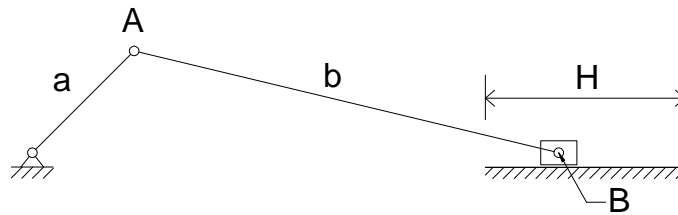


Lösungsweg Aufgabe 2:

Gegeben ist eine zentrische Schubkurbel mit $H = 120\text{mm}$ und $\lambda_1 = 0,33$; $\lambda_2 = 0,25$; $\lambda_3 = 0,2$.



- bei einer zentrischen Schubkurbel gilt $H = 2 \cdot a$ (siehe Buch Seite 38)

- $a = \frac{H}{2}$

$a = 60\text{mm}$

- weiter gilt: $\lambda = \frac{a}{b}$ (siehe Buch Seite 42)

- $b = \frac{a}{\lambda}$

$b_1 = 181,8\text{mm}$

$b_2 = 240\text{mm}$

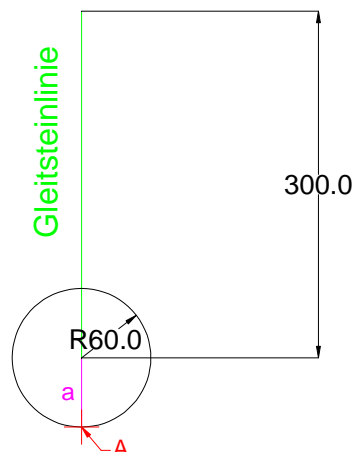
$b_3 = 300\text{mm}$

Das zeichnerische Differenzieren sollte mit Hilfe eines CAD Programms erfolgen, da hier keine Zeichengenauigkeiten auftreten können.

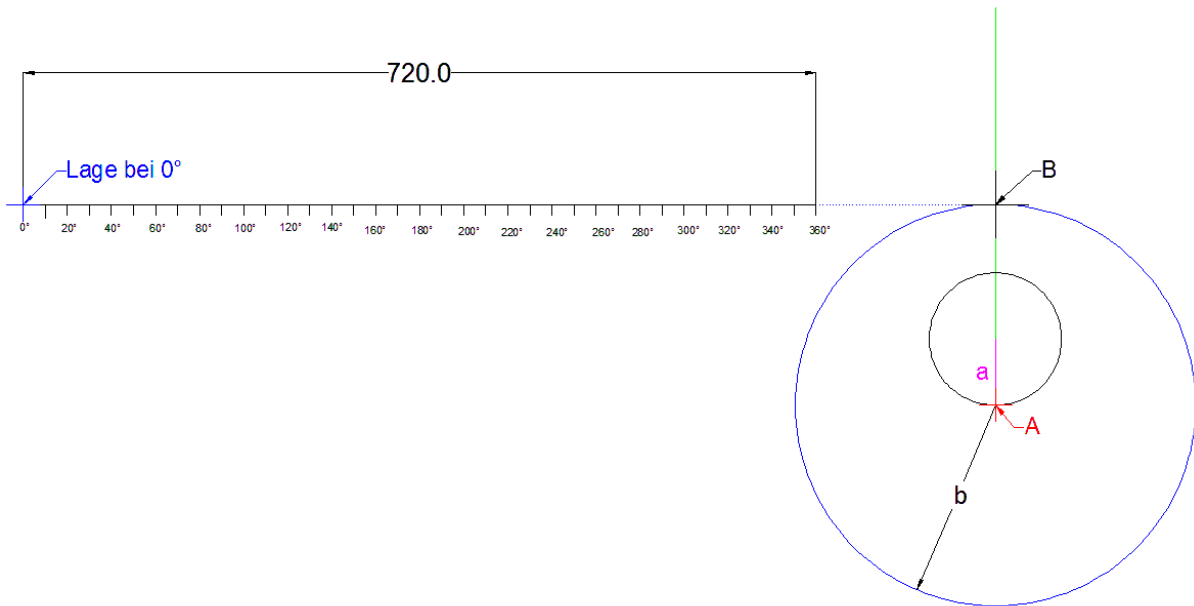
In CAD ist das Sehnungsverfahren sinnvoll (siehe Buch Seite 32).

Hinweis: Im Folgenden ist der ausführliche Lösungsweg beschrieben, bei dem der gesamte Graphenverlauf für eine 360° Umdrehung ermittelt wird. Im Anschluss wird ein kürzerer Weg zur Lösungsfindung beschrieben. Zur Einarbeitung sollte jedoch wenigstens einmal der gesamte Verlauf der Weg-, Geschwindigkeit- und Beschleunigungsgraphen gezeichnet werden.

