

Habt ihr schon gewusst 276 ... Zeitwahrnehmung

Aus „Impulse Physik Quantenphysik – ISBN 3-12-772861-1 - Klettverlag

Einem Fremden einen komplexen Zusammenhang zu erklären, kann sicher schwierig sein. Es sollte mir aber doch leicht fallen, mich mit jemandem über etwas zu verständigen, das er ebenso gut kennt wie ich – nämlich unsere gemeinsame Wirklichkeit. Leider stimmt das nicht! Jeder von uns kennt z.B. intuitiv die „Zeit“ und die „Wirklichkeit“. Das Paradoxe dieser Situation besteht nun darin, dass jeder genau weiß, was die Zeit oder die Wirklichkeit ist, solange er nicht darüber nachdenkt. **Augustinus** sagte über die „Zeit“: *„Wenn mich keiner fragt, weiß ich es. Will ich es einem Fragenden erklären, kann ich es nicht sagen.“*

Eine ähnliche Antwort verdient auch die Frage nach der Wirklichkeit. Diese Verwirrung wird durch die Effekte der speziellen und allgemeinen Relativitätstheorie bezüglich dem Raum, der Zeit und der Wirklichkeit nur noch größer. Auf jeden Fall werde ich mit physikalischen Mitteln nicht feststellen können, wie schnell¹ die Zeit abläuft – mit einer Uhr kann ich sicher nicht feststellen, wie hoch die „Geschwindigkeit der Zeit“ ist. Mit der Frage nach dem „Zeitfluss“, der nur in meinem Bewusstsein existiert - oder mit der philosophischen Frage nach der Wirklichkeit verlassen wir die Naturwissenschaften. Wir haben es oft gehört, in der Physik werden Hypothesen, Modellvorstellungen, Naturgesetze formuliert, die Vorhersagen liefern, die in Experimenten überprüft werden und die Anschauung, der „Zeitfluss“ und die Wirklichkeit spielen dabei keine Rolle nur die Bestätigung durch das Experiment entscheidet!

In den Physikbildungsstandards finden wir die Kompetenz Nr. 07: **Wahrnehmung und Messung**

Die Schülerinnen und Schüler können den Zusammenhang und den Unterschied zwischen der Wahrnehmung bzw. Sinnesempfindung und ihrer physikalischen Beschreibung ... darstellen. Auch wenn die Zeit im Bildungsplan nicht explizit genannt wird, ist sie ein Paradebeispiel für dieses Themenfeld.

Jeder weiß genau, wie man Zeitpunkt und Differenzen zwischen verschiedenen Zeitpunkten mit einer Uhr messen kann – und jeder empfindet den Zeitfluss ... also das „Vergehen der Zeit“ ... das „Dahinfließen der Zeit“. UND wir ahnen gleichzeitig, dass dieser Zeitfluss nur in unserer subjektiven Empfindung stattfindet.

Es stellen damit zwei Fragen

[01] Warum gibt es in der Physik keinen Zeitfluss, warum ist es aus Sicht der Physik sinnlos, zu behaupten, die Zeit vergeht ... verläuft ... schreitet fort ... fließt schneller oder langsamer ... usw.

[02] Handelt es sich beim Zeitfluss um eine „reale Wahrnehmung“ ... wie z.B. das Wärmeempfinden, die optische und akustische Wahrnehmung – ODER ist es eine reine Fiktion unseres Gehirns?

Zu [01] ➤ Warum gibt es in der Physik keinen „Zeitfluss“? ◀

Interessant sind die Präkonzepte der Menschen bezüglich „schnell“. Man ist schneller, wenn man „eher“ ankommt – oder man ist schneller, wenn man eine höhere Geschwindigkeit hat. Geschwindigkeit ist die erste Ableitung der Strecke nach der Zeit ... das bedeutet im einfachsten Fall: „zurückgelegte Strecke pro Zeiteinheit“ ... $s = \Delta s / \Delta t$

Aber wie schnell ist die Zeit? Würden wir es merken, wenn die Zeit schneller vergehen, schneller ablaufen würde? Woran orientieren wir uns, wenn wir sagen: „Oh, die Zeit ist aber schnell vergangen“, oder „Es ist schlimm, die Zeit will einfach nicht vergehen“.

