

## Übungen mit dem maxon Selection Program

<http://www.maxongroup.ch/maxon/view/msp>

### Zweck und Ziele

Die Teilnehmenden ...

- lernen, wie man die das maxon Selection Program bedient.
- wählen Motor-Getriebe-Kombinationen für Dauerbetrieb und intermittierenden Betrieb.
- wählen eine komplette Antriebslösung für eine Positionieranwendung.

### Teil 1: SUCHE – Einfache Spezifikation mit wenigen Parametern

Die einfache SUCHE-Funktion bietet einen schnellen Weg, um Motor-Getriebe-Kombinationen für einen festen Arbeitspunkt zu finden. Man braucht nur eine Drehzahl, ein Drehmoment und eine Versorgungsspannung zu spezifizieren. Optional kann man den Durchmesser einschränken oder einen zusätzlichen Istwert-Geber (Encoder oder Tacho) auswählen.

### Übung 1: Auswahl für Dauerbetrieb

Ziele: Lernen wie das MSP funktioniert.

- einfache SUCHE-Funktion benutzen.
- Lösungen in der Resultatliste auswählen.
- Details einer spezifischen Lösung anschauen.

---

### Gerät zum Scannen



Für einen medizinischen Scanner wird eine Motor-Getriebe-Kombination benötigt, die typisch bei  $200 \text{ min}^{-1}$  und einem Drehmoment von  $150 \text{ mNm}$  läuft. Die maximale Spannung des Netzgeräts ist  $18 \text{ VDC}$ . Der Durchmesser ist auf  $24 \text{ mm}$  eingeschränkt und für die Drehzahlregelung braucht der Motor einen Encoder.

- 
1. Wählen Sie den Reiter SUCHE. Geben Sie die Parameter gemäss den Anforderungen der Anwendung ein. Da ein Encoder benötigt wird, vergessen Sie nicht *mit Sensor* anzuwählen.

## Maxon Selection Program

**IHR ANTRIEBSSYSTEM**

SUCHE    ERWEITERTE SUCHE

Einfache Spezifikation der Anforderungen mit wenigen Parametern.    [Details verbergen](#)

Versorgungsspannung	<input type="text" value="18"/>	V	▼	<b>Suche Lösungen:</b>
Max. Lastdrehzahl	<input type="text" value="200"/>	1/min	▼	
rms Lastmoment	<input type="text" value="150"/>	mNm	▼	
Max. Durchmesser	<input type="text" value="24"/>	mm	▼	

mit Sensor  
 ohne Sensor

**Hinweis:** Die Parametereingabe funktioniert als Einheitenrechner. Die Parameterwerte werden umgerechnet, wenn die Einheit geändert wird. Um einen bestimmten Wert einzugeben ist es sinnvoll zuerst die Einheit zu wählen.

### 2. Resultatliste

Klicken sie auf *Ergebnisse anzeigen* unten rechts.

Sie erhalten eine Liste mit 10 Vorschlägen, die kurz mit den Komponenten beschrieben sind: Motortyp, Getriebetyp und Sensortyp.

Standardmässig ist die Liste nach dem technischen Optimum sortiert, d.h. Lösungen werden bevorzugt, welche die vorhandene Spannung und das erzeugte Drehmoment gut ausnützen, (aber immer mit einer gewissen Reserve) sowie Encoder mit 500 Impulsen pro Umdrehung. Es ist instruktiv auch andere Priorisierungen anzuwenden, wie den kleinsten Durchmesser, kürzeste Länge oder tiefster Preis. Mit diesen anderen Filtern kann man das Lösungsspektrum weiter erforschen. Es werden immer die jeweils 10 besten Lösungen gezeigt.

