

***ANTRIEBSTECHNIK***



***Differentialrollen-Spindeln***

***Nenn Durchmesser 8 - 25 mm***

---



Die Firma **Steinmeyer** wurde 1920 gegründet und befaßte sich ursprünglich ausschließlich mit der Herstellung von Präzisions-Meßzeugen.

Als zweite, heute wichtigste Produktlinie wurde vor über 30 Jahren das damals noch kaum bekannte Produkt Kugelgewindtrieb zur Serienreife entwickelt.

Als dritte Produktlinie hat **Steinmeyer**, in enger Zusammenarbeit mit der Deutschen Forschungsanstalt für Luft- und Raumfahrt (DLR), den Planetengewindtrieb (Differentialrollen-Spindel) weiter entwickelt.

Der konstruktive Aufbau dieser Differentialrollen-Spindel garantiert ein äußerst günstiges Kosten-Nutzenverhältnis auch bei hohen Anforderungen an Wirkungsgrad und Belastung.

Erfahrung, Flexibilität sowie modernste Produktionsanlagen haben den Namen

**Steinmeyer** weltweit zum Synonym für Qualität und Zuverlässigkeit gemacht.

Die kontinuierliche Expansion des Unternehmens zeugt davon, daß die Zusammenarbeit mit unseren Kunden erfolgreich ist.

Gemeinsam mit unseren Kunden und Lieferanten sind wir stark und arbeiten am Erfolg von morgen.

Technische Änderungen und Irrtum vorbehalten.

Für Lieferungen und sonstige Leistungen im kaufmännischen Geschäftsverkehr gelten die Allgemeinen Liefer- und Zahlungsbedingungen umseitig der Auftragsbestätigung.

Die Wiedergabe anderer Produktnamen basiert auf registrierten Handelsnamen bzw. Warenbezeichnungen der jeweiligen Hersteller und wird hiermit anerkannt.

Nachdruck, auch auszugsweise, nur mit unserer schriftlichen Genehmigung.

August Steinmeyer GmbH & Co. KG

**Copyright © 02/1999**

Printed in Germany

## Funktionsbeschreibung

Die **Differentialrollen-Spindeln (DRS)** zeichnen sich besonders durch eine hohe Kraftübersetzung bei sehr kompakter Bauform und hohem Wirkungsgrad aus. Ebenso wie bei allen Arten von Gewindetrieben wird eine Drehbewegung in eine Axialbewegung oder eine Axial- in eine Drehbewegung umgewandelt.

Das Funktionsprinzip basiert auf einer Abwälzbewegung mit geringem Gleitreibungsanteil. Dadurch wird der Verschleiß minimiert und ein hoher Wirkungsgrad erreicht. Die Rotationsbewegung aller Bauteile ist kontinuierlich, es erfolgt kein Umlenken oder Umsetzen von Wälzkörpern, was sich äußerst positiv auf die Geräuschentwicklung und Laufruhe auswirkt.

Durch die Paarung unterschiedlicher Spindel- und Planetenrollen-Durchmesser lässt sich die Gesamtsteigung in weiten Grenzen variieren, wobei Steigungen von weniger als 0,5 mm realisierbar sind.

## Aufbau

Prinzipiell bestehen die Differentialrollen-Spindeln aus Gewindespindel, umlaufenden Planetenrollen sowie einer Mutter (Abb. 1)

Bei entsprechenden Untersetzungsverhältnissen ermöglicht diese konstruktive Ausführung eine Übertragung sehr hoher Axialkräfte. Somit ist die Umsetzung hoher Drehzahlen in eine langsame Linearbewegung hoher Kraft möglich.