Aber ... gibt es denn eine physikalische Größe, die hinter dieser Intuition steckt – oder ist sie nur eine Suggestion unseres Gehirns? In der speziellen Relativitätstheorie gibt es Beispiele dafür, dass Uhren in verschiedenen Inertial-Systemen unterschiedlich schnell laufen – gibt es also doch so etwas wie die „Geschwindigkeit der Zeit“?

Intuitiv sprechen wir in vielen Redewendungen vom Zeitfluss, von der „Geschwindigkeit der Zeit“ ... die Geschwindigkeit der Zeit müssten wir also, wenn wir analog zur Definition der „normalen Geschwindigkeit“ vorgehen als erste Ableitung der Zeit nach der Zeit ... also $\Delta t / \Delta t$... das ist offensichtlich sinnlos.

Bei der normalen Geschwindigkeit legt man eine bestimmte Strecke in einer bestimmten Zeit zurück ... wollte man das auf die Zeit übertragen, würde man eine bestimmte Zeit in einer bestimmten Zeit hinter sich bringen ... das ist offensichtlich nicht zu formulieren!

¹

In der speziellen Relativitätstheorie gehen Uhren in folgendem Sinne unterschiedlich schnell: Zwei Uhren, die zu einem bestimmten Zeitpunkt synchronisiert wurden, zeigen nach einer bestimmten Zeit unterschiedliche Zeiten an, wenn man die Uhren in verschiedenen Bezugssystem unterschiedlich behandelt ... so z.B. zeigt die Uhr, die in einer Rakete mit nahe Lichtgeschwindigkeit von der Erde wegfliegt und zurückkehrt, nach dem Flug eine kleinere Zeit an. Die spezielle Relativitätstheorie liefert aber keinen „Zeitflusse“ im Sinne einer „Ableitung der Zeit nach der Zeit“ ...

Zu [02] ➤ Ist der Zeitfluss eine Wahrnehmung im üblichen Sinne?

Um diese Frage beantworten zu können, sollte man klären, wie diese Suggestion „Zeitfluss“ entsteht ... UND von welchen Randbedingungen diese Suggestion abhängt. Sie unterscheidet sich auf jeden Fall ganz erheblich von den „realen Wahrnehmungen“ (... im Sinne optischer, akustischer oder Wärmereize).

Gleichzeitigkeit ...

Aus vielfältigen Bereichen kennen wir die Begriffe „Vergangenheit“, „Gegenwart“ und „Zukunft“ ... eigentlich sind sie uns vertraut. Aber was versteht man genau genommen unter „Gegenwart“? Handelt es sich dabei um eine Zeitspanne zwischen Vergangenheit und Zukunft? Wäre es eine endliche Zeitspanne, dann ist der Anfang dieser Zeitspanne im Bezug auf das Ende der Zeitspanne die Vergangenheit – gehört also eigentlich nicht mehr zur Gegenwart. Genau genommen ist sie eine beliebig kleine Zeitspanne ... also eine „abstrakte Grenze“ zwischen der Vergangenheit und der Gegenwart.

In unserer Wahrnehmung kann die Empfindung „Gegenwart“ aber keine beliebig kleine Zeitspanne – keine „abstrakte Grenze“ zwischen der Vergangenheit und der Zukunft sein, denn unsere Sinnesorgane können keine beliebig kleine Zeitspanne wahrnehmen.

Unser Gehör kann Signale, die innerhalb von 3 bis 5 ms ankommen, nicht unterscheiden. Signale in dieser Abfolge nehmen wir als ein Signal wahr.

Im visuellen Bereich können wir optische Signale, die innerhalb von 20 bis 30ms aufeinander folgen nicht unterscheiden.

