

Antwort der Gutachter auf die Kritik seitens der Theoretikergruppe

Matthias Bartelmann

Frankfurt, 10. Januar 2014

Der KPK-Impulsstrom entspricht:

$$\vec{j}^{\text{KPK}} = T \cdot \vec{e}_x .$$

T hat die Komponenten

$$T_{ij} = \rho v_i v_j - \sigma_{ij} .$$

Statisch, in einer Dimension:

Zugspannung : $\sigma_{xx} < 0$,

Druckspannung : $\sigma_{xx} > 0$.

2.7 Druck-, Zug- und Biegespannung

In Abb. 2.26a setzt Willy einen Wagen in Bewegung. Durch die Stange fließt x -Impuls (die kurzen Pfeile) von links nach rechts, d.h. in die positive x -Richtung. In Abb. 2.26b zieht er an der Stange, und es fließt x -Impuls von rechts nach links, in die negative x -Richtung. In Abb. 2.26c schließlich drückt er den Wagen von der Seite aus nach vorne. Der x -Impuls fließt jetzt quer zur x -Richtung.

Versetze dich nun in die Lage der Stange. Würdest du in den drei Fällen einen Unterschied spüren? Natürlich. Im ersten Fall würdest du eine Druckspannung spüren, im zweiten eine Zugspannung und im dritten eine „Biegespannung“.

Wir haben daher die folgende Regel:

x -Impuls fließt in die positive x -Richtung:
<i>Druckspannung</i>
x -Impuls fließt in die negative x -Richtung:
<i>Zugspannung</i>
x -Impuls fließt quer zur x -Richtung:
<i>Biegespannung</i>

Die entsprechenden Regeln gelten für y - und z -Impuls.

Der KPK-Impulsstrom

Der KPK-Impulsstrom entspricht:

$$\vec{j}^{\text{KPK}} = T \cdot \vec{e}_x .$$

T hat die Komponenten

$$T_{ij} = \rho v_i v_j - \sigma_{ij} .$$

Statisch, in einer Dimension:

Zugspannung : $\sigma_{xx} < 0$,

Druckspannung : $\sigma_{xx} > 0$.

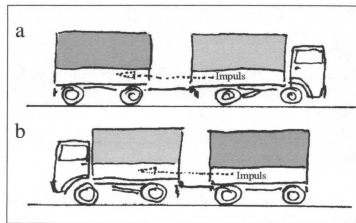


Abb. 2.27. Ein Lastzug fährt einmal nach rechts (a) und einmal nach links (b) an. Beide Male steht die Kupplungsstange unter Zugspannung, und beide Male fließt x -Impuls in die negative x -Richtung.

Abb. 2.27a zeigt einen Lastzug, der gerade anfährt. Der Motor pumpt Impuls aus der Erde in den Lastwagen und über die Anhängerkupplung nach links in den Anhänger. Wir wissen, dass die Kupplungsstange unter Zugspannung steht – in Übereinstimmung mit unserer Regel.

Wir betrachten nun einen Lastzug, der nach links anfährt, Abb. 2.27b. Hier pumpt der Motor negativen Impuls in den Lastzug hinein, d.h. positiven Impuls aus ihm heraus. Daher fließt (positiver) Impuls durch die Kupplungsstange nach links. Die Kupplungsstange steht natürlich wieder unter Zugspannung. Du siehst: Auch hier gilt unsere Regel.

Der KPK möchte

- Kräfte durch Impulsströme ersetzen,
- die Newtonschen Axiome durch Impulserhaltung ersetzen,
- die Begriffe der Trägheit und des Inertialsystems überwinden.

2.10 Das Newtonsche Gesetz

Es gilt also:

$$F = \frac{\Delta p}{\Delta t} \quad (1)$$

Gleichung (1) ist das berühmte Newtonsche Gesetz. (Eigentlich gibt es drei „Newtonsche Gesetze“, aber die beiden anderen sind nur Spezialfälle von Gleichung (1)).

Der KPK möchte

- Kräfte durch Impulsströme ersetzen,
- die Newtonschen Axiome durch Impulserhaltung ersetzen,
- die Begriffe der Trägheit und des Inertialsystems überwinden.

148 Inertialsystem und Trägheitsgesetz

ZUSAMMENFASSUNG

Seit Einsteins Allgemeiner Relativitätstheorie wissen wir, dass die Unterscheidung zwischen richtigen Kräften und Scheinkräften, zwischen schwerer und träger Masse, sowie zwischen Inertial- und Nichtinertialsystem nicht mehr möglich ist.

