PFREUNDSCHUH
in Heidelberg

GERHARD PFREUNDSCHUH

Mathe in der Würfelwelt

anschaulich und begreifbar

Neu- und Kurzfassung

Heidelberg 2025

https://www.pfreundschuh-heidelberg.de/downloads/soziale-volkswirtschaft/Mathe_Wuerfelwelt_Neu-Kurzfassung.pdf

Gerhard Pfreundschuh

Mathe in der Würfelwelt

anschaulich und begreifbar

Neu- und Kurzfassung

Heidelberg 2025

Einleitung

Ein wichtiges Ziel im Bürgerstaat ist: „Mittlere Reife für alle“. Das ergibt sich aus dem übergeordneten strategischen Ziel „Mittelstand für alle“.[1] Nach den Pisa-Ergebnissen erreicht ein Viertel bis ein Drittel unserer Schüler dies nicht.

Die Würfelwelt kann hier helfen. Sie ist eine anschauliche und mit Händen greifbare Hinführung zur Mathe und den MINT-Fächern.[2] Jeder soll es verstehen; und mit dem Verstehen wird der Neugiertrieb geweckt. Erfolgslust und Freude stellen sich ein. Der Einstieg muss gelingen! Dabei gehen wir vom Einfachen zum Höheren. Wir gewinnen zugleich einen Überblick und erkennen Zusammenhänge.

Die Würfelwelt stellt die Zahlenwelt (Arithmetik) und die dazugehörigen Rechenarten (Grund- und höhere Rechenarten) vor. Nicht behandelt wird die klassische Geometrie (Dreiecke, Kreise usw.) Die Würfelwelt entdeckte ich als Student der Volkswirtschaftslehre an der Mannheimer Uni. Wir mussten uns nochmals von Grund auf mit *„Mathematik für Wirtschaftswissenschaftler“* beschäftigen.

Dabei zeigte sich, dass alle verlangten Rechenarten ein *Vergrößern oder Verkleinern* bzw. ein *Wachsen oder Schrumpfen* sind. Das gilt für die Grundrechenarten der Grundschule (plus, minus, mal, geteilt) und ebenso für die höheren Rechenarten der Mittelstufe (potenzieren, radizieren, logarithmieren). Es gilt auch für das hier nicht behandelte Differenzieren und dessen Umkehrung, das Integrieren, der Oberstufe.[3]

[1] Siehe https://pfreundschuh-heidelberg.de/downloads/der-buergerstaat/der-buergerstaat-kapitel-3.pdf „Strategische Ziele des Bürgerstaats“

[2] Mint = Mathe, Informatik, Naturwissenschaften und Technik. Technik ist Anwendung der übrigen Mintfächer.

[33] Steigt eine Kurve, dann zeigt das beim Differenzieren, dass die Menge mit der Zeit größer wird. Das Gegenteil erfolgt, wenn eine Kurve fällt. Die Menge schrumpft. (Ein klassisches Beispiel ist der Schweinezyklus.)

Ein erster Überblick

Mit Würfeln lassen sich die höheren Rechenarten und ihr innerer Zusammenhang anschaulich und greifbar darstellen. Als Beispiel nehmen wir die Zahl 3. Sie soll vom Ursprung ($1 = 3^0$) bis zur vierten Ausdehnungsart (Dimension) wachsen. Das zeigt folgende Abbildung.

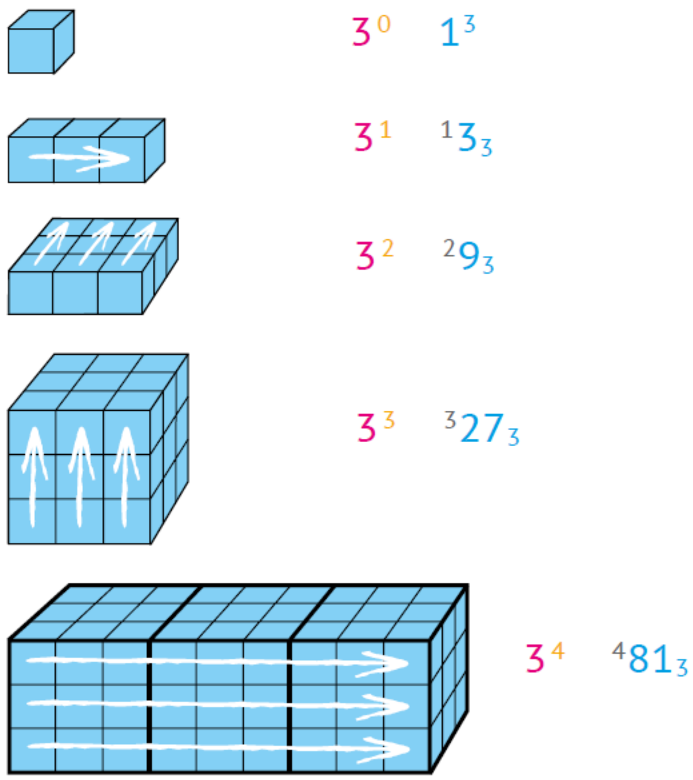


Abbildung 1

Wir können auch mit herkömmlichen Gleichungen schreiben:

