

VEREIN  
DEUTSCHER  
INGENIEURE

Ebene Gelenkgetriebe  
Übertragungsgünstigste Umwandlung einer  
Schubswing- in eine Drehschwingbewegung

VDI 2125

Planar mechanisms  
Transfer of a slider motion into a rocker motion with  
regard to optimum transmission angle

Ausg. deutsch/englisch  
Issue German/English

Die deutsche Version dieser Richtlinie ist verbindlich.

The German version of this standard shall be taken as authoritative. No guarantee can be given with respect to the English translation.

Inhalt	Seite	Contents	Page
Vorbemerkung .....	2	Preliminary note.....	2
Einleitung.....	2	Introduction.....	2
<b>1 Anwendungsbereich.....</b>	<b>3</b>	<b>1 Scope.....</b>	<b>3</b>
<b>2 Begriffe .....</b>	<b>4</b>	<b>2 Terms and definitions .....</b>	<b>4</b>
<b>3 Formelzeichen und Indizes .....</b>	<b>4</b>	<b>3 Symbols and indices .....</b>	<b>4</b>
<b>4 Umwandlung von Schubswing- in Drehschwingbewegung mithilfe von Schubkurbeln und Schubschwingen .....</b>	<b>5</b>	<b>4 Conversion of a slider motion into a rocker motion with the aid of slider cranks and oscillating sliders .....</b>	<b>5</b>
4.1 Problembeschreibung.....	5	4.1 Description of the problem .....	5
4.2 Synthese mit Verfahren I für $\psi_H \leq 90^\circ$ .....	7	4.2 Synthesis with Method I for $\psi_H \leq 90^\circ$ .....	7
4.3 Synthese mit Verfahren II für $\psi_H < 270^\circ$ mit Totlage.....	10	4.3 Synthesis with Method II for $\psi_H < 270^\circ$ with dead-point position.....	10
4.4 Synthese mit Verfahren III für $\psi_H < 270^\circ$ ohne Totlage .....	13	4.4 Synthesis with Method III for $\psi_H < 270^\circ$ without dead-point position....	13
<b>5 Umwandlung von Schubswing- in Drehschwingbewegung mithilfe von Schubschleifen .....</b>	<b>16</b>	<b>5 Conversion of a slider motion into a rocker motion with the aid of slotted levers .....</b>	<b>16</b>
5.1 Problembeschreibung.....	16	5.1 Description of the problem .....	16
5.2 Rechnerische Ermittlung der Abmessungen.....	18	5.2 Calculation of the dimensions.....	18
<b>6 Umwandlung von Schubswing- in Drehschwingbewegung mithilfe von Kreuzschubkurbeln .....</b>	<b>18</b>	<b>6 Conversion of a slider motion into a rocker motion with the aid of Scotch yokes .....</b>	<b>18</b>
6.1 Problembeschreibung.....	18	6.1 Description of the problem .....	18
6.2 Rechnerische Ermittlung der Abmessungen.....	20	6.2 Calculation of the dimensions .....	20
Schrifttum .....	22	Bibliography .....	22

VDI-Gesellschaft Produkt- und Prozessgestaltung (GPP)

Fachbereich Getriebe und Maschinenelemente

VDI-Handbuch Getriebetechnik I: Ungleichförmig übersetzende Getriebe

**Vorbemerkung**

Der Inhalt dieser Richtlinie ist entstanden unter Beachtung der Vorgaben und Empfehlungen der Richtlinie VDI 1000.

Alle Rechte, insbesondere die des Nachdrucks, der Fotokopie, der elektronischen Verwendung und der Übersetzung, jeweils auszugsweise oder vollständig, sind vorbehalten.

Die Nutzung dieser Richtlinie ist unter Wahrung des Urheberrechts und unter Beachtung der Lizenzbedingungen ([www.vdi.de/richtlinien](http://www.vdi.de/richtlinien)), die in den VDI-Merkblättern geregelt sind, möglich.

Allen, die ehrenamtlich an der Erarbeitung dieser Richtlinie mitgewirkt haben, sei gedankt.

