

Dis. phil. Jena 1922 (10)

DER RAUM.

EIN
BEITRAG ZUR WISSENSCHAFTSLEHRE.



INAUGURAL-DISSERTATION
ZUR
ERLANGUNG DER DOKTORWÜRDE
DER
HOHEN PHILOSOPHISCHEN FAKULTÄT
DER
UNIVERSITÄT JENA
VORGELEGT
VON
RUDOLF CARNAP
AUS BUCHENBACH (BADEN).

GÖTTINGEN 1921
DRUCK DER DIETERICH'SCHEN UNIV.-BUCHDRUCKEREI
W. FR. KAESTNER.

Inhalt.

	Seite
Einleitung. Die drei Bedeutungen des Raumes	5
I. Der formale Raum (R)	7
Seine Bedeutung. Urteil. Begriff. Beziehung (Seite 7). — (Mathem. Funktion). Beziehungslehre. Anzahl. Reihe. Ordnungszahl. Kontinuum (10). — Mehrstufige Reihe: der Raum. R_t, R_{3p} (13). — Uebersicht der Raumarten (15). — Beispiele: Farben; Urteile; Punkte und Geraden; Kreise und Kreisbüschel (17).	
II. Der Anschauungsraum (R')	22
Wesensschauung. Beschränktheit des Anschauungsgebietes. Die Grundsätze (22). — Erweiterung zum Gesamtgefüge. Die Forderungen (26). — Krümmungsmaß; die Arten des R'_{3m} (27). — Verallgemeinerung: $R'_{nm}, R'_{2t}, R'_{nt}$ (30).	
III. Der physische Raum (R'')	32
Die physische Gerade. Geradensetzung. Maßsetzung; M_1, M_0 (32). — R'_{2t}, R'_{3m} . Tatbestand (38). — Wahl der Maßsetzung, danach R'' bestimmt. Beispiel: Ausmessung der Fläche f (40). — Wahl von R'' , danach Maßsetzung bestimmt. Beispiel: Erde als Ebene (46). — Gegenseitige Abhängigkeit von Raumart, Maßsetzung und Tatbestand. Möglichste Einfachheit für R oder M ? Beides nicht, sondern für Gesamtdarstellung. Beispiel: Relativitätstheorie (54).	
IV. Das gegenseitige Verhältnis von formalem, Anschauungs- und physischem Raum	60
Einsetzung und Unterordnung. Logik — Größenlehre — Physik. Zweck des Aufbaues der Raumarten.	
V. Die Beziehungen zwischen Raumerkenntnis und Erfahrung	63
a) Die Quellen der Erkenntnis vom Raume	63
Die Erkenntnisquellen der drei Raumbedeutungen. Kant: synthetische Sätze a priori. Quellenformeln.	
b) Der Raum als Bedingung der Erfahrung	65
Welche Raumbestimmungen sind erfahrungsbegründend? Nur die topologischen, und zwar des Anschauungsraumes, und damit des formalen. Eindeutigkeit; daraus folgt weder: euklidischer Raum, noch: dreistufiger Raum. Ergebnis: R'_{nt} und damit auch R_{nt} enthalten die Möglichkeitsbedingungen des Erfahrungsgegenstandes.	
Anhang I: Literatur-Verzeichniss	68
Anhang II: Literatur-Hinweise	78

Genehmigt von der Philosophischen Fakultät der Universität
Jena auf Antrag des Herrn Prof. Dr. Bauch.

Jena, den 1. März 1921.

Dr. Victor Michels,
d. Zt. Dekan.

Gleichzeitig erschienen als Ergänzungsheft Nr. 56 der „Kantstudien“.

Lebenslauf.

Ich bin am 18. Mai 1891 zu Ronsdorf bei Barmen geboren. Nachdem ich Ostern 1910 die Reifeprüfung am Gymnasium zu Jena bestanden hatte, habe ich die Universitäten Jena und Freiburg i. B. besucht. Das Studium wurde von Aug. 1914 bis Dez. 1918 durch Heeresdienst unterbrochen und im Herbst 1919 in Jena durch die Oberlehrerprüfung in Mathematik, Physik und philos. Propädeutik beendet; es war hauptsächlich der Physik, der Mathematik, der Philosophie und der Psychologie gewidmet. Die Lehrer, denen ich besonderen Dank schulde, waren die Herren Prof. Auerbach, Bädeker, Cohn, Haussner, Heffter, Himstedt, Nohl, Rickert, Vollmer, Wien. Vor allem aber habe ich den Herren Prof. Bauch und Frege wertvolle Anregungen auf dem Gebiet der Philosophie der exakten Wissenschaften, dem auch die vorliegende Arbeit gewidmet ist, zu verdanken.

Rudolf Carnap.

nur technischen Schwierigkeit infolge des sehr kleinen Krümmungsmaßes absehen) würde ergeben, daß hier nicht überall das Krümmungsmaß Null ist, sondern z. B. auf einer Ebene durch den Mittelpunkt der Sonne bei Annäherung von außen an die Oberfläche der Sonne immer stärker negativ wird, und zwar ringsherum im gleichen Abstand von der Sonne in gleicher Weise.

