

Ludwig Schlaefli über den physikalischen Raum.

Autor(en): **Linder, Arthur**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Commentarii Mathematici Helvetici**

Band (Jahr): **3 (1931)**

PDF erstellt am: **20.09.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-4682>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.

Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.

Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Ludwig Schläefli über den physikalischen Raum

Ein Beitrag zur Vorgeschichte der Relativitätstheorie

Von ARTHUR LINDER, Bern

Am Schluß der Abhandlung von Ludwig Schläefli „Nota alla Memoria del sig. Beltrami Sugli spazii di curvature costanti“¹⁾ findet sich eine — soviel uns bekannt ist — bisher unbeachtete Bemerkung über die geometrische Natur des Raumes der Erscheinungen. In deutscher Uebersetzung lautet die Stelle:

„Fängt man einmal an, gegen die gewohnten Vorstellungen über den Raum Zweifel zu erheben, soweit der Raum, wie die Zeit, als wesentlicher Bestandteil der Reihe der wirklichen Erscheinungen angehört, so verstehe ich nicht, warum man bei der Annahme stehen bleiben sollte, daß es möglich sei, einen Teil des Raumes durch eine Bewegung mit einem andern Teile des Raumes zur Deckung zu bringen. Die Gestalt eines festen Körpers ist das momentane Ergebnis der Kräfte und der relativen Geschwindigkeiten, mit welchen seine Teilchen behaftet sind; und die Fehler, die der Annahme anhaften, daß ein solcher Körper nach einer Verschiebung mit Bezug auf andere Körper, die wir als ruhend ansehen, seine Gestalt bewahrt habe, sind nicht wesentlich kleiner als diejenigen, die der heutigen praktischen Astronomie mit Rücksicht auf die geometrischen Vorstellungen anhaften, man kann sie sogar als von gleicher Größenordnung ansehen. Und von dieser, oder doch von vergleichbarer Ordnung wäre, wie mir scheint, auch die Krümmung des Raumes, falls er, wie es der hochberühmte Riemann durchblicken zu lassen scheint (Ueber die Hypothesen, welche der Geometrie zugrunde liegen), ein Gewebe von konstanter Krümmung $\frac{1}{a^2}$ oder $-\frac{1}{a^2}$ haben sollte. Da jedoch ein unendlich kleiner Bereich jedes dreidimensionalen Gewebes um einen beliebigen Punkt in allen Beziehungen dem geometrischen Raume nahe kommt, und zwar mit einem Fehler, der ebenfalls unendlich klein ist, wäre es nicht nötig eine so kleine konstante Krümmung anzunehmen, daß daraus ein Teil der Fehler der modernen Astronomie ableitbar wäre; es würde auch irgend ein Gewebe von sehr großer

¹⁾ Annali di matematica, serie II^a, tomo V^o; p. 178—193 (1871).

linearer Einheit ausreichen, und es könnten in dessen Definitionsformel die sechs Koeffizienten sowohl Funktionen der Zeit als auch der drei Koordinaten sein. Wenn man dann noch überlegt, daß der Raum der Mechanik kein absoluter Raum ist — das heißt ein derartiger Raum, daß man ihn eher als ruhend, denn als gradlinig und gleichförmig bewegt ansprechen könnte — versteht man, daß eine neue Definition des Raumes zunächst dieser physikalischen Relativität Rechnung zu tragen hat; wer wird uns dann aber sagen, was wir an der Stelle der Ausdrücke $\frac{\partial^2 x}{\partial t^2}$, $x' - x$, $\frac{m \cdot m'}{r^2}$ zu setzen haben werden, wenn wir Koordinaten von viel unbestimmterer Bedeutung haben werden als diejenigen des Raumes, den man bisher als den wahren angesehen hat? Wenn beispielsweise die Krümmung nicht Null, jedoch konstant wäre und wenn man unter r den geodätischen Abstand zweier Massenpunkte versteht, werden wir bei der Korrektur der Formel $\frac{m \cdot m'}{r^2}$ an Stelle von r je nach der positiven oder negativen Krümmung $2a \sin \frac{r}{2a}$ oder $2a \operatorname{Sh} \frac{r}{2a}$ zu setzen haben, oder etwa den geodätischen Abstand selbst? Wenn die ganzen linearen Ausdrücke und das $(x' - x)^2 + (y' - y)^2 + (z' - z)^2$ nicht die erste Grundlage der Gesamtheit der Erscheinungen bilden sollten, so hätten die griechischen Geometer samt *Galilei* die Menschheit in solcher Weise angeführt, daß der Schaden in Jahrhunderten nicht wieder gutzumachen wäre. Ich glaube nicht, daß die mathematischen Grundvorstellungen, die das Menschengeschlecht bei Erlangung seiner Reife und aufgeklärt durch die Erfahrung erfunden hat, vollständig verschieden seien von denjenigen, die alle übrigen Erscheinungen beherrschen.“

Wie schon *Riemann*, so bringt auch *Schlaefli* zum Ausdruck, daß der „Raum, wie die Zeit, als wesentlicher Bestandteil der Reihe der wirklichen Erscheinungen angehört“, demnach also nicht als a priori gegeben angesehen zu werden braucht.

Während *Riemann* sich über den geometrischen Aufbau des physikalischen Raumes nicht ganz eindeutig auszusprechen scheint, äußert hier *Schlaefli* eine sehr bestimmte, entschiedene Ansicht, und zwar geht er von der Homogenität des Raumes ab: „ich verstehe nicht, warum man bei der Annahme stehen bleiben sollte, daß es möglich sei, einen Teil des Raumes durch eine Bewegung mit einem andern Teil des Raumes zur Deckung zu bringen.“ Seiner Ansicht nach braucht demnach der Raum nicht von konstanter Krümmung zu sein, die physikalischen Tat-

sachen schließen ein „Gewebe von sehr großer linearer Einheit²⁾“ nicht aus, in dessen Definitionsformel die sechs Koeffizienten³⁾ sowohl Funktionen der *Zeit* als der drei (*Raum-*)*Koordinaten* sind.

Es sei darauf hingewiesen, daß hier nur vom Raum die Rede ist, der als Riemann'sche Mannigfaltigkeit angesehen werden könnte. Von der Betrachtung des Raum-Zeit-Kontinuums als einer Riemann'schen Mannigfaltigkeit ist bei Schläefli nicht die Rede.

Ein wesentlicher Schritt, der zur Einbeziehung der Zeit als vierte Koordinate neben den drei Raumkoordinaten geführt hat, ist allerdings schon von Schläefli vollzogen worden. Er besteht erstens in der Bemerkung, daß Raum *und* Zeit „der Reihe der wirklichen Erscheinungen angehören“ und zweitens in dem weittragenden Gedanken, daß eine neue Definition des Raumes der Relativität Rechnung tragen müsse, die darin besteht, daß der Raum der Mechanik kein absoluter Raum ist. Die letzten Folgerungen aus diesen Ideen hat erst die allgemeine Relativitätstheorie gezogen.

²⁾ Der Ausdruck „Gewebe von sehr großer linearer Einheit“ ist bei Schläefli wohl gleichbedeutend mit „Gewebe mit kleiner Krümmung“.

³⁾ Gemeint sind offenbar die *g_{ik}*.

(Eingegangen den 1. Mai 1931)