**Einleitung**

Mit der vorliegenden Richtlinie sollen Konstrukteuren und allen anderen mit getriebetechnischen Fragen Beschäftigten Unterlagen zur Verfügung gestellt werden, wie für die oft zu lösende Aufgabe, Schubbewegungen in Drehbewegungen umzuwandeln, die geeigneten, viergliedrigen Gelenkgetriebe ermittelt werden können. Es sind dies die Schubschwinge (oder die Schubkurbel), die Schubschleife und die Kreuzschubkurbel, siehe die Prinzipskizzen Bild 1a bis Bild 1c. Bei einem vorgegebenen Hubweg  $s_H$  als Antrieb soll der Mechanismus einen Hubwinkel  $\psi_H$  am Abtriebsglied aufweisen. Dabei interessiert hier vor allem die Güte der Bewegungsübertragung, also die Frage, welche Lösungen optimal bzw. akzeptabel hinsichtlich der Übertragungsgüte sind<sup>1)</sup>.

**Preliminary note**

The content of this standard has been developed in strict accordance with the requirements and recommendations of the standard VDI 1000.

All rights are reserved, including those of reprinting, reproduction (photocopying, micro copying), storage in data processing systems and translation, either of the full text or of extracts.

The use of this standard without infringement of copyright is permitted subject to the licensing conditions ([www.vdi.de/richtlinien](http://www.vdi.de/richtlinien)) specified in the VDI Notices.

We wish to express our gratitude to all honorary contributors to this standard.

**Introduction**

The present standard is intended to provide design engineers and any others tackling mechanism-related questions with documentation about how suitable four-bar mechanisms can be found to solve the frequently encountered task of transforming sliding movements into rotary movements. These are the slider-rocker (or the slider-crank), the slider-and-slotted lever and the Scotch yoke (see the schematic diagrams in Figure 1a to Figure 1c). With a given stroke  $s_H$  as drive the mechanism should have a stroke angle  $\psi_H$  at the output link. What is of primary interest here is the quality of motion transmission – in other words, the question as to which solutions are optimum or acceptable as regards transfer quality<sup>1)</sup>.

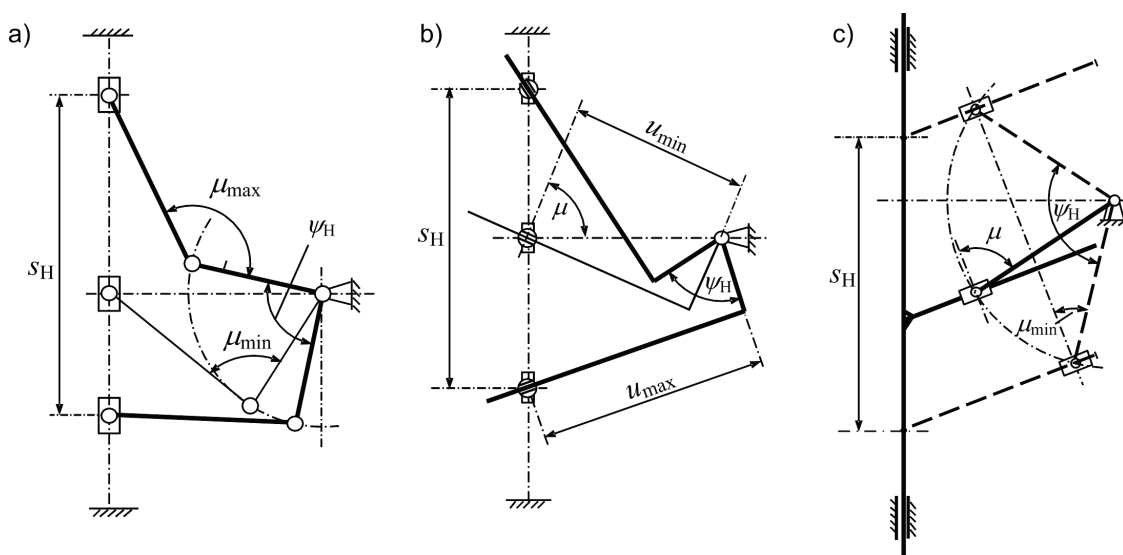


Bild 1. a) Schubschwinge/Schubkurbel, b) Schubschleife, c) Kreuzschubkurbel

Figure 1. a) Slider-rocker/slider-crank, b) slider-and-slotted lever, c) Scotch yoke

<sup>1)</sup> Allgemeinere Fragen der Bewegungsübertragung durch viergliedrige Gelenkgetriebe behandelt die geplante Richtlinie VDI 2122. / More general questions of motion transmission in four-bar mechanisms are dealt with in the planned standard VDI 2122.

