Kritische Anmerkungen zum Problem der Unterscheidung von Definition und Axiom am Beispiel des Trägheitsbegriffes

Friedrich Wilhelm Dustmann

In den «Einleitungen zu Goethes Naturwissenschaftlichen Schriften» geht *Rudolf Steiner* im Kapitel «Goethe und die moderne Naturwissenschaft» im letzten Abschnitt auf den Begriff der Trägheit ein. Dieser relativ kurze Abschnitt kann Ausgangspunkt für vielfältige Überlegungen sein (vgl. *Maier,* 1986). Deswegen soll er hier etwas genauer analysiert werden.

Steiner verwendet in diesem Kapitel einen Körperbegriff, den ich als rein mathematisch bezeichnen möchte, wenn er den Körper als das im Raum Ausgedehnte charakterisiert, das sich durch eine geschlossene Oberfläche von Anderem abgrenzt. Irgendwelche weiteren physischen Attribute kommen ihm nicht zu; zumindest werden sie nicht explizit erwähnt. Ein solches im Raum Ausgedehntes ist z.B. auch ein Lichtkegel, der im rein mathematischen Sinn auch als Körper, eben als Kegel, angesehen werden kann.

Im allgemeinen Sprachgebrauch wird jedoch ein anderer Körperbegriff verwendet, den ich hier als physischen Körper bezeichnen möchte. Ein physischer Körper ist ein im Raum Ausgedehntes, das seine Ausdehnung gegenüber anderen Körpern behauptet. Sie mögen starr oder verformbar sein, immer jedoch bieten sie einen Widerstand, wenn man sie durch einen anderen Körper in ihrer räumlichen Ausdehnung einschränken will. Für den Lichtkegel ist dies nicht der Fall. Man kann ohne Schwierigkeiten irgendeinen Gegenstand in den Lichtkegel hineinschieben, ohne daß sich jenem ein Widerstand entgegenstellt. Zwei Lichtkegel können sich auch gegenseitig durchdringen, ohne sich zu behindern. Der Lichtkegel ist also kein physischer Körper. Um Irrtümern zuvorzukommen, sei hier noch einmal ausdrücklich darauf hingewiesen, daß der Widerstand gegen die Einschränkung der Ausdehnung in gar keiner Beziehung zur Trägheit, also dem Bewegungsverhalten der Körper steht. Hier stehen andere Prinzipien im Hintergrund. Interessante Überlegungen zu diesem Thema findet man bei *Leconte* und *Lusseyron* (1987), die Prinzipien der neuesten Physik wie das Pauli-Prinzip und die Unschärferelationen in diesen Zusammenhang stellen.

Steiner geht auf den hier angedeuteten Unterschied zwischen mathematischen und physischen Körpern nicht ein. Es bleibt deshalb unklar, ob er tatsächlich nur den mathematischen Körper meint oder ob seine Darstellung unvollständig ist. Daß das letztere der Fall sein könnte, wird dadurch nahegelegt, daß der Zusammenhang, in dem

seine Ausführungen stehen, den physischen Körper eigentlich voraussetzt, da beschleunigende mechanische Kräfte nur an einem solchen angreifen können. Wir kommen weiter unten auf diese Problematik noch einmal zurück.

Nach diesen Vorbemerkungen können wir nun zum eigentlichen Kernproblem vordringen, das in dem oben bezeichneten Absatz verborgen ist. Als die übliche Definition des Beharrungsvermögens (Trägheit) nennt Steiner den folgenden Satz:

> Kein Körper kann ohne äußere Ursache den Zustand der Bewegung, in dem er sich befindet, verändern.

Dieser Satz ist in der vorliegenden Form ganz sicher keine Definition, sondern eine Aussage über physische Körper, die axiomatischen Charakter hat. Es wird etwas über die Beziehung zwischen den Begriffen «Körper» und «Bewegung» ausgesagt. Warum Steiner dies als Definition bezeichnet, wird nicht deutlich. Es kommt nicht einmal das Wort «Trägheit» darin vor. Weder in neueren noch in älteren Physikbüchern wird man einen solchen Satz als Definition finden. Vielmehr erscheint er dort regelmäßig als Grundprinzip, also als Axiom.

Man kann durchaus definieren, was Trägheit ist, und zwar im Wesentlichen so, wie es Steiner in seinen weiteren Ausführungen dann auch tut. Bevor wir uns damit näher auseinandersetzen, will ich den Zusammenhag zwischen Definition und Axiom an einem bekannten Beispiel aus der euklidischen Geometrie erörtern:

> *Definition:* Zwei Geraden, die in einer Ebene liegen und sich nicht schneiden, werden *parallel* genannt.

Haben wir den Begriff eingeführt, dann können wir ein Axiom formulieren:

> Es sei a eine Gerade und A ein Punkt, der nicht auf a liegt, dann gibt es in der von a und A bestimmten Ebene genau eine Parallele zu a, die durch A geht.

Hier wird eine Aussage über Parallelen gemacht, die vorher definiert wurden. Man kann versuchen, nach dem gleichen methodischen Muster auch in der Mechanik vorzugehen. Zunächst wird definiert, was ein träger Körper ist:

> *Definition:* Ein Körper, der seinen Bewegungszustand nicht ohne von außen angreifende Kräfte verändern kann, wird träge genannt.

Dann folgt das Trägheitsaxiom:

> Jeder physische Körper ist träge.

In den meisten Lehrbüchern wird allerdings nicht wie hier zwischen einer Definition der Trägheit und dem Trägheitsaxiom unterschieden. Die Definition der Trägheit ist gewöhnlich implizit in der Formulierung des Axioms enthalten, wie dies auch für den anfangs zitierten Satz gilt, den Steiner als Definition deklariert. Der Grund für die fehlende begriffliche Trennung von Definition und Axiom liegt in der postulierten Allgemeingültigkeit des Trägheitsaxioms (Alle Körper ...). Wenn es in der Geometrie einen Satz gäbe: «Alle Geraden sind parallel», dann wäre die Parallelität schon im Begriff der Geraden enthalten und müßte nicht erst noch definiert werden. Dies läßt