Einstein schreibt 1922:

„Die eigentliche Leistung der (allgemeinen) Relativitätstheorie liegt darin, dass sie die Physik von der Notwendigkeit der Einführung des „Inertialsystems“ (bzw. der Inertialsysteme) befreit hat.

Wir sehen also: Die Unterscheidung zwischen schwerer und träger Masse ebenso wie die Unterscheidung zwischen richtigen und Scheinkräften oder zwischen Inertial- und Nichtinertialsystemen ist ein Artefakt der vorrelativistischen Physik.

Die Newton'sche Gleichung

$$\dot{\vec{p}} = \vec{F} ,$$

folgt dann und nur dann aus der Euler'schen Gleichung, wenn diese über Volumina integriert wird,

$$\underbrace{\frac{\partial}{\partial t} \int_V (\rho v_i) dV}_{\dot{\vec{p}}} + \underbrace{\int_V \frac{\partial}{\partial x_j} T_{ij} dV}_{-\vec{F}} = 0 .$$

Die Kraft \vec{F} aus der Newton'schen Gleichung ist das (negative, geschlossene) Oberflächenintegral über dieses Volumen,

$$F_i = - \int_{\partial V} T_{ij} dA_j .$$

Mechanik in feldtheoretischer Darstellung

Die bekannte Eulersche Fassung der Kontinuumsmechanik ist nach diesem Gesichtspunkt aufgebaut. Ihre Grundgleichungen lassen sich, wenn die kartesischen Koordinaten x, y, z des Raums mit x_1, x_2, x_3 bezeichnet werden, in der Form schreiben

$$\frac{\partial \rho_m}{\partial t} + \sum_{k=1}^3 \frac{\partial (\rho_m v_k)}{\partial x_k} = 0 \quad (31)$$

und

$$\frac{\partial (\rho_m v_i)}{\partial t} + \sum_{k=1}^3 \frac{\partial}{\partial x_k} (\rho_m v_i v_k - \sigma_{ik}) = \hat{q}_{p_i} \quad i = 1, 2, 3. \quad (32)$$

Die Gln. (32) geben analog die lokale Impulsbilanz der Materie wieder, denn sie lassen sich wie folgt lesen: Erfährt die i -te Komponente des in einem räumlichen Gebiet \mathcal{A} enthaltenen „mechanischen“ oder „materiellen“ Impulses

$$p_i = \int_{\mathcal{A}} \rho_m v_i dV, \quad i = 1, 2, 3 \quad (33)$$

eine zeitliche Änderung, so geschieht das entweder als Folge eines die Oberfläche des Gebiets \mathcal{A} , d.h. den „Rand von \mathcal{A} “ [in Zeichen: $\mathfrak{R}(\mathcal{A})$] durchsetzenden, im System „Materie“ fließenden Stroms der i -ten Komponente des Impulses

$$\begin{aligned} I_{p_i} &= \sum_{k=1}^3 \int_{\mathcal{A}} \frac{\partial}{\partial x_k} (\rho_m v_i v_k - \sigma_{ik}) dV \\ &= \sum_{k=1}^3 \int_{\mathfrak{R}(\mathcal{A})} (\rho_m v_i v_k - \sigma_{ik}) df_k, \quad i = 1, 2, 3, \end{aligned} \quad (34)$$

oder/und durch eine im Inneren von \mathcal{A} stattfindende Erzeugung oder Quellung der i -ten Impulskomponente der Materie mit der zeitlichen Rate

$$F_i = \int_{\mathcal{A}} \hat{q}_{p_i} dV, \quad i = 1, 2, 3. \quad (35)$$

Aussagen des Gutachtens

Sie hat sich deswegen als erfolgreich erwiesen, weil ihrer Vorgehensweise drei wesentliche Prinzipien zugrunde liegen:

- Für den Aufbau der Physik wesentliche Begriffe werden durch präzise Definitionen oder Messvorschriften festgelegt.
- Modellvorstellungen verbinden die so geschaffenen Begriffe.
- Physikalische Aussagen, die Experimenten widersprechen, gelten als falsch.

Fazit: Die eingangs gestellte Frage, ob die Aussagen des KPK über die Richtung des Impulsstroms experimentell überprüfbar sind, muss verneint werden. Deshalb ist die vom KPK eingeführte Richtung des Impulsstroms eine willkürlich festgelegte Konvention, der keine objektive Realität zukommt: Es gibt diesen Strom in der Natur nicht. Damit hat der KPK-Impulsstrom auch keinen Platz im Gebäude der Physik und ganz gewiss auch nicht im Physikunterricht.

