

VEREIN  
DEUTSCHER  
INGENIEUREThermoplastische Zahnräder  
Schraubradgetriebe  
Paarung Zylinderschnecke Schrägstirnrad  
Tragfähigkeitsberechnung  
Thermoplastic gear wheels  
Crossed helical gears  
Mating cylindrical worm with helical gear  
Calculation of the load-carrying capacity

VDI 2736

Blatt 3 / Part 3

Ausz. 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
Vorbemerkung .....	2
Einleitung .....	2
<b>1 Anwendungsbereich</b> .....	4
<b>2 Formelzeichen und Abkürzungen</b> .....	4
<b>3 Tragfähigkeitsberechnung</b> .....	7
3.1 Entwurfsberechnung .....	7
3.2 Nachrechnung der Tragfähigkeit .....	10
3.3 Wirkungsgrad .....	17
3.4 Schadensformen .....	18
<b>4 Flussdiagramm</b> .....	19
<b>Anhang</b> Beispiele .....	21
A1 Aufgabe 1 – Motor-Getriebe-Einheit eines Drehtürantriebs .....	21
A2 Aufgabe 2 – Klappensteller eines Verbrennungsmotors .....	24
Schrifttum .....	28

Contents	Page
Preliminary note .....	2
Introduction .....	2
<b>1 Scope</b> .....	4
<b>2 Symbols and abbreviations</b> .....	4
<b>3 Calculation of load-carrying capacity</b> .....	7
3.1 Design calculation .....	7
3.2 Check calculation of the load-carrying capacity .....	10
3.3 Efficiency .....	17
3.4 Forms of damage .....	18
<b>4 Flow chart</b> .....	20
<b>Annex</b> Examples .....	21
A1 Task 1 – Motor-gearbox unit for a swing-door drive .....	21
A2 Task 2 – Flap actuator of an internal combustion engine .....	24
Bibliography .....	28

VDI-Gesellschaft Produkt- und Prozessgestaltung (GPP)

Fachbereich Getriebe und Maschinenelemente

VDI-Handbuch Getriebetechnik II: Gleichförmig übersetzte 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 VDI-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 VDI-Richtlinie mitgewirkt haben, sei gedankt.

Eine Liste der aktuell verfügbaren Blätter dieser Richtlinienreihe ist im Internet abrufbar unter [www.vdi.de/2736](http://www.vdi.de/2736).

## Einleitung

Schraubradgetriebe, die aus zwei Stirnrädern, im Folgenden Schraubräder genannt, gepaart werden, weisen unterschiedliche Schrägungswinkel am Teilzylinder bei gleichem Eingriffswinkel und gleicher Normalteilung auf. Im Gegensatz zu Stirnradgetrieben variiert der Achsenwinkel bei Schraubradgetrieben zwischen  $0^\circ$  und dem in der Praxis vorherrschenden Wert von  $90^\circ$ . Das Lot zwischen den Achsen ist der Achsabstand. Oft treibt eine ein- oder mehrgängige Schnecke (ZI-Profil) das Schraubrad an. Es können in einer Stufe sehr hohe Übersetzungen erzielt werden. Schraubradgetriebe weisen einen großen Gleitanteil zwischen den Flanken auf, wodurch der Wirkungsgrad begrenzt ist. Die daraus entstehende Wärmeentwicklung muss berücksichtigt werden. Je nach Steigungswinkel der Schnecke ist Selbsthemmung möglich. Die Geräuschentwicklung ist meist sehr niedrig, da die Profilüberdeckung hoch ist, der Beginn des Zahneingriffs stetig verläuft und der Gleitanteil dämpfend wirkt. Die Getriebe lassen sich als Serienprodukte mit gerollten Schnecken und gespritzten Schraubrädern sehr kostengünstig herstellen [1].

Üblicherweise ist die Schnecke aus Metall gefertigt. Sie kann als gerollte, gefräste oder gedrehte Schnecke dann Bestandteil der Motorwelle sein, oder sie besitzt eine Bohrung und wird mit der Motorwelle form- oder kraftschlüssig verdrehsicher verbunden. Die gerollte Schnecke verfügt über die geringste Rauheit an den Flanken und hat entsprechend gute tribologische Eigenschaften. An der Schnecke sind die Axialkräfte zu beachten, die am Motor oder im Gehäuse entsprechend abgestützt werden müssen.

## 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 specified in the VDI Notices ([www.vdi.de/richtlinien](http://www.vdi.de/richtlinien)).

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

A catalogue of all available parts of this series of standards can be accessed on the Internet at [www.vdi.de/2736](http://www.vdi.de/2736).

## Introduction

Crossed helical gear sets which consist of paired spur gears, hereinafter called crossed helical gears, have different helix angles at the reference cylinder but the same pressure angle and the same normal circular pitch. Unlike spur gears, with crossed helical gears the shaft angle varies between  $0^\circ$  and the  $90^\circ$  which dominates in practice. The perpendicular between the axes is the centre distance. In many cases a single- or multiple-start worm (ZI-type profile) drives the helical gear. Very high gear ratios may be achieved in a single stage. There is a great deal of sliding between the flanks of crossed helical gears and this limits their efficiency. Due consideration must be given to the heat thus generated. Depending on the pitch angle of the worm, self-locking is possible. In most cases very little noise is produced because the transverse contact ratio is high, the start of meshing runs at a constant rate and the sliding component has a damping effect. These gear sets can be manufactured very inexpensively as mass-produced products with rolled worms and injection-moulded helical gears [1].

The worm is normally made of metal. As a rolled, milled or turned worm it can then form part of the motor shaft or it may have a hole and be connected to the motor shaft either by mechanical or frictional locking to prevent twisting. The flanks of the rolled worm have extremely low surface roughness and thus correspondingly good tribological properties. Attention should be paid to the axial forces at the worm; these will need to be accommodated appropriately in the motor or in the housing.