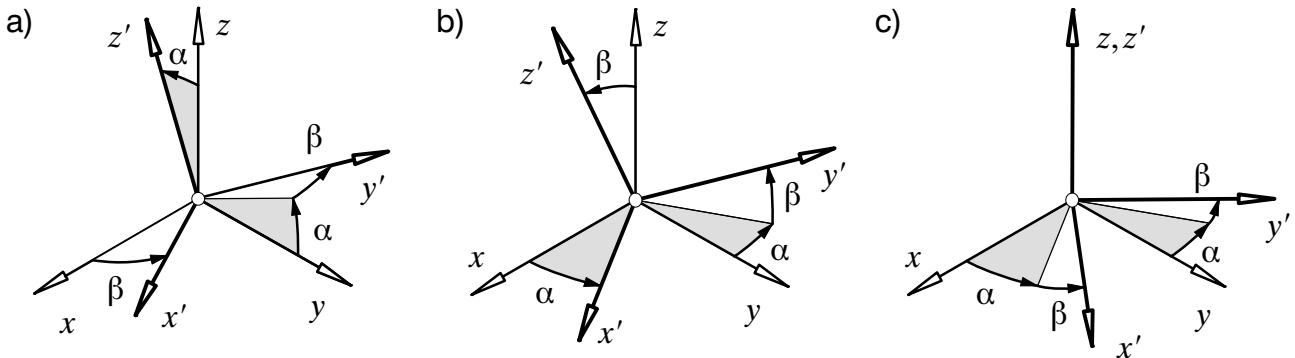


## 5 Kinematik der Starrkörperbewegung

### Aufgabe 1

Bestimmen Sie für die folgenden hintereinandergeschalteten Drehungen jeweils die Drehungsmatrix  $S_{KK'}$  sowie den Winkelgeschwindigkeitsvektor  $\vec{\omega}$  in beiden Koordinatensystemen, d.h.  $\omega_K$  und  $\omega_{K'}$ .



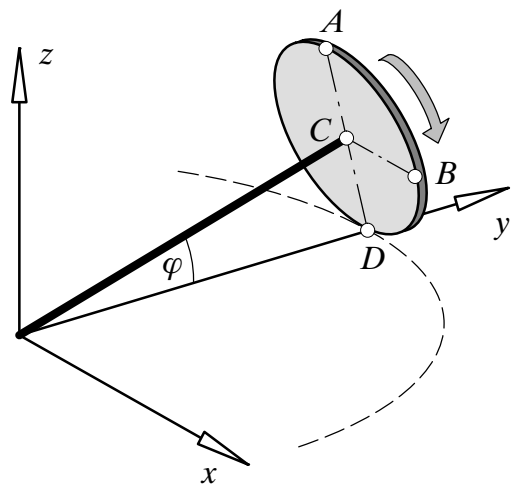
### Aufgabe 2

Stellen Sie den Winkelgeschwindigkeitsvektor  $\omega_K$  der mit Eulerwinkeln beschriebenen räumlichen Drehung im raumfesten Koordinatensystem dar.

### Aufgabe 3

Eine mit einer Achse versehene Kreisscheibe (Masse  $m$ , Radius  $r$ , Neigung  $\varphi$ ) rollt auf einer horizontalen Ebene mit konstanter Geschwindigkeit im Kreis herum und benötigt für einen Umlauf 1 s.

- Wo liegt für den skizzierten Augenblick die momentane Drehachse? Wie groß ist die momentane Winkelgeschwindigkeit? Beschreiben Sie den momentanen Winkelgeschwindigkeitsvektor.
- Bestimmen Sie die Geschwindigkeiten der Punkte  $A$ ,  $B$ ,  $C$  und  $D$  der Kreisscheibe.





