

*Neues aus der Welt der Wissenschaft*[ORF ON Science](#) : [News](#) : [Medizin und Gesundheit](#) : [Leben](#)

## Proteine bremsen Licht auf Schneckentempo ab

US-Physiker haben Licht so weit abgebremst, dass es in einer Sekunde nur noch 0,1 Millimeter zurücklegte. Das Besondere daran: Den Forschern gelang dieses Kunststück mit Proteinen, die natürlicherweise in den Membranen von Bakterien vorkommen.

Wie Pengfei Wu und Devulapalli Rao von der University of Massachusetts in Boston berichten, lässt sich das Tempo des Lichts mit der neuen Technik stufenlos regeln.

Damit können im Prinzip alle Geschwindigkeiten zwischen dem sprichwörtlichen Schneckentempo und der natürlichen Obergrenze von 300.000 Kilometern pro Sekunde produziert werden.

\*\*\*

Die Studie "Controllable Snail-Paced Light in Biological Bacteriorhodopsin Thin Film" von Pengfei Wu und D.V. G. L. N. Rao erschien in den "Physical Review Letters" (Bd. 95, S. 253601; doi: 10.1103/PhysRevLett.95.253601).

[Zum Abstract](#)

\*\*\*

## Universelle Konstante

Genau 299.792.458 Meter legt das Licht pro Sekunde zurück. Schneller geht es nicht: Die Lichtgeschwindigkeit ist, wie schon Albert Einstein in der Speziellen Relativitätstheorie aus dem Jahr 1905 postulierte, eine universelle Konstante.

Sie definiert eine Obergrenze für die Ausbreitung sämtlicher physikalischer Objekte bzw. Signale, die wohlgerneht nur für die Bewegung im Vakuum gilt.

[Lichtgeschwindigkeit - Wikipedia](#)

## Bremsen möglich

Es geht nämlich auch langsamer. Licht kann, wenn es sich in anderen Medien ausbreitet, durchaus verlangsamt, kurzzeitig sogar gestoppt werden. Die ersten Versuche, bei denen Licht nennenswert abgebremst wurde, kombinierten ultrakalte atomare Gase mit einer äußerst aufwändigen Lasertechnik.

Im Jahr 2003 gelang einem Forscherteam um Robert W. Boyd von der University of Rochester ein ähnlicher Effekt bei Zimmertemperatur (Physical Review Letters 90,

113903). Dafür verwendeten Boyd und Kollegen eine Technik, die "coherent population oscillation" (CPO) genannt wird.

### Absorption und Abstrahlung

Dabei richtet man einen Laserstrahl auf ein Material, dessen Moleküle von dem Licht angeregt werden und in einem relativ langlebigen Quantenzustand verbleiben. Bei den CPO-Experimenten werden die Laserphotonen absorbiert, und zwar so lange, bis sich alle Moleküle des verwendeten Materials in einem angeregten Zustand befinden.

Allerdings ist diese "Sättigung" nur von kurzer Dauer: Die angeregten Moleküle fallen in ihren Ausgangszustand zurück, geben wieder Photonen ab - und der Zyklus beginnt von neuem.

Nachdem zwischen Absorption und Abgabe der Photonen eine gewisse zeitliche Differenz besteht, führt das in Summe zu einer Verzögerung des Lichtsignals. Anders ausgedrückt: Das Licht wird gebremst.

### Experiment mit Bakterienprotein

Robert W. Boyd und sein Team verwendeten vor drei Jahren in ihrem Versuch einen Rubin-Kristall, im Prinzip muss es aber kein anorganisches Material sein. Wie nun Pengfei Wu und Devulapalli Rao von der University of Massachusetts berichten, kann man dafür auch Proteine verwenden.

Etwa das purpurfarbene Bakteriorhodopsin, das von gewissen Bakterien in deren Membran eingelagert und als Protonenpumpe verwendet wird. Für die Färbung des Moleküls ist ein mit dem Vitamin A verwandter Stoff, das so genannte Retinal, verantwortlich.

→ [Bakteriorhodopsin - Wikipedia](#)

### Weniger als 0,1 Millimeter pro Sekunde

Wu und Rao erzeugten eine rund 100 Mikrometer dicke Schicht aus Bakteriorhodopsin-Molekülen und bestrahlten diese mit grünem Laserlicht. Daraufhin änderte das Retinal seine räumliche Form und ging in einen angeregten Zustand über.