**Ergebnisfilter auswählen**

Technisches Optimum     
  Kürzeste Gesamtlänge     
  Kleinster Strombedarf  
 Kleinster Durchmesser     
  Tiefster Gesamtpreis (für 1-4 Stück)

// **Ergebnisse Technisches Optimum**

Produkte	Technische Daten				Preis	
	ø [mm]	Länge [mm]	Last [%]	Strom [A]		
 Motor <b>EC-max 16</b> Getriebe <b>GP 16 C</b> , 29:1 Encoder <b>MR</b> , 512 imp, LD, 2°K	16	59,3	81	0,50	<b>CHF 419.7</b>	<a href="#">Details</a>
 <span style="background-color: orange; color: white; padding: 2px;">Konfigurierbar</span> <span style="background-color: red; color: white; padding: 2px;">new</span> Motor <b>DCX 22 L GB</b> Getriebe <b>GPX 22 LN</b> , 6,6:1 Encoder <b>ENC 30 HEDL</b> , 500 imp, LD, 3°K	22	67,2	83	0,57	<b>CHF 380.7</b>	<a href="#">Details</a>
 <span style="background-color: orange; color: white; padding: 2px;">Konfigurierbar</span> Motor <b>DCX 22 L GB</b> Getriebe <b>GPX 22 LN</b> , 6,6:1 Encoder <b>HEDS</b> , 500 imp, 3°K	22	67,2	83	0,57	<b>CHF 366.3</b>	<a href="#">Details</a>
 <span style="background-color: orange; color: white; padding: 2px;">Konfigurierbar</span> Motor <b>DCX 14 L GB</b> Getriebe <b>GPX 14</b> , 35:1 Encoder <b>ENX 10 QUAD</b> , 1 imp, 2°K	14	56,5	78	0,39	<b>CHF 248.8</b>	<a href="#">Details</a>

### 3. Ähnliche Lösungen

Oft gibt es Lösungen, die sich nur geringfügig unterscheiden (z.B. mit demselben Motortyp und Getriebetyp). In diesen Fällen zeigt das MSP nur die beste Lösung. Die Alternativen kann man über das Dreiecksymbol/Pfeil links erschliessen. Typischerweise enthalten die *Ähnlichen Lösungen* Einheiten mit anderer Motorwicklung, Getriebeuntersetzungen, unterschiedlicher Stromaufnahme oder Encoder-Impulszahl.

 <span style="background-color: orange; color: white; padding: 2px;">Konfigurierbar</span> Motor <b>DCX 14 L GB</b> Getriebe <b>GPX 14</b> , 35:1 Encoder <b>ENX 10 QUAD</b> , 1 imp, 2°K	14	56,5	78	0,39	<b>CHF 248.8</b>	<a href="#">Details</a>
<b>Ähnliche Lösungen</b> <span style="float: right;">Details verbergen </span>						
<span style="background-color: orange; color: white; padding: 2px;">Konfigurierbar</span> Motor <b>DCX 14 L GB</b> Getriebe <b>GPX 14</b> , 35:1 Encoder <b>ENX 10 EASY</b> , 1024 imp, LD, 3°K	14	56,5	78	0,39	<b>CHF 300.8</b>	<a href="#">Details</a>
<span style="background-color: orange; color: white; padding: 2px;">Konfigurierbar</span> <span style="background-color: red; color: white; padding: 2px;">new</span> Motor <b>DCX 14 L GB</b> Getriebe <b>GPX 14</b> , 35:1 Encoder <b>ENX 10 EASY XT</b> , 1024 imp, 3°K	14	56,5	78	0,39	<b>CHF 370.2</b>	<a href="#">Details</a>
<span style="background-color: orange; color: white; padding: 2px;">Konfigurierbar</span> Motor <b>DCX 14 L GB</b> Getriebe <b>GPX 14</b> , 35:1 Encoder <b>ENX 10 EASY</b> , 512 imp, LD, 3°K	14	56,5	78	0,39	<b>CHF 300.8</b>	<a href="#">Details</a>

#### 4. Schaltfläche *Details*

Wählen sie eine der Lösungen und finden Sie heraus, was sich hinter den *Details* verbirgt.

Benützen sie die Schaltfläche *Produktdetail* drucken.

Vergleichen sie mit dem Reiter *Spezifikation* (unten).

Schauen sie sich das *Betriebsbereichs Diagramm* der Kombination an.

Was verbirgt sich im Reiter *Downloads*?