Will man neuronalen Untersuchungen glauben, dann nimmt unser Gehirn ein Zeitintervall von 30ms bis 3 Sekunden als Gegenwart wahr. Wenn wir das „jetzt“ meinen, dann sprechen wir dabei von einem Zeitintervall von Sekunden. Innerhalb dieser Sekunden integriert (summiert) unser Gehirn Signale auf. Ist ein Wahrnehmungssegment der „Gegenwart“ vorbei, folgt das nächste Segment.

Exp. Turmuhr ... Wenn eine Turmuhr „2-Uhr“ schlägt, dann erkennen wir sofort die Uhrzeit. Wenn die Turmuhr „12-Uhr“ schlägt, dann müssen wir mitzählen, um zu wissen, welche Uhrzeit geschlagen hat. Dieses kleine Experiment passt zu dem oben „Gegenwart-Fenster“ unseres Gehirns.

Exp. Kippfigur ... Wenn man die Figur (Bild 01) fixiert, ohne bewusst etwas an der Wahrnehmung ändern zu wollen, dann kippt die Figur innerhalb weniger Sekunden – entsprechend unserem „Gegenwart-Fenster“ – von einer Form in die andere um. Selbstverständlich kann man innerhalb dieses Zeitintervalls das Kippen mit etwas Training auch willkürlich einleiten.

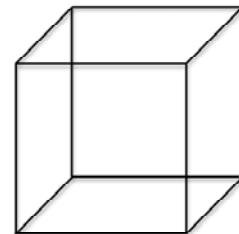


Bild 01

Exp. Narkose ... Selbstverständlich führt dieses Experiment niemand aktiv durch ... aber wir haben vielleicht noch Erinnerung an eine Narkose bei einer zurück liegenden Operation. Man hat dabei den subjektiven Eindruck, dass die Zeit der Narkose aus der eigenen Erinnerungen „herausgeschnitten“ wurde ... d.h. der Zeitfluss vor der Narkose geht unmittelbar in den Zeitfluss nach der Narkose über. Bei meiner letzten Narkose anlässlich einer Magenspiegelung (inzwischen eine harmlose Untersuchung, weil sie unter Narkose schmerz- und „würgefrei“ stattfindet) schlug der Arzt folgendes Spiel vor: Ich sollte vor der Einleitung der Narkose im Gedanken zu zählen beginnen und mir vornehmen, nach der Narkose weiter zu zählen. Ich zähle also 1, 2, 3, 4 und wundere mich beim Zählen der 5, dass nicht der Arzt neben mir steht, sondern ganz plötzlich in einem ganz anderen Zimmer seine Sprechstundenhilfe meint, ich solle noch ein paar Minuten liegen bleiben, der Arzt komme sofort mit dem Ergebnis der Untersuchung.

Zeitfluss ...

Äußere Reize oder innere Gedanken und Motivationsanlässe lenken unsere Aufmerksamkeit immer auf etwas Neues. Diese Aufmerksamkeit bestimmt unser Gefühl des Zeitflusses.

Die Physik beschreibt alle Vorgänge in einem **vierdimensionalen Raum-Zeit-Kontinuum**. Den Zeitfluss könnte man als die „Bewegung“ unseres Gehirns durch dieses Raum-Zeit-Kontinuum auffassen.

In einem **dreidimensionalen Raum** können wir uns nur bewegen, weil wir ein Abbild dieses Raumes in unserem Kopf haben. Dass dies so ist, können wir leicht überprüfen. Wir schließen die Augen und

stellen uns den Raum vor, in dem wir sitzen ... das müsste uns ganz leicht gelingen, sofern wir uns in diesem Raum zuvor orientiert haben.

Dieser virtuelle Raum in unserem Kopf entsteht durch die sensorischen Eindrücke aus der Realität – ganz wesentlich sind hierbei die optischen Eindrücke. Haben wir ein Bild von einem Zimmer, können wir uns z.B. auch im Dunklen orientieren ... allerdings müssen wir unsere Schritte im virtuellen Raum in hinreichend kleinen Abschnitten mit dem realen Raum synchronisieren – das geschieht durch einen optischen Abgleich ... oder durch taktile oder akustische Signale in einem „Dunkelraum“.