Die spontane Rückbildung in den Ursprungszustand passierte in den Experimenten erst nach einer Sekunde, was zu einer extremen Abbremsung des Lichts führte.

Wie die Forscher in ihrer Studie berichten, betrug die so genannte Gruppengeschwindigkeit der Lichtwellen nur mehr 0,091 Millimeter pro Sekunde.

### Stufenlos regelbar

Wu und Rao fanden außerdem heraus, dass man den Übergang in den Anfangszustand dadurch beschleunigen konnte, indem man zusätzlich einen blauen Laserstrahl auf das System richtete.

Damit gelang es den beiden Forschern, die Geschwindigkeiten stufenlos zu regeln und Licht im

Schneckentempo bis hin zu solchem mit Normalgeschwindigkeit (sprich: rund 300.000 Kilometer pro Sekunde) zu produzieren.

Robert W. Boyd, der die CPO-Technologie für solche "Brems-Experimente" eingeführt hat, hält die vorliegende Studie jedenfalls für äußerst originell: "Das ist ein sensationelles Ergebnis", so der Physiker: "Die beiden haben eine neue physikalische Technik gefunden, mit der sich die Lichtgeschwindigkeit kontrollieren lässt."

Wu und Rao hoffen indes, dass sie auch im angewandten Bereich sinnvoll einsetzbar wäre. Etwa bei optischen Computern oder in der Telekommunikation.

[[science.ORF.at](http://science.ORF.at), 17.1.06]

→ [University of Massachusetts](http://www.mass.edu)

Mehr zu diesem Thema in [science.ORF.at](http://science.ORF.at):

→ [Nimmt die Lichtgeschwindigkeit zu? \(1.7.04\)](#)

→ [Nichts ist schneller als das Licht \(17.3.03\)](#)

→ [Wird das Licht langsamer? \(9.8.02\)](#)

→ [Licht erstmals zum Halten gebracht \(19.1.01\)](#)

[ [ORF ON Science](#) · [News](#) · [Wissen und Bildung](#) · [Technologie](#) ]

IHR KOMMENTAR ZU  
DIESEM THEMA 

[cfeichter](#) | 18.01, 16:23

Das ist doch garnichts!

Ich kann Licht stunden-, ja wochenlang aufhalten.

Solarzelle, Akku und Glühlampe machens möglich. ;-) 

[sensortimecom](#) | 18.01, 09:21

Ein grundlegendes Definitionsproblem

Wir sehen hier 2 Auffassungen

a)

bei Experimenten wie dem Bose-Einstein-Kondensat

(siehe <http://www.heise.de/tp/r4/artikel/4/4714/1.html>

oder o. g. Bakteriorhodopsin-Molekülen

verlangsamt sich die Lichtgeschwindigkeit  $c$  tatsächlich

oder b)

..bei diesen Experimenten wird nur die zeitliche

Ausbreitung der Photonen abgebremst.  $c$  bleibt hingegen

immer konstant.

Leute:

Man kann BEIDES nicht auseinander halten. Auch beim

besten Willen nicht. Man muss in Zukunft mit dem

Paradigma leben, dass sogenannte "ewige

Naturkonstanten" keine sind. Von OBJEKTIVER, ewig

gültiger Existenz sind NUR mathematische Axiome.

Naturkonstanten können Adaptionen unterliegen. Siehe

dazu auch folgende Artikel:

<http://science.orf.at/science/news/50548>

<http://www.heise.de/tp/r4/artikel/13/13092/1.html>

E. B. 

[gjulia](#) | 18.01, 13:29

ts ts

Zu "<http://www.heise.de/tp/r4/artikel/13/13092/1.html>

"

Davies stützt sich auf die Untersuchungen von John Webb, die die Absorptionslinien (verursacht von Gaswolken zwischen Erde und Quasar) analysierten. Viele Fehlerquellen beeinflussen die relativen Abstände dieser Linien. Diese Fehlerquellen (man versucht sie nach und nach zu unterdrücken) sind auch nicht geheim.

Zitat daraus

"For example, the various atomic species studied might have different relative velocities, which could mimic the trend caused by a variation in alpha."