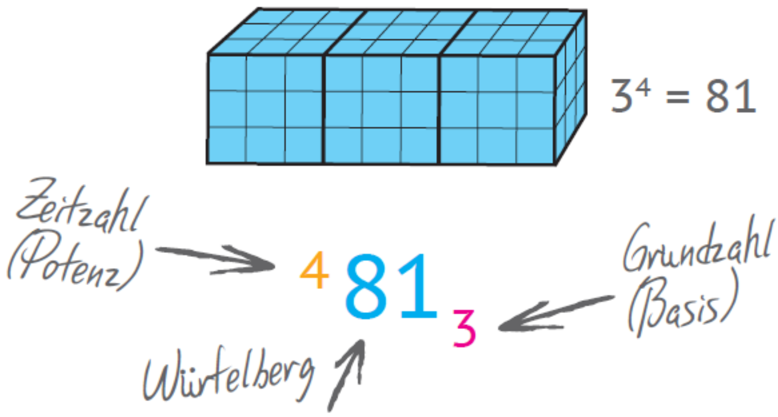
$$3^0 = 1$$
$$3^1 = 3$$
$$3^2 = 9$$
$$3^3 = 27$$
$$3^4 = 81$$

Dabei ist 3 die **Grundzahl** (Basis), die wächst.

Die Hochzahlen (Potenzen) von 0 bis 4 zeigen die Wachstumsschritte, die Anzahl der Wiederholungen.[4] Wir nennen die Potenz **Zeitzahl.** Denn wachsen heißt, mit der Zeit größer werden.

Das Ergebnis der Wiederholungen nennen wir den **Würfelberg**. Es ist die Anzahl der Würfel, die nach jedem Wachstumsschritt insgesamt entstanden sind. Jeder Würfel ist ein Einser, nämlich 1 cm x 1 cm x 1 cm = 1 cm^3 – Statt mit den Fingern rechnen wir mit Würfeln.

Bei der Wahl des Maßstabs sind wir frei. Wir könnten unsere Würfel statt mit cm auch in Metern usw. darstellen. Wir müssen nur beim gewählten Maß bleiben.[5] Die folgende Abbildung zeigt den **Zusammenhang der Rechenarten**.



$3^4 = 81$	Wachsen	(auf 81)
$\sqrt[4]{81} = 3$	Schrumpfen	(auf 3)
$\log_3 81 = 4$	Die Zeit zählen	(4-mal wachsen)

Abbildung 2

[4] Wiederholung ist das Gegenteil von Gleichzeitigkeit. Wiederholen geht nur mit der Zeit. In der Biologie bedeutet der Ausdruck ‚Potenz', die Fähigkeit einer Zelle, eines Keimes oder eines Gewebes sich zu entwickeln, also die Fähigkeit zu wachsen.

[5] Früher rechnete man auch mit menschlichen Maßen: Elle, Fuß.

Wir nehmen die vierte Ausdehnungsart (Potenz), weil es herkömmlich heißt, die vierte Dimension sei bildlich nicht darstellbar. Wir bleiben bei der Grundzahl 3, die wir viermal wachsen lassen: $3^4 = 81$.

Das Wurzelziehen (Radizieren) ist die Umkehrung des Potenzierens, also ein Schrumpfen bis zur Grundzahl 3. $\sqrt[4]{81} = 3$

Das Logarithmieren entpuppt sich nun schlicht als die „Zeit zählen" oder die Anzahl der Wachstumsschritte zählen. $\log_3 81 = 4$

„Der Logarithmus aus 81 zur Basis 3 ist 4." Oder in *einfacher Sprache*

„Die Zeitzahl zu 81 bei der Grundzahl 3 ist 4." Oder *ganz einfach*

„Wenn die Grundzahl 3 sich viermal verdreifacht, so ergibt das 81."

Die Darstellung der Dimensionen in der Würfelwelt

Wir zeigen nun, worin sich die herkömmliche Darstellung der Dimensionen von jener in der Würfelwelt unterscheidet. Nehmen wir die dritte Ausdehnungsart (Dimension) mit der Grundzahl 3. Wir könnten auch jede andere ganze Zahl als Grundzahl (Basis) nehmen.[6]

$$3^3 = 27$$

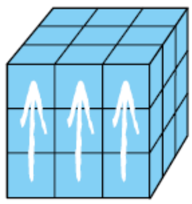


Abbildung 3

Wir gehen nun von dieser dritten Dimension zurück auf die zweite Ausdehnungsart. Wir sehen dann auf dem folgenden Bild, dass aus dem

[6] Das wäre ab 4 aber zu großräumig und schlecht zu zeichnen.

Würfeln ein Brett mit 9 Würfeln (unterste Ebene) geworden ist. Dieses Brett hat die Breite 3 cm, die Tiefe von 3 cm und die Höhe von 1 cm.

$$y = 3^2 = 3 \times 3 \times 1 = 9$$

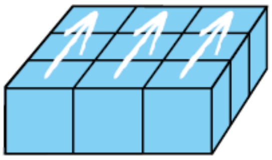


Abbildung 4

Anders sieht es die herkömmliche Geometrie. Sie geht auf die griechischen Väter der Geometrie, Euklid (um 300 v. Chr.), Archimedes (285–212 v. Chr.) u.a. zurück. Die Fläche hat da keine Höhe; es wird von Fläche gesprochen, wenn die Abbildung keine Höhe hat.[7]

Genauso ist es bei der zweiten Dimension. Bei uns wird aus dem Brett ein Balken; er hat die Maße 3 cm x 1 cm x 1cm.

$$y = 3 \times 1 \times 1 = 3$$

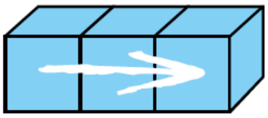


Abbildung 5

Wenn wir nun den Balken wieder um das Dreifache schrumpfen lassen, dann ist das Ergebnis 1.

$$y = 1 \times 1 \times 1 = 1$$

[7] Das ist falsch. Denn es gilt: $y = 3 \times 3 \times 0 = 0$ Eine Fläche ohne Höhe ist null; und null oder nix ist unsichtbar.

