

# Das Udenkbare Denken - 4 Dimensionen Verstehen

## Vorschlag für einen Lehrgang in vierdimensionaler Wahrnehmung

Wer sich mit der vierten Dimension befasst, gerät leicht in den Verdacht, sich irrelevanten Spekulationen hinzugeben, oder Science-Fiction-Autor zu sein. Wenn wir aber bedenken, was heute durch den Einsatz neuester Technologien möglich ist, könnte sich dies bald ändern. Durch einen Lehrgang, den ich hier vorstellen will, wird vielleicht bald jeder von uns 4-dimensionale Objekte direkt wahrnehmen können.

## Die Welt ist mindestens 4-dimensional

Zunächst müssen wir uns bewusst machen, dass die 4. Dimension keine Theorie ist. Sie ist vielmehr eine schlichte Tatsache, die sich aus der allgemeinen Relativitätstheorie ergibt. Um hier Missverständnisse zu vermeiden: Ich meine nicht das 4-dimensionale Raum-Zeit-Kontinuum, sondern tatsächlich die 4. **Raum**dimension. (Würden wir also die Zeit mit einbeziehen, kämen wir auf eine 5-dimensionale Raum-Zeit. Dies ist hier aber nicht notwendig, weil es nicht um hohe Geschwindigkeiten gehen wird.)

Die zentrale Aussage der allgemeinen Relativitätstheorie ist, dass der Raum durch die Anwesenheit von Masse gekrümmt wird. In populären Darstellungen wird die Raumkrümmung üblicherweise durch Trichter symbolisiert, die irgendwie im Raum schweben, dies verdeckt aber das eigentliche Problem: Unsere Vorstellung ist massiv überfordert. Raumkrümmung – wie soll man sich das vorstellen?

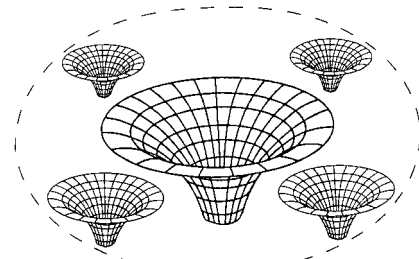
Ein Vergleich wird es klarer machen: Eine eindimensionale gerade Linie lässt sich ohne Schwierigkeit krümmen. Dies lässt sich durch das Biegen eines Drahtes anschaulich darstellen. Dabei wird auch deutlich, dass zum Krümmen des 1-dimensionalen Raumes mindestens eine weitere linear unabhängige Richtung, also mindestens eine weitere Dimension notwendig ist. Wenn wir in der einen Dimension des geraden Drahtes bleiben, können wir ihn strecken oder stauchen – krümmen können wir ihn nicht. Entsprechend kann man einen flachen 2-dimensionalen Raum, repräsentiert durch ein flaches Stück Papier, nur dann krümmen, wenn eine dritte Dimension zur Verfügung steht. Um schließlich einen 3-dimensionalen Raum zu krümmen, benötigen wir eine 4. Dimension.

Stellen wir uns eine Gesellschaft zweidimensionaler Wesen vor, die sich nur 2 Dimensionen vorstellen können. Stellen wir uns weiter vor, dass diese „Flachländer“ auf einer Kugeloberfläche leben. Können sie das auch wissen? Wenn sie mathematisch gebildet sind, können sie messen, dass die Winkelsumme großer Dreiecke deutlich die  $180^\circ$  überschreitet, die in einem flachen Euklidischen Raum zu erwarten wären. Sie müssten daraus folgern, dass ihr 2-dimensionaler Raum nicht flach, sondern gekrümmt ist. Daraus könnten sie folgern, dass ihre 2-dimensionale Welt nur ein Teil einer mindestens 3-dimensionalen Welt ist. Die 3. Dimension könnten sie sich damit zwar noch nicht vorstellen, aber sie hätten sie immerhin nachgewiesen.

Wir selbst sind in einer analogen Situation: Der Raum, den wir gewohnt sind, uns vorzustellen, hat 3 Dimensionen. Da wir sicher sind, dass er gekrümmt ist, steht auch fest, dass der von uns erlebte 3-D-Raum Teil einer mindestens 4-dimensionalen Wirklichkeit ist.