#### Aufgabe 4

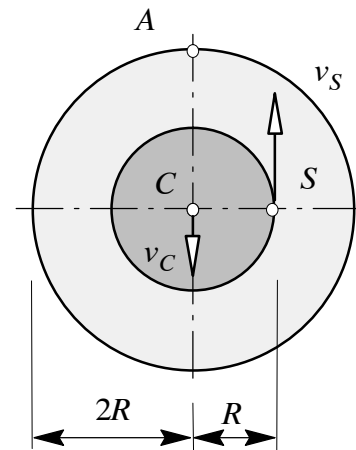
Die Fotografie eines rollenden Rads mit verlängerter Belichtungszeit zeigt einige Speichen unscharf, andere scharf.

- Wo liegt der Momentanpol des Rads?
- Zeichnen Sie Pol- und Spurkurve des Rads.
- Konstruieren Sie die Geschwindigkeiten verschiedener Punkte des Rads und erklären Sie anhand des Geschwindigkeitsprofils, warum die Speichen in bestimmten Bereichen scharf, in anderen unscharf sind.



#### Aufgabe 5

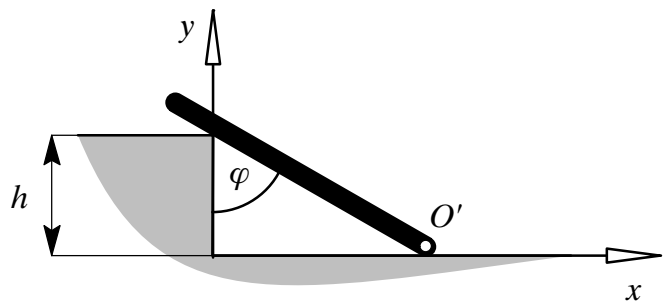
Auf eine Zylinderscheibe (Radius  $2R$ ) ist eine zweite Scheibe vom Radius  $R$  konzentrisch aufgesetzt. Dieser Körper bewegt sich in der Ebene so, dass die Punkte  $S$  und  $C$  die angegebenen Geschwindigkeiten  $v_S$  bzw.  $v_C$  aufweisen, wobei der Betrag von  $v_S$  doppelt so groß ist wie der Betrag von  $v_C$ . Bestimmen Sie zeichnerisch und rechnerisch den Momentanpol und die Geschwindigkeit im Punkt  $A$ .



#### Aufgabe 6

Das Abrutschen eines Stabes von einer Kante der Höhe  $h$  kann mit Hilfe des Winkels  $\varphi$  beschrieben werden.

- Beschreiben Sie den Ort und die Geschwindigkeit des körperfesten Punkts  $O'$  sowie die Winkelgeschwindigkeit  $\vec{\omega}$  des Stabs.

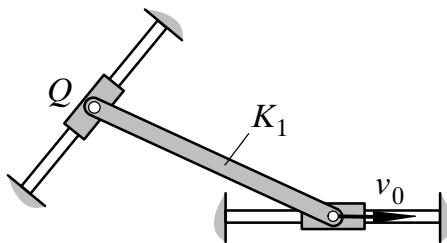


- Bestimmen Sie rechnerisch die Koordinaten des Momentanpols.
- Wie lautet die Funktion  $y(x)$  der Spurkurve? Zeichnen Sie die Spurkurve.

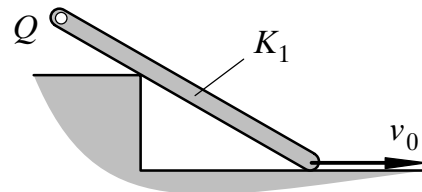
**Aufgabe 7**

Bestimmen Sie grafisch die Momentanpole aller Teilkörper  $K_i$  der folgenden Systeme und konstruieren Sie jeweils die Geschwindigkeit des Punktes  $Q$  bei bekannter Geschwindigkeit  $v_0$ .

