Zeitschrift: Prisma : illustrierte Monatsschrift für Natur, Forschung und Technik
Band: 8 (1953)
Heft: 5

Artikel: Das Raumproblem : ist der physikalisch-kosmische Raum euklidisch?
Autor: Gruber, Friedrich
DOI: https://doi.org/10.5169/seals-654091

Nutzungsbedingungen
Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Siehe Rechtliche Hinweise.

Conditions d'utilisation
L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. Voir Informations légales.

Terms of use
The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. See Legal notice.

Download PDF: 26.04.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, https://www.e-periodica.ch

schwarze Frucht einer Liane, also eines Schlingstrauches (Piper nigrum), der wahrscheinlich einst an der Malabarküste, in Vorderindien, wild wuchs. Heute kommt er nur mehr in Kulturen vor, wird aber fast überall in den Tropen gebaut, denn Pfeffer ist seit altersher und überall beliebt. Nicht nur als Gewürz für Fleisch und Soßen, sondern auch als Magenmittel und im Orient als Medikament bei Zahn- und Mundleiden. Erntet man den Pfeffer im halbreifen Zustand und trocknet man die Früchte, so erhält man den schwarzen Pfeffer, läßt man die Früchte aber überreif werden — sie sind dann leuchtendrot, so erhält man den viel wertvolleren weißen Pfeffer. Während bis zum Zweiten Weltkrieg der meiste Pfeffer aus dem Gebiet des heutigen Indonesiens kam, ist heute Indien die „Pfeffer-Vormacht". Die Pfefferliane wird dort sowohl im Kleinbetrieb wie auch in großen Plantagen gezogen.

Der sogenannte rote Pfeffer oder Cayenne-Pfeffer stammt von einer ganz anderen, der Tomate verwandten Pflanze. Er hat lebhaft rote, kleine, spitze Früchtchen, die getrocknet und gemahlen werden. Bei uns noch viel verbreiteter ist der „spanische" Pfeffer oder Paprika. Er kommt von der mit dem Cayenne-Pfeffer ganz nahe verwandten Paprikastaude, deren erst grüne, später rote Früchte uns auch als Gemüse gut bekannt sind. Damit ist aber die Reihe der vielen, vor allem in den Tropen so sehr beliebten Pfefferarten noch keineswegs erschöpft. Zu erwähnen ist z. B. noch der Betelpfeffer, dessen mit Kalk behandelte und verschiedentlich gewürzte Blätter von mindestens 200 Millionen Menschen in Indien eifrig gekaut werden und ihnen ein intensiv rotgefärbtes Gebiß verschaffen.

Ein sehr wichtiges Gewürz, das ebenfalls meist in der Liste der „Pfeffer" erscheint, ist das Piment, auch „Nelkenpfeffer" oder „englisches Gewürz" genannt, das unbedingt in den Pfefferkuchen und Lebkuchen gehört, aber auch zum Würzen der Würste Verwendung findet. Es stammt nicht aus Ostasien, sondern aus Mittelamerika und kommt heute vor allem von Jamaika. Es handelt sich um dunkelrote Beeren eines schlanken, immergrünen Baumes (Pimente officinalis), die unbedingt noch vor der Reife geerntet, dann getrocknet und gemahlen werden. Der Geschmack dieses Gewürzes erinnert einerseits an Zimt, andrerseits an Gewürznelken. Wir finden diese Würze in verschiedenen Backwaren, wie auch in der Wurst.

Die Paprikastaude liefert den „spanischen" Pfeffer oder roten Paprika

DAS RAUMPROBLEM

Ist der physikalisch-kosmische Raum euklidisch?

Von Friedrich Gruber

DK 513.8: 523.11

Vom rein logisch-mathematischen Standpunkt aus können verschiedene Geometrien widerspruchsfrei entwickelt werden, sind also Räume verschiedener Art möglich.

Jede Geometrie, in welcher das sogenannte Euklidische Parallelenaxiom gilt, heißt eine Euklidische Geometrie, und jede Geometrie, in welcher dieses Axiom nicht gilt, heißt eine Nicht-Euklidische Geometrie.

