

6. Schraub- und Drehsinne und ihre Orientierung. Schraubsinn bei Drehungen im Raum. Drehrichtung und Schraubrichtung

6.1. Wie das Bild 2.3 zeigt, kann ein Drehsinn (rechts herum/links herum) nicht eindeutig angegeben werden, wenn die betrachtete Drehung nicht in den (dreidimensionalen) Raum beziehungsweise in ein dreidimensionales Koordinatensystem eingebettet und außerdem noch die Blickrichtung des Beobachters angegeben wird. (Das Bild 1.3 zeigt, daß Entsprechendes auch für den Gleitsinn gilt: Auch Gleitsinne [nach rechts/nach links, nach vorn/nach hinten, nach oben/nach unten] lassen sich nur festlegen, wenn die Gleitung in den Raum beziehungsweise in ein dreidimensionales Koordinatensystem eingebettet und die Blickrichtung des Beobachters angegeben wird.) Es ist deshalb - um nicht zu viele Vorgriffe machen zu müssen - zweckmäßig, den Drehsinn und dessen Orientierung gemeinsam mit dem Schraubsinn und dessen Orientierung einzuführen: Nur der Schraubsinn einer Schraubbewegung liegt unabhängig davon fest, in welcher Stellung sich die schraubende Sache im Raum befindet und wie die schraubende Sache und der Beobachter aufeinander bezogen sind. Das wird dadurch bedingt, daß eine Schraube - ebenso wie zum Beispiel eine menschliche Hand oder ein Handschuh - keine Symmetrieebene hat. Bei einem einzelnen Handschuh läßt sich weder die vordere Hälfte auf die hintere spiegeln, noch die linke auf die rechte noch die obere auf die untere. Ein Handschuh läßt sich deshalb nicht durch Bewegungen (Gleitungen, Drehungen, Schraubungen) mit seinem Gegenstück 'zur Deckung bringen'. Er läßt sich nur als ganzer auf den zugehörigen anderen als ganzen spiegeln. Eben dadurch sind die beiden zusammengehörenden Handschuhe eindeutig voneinander zu unterscheiden. Über die Frage, was ein rechter und was ein linker Handschuh ist, kann man sich durch Hinzeigen und In-Augenschein-Nehmen - und nur dadurch - verständigen: Das ist ein rechter Handschuh, und das ist ein linker Handschuh. Ein rechter Handschuh ist und bleibt ein rechter Handschuh, gleichgültig an welchem Ort und in welcher Stellung (im Raum) er sich befindet und gleichgültig mit welcher Blickrichtung er betrachtet wird. (In dieser Aussage ist nur vorausgesetzt, daß Veränderungen wie das Umstülpen des Handschuhs außer Betracht bleiben.) In gleicher Weise kann durch Evidenz aufgewiesen werden, was eine rechte und was eine linke Hand und was eine Rechtsschraube und was eine Linksschraube ist (Bild 6.1). (Bei Händen und Schrauben ist übrigens ein Umstülpen nicht möglich.) Auch zwei Schrauben, die sich nur durch den Windungssinn ihrer Gewinde unterscheiden, aber sonst völlig gleichartig sind, können nur durch eine Spiegelung, nicht aber durch Bewegungen zur Deckung gebracht werden.

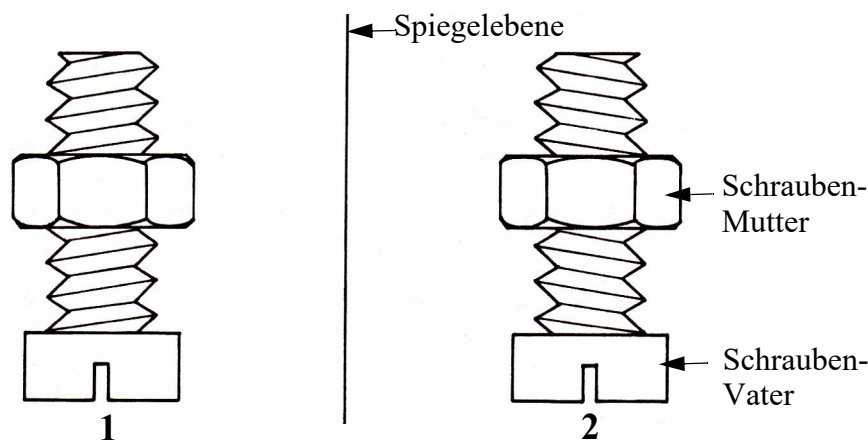


Bild 6.1. Rechtsschraubende Schraube (1) und linksschraubende Schraube (2)