Abb. 1

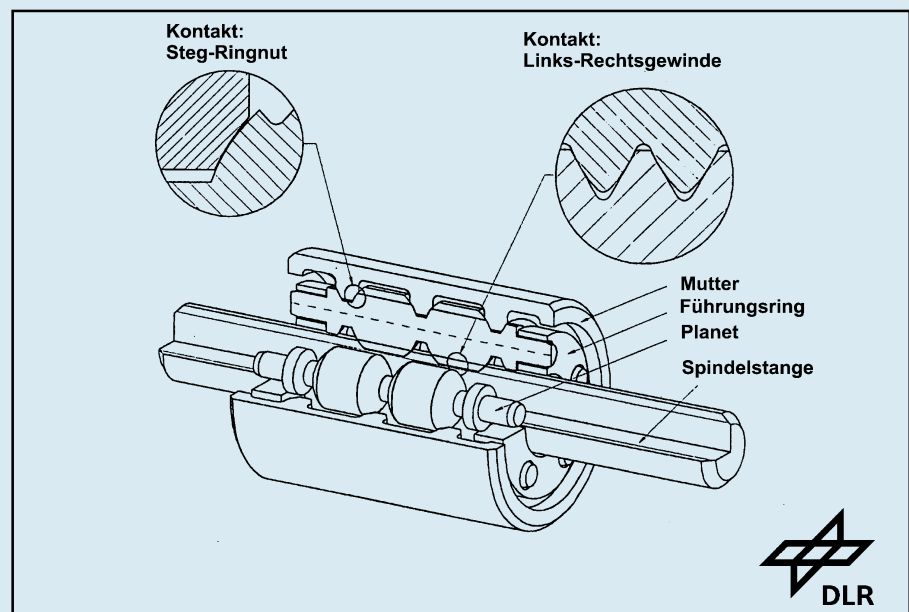


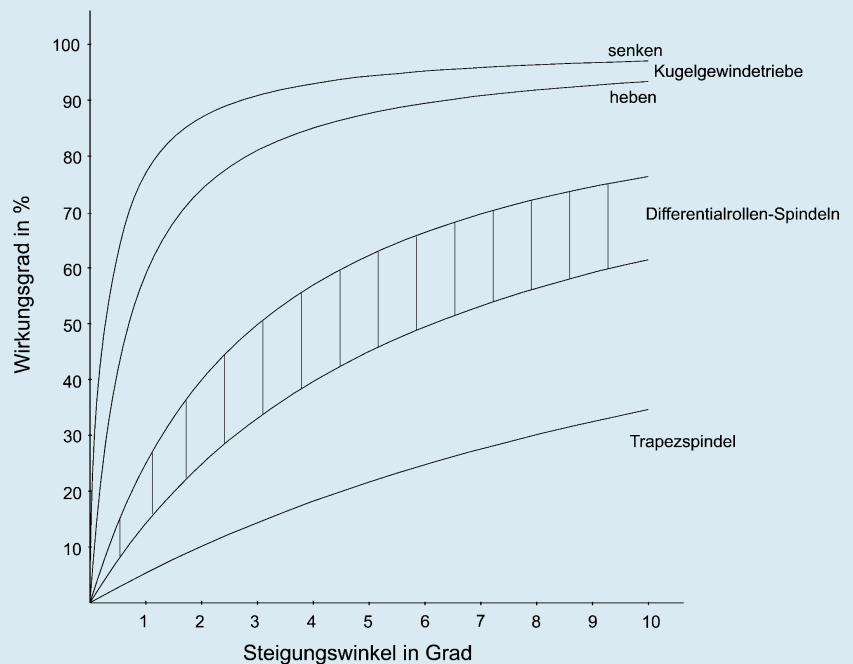
Abb. 1 Ausführung mit Grob- und Feinprofilierung der Planeten gemäß Deutsche Forschungsanstalt für Luft- und Raumfahrt

Wirkungsgrad

Abb. 2

Der Wirkungsgrad von Differentialrollen-Spindeln liegt auf Grund der hier auftretenden Rollreibung wesentlich höher als bei gewöhnlichen Trapezzgewindespindeln.

In Abb. 2 ist deutlich zu erkennen, daß der Wirkungsgrad eines Kugelgewindetriebes wiederum höher ist als bei der DRS.



Materialien

Je nach Anwendungsfall können **Steinmeyer** DRS, ebenso wie Kugelgewindetriebe, aus gehärtetem Qualitätsstahl hergestellt werden. Darüber hinaus kommen auch Kunststoffe bei Low-cost-Anwendungen in Frage.

Schmierung

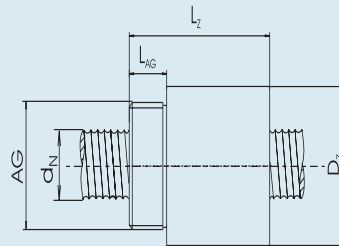
**Steinmeyer** Differentialrollen-Spindeln sollten ausschließlich mit Fett geschmiert werden. In Frage kommen alle Wälzlager-Fette, wobei standardmäßig KLUEBER STABURAGS NBU 8 EP als Erstfettung zum Einsatz kommt. Zur Nachschmierung können druckstabile Lithium- oder Bariumfette auf Mineralölbasis verwendet werden. Der Einsatz von DRS unter extremen Einsatzbedingungen wie z. B. Temperaturen unter  $-20^{\circ}\text{C}$  bzw. über  $+100^{\circ}\text{C}$ , Vakuumeinsatz, Strahlungen, Reinraumbedingungen oder in der Luft- und Raumfahrt-technik sollte mit unseren Ingenieuren besprochen werden.

