

9. Differenzen von Skalaren als Axoren. Der Änderungssinn als physikalischer Sinn

Summen und Differenzen von geometrisch orientierten Axoren sind auch selber Axoren (Abschnitt 4). Aber auch Differenzen von Skalaren können Axoren sein, und zwar nicht nur Differenzen von Sagittaren, sondern auch Differenzen von Spataren. Diese Axoren haben einen anderen orientierbaren Sinn als die geometrisch orientierbaren Größen. Daß das so ist, sei am Beispiel der Masse bewußt gemacht.

Zwei Dinge, deren Massendifferenz bestimmt werden soll, können gleichzeitig vorhanden sein, wie zum Beispiel zwei Eisenstücke A und B. Wird - wie es nahe liegt - die Masse des leichteren Dinges von der des schwereren abgezogen, bietet sich für diese Subtraktion die Gleichung an:

$$(9.1) \quad m(A) > m(B) \rightarrow \Delta m(A/B) = m(A) - m(B).$$

Im Falle der gleichzeitig vorhandenen Dinge ist $\Delta m(A/B)$ in gleicher Weise wie $m(A)$ und $m(B)$ ein Spatar. Es besteht keine Notwendigkeit, die Differenzgröße als einen Axor aufzufassen und mit einem Orientierungsfaktor zu schreiben.

Zwei Dinge mit unterschiedlichen Massen können aber auch nacheinander existieren, zum Beispiel

- ein Eisenstück C und ein Eisenstück D, das durch Abfeilen aus dem Stück C entsteht, oder
- eine Zinkportion Z-P und eine Zinkoxidportion ZO-P, die aus der Zinkportion Z-P bei deren vollständiger Verbrennung entsteht, oder
- eine Quecksilberoxidportion QO-P und eine Quecksilberportion Q-P, die sich (bei genügend langem und genügend kräftigem) Erhitzen aus der Quecksilberoxidportion QO-P bildet.

Im Falle der nacheinander vorhandenen Dinge wird grundsätzlich die Masse des später vorhandenen Dinges als Minuend in die (unausgerechnete) Differenz eingesetzt und die des früher vorhandenen als Subtrahend.

Damit ist für die Differenzmasse bei der Zinkoxidbildung zu schreiben:

$$(9.2) \quad \vec{\Delta m}(ZO - P/Z-P) = m(ZO-P) - m(Z-P).$$

In einem Experiment könnte sich ergeben:

$$(9.3) \quad \vec{\Delta m}(ZO-P/Z-P) = 119,07 \text{ g} - 95,07 \text{ g} = +24,00 \text{ g}.$$

24,00 g ist die Masse der Sauerstoffportion, die von der Zinkportion im Verlauf der Zinkoxidbildung chemisch gebunden, also aufgenommen wird.

Im Falle der thermischen Quecksilberoxidzerlegung ist für die Differenzmasse zu schreiben:

$$(9.4) \quad \vec{\Delta m}(Q-P/QO-P) = m(Q-P) - m(QO-P).$$

In einem Experiment könnte sich ergeben:

$$(9.5) \quad \vec{\Delta m}(Q-P/QO-P) = 200,6 \text{ g} - 216,6 \text{ g} = -16,00 \text{ g}.$$

16,00 g ist die Masse der Sauerstoffportion, die von der Quecksilberoxidportion beim Erhitzen abgegeben wird.

Da die Differenz zweier (immer 'positiver') Massen ebenfalls eine (immer 'positive') Masse ist, ist das Ergebnis "-16,00 g" nicht als eine 'negative Masse' zu deuten. Das Minuszeichen ist vielmehr wiederum als ein Orientierungszeichen zu verstehen, und zwar als ein Zeichen, das besagt, daß der Sinn der Massenänderung entgegengesetzt orientiert ist wie ein Bezugsänderungssinn. Dieser ist bei der getroffenen Festlegung der Reihenfolge von Minuend und Subtrahend der Sinn der Massenänderung bei einer Massenzunahme. Das Ergebnis "-16,00 g" besagt also nicht nur, daß die Differenzmasse 16,00 g ist, sondern auch, daß die Differenzmasse das Ergebnis einer Massenabnahme ist. Entsprechend besagt das (im allgemeinen nicht geschriebene) Pluszeichen in der Gleichung 9.3, daß die Massenänderung eine Massenzunahme ist.

Die Differenzgröße ergibt sich im Kalkül automatisch als ein Dreifaktorenprodukt (auch wenn der Änderungsfaktor "+1" im allgemeinen nicht geschrieben wird), so daß dieses zwanglos als Symbol eines Axors aufgefaßt werden kann, und zwar eines Axors, der hinsichtlich eines Bezugsänderungssinns (und nicht hinsichtlich eines geometrischen Bezugssinns) orientiert ist.

Wird nicht nur die Differenzmasse zweier nacheinander vorhandener Dinge angegeben, sondern auch die Orientierung des Änderungssinns, ist der einheitengebunden angegebenen Differenzgröße nicht - beispielsweise - das Symbol " Δm " zuzuordnen, sondern - wie in den Gleichungen 9.2 bis 9.5 schon geschehen - das Symbol " $\vec{\Delta m}$ ".

Die Aussage, daß die Masse ein (nicht orientierbarer) Spatar ist, widerspricht also nicht der Aussage, daß die Massendifferenz orientierbar und damit ein Sagittar ist.

Die vorstehenden Ausführungen zeigen, daß die Festlegung, die später gemessene Masse als Minuenden in die Differenz einzusetzen, zweckmäßig ist: Der jeweils zutreffende Orientierungsfaktor (+1 oder - 1) ergibt sich bei ihr automatisch. Und die Ausführungen bestätigen wiederum, daß es mathematisch zweckmäßig ist, für die Orientierungsfaktoren die Zeichen "+1" und "-1" zu verwenden.

Was vorstehend (am Beispiel der Masse) für Spatare gesagt wurde, gilt selbstverständlich erst recht für Sagittare. Ist die Differenz der Längen zweier gleichzeitig vorhandener Dinge, zum Beispiel zweier Metallstäbe, zu berechnen (bei denen es gleichgültig ist, wie sie bezüglich ihrer Umgebung orientiert beziehungsweise gerichtet sind), ist das Ergebnis ebenfalls eine skalare Länge. Ist dagegen die Differenz der Längen zu berechnen, die ein und derselbe Metallstab bei zwei verschiedenen Temperaturen hat, ergibt sich ein (orientierter) Längenaxor: Wird der Stab erwärmt (abgekühlt), erfolgt eine Längenzunahme (Längenabnahme) und ergibt sich bei den getroffenen Festlegungen des Änderungssinns ein positiv (negativ) orientierter Längenaxor.