Ich führe den Schraubsinn am Beispiel solcher Schrauben ein, die aus einem Schraubenvater

und einer Schraubenmutter bestehen. Die sogenannten Holzschrauben haben keine Schraubenmutter, sondern schaffen sich diese - zum Beispiel beim Einschrauben in ein Holzstück - gewissermaßen erst selber. Technisch hergestellte und allgemein bekannte Dinge mit einem Schraubensinn sind auch Korkenzieher und Bohrer. Im Bereich der Lebewesen sind zum Beispiel Pflanzenranken und (spiralige) Schneckenschalen (links- oder rechts-) schraubende Dinge.

Die aus Schraubenvater und Schraubenmutter bestehende Schraube hat für unsere Betrachtungen gegenüber der Hand und dem Handschuh den Vorteil, daß Schraubenvater und Schraubenmutter in bestimmter Weise gegeneinander bewegt werden können, während bei der Hand und beim Handschuh der unmittelbare Bezug zu den hier interessierenden Bewegungen fehlt. So kann der Schraubenvater so bewegt werden, daß er sich in die Schraubenmutter hinein oder sich aus dieser heraus bewegt, daß sich also der Kopf des Schraubenvaters der Schraubenmutter nähert oder sich von dieser entfernt. Wir können deshalb bei der Schraubbewegung unabhängig von jeder Einbettung in ein Koordinatensystem und unabhängig von jeder Blickrichtung festlegen: **Wird der Schraubenvater einer Rechtsschraube so bewegt, daß sich sein Kopf der Schraubenmutter nähert, ist die Schraubung eine Rechtsschraubung;** wird er so bewegt, daß er sich aus der Schraubenmutter heraus bewegt, ist die Schraubung eine Linksschraubung. Und wir können weiter festlegen: **Die Drehbewegungskomponente der Rechtsschraubung (einer Rechtsschraube) ist eine Rechtsdrehung;** die Drehbewegungskomponente der Linksschraubung (einer Rechtsschraube) ist eine Linksdrehung. Und weiter: **Die Gleitbewegungskomponente der Rechtsschraubung (einer Rechtsschraube) ist eine Vorwärtsgleitung;** die Gleitbewegungskomponente der Linksschraubung (einer Rechtsschraube) ist eine Rückwärtsgleitung. - Ich brauche nicht auszuführen, daß die Bewegungssinne mit Benutzung einer Linksschraube in entsprechender Weise festgelegt werden könnten. - Eine Schraube ist damit ein hervorragend geeignetes Bezugsding für die Festlegung von Bewegungssinnen. - Es kann aber auch jedes andere Ding, dem ein Schraubensinn zugeordnet werden kann, als Bezugsding dienen, zum Beispiel auch die menschliche Hand: Wenn man den ab gespreizten Daumen den Gleitsinn der Gleitbewegungskomponente einer Schraubung und die gekrümmten anderen vier Finger den Drehsinn der Drehbewegungskomponente der Schraubung anzeigen läßt, veranschaulicht die rechte Hand den Rechtsschraubensinn und die linke Hand den Linksschraubensinn. Umgekehrt läßt sich sagen: Die rechte (linke) Hand ist diejenige, die - wenn die Finger wie vorstehend beschrieben gehalten werden - den Schraubensinn einer Rechtsschraube (Linksschraube) angibt.

6.2. So wie man einer Geraden einen Gleitsinn zusprechen und diese dadurch zu einem (polaren) Strahl machen kann, kann man im Denken auch einer Ebene einen Drehsinn zuordnen und diese dadurch zu einer - bis jetzt nicht besonders benannten - polaren Ebene machen; und man kann auch dem Raum einen Schraubensinn zuordnen und diesen dadurch zu einem - ebenfalls noch nicht besonders benannten - polaren Raum machen. Der Schraubensinn eines polaren Raums kann durch eine in den Raum eingebrachte Rechts- beziehungsweise Linksschraube gekennzeichnet werden: Wird dem polaren Raum derjenige Schraubensinn zugesprochen, den eine Rechtsschraube hat, wird er als "rechtsschraubend" bezeichnet; wird ihm der Schraubensinn einer Linksschraube zugeordnet, ist er linksschraubend. - Der Schraubensinn kann auch durch eine (im Raum befindliche) polare Ebene und einen auf dieser senkrecht stehenden (polaren) Strahl kenntlich gemacht werden, also durch ein Kombinat von Drehsinn und Gleitsinn (Bild 6.2)