Wir meinen Größen, die nicht an ein spezielles System, nicht einmal an eine bestimmte Klasse von Systemen gebunden sind, sondern denen eine Art system-unabhängiger Eigenexistenz zukommt. Wir nennen sie *allgemein-physikalische* Größen.

Heute herrscht die Ansicht vor, eine Größe sei durch eine Meßvorschrift definiert. Wieder scheint vom Gefühl und der inneren Anschauung her klar zu sein, was damit gemeint ist. Eine genauere Analyse zeigt jedoch, daß auch diese Erklärung nicht frei ist von metaphysischem Beiwerk.

Eine naturwissenschaftlich reale (und nicht metaphysisch vorgestellte) Meßvorschrift ist nichts anderes, ja kann nichts anderes sein als die *Feststellung einer Relation* zwischen den Werten von Größen, die meist bereits vorher stillschweigend als festliegend angenommen werden.

Wichtig ist dabei vor allem, daß der Begriff der Größe nicht nur unabhängig ist vom Begriff des Systems, sondern diesem sogar vorausgeht: Mathematisch läßt sich der Begriff des Systems überhaupt erst mit Hilfe eines hinreichend umrissenen Größenbegriffs fassen.

- *Impulsstromdichten und Impulsströme existieren und haben einen wichtigen Platz im Gebäude der Physik.*
- *Ströme berechnet man aus Stromdichten durch Integration über offene Flächen.*
- *Es gibt spiegelsymmetrische, statische Situationen, in denen Impulsströme fließen. Dies ist insbesondere in einer gespannten Feder der Fall.*
- In manchen Gebieten der Physik haben Impulsströme einen sinnvollen Platz. Das Gutachten wendet sich gegen den KPK-Impulsstrom als reale, messbare Größe.
- Durch Integration über offene Flächen erhaltene Impulsströme entsprechen nicht der gesamten Newton'schen Kraft.
- Solche Impulsströme haben eine willkürlich definierte Richtung und entsprechen daher keinen messbaren Größen.

- *Impulsstromdichten und Impulsströme existieren und haben einen wichtigen Platz im Gebäude der Physik.*
- *Ströme berechnet man aus Stromdichten durch Integration über offene Flächen.*
- *Es gibt spiegelsymmetrische, statische Situationen, in denen Impulsströme fließen. Dies ist insbesondere in einer gespannten Feder der Fall.*
- In manchen Gebieten der Physik haben Impulsströme einen sinnvollen Platz. Das Gutachten wendet sich gegen den KPK-Impulsstrom als reale, messbare Größe.
- Durch Integration über offene Flächen erhaltene Impulsströme entsprechen nicht der gesamten Newton'schen Kraft.
- Solche Impulsströme haben eine willkürlich definierte Richtung und entsprechen daher keinen messbaren Größen.

- *Impulsstromdichten und Impulsströme existieren und haben einen wichtigen Platz im Gebäude der Physik.*
- *Ströme berechnet man aus Stromdichten durch Integration über offene Flächen.*
- *Es gibt spiegelsymmetrische, statische Situationen, in denen Impulsströme fließen. Dies ist insbesondere in einer gespannten Feder der Fall.*
- In manchen Gebieten der Physik haben Impulsströme einen sinnvollen Platz. Das Gutachten wendet sich gegen den KPK-Impulsstrom als reale, messbare Größe.
- Durch Integration über offene Flächen erhaltene Impulsströme entsprechen nicht der gesamten Newton'schen Kraft.
- Solche Impulsströme haben eine willkürlich definierte Richtung und entsprechen daher keinen messbaren Größen.

150 Die Richtung von Impulsströmen

ZUSAMMENFASSUNG

Die Stromrichtung des Impulses hängt davon ab, wie man die positive Richtung der kartesischen Impulskomponenten definiert hat. Auf entsprechende Art hängt auch die elektrische Stromrichtung von der Definition des Vorzeichens der elektrischen Ladung ab. Die Änderung von Verlauf und Richtung eines Stroms durch Wechsel des Koordinatensystems oder Bezugssystems ist in der Physik allgegenwärtig.