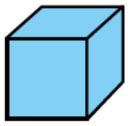


Abbildung 6

Das gilt für jede Zahl. Jede Zahl, die nochmals um den eigenen Wert schrumpft, landet bei Eins, d.h. sie wird zum Einser: $y = 3^0 = 1$

Das ergeben die Potenzregeln. Danach wird in unserem Beispiel (Grundzahl 3) beim Potenzieren das bisherige Ergebnis (bei uns der Würfelberg) jeweils verdreifacht: $y = 3^3 = 27$ / $27 \times 3 = 81$ und $81 \times 3 = 243$ Das Wachsen ist stets eine Verdreifachung. Umgekehrt ist Schrumpfen jeweils ein Verkleinern um das Dreifache, also geteilt durch 3. Damit ist $243 : 3 = 81$ oder $81 : 3 = 27$ usw. Die letzte Schrumpfung ist: $3 : 3 = 1$ Bei der Grundzahl (Basis) 2 gilt entsprechend: $2 : 2 = 1$ usw.

Daher gilt allgemein, jede Zahl dividiert durch sich selbst ist 1

In der Würfelwelt ist auch das einsichtig. Die Zeitzahl oder Potenz zählt die Wachstumsschübe. Wenn noch kein Wachstum erfolgt ist, dann sind wir noch im Ursprung, beim Einser, den wir *Urwürfel* nennen.

Der geheimnisvolle Urwürfel

Im Urwürfel *stecken alle Zahlen*, bevor sie begonnen haben zu wachsen. Denn jede Zahl, für die wir hier a schreiben, hoch null ist 1. ➔ $a^0 = 1$

Im Urwürfel ist auch *die Zeit eingesperrt*. Denn 1 hoch jede Zeitzahl bleibt 1. ➔ $1^a = 1$ Dazu einige Beispiele: $1^1 = 1$; $1^2 = 1$; $1^3 = 1$ …. $1^\infty = 1$

Der Ursprung oder die Ausdehnungsart Null ist nach herkömmlicher Sicht (z.B. Euklid) ein Punkt. Ihm wird noch gar keine, also null

Ausdehnung zugeschrieben. Der Punkt hat den Mathematikern bis heute schon viel Kopfzerbrechen bereitet.

Nach Euklid (um 365 – um 300 v. Chr.) und den Vätern der klassischen Geometrie, ist der Punkt ein Etwas, das **keine Teile** hat. Der Punkt entspricht somit der altgriechischen Vorstellung vom Atom, das wörtlich das ‚Unteilbare' heißt. Punkt oder Atom sind danach das kleinste Etwas, in das alle Dinge der Welt zerlegt werden können. Kleiner geht nicht![8]

Nach Max Planck, dem Vater der Quantenphysik, gilt, dass die winzig kleine „Planck-Länge" der Ursprung oder Ausgangspunkt aller Ausdehnung ist; und Planck setzte die Plancklänge gleich 1. Unterhalb der Planck-Länge sind die Gesetze von Raum und Zeit, die Einstein aufgestellt hat, nicht mehr anwendbar. Es gilt die Quantenphysik.[9] Heutige Physiker vermuten hier sogar das **‚Urmaß' der Natur**.[10] Die Planck-Länge ist winzig klein. Der Physiker Brian Greene veranschaulicht es so: *„Wenn wir ein Atom auf das Ausmaß des uns bekannten Universums vergrößern, würde die Planck-Länge kaum die Höhe eines durchschnittlichen Baumes erreichen."*[11]

Seit dem deutschen Mathematiker David Hilbert (1862 - 1943) kann ein Punkt auch aus einem Zahlenpaar (Punkt der Ebene: 1^2) bestehen oder aus einer Zahlen-Dreiheit (Zahlentripel - Punkt des Raumes: 1^3). Ein Punkt kann sogar allgemein aus einer geordneten Zahlen-Vielheit bestehen (Zahlen-n-tupel - Punkt des viel- oder n-dimensionalen Raumes, z.B. 1^n oder Zahlen-Vielheit wie $1^{10.000}$). Seit Hilbert wird so ein Punkt definiert. In einem Teilgebiet der Raumlehre, das sich synthetische Geometrie nennt, wird der Punkt als undefinierbarer Grundbegriff

[8] Wir wissen, dass gemäß heutigem Wissen auch ein Atom in viele kleinere Teile zerlegt werden kann.
[9] Silvia Arroyo Camejo, Skurrile Quantenwelt, Heidelberg 2006 (Das Buch wurde von einer sehr intelligenten Schülerin vor ihrem Abitur geschrieben und fand auch in der Fachwelt große Beachtung.)
[10] Barrow, John D., Das 1x1des Universums, neue Erkenntnisse über die Naturkonstanten, Frankfurt / M. 2004
[11] Greene, Brian, Das elegante Universum, a.a.O., S. 160

bezeichnet; und eine Linie als die Bahn eines bewegten Punktes. Mathematiker sagen auch, die Linie ist ein abstraktes eindimensionales geometrisches Gebilde. Das sind unklare Aussagen, unter denen wir uns nichts Genaues vorstellen können. – Wir sagen dagegen im Ursprung, dem Urwürfel, stecken alle Zahlen und alle Zeiten.