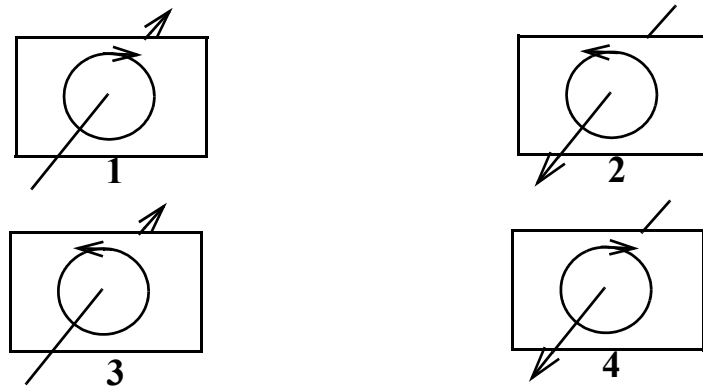


Bild 6.2. Zur Kennzeichnung des Rechtsschraubsinns (Teilbilder 1 und 2) und des Linksschraubsinns (Teilbilder 3 und 4) polarer Räume

Es sei erwähnt, aber nicht näher ausgeführt, daß der Schraub Sinn auch noch durch andere Figuren gekennzeichnet werden kann /13/.

Von besonderer Wichtigkeit ist, daß auch den dreidimensionalen Koordinatensystemen ein Schraub Sinn zugesprochen werden kann. Ein solches System besteht aus einem Tripel (polarer) Achsen (Strahlen) A_1 , A_2 , A_3 , die paarweise in verschiedenen Ebenen liegen (also "ebenenfremd" sind), sich aber in ein und demselben Punkt schneiden (Bild 6.3).

Stehen die Achsen senkrecht aufeinander, haben wir es mit einem kartesischen Koordinatensystem zu tun. Dessen Achsen werden meistens mit den Buchstaben "x", "y" und "z" bezeichnet (Bild 6.4).

In Anlehnung an die Schraubbewegung einer Schraube wird festgelegt: Der Schraub Sinn eines dreidimensionalen Koordinatensystems ist derjenige, der sich als Kombinat aus dem Drehsinn einer bestimmten Drehung und dem Gleitsinn einer bestimmten Gleitung ergibt, und zwar als das Kombinat derjenigen (gedachten) Drehung der x-y-Ebene, welche die x-Achse durch die kleinstmögliche Drehung in die Lage der y-Achse überführt, und derjenigen (gedachten) Gleitung, die in Richtung der z-Achse erfolgt. Das Teilbild 1 des Bildes 6.4 zeigt also ein rechtsschraubendes Koordinatensystem und das Teilbild 2 ein linksschraubendes.

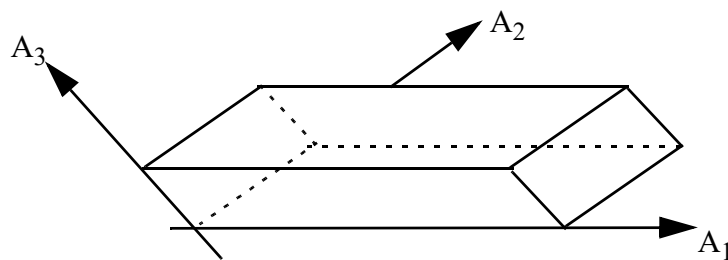


Bild 6.3. Ein schiefwinkliges Koordinatensystem. - In dieses ist (zur Verdeutlichung der Schiefwinkligkeit) eine schiefwinkliger Parallelflächner (Parallelepiped) eingezeichnet.