Den Vorzeichenwechsel bei Umdefinition der Impulsrichtung mag man als unschön empfinden. Wer mit Impulsströmen nicht bewandert ist, mag auch Anstoß nehmen an der scheinbaren Symmetriebrechung bei einem Vorgang der offensichtlich symmetrisch ist. Abb. 1a zeigt einen einfachen Impulsstromkreis. Die Feder stehe unter Zugspannung. Der Impuls fließt hier entgegen dem Uhrzeigersinn. (Außer der eingezeichneten Impulsstromschleife fließen innerhalb des starren Jochs noch geschlossene Impulsströme.) Zählt man den Impuls nicht nach rechts, sondern nach links positiv, so kehrt auch der Impulsstrom seine Richtung um, Abb. 1b.

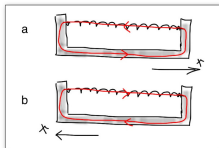


Abb. 1

(a) Positive Impulsrichtung nach rechts: Impulsstrom fließt gegen Uhrzeigersinn; (b) positive Impulsrichtung nach links: Impulsstrom fließt im Uhrzeigersinn

- In manchen Gebieten der Physik haben Impulsströme einen sinnvollen Platz. Das Gutachten wendet sich gegen den KPK-Impulsstrom als reale, messbare Größe.
- Durch Integration über offene Flächen erhaltene Impulsströme entsprechen nicht der gesamten Newton'schen Kraft.
- Solche Impulsströme haben eine willkürlich definierte Richtung und entsprechen daher keinen messbaren Größen.

150 Die Richtung von Impulsströmen

ZUSAMMENFASSUNG

Die Stromrichtung des Impulses hängt davon ab, wie man die positive Richtung der kartesischen Impulskomponenten definiert hat. Auf entsprechende Art hängt auch die elektrische Stromrichtung von der Definition des Vorzeichens der elektrischen Ladung ab. Die Änderung von Verlauf und Richtung eines Stroms durch Wechsel des Koordinatensystems oder Bezugssystems ist in der Physik allgegenwärtig.

- Physikalische Symmetriebrechungen sind unabhängig von der Koordinatenwahl.

- In manchen Gebieten der Physik haben Impulsströme einen sinnvollen Platz. Das Gutachten wendet sich gegen den KPK-Impulsstrom als reale, messbare Größe.
- Durch Integration über offene Flächen erhaltene Impulsströme entsprechen nicht der gesamten Newton'schen Kraft.
- Solche Impulsströme haben eine willkürlich definierte Richtung und entsprechen daher keinen messbaren Größen.

- *In allen im Gutachten diskutierten Fällen gibt der KPK korrekt die Richtung des Stromes der x-Komponente des Impulses wieder.*
- *Insbesondere sind Impulsstrom und „KPK-Impulsstrom“ gleich zu setzen und auch die Richtung des Stromes dieser Impulskomponente ist eindeutig festgelegt.*
- Der KPK-Impulsstrom ist konsistent $\vec{I}^{\text{KPK}} = T \cdot \vec{e}_x$.
- Impulsströme sind nicht auf Projektionen von T auf \vec{e}_x festgelegt. Der KPK-Impulsstrom ersetzt nicht die Newton'sche Kraft. Ihm entspricht keine messbare Größe.

- *In allen im Gutachten diskutierten Fällen gibt der KPK korrekt die Richtung des Stromes der x-Komponente des Impulses wieder.*
- *Insbesondere sind Impulsstrom und „KPK-Impulsstrom“ gleich zu setzen und auch die Richtung des Stromes dieser Impulskomponente ist eindeutig festgelegt.*
- Der KPK-Impulsstrom ist konsistent $\vec{I}^{\text{KPK}} = T \cdot \vec{e}_x$.
- Impulsströme sind nicht auf Projektionen von T auf \vec{e}_x festgelegt. Der KPK-Impulsstrom ersetzt nicht die Newton'sche Kraft. Ihm entspricht keine messbare Größe.

- *Das Gutachten beruht daher in einem wesentlichen Teil auf fachlich falschen Voraussetzungen.*
- Alle Aussagen des Gutachtens zum KPK-Impulsstrom treffen zu:

Fazit: Die eingangs gestellte Frage, ob die Aussagen des KPK über die Richtung des Impulsstroms experimentell überprüfbar sind, muss verneint werden. Deshalb ist die vom KPK eingeführte Richtung des Impulsstroms eine willkürlich festgelegte Konvention, der keine objektive Realität zukommt: Es gibt diesen Strom in der Natur nicht. Damit hat der KPK-Impulsstrom auch keinen Platz im Gebäude der Physik und ganz gewiss auch nicht im Physikunterricht.