**Details** Details verbergen ▲

**Produkt besteht aus:**

- 283834 - EC-max 16 Ø16 mm, bürstenlos, 8 Watt, mit Hall-Sensoren
- 416428 - Planetengetriebe GP 16 C Ø16 mm, 0.2–0.6 Nm 29:1
- 201937 - Encoder MR, Typ M, 512 Impulse, 2 Kanal, mit Line Driver

[▶ Auf den Merkzettel](#)  
[▶ Anfrage stellen](#)  
[🖨️ Produktdetail drucken](#)

Preisstaffeln		
Stückpreis	1-4	CHF 419.70
	5-19	CHF 339.70
	20-49	CHF 269.90
	ab 50	auf Anfrage

Preise ohne Mehrwertsteuer

Bestellmenge  [🛒 In den Warenkorb legen](#)

[Beschreibung](#) [Spezifikation](#) [Downloads](#) [Antriebsauslegung](#)

**Hinweis:** Die grüne «*In den Warenkorb legen*» Schaltfläche führt direkt zum Online-Shop von maxon.

## Teil 2: ERWEITERTE SUCHE – Antriebsspezifikation mit Präzision.

Die ERWEITERTE SUCHE bietet die Möglichkeit Ihre Anwendung genau zu spezifizieren. Sie können eine mechanische Antriebsauslegung und Drehzahl- und Drehmomentanforderungen genauer eingeben. Weiter können Sie die gewünschte Regelung und den Istwert-Geber angeben. Gleichzeitig können sie auch Filter setzen für Produkte, die Sie in der Suche ein- und ausgeschlossen haben möchten.

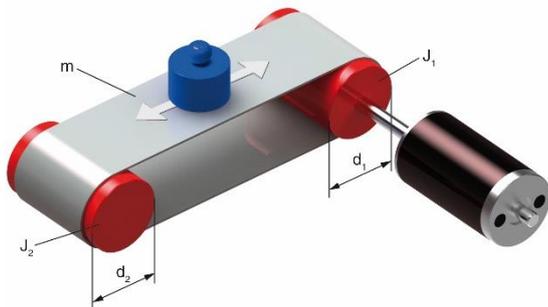
### Übung 2: Auswahl für Dauerbetrieb

Ziele: Lernen wie die ERWEITERTE SUCHE funktioniert.

- Eine mechanische Antriebsauslegung definieren.
- Eine Last für Dauerbetrieb eingeben.
- Drehzahlregelung mit Encoder auswählen.

---

### Förderbandantrieb



Eine Motor-Getriebe-Kombination wird für ein Förderband benötigt. Das Netzgerät liefert 24 VDC und 5 A. In erster Näherung wird angenommen, dass das Förderband dauernd läuft mit einer maximalen Geschwindigkeit von 0.5 m/s. Die Reibung des leeren Bandes betrage 40 N. Mit zusätzlicher Last (max. 3 kg) erhöht sich die Reibung um 9 N zu total 49 N. Das Band ist drehzahl geregelt, allerdings ist die Drehzahlkonstanz nicht sehr hoch. Die verlangte Lebensdauer ist sehr hoch (einige 10'000 Stunden), was einen bürstenlosen Motor erfordert.

---

#### 1. Wählen Sie ERWEITERTE SUCHE

Das MSP führt Sie durch die Eingaben und Filtereinstellungen (Schaltflächen *Weiter* und *Zurück* unten). Es wird empfohlen, diese Eingabereihenfolge zu verwenden.

Option: Sie können jederzeit auf die Symbole im Diagramm oben klicken. Sie springen dann direkt zum entsprechenden Eingabefeld dieser Antriebskomponente (wird im Diagramm hervorgehoben).

#### 2. Mechanische Antriebsauslegung

Die Definition der Anforderungen beginnt mit der mechanischen Antriebsauslegung. Wählen Sie Förderband als Antrieb aus dem Auswahlmenü. Der Einfachheit halber betrachten wir nur den Dauerbetrieb und ignorieren den Startvorgang. Man braucht nur die Durchmesser der Pulleys anzugeben und kann die Masseträgheiten vernachlässigen. Das Antriebspulley habe einen Durchmesser von 10 cm. Da die Reibung explizit bekannt ist, können wir sie zur Förderkraft schlagen und den Wirkungsgrad auf 100% setzen.