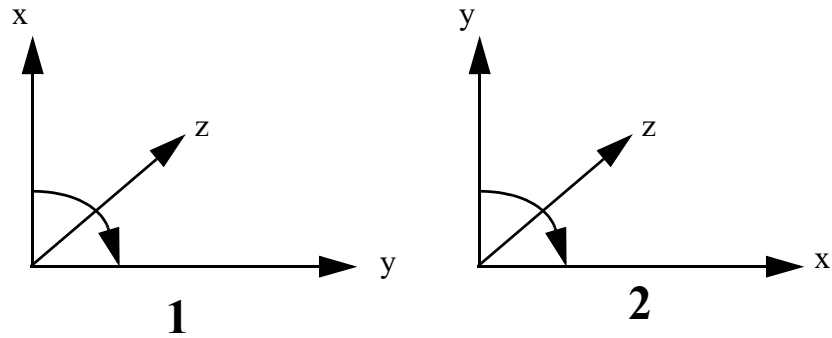


Bild 6.4. Rechtsschraubendes (1) und linksschraubendes (2) kartesisches Koordinatensystem

Da der Schraubensinn - ebenso wie der Gleit- und der Drehsinn - nur (alternativ) umschlagen kann, ist ein Koordinatensystem entweder rechtsschraubend oder linksschraubend; eine andere Möglichkeit gibt es nicht. Es gibt deshalb - so weit nur die Geometrie und nicht die physikalische Bedeutung der auf den Achsen abgetragenen Größen (Längen, Dauern, Geschwindigkeiten, ...) betrachtet wird - nicht verschiedene rechtsschraubende beziehungsweise verschiedene linksschraubende Koordinatensysteme, sondern jeweils nur ein einziges System; dieses kann lediglich in verschiedener Weise in den Raum gestellt sein. Die Teilbilder des Bildes 6.5 stellen deshalb ein und dasselbe rechtsschraubende Koordinatensystem dar

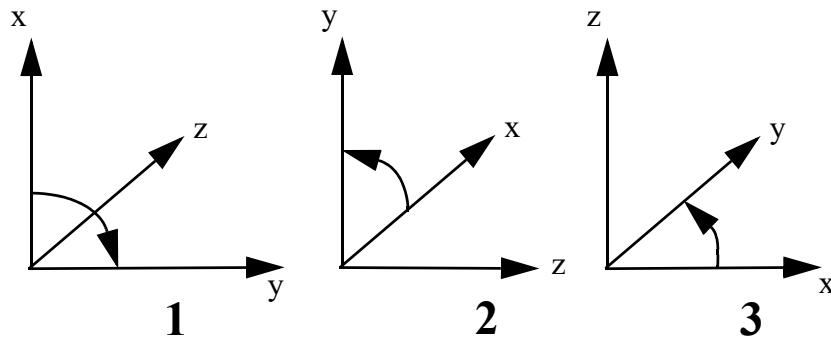


Bild 6.5. Rechtsschraubendes kartesisches Koordinatensystem in verschiedenen (räumlichen) Stellungen

In der Mathematik wird nicht gesagt, daß in Bild 6.5 ein und dasselbe Koordinatensystem gezeichnet ist. Man spricht in dieser Wissenschaft vielmehr von drei Koordinatensystemen, die durch zyklische Vertauschung der Achsen auseinander hervorgehen. Beim Übergang vom Teilbild 1 zum Teilbild 2 erfolgen die Vertauschungen

$x \rightarrow y, y \rightarrow z, z \rightarrow x$, beim Übergang vom Teilbild 2 zum Teilbild 3 die Vertauschungen

$y \rightarrow z, z \rightarrow x, x \rightarrow y$.

Daß es sich in der Tat um ein und dasselbe rechtsschraubende Koordinatensystem handelt, verdeutlicht ein Rückgriff auf die Rechtsschraube: Alle Teilbilder des Bildes 6,5 können durch Bilder ein und derselben Rechtsschraube ersetzt werden, die lediglich in verschiedener Weise in den Raum gestellt ist (Bild 6.6): Die Änderung der Stellung ändert nicht die Schraube. Dem entsprechend ändert sich auch ein Koordinatensystem nicht, wenn es seine Stellung im Raum ändert.

