

# 17 Der mechanische Spannungstensor

## Thema

Wenn man irgendein physikalisches Verhalten als bemerkenswert darstellt, wenn man einen Lehrsatz ausspricht, wenn man ein Gesetz formuliert, sollte man auch stets ansprechen, wie die Welt aussähe, wenn der Lehrsatz oder das Gesetz nicht gälte. Das wird oft vergessen. Hier ein Beispiel:

Im Physikunterricht der Schule wird gesagt und im Experiment gezeigt, der Druck in einer Flüssigkeit sei „allseitig“. Das Experiment ist aber so, dass man sich kaum vorstellen kann, dass es anders hätte ausgehen können, Abb. 1.

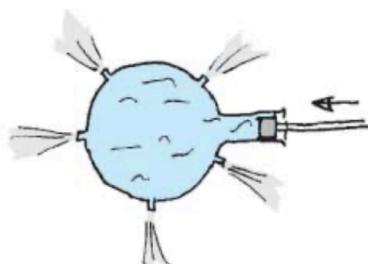


Abb. 1

Ist die Aussage deshalb inhaltslos? Ganz und gar nicht. Es wurde nur vergessen zu sagen: In festen Körpern ist der Druck „nicht allseitig“. Aber warum sagt man es nicht? Wahrscheinlich hat man nicht daran gedacht. Und wenn man daran gedacht hätte, so hätte man wohl schnell bemerkt: Um Gottes Willen, der Spannungstensor, das ist nichts für die Schule! Oder vielleicht sogar: Den habe ich selbst nie richtig verstanden. Tatsächlich ist das Thema aber gar nicht schwierig. Es erscheint vielleicht so, entweder, weil es in der Physikvorlesung gar nicht angesprochen wurde („das ist doch ein Thema für die Ingenieure“), oder, wenn doch, dass es mathematisch zugemüllt wurde.

## Das Gerät

Ein großer Tafelschwamm

## Der Versuch

Wir geben das zugehörige Unterrichtsgespräch wieder. Die Antworten der Schüler sind kaum mehr als eine Formulierung von Alltagserfahrungen.

Man nimmt den Schwamm in beide Hände und zieht nach oben und unten, Abb. 2.

„Was spürt ein kleiner Bereich im Innern des Schwamms?“

„Zug in der senkrechten Richtung.“

„Ich möchte nun, dass der Bereich Druck spürt, aber ohne dass der Zug verschwindet. Geht das?“

„Ja, das geht. Sie müssen von den Seiten drücken.“

Ich drücke von den Seiten.

„Und nun möchte ich noch einmal drücken, aber stärker als beim vorigen Mal und dabei soll der alte Zug und der alte Druck bleiben.“

„Dann müssen Sie noch von vorn und hinten drücken.“

„Ich drücke oder ziehe also jetzt gleichzeitig auf drei unterschiedliche Arten. Ich möchte nun einen vierten Druck oder Zug haben. Wie muss ich das machen?“

„Das geht nicht.“

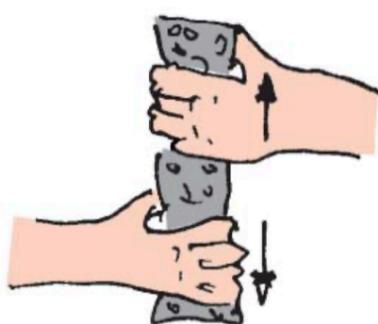


Abb. 2

So etwa läuft das Unterrichtsgespräch, natürlich stark verkürzt.

## Was man daraus lernen kann

Als Ergebnis formulieren wir:

*Man kann Druck- oder Zugspannungen in drei aufeinander senkrechten Richtungen vorgeben.*

Man kann auch noch die folgende Frage diskutieren: Willy möchte Lilly mitteilen, wie der mechanische Spannungszustand von irgendwas in einem vorgegebenen Punkt ist. Was muss Willy ihr mitteilen? Selbstverständlich drei Werte für die drei zueinander orthogonalen Druck- bzw. Zugspannungen. Damit ist aber Lilly noch nicht zufrieden, denn sie kennt noch nicht die Richtungen der drei Spannungen. Willy muss also noch drei weitere Angaben machen, damit Lilly über die Richtungen informiert ist. Zusammen sind das 6 Zahlenwerte. Der Experte erkennt natürlich die 6 voneinander unabhängigen Komponenten des symmetrischen Spannungstensors.