2. Die früheren Überlegungen haben gezeigt, daß sich immer eine Maßsetzung finden läßt, auf Grund deren der Tatbestand in die Form des euklidischen Raumgefüges R_{3n}'' gebracht werden kann. Es muß also auch eine solche Maßsetzung M_2 geben, die zu einem euklidischen Gefüge für das Verhalten der Körper im Schwerfeld gelangt. Dazu ist allerdings erforderlich, daß in die Maßsetzung nicht nur, wie bei M_1 , die Temperatur (T) und andre physikalische Zustandsgrößen hineingenommen werden, sondern auch Ort und Richtung, genauer: die Entfernung (r) vom Mittelpunkt der das Schwerfeld erzeugenden Masse (m) und der Winkel φ zwischen Maßstrecke und r . Daß dieses Vorkommen einer Längenbestimmung (r) in der Maßsetzung nicht auf einen Zirkelschluß hinausläuft, ist oben in einem ähnlichen Beispiel (M_3) gezeigt worden; ebenso steht es mit der Bestimmung des Winkels φ , wovon man sich leicht überzeugt, wenn man die Winkelmessung auf Längenmessung zurückführt. Während M_1 , wenn wir zur Einfachheit von den physikalischen Zustandsgrößen hier nur die Temperatur anführen und uns auf die einfachste Gestalt der Abhängigkeitsbeziehung beschränken, etwa lautet: »Diese beiden Punkte A, B dieses Eisenstabes sollen als Maßpunkte gelten; ihr Abstand stellt bei der Temperatur T die Strecke $l = l_0(1 + \beta(T - T_0))$ dar«, so lautet M_2 : »Diese beiden Punkte A, B dieses Eisenstabes sollen als Maßpunkte gelten; ihr Abstand stellt bei der Temperatur T , in der Entfernung r von der Masse m , unter dem Winkel φ gegen r die Strecke dar: $l = l_0(1 + \beta(T - T_0))\left(1 - C\left(\frac{m}{r} \cdot \cos^2 \varphi\right)\right)$; hierbei ist C eine unveränderliche Größe (im cm-gr-sek-Maß $3,72 \cdot 10^{-29}$)«. Messen wir auf Grund dieser Maßsetzung, so zeigt sich wie bei M_1 eine Ausdehnung aller festen Körper bei Erwärmung, und zwar je nach dem Stoff verschieden; dann aber im Gegensatz zu M_1 eine Verkürzung aller Körper in Richtung der Verbindungslinie zum Mittelpunkt von m , aber nicht quer zu dieser Richtung. Und zwar ist diese Verkürzung bei der gleichen Entfernung von m für alle Körper dieselbe, unabhängig vom Stoff. Wird ein (sehr langer) Stab auf Grund von M_2 als Gerade festgestellt, so bleibt er bei Änderung von Ort oder

Richtung im Allgemeinen nicht gerade, sondern nimmt eine Krümmung an.

Die Krümmung der Lichtstrahlen ist hier absichtlich nicht erwähnt, weil ihre Ausmessung unter den Vorsichtsmaßregeln, die uns hier die Nichtberücksichtigung der Zeit erlauben, nicht möglich ist.

Die Frage, in welcher räumlichen Form der Tatbestand im Schwerfeld dargestellt werden soll, läuft also auf die Wahl zwischen den beiden Maßsetzungen M_1 und M_2 hinaus. Hier beschränken wir uns darauf, die Sachlage durch dieses Entweder-Oder zu kennzeichnen, ohne die Entscheidung in dieser nicht die Wahrheit, sondern die wissenschaftliche Zweckmäßigkeit angehenden Frage treffen zu wollen. Es sei nur darauf hingewiesen, daß für die Entscheidung die früher (S. 36) genannte Regel des wissenschaftlichen Verfahrens in Betracht kommt, zahlenmäßig gleiches Verhalten der verschiedensten Körper nach Möglichkeit als scheinbar darzustellen, nämlich als Folge einer entsprechenden Eigenschaft dessen, worauf jenes Verhalten bezogen ist, hier also der Maßsetzung, des Raumgefüges. Auch sei noch einmal daran erinnert, daß wir hier den Raum aus dem Gesamtgefüge Raum-Zeit losgelöst haben; soll die Entscheidung nicht nur für diesen Ausschnitt, die räumlichen Verhältnisse, gültig sein, sondern für den Gesamtaufbau des Gefüges der Naturvorgänge, so kann sie dies nur durch Untersuchung der Frage, ob sich für das vierstufige Raum-Zeit-Gefüge aus der einen oder der andern der beiden Maßsetzungen die einfachere Form ergibt.

Wir fassen die Ergebnisse der Untersuchung des physischen Raumes kurz zusammen. Im Tatbestand der Erfahrung ist uns der dreistufige, topologische Raum R_{3n}'' gegeben, dagegen nicht ein metrischer Raum. Ein solcher ergibt sich erst auf Grund einer Maßsetzung, wobei wir entweder diese selbst oder das metrische Raumgefüge frei wählen können, am besten aber so vorgehen, daß wir weder das eine noch das andre tun, sondern die Maßsetzung und das zu ihr gehörige Raumgefüge so bestimmen, daß auf Grund davon der Tatbestand möglichst einfach dargestellt werden kann.