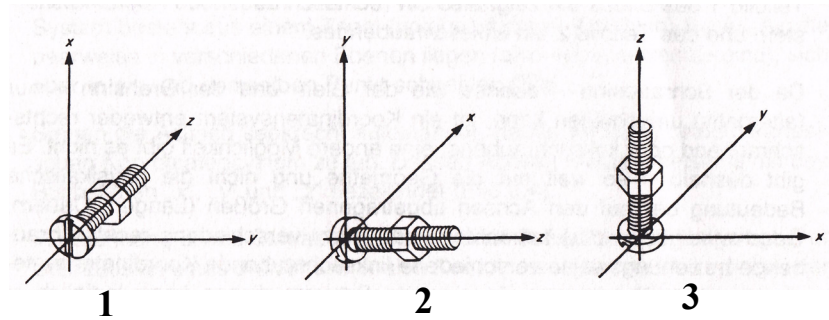


Bild 6.6. Eine Rechtsschraube in den Stellungen des Koordinatensystems des Bildes 6.5

Der Ersetzung einer Rechtsschraube durch eine Linksschraube entspricht bei dem Koordinatensystem die Vertauschung zweier Achsen (Bild 6.7)

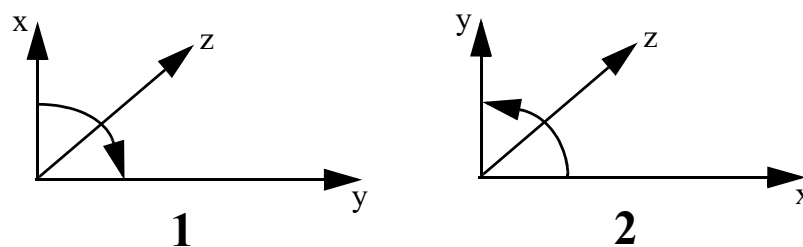


Bild 6.7. Die Vertauschung zweier Achsen - zum Beispiel die der x - und der y -Achse - führt zu einer Umkehr des Drehsinns der polaren x - y -Ebene und damit auch zu einer Umkehr des Schraubsinns des Koordinatensystems.

(die die Umkehr des Drehsinns der von den beiden Achsen aufgespannten Ebene und damit eine Umkehr des Schraubsinns des Koordinatensystems bewirkt) und ebenso die Umkehr des Gleitsinns einer einzelnen Achse (Bild 6.8) (die ebenfalls eine Umkehr des Schraubsinns des Systems bewirkt)

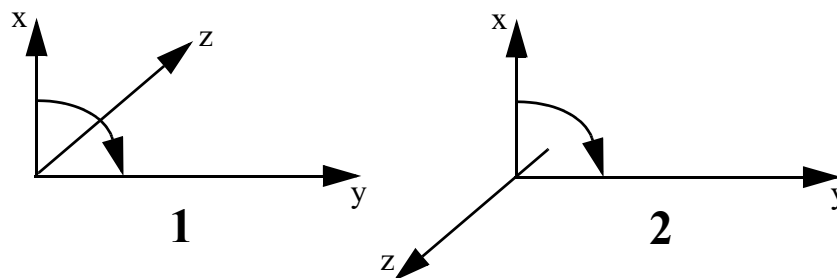


Bild 6.8. Die Umkehr des Gleitsinns einer Achse - zum Beispiel der z -Achse - führt ebenfalls zur Umkehr des Schraubsinns des Koordinatensystems.

Selbstverständlich bewirkt auch bei einem linksschraubenden Koordinatensystem die zyklische Vertauschung der Achsen nur eine Änderung der Stellung des Systems im Raum und nicht eine Änderung des Systems.

An dieser Stelle ist noch festzulegen, daß der Schraub Sinn einer Rechtsschraubung positiv orientiert ist, wenn der Bezugsschraub Sinn der Rechtsschraub Sinn ist, und daß er negativ orientiert ist, wenn der Bezugsschraub Sinn der Linksschraub Sinn ist. Entsprechendes gilt für die Orientierung des Schraub Sinns einer Linksschraubung.

Es wäre zweckmäßig, entweder den Rechtsschraubensinn oder den Linksschraubensinn als Bezugsschraubensinn festzulegen, auf den die Schraubensinne der geometrischen Gebilde und der physikalischen Größen aller Fachgebiete zu beziehen wären. Das läßt sich aber nicht verwirklichen. So ist in der Astronomie nur

- im Koordinatensystem der Ekliptik,
- im galaktischen System und
- im System mit Radius r , Rektaszension α und Deklination δ

der Rechtsschraubensinn der Bezugsschraubensinn.

