



Neues aus der Welt der Wissenschaft

[[ORF ON Science](#) : [News](#) : [Technologie](#) . [Wissen und Bildung](#) . [Gesellschaft](#)]

Das physikalische Feld ist eine Form der Materie

Elektromagnetische Kräfte, die Gravitation und anderes mehr werden in der Physik durch Felder beschrieben, denen wiederum mathematische Konzepte zugrunde liegen. Letztere sind jedoch keine reinen Hilfsmittel, sondern verweisen auf etwas, das "wirklich" vorhanden ist. Allerdings konnten Felder bis dato immer nur indirekt nachgewiesen werden.

Seit Einstein geht man jedenfalls davon aus, dass etwa ein elektrisches Feld selbst das Bild einer eigenen Art von Materie ist, die für ihre Ausbreitung kein eigenes Medium braucht. Die Frage der Woche wurde von Gebhard Grübl von der Universität Innsbruck sowie von Franz Embacher von der Universität Wien beantwortet.

Die Frage der Woche im Wortlaut

Andreas H.: "In der Physik spricht man sehr oft von Feldern: elektromagnetisches Feld, Gravitationsfeld etc. Was ist eigentlich ein 'Feld'? Eigenartig finde ich, dass sich elektromagnetische Signale auch im Vakuum fortpflanzen können. Wenn der Raum leer ist, wie kann sich dann ein Signal in einem Feld ausbreiten?"

[Zur Frage der Woche samt User-Forum](#)

Theoretische Physik und Realität

"Zunächst sind fast alle Begriffe in einer guten Theorie so, dass sie etwas außerhalb unserer Gedankenwelt darstellen sollen. Die Mathematik hat in der Physik lediglich die Funktion das Denken schlüssiger zu machen, als dies im Alltag üblich ist."

Und genauso verhält es sich im Prinzip mit den Erklärungsversuchen der Physik für den Feldbegriff, erläutert der Innsbrucker Physiker Gebhard Grübl von der Arbeitsgruppe Field Theory am Institut für Theoretische Physik gegenüber science.ORF.at.

Äther als Medium

Typische Felder der Physik sind etwa das Gravitationsfeld oder das elektrische Feld. Während etwa bei der Massendichte jeder daran denkt, dass sie ein Maß für die Verteilung von Materie darstellt, die sich in einem bestimmten Raum befindet, ist dies bei einem elektrischen Feld nicht ganz so klar.

"Bis etwa 1905 dachte man, es sei eine Auslenkung aus der Gleichgewichtslage einer sehr dünnen, sonst nicht weiter greifbaren Materie - dem Äther -, welche die ganze Welt erfüllt, und dass ein elektrisches Feld nichts mit An-

oder Abwesenheit von Materie zu tun hat", erklärt der Innsbrucker Physiker.

Seilschwingung als bildliche Vorstellung

Grübl: "Damals hatten die Physiker das Bild einer Seilschwingung vor Augen: Das Seil ist ähnlich dem Äther immer da; es kann schwingen - oder auch nicht. Wenn der Äther schwingt, sehen wir zum Beispiel Licht und bei Stillstand eben nicht."

Seit Einstein ist der Äther "out"

Seit der 1905 veröffentlichten Speziellen Relativitätstheorie Einsteins stellen sich die meisten Physiker vor, dass ein elektrisches Feld selbst das mathematische Bild einer eigenen Art von Materie ist.

Auf das anschauliche Bild der Seilschwingung umgelegt heißt das: "Das Licht entsprach früher der Tatsache, ob das Seil schwingt oder nicht. Jetzt ist das Licht selbst das Seil und das physikalische Feld dazu der Zustand des Schwingens oder Ruhens", erläutert Gebhard Grübl.

Kein Problem mit dem Vakuum

Das klassische elektrische Feld ist Grübl zufolge also "Kontinuumsmaterie, die nicht aus Massenpunkten zusammengesetzt ist. Das Feld kann so ähnlich wie ein Massenpunkt durch den ansonsten leeren Raum laufen und vor allem braucht es dazu kein Medium."

