

werdende Form des Vorganges der Ortsänderung zwecks ihrer Anschaulichkeit möglichst vollständig zu machen. Es kann nicht unsere Sache sein, hier auf die Lehrsätze der Phoronomie näher einzugehen, da sie aber im allgemeinen die Relativbewegungen ebener Figuren in gemeinsamer Ebene, d. i. komplaner Figuren behandelt, kann hier der Schluss in dem folgenden Satze gezogen werden:

„Alle Relativbewegungen komplaner Figuren können als Wälzungen aufgefasset werden, und sind den Bahnen der Punkte nach bestimmbar, sobald man die zugehörigen Polbahnen kennt.“

Bei der Aufsuchung der Polbahnen stellt sich dann heraus, dass die auf den Kurvenelementen errichteten Normalen einander nur in einem Punkte schneiden, mithin für jede Relativbewegung komplaner Figuren nur ein Polbahnenpaar möglich ist. Die als zylindrische Rollung aufzufassende Bewegung, die zwei Körper vollführen, die in derartige komplane Figuren gelegt und mit ihnen fest verbunden sind, hat ihre augenblickliche Drehachse, oder auch Momentachse, in irgendeinem Augenblick, wo die aufeinanderrollenden zwei Zylinder mit ihrer Kante zusammenfallen und aufeinanderwälzen oder rollen. Somit kann gesagt werden, dass

„alle Relativbewegungen zweier sich komplan bewegender Körper als zylindrische Rollungen angesehen werden und den Bahnen der Punkte nach bestimmt sind, sobald man die zugehörigen **Momentachsenzylinder** kennt“.

Was dem Leser am überraschendsten aus dem Vorhergesagten vorkommen wird, ist die Erkenntnis, dass nur ein Polbahnenpaar möglich ist für jede Relativbewegung, und dass folgerichtig auch für zwei bestimmte Körper nur eine Profilierung der Berührungsflächen entsprechend dem Polbahnenpaar, als richtig, angesehen werden kann. —

Diese Auseinandersetzung ist länger geworden, als ich beabsichtigt hatte, es wird daher an der Zeit sein, zu den niederen Elementenpaaren zurückzukommen, obgleich noch unendlich viel zu sagen sein würde.

Die Getriebelehre kennt nur drei niedere Elementenpaare, die ausser einer Umhüllung zugleich eine Umschliessung zulassen; es sind diese:

1. das Schraubenpaar,
2. das Drehkörperpaar,
3. das Prismenpaar;

alle drei sind mit Ergänzungsprofilen versehen, die die Querbewegung verhindern. Sie sind daher zur Erzielung dreier Arten von zwangläufiger Bewegung geeignet, nämlich

- a) Bewegung in Schraubenwindungen,
- b) in kreisförmigen Bahnen,
- c) in geradlinigen Bahnen.

Das Bemerkenswerte an diesen Umschlusspaaren ist die Einfachheit anderen Elementenpaaren gegenüber, deren Elemente nicht identisch in der Form sind. Die notwendigen Bedingungen, um mittels bloss zweier Körper oder Elemente eine gegebene oder geforderte Bewegung zu bestimmen, sind in ihnen enthalten; es sind die folgenden:

1. das eine Element lässt sich gegen das als ruhend angenommene Raumsystem feststellen;
2. dasselbe kann so geformt sein, dass es die Umhüllungsform des beweglich gelassenen anderen Elementes an sich trägt, welche Umhüllungsform
3. so beschaffen sein kann, dass sie alle Bewegungen des zweiten Elementes ausser der geforderten verhindert.

Indem das ruhende Element das bewegliche gleichsam gefangen hält, ihm alle Bewegungen bis auf eine einzige wehrend, es also bei überhaupt eintretender Bewegung zwingend, sich mit allen seinen Punkten in bestimmten Bahnen zu bewegen, veranlasst uns, diesen Eigenschaften nach es als ein „zwangläufiges Körperpaar“ zu bezeichnen. Aber noch mehr; die drei Paare von geometrischen Formen entsprechen den obigen Bedingungen 2 und 3 derart, dass sie Umhüllungsformen, und

zwar gegenseitige Umhüllungsformen zu der gegebenen Bewegung sind, aber nicht bloss einander umhüllen, sondern auch einander umschliessen, d. i. ihre Hohlform oder Gegenform zur Form haben, und beide Formen jeweilig geometrisch identisch sind. Ihre gegenseitigen Umschlussformen lassen sich daher ebenso durch ihre Axoide darstellen, als dieses bei den Umhüllungsformen der Fall ist.