- Im Horizontalsystem mit Radius r , Azimut a und Höhe h sowie
- im Äquatorialsystem mit Radius r , Stundenwinkel t und Deklination δ

ist dagegen der Linksschraubensinn der Bezugsschraubensinn.

Ich erwähne diese (und später noch weitere, auch in /13/ angeführten) Koordinatensysteme, weil sie verdeutlichen, daß die Frage des Schraubensinns von Koordinatensystemen und der Vorzeichenregelung wichtiger und komplizierter ist, als dem Nichtfachmann bewußt sein kann.

In allen Fällen, in denen der Bezugsschraubensinn nicht konventionell anders festgelegt ist, soll nach /13/ der Rechtsschraubensinn als Bezugsschraubensinn gewählt werden.

6.3. Wie besprochen ist der Rechtsdrehsinn definiert als der Drehsinn der Drehbewegungskomponente einer Rechtsschraubung. Wir können deshalb - wie in /13/ - festlegen: **Eine Drehbewegung ist eine Rechtsdrehung, wenn der Drehsinn der Drehebene zusammen mit dem Gleitsinn der Drehachse den Rechtsschraubensinn ergibt** (Bild 6.2, Teilbilder 1 und 2). Entsprechend gilt: Eine Drehbewegung ist eine Linksdrehung, wenn ihr Drehsinn zusammen mit dem Gleitsinn der Drehachse den Linksschraubensinn bestimmt (Teilbilder 3 und 4). Weiter gilt: Der Drehsinn einer Rechtsdrehung ist positiv orientiert, wenn der Bezugsdrehsinn der Rechtsdrehsinn ist; und er ist negativ orientiert, wenn der Bezugsdrehsinn der Linksdrehsinn ist. Entsprechendes gilt für die Orientierung des Drehsinns einer Linksdrehung.

Die vorstehende Festlegung des Drehsinns macht bewußt, daß bei der bisherigen Festlegung des Drehsinns der in Bild 2.3 gezeichneten Drehung vorausgesetzt ist, daß der Gleitsinn der Drehachse und der Gleitsinn des **Sehstrahls**, mit dem der Beobachter auf das sich drehende Ding blickt, identisch sind. (Die vom Beobachter ausgehenden und auf das sich drehende Ding gerichteten Sehstrahlen sind nicht mit den Lichtstrahlen zu verwechseln, die von dem sich drehenden Ding ausgehen und in das Auge des Beobachters fallen.) Diese Voraussetzung gewährleistet aber nicht eine immer eindeutige Verständigung. So ist für einen Beobachter, der einen Tiefdruckwirbel von der Erdoberfläche aus, also von unten her, betrachtet, dessen Drehung eine Linksdrehung, während dieselbe Drehung für einen Beobachter, der von einem 15 km über der Erdoberfläche fliegenden Flugzeug aus, also von oben her, den Wirbel betrachtet, eine Rechtsdrehung ist (Bild 2.3). (Falls dieses Beispiel zu weit hergeholt erscheinen sollte, weil nicht viele Menschen aus der angegebenen Höhe auf ein Tiefdruckzentrum sehen können, erinnere ich daran, daß wir wohl alle täglich auf eine Wetterkarte sehen [auf dem Fernsehschirm oder in der Tageszeitung], in der der Tiefdruckwirbel so gezeichnet ist, wie ihn der von oben nach unten blickende Flieger sieht.) Dreht sich der tatsächliche Wirbel nun links herum oder rechts herum? Diese Frage zeigt, daß der Bezug auf die Blickrichtung des Beobachters nicht genügt, um die Drehrichtung 'objektiv' festzulegen. Es ist deshalb erforderlich, den Gleitsinn der Drehachse unabhängig von der Blickrichtung des Beobachters zu definieren. In allen Fällen, in denen man von oben her auf die **Erdoberfläche** oder von dieser nach oben blickt, gilt, **daß der Gleitsinn der Drehachse zum Erdmittelpunkt hin**, also von oben nach unten weist. Nur bei dieser Fest-

legung ist die Drehung eines Tiefdruckwirbels eine Linksdrehung («eine Drehung gegen den Uhrzeigersinn»), ist das Schwenken eines Krans nach rechts eine Rechtsdrehung, und ist das Fahren in einer Kurve nach rechts ebenfalls eine Rechtsdrehung /13/.