Somit stellt sich die Frage, wie sich denn ein Signal in einem Feld ausbreiten kann, wenn der Raum leer ist, in dieser Form nicht. Denn das elektromagnetische Signal selbst ist das Feld, das sich im Vakuum ausbreitet, wie auch User "marlenew" im Forum richtigerweise vermerkt hat.

Feld als Kontinuumsmaterie

"Das klassische relativistische elektromagnetische Feld ist also kein atomistisches, sondern ein kontinuierliches Materiebild. Das vielleicht merkwürdigste an dieser Materie ist, dass sie, einmal von ihrer Quelle losgelöst, sich mit einer unveränderlichen Geschwindigkeit c von etwa 300 Millionen Metern in der Sekunde ausbreitet", so der Innsbrucker Physiker weiter.

Quantenfeldtheorie: Comeback des Atomismus

Mit der Quantenfeldtheorie hingegen hat sich dieses Bild im Detail gründlich gewandelt, denn der Atomismus hielt Einzug im elektrischen Feld. Das allgemeine Schema jedoch ist geblieben: Lichtartige, ungeladene Materie wird in Wechselwirkung mit geladener erzeugt und vernichtet.

"Wird sie in einem kleinen Raumgebiet erzeugt, läuft sie von dort weg, bis sie von einem Hindernis verschluckt wird und sei es erst nach 16 Milliarden Jahren im Detektor einer Astronomin, welche die kosmische Hintergrundstrahlung vermisst," erläutert Grübl wieder in einem bildlichen Vergleich.

Mögliche Namen: Fotomaterie - oder Äther "neu"?

Im Zusammenhang der Quantentheorie wird diese lichtartige Materie, photonisch genannt. Im Bereich der klassischen, Nach-Einsteinschen Elektrodynamik hat sie jedoch keinen allgemein benützten Namen.

"Mit der Abschaffung des Äthers, den man ursprünglich für

den materiellen Träger der elektrischen Felder hielt, kam dieser Art von Materie leider auch ihr Name abhanden. Mein Physiklehrer hat sich des einfachen und bildhaften Namens 'Fotomaterie' bedient. Aber auch der Name 'Äther' in seiner veränderten Bedeutung stünde ihr gut an", regt der Innsbrucker Physiker zu einer einheitlichen Nomenklatur an.

Die "wahre" Theorie existiert nur theoretisch

"Wenn Sie mehrere Physiker fragen, welches das realistischere Weltbild darstellt - Teilchen oder Felder -, werden die meisten eher die Felder als Antwort geben. Prinzipiell liegt hinter jedem physikalischen Begriff ein mathematisches Konzept. Niemand hat Teilchen oder Felder je wirklich gesehen, sondern immer nur indirekt gemessen - als zählbare Hits in einem Detektor zum Beispiel", bemerkt der Wiener Physiker Franz Embacher zum Thema Feldtheorien.

Gebhard Grübl resümiert sogar noch drastischer: "Nun werden sie vielleicht fragen, wenn sich die anschauliche Vorstellung davon, was ein elektrisches Feld ist, mit der Abschaffung des Äthers so drastisch gewandelt hat, wer schützt Sie davor, ihre Vorstellung morgen wieder ändern zu müssen? - Ich fürchte niemand. Vermutlich gibt es keine 'wahre' Theorie, sondern nur schlechtere und bessere."

Christoph Urbanek, 15.12.04

"Ask Your Scientist": Stellen Sie auch weiterhin Fragen
science.ORF.at lädt seine User ein, im Rahmen von "Ask Your Scientist"
auch weiterhin Fragen per E-mail-Adresse askyourscientist@orf.at zum
Thema Wissenschaft zu stellen.