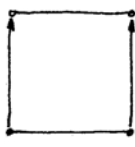
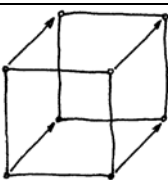
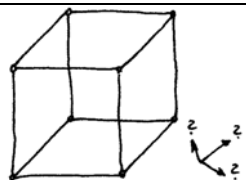
## Eigenschaften 4-dimensionaler Körper

Für das reale Leben hat es zwar keine Relevanz – so zumindest die bisherige populäre Auffassung – aber die Eigenschaften 4-dimensionaler Körper, etwa eines Würfels sind bekannt. Einen 4-D-Würfel können wir sogar verstehen, wenn wir uns bewusst machen, wie es sich mit den „Würfeln“ in bis zu drei Dimensionen verhält. Ein Würfel der Dimension  $n$  lässt sich erzeugen, wenn man einen Würfel der Dimension  $n-1$  in Richtung einer neuen Dimension verschiebt. Mit den üblichen Bezeichnungen kommen wir zu dieser Aufstellung:



Nach der Auffassung der allgemeinen Relativitätstheorie führt die Existenz der Materie zur Krümmung des Raumes.

Trichter symbolisieren die Raumkrümmung [KAR]

Dimensionszahl n	0	1	2	3	4
Name	Punkt	Strecke	Quadrat	Würfel	Tesseract
					

Natürlich haben wir Schwierigkeiten, uns zu entscheiden, in welche Richtung wir den 3-D-Würfel verschieben sollen, um einen Hyperkubus oder Tesseract zu bilden. Dennoch lassen sich weitere Eigenschaften des Tesseraktes durch Analogie verstehen.



Wo ist sie?

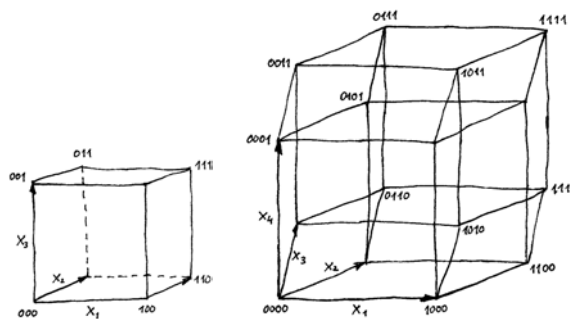
Eckpunkte	1	2	4	8	16
Begrenzungen der Dimension (n-1)	-	2 Punkte	4 Strecken	6 Quadrate	8 Würfel

Immer noch versagt unsere Vorstellungskraft beim Tesseract: Wie soll man sich eine Figur mit 16 Eckpunkten und 8 Begrenzungswürfeln vorstellen?

In dieser Situation hilft es, dass sich die geometrische Gestalt des Tesseraktes einfach bestimmen lässt, indem man die Eckpunkte berechnet. Dazu beginnen wir wieder bei niedrigeren Dimensionszahlen. Stellen wir uns vor, dass der Ursprung des jeweiligen Koordinatensystems in einem Eckpunkt der Figur liegt, dass die Streckenlänge als Einheit gewählt wird, und dass die Figur sich in den positiven Bereich des Koordinatensystems erstreckt. Die Koordinaten aller Eckpunkte lassen sich nun angeben, indem wir alle Kombinationen der Koordinaten 1 und 0 aufschreiben.

Koordinaten der Eckpunkte	-	1 0	(1;1) (1;0) (0;1) (0;0)	(1;1;1) (1;1;0) (1;0;1) (1;0;0) (0;1;1) (0;1;0) (0;0;1) (0;0;0)	(1;1;1;1) (0;1;1;1) (1;1;1;0) (0;1;1;0) (1;1;0;1) (0;1;0;1) (1;1;0;0) (0;1;0;0) (1;0;1;1) (0;0;1;1) (1;0;1;0) (0;0;1;0) (1;0;0;1) (0;0;0;1) (1;0;0;0) (0;0;0;0)
---------------------------	---	--------	----------------------------------	--	--

Bis zum 3-dimensionalen Würfel lässt sich dieser Ansatz durch direkte Anschauung bestätigen. Den 4-dimensionalen Tesseract können wir uns damit zwar immer noch nicht wirklich vorstellen, aber er ist nun bestimmt. Er lässt sich in einem virtuellen 4-dimensionalen Raum eindeutig darstellen. Wenn wir ihn nun auf unsere gewohnte 3-D-Wahrnehmung herunterprojizieren, können wir ein Drahtmodell des Tesseraktes herstellen. Dieses wiederum kann man auf ein Blatt Papier zeichnen. Für die Darstellung der 4. Richtung wenden wir denselben Trick an, den wir von der 2-D-Darstellung eines Würfels kennen: Wir wählen einfach eine neue Richtung im bisherigen Raum.



Schrägbild von Würfel und Tesseract.