Es gibt nicht nur eine, sondern mehrere verschiedene Euklidische Geometrien, z. B. eine Nicht-Archimedische und eine Nicht-Pascalsche und entsprechende dreidimensionale Räume.

Es gibt auch mehrere Nicht-Euklidische Geometrien und somit mehrere Arten von Nicht-Euklidischen Räumen. Diese werden durch eine bestimmte, mathematisch-analytisch definierte Größe, das sogenannte Krümmungsmaß, charakterisiert. Von mathematischer sowie physikalischer Bedeutung sind nur die Räume mit konstanter Krümmung. Der gewöhnliche Euklidische Raum hat die Krümmung 0, der Nicht-Euklidische hyperbolische Raum hat ein konstantes negatives Krümmungsmaß, und der Riemannsche (elliptische und sphärische) Raum hat eine konstante positive Krümmung.

Der Riemannsche Raum, mit welchem der sphärische Raum der allgemeinen Relativitätstheorie Einsteins im wesentlichen identisch ist, ist unbegrenzt wie der Euklidische Raum, aber — im Gegensatz zu letzterem — endlich, und jede Gerade in ihm ist in sich geschlossen wie ein Kreis im Euklidischen Raum[1]).

Man sieht, es ist notwendig, zwischen den Begriffen unbegrenzt und unendlich scharf zu unterscheiden. Der Euklidische Raum ist sowohl unbegrenzt wie unendlich, der Riemannsche oder Einsteinsche Raum ist ebenfalls unbegrenzt, aber nicht unendlich groß. Unendliches ist nie anschaulich und weder in der tatsächlichen Wahrnehmung noch auch in der Vorstellung, der Phantasie, gegeben. Der große französische Mathematiker Henri Poincaré drückte diese Wahrheit mit den Worten aus: „Das aktual Unendliche gibt es nicht."

Aber auch der endliche unbegrenzte Riemannsche oder Einsteinsche Raum ist als Ganzes für uns n i c h t a n s c h a u l i c h, sondern nur abstrakt-mathematisch definiert.

Wohl aber ergibt sich für jeden vorstellbaren Raum sowie für den realen physikalisch-kosmischen Raum die Forderung der Unbegrenztheit aus der Natur der Raumanschauung. Wir können uns keine bestimmte Grenze des Raumes vorstellen; das Bewußtsein von der Unbegrenztheit des Raumes ist nichts anderes als das Bewußtsein von der Überschreitbarkeit, von der grundsätzlich immer möglichen Hinausschiebbarkeit jeder Grenze.

In dieser Beziehung ist der Raum mit der Reihe der natürlichen Zahlen 1, 2, 3 ... vergleichbar, die uns auch nie als Ganzes gegeben ist, von der wir aber wissen, daß sie unbegrenzt ist, da es ja über j e d e Zahl dieser Reihe hinaus noch größere Zahlen gibt. Man könnte vielleicht einwenden, daß wir nicht sicher wissen können, ob es nicht weit draußen in irgendeiner unbekannten Ferne eine Grenze bzw. Grenzen des realen physikalisch-kosmischen Raumes gibt. Eine derartige Möglichkeit ist allerdings nicht absolut auszuschließen, aber was wir mit Sicherheit sagen können ist, daß keine Körper von uns bekannter Art eine solche Grenze bilden könnten, denn kein Körper irgendwelcher bekannten Art kann ein mechanisches Durchbohrtwerden oder ein Eindringen hochenergetischer Strahlen absolut verhindern.

Mathematisch und noch mehr philosophisch und naturwissenschaftlich bedeutungsvoll ist die Frage, welche Geometrie denn nun im Raum unserer Erfahrung, im physikalisch-kosmischen Raum, gelte. Zunächst kann auf diese Frage mit aller Bestimmtheit die Antwort gegeben werden: k e i n e, nämlich keine g e n a u. Es gibt in der Welt unserer Erfahrung keine Dinge, welche den Punkten, Geraden und Ebenen irgendeiner der bisher angeführten, mathematisch konstruierten Geometrien bzw. irgendeines dieser Räume genau entsprechen, welche die auf Punkte, Geraden und Ebenen bezüglichen Axiome irgendeiner dieser Geometrien s ä m t l i c h erfüllen.