Ob der so festgelegte Gleitsinn der Drehachse als „positiv orientiert“ oder als „negativ orientiert“ zu bezeichnen ist, hängt noch davon ab, in welches Koordinatensystem die Drehachse eingebettet ist. Oft sind die dreidimensionalen Systeme so gestellt, daß der Gleitsinn der vertikalen Koordinatenachse von unten nach oben weist. In einem solchen System ist der vorstehend genannte, von oben nach unten weisende Gleitsinn der Drehachse (bezüglich des Gleitsinns der vertikalen Achse des Koordinatensystems) negativ orientiert. Die Koordinatensysteme können aber auch so gestellt sein, daß die vertikale Achse nach unten weist. Das ist bei den in der Flugmechanik gemäß der Norm NL 9300 verwendeten Koordinatensystemen der Fall, nämlich dem geodätischen oder erdfesten Koordinatensystem, dem körperfesten Koordinatensystem, dem aerodynamischen oder flugwindfesten Koordinatensystem und dem Bahnkoordinatensystem / 13/. In diesen Systemen ist der vorstehend festgelegte Gleitsinn der Drehachse bezüglich des Gleitsinns der vertikalen Koordinatenachse positiv orientiert.

Es ist auch in anderen Fachgebieten erforderlich, konventionell festzulegen, welcher Gleitsinn einer Drehachse zuzuordnen ist. Das geschieht zum Beispiel in der Norm DIN 6265 für Verbrennungsmotoren und in der Norm DIN 27 256 für elektrische Maschinen in Kraftfahrzeugen /13/.

In /13/ wird die Frage der Blickrichtung ausführlich, aber unzureichend dargestellt: Die Begriffe und Namen „Rechtsdrehsinn“ und „Linksdrehsinn“ einerseits und „positiv orientierter Drehsinn“ und „negativ orientierter Drehsinn“ andererseits werden nicht zutreffend auseinander gehalten. Das beruht seinerseits darauf, daß durch die ganze Norm hindurch die Eigenschaft „Bewegungssinn“ und die Relation „Orientierung des Bewegungssinns hinsichtlich eines Bezugsbewegungssinns“ weder begrifflich noch terminologisch unterschieden werden.

6.4. Die Blickrichtung ist von besonderer Bedeutung, wenn der Drehsinn in einem **zweidimensionalen Koordinatensystem** anzugeben ist. In ein solches läßt sich keine auf der x-y-Ebene senkrecht stehende z-Achse einzeichnen. Damit entfällt auch die Möglichkeit, den Gleitsinn der mitzudenkenden, in der x-y-Ebene aber nicht zeichenbaren Drehachse mit dem Drehsinn der (polaren) x-y-Ebene zu kombinieren und den Drehsinn unter Rückgriff auf einen Schraub Sinn als Links- oder als Rechtsdrehsinn festzulegen. Die (erforderliche) Festlegung eines Drehsinns ist nur dadurch möglich, daß man die x-y-Ebene nicht als für sich allein existierend betrachtet, sondern diese in den (dreidimensionalen) Raum eingebettet denkt und dann der Drehbewegung im Denken doch eine auf der x-y-Ebene senkrecht stehende Drehachse zuordnen kann. Da der Drehsinn einer Drehbewegung nur aus dem Raum heraus festgelegt werden kann, ist bei zweidimensionalen Betrachtungen unerläßlich, das Eingebettetsein der abstrakten x-y-Ebene in den Raum mitzudenken, also die tatsächliche dreidimensionale Konstellation im Blick zu behalten. Es wird festgelegt, daß die Drehachse, die der Drehung der x-y-Ebene (beziehungsweise einer Drehung in dieser Ebene) zugeordnet wird, den gleichen Gleitsinn hat wie der Sehstrahl, mit dem ein Beobachter auf die x-y-Ebene blickt. Es wird also gedanklich die Konstellation des Bildes 2.3 hergestellt, in der die Blickrichtung des Beobachters (und mit dieser der Gleitsinn des Sehstrahls) wesentlich ist. (Dieser weist in der konkreten Situation immer von vorn oder von oben auf die [auf einer Tafel oder auf einem Blatt Papier gezeichnete] x-y-Ebene.) Ergibt der Drehsinn einer Drehung in der Ebene im Kombinat mit dem so festgelegten Gleitsinn der gedachten Drehachse den Rechtsschraub Sinn, ist die Drehung eine Rechtsdrehung; ergibt der Drehsinn im Kombinat mit dem Gleitsinn der gedachten Drehachse den Linksschraub Sinn, ist die Drehung eine Linksdrehung.