Andere elementare 4-dimensionale Körper, z.B. die Kugel, lassen sich auf ähnliche Weise finden. Aus den elementaren Körpern lassen sich komplexere Körper entwickeln. Wenn bei einem Tesseract die Seitenlängen unterschiedlich gemacht werden, erhält man den allgemeineren Fall des 4-dimensionalen Quaders, der durch acht 3-D-Quader begrenzt wird. Lässt man davon einen weg, erhält man das 4-D-Äquivalent einer offenen quaderförmigen Schachtel.

## Was heißt das für uns?

Wir wissen, dass die Realität mindestens 4 Dimensionen hat. Aus der Mathematik wissen wir einiges über die 4. Dimension. Vorstellen können wir sie uns nicht - offenbar gibt es eine ganze Dimension, die unserer Wahrnehmung entgeht. Obwohl wir rationalen Zugang zur 4. Dimension haben, ist sie für unsere Sinne und unsere Vorstellung nicht existent.

Daraus ergeben sich zwei Fragen: Wie ist das möglich? und Was können wir dagegen tun?

### Wie ist es möglich, dass uns eine ganze Dimension entgeht?

Verantwortlich dafür sind vermutlich zwei Faktoren. Erstens ist die Raumkrümmung in unserer Umgebung relativ gering. Einstein sagt dazu:

*Es ist ... denkbar, dass unsere Welt von einer euklidischen [nur] wenig abweicht, diese Auffassung liegt umso näher, als die Rechnung ergibt, dass selbst Massen von der Größe unserer Sonne die Metrik des umgebenden Raumes nur ganz minimal beeinflussen. Man könnte sich vorstellen, dass sich unsere Welt in geometrischer Hinsicht analog verhält einer im einzelnen unregelmäßig gekrümmten Fläche, die aber nirgends bedeutend von einer Ebene abweicht, wie etwa die durch schwache Wellen gekräuselte Oberfläche eines Sees. [EIN]*

Zweitens hat sich die Wahrnehmung unserer Umwelt im Laufe der Jahrtausende nach den Darwinschen Prinzipien Variation und Selektion entwickelt. D. h. sie beruht nicht auf Korrektheit und Vollständigkeit, sondern auf Zweckmäßigkeit im Kampf ums Überleben. Kurz gesagt: Unsere Wahrnehmung ist nicht wahr, sondern nützlich. Wenn nun unsere Umgebung in der 4. Dimension nur schwach strukturiert ist, ergibt sich möglicherweise aus der Wahrnehmung der 4. Dimension, verglichen mit dem Aufwand, ein zu geringer Vorteil in der Selektion. Dennoch bleibt es unbefriedigend, dass wir eine ganze Dimension nicht wahrnehmen.

### Was können wir dagegen tun?

Obwohl es seit über 100 Jahren Menschen gibt, die mit hohem Einsatz aber vergeblich versucht haben, diese Lücke in unserer Vorstellungskraft zu schließen, sind wir nun in einer besseren Position als unsere Vorgänger. Das liegt einerseits an der neuen Technologie, die uns heute zur Verfügung steht, und andererseits an neueren Erkenntnissen über unsere Wahrnehmung. Um diese zu erklären, will ich zuerst über 3-D-Wahrnehmung berichten, und dann die Erkenntnisse auf 4-D-Wahrnehmung anwenden.

## 3-D-Wahrnehmung

### Ausbildung der 3-d-Wahrnehmung beim Kinde

Die Wahrnehmung der räumlichen Tiefe beginnt in der frühen Kindheit, aber dauert Jahre bis zur vollen Entwicklung. Piaget unterscheidet folgende Phasen [PIA]:

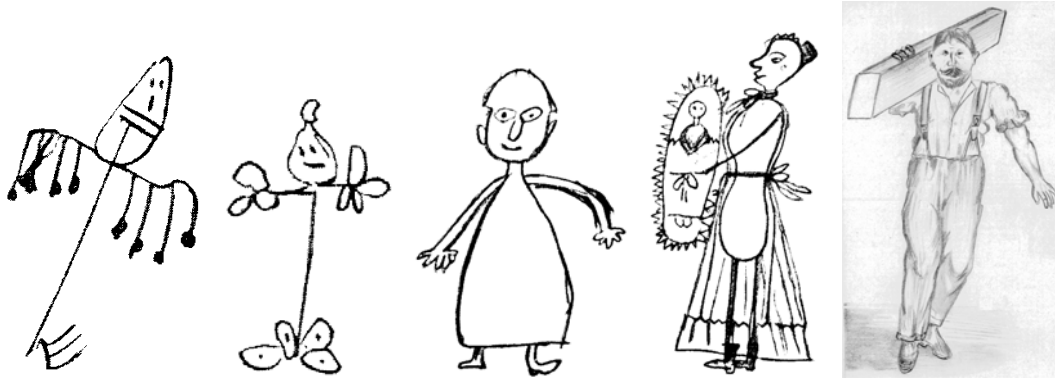
	Phase der Ausbildung der Wahrnehmung	Ordnungskriterien	Beginn
I	sensorische Räume (Sehen und Fühlen) nicht koordiniert	Nähe, Trennung, Reihenfolge, Umschlossensein	
II	<b>Koordinierung von Sehen und Greifen</b>	Figur, perspektivische Konstanz von Form und Größe	4-5 Monate
III	<b>aktive Versuche</b> , vom wahrgenommenen zum vorgestellten Raum	Beziehung zwischen Objekten	2 Jahre