Bitte beachten Sie, daß bei kurzhübigen, oszillierenden Belastungen der optimale Einsatz von Schmiermitteln bzw. Beschichtungen besonders wichtig ist.

## Profilierung

Durch weiterführende Modifikationen der Kontaktgeometrie zwischen Planeten und Mutter lassen sich unterschiedliche Funktionalitäten auf einfachste Weise realisieren. Die in Abb. 3 dargestellte Ausführung mit gleicher Profilierung von Mutter und Planeten stellt eine logische Weiterentwicklung dar, mit dem Ziel einer kostengünstigen Serienproduktion. Hierdurch ergeben sich äußerst günstige Herstellkosten, da Mutter und Planeten kein Gewinde, sondern lediglich Rillen aufweisen.

Abb. 3



Durch unterschiedliche Profilierung von Planeten und Mutter ergeben sich folgende technische Eigenschaften

Tabelle 1

	Grob- u. Feinprofilierung	Gleiche Profilierung
<b>Hohe Axialkräfte, durch hohe Untersetzung</b>	++	-
<b>Große Geschwindigkeit, durch kleine Untersetzung</b>	-	++
<b>Hoher Wirkungsgrad</b>	+	++
<b>Hohe Zuverlässigkeit, da keine Umlenkung</b>	+	++
<b>Geringe Geräuschentwicklung</b>	+	++
<b>Geringer Verschleiß, da sich die Wälzelemente untereinander nicht berühren</b>	++	++
<b>Einfache Montage und Demontage der Mutter, auch im Servicefall</b>	+	++
<b>Sehr robust gegen äußere mechanische Belastung</b>	+	++
<b>Geringer Preis</b>	+	++

## Endenbearbeitung

Im allgemeinen Maschinenbau sollten für Gewindetriebe grundsätzlich nur Wälzlager verwendet werden, die ähnliche axiale Steifigkeiten wie die Gewindetriebe selbst aufweisen.

Die Lagergröße wird durch den Spindeldurchmesser, welcher oft als Schulter zur Anlage des Lagerpakets benutzt wird, bestimmt.

Damit bereits bei der konstruktiven Auslegung einer Differentialrollen-Spindeln auf Wirtschaftlichkeit größten Wert gelegt wird, sollten geeignete Lager ausgewählt werden, um unnötige Kosten bei der Herstellung von vornherein zu vermeiden.

## Lagerung

Die axiale Steifigkeit und die kritische Drehzahl einer DRS kann erhöht werden, indem man die Spindel beidseitig mit Festlagern versieht. Jedoch sollte hierbei beachtet werden, daß mindestens an einem Spindelende der Zapfendurchmesser kleiner als der Kerndurchmesser der DRS sein muß, da die Muttermontage sonst nicht möglich ist.

Der Einsatz von beidseitig aufgeschrumpften Ringen läßt eine Demontage nicht mehr zu und führt im Reparaturfall zu unnötigen Kosten.

## Positioniergenauigkeit

Im Gegensatz zu anderen Gewindetrieben ist keine eindeutige Zuordnung von Drehwinkel zu axialer Mutterposition gegeben. Die Gesamtsteigung des Systems ergibt sich nicht allein aus der Steigung der Spindelstange, sondern auch durch die unterschiedlichen Wälzkreisdurchmesser von Spindel und Planeten (Abb. 4). Die Abwälzbewegung der Planeten erfolgt reibschlüssig.

Bei der konstruktiven Auslegung einer Anwendung mit DRS ist diese Tatsache, die sich durch einen geringen Schlupf äußert, zu berücksichtigen. Da dadurch keine Reproduzierbarkeit des Vorschubes gegeben ist, sollten, falls eine entsprechende Positioniergenauigkeit erforderlich ist, direkte Wegmeßsysteme vorgesehen werden.

Die konstruktiv bessere Lösung stellt jedoch die Steuerung der DRS über das primäre Regelungsausgang-Signal dar.

Bei vielen Anwendungen reicht jedoch die reine Entlagenabschaltung mittels Endschalter aus.

Siehe hierzu auch Seite 11f.