Das üblicherweise verwendete zweidimensionale x-y-Koordinatensystem (Bild 6.9) ist nach dieser Festlegung ein linksdrehendes System.

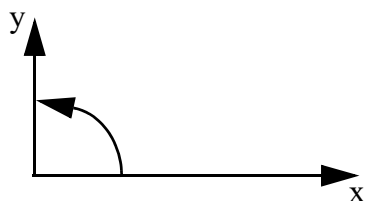


Bild 6.9. Das übliche x-y-System ist ein linksdrehendes System.

Das bedingt, daß eine Rechtsdrehung bezüglich dieses Systems negativ orientiert ist und daß ein rechtsdrehender Größenaxor ein negatives Vorzeichen erhält (Gleichung 5.24). Würden wir zum Beispiel auch im Falle der Balkenwaage das rechtsdrehende x-y-System verwenden (Bild 6.10), wäre eine Rechtsdrehung bezüglich dieses Systems positiv orientiert, und bekäme der Axor ein positives Vorzeichen. - Bei Verwendung des rechtsdrehenden Koordinatensystems in der Lage des Teilbildes 2 wären - im Falle der Balkenwaage - auch die nach unten gerichteten Gewichtskräfte positiv orientiert, und würden die Kraftaxoren ein positives Vorzeichen erhalten.

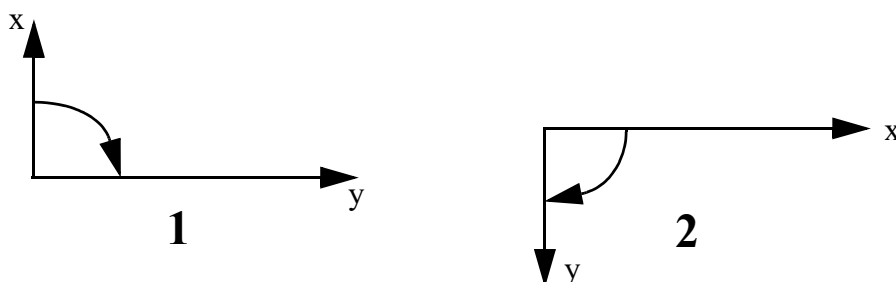


Bild 6.10. Das rechtsdrehende x-y-System in zwei verschiedenen Lagen

Wollten wir im zweidimensionalen Bereich grundsätzlich das rechtsdrehende Koordinatensystem verwenden, müßten alle bis jetzt in den Büchern und im Unterricht gezeichneten Darstellungen ersetzt werden. Zu dieser Konsequenz dürfte kaum jemand bereit sein. Deshalb wird in den Fällen, in denen bis jetzt das linksdrehende System verwendet wird, dieses auch weiterhin als Bezugssystem fungieren. In allen anderen Fällen sollte aber nach /13/ das Rechtssystem als Bezugssystem gewählt werden.

6.5. Es ist noch zu besprechen, welche Bedeutungen den Namen "**Drehrichtung**" und "**Schraubrichtung**" zugeordnet werden sollen. - Der Nichtfachmann denkt beim Wort "Drehrichtung" im allgemeinen an das, was als "Drehsinn" zu bezeichnen ist. Er verbindet mit diesem Wort also eine unzutreffende Vorstellung. Das, was in Physik und Technik als "Drehrichtung" bezeichnet wird, wird nicht durch den Drehsinn allein beschrieben, sondern durch das Kombinat "Stellung der Drehachse (im Raum) und Drehsinn". - Ich erinnere daran, daß auch die Gleitrichtung nicht durch den Gleitsinn allein beschrieben wird, sondern durch das Kombinat "Lage der Gleitachse in der Ebene und Gleitsinn" beziehungsweise durch das Kombinat "Stellung der Gleitachse im Raum und Gleitsinn". - Dem entsprechend versteht man in Physik und Technik unter "Schraubrichtung" nicht den Schraubsinn allein, sondern das Kombinat "Stellung der Schraubachse (im Raum) und Schraubsinn".