Das entscheidende Element bei der Wahrnehmung räumlicher Tiefe ist nicht allein die optische Wahrnehmung sondern das aktive Eingreifen in die Umgebung durch Sehen und Fühlen. Wir können uns ein typisches Verhaltensmuster in der frühen Kindheit vorstellen, wobei das Kleinkind auf dem Rücken liegt, seine Arme und Beine sieht und danach greift, und dabei die unterschiedlichen Kanäle der Wahrnehmung koordiniert. Durch diese koordinierte Entdeckung der Umwelt bekommt das Kind relativ bald eine Vorstellung von räumlicher Tiefe, also der 3. Dimension, die im Laufe der Jahre differenzierter wird.



Ein neuer Erdenbürger erobert zögernd den Raum

Die allmähliche Entwicklung der räumlichen Tiefe lässt sich sehr schön beobachten, wenn man Kinderzeichnungen verschiedener Altersstufen vergleicht.



Kinderzeichnungen, im Alter 7, 6, 9, 11,13 [KER]

Zwar dokumentieren diese Zeichnungen nicht Phasen der Wahrnehmung, sondern der Darstellung, dennoch geben sie uns einen guten Eindruck, wie die Bewusstheit der räumlichen Anordnung, sowohl seitlich als auch in der Tiefe, erst im Laufe der Jahre differenziert wird.

Zur Entwicklung unseres Bewusstseins der Welt stehen uns mehrere Interaktionskanäle unterschiedlicher Qualität zur Verfügung. Der optische Kanal liefert hohe Auflösung aber zunächst 2-D-Information. Das aktive Greifen und Tasten ist von geringerer Auflösung, liefert aber Information über die Tiefenstruktur des Raumes. Unser Bewusstsein lernt, die Bruchstücke aus verschiedenen Interaktionskanälen zu einem Gesamtbild zusammenzufügen, das höherdimensional bzw. besser aufgelöst ist, als die Informationen jedes einzelnen Kanals. Anscheinend ist es die 3-D-Aktion, die unsere Wahrnehmung und unser Bewusstsein von 2 auf 3 Dimensionen anhebt.

## Wahrnehmung beim Erwachsenen

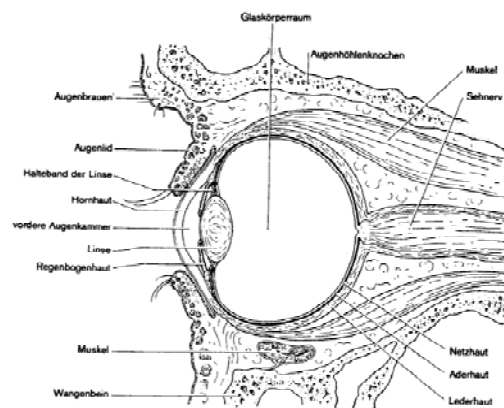
### Objektive Wahrnehmung?

Der „gesunde“ Menschenverstand, auf den wir uns im Alltagsleben ganz selbstverständlich und erfolgreich verlassen, lässt keinen Zweifel aufkommen, dass wir die Umwelt so wahrnehmen, wie sie wirklich ist. Diese naive Vorstellung, wir nähmen die Umgebung objektiv wahr, wird auch begünstigt durch das vereinfachte Bild der optischen Wahrnehmung, das so plausibel ist: Das Auge entwirft ein objektives Bild der Wirklichkeit auf der Netzhaut, wie eine Kamera. Die Netzhaut registriert dieses Bild und das Gehirn speichert es, so wie CCD und RAM in einer digitalen Kamera.

### 3-D-Wahrnehmung geschieht durch viele Kanäle

Nach dieser naiven Auffassung liefert der optische Wahrnehmungskanal ein 2-D-Abbild der 3-D-Welt. Mit zunehmender Übung nutzen wir jedoch eine Reihe zusätzlicher optischer Signale, die wir unbewusst mitverwenden.