☛ [So funktioniert "Ask Your Scientist"](#)

☛ [Das "Ask Your Scientist"-Archiv](#)

☛ [Arbeitsgruppe Field Theory an der Uni Innsbruck](#)

☛ [Gravity Group an der Universität Wien](#)

[[ORF ON Science : Ask Your Scientist : Wissen und Bildung](#)]

IHR KOMMENTAR ZU
DIESEM THEMA 

[xx1xx](#) | 17.12, 09:14

Die Physiker brauchen soetwas.

Die Techniker nicht. 

[burnside](#) | 17.12, 13:29

Wenn Du Dich da mal nicht tauschst...

Elektrotechnik: elektrisches Feld (Feld der elektrischen Feldstärke), Magnetfeld (Feld der magnetischen Feldstärke), Feld der dielektrischen Verschiebung, Feld der Magnetisierung, Feld der Polarisierung, Feld der Magnetisierung, Feld der Ladungsdichte, Feld der Strahlungsdichte...

Maschinenbau: Geschwindigkeitsfeld, Strömungsfeld, Temperaturfeld, Feld der Volumenkraftdichte...

Verfahrenstechnik: Feld der Konzentrationen, Feld der Massendichte, Feld des molaren Volumens, Feld der Enthalpiedichte...

Bauingenieurwesen: Spannungstensorfeld,

Dehnungstensorfeld, Elastizitätstensorfeld,
Verzerrungstensorfeld...

Das sind alles (klassische) Felder: Schnitte in einem
Faserbündel. Siehe meinen Beitrag im User-Forum
zur gestellten Frage vor einer Woche.

[karl273](#) | 17.12.01:38

Ausbreitung von Magnetfeldern erster Teil

Hallo an alle,

zuerst gibt es hier eine Animation zu sehen:

<http://members.chello.at/karl.bednarik/FELDAUS9.gif>

Falls sich die obenstehende Animation nicht bewegt, dann
kann das an der Einstellung der persönlichen Firewall
liegen, sodass diese alle Animationen abblockt.

Wir haben zwei Permanentmagnete, deren Schwerpunkte
relativ zueinander ruhen, und deren Abstand sich während
des ganzen Versuches nicht ändern darf. Jeder von ihnen
rotiert um eine Achse, die durch seinen Schwerpunkt geht,
und die senkrecht zu seiner Magnetisierungsrichtung liegt.
Beide Rotationsachsen sollen auch senkrecht zur
Verbindungsline zwischen den beiden Schwerpunkten
liegen, und außerdem sollen sie zueinander parallel sein.

Beide Permanentmagnete rotieren gleich schnell, mit
konstanter Geschwindigkeit, und in die gleiche Richtung.
Ein Beobachter, der von den beiden Permanentmagneten
genau gleich weit entfernt ist, und der relativ zu ihren
Schwerpunkten ruht, sieht, dass der linke Permanentmagnet
immer um 90 Winkelgrade hinter dem rechten Magneten
nachhinkt.

Die relativ hohe Rotationsgeschwindigkeit der Magnete,
und der relativ große Abstand zwischen den Magneten,
bewirkt, dass das Licht von einem Magneten zum anderen
Magneten genau so lange benötigt, wie die Magnete
benötigen, um sich um 90 Winkelgrade weiterzudrehen.
Auf diese Weise sehen die magnetischen Feldlinien so
aus, als würden sie aus einem rotierenden Rasensprenger
kommen. Bis jetzt habe ich nur den Inhalt der
obenstehenden Animation beschrieben.



[karl273](#) | 17.12.01:44

Ausbreitung von Magnetfeldern zweiter
Teil

Ein Beobachter auf dem linken, um 90 Winkelgrade
nachhinkenden Magneten würde den rechten
Magneten aufgrund der Verzögerung durch die
Lichtlaufzeit aber ständig als parallel zu seinem
linken Magneten ausgerichtet sehen, und daher
ständig eine anziehende Kraft nach rechts messen.

Ein Beobachter auf dem rechten, um 90
Winkelgrade vorauslaufenden Magneten würde
den linken Magneten aufgrund der Verzögerung
durch die Lichtlaufzeit aber ständig als antiparallel
zu seinem rechten Magneten ausgerichtet sehen,
und daher ständig eine abstoßende Kraft nach
rechts messen.