Die **Zeitachse** in unserem Kopf besteht hierbei aus Ereignissen, die zu einem bestimmten Zeitpunkt unsere Aufmerksamkeit erregt hat, die wir uns also „gemerkt“ haben.

Also haben wir in unserem Kopf nicht nur einen dreidimensionalen Raum, sondern zusammen mit den Ereignissen in unserem Gedächtnis haben wir ein virtuelles Raum-Zeit-Kontinuum.

Subjektives Zeitparadoxon ...

Die Marken auf der virtuellen Zeitachse bestehen aus Ereignissen, die unsere Aufmerksamkeit erregt haben. Wenn wir also viel interessante Dinge erleben, dann haben wir auf unserer virtuellen Zeitachse viele Marken und wir erleben hierbei einen rasanten Zeitfluss.

Erleben wir eine Situation, in der Langeweile herrscht, keine innere Aufmerksamkeit erregt wird, dann entstehen auf unserer virtuellen Zeitachse keine Marken ... die „Zeit quält sich dahin“ ... der Zeitfluss stockt ... der Zeitfluss bleibt gewissermaßen stehen.

Paradox – aber logisch erklärbar – erscheint das folgende Phänomen:

Wenn wir uns an die Vergangenheit erinnern – das abgespeicherte virtuelle Raum-Zeit-Kontinuum erinnern –, dann erscheinen Phasen, in denen unsere virtuelle Zeitachse keine Marken enthält, in den Phasen also, in denen sich der Zeitfluss dahingeehrt hat, die Zeit sehr langsam verlaufen ist, ganz kurz – bzw. sie erscheinen nur als flüchtige Momente.

UND Zeitphasen mit vielen Marken auf unserer virtuellen Achse (Phasen, in denen der Zeitfluss raste ...) erscheinen in der Erinnerung ausgedehnt und lange.

Viel Aktivität lässt die Zeit beim ERLEBEN „schnell vergehen“ – Langeweile dagegen dehnt die Zeit unerträglich. In der ERINNERUNG ist es gerade umgekehrt. Phasen der Langeweile schrumpfen zusammen – aktive Phasen werden in der Erinnerung gedehnt.

Das Verhalten des Zeitflusses bei einer Narkose lässt sich in diesem Bild einfach erklären: Während der Narkose haben wir keine Aufmerksamkeitsmarken auf unserer virtuellen Zeitachse in unserer Erinnerung – also existiert die Narkosezeit in unserem virtuellen Raum-Zeit-Gefüge nicht – also schließt sich der Zeitfluss nach der Narkose unmittelbar an den Zeitfluss vor der Narkose an – die Narkosezeit fehlt uns völlig!

Beim Schlaf ist dieser „Zeitschnitt“ nicht so „brutal“ wie bei der Narkose, denn die Einschlafphase erfolgt „langsamer“ (mit Marken versehen ... man liest ein Buch ... man wird langsam müde ... man legt das Buch weg ... man schüttelt das Kopfkissen auf ... man schließt die Augen ... denkt noch über den vergangenen Tag nach ... träumt im Schlaf ... wacht langsam auf usw.) ... Beim Einschlafen und Aufwachen entstehen zwar wenig Marken ... aber es existieren welche ...

Kreativität - Zukunftsgedanken

Unsere Gedanken (unser Bewusstsein) bewegt sich in einem virtuellen vierdimensionalen Raum-Zeit-Kontinuum – wir können uns vorstellen, dass wir uns in einem Zimmer bewegen (2 Dimensionen), wir können uns vorstellen, auf eine Leiter zu steigen (dritte Raumdimension) und wir können in der Zeit rückwärts reisen – „in der Erinnerung zurück gehen“.