- Geometrische Perspektive – 2 Augen mit 2 verschiedenen Blickrichtungen
- Größenvergleich – nahe Körper sind größer als entfernte Körper
- Abdecken – nahe Körper überdecken entfernte Körper
- Luftperspektive – Verblässen der Farben



Aufbau des Auges [GIB]

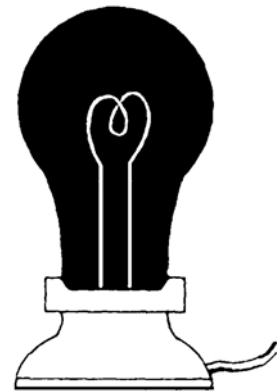


Küstenlandschaft morgens und abends: Rechts liefert die Luftperspektive mehr Informationen über die räumliche Tiefe.

Offenbar ist Wahrnehmung kein reiner Vorgang der Registrierung, sondern bereits stark mit Interpretation gekoppelt. Dies macht die Wahrnehmung, wenn sie denn beim Erwachsenen bereits ausgebildet und durch Erfahrung gefestigt ist, so leistungsfähig. Das ausgebildete 3-D- Bewusstsein ist sogar in der Lage, sich auch aufgrund reduzierter Signale eine 3-D-Welt zu konstruieren: Selbst wenn wir uns ein Auge zuhalten, können wir durch die eigene Wohnung und sogar fremde Umgebungen gehen, ohne gegen Möbel oder Wände zu laufen.

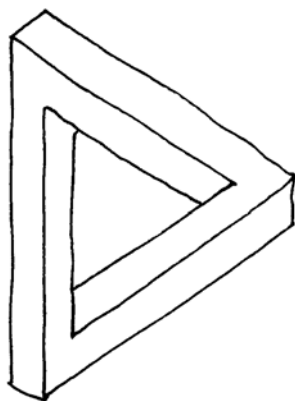
### Farbliche Sinnestäuschungen

Das naive Bild von der objektiven Wahrnehmung muss aufgrund von Experimenten wie diesem sogar noch weiter eingeschränkt werden: Stellen Sie sich ein vergrößertes Bild der Glühbirne her, schauen es für einige Minuten an und blicken dann auf einen weißen Hintergrund.



Unsere im Überlebenskampf trainierte Wahrnehmung ist nicht auf objektive Wiedergabe von Farbe und Helligkeit optimiert, sondern auf optimales Erkennen von Veränderungen. Dazu wird ein längerer konstanter Farb- oder Helligkeitseindruck mehr und mehr als neutraler Hintergrund wahrgenommen. Anschließende Beobachtungen werden dann auf dieser Grundlage beurteilt.

### Rauminterpretationen



Als Dreieck interpretiert ist dies ein unmögliches Objekt.

Manchmal geht die Interpretation so weit, dass sie nicht hilft, sondern einer objektiven Wahrnehmung im Wege steht (Abb. links).

Die schnelle 3-D-Interpretation optischer Eindrücke, die uns im täglichen Leben so sehr hilft, steht hier der objektiven Wahrnehmung im Wege. Tatsächlich ist dies ja kein Bild einer räumlichen Anordnung, sondern eine raffinierte Falle für die Auswertungsautomatik unseres Gehirns.

Die Beispiele zeigen, unsere Wahrnehmung ist sehr leistungsfähig. Sie ist nicht lediglich eine objektive Abbildung der Umwelt, wie sie wirklich ist, sondern sie ist verbunden mit vielerlei Filterung und Interpretation, wie sie sich über die Jahrtausende im Überlebenskampf bewährt hat, als Grundlage schneller Entscheidungen (Flucht, Angriff oder Annäherung).

Diese Beobachtung können wir nun auf die 4. Dimension anwenden. Dass wir sie nicht sehen, heißt nicht, dass es sie etwa nicht gäbe, sondern lediglich, dass sie im Überlebenskampf nicht genügend Hilfe geboten hätte, um den Aufwand zu rechtfertigen.

Heute jedoch gibt es Methoden, unsere Umgebung überzeugend so zu verändern, dass es sich für unseren Wahrnehmungsapparat lohnt, 4 Dimensionen wahrzunehmen. Dennoch muss es einen hohen Anspruch an die Lernfähigkeit unserer Wahrnehmung bedeuten, wenn wir nach vielen Jahren 3-D-Wahrnehmung nun auf einmal 4-D sehen wollen. Nun gibt es aber Experimente, die eindrucksvoll zeigen, wie anpassungsfähig unser Wahrnehmungsapparat tatsächlich ist.