Muttereinheit mit  
gleicher Profilierung von  
Mutter und Planeten



Abb. 4

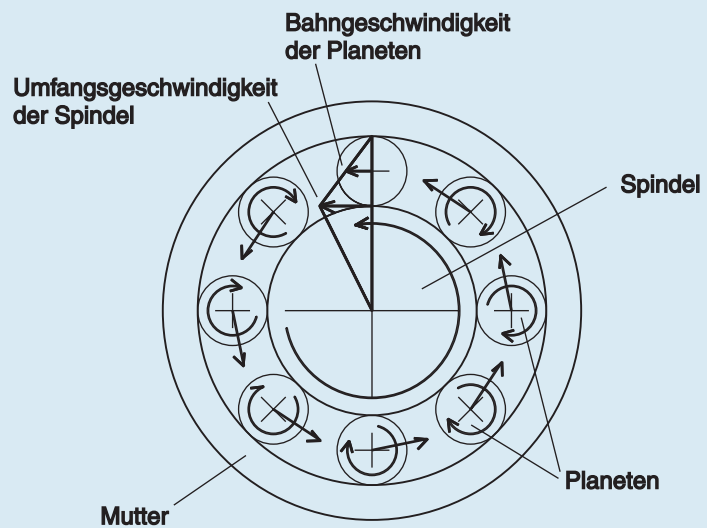
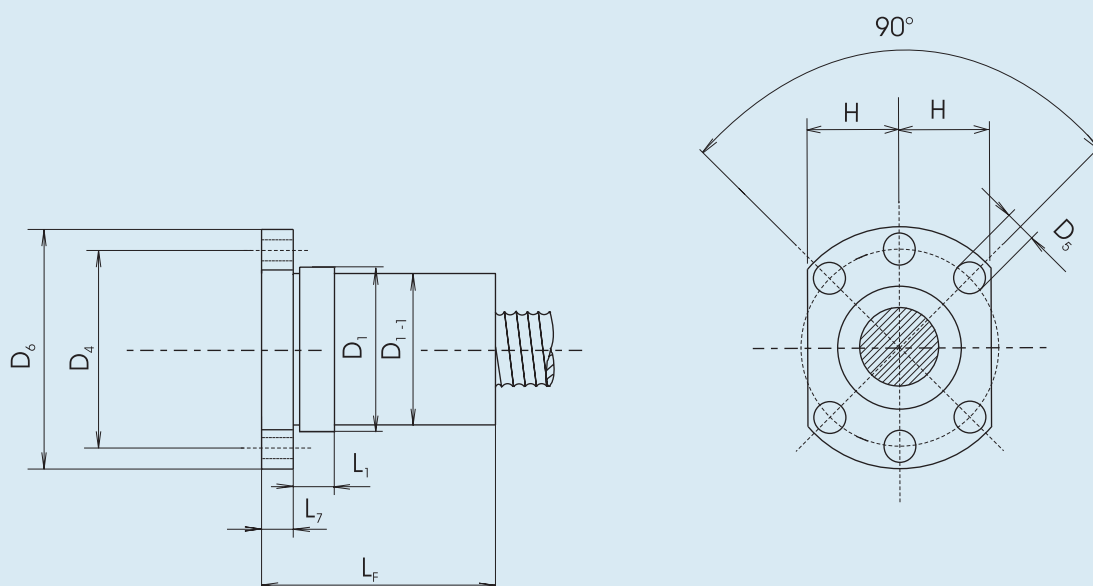


Abb. 4 zeigt die schematische Geschwindigkeitsverteilung zwischen Spindelwelle, Planeten und Mutter.



Baureihe	Steigung P [mm]	Nenn- Durch- messer $d_N$ [mm]	Dyn. Tragzahl $C_a$ [kN]	Stat. Tragzahl $C_{0a}$ [kN]	Flansch Typ
7412/7112	<b>1</b>	<b>8</b>	1,9	3,8	1
	<b>2,5</b>	<b>8</b>	1,5	2,1	1
	<b>4</b>	<b>12</b>	5,2	7,2	1
7416	<b>5</b>	<b>16</b>	7,6	10,6	2
	<b>10</b>	<b>25</b>	36,0	50,0	2

## Typ 2



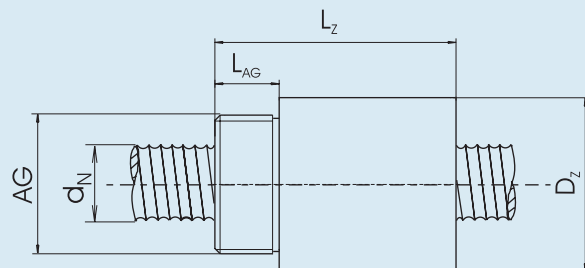
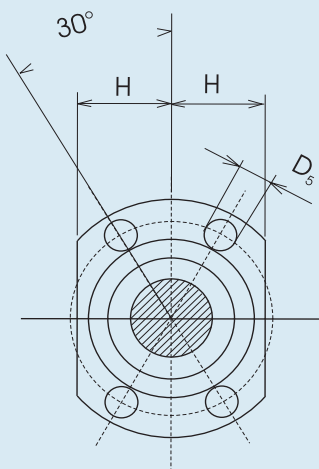
**Baureihe 7412: Typ 1**  
**Flansch-Ausführung**