Es ist ja wohl nicht überraschend, daß die Atome in diesen interstellaren Raum sich nicht koordiniert bewegen, oder? :-)

Dessen ist sich auch Davies bewusst:


Zitat "Davies selbst nennt seine Ergebnisse in [extern] New Scientist "höchst spekulativ"."

In Zeiten von Populismus und Finanzierung der Forschung durch möglichst aufsehenerregende Publikationen mit entsprechend formulierten Texten und Zusammenfassungen die im Langtext widerlegt werden, kein Wunder.

Zu Deinem Post: (a) und (b) lässt sich wunderbar auseinanderhalten. Wird C verringert, so bleibt eine Phasenmodulation erhalten. Bei (b) IMO nicht.

[finanzminister](#) | 18.01, 00:10


juhu, das holodeck ala star trek wird endlich real

\*fg\* \*lol\* 

[jungwirth](#) | 17.01, 19:46

sorry

aber das ist ein blödsinn


das licht bewegt sich natürlich weiter gleich schnell, nur die "information des lichtes" wird gebremst. 

[4zrz43l](#) | 18.01, 08:29

Grundsätzlich richtig. Blödsinn ist es aber insofern keiner, als die beschriebene, stufenlose Regelung der Geschwindigkeit dieses "Informationsübertrages" bis auf 100 mikrom./s schon eine tolle Sache ist.

[nour](#) | 17.01, 19:22

Licht abgebremst?


Jetzt bekommt die Physik, die Spezielle Relativitätstheorie und die Quantentheorie von welcher Einstein nie etwas hielt, ganz ganz grosse Probleme. Was sagte damals Poincaré? "On fait la science avec des faits, comme on fait une maison avec des pierres: mais aucune accumulation des faits n'est pas plus une science qu'un tas de pierre n'est une maison." 

[andini](#) | 18.01, 01:35

sauf erreur.

[solidstate](#) | 17.01, 13:45

Wenn ich das richtig verstehe wird hier nur die Energie des Lichts verwendet um höhere Energiezustände in Molekülen anzuregen. Durch die Rückkehr auf niedrigere Energiezustände wird die Energie in Form von Licht wieder abgegeben.

Nun ja, das macht aber jeder fluoreszierende oder phosphoreszierende Stoff. Wie schnell ist das Licht in meiner Armbanduhr, 0,0001mm/Sekunde? 

[hosenbeisser](#) | 17.01, 14:38

Natürlich

Photonen bewegen sich immer mit der Vakuumlichtgeschwindigkeit  $c_0$ . Langsamer geht nicht, auch nicht in Materialien zwischen den Molekülen.

Wie Du richtig schreibst, werden die Photonen, die zwischen den Molekülen mit  $c_0$  dahinflitzen "eingefangen", eine bestimmte Zeit der höhere Energetische Zustand im Molekül gehalten, und dann wird das Photon mit  $c_0$  wieder losgeschickt. Damit ist die \*mittlere\* Geschwindigkeit in Medien halt kleiner als  $c_0$ . Das sind Stoffe diese diese höheren energetischen Zustände lange halten können. Darauf basierend auch optische Brechnung und diese ganze Zeugs


Mehr ist das nicht. Aber bei typischen Kronenzeitung-Bildungsstand bremsen natürlich Proteine Photonen ab. Völliger Quatsch.

[franzelot](#) | 17.01, 14:50

lol, und ich hab mir schon ernsthaft überlegt, wie wohl langsames Licht ausschaut O.o

[cosmichaloobject](#) | 17.01, 13:31

re:maxi

ja na "beamen" im sinne von übertransferieren. es wurde mithilfe eines hohlleiters getunnelt, und dabei wurde die  $v$  der elektronen mit 4,7.facher  $c$  interpretiert.die ganzen messwerte usw dauern noch, aber: wenn  $c$  eine konstante ist, wieso kann sie abgebremst werden?ich sage nicht, dass einsteins relativitätstheorie wackelt oder gar faslch is. aber ich bin mir sicher, dass es irgendwann möglich sein wird mehr als nur  $1x c$  zu erreichen. 

[solidstate](#) | 17.01, 13:46

$c$  wird ja nicht abgebremst.  $c$  ist die Vakuumlichtgeschwindigkeit und somit eine Konstante. Das heisst aber nicht, dass Licht in anderen Medien nicht langsamer sein kann.