### Anpassungsfähigkeit unserer Wahrnehmung

Seit 1896 gab es Untersuchungen, wie sich die optische Wahrnehmung bei Erwachsenen verändert, wenn sie gestört wird, und nachdem die Störung wieder aufgehört hat. Die ersten Versuche fanden im Labor statt. Man setzte den Versuchspersonen Prismenbrillen auf, die ihr Gesichtsfeld verzerrten und seitlich versetzten. Erwartungsgemäß hatten die VP zuerst große Schwierigkeiten sich zu orientieren. Erstaunlicherweise trat aber schon nach wenigen Tagen eine Gewöhnung ein. Nach dem die Prismenbrillen abgesetzt wurden, war eine kürzere Gewöhnungszeit notwendig, bis sich die VP wieder normal orientieren konnten.

Besonders spektakulär sind die Versuche von Erismann. In seinen Umkehrversuchen, die er 1928 in Innsbruck begann und 1947 noch einmal verbesserte[KOH], wurde das Gesichtsfeld nicht verschoben, vielmehr wurde es umgekehrt. Die Versuchspersonen trugen spezielle Spiegelbrillen, die oben und unten vertauschten. Außerdem machte Erismann seine Brillen straßentauglich, die abgebildete Version konnte sogar unter einer Schirmmütze verborgen werden. So konnten die VP, sämtlich Freiwillige, die Umkehrbrillen im normalen Leben weitertragen, ohne Aufsehen zu erregen. Manche Versuche dauerten über 50 Tage.

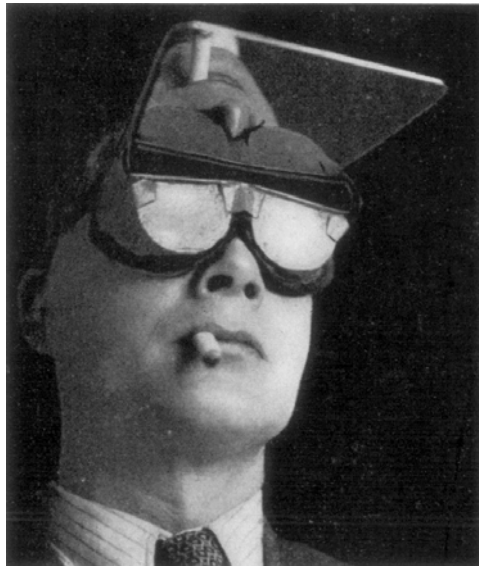


Abb. 1. Die Umkehrbrille  
(nach Erismann-Kundratitz).



Abb. 2.  
Vp. Ku. am vorletzten Tag des Versuches.  
Die Sicherheit der Bewegungen ist wieder-  
gewonnen, mitunter auch das aufrechte Sehen  
— trotz Umkehrbrille.

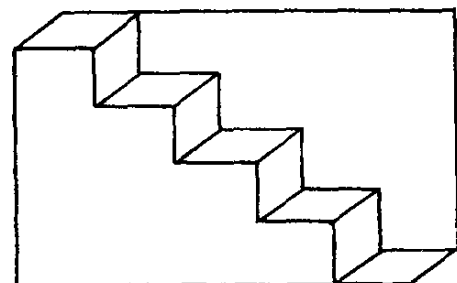
Ein kürzerer Versuch von 6 Tagen wird so wiedergegeben:

*Die Vp. sah in den ersten Tagen durch diese Brille alles verkehrt, von unten nach oben hängend, machte ständig Greiffehler, war höchst unsicher, mußte begleitet werden. Nach drei Tagen erstaunliche Besserung des Verhaltens, am vierten eine Fahrradtour, am letzten sogar ein kleiner Skiausflug.*

Der Versuch zeigt typische Elemente: Einige Tage fiel die Orientierung schwer. Kurzfristig findet eine Umorientierung statt. Danach hat die Versuchsperson wieder ein korrektes und zunehmend stabiles Bewusstsein der Umwelt, das sogar relativ schnelle Reaktion erlaubt, wie bei einem Skiausflug.

Eine Dauerversuch ging über mehr als 50 Tage. Gegen Ende konnte die VP mit Umkehrbrille auf dem Motorrad fahren - nicht über einen stillen Feldweg, sondern durch die Stadt Innsbruck. Von einem Unfall wird nichts berichtet.

Wir selbst, die wir diese Versuche nicht mitgemacht haben, können uns natürlich kaum vorstellen, dass jemand die Welt verkehrt herum sieht und sich dennoch sicher in ihr bewegt. Aber genau dies geschieht ja nicht - das Besondere ist ja gerade, dass der Proband nach wenigen Tagen die Welt nicht mehr verkehrt, sondern richtig herum sieht. Wir müssen uns ein geistiges Umklappen der Wahrnehmung vorstellen, das im Bewusstsein der VP stattfindet. Einen ähnlichen Vorgang können wir erleben, wenn wir die Treppe (Umklappfigur) auf zwei verschiedene Weisen wahrnehmen.