**Baureihe 7416: Typ 2**  
**Flansch-Ausführung, Abmessungen nach KGT-DIN 69051**

**Baureihe 7112:**  
**Zylinderausführung mit**  
**Anschlußgewinde**

Ausführung mit Flansch									Ausführung mit Anschlußgewinde			
L <sub>F</sub>	D <sub>1</sub> g6	L <sub>1</sub>	D <sub>4</sub>	D <sub>5</sub>	D <sub>6</sub>	L <sub>7</sub>	H		L <sub>Z</sub>	D <sub>Z</sub>	AG	L <sub>AG</sub>
[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]
38	25	-	35	5,5	44	10	14,5		47	25,5	M20x1	10
16	16	-	22	3,4	28	6	9,5		23,5	17,5	M15x1	7,5
25	28		38	5,5	48	10	15,5		34	25,5	M20x1	10
31	36	10	47	6,6	58	10	22		42	32,5	M26x1,5	12
60	40	10	51	6,6	62	10	24		80	44	M40x1,5	17,5

**Typ 1**



## Allgemeine Informationen

Differentialrollen-Spindeln finden überall dort Einsatz, wo Drehbewegungen einfach und zuverlässig in Linearbewegungen umgesetzt werden müssen. Sie sind herkömmlichen Gewindetrieben mit Trapez- oder metrischem Profil überlegen, da sie einen wesentlich besseren Wirkungsgrad und geringeren Verschleiß aufweisen.

Gegenüber Kugelgewindetrieben besteht der Hauptunterschied dadurch, daß Schlupf in der Abwälzbewegung sich auf den Vorschub pro Spindelumdrehung auswirkt. Dadurch sind bei Anwendungen von Differentialrollen-Spindeln immer Rückmeldungen der Mutternposition notwendig. Dies kann - abhängig von der erforderlichen Genauigkeit - im einfachsten Fall durch Endschalter erreicht werden. Aber auch hochgenaue Positionierbewegungen sind mit Differentialrollenspindeln möglich, wenn - wie in vielen Fällen ohnehin vorgesehen - lineare Wegmessung zur Verfügung steht. Die Vorspannbarkeit von Differentialrollenspindeln erleichtert dabei die Positionierung.

## Anwendungsmöglichkeiten

In vielen Fällen ist aber die Positionsrückmeldung - abgesehen von einer Endlagenabschaltung - nicht erforderlich.

Dazu gehören z.B.

- Aktoren für Luftklappen in Klimaanlage oder Rauchklappen in Gebäuden
- Hubgetriebe in medizintechnischen Geräten oder in der Reha-Technik
- Ventilverstellungen oder Mischer

Auch geregelte Antriebe, die andere Regelgrößen als die axiale Position verwenden, wie z.B. Kraft, Drehzahl oder Geschwindigkeit einer abzubremsenden Masse o.ä. verwenden, sind mit DRS vorteilhaft auszuführen.

Als Beispiel ist hier zu nennen:

- Fahrzeugbremsen (Regelgröße Raddrehzahl)
- Turbolader-Wastegateverstellung (Regelgröße Ladedruck)
- Mischer (Regelgröße z. B. Mischungsverhältnis oder Temperatur)

Linearantriebe mit hoher Wiederholgenauigkeit

Auch für Positionierantriebe mit hohen Anforderungen an Auflösung und Wiederholbarkeit sind DRS einsetzbar. Ihre hohe Laufruhe und Drehzahlfestigkeit ermöglicht ein breites Geschwindigkeitsspektrum. Durch den Einsatz kleiner Steigungen können Untersetzungsgetriebe eingespart, bzw. Schrittmotoren oder Drehgeber mit vergleichsweise geringer Polzahl eingesetzt werden.

Wirtschaftlichkeit

Auch für Verstell- und Positionierantriebe, die Restriktionen in Bezug auf Einbauraum oder Leistungsbedarf unterliegen, können Differentialrollenspindeln gut eingesetzt werden.

- Ersatz von Hydraulik- oder Pneumatikzylindern
- Anwendungen, bei denen aus Kostengründen keine Kugelgewindetriebe und wegen nicht ausreichendem Wirkungsgrad auch keine Gewindespindeln eingesetzt werden können.
- Einsatz bei motorisch angetriebenen Verstelleinheiten, die mit hohem Wirkungsgrad viele Jahre wartungsfrei, zuverlässig und geräuscharm betrieben werden müssen.