[derphysiker](#) | 17.01, 13:26

interessant. nur...

bleibt da die phaseninformation erhalten? ansonsten ist es nur eine miniaturisierte version einer videokamera... ;o)




[che55e](#) | 17.01, 14:23

die phase muesst weg sein, die abregung erfolgt ja fuer ein gegebenes atom in jedem zeitintervall gleich wahrscheinlich, wie beim radioaktiven zerfall.

[cosmichaloobject](#) | 17.01, 12:46

es wurde

4,7 fache c erreicht, bei einem versuch ein musikstück zu "beamen".  
warum der orf behauptet es sei eine konstante frag ich mich allerdings jetzt schon.  
man weiß dass es noch schneller geht..aber scheint als ob der orf mal wieder nachhinkt 

[maxii](#) | 17.01, 13:21

Wie  
beamt man ein musikstück??

wie kommt man auf 4,7\*c??

[student99](#) | 17.01, 13:25

...die vakuumlichtgeschwindigkeit ist eine konstante...weißt du mehr?

[derphysiker](#) | 17.01, 13:28

hey!  
damit würde ja mein perpetuum mobile noch besser funktionieren!!!


[che55e](#) | 17.01, 13:35

man muss da schon wissen wovon man redet: die sog. lichtgeschwindigkeit c ist eine naturkonstante und immer gleich. sie hat den oben angegeben wert von ca. 300.000 km/s.

die geschwindigkeit des lichts ist aber in materie anders als im vakuum (wo sie die lichtgeschwindigkeit ist). diese geschwindigkeit ist meistens als gruppengeschwindigkeit definiert, dass ist die geschwindigkeit des maximums eines lichtpulses, grob gesagt. diese kann kleiner als c sein oder sogar sehr viel kleiner, wie in dem experiment. groesser als c kann sie nicht sein und es gibt auch kein experiment welches dem widerspricht. mit dieser gruppengeschwindigkeit kann information uebertragen werden kann.

die experimente mit 'ueberlichtgeschwindigkeit' beruhen soweit ich weiss immer darauf, dass ein impuls in einem bereich anomaler dispersion zerlaeuft und die vorderen puls-anteile sich mit etwas mehr als c (ca. 1%) fortbewegen. allerdings wurde noch nie information mit  $v > c$  uebertragen und wenn man sich die details anschaut dann siehts auch hoffnungslos aus.

[esmeweatherwax](#) | 17.01, 12:32

Alter Hut  
Schon Terry Pratchett beschreibt genau, dass auf der Discworld aufgrund der hohen magischen Konzentration das Licht extrem langsam ist. ;-) 

[kiwi73](#) | 18.01, 13:35

Aber dafür ist die Dunkelgeschwindigkeit höher:

Logisch: Egal, wohin das Licht kommt: Die Dunkelheit ist schon da. Woraus folgt, dass sie schneller ist.

Die ORF.at-Foren sind allgemein zugängliche, offene und demokratische Diskursplattformen. Bitte bleiben Sie sachlich und bemühen Sie sich um eine faire und freundliche Diskussionsatmosphäre. Die Redaktion übernimmt keinerlei Verantwortung für den Inhalt der

Beiträge, behält sich aber das Recht vor, krass unsachliche, rechtswidrige oder moralisch bedenkliche Beiträge sowie Beiträge, die dem Ansehen des Mediums schaden, zu löschen und nötigenfalls User aus der Debatte auszuschließen.

Sie als Verfasser haften für sämtliche von Ihnen veröffentlichte Beiträge selbst und können dafür auch gerichtlich zur Verantwortung gezogen werden. Beachten Sie daher bitte, dass auch die freie Meinungsäußerung im Internet den Schranken des geltenden Rechts, insbesondere des Strafgesetzbuches (Üble Nachrede, Ehrenbeleidigung etc.) und des Verbotsgesetzes, unterliegt. Die Redaktion behält sich vor, strafrechtlich relevante Tatbestände gegebenenfalls den zuständigen Behörden zur Kenntnis zu bringen.

Die Registrierungsbedingungen sind zu akzeptieren und einzuhalten, ebenso Chatiquette und Netiquette!

[Übersicht: Alle ORF-Angebote auf einen Blick](#)