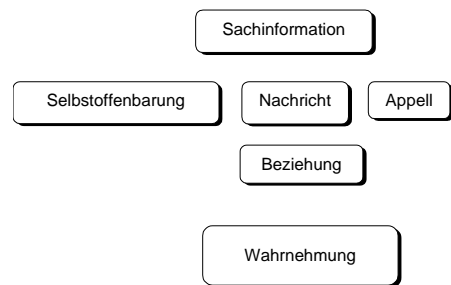
Das erstaunliche daran, wir können in diesem virtuellen Raum-Zeit-Kontinuum auch in die Zukunft reisen – wir können uns eine Situation in der Gegenwart vorstellen und dann „voraus denken“ ... wir können uns ausmalen, wie die aktuelle Situation in der Zukunft weiter laufen wird ... wir können uns auf diese Zukunft freuen oder Angst vor ihr haben – eben weil wir sie in unseren Gedanken „erschaffen“ können. „Optimisten“ reisen in ihrem „virtuellen Raum-Zeit-Kontinuum“ dabei in eine ganz andere Zukunft als „Pessimisten“.

Und wir können unser „virtuelles vierdimensionalen Raum-Zeit-Kontinuum“ im Bereich der Vergangenheit (die faktisch vorbei und damit eigentlich eindeutig festgelegt ist) auch manipulieren – Situationen „färben“, „verändern“, „verfälschen“ ... bis hin zu einer pathologischen Wahrnehmung der Welt.

Masken - Vergangenheitswahrnehmung

Die Verbindung des „wirklichen vierdimensionalen Raum-Zeit-Kontinuums“ mit dem in unserem Bewusstsein vorhandenen „virtuellen vierdimensionalen Raum-Zeit-Kontinuum“ erfolgt – wie schon oben beschrieben - über die Sensoren, die wir Menschen haben. Optische, akustische und taktile Signale über unsere Sinnesorgane synchronisieren bei einem „normalen Menschen“ (im Sinne „gesunder Mensch“) die Wirklichkeit mit unserer virtuellen Vorstellung.

Aber wir dürfen – vor allem als Lehrkräfte – nicht vergessen, dass diese „Synchronisation“ nur über Masken erfolgt! Die Wahrnehmung der Außenwelt wird über diese „inneren Masken“ gesteuert – d.h. wir können nur wahrnehmen, was unser Gehirn zulässt ... man könnte auch sagen, wir können nur die Teile der Wirklichkeit mit unserer virtuellen Welt in unserem Bewusstsein synchronisieren, die unser Gehirn auch synchronisieren will. Dass jede Nachricht ganz unterschiedliche Aspekte hat, wissen wir aus unserer Referendarzeit. Wesentlich für unseren Unterricht ... jede „Information“ im Physikunterricht hat diese Aspekte ... UND wie diese Aspekte von unseren Schülerinnen und Schülern „wahrgenommen“, „gedeutet“ oder „maskiert“ werden ist eine höchst individuelle Angelegenheit die von vielen – im Wesentlichen unbekanntem Faktoren – beeinflusst werden. Nur über diese individuellen Masken können wir die Aufmerksamkeit der SuS erregen ...



... was ich denke ... was ich sagen will ... was meine Masken zulassen ... was ich dann sage ... was akustisch über Schallwellen übertragen wird ... was als Schallwelle am Trommelfell des anderen ankommt ... was das Gehörzentrum des anderen aufnimmt ... was die Masken des Gegenüber durchlassen ... wie der Gegenüber das deutet ...

sind völlig unterschiedlich



Wenn wir im Physikunterricht Inhalte unterrichten, die den Präkonzepten der SuS widersprechen und hierbei nicht überzeugend genug sind, gelingt keine Synchronisation der „physikalischen Wirklichkeit“ mit der im Bewusstsein der SuS vorhandenen virtuellen Welt ... innere Masken verhindern die „Aufnahme“ der Nachricht. Fazit: Dieser Physikunterricht verschwendet nur die Lebenszeit der SuS ... und der Lehrkräfte ... dieser Physikunterricht hat schlicht keine Wirkung.