Aktion und Reaktion sind auch hier zwar gleich
groß, aber sie zeigen hier seltsamerweise in die
gleiche Richtung. Das wäre sicher ein schönes
Raumschifftriebwerk, wenn das wirklich so
funktionieren würde.

Natürlich könnte man auch zwei Elektromagneten
verwenden, oder um die störende

Zentrifugalbeschleunigung zu vermeiden, einfach zwei um 90 Grad phasenverschoben schwingende Hochfrequenzspulen, die sich in einigem Abstand auf einer gemeinsamen, nichtmagnetischen, isolierenden Achse befinden, welche auch zugleich die Achse der beiden Spulen darstellt. Hier rotieren also nicht die Spulen, sondern nur die Hochfrequenzfelder. Bei 300 Megahertz, also der Wellenlänge von 1 Meter, wäre dieser Abstand nur 25 Zentimeter groß. Um den Funkverkehr nicht zu stören, könnte man diese Apparatur in einen größeren Faraday'schen Käfig stellen, denn sonst würde man bald Ärger mit den Behörden bekommen.

Mit Dank für die Antworten im Voraus,
mit dem dumpfen Gefühl, etwas übersehen zu haben,
und mit freundlichen Grüßen,
Karl Bednarik.

[sensortime.com](#) | 16.12, 15:00

Jämmerlich: "Feld" als mathematisches Bild einer eigenen Art von Materie..?!

Hier kommt die platonische Weltsicht nicht auf den Punkt. Nie und nimmer.

Ein Ernst v. Glasersfeld (lebt er noch?), Heinz v. Foerster oder andere Vertreter des radikalen Konstruktivismus hätten sich angekotzt. Wahrscheinlich auch A. Zeilinger...

Man muss eben Materie (in gleich welcher Form) sensorische Wahrnehmungsfähigkeit, wenngleich auf extrem niedriger Stufe, zubilligen. Ich habe dies in science-online schon oft und oft ausgeführt - siehe auch meine HP www.sensortime.com/time-de.html

Ein "Feld" (gleich welcher Art) ist nichts anderes als ein Wahrnehmungsbereich unterschiedlicher W.-Zonen. Aus der Querung solcher "Zonen" gewinnt Materie Information (ausschließlich in der Zeitdomäne!) über externe physikalische Zustandsveränderungen, auf die sie autoadaptiv reagiert - was dann im auftretenden "physikalischen Phänomen" (Magnetismus, Gravitation oder was immer) ZUM AUSDRUCK KOMMT.

Alle physikalische Phänomene, die wir mit unseren Sinnen oder Messinstrumenten erkennen bzw. messen, sind also eigentlich Epiphänomene, deren Ursprung in der Existenz eines mit "Wahrnehmungsfähigkeit" ausgestatteten Mikrokosmos (mit all seinen Teilchen-Strukturen) besteht.

mfg Erich B. 

[ebenezer](#) | 16.12, 21:46

Cheers !

Vermute, dass leider jeder etwas anderes unter den benutzten Worten versteht. Daher wäre eine genaue Definition jedes verwendeten Wortes sinnvoll. Die "Wahrnehmungsfähigkeit", die - so scheint mir - ja wirklich vorhanden sein muss, würde ich eher als "Eigenschaft" bezeichnen, da diese ja angeblich "autoadaptiv" ist (unter diesem Wort versteht wiederum (leider) jeder das, was er will). Bin Deiner Meinung, ob ich auch das Selbe meine, da bin ich mir nicht ganz sicher. mfg Richie

[sensortime.com](#) | 16.12, 22:42

@ebenezer

Hallo.

Ja, es gibt ein semantisches Problem, die passende Terminologie dafür zu finden. Wittgenstein lässt grüßen;-)

"Sensorische Wahrnehmungsfähigkeit" (die vielen nicht gefällt) - könnte man auch einfach durch das Wort "INFORMATIONSEIGENSCHAFT der Materie" ersetzen (wie dies auch A. Zeilinger oft tut).