Denn wenn im Punkt schon der Raum steckt (1^3), warum dann nicht auch in der Linie und der Fläche, die aus dem Punkt herausgewachsen sind? Und wenn eine Linie überhaupt keine räumliche Ausdehnung hätte, dann könnten wir sie gar nicht sehen.

Zunächst fragte ich mich, warum die Klassiker wie Euklid das nicht so sahen. Nach ihm gilt: „Eine Länge ohne Breite ist eine Linie." Oder „Was nur Länge und Breite hat, ist eine Fläche." Nehmen wir die Linie. Wenn sie keine Breite bzw. körperliche Ausdehnung hat, können wir sie nicht sehen. Selbst der Bleistiftstrich auf einem Blatt Papier hat mikroskopisch betrachtet eine Breite oder körperliche Ausdehnung aus Grafit. Will ich eine Linie vom Darstellungsmedium Papier lösen, dann wird sie im freien Raum mindestens ein Faden; ein Nix ist da unsichtbar, nicht vorhanden.

Da mir fiel dann ein, dass Euklid seine geometrischen Figuren in den Sand zeichnete. Sie waren Einkerbungen bzw. Vertiefungen im Sand, d.h. keine Körper. Und die Römer zeichneten auf Wachstäfelchen, ritzten darauf ihre Figuren ein. Wenn das Wachs wieder glattgezogen war, kam es zur „tabula rasa". Wir sagen dazu „leeres, unbeschriebenen Blatt".

Erlebnisbericht

Nachdem ich Geschichte und Jura studiert hatte, stellte ich fest, mir fehlt der tiefere Einblick in die Wirtschaft. Ohne Wirtschaft samt Statistik verstehst du den Staat und die Gesellschaft zu wenig oder nicht. Wegen der Nähe zu Heidelberg entschied ich mich für die Uni Mannheim, die einen sehr guten Ruf hatte. Allerdings war das Studium dort sehr mathematisch ausgerichtet und galt als sehr schwer. Mathe und Statistik waren von Grund auf, von den Anfängen an zu lernen und zu können.

Gleich beim Einstieg in die Zahlenwelt (Arithmetik) begann es mit den Dimensionen: Punkt, Linie, Fläche, Raum. Und dann hieß es: Mehr, die vierte Dimension, lässt sich bildlich bzw. grafisch nicht darstellen.

Das war Allgemeingut. Mein Schwiegervater war als Schüler ein sehr guter Mathematiker und später auch ein sehr guter Jurist. Er hatte mit seinem ältesten Bruder jeden Kontakt abgebrochen, weil der sagte, er könne die 4. Dimension abbilden. Mit einem „Verrückten" wollte mein Schwiegervater nichts zu tun haben. Ich war also gewarnt.

Doch mir ließ das keine Ruhe. Und als ich eines Tages mit einem Würfel in der Hand eine kleine Stiege in unserem Haus hinaufstieg, da kam mir plötzlich der Gedanke: „Wenn aus dem Würfel die rechte Seite einfach herauswachsen würde. So wie aus dem Punkt eine Linie wird?" Ich spürte sofort: „Das ist es!" Ich eilte an meinen Schreibtisch und male den Würfel 3^3 und dann den Balken mit 3^4.

Und *Wachsen ist, mit der Zeit größer werden*. Als kleiner Bub wurde ich von meiner Mutter oft an einen weiß lackierten Türrahmen gestellt. Über meinem Kopf machte sie einen Bleistiftstrich samt Datum. Nach einiger Zeit musste ich dort wieder hinstehen. Ein neuer höherer Strich zeigte uns, wie viel ich gewachsen war. – Schlagartig fiel mir ein, dass Einstein die Zeit als die 4. Dimension bezeichnet hat. Dazu passt das oft gehörte Einstein-Zitat: *„Ein mystischer Schauer ergreift den Nichtmathematiker, wenn er von ‚vierdimensional' hört, ein Gefühl, das dem vom Theatergespenst erzeugten nicht unähnlich ist. Und doch ist keine*

Aussage banaler als die, daß unsere gewohnte Welt ein vierdimensionales zeiträumliches Kontinuum ist.“[12]

Ein frühes Manuskript der Würfelwelt schickte ich an die Uni Marburg und erhielt die Rückmeldung: „Ihr Artikel ist ein interessanter Beitrag zur grafischen Darstellung der Raum-Zeit-Dimension.“[13]

In der Würfelwelt verschwindet der mystische Schauer beim Vierdimensionalen. Denn die ***Verknüpfung von Raum und Zeit*** kann gezeigt werden. Wir können sehen und begreifen, wie untrennbar Raum und Zeit miteinander verbunden sind. Nehmen wir unseren Raum-Zeit-Körper von oben aus *Abbildung 1*. Er wächst vom Einser bis zur 4. Dimension. Wachsen heißt mit der Zeit größer werden. Als Zeitmaß wählen wir die Stunde. Mit jedem Glockenschlag zu jeder vollen Stunde wächst der Würfelberg jeweils um das 3-fache. Denn unsere Grundzahl (Raummaß) ist ein Dreier. Das lässt sich unendlich fortsetzen.