Nur wenn wir die Aufmerksamkeit der SuS hinreichend tief ansprechen, erlauben die Masken der SuS eine Synchronisation – bzw. Veränderung der vorhandenen Konzepte im Sinne des Physikunterricht – und damit einen im Sinne des Bildungsplanes angestrebten „Kompetenz-Zuwachs“

Didaktische Folgerungen

Akzeptieren wir diese Modellvorstellung über unsere Wahrnehmung, dann gehen wir davon aus, dass unsere virtuelle Zeitachse nur Marken bekommt, wenn unsere innere Aufmerksamkeit (über innere Masken hinweg) erregt wird. Diese Aufmerksamkeit kann durch sensorische Eindrücke ... aber auch durch Gedanken, Ideen, Argumenten angesprochen werden.

Wir haben aus den bisherigen Ausführungen gelernt, dass Phasen, in denen die virtuelle Zeitachse keine Marken hat, in der Erinnerung schrumpft – bzw. ganz gelöscht wird.

Nun stellt man sich vor, dass ein Schüler im Physikunterricht sitzt und der Unterricht die Aufmerksamkeit des Schülers nicht erregt ... gleichzeitig denkt diese Schüler an den tollen Film, den er am Vorabend mit seiner Freundin angesehen hat ... die Szenen dieses Films erregten und erregen seine Aufmerksamkeit immer noch.

Das Ergebnis am Tag nach dem Physikunterricht: Die Physikphasen schrumpfen (bzw. werden ganz gelöscht) – denn sie tragen keine Marken ... die Filmphase werden gedehnt und stark erinnert!

Oder wir stellen uns vor, dass wir den Physikstoff so aufbereiten, dass er den inneren Vorstellungen der SuS widerspricht – also in den Masken (u.a. gebildet durch die vorhandenen Präkonzepte) stecken bleibt. Ein Physikunterricht, der die vorhandenen Wahrnehmungs- und Deutungsmasken (also die

schon vorhandenen und bisher tragfähigen Präkonzepte) nicht aufgreift und damit ignoriert erzeugt im Bewusstsein der SuS zwei virtuelle Welten ... (a) eine bisher schon tragfähige Vorstellung, mit der die SuS Jahrzehnte perfekt ihren Alltag gemeistert haben und (b) ein kurzfristig Auswendiglernen von „gedrechselten, eventuell völlig unverstandenen, aber perfekt eingeübten“ Physikmerksätzen oder Formelalgorithmen, die im besten Falle bis zur nächsten Klassenarbeit aktiv bleiben. Wir erschaffen kurzfristig ein „gespaltenes Bewusstsein“ auf das ein „gesundes Schülergehirn“ zwangsläufig früher oder später so reagiert, wie man das an vielen Elternabenden leicht nachprüfen kann. Auf die Frage, woran sich die Eltern aus ihrem Physikunterricht erinnern, bekommt man meist zwei Antworten: (1.) die Formel „ $E=mc^2$ “ und das „ohmsche Gesetz“. Was die Buchstaben in der Formel bedeuten, ist nur noch bruchstückhaft vorhanden und was hinter der verbalen Bezeichnung „ohmsches Gesetz“ steht, wird meist nur noch mit „... da war so ein Dreieck...“ beantwortet.

ALSO eigentlich nur eine Binsenweisheit ... nur wenn wir die Aufmerksamkeit der SuS erregen, haben wir eine Chance, dass die SuS etwas lernen ... wenn wir diese Aufmerksamkeit nicht erringen, dann langweilen wir unsere SuS, der Zeitfluss während dem Physikunterricht quält sich dahin, auf der virtuellen Zeitachse unserer SuS entstehen keine Erinnerungs-Marken ... UND in der Erinnerung der SuS schlägt das „subjektive Zeitparadoxon“ zu – das Gehirn unserer SuS lässt in seiner Erinnerung diesen Physikunterricht „schrumpfen“ ... bzw. löscht diese Physik-Erinnerung zwangsläufig ganz!