Obgleich das Schraubenpaar in unserer Uhr lediglich Befestigungszwecken dient, unterscheidet es sich dadurch nicht von den Drehkörperpaaren bei Zapfen und Lagern und von dem Prismenpaar der Zeigerstellvorrichtung in kinematischem Sinne. Die drei Umschlusspaare lassen aber die eigentümliche Seite erkennen, dass sie diese folgenden Formen der Relativbewegung, nämlich

1. eine Gleitung, verbunden mit einer, der Gleitung proportionalen Achsendrehung,
2. eine Achsendrehung allein,
3. eine Gleitung allein

auch dann vollführen, wenn eine Vertauschung eines Elementes mit seinem Partner hinsichtlich seiner Befestigung vorgenommen wird. Ein solches Verfahren wird das „Umkehren“ des Paares genannt, und diese eigentümliche Seite lässt sich in den folgenden Worten aussprechen:

„Bei den Umschlusspaaren bewirkt die Umkehrung keine Aenderung in der im Paar erzeugten Bewegung.“

Der Unterschied wird — wenn hierin überhaupt ein Unterschied erkannt werden soll — nur ein solcher der Bewegungsrichtung, der besonders bei der Schraube hervorgehoben werden kann und auf der Abänderung des Steigungswinkels beruht, so zwar, dass aus einer Rechts- eine Linksschraube gemacht werden kann, wenn wir den Steigungswinkel grösser als 90 Grad machen.

Unter der oben als Querbewegung bezeichneten, nicht gewünschten und daher auszuschliessenden Bewegung bei den Umschlusspaaren, verstehen wir ein Verschieben oder Verdrehen, das in den angegebenen Paaren mittels Ergänzungsprofilen verhindert wird. Die Eigenschaft dieser Ergänzungsprofile, Querverschiebung zu verhindern, wird den Paaren auf mancherlei Weise erteilt. Da sind die Schultern oder Ansätze der Zapfen Träger dieser Ergänzungsprofile, oder

Nut und Feder bei den Prismen; es heisst ein solches Verfahren das der Prismatisierung eines zylindrischen Körpers, unter Benutzung der Längs- und Querteile zu Befestigungszwecken und dergl. mehr.

\* \* \*

Nachdem im vorstehenden die Art und Weise der Erlangung „einer Bewegung“ in den Umschlusspaaren angegeben worden ist, erübrigt es nun noch, diese zwangläufige Bewegung zu erklären. In unserer Uhr dient das Schraubenpaar lediglich dem Befestigungszwecke, und zwar derart, dass die Schraubenmutter in ihrer Vereinigung mit dem Uhrgestell gegen das Raumsystem festgestellt wird; die Schraube selbst ist somit der beweglich gelassene Teil. Sobald wir den Schraubenzieher einsetzen, entsteht eine schraubenförmige Bewegung aller Punkte der Schraubenspindel gegen die Mutter. Diese Bewegung ist zusammengesetzt aus einer Achsendrehung und einer Gleitung längs einer Achse, und zwar der Schraubachse selbst. Das „Axoid“, das der Schraube angehört, ist eine gerade Linie, welche mit der Schraubachse zusammenfällt, und alle Punkte der Schraube beschreiben gleiche Schraubenlinien, wenn die beschreibenden Punkte alle gleichweit von der Achse abliegen.

Die Umkehrung des Paares, wenn wir nämlich den Fall annehmen, dass die Schraube eine Vereinigung mit dem Uhrgestell eingegangen ist und die Schraubenmutter beweglich gelassen wird, verursacht keine Veränderung in der Bewegung des Paares, denn das „Axoid“ der Schraubenmutter ist ebenfalls eine Gerade, die mit der geometrischen Achse zusammenfällt; indem sie an der ersteren entlang gleitet, rollt sie gleichzeitig um sie herum, und zwar um Winkel, die dem Fortschritt der Gleitung proportional sind. In beiden Fällen sind die Axoide auf die schrotenden Achsen selbst zusammengeschrumpft.