## Maxon Selection Program

ANTRIEB - Spezifizieren Sie den mechanischen Antrieb mit diesen Parametern. Details verbergen

**Antriebsauslegung wählen**

Förderband

Durchmesser Motorpulley d1  mm

Durchmesser Pulley d2  mm

Max. Wirkungsgrad  %

Trägheit Motorpulley J1  gcm<sup>2</sup>

Trägheit Pulley J2  gcm<sup>2</sup>

Masse Förderband m  g

Zurücksetzen
← Zurück
Weiter →
Ergebnisse anzeigen

### 3. Lasteingabe

Klicken Sie auf *Weiter*. Das Fenster zur Lasteingabe erscheint.

Für Dauerbetrieb sind die Eingaben selbsterklärend. Geben Sie die benötigte Lastgeschwindigkeit und Förderkraft ein (in unserem Beispiel 0.5 m/s und 49 N).

Komplexere Lastsituationen werden weiter unten behandelt.

LAST - Spezifizieren Sie hier die Anforderungen der Last. Details verbergen

**Betriebsart auswählen**

Dauerbetrieb

Max. Lastgeschwindigkeit Vmax  m/s

rms Last-Förderkraft Frms  N

#### 4. Getriebe- und Motorfilter

Klicken Sie auf *Weiter*. Geben Sie an, ob die Lösung ein maxon Getriebe enthalten soll oder nicht. Für unsere Anwendungen schränken wir dies nicht ein und lassen die Auswahl auf *mit oder ohne maxon Getriebe*.

Klicken Sie auf *Weiter*. Geben Sie an, ob die Lösung einen maxon DC Motor mit Bürsten oder einen bürstenlosen maxon EC Motor enthalten soll. Da eine hohe Lebensdauer benötigt wird, wählen Sie *mit bürstenlosen Motoren (= maxon EC)*.

#### 5. Rand- und Umgebungsbedingungen

Klicken Sie auf *Weiter*. In unserem Fall sind keine speziellen Rand- und Umgebungsbedingungen zu berücksichtigen; somit nochmals auf *Weiter*.

#### 6. Regelung und Sensor

Wählen Sie *Drehzahlregelung* als *Hauptregelparameter*, da das Förderband ja mit konstanter Geschwindigkeit laufen soll. Es wird nur eine tiefe Regelgenauigkeit und Dynamik gefordert und ein Encoder soll als Drehzahl Istwert-Geber dienen.

REGELUNG & SENSOR - Spezifizieren Sie Regelung und Feedback. Details verbergen 

Hauptregelparameter	<input type="text" value="Drehzahlregelung"/>  
Drehzahlgenauigkeit	<input type="text" value="Tiefe Genauigkeit oder Dynamik"/>  
Sensortyp, Feedback	<input type="text" value="Encoder"/>  
	<input type="checkbox"/> mit Indexkanal
	<input type="checkbox"/> mit Line Driver

#### 7. Elektrische Versorgung

Klicken sie auf *Weiter*. Das vorhandene Netzgerät gibt gerade 24 VDC und 5 A elektrische Leistung, was gerade den Voreinstellungen im MSP entspricht. Somit muss nichts geändert werden.

#### 8. Resultatliste

Klicken sie auf *Ergebnisse anzeigen* unten rechts.

Die vorgeschlagenen Lösungen enthalten nun ebenfalls den Regler. Analysieren Sie die Lösungsliste und inspizieren sie die Details wie in Übung 1.

Beachten sie wie die Resultatliste sich verändert, wenn Eingaben angepasst werden: z.B. Motoren mit Bürsten gewählt werden oder Drehzahlregelung mit hoher Genauigkeit.

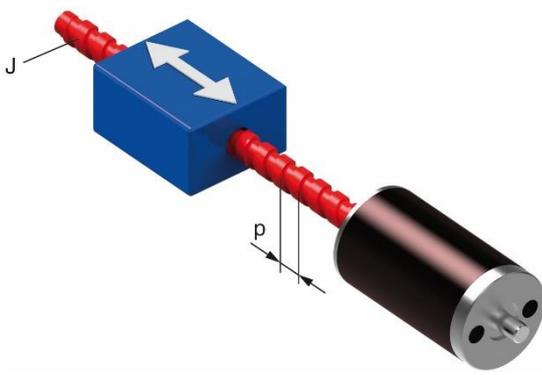
**Bemerkung:** Die *ähnlichen Lösungen* enthalten nun primär alternative Regler und Sensoren, die zur gewählten Regelauslegung passen. Alternative Motoren und Getriebe werden nicht mehr angezeigt.