Nun verkürzen wir das Zeitmaß für das Wachstum auf eine viertel Stunde; die Turmuhr schlägt ja viertelstündlich. Jetzt wächst der Raum-Zeit-Körper viertelstündlich um das 3-fache. – Entsprechendes gilt, wenn wir die Grundzahl (Basis bzw. das Raum-Maß) ändern. Nehmen wir statt der Grundzahl 3 nun einen Vierer. Jetzt wächst der Raum-Zeit-Körper, unser Würfelberg, bei jedem Glockenschlag um das 4-fache. Bei der Grundzahl 2 erfolgte nur je eine Verdoppelung, wie bei Zellteilungen.

[12] Albert Einstein, Über die spezielle und die allgemeine Relativitätstheorie (Gemeinverständlich), Braunschweig 1920, S. 37

[13] Siehe in der Anlage die ganze Email

Brücke zu den Naturwissenschaften

Plötzlich fand ich die Naturwissenschaften und vor allem den Blick ins Weltall äußerst spannend. Denn das All war nach der Urknall-Theorie ein ständig wachsender Raum-Zeit-Körper – wenn auch nicht in Würfelform.[14] Ein Neffe empfahl mir das Buch von Greene, Das elegante Universum.[15] Wenn ich dabei die Würfelwelt vor Augen hatte, dann konnte ich mir die dortigen Ausführungen vorstellen, sie begreifen. Dabei kann es durchaus sein, dass ich mir auch falsche Vorstellungen machte. Doch das schadet nicht; es trübte nicht die Freude an diesem Mint-Fach.

So soll das Weltall nach dem Urknall sich inflationär, besonders schnell ausgedehnt haben. Die Zeit kann schneller abgelaufen sein und die Wachstumsschritte, die Vervielfachungen können größer gewesen sein (z.B. statt einer Verdreifachung eine Verzehnfachung usw.).

Dazu ein Beispiel aus dem Leben. Die Schulkameraden Max und Otto waren die ganze Schulzeit die beiden Kleinsten der Klasse. Nach dem Abitur ging der Max zum Militär. Dort machte er einen Wachstumsschub; er wurde über 1,80 m groß. Beim nächsten Klassentreffen verschlug es dem Otto die Sprache. Er umkreiste den Max, schaut nach oben, nach unten und stammelte: „So eine Gemeinheit." – Auch unser Körper ist in der Kindheit und Jugend ein wachsender Raum-Zeit-Körper mit jeweils eigenen Zeit- und Raummaßen (Zellgrößen).

Wenn sich jedoch im Weltall nichts schneller als mit Lichtgeschwindigkeit ausdehnen kann, dann wird das Inflationsmodell nach dem Urknall fraglich. Und dazu die aufsehenerregende Theorie, dass sich die Zeit verlangsamt, wenn sich ein Flugkörper der Lichtgeschwindigkeit nähert – bis sie stillsteht. Auch der Raum soll dabei gestaucht werden. Das ist einsichtig. Wenn das Weltall sich mit Lichtgeschwindigkeit ausdehnen

[14] Nach Einstein beeinflussen Masse und Energie die Raumzeit: Masse und Energie verzerren die Geometrie der Raumzeit um sich herum. Das alles lässt sich – auch anschaulich – vertiefen. Es wird immer spannender.

[15] Brian Greene, Das elegante Universum, Berlin 2006

würde, was ungeklärt ist, dann könnte ein noch schnelleres Flugobjekt den Raum-Zeit-Körper, das Weltall, verlassen. Das ist nicht vorstellbar.

Wir müssen bescheiden sein; das gilt auch für die größten Astrophysiker. Denn unsere Vorstellungen (Hypothesen) können wir nie verifizieren, als wahr und wirklich verkünden. Neue Entdeckungen führen zu neuen Modellen und Theorien. Damit stoßen wir auf des „Popper-Kriterium“.[16]

Nach ***Karl Popper,*** meinem Lieblingsphilosophen, gilt in der Wissenschaft, dass wir nie die Wahrheit erkennen können. Wir machen immer dann Fortschritte, wenn wir bisherige „Wahrheiten“ oder Modelle widerlegen. Wir denken schon in Modellen; aber das sind verkürzte und somit unrichtige Abbildungen der Wirklichkeit. Wir fügen sie im nächsten Schritt zu umfassenden, aber widerlegbaren Theorien zusammen. Was nicht widerlegbar (falsifizierbar) ist, ist nicht Wissenschaft, sondern Glaube oder Ideologie.

Karl Popper hat zusammen mit dem Neurologen John Eccles das Buch „Das Ich und sein Gehirn“ veröffentlicht. Darin begründet Eccles, warum wir nur unvollkommen die Umwelt erkennen können; und er zitiert dazu den bekannten Gehirnforscher Mountcastle:

> „Jeder von uns glaubt von sich selbst, dass er direkt in der Welt, die ihn umgibt, lebt, ihre Gegenstände und Ereignisse genau fühlt und in einer realen und gegenwärtigen Zeit lebt. Ich behaupte, dass dies Illusionen der Wahrnehmung sind, denn jeder von uns begegnet der Welt mit einem Gehirn, das mit dem, was ‚draußen' ist, über wenige Millionen gebrechliche sensible Nervenfasern verbunden ist. Diese sind unsere einzigen Informationskanäle, unsere lebendigen Verbindungen zur Realität. Diese sensiblen Nervenfasern sind keine high-fidelity-Empfänger, denn sie heben bestimmte Reizmerkmale hervor und vernachlässigen andere. … Empfindung ist eine Abstraktion, nicht eine Replikation der realen Welt.“[17]

---

[16] Nach dem „Popper-Kriterium“ können wir nichts „verifizieren“, sondern nur bisheriges „falsifizieren“.

