mauer. Die Nachbarn besuchten Sài Wēng, um ihr Mitgefühl zu bekunden, aber Sài Wēng überraschte sie, indem er fragte: „*Wer weiß, ob das nicht ein Segen ist?*“

Monate später kehrte das Pferd mit einer Stute zurück, es war ein unglaublich schönes und sehr schnelles Pferd. Damit hatte sich Sài Wēngs Besitz auf einmal verdoppelt. Viele kamen vorbei, um das neue Pferd zu bewundern und ihm zu gratulieren, aber wieder zeigte Sài Wēng keine großen Emotionen. Er sagte: „*Wer sagt, dass dies nicht Unglück sein kann?*“

Sài Wēngs Sohn ritt stolz mit dem neuen Pferd herum, konnte es aber nicht gut halten, stürzte dabei und zog sich dabei einen komplizierten Beinbruch zu. Wieder kamen mitfühlende Nachbarn, und wieder sagte Sài Wēng, so ruhig wie immer: „*Wer sagt, dass dies nicht eine Art Segen ist?*“

¹⁰ Die chinesischen Schriftzeichen werden durch die offizielle Romanisierung „PinYin“ mit Akzenten für Ausländer „lesbar“ gemacht, die Akzente bezeichnen die Betonung der Silbe, die man verwenden muss, wenn man sich Chinesen gegenüber verständlich machen möchte.

¹¹ In voller Länge heißt dieses Sprichwort: 塞翁失马，焉知非福 (Sài Wēng shī mǎ, yān zhī fēi fú), besteht also aus zwei Mal vier Schriftzeichen, wörtlich übersetzt „Sài Weng verliert ein Pferd, wie wissen nicht ein Segen?“ Im Deutschen wird dies gern mit „Glück im Unglück“ übersetzt. Das chinesische Cheng Yu entspricht aber nur teilweise unserem deutschen Spruch, denn damit meinen wir ja: wenn etwas Unglückliches geschieht, etwa ein Unfall, bei dem man nur eine Schürfwunde bekam, während es durchaus aber auch zu einem Beinbruch oder noch Schlimmerem hätte kommen können, hatte man also Glück im Unglück. Das chinesische geht viel weiter und bedeutet: Selbst wenn etwas Schlimmes geschieht, kann sich daraus etwas Gutes entwickeln (und umgekehrt). Die Akzente auf den Silben bezeichnen die Betonung, die im Chinesischen als tonale Sprache für die Verständigung entscheidend ist.

¹² Den Text habe ich teilweise entnommen aus <https://ostasieninstitut.com/enzyklopaedie/saios-pferd-%e5%a1%9e%e7%bf%81%e3%81%8c%e9%a6%ac-saio-ga-uma/und> nachbearbeitet. Abdruck mit freundlicher Genehmigung des Instituts.