Näherungsweise aber sind alle unsere bisherigen Raumerfahrungen und räumlichen Messungen, wenn man sehr kleine Körper für Punkte und Lichtstrahlen sowie Rotationsachsen wirklicher fester Körper für Gerade nimmt, sowohl mit der gewöhnlichen Euklidischen Geometrie wie auch mit einer Nicht-Euklidischen Geometrie m i t a b s o l u t s e h r k l e i n e m K r ü m m u n g s m a ß vereinbar.

Wegen der grundsätzlichen Unvermeidbarkeit von Beobachtungs- bzw. Messungsfehlern wird es nie möglich sein zu entscheiden, ob das Krümmungsmaß des physikalisch-kosmischen Raumes genau $= 0$ ist, ob also dieser Raum wirklich ein euklidischer ist. Aber es muß betont werden, daß andrerseits auch die genauesten Raummessungen (Parallaxenbestimmungen usw.) bisher keinen Beweis dafür geliefert haben, daß die Annahme von der Euklidizität des physikalischen Raumes falsch ist. Weder die Euklidizität noch die Nicht-Euklidizität des physikalisch-kosmischen Raumes ist also bewiesen. Man kann sich übrigens auch auf den Standpunkt stellen, die Euklidizität des Erfahrungsraumes unter allen Umständen vorauszusetzen bzw. festzuhalten und ihr scheinbar widersprechende Erfahrungstatsachen physikalisch zu erklären, durch entsprechende Abänderung der physikalischen Gesetze. Es steht uns z. B. frei, von der Euklidischen Geometrie abweichende Eigenschaften der Lichtstrahlen oder der festen Körper damit zu erklären, daß man sagt, Lichtstrahlen seien eben keine idealen Euklidischen Geraden, und feste Körper seien keine idealen starren Euklidischen Körper. Es ist natürlich ebenso möglich, eine Nicht-Euklidische Geometrie von vornherein als für den physikalischen Raum gültig zu postulieren und die physikalisch-astronomischen Gesetze derart zu fassen, derart zu formulieren, daß die einheitliche geometrisch-physikalische Theorie allen Beobachtungstatsachen gerecht wird.

Die von Einstein in seiner allgemeinen Relativitätstheorie mit dem Anspruch auf Alleingültigkeit behauptete Nicht-Euklidizität des physikalisch-kosmischen Raumes kann nicht als erwiesen gelten. Die drei Effekte (Ablenkung von Fixsternlicht in Sonnennähe, Merkurperihelverschiebung und Rotverschiebung der Linien in Sternspektren), welche immer als Beweise für die allgemeine Relativitätstheorie und die Nicht-Euklidizität des Erfahrungsraumes ins Treffen geführt werden, können auch anders erklärt werden und sind hinsichtlich ihres richtigen numerischen Betrages noch gar nicht endgültig festgelegt. Dies wird sogar von solchen Forschern — z. B. von Prof. Max von Laue — zugegeben, die für ihre Person von der Richtigkeit der allgemeinen Relativitätstheorie Einsteins überzeugt sind. Anders steht es mit der speziellen Relativitätstheorie Einsteins, die von den maßgebenden Fachleuten heute allgemein anerkannt wird und die sich stets und überall bewährt hat. I h r und nicht etwa der allgemeinen Relativitätstheorie entstammen auch die bedeutenden Beiträge Einsteins zur modernen Atomphysik, z. B. die Feststellung der Äquivalenz von Masse und Energie, ausgedrückt durch die Formel: Energie = Masse × Quadrat der Lichtgeschwindigkeit.

[1]) Auch der sich ausdehnende Lemaître-Einstein-Großmann-Raum ist ein spezieller sphärischer Raum im Riemannschen Sinn.