[17] Zitiert nach Karl R. Popper und John C. Eccles, Das Ich und sein Gehirn, München 1982, S. 312

Popper hat daraus das ***„Drei-Welten-Modell“*** entwickelt. Die reale Welt um uns nennt er die *„Welt 1“* (Gesetze der Natur). Sie unterscheidet sich von der *„Welt 2“* (Gesetze des Denkens), den Vorstellungen von der Welt in unserem Kopf. Dann gibt es noch die *„Welt 3“.* Die gemeinsame Welt der Erzeugnisse des menschlichen Geistes – von Mythen und Religionen über Musik, Kunst und Technik bis zu wissenschaftlichen Theorien.[18]

Die „Welt 3 können wir mit dem bekannten Sozialwissenschaftler, nämlich Norbert Elias, „die Eigengesetzlichkeit der gesellschaftlichen Verflechtungserscheinungen“ nennen.[19] Damit ist nichts anderes als die jeweilige menschliche Kultur gemeint. Denn die Vorstellungen, Modelle und Theorien von Einzelpersonen werden durch die Sprache und Wissenschaft in einer kulturellen Gemeinschaft zu einem gesamten, weithin gemeinsamen Denken und Handeln. Damit wirkt die Menschheit auf die Welt 1, die natürliche Umwelt, ein und verändert sie. – Wir wissen, es ist nicht immer zum Vorteil der Welt 1. Die drei Welten sind nicht deckungsgleich.

Der Wirtschaftswissenschaftler Alfred Stobbe sagte es so: „Unabhängig von der Darstellungsart (in verbaler, grafischer oder mathematischer Form) gilt jedoch, dass man nur in Modellen über die Realität sprechen und denken kann.“[20] Wenn wir uns die Wirklichkeit verständlich machen wollen, dann sprechen wir in Begriffen, Modellen und Theorien.

Unter diesem Vorbehalt empfehle ich dazu mein Buch „Mathe in der Würfelwelt“ mit seinen zahlreichen Brücken zu den Naturwissenschaften. Naturwissenschaftlich bin ich ein spätberufener, interessierter Laie. Doch ich habe mir viele Gedanken gemacht und einige Bücher gelesen, weil

---

[18] Popper und Eccles, a.a.O., S. 31, 36 f.
[19] Elias, Norbert, Über den Prozess der Zivilisation, Bern 1969, Bd. II, S. 314 f.
[20] Alfred Stobbe, Gesamtwirtschaftliche Theorie, Heidelberg 1975, S. 24

mich nach der anschaulichen und begreifbaren Würfelwelt der Wissensdurst packte.

Unsere Welt im 21. Jahrhundert

Bildung heißt, die Welt verstehen, sich von ihr ein Bild zu machen.[21] Da stehen wir am Beginn des 21. Jahrhunderts vor zwei großen Toren. Wir können *1.) in die Welt der kleinsten Dinge* vordringen und so die *Kleinsttechnik* schaffen (Micro, Bio, Nano und KI, d.h. Künstliche Intelligenz). Das sind starke Treiber unserer Wissenschaft, Technik und Wirtschaft. Wir arbeiten täglich im Cyberraum des Internets. Das führt zugleich zu neuen Bedrohungen wie Cyberkriminalität und Cyberkrieg.[22]

Gleichzeitig schauen wir mit Riesenfernrohren immer weiter ins Weltall, *2.) in die Welt im Großen*. Dem widmet sich die *Astrophysik*. Das alles ist sehr spannend, ja aufregend.

Wenn andere abends vor dem Fernseher saßen, habe ich gelesen.[23] So stieß ich auf den „beliebtesten Mathematik-Professor Großbritanniens", den „Mathe-Guru" Ian Stewart und sein Buch „Welt-Formeln – 17 mathematische Gleichungen, die Geschichte machten".[24] Darin wagt er am Ende einen Ausblick in die Zukunft der Mathe: „Was kommt als nächstes?"[25] Er meint, das Programmieren und die digitale Welt könnten womöglich die Mathe stark verändern. „Einige Wissenschaftler mit Erfahrung im Programmieren glauben, dass wir uns von traditionellen Gleichungen insgesamt lösen sollten, insbesondere den kontinuierlichen

---

[21] Eine sächsische Definition: „Bildung heißt, den Kindern helfen, die Welt zu verstehen."

[22] Zur Cyberwehr als 4. Teilstreitkraft: Bausteine des Bürgerstaats https://pfreundschuh-heidelberg.de/downloads/bausteine-des-buergerstaats/bausteine-des-buergerstaats-kapitel-5.pdf

[23] Meine Eltern hatten einen Fernseher, wir nicht, soweit ich mich zurückerinnern kann.

[24] Ian Stewart, Weltformel, 17 mathematische Gleichungen, die Geschichte machten, Reinbek bei Hamburg, 2014

[25] Jan Stewart, a.a.O., S. 503 ff.

wie den gewöhnlichen und partiellen Differentialgleichungen. Die Zukunft ist diskret [sprunghaft], sie ist nur in ganzen Zahlen zu fassen, und Gleichungen sollten Algorithmen [Rechenfolgen] Platz machen – Rezepten, um Dinge zu berechnen. Statt Gleichungen zu lösen, sollten wir die Welt digital mit Hilfe von Algorithmen simulieren. Tatsächlich könnte die Welt digital sein." Unsere Würfelwelt mit ihren ganzen Zahlen, die sich nicht kontinuierlich, sondern in Wachstumsschüben vergrößern oder verkleinern, entspricht dem. Kurzum, Stewart fordert, mit Mathe, die Welt 1, die Natur zu erklären.