## Übung 3: Auswahl für Arbeitszyklen mit Positionierung

Ziele: Lernen wie *Zyklusbetrieb*, *intermittierender Betrieb* funktioniert.

- eine Spindel als mechanischen Antrieb definieren.
- einen Lastzyklus eingeben.
- Positionsregelung mit Encoder auswählen.

### Positionierung mit Spindeltrieb



Eine Präzisionsspindel mit 2mm Steigung wird benötigt, um eine hin- und her-Bewegung in einer Produktionsanlage zu realisieren. Die Pausen zwischen den Bewegungen sind kurz. Der Effektivwert der Kraft (RMS) betrage 23 N. Die Maximalkraft ist 44 N und sie liegt während der 0.3 s Beschleunigung an.

Die maximale Geschwindigkeit ist 100 mm/s.

Das Netzgerät liefert eine Spannung von 48 VDC bei einem Dauerstrom von 1 A. Kurzzeitig (ca. 1s) sind 2 A möglich.

Aufgrund der geforderten Lebensdauer sollen ein bürstenloser Motor und ein Positionsregler eingesetzt werden. Ein Getriebe ist nicht zulässig (Getriebeispiel) damit die verlangte Positioniergenauigkeit (Wiederholbarkeit) von 0.01 mm erreicht werden kann.

1. Wählen sie ERWEITERTE SUCHE. Drücken Sie unten die *Zurücksetzen*-Schaltfläche.

2. Mechanische Antriebsauswahl

Wählen Sie *Spindeltrieb* als mechanischen Antrieb.

Definieren Sie die Steigung zu 2 mm und geben Sie den Wirkungsgrad ein. Kugelumlaufspindeln haben typischerweise einen Wirkungsgrad von 90% und höher.

Für eine erste Auswahl vernachlässigen Sie die Masseträgheiten von Spindel und Mutter. Klicken Sie auf *Weiter*.

ANTRIEB - Spezifizieren Sie den mechanischen Antrieb mit diesen Parametern.

Details verbergen

#### Antriebsauslegung wählen

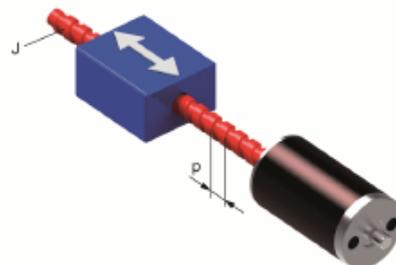
Spindeltrieb

Spindelsteigung (Lead) p  mm

Max. Wirkungsgrad  %

Trägheit Spindel J  gcm<sup>2</sup>

Masse Mutter  g



### 3. Lasteingabe

Wählen Sie Zyklischer Betrieb, intermittierender Betrieb aus dem Auswahlnenü. Dann geben Sie die Eingaben gemäss den Anforderungen der Anwendung ein.

LAST - Spezifizieren Sie hier die Anforderungen der Last.
Details verbergen

**Betriebsart auswählen** i

Zyklusbetrieb, intermittierender Betrieb ▼

---

Max. Lastgeschwindigkeit Vmax   ▼

rms Last-Förderkraft Frms   ▼

Max. Last-Förderkraft Fmax   ▼

Beschleunigungszeit tacc   ▼

Positioniergenauigkeit   ▼

Zurücksetzen ← Zurück Weiter → Ergebnisse anzeigen

Klicken Sie auf *Weiter*.

### 4. Getriebe- und Motorfilter

Spezifizieren Sie, dass nur Lösungen ohne Getriebe und nur mit bürstenlosen Motoren von Interesse sind.

Klicken Sie auf *Weiter*.

### 5. Randbedingungen

Da keine speziellen Rand- und Umgebungsbedingungen zu spezifizieren sind, klicken Sie ein weiteres Mal auf *Weiter*.