Die IE. besteht aus mehreren Teileigenschaften: a) die Generierung bzw. Aquisition von zeitlicher Information, b) dem T-Komparations- bzw. Vergleichsprozess, und c) dem Anpassungs- und Nacheiferungsprozess (den ich als "Autoadaptionsprozess" bezeichne habe).

Michael Giesecke sieht das auch recht gut:

[http://www.michael-](http://www.michael-giesecke.de/theorie/dokumente/02_information3d/literatur/02_buchdruck_neuzeit.htm)

[giesecke.de/theorie/dokumente/02_information3d/literatur/02_buchdruck_neuzeit.htm](http://www.michael-giesecke.de/theorie/dokumente/02_information3d/literatur/02_buchdruck_neuzeit.htm)

Die Chaos-Theorie spricht von einer "Computing-Fähigkeit physikalischer Systeme". Siehe

<http://www.vi-anec.de/Hardware/HW05/HW05-home.html>

Man könnte beispielsweise die o.g. T-Komparations- bzw. Vergleichsprozess (oder auch Zeitanalyseprozess) als Art Computing-Fähigkeit bezeichnen... (was ich wieder für etwas übertrieben halte, denn "Computing" impliziert Redundanz, und die existiert in diesen Prozessen nicht).

mfg Erich B.

[kagakaka](#) | 15.12, 23:37

Ich habe nichts gegen Scholastizismen einzuwenden...

...aber das ist schlechte Scholastik! Bla bla bla... 

[burnside](#) | 15.12, 15:12

Ich gehe mit Hr. Gruebl nicht wirklich d'accord. Ich nehme an, G. Ludwig waere auch nicht ganz seiner Meinung. Da es sich aber um Interpretationen handelt, darf wie bei allen Geschmacksfragen gestritten werden...:-)

Mich interessiert noch, wie Hr. Gruebl im Detail meint, dass das "physikalische" EM-Feld ein "mathematisches Bild" einer Art von Materie sei: Ein physikalisches Feld als ein mathematisches Bild?



[metniztola](#) | 15.12, 21:08

physikalisches Feld - mathematisches Bild

Er meint einfach dass es ein Konzept ist welches uns ermöglicht Erscheinungen in der Natur zu beschreiben.

z.B.: bei EM - Felder sind es die Maxwell Gleichungen die dieses Konzept (math. Bild) darstellen. (werden postuliert!)

1. $\text{div}(D) = \rho$
- 2.
- 3.
- 4.

Jetzt ist aber D mittels dem Gradienten (Vektoroperator) mit dem elektrischen Potential verbunden. - und das kann man messen.

$\text{div}(\text{grad}(\phi)) = -\rho$

Bevor sie postuliert wurden gabs den Effekt (musste auch noch entdeckt werden ;-) und erst dann wurde nach langen herum (und vergleichen mit anderen Theorien) diese obigen Rechnungen postuliert.

Wie gesagt - Theorie - wär schon cool wenn mal wieder was wirklich einschneidend Neues kommen würde - dann wär die die nächste Theorie fällig.

MFG Koarl

[ebenezer](#) | 16.12, 21:54

@metniztola: Konzept zur Naturbeschreibung

Die Physik hat ja die Aufgabe, die Natur zu beschreiben und Vorhersagen bzw. technische Verwendbarkeit zu ermöglichen. Insofern ist die ganze Diskussion teilweise meta-physisch, da man durch reines Nachdenken ein Feld entweder nicht oder x-beliebig erklären kann, ohne etwas beweisen zu müssen. So bleibt wieder nur das Experiment. Die Physik sollte aber immer mehr erklären können und die Grenze zur Meta-Physik hin verschieben. Für die Meta-Physik wird immer noch genug Raum bleiben. So richtig schlüssig finde ich keine der Erklärungen, wenn diese auch widerspruchsfrei und nachprüfbar sind. mlg Richard

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](#)