

offenbar schon die Kenntniß des Ortes von nur zwei anderen Punkten, die mit dem festgehaltenen nicht in gerader Linie liegen. Ebenso reicht, wenn der Körper in zwei Punkten festgehalten worden ist, zur unzweifelhaften Bestimmung der neuen Körperlage die Kenntniß des Ortes eines einzigen Punktes aus, welcher nicht in der Geraden der beiden festgehaltenen Punkte liegt. Wie schon Theil I. §. 132 angegeben, ist jedem Elemente eines in einem einzigen Punkte festgehaltenen Körpers nur eine Bewegung in einer Kugelfläche gestattet, deren Halbmesser der Abstand des betreffenden Punktes von dem festgehaltenen und deren Centrum der letztere Punkt ist, während irgend ein Element eines in zwei Punkten festgehaltenen Körpers sich nur in einem zur Verbindung der beiden Festpunkte senkrechten Kreise bewegen kann, dessen Halbmesser dem Abstände des Elementes von jener Verbindenden gleich ist. Der letztere Fall ist in der Praxis durch eine in zwei Lagern gehaltene Ase oder Welle repräsentirt, während dem ersteren Falle die um die kugelförmige Auß drehbare Bouffsole entspricht.

Handelt es sich speciell um die Bewegung eines sogenannten ebenen Systems, d. h. um eine solche Bewegung eines Körpers, bei welcher die Bahnen aller Körperelemente in parallelen Ebenen gelegen sind, so genügt offenbar schon die Kenntniß des Ortes zweier Punkte zur Bestimmung der bezüglichen Lage des Systems. Ist hierbei außerdem ein Punkt festgehalten, so beschränkt sich die ganze Beweglichkeit des Körpers auf eine Rotation desselben um eine Ase, die im festgehaltenen Punkte auf den parallelen Ebenen senkrecht ist, in denen die Bewegung vor sich geht; es ist also zur Bestimmung der Lage des Systems nur noch die Kenntniß des Ortes von einem Punkte erforderlich.

Faßt man in dem letzteren Falle, wo die Bewegung sämtlicher Elemente in parallelen Ebenen vor sich geht, die Bahn eines Punktes in seiner Ebene ins Auge, so ist leicht ersichtlich, daß diese Bahn, wie sie auch beschaffen sein möge, congruent mit den Bahnen aller derjenigen Elemente sein muß, die mit dem betrachteten Punkte in einer auf den parallelen Ebenen senkrechten Geraden liegen. Wenn man daher in diesem Falle die Bewegungen der Punkte in einer einzigen der gedachten Parallelebenen kennt, so ist hierdurch auch die Bewegung des ganzen Systems bestimmt. Bei den nachfolgenden Entwicklungen soll zuvor dieser für die Praxis besonders wichtige Specialfall einer ebenen Bewegung ins Auge gefaßt werden, und sei der allgemeinere Fall einer ganz beliebigen Bewegung, welcher nur geringere Bedeutung für den Maschinenbau hat, nachträglich besprochen.

§. 3. **Einfache Bewegungen.** Alle Bewegungen von Körpern lassen sich auf zwei einfache oder elementare Bewegungen zurückführen. Diese bestehen in einer Translation oder Verschiebung nach einer bestimmten Richtung

und in einer Drehung um eine gewisse Rotationsaxe. Bei einer Verschiebung beschreiben sämmtliche Punkte des Körpers congruente und parallele Bahnen, und es genügt daher zur Bestimmung einer Verschiebung, die Bewegung eines Punktes zu kennen. Unter der Richtung der Verschiebung ist hier in jedem Augenblicke die Richtung des betreffenden Bahnelementes eines beliebigen Punktes verstanden. Diese Bahn kann geradlinig, einfach oder doppelt gekrümmt sein, je nachdem die auf einander folgenden Richtungen sämmtlich in eine Gerade fallen, oder in einer Ebene liegen oder beliebig im Raume sind. Da die Wege aller Punkte in beliebiger Zeit stets gleich groß sind, so folgert sich daraus auch die Gleichheit der Geschwindigkeiten und Beschleunigungen aller Punkte des Körpers sowohl der Größe wie auch der Richtung nach. Durch eine Strecke von bestimmter Länge und Richtung kann daher immer die Translationsbewegung eines Körpers sowie deren Geschwindigkeit oder Beschleunigung für einen gewissen Augenblick unzweideutig angegeben werden, wenn man durch einen Pfeil oder in sonstiger Weise auch den Sinn der Bewegung andeutet.

Bei der Rotation eines Körpers um eine Axe beschreiben sämmtliche Punkte in irgend einem Augenblicke mit gleicher Winkelgeschwindigkeit Kreisbögen concentrisch zur Drehaxe, deren Längen ihren Halbmessern, d. h. den senkrechten Abständen dieser Punkte von der Axe, proportional sind. Die Geschwindigkeiten und Beschleunigungen der einzelnen Punkte sind daher wie ihre Wege ebenfalls den senkrechten Axenabständen proportional. Man stellt eine Drehung des Körpers graphisch durch eine Strecke in der Axenrichtung dar, deren Länge proportional dem Drehungswinkel ist, und giebt den Sinn der Drehung durch eine an das Ende der Strecke gesetzte Pfeilspitze an. Diese Pfeilspitze setzt man so, daß einem Beschauer, welcher auf die Spitze hinsieht, die Drehung in dem Sinne der Uhrzeigerbewegung erscheint.

Man kann eine geradlinige Verschiebung auch als eine Rotation um eine unendlich weit entfernte Axe ansehen, so daß die Rotation eigentlich als der allgemeinere und die Verschiebung als der besondere Fall erscheint.

Diese beiden einfachen Bewegungen können sich in mannichfaltiger Weise zusammensetzen, und sollen diese Zusammensetzungen der Hauptsache nach hier angeführt werden.

Zusammensetzung einfacher Bewegungen. Im Folgenden sollen §. 4. unter Verschiebungen oder Translationen immer geradlinige verstanden werden, wodurch der allgemeinen Gültigkeit der Entwicklungen kein Eintrag geschieht, da man jedes unendlich kleine Element einer gekrümmten Bahn immer als geradlinig ansehen kann. Wie zwei oder mehrere geradlinige Bewegungen zusammengesetzt werden, ist durch die Lehren vom Parallelogramm der Be-