### 6. Regelung und Sensor

Wählen sie *Positionsregelung* als Hauptregelparameter.

Die verlangte Genauigkeit ist etwa  $0.01\text{mm}/2\text{mm} = 1/200$  Motorumdrehung (oder  $1.8^\circ$ ). Somit benötigen wir einen Positionssensor (Encoder) mit mindestens 200 Impulsen pro Umdrehung. Das ist noch immer nur mittlere Genauigkeit. Der Encoder sollte aber einen Line Driver für zuverlässige Signalübertragung und einen Indexkanal zur präzisen Bestimmung der Referenzposition aufweisen.

REGELUNG & SENSOR - Spezifizieren Sie Regelung und Feedback.
Details verbergen

Hauptregelparameter  i

Positioniergenauigkeit  i

Sensortyp, Feedback  i

mit Indexkanal

mit Line Driver

## 7. Elektrische Versorgung

Klicken Sie auf *Weiter*. Passen sie die Parameter gemäss dem vorhandenen Netzgerät an.

ELEKTRISCHE VERSORGUNG - Spezifizieren Sie. Details verbergen

Versorgungsspannung	Vcc	48	V		
Dauerstrom	ICont	1	A		
Max. Strom	Imax	2	A		
Dauer des max. Stroms	ton	1	s		

## 8. Übersicht

Klicken sie auf den *ÜBERSICHT*-Reiter oben rechts und überprüfen Sie Ihre eingaben. Im Abschnitt Schlüsselparameter sind die Anforderungen an den zu wählenden Antrieb zusammengefasst.

Merken Sie sich die Werte für Drehmoment und Trägheitsmoment. Klicken sie auf das *ANTRIEB*-Symbol im Diagramm und ändern Sie die Massenträgheit der Spindel auf 3 gcm<sup>2</sup> und die Masse der Mutter auf 1000 g (hier inklusive Lastmasse). Beobachte sie in der *ÜBERSICHT*, wie die Werte für Drehmoment und Trägheitsmoment geändert haben.

SUCHE
ERWEITERTE SUCHE
ÜBERSICHT

ÜBERSICHT - Ihre Eingaben und Schlüsselparameter für die Auswahl sind: Details verbergen