Unser enorm leistungsfähiger Wahrnehmungsapparat kann sich offenbar auch bei Erwachsenen auf eine neue optische Sicht einstellen. Die Methoden sind dieselben, die sich schon beim Kleinkind bewährt haben: Die Kombination von Sehen und Greifen führt zur Neuorientierung unseres Wahrnehmungsapparates, gewöhnlich schon nach wenigen Tagen. Zusätzliche Praxis stabilisiert den neuen Wahrnehmungsmodus bis zu so schwierigen Übungen, wie Ski- oder Motorradfahren.

2-D-Sehen, sowie 3-D-Aktion ergeben ein neuorientiertes und wiederum belastungsfähiges 3-D-Bewusstsein.

## 4-D-Wahrnehmung

Die Kombination von Sehen und Greifen, die sich in jedem von uns so gut bewährt hat, und auch zu den spektakulären Ergebnissen von Erismann geführt hat, kann nun auf die 4-D-Welt angewendet werden.

Wenn es gelingt, die beiden wesentlichen Interaktionskanäle um jeweils 1 Dimension zu erhöhen, also 3-D-Wahrnehmung und 4-D-Aktion miteinander zu verknüpfen, könnte es gelingen, ein 4-D-Bewusstsein der Realität zu entwickeln.

Dank neuer Technologien ist mittlerweile beides machbar:

	Sehen	Greifen	Bewusstsein
Kleinkind	2D	3D	3D
virtuelle Welt	3D	4D	4D

## Neue Technologie

Virtuelle 3-D-Welten mit 3-D-Aktionen gibt es bereits seit einigen Jahren. Sie werden in der Industrie, z.B. für der Entwicklung neuer Fahrzeugtypen bei der Firma Daimler-Chrysler eingesetzt. Die Fraunhofer-Gesellschaft hat kürzlich ein neues leistungsfähiges und billiges System vorgestellt.

## Organisation des Lehrgangs

Die virtuelle Umgebung wird so modifiziert, dass Aktionen nicht nur in 3 sondern in 4 Dimensionen möglich sind. Die Steuerungssignale für die herkömmlichen drei Raumrichtungen können wie gewohnt gegeben werden. Eine weitere Parameter wird der Bewegung in der 4. Dimension gewidmet. Damit kann die Versuchsperson ein Objekt 4-dimensional steuern. Das angeschlossene Programm berechnet die resultierenden Veränderungen der 4-D-Objekte, und stellt sie in der 3-dimensionalen Projektion dar. Die VP ist damit in einer Lage, die jedes Kleinkind eine Dimension tiefer meistert.

Wir beginnen mit einfachen 4-D-Objekten, wie Würfeln und Quadern. Passende Transaktionen sind Verschiebungen und Drehungen. Die ersten Aufgaben sind vom Typ: „Ergreife diesen Würfel!“, „Bewege ihn in die vier verschiedenen Richtungen und beobachte sein Aussehen!“, „Lege ihn in die Schachtel. Nimm ihn wieder heraus und lege ihn rechts daneben.“ Drehe diesen länglichen Quader so, dass er in die kleine Schachtel hineingeht.“

Versuchspersonen sind Freiwillige, die einen Test zu ihrem räumlichem Vorstellungsvermögen absolviert haben.

## Die Realität in 4 Dimensionen

Es ist bereits vieles über die 4. Dimension geschrieben worden, und man muss hier sorgfältig zwischen Wissen und Spekulation unterscheiden, um nicht missverstanden zu werden. Eins aber ist sicher: Wenn wir über 4 Dimensionen in derselben Weise verfügen könnten, wie über die gewohnten 3, müsste sich unser Leben radikal ändern. Z.B. wäre es nicht möglich, Objekte in einer Schachtel oder einem Zimmer vor fremdem Zugriff sicher aufzubewahren. Für ein 4-dimensional agierendes Wesen wären die Objekte weiterhin frei zugänglich. Eine ausführliche und verständliche Sammlung solcher und ähnlicher Eigenheiten der 4-dimensionalen Welt bietet Rudy Rucker [RUC].

Nun muss man aber unterscheiden zwischen Wahrnehmung der 4-dimensionalen Welt und dem freien Agieren in 4 Dimensionen. Ein Lehrgang der vorgeschlagenen Art bezieht sich nur auf die Wahrnehmung, so dass unser Leben sich vielleicht nicht ganz so radikal ändern müsste, wie ich es eben angedeutet habe. Immerhin aber wäre ein Wesen mit uneingeschränkter 4-D-Wahrnehmung in der Lage, in geschlossene Räume hineinzusehen...