Wie bekannt [1 bis 4], kann bei Koppelgetrieben mit einer Schwinge als Abtriebsglied (Bild 1a und Bild 1c) der Übertragungswinkel  $\mu_{\min}$  als Maß für die Übertragungsgüte angewendet werden. Der Übertragungswinkel  $\mu$  wird stets als spitzer Winkel gemessen und ist somit während der Bewegung mehr oder weniger kleiner als der Idealwert von  $90^\circ$ . Ein kleinerer Wert bewirkt zunehmend ungünstigere Bewegungseigenschaften des Getriebes – dies gilt sowohl für die kinematischen als auch für die dynamischen Verhältnisse. Deshalb ist der zulässige Wert von  $\mu_{\min}$  vornehmlich als Erfahrungswert für die Praxis beim ersten Entwurf des Getriebes anzusehen.

Bei Koppelgetrieben mit einer Schleife als Abtriebsglied (Bild 1b) ist der Minimalwert  $\mu_{\min}$  des dort mit  $\mu$  bezeichneten Winkels jedoch weniger aussagefähig. Stattdessen spielt hier die kleinste Schleifenlänge  $u_{\min}$  die vergleichbare Rolle für die Beurteilung der Übertragungsgüte.

Wie die Übertragungsfunktion  $\psi(s)$  des berechneten Mechanismus verläuft, ist nicht Gegenstand dieser Richtlinie. Naturgemäß ist die Übertragungsfunktion nicht linear und gefordert wird nur, dass im Verlauf kein Rücklauf auftritt. Eine Totlage am Anfang oder Ende des Hubwegs  $s_H$  wird aber als Grenzfall der Lösung akzeptiert. Wenn Entwickler sich jedoch eine gewisse Linearität wünschen, wird angegeben, wie diese auf Kosten der Übertragungsgüte erreicht werden kann.

Die Baugröße des Mechanismus wird relativ zur Länge des Hubwegs  $s_H$  beurteilt. Der Mechanismus kann unter Anpassung des Hubwegs  $s_H$  beliebig vergrößert oder verkleinert werden. Lösungen mit verhältnismäßig großen Gliedlängen können durch Ausnutzen der Entwurfsfreiheiten vermieden werden.

Wenn dem Mechanismus noch weitere Forderungen gestellt werden, bietet diese Richtlinie eine Vergleichsmöglichkeit mit der besten erreichbaren Übertragungsgüte. Das Ergebnis könnte gegebenenfalls auch eine Startlösung zur weiteren Optimierung der Getriebeabmessungen sein.

Diese Richtlinie wurde so gestaltet, dass die Getriebeabmessungen näherungsweise unmittelbar aus Diagrammen abgegriffen werden können. Bei höheren Ansprüchen an die Genauigkeit ist deren Bestimmung meistens mithilfe einfacher Formeln möglich, die ebenfalls angegeben sind.

As is known [1 to 4], with coupler mechanisms with a rocker as the output link (Figure 1a and Figure 1c), the transmission angle  $\mu_{\min}$  can be used as a measure of the transfer quality. The transmission angle  $\mu$  is always measured as an acute angle and during the movement is thus smaller to a greater or lesser extent than the ideal value of  $90^\circ$ . For that reason smaller value induces increasingly unfavourable motion properties of the mechanism – this applies not only to kinematic but also to dynamic aspects – the permissible value of  $\mu_{\min}$  is to be regarded primarily as an empirical value for practical use in the first draft design of the mechanism.

In the case of coupler mechanisms with a slotted lever as the output link (Figure 1b) the minimum value  $\mu_{\min}$  of the angle there designated  $\mu$  is however less informative. Instead the smallest slide length  $u_{\min}$  here plays the comparable role for assessing the transfer quality.

This standard is not concerned with the shape of the transfer function  $\psi(s)$  curve of the calculated mechanism. Naturally the transfer function is not linear and the only requirement is that no reversal occurs in the curve. A dead-point position at the start or end of the stroke  $s_H$  is however accepted as a borderline case of the solution. But if design engineers want a certain linearity, it will be shown how this can be achieved at the expense of the transmission quality.

The size of the mechanism is evaluated relative to the length of the stroke  $s_H$ . By adjusting the stroke  $s_H$  the mechanism can be enlarged or reduced in size as desired. Solutions with relatively large link lengths can be avoided by exploiting design freedoms.

If even more requirements are made of the mechanism, this standard offers a way of making comparisons with the best achievable transfer quality. The result could, where applicable, even be a starting solution for further optimization of the dimensions of the mechanism.

This standard has been designed in such a way that the mechanism dimensions can be taken directly as approximations from the diagrams. If greater precision is required, this is in most cases possible using the simple equations which are also provided.