<p><b>→ Last - Zyklusbetrieb, intermittierender Betrieb</b></p> <table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td>Max. Lastgeschwindigkeit</td><td style="text-align: right;">100 mm/s</td></tr> <tr><td>rms Last-Förderkraft</td><td style="text-align: right;">23 N</td></tr> <tr><td>Max. Last-Förderkraft</td><td style="text-align: right;">44 N</td></tr> <tr><td>Beschleunigungszeit</td><td style="text-align: right;">0.3 s</td></tr> <tr><td>Positioniergenauigkeit</td><td style="text-align: right;">0.01 mm</td></tr> </table> <p><b>→ Antrieb - Spindelantrieb</b></p> <table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td>Spindelsteigung (Lead)</td><td style="text-align: right;">2 mm</td></tr> <tr><td>Max. Wirkungsgrad</td><td style="text-align: right;">90 %</td></tr> <tr><td>Trägheit Spindel</td><td style="text-align: right;">3 gcm<sup>2</sup></td></tr> <tr><td>Masse Mutter</td><td style="text-align: right;">1000 g</td></tr> </table> <p><b>→ Getriebe</b></p> <p>ohne maxon Getriebe</p> <p><b>→ Motor</b></p> <p>mit bürstenlosen Motoren (= maxon EC)</p>	Max. Lastgeschwindigkeit	100 mm/s	rms Last-Förderkraft	23 N	Max. Last-Förderkraft	44 N	Beschleunigungszeit	0.3 s	Positioniergenauigkeit	0.01 mm	Spindelsteigung (Lead)	2 mm	Max. Wirkungsgrad	90 %	Trägheit Spindel	3 gcm <sup>2</sup>	Masse Mutter	1000 g	<p><b>→ Regelung - Positionsregelung</b></p> <table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td>Positioniergenauigkeit</td><td style="text-align: right;">Mittlere Genauigkeit (1°)</td></tr> <tr><td>Sensortyp, Feedback</td><td style="text-align: right;">Encoder</td></tr> <tr><td>mit Indexkanal</td><td style="text-align: right;">Ja</td></tr> <tr><td>mit Line Driver</td><td style="text-align: right;">Ja</td></tr> </table> <p><b>→ Elektrische Versorgung</b></p> <table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td>Versorgungsspannung</td><td style="text-align: right;">48 V</td></tr> <tr><td>Dauerstrom</td><td style="text-align: right;">1 A</td></tr> <tr><td>Max. Strom</td><td style="text-align: right;">2 A</td></tr> <tr><td>Dauer des max. Stroms</td><td style="text-align: right;">1 s</td></tr> </table> <p><b>→ Rand- &amp; Umgebungsbedingungen</b></p> <table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td>Max. Umgebungstemperatur</td><td style="text-align: right;">25 °C</td></tr> <tr><td>Min. Umgebungstemperatur</td><td style="text-align: right;">0 °C</td></tr> <tr><td>Max. Einbaulänge</td><td style="text-align: right;">beliebige Länge</td></tr> <tr><td>Max. Durchmesser</td><td style="text-align: right;">beliebiger Durchmesser</td></tr> <tr><td>Sterilisierbar/autoklavierbar</td><td style="text-align: right;">Nein</td></tr> </table> <p><b>Schlüsselparameter</b></p> <table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td>Max. Drehzahl</td><td style="text-align: right;">3000 1/min</td></tr> <tr><td>Effektives Drehmoment (rms)</td><td style="text-align: right;">8.13 mNm</td></tr> <tr><td>Max. Drehmoment</td><td style="text-align: right;">16 mNm</td></tr> <tr><td>Dauer der maximalen Belastung</td><td style="text-align: right;">0.3 s</td></tr> <tr><td>Massenträgheitsmoment</td><td style="text-align: right;">4.13 gcm<sup>2</sup></td></tr> <tr><td>Positioniergenauigkeit</td><td style="text-align: right;">1.8 Grad</td></tr> </table>	Positioniergenauigkeit	Mittlere Genauigkeit (1°)	Sensortyp, Feedback	Encoder	mit Indexkanal	Ja	mit Line Driver	Ja	Versorgungsspannung	48 V	Dauerstrom	1 A	Max. Strom	2 A	Dauer des max. Stroms	1 s	Max. Umgebungstemperatur	25 °C	Min. Umgebungstemperatur	0 °C	Max. Einbaulänge	beliebige Länge	Max. Durchmesser	beliebiger Durchmesser	Sterilisierbar/autoklavierbar	Nein	Max. Drehzahl	3000 1/min	Effektives Drehmoment (rms)	8.13 mNm	Max. Drehmoment	16 mNm	Dauer der maximalen Belastung	0.3 s	Massenträgheitsmoment	4.13 gcm <sup>2</sup>	Positioniergenauigkeit	1.8 Grad
Max. Lastgeschwindigkeit	100 mm/s																																																								
rms Last-Förderkraft	23 N																																																								
Max. Last-Förderkraft	44 N																																																								
Beschleunigungszeit	0.3 s																																																								
Positioniergenauigkeit	0.01 mm																																																								
Spindelsteigung (Lead)	2 mm																																																								
Max. Wirkungsgrad	90 %																																																								
Trägheit Spindel	3 gcm <sup>2</sup>																																																								
Masse Mutter	1000 g																																																								
Positioniergenauigkeit	Mittlere Genauigkeit (1°)																																																								
Sensortyp, Feedback	Encoder																																																								
mit Indexkanal	Ja																																																								
mit Line Driver	Ja																																																								
Versorgungsspannung	48 V																																																								
Dauerstrom	1 A																																																								
Max. Strom	2 A																																																								
Dauer des max. Stroms	1 s																																																								
Max. Umgebungstemperatur	25 °C																																																								
Min. Umgebungstemperatur	0 °C																																																								
Max. Einbaulänge	beliebige Länge																																																								
Max. Durchmesser	beliebiger Durchmesser																																																								
Sterilisierbar/autoklavierbar	Nein																																																								
Max. Drehzahl	3000 1/min																																																								
Effektives Drehmoment (rms)	8.13 mNm																																																								
Max. Drehmoment	16 mNm																																																								
Dauer der maximalen Belastung	0.3 s																																																								
Massenträgheitsmoment	4.13 gcm <sup>2</sup>																																																								
Positioniergenauigkeit	1.8 Grad																																																								

## 9. Resultatliste

Klicken Sie auf *Ergebnisse anzeigen* unten rechts.