So schreibt Stewart weiter: „Andererseits ist es völlig glaubwürdig, dass wir schon bald neuartige Naturgesetze finden könnten, die auf diskreten digitalen Strukturen und Systemen beruhen." Dabei kommt er ganz nah an unsere Darstellungsweise heran. Er spricht von „zellulären Rechenautomaten": „Es handelt sich dabei um eine Reihe von Zellen, typischerweise kleine Quadrate, von denen jede in einer Vielzahl unterschiedlicher Zustände existieren kann. Die Zellen wechselwirken mit ihren Nachbarzellen nach festen Regeln." Unsere Zellen sind keine Quadrate, sondern Urwürfel, in denen alle Zeit eingesperrt und alle Dimensionen aufgewickelt sind.[26] Auch beim Wachsen des Menschen wechselwirken die mit Genomen bestückten Zellen miteinander.[27]

Schließlich kommt Stewart zu einer ganz pragmatischen, typisch britischen Schlussfolgerung: „Es zählt, welches [Rechensystem] am effektivsten Probleme löst und Einsichten liefert."

---

[26] Von „aufgewickelten Dimensionen in einem mehrdimensionalen Klümpchen von Planck-Größe" sprechen auch Astrophysiker, z.B. Brian Greene, Das elegante Universum, a.a.O., S. 414

[27] „Ein Genom ist die Gesamtheit aller Erbinformationen (DNA/RNA), die in jeder Zelle gespeichert sind."

Wie sagen wir es unseren Kindern?

Um den Kindern zu helfen, damit sie die Welt verstehen, muss unsere Sprache alters- und kindgerecht sein. Der Empfänger der Nachricht muss sie verstehen. Das ist die wichtigste Botschaft an die Sender, die zu gern und bequem nur ihre Sicht, ihren „wissenschaftlichen" Weg zu ihrer Erkenntnis verkünden. Dazu ein Beispiel.

Ich erlebte den Sprung von der elektrischen Schreibmaschine zur EDV. Niemand der vielen Beschäftigten hatte davon je etwas gehört. Schon Jahre zuvor im Einführungskurs für den höheren Dienstes waren wir jungen Nachwuchsbeamten mit Bits und Bytes, mit dem Zweier-System von Zahlen (auch: Dual- oder Binärsystem) usw. verwirrt worden. Das war alles mehr abschreckend als erhellend. Als Landrat musste ich dann ab 1981 in unserer Verwaltung die Umrüstung von elektrischen Schreibmaschinen auf die EDV-mäßige Textverarbeitung durchführen.

Wir hatten einen sehr gewieften, jungen stellvertretenden Kämmerer, den Peter Korth; der sich damit leidenschaftlich und gern beschäftigte. Er hatte nun an einem Nachmittag allen gestandenen, alten und jungen Amtsleitern und mir eine Einführung in die neue Bürotechnik zu geben. Mit Begeisterung sprach er wieder von Bits und Bytes, vom Abschied von Lochkarten und der Einführung von EDV-Rechnern und Textverarbeitung am Arbeitsplatz. Damit es nicht zu lang dauerte, wählte ich für solche Veranstaltungen immer den Freitagnachmittag. Da wollte niemand bis zum Dunkel-werden im Amt sitzen.

Danach nahm ich den Peter Korth noch mit auf mein Dienstzimmer. Ich bedankte mich und sagte: „Herr Korth, wir haben jetzt Freitagnachmittag. Sie haben bis Montag Zeit, sich etwas einfallen zu lassen. Erklären Sie die neue EDV so einfach, dass unsere Schreibkräfte es verstehen und gern ihre elektrischen Schreibmaschinen gegen Bildschirm und Tastatur eintauschen.“ Der Peter Korth zupfte sich wie immer in solchen Fällen an seinem kurzen Bart und meinte: „Eine verdammt schwere Aufgabe!“ „Herr Korth, Sie sin‘ g‘scheid, Sie könne‘ des“, sagte ich zum Abschied.

Am Montagmorgen passte mich der Peter Korth schon auf dem Flur ab. Er strahlte und zupfte wieder an seinem Bart: „Ich hab‘s“, sagte er. Freudig nahm ich ihn mit in mein Dienstzimmer und wir setzten uns entspannt bei einer Tasse Tee an den Besprechungstisch. „Die EDV ist ganz einfach“, begann er. „Des is genau de‘ richtige Einstieg“, sagte ich freudig. „So ein Computer ist eine ideale ***Schreibmaschine***. Die Schreibkräfte brauchen kein Tipp-Ex mehr. Alles kann auf dem Bildschirm problemlos verbessert und dann neu ausgedruckt werden. Dann ist die EDV ein großer ***Karteikasten***. In Sekunden kann ich jede Adresse finden, auf meinen Bildschirm holen und in einen Brief einfügen. Schließlich ist der Computer eine ganz komfortable ***Rechenmaschine***. Ich kann z. B. schnell durch die Eingabe von abgefragten Zahlen die Sozialhilfe ausrechnen lassen.