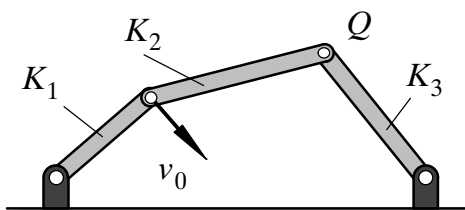
a) Doppelschieber



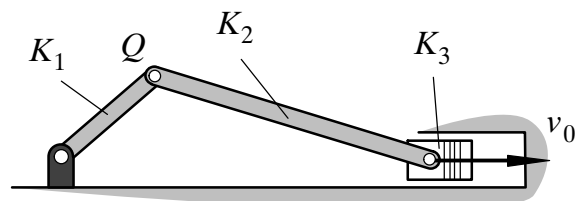
b) Abrutschender Stab



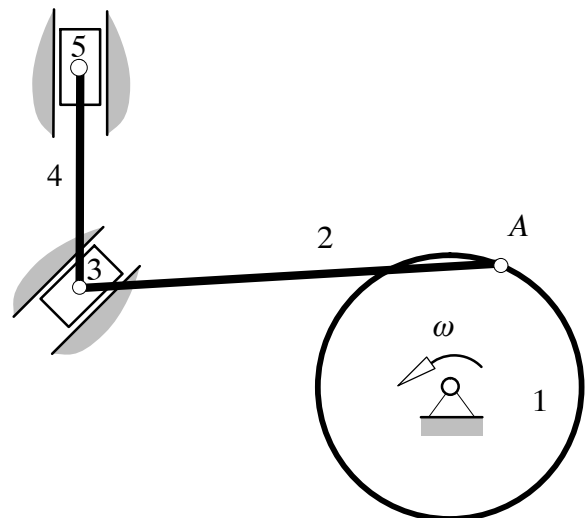
c) Viergelenkmechanismus



d) Schubkurbelmechanismus


**Aufgabe 8**

Im skizzierten Mechanismus dreht sich das Schwungrad 1 (Radius  $r$ ) mit der Winkelgeschwindigkeit  $\omega$  in die angegebene Richtung.



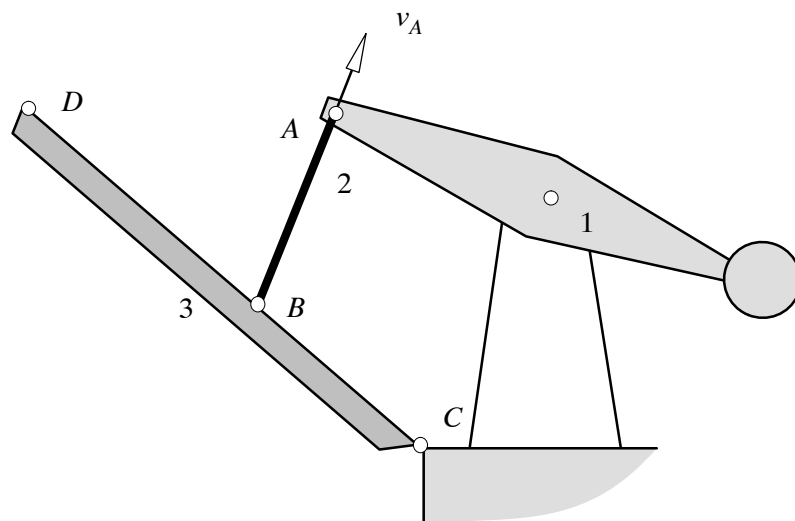
a) Wie groß ist die Geschwindigkeit des Punktes  $A$ ? Zeichnen Sie diese Geschwindigkeit als Pfeil der Länge 1 cm in die Skizze ein.

b) Bestimmen Sie grafisch die Momentanpole des Schwungrads 1 sowie der Koppelstangen 2 und 4. Wo befinden sich die Momentanpole der Kulissensteine 3 und 5?

c) Konstruieren Sie die Geschwindigkeiten der Kulissensteine 3 und 5 aus der Geschwindigkeit  $v_A$ .

### Aufgabe 9

Der Mechanismus der abgebildeten Hubbrücke soll hinsichtlich seiner Kinematik untersucht werden. Die Geschwindigkeit des Hebemechanismus im Punkt  $A$  ist bekannt.



- Bestimmen Sie für die skizzierte Stellung graphisch die Momentanpole  $P_1$ ,  $P_2$  und  $P_3$  der Glieder 1 bis 3.
- Konstruieren Sie Betrag und Richtung der Geschwindigkeiten der Punkte  $B$  und  $D$ .