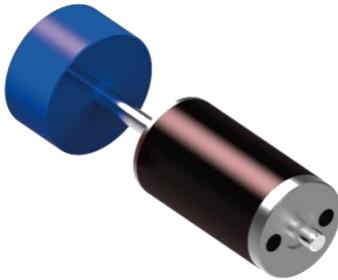
Die vorgeschlagenen Lösungen enthalten nun Positionsregler. Analysieren Sie die Lösungsliste und inspizieren sie die Details wie in Übung 1 und 2.

## Übung 4: Auswahl für Kurzzeitbetrieb

Ziele: Lernen wie *Kurzzeitbetrieb* im MSP funktioniert.

- Einen Direktantrieb definieren.
- Eine einmalige, kurzzeitige Last eingeben.
- Drehzahlregelung mit Encoder auswählen

### Beschleunigung eines Schwungrades



Ein Schwungrad soll in 7 s auf  $17'000 \text{ min}^{-1}$  beschleunigt werden. Dazu wird ein Drehmoment von 60 mNm benötigt. Die vorhandene Spannung ist 24V. Der Bauraum ist eingeschränkt: Der maximale Durchmesser beträgt 2 Zoll und die Länge soll so kurz wie möglich sein (maximal 3 Zoll). Benötigte Antriebseinheiten: Motor mit Feedback und Drehzahlregler.

1. Wählen Sie ERWEITERTE SUCHE. Drücken Sie unten die *Zurücksetzen*-Schaltfläche. Direktantrieb: Es muss keine mechanische Antriebsauslegung gewählt werden.
2. Lasteingabe. Wählen Sie *Kurzzeitbetrieb* aus dem Auswahlmenü. Dann geben Sie die Eingaben gemäss den Anforderungen der Anwendung ein.

LAST - Spezifizieren Sie hier die Anforderungen der Last. Details verbergen

<b>Betriebsart auswählen</b> <span style="float: right;">i</span>	
Max. Lastdrehzahl	<input type="text" value="17000"/> <input type="text" value="1/min"/>
Max. Lastmoment	<input type="text" value="60"/> <input type="text" value="mNm"/>
Beschleunigungszeit	<input type="text" value="7"/> <input type="text" value="s"/>
Positioniergenauigkeit	<input type="text"/> <input type="text" value="Grad"/>

3. Spezifizieren Sie die Getriebe- und Motorfilter  
Bemerkung: Die hohe Drehzahl macht es unwahrscheinlich, dass Lösungen mit Getrieben oder Motoren mit Bürsten ausgewählt werden.

4. Randbedingungen  
Schränken Sie den maximalen Durchmesser auf 2 Zoll und die maximale Länge auf 3 Zoll ein.
5. Regler und Sensor  
Wählen Sie *Drehzahlregelung* mit hoher Dynamik.
6. Elektrische Versorgung  
Versuchen Sie zuerst mit den Werten der Voreinstellungen. Die Leistung ist zwar ziemlich knapp, wie man aus einer Leitungsabschätzung schnell erkennt:
  - Benötigte mechanische Leistung: ca. 100 W ( $= \pi/30 * 17 \text{ kmin} - 1 * 60 \text{ mNm}$ )
  - Vorhandene elektrische Leistung (> 7 s): ca. 120 W ( $= 24 \text{ V} * 5 \text{ A}$ )
7. Resultatliste  
Wie vermutet, reicht die Leistung nicht und es werden keine Lösungen gefunden. Klicken Sie auf *Elektrische Versorgung* im Diagramm und erlauben sie einen höheren Dauerstrom oder eine höhere Versorgungsspannung.  
Empfehlung: Verdoppeln Sie die Spannung (In diesem Fall ist dies die stärkste Einschränkung).  
  
Analysieren Sie die Lösungsliste und inspizieren sie die Details wie zuvor.