Und jetzt kommt noch ein Knüller. Ich kann all diese Aufgaben verknüpfen. Die Sachbearbeiterin holt das Muster „Sozialhilfebescheid“ auf den Bildschirm. Sie setzt die Anschrift ein, passt den Text dem Fall an und lässt die Maschine die Sozialhilfezahlung ausrechnen.“ (Inzwischen ist nur noch dazugekommen, dass mein Rechner auch eine ***Fernmeldezentrale*** mit weltweitem Internet-Anschluss ist.) Ich war begeistert: „Erzählen Sie niemand mehr etwas von Bits und Bytes und sonstigen Hexenwörtern. Zeigen Sie allen den Nutzen und wie‘s geht. Sie müssen nun ein Schulungsprogramm aufbauen – vom ganz Einfachen zum Schwierigeren. Und dann brauchen wir noch ein Unterstützer-Team, das bei Schwierigkeiten am Arbeitsplatz hilft.“

Die ganze Republik jammerte damals über die Verweigerungshaltung der Leute gegenüber der EDV. Von großen „Akzeptanzproblemen“ bei der neuen Technik wurde gesprochen und noch mehr geschrieben. Bei uns rissen sich die Leute um die Fortbildung und die neuen Maschinen. Da kam uns noch ein Zufall zu Hilfe. Ein vorlauter, kluger und immer etwas aufsässige Amtsleiter, der deswegen auch lange Personalrat war, schrieb in unserer Hauszeitung „Die Büroklammer“: „Bis auf meinem Bildschirm ein Wort auftaucht, habe ich es schneller in gotischen Lettern auf einen Grabstein gemeißelt.“ Ich lobte ihn wegen des guten Witzes und sagte: „Kää Engschd [keine Angst] Herr Fleißner, Ihr Amt kriegt die neue‘ Geräte als letztes.“

Doch nach einiger Zeit kam er reumütig angeschlichen. Seine Mitarbeiterinnen beschwerten sich immer bitterer. Viele Leute hätten schon die neuen Maschinen, doch in seinem Amt stünde noch keine einzige. Bei ihm müssten alle noch auf den klapprigen elektrischen Schreibmaschinen herumhacken. Ich dürfe doch seine Leute nicht bestrafen, nur weil er einen guten Witz gemacht habe. Sein Amt wurde dann ins laufende Beschaffungsprogramm aufgenommen

Was ist die entscheidende Erkenntnis? Wir müssen den Blickwinkel ändern: weg vom Entwickler – hin zum Anwender. Dessen Nutzen muss im Mittelpunkt stehen, nicht die Technik; sie soll uns nur dienen.

In den VDI-Nachrichten [VDI = Verein Deutscher Ingenieure] meldete sich eine Informatik-Professorin aus Wien zu Wort. Sie fordert ein neues Technikbild, das auch Frauen anspricht. Und sie schildert, wie es eine Universität richtig gemacht hat: „Die Verantwortlichen haben sich nicht nur gefragt, wie sie andere Menschen für das Studium gewinnen können, sondern ob sie das bisher vorherrschende Technikbild wirklich vermitteln wollen. Als Ergebnis dieses Reflexionsprozesses unterstreicht die Universität heute den starken Anwendungsbezug von Technik. Das ganze Studium wurde umgekrempelt. Jetzt beginnt die akademische Ausbildung mit der Frage: ‚Welche Alltagsprobleme lösen wir eigentlich mit technischen Mitteln und technischen Instrumenten?' Durch dieses gewandelte Selbstverständnis ist es gelungen, den Frauenanteil unter den Studenten nachhaltig auf jetzt 42 % zu steigern." Ursprünglich lag er bei 7 %.[28] – Ähnlich urteilte Tina Seidel, Münchner Unterrichtsforscherin, im VDI-Beitrag „über pubertierende Mathematikschüler, kompetente Mädchen und tatkräftige Lehrer in Ostdeutschland."[29]

Jetzt ist noch wichtig, dass wir eine nutzerfreundliche, verständliche Sprache entwickeln, weithin neu erfinden. Das führt uns zum nächsten Kapitel: „Die deutsche Sprache klar und verständlich" – Denn *Sprache muss eine Verständigungsbrücke, keine Verständnissperre* sein. Sie soll vor allem kein Herrschaftsmittel der Fachidioten sein.

[28] VDI-Nachrichten, 21.02.2014 (VDI = Verein Deutscher Ingenieure)
[29] VDI [Verein Deutscher Ingenieure]-Nachrichten, 18.10.2013

Der Verfasser

Gerhard Pfreundschuh, geb. 1941 in Heidelberg, studierte Geschichte, Recht und Wirtschaft (1. juristische Staatsprüfung in München, 2. in Stuttgart, Dipl.-Volkswirt in Mannheim). Mit einem verfassungsgeschichtlichen Thema promovierte er bei Roman Herzog zum Doktor der Verwaltungswissenschaften (Dr. rer. publ.) in Speyer („Entstehung und Merkmale des frühen Rechtsstaats").

Nach Wehrdienst (Major d.R.) und Studium trat er in die Innenverwaltung Baden-Württemberg ein. Danach war er Erster Bürgermeister in Wertheim und von 1981 bis 1997 Landrat des Neckar-Odenwald-Kreises in Mosbach/Baden. Von 1998 bis 2008 war er in Heidelberg Leiter des Steinbeis-Transferzentrums Kommunales Management der Steinbeis-Stiftung Baden-Württemberg. Schwerpunkt war die Untersuchung öffentlicher Sozialer Hilfen in Kommunen und Ländern. Dazu wurde der Lehrgang „Fachanwalt Sozialrecht" erfolgreich abgeschlossen.

Er ist seit 1966 mit Birgit, geb. Kellmann, verheiratet. Sie haben vier Kinder.