Es gibt in diesem Zusammenhang noch viele ungeklärte Fragen, und über die Antworten wird bereits seit langem spekuliert. Mein Vorschlag dagegen hält sich an unsere westliche naturwissenschaftliche Tradition: Lasst uns ein Experiment durchführen! Bisher war das Experiment nicht möglich, erst jetzt sind wir in der spannenden Lage, dass wir die theoretischen Fragen durch praktische Erfahrung entscheiden können. Für mich ist es undenkbar, diese Chance nicht wahrzunehmen.

## Verlauf des Projektes

Das Projekt befindet sich in der Planungsphase. Wichtigster Partner für die Durchführung ist die Fraunhofer-Gesellschaft.

## Vorversuch

Alle Phasen des Versuches werden durchlaufen. Versuchsperson sind die an der Vorbereitung beteiligten Personen. Verschiedene Übungen werden entwickelt und informell getestet. Zeitbedarf: 6 Monate.

## Hauptversuch

Bei ermutigendem Abschluss des Vorversuches: Verfeinerung des Versuches nach Beratung mit Psychologen und Statistikern. Durchführung des überarbeiteten Versuches unter definierten Bedingungen. Zeitbedarf: 12 Monate.

## Ergebnisse des Projektes

Wenn es den Versuchspersonen gelingt, sich die 4-D-Welt direkt vorzustellen bzw. wahrzunehmen, wäre dies ein großartiger Erfolg und zugleich die Begründung eines neuen Forschungsgebietes.

Gelingt es den Versuchspersonen nicht, sich die 4-D-Welt direkt vorzustellen, hat der Versuch eine Frage herausgestellt, die weitere Forschung begründet: *Warum* nehmen wir die 4. Dimension nicht wahr, obwohl sie doch existiert?

In jedem Fall werden im Laufe des Versuches Techniken entwickelt, multidimensionale Zusammenhänge leicht fassbar optisch darzustellen. Diese können ohne weiteres mit Gewinn auf andere Bereiche von Wissenschaft und Technik übertragen werden.

Eine weiteres Anwendungsgebiet ist die Didaktik. Wenn man die im Laufe des Projektes entwickelten Methoden auf 3-dimensionale Körper, also auf ein reguläres Unterrichtsthema an Schulen und Hochschulen anwendet, lässt sich die Geometrie im virtuellen Raum unterrichten. Schüler und Studenten könnten dabei beliebige geometrische Strukturen interaktiv erfahren. Dies wäre eine wesentliche Erweiterung der bisherigen Möglichkeiten.

## Literatur

- [EIN] Albert Einstein: Über die spezielle und die allgemeine Relativitätstheorie. Braunschweig 1988  
[ERI] Theodor Erismann: Allgemeine Psychologie III. Berlin 1962. (WLB: Z73-833)  
[GIB] James J. Gibson: Die Wahrnehmung der visuellen Welt. Übersetzt von Vera Schumann. Weinheim, Beltz, 1973. (Psych: Gib P)  
[KAR] Stratis Karamanolis: Einstein für Genießer. München 1987. (UB: 3C 9386; Gr 428)  
[KER] Georg Kerschensteiner: Die Entwicklung der zeichnerischen Begabung. München 1905 (WLB: Paed. qt 88)  
[KOH] Ivo Kohler: Über Aufbau und Wandlungen der Wahrnehmungswelt. Sitzungsberichte der Österreichischen Akademie der Wissenschaften, 227 Band 1, 1951. (WLB: Acad.oct.219)  
[PIA] Jean Piaget, Bärbel Inhelder: Die Entwicklung des räumlichen Denkens beim Kinde. Stuttgart 1975  
[RUC] Rudy Rucker: Die Wunderwelt der Vierten Dimension. München (Scherz) 1984. (WLB: 37/18198)

## Autor

Claus Meyer-Bothling  
Mohrenhof 8  
70469 Stuttgart  
Deutschland  
Tel. +49-711-8160000  
Fax. +49-711-8160001  
cmb@zum.de

## Weitere Information

Manfred Borovcnik, Hermann Kautschitsch (hg): Technology in Mathematics Teaching. Proceedings of the ICTMT 5 in Klagenfurt 2001, Schriftenreihe Didaktik der Mathematik v. 25. öbv&hpt, Wien 2002

Aktuelle, mehrsprachige Information zum Projekt: [www.zum.de/faecher/a/bw/4d](http://www.zum.de/faecher/a/bw/4d)