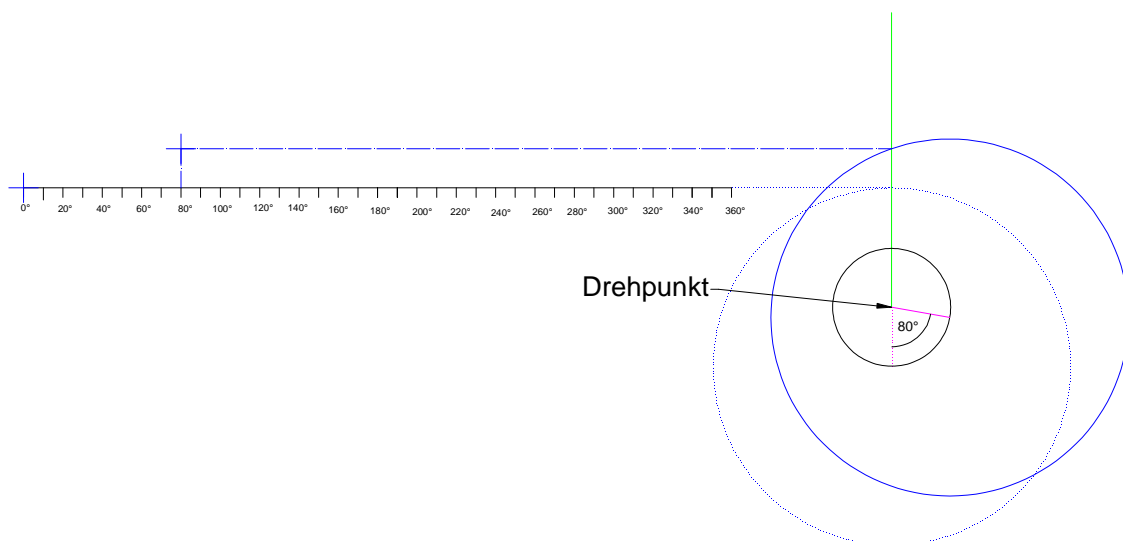
- als erstes Kreis mit Radius a zeichnen
→ stellt Umlaufkreis von Gelenk A dar
- vertikale Linie vom Mittelpunkt des Kreises nach oben ziehen (Empfehlung ca. 300mm lang)
→ stellt **Bewegungslinie des Gleitsteins** dar
- nun vertikale Linie nach unten ziehen, bis sie Kreis schneidet (Schnittpunkt stellt Lage des Gelenkes **A** dar)
→ Linie bildet Kurbel **a**



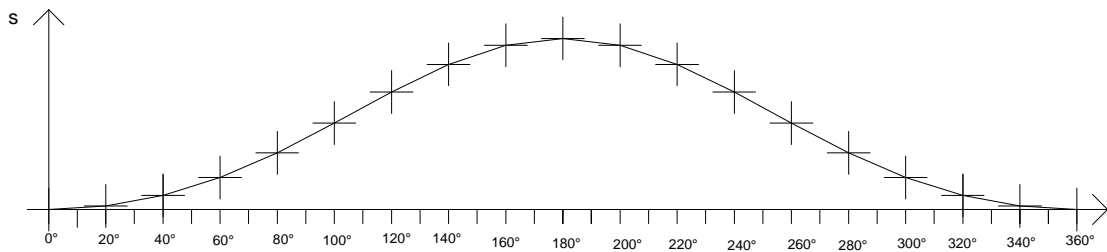
- um die Lage des Gleitsteinzapfens B auf der **Bewegungslinie** zu ermitteln ist ein Kreis mit Mittelpunkt in **A** und Radius **b** zu zeichnen (folgend **Koppelkreis** genannt)
→ Schnittpunkt von **Gleitsteinlinie** und **Koppelkreis** bildet Lage von B
- die derzeitige Gleitsteinposition stellt Tiefpunkt der Schubstrecke dar (innere Todpunktlage)
→ x-Achse auf selber Höhe antragen (empfohlene Länge 720mm)
- an der Abszisse können nun die einzelnen Winkellagen der Kurbel **a** angetragen werden
→ zwei Millimeter entsprechen dabei einem Grad $\left(\frac{720\text{mm}}{360^\circ} = 2\text{mm/Grad}\right)$



- um weitere Lagen anzutragen Kurbel **a** und **Koppelkreis** um gewünschte Gradzahl drehen und Lage von Gleitsteinzapfen B an zugehöriger Stelle im Diagramm antragen (Empfehlung 20° je Schritt)
- in folgender Abbildung ist ein 80° Schritt zur besseren Sichtbarkeit des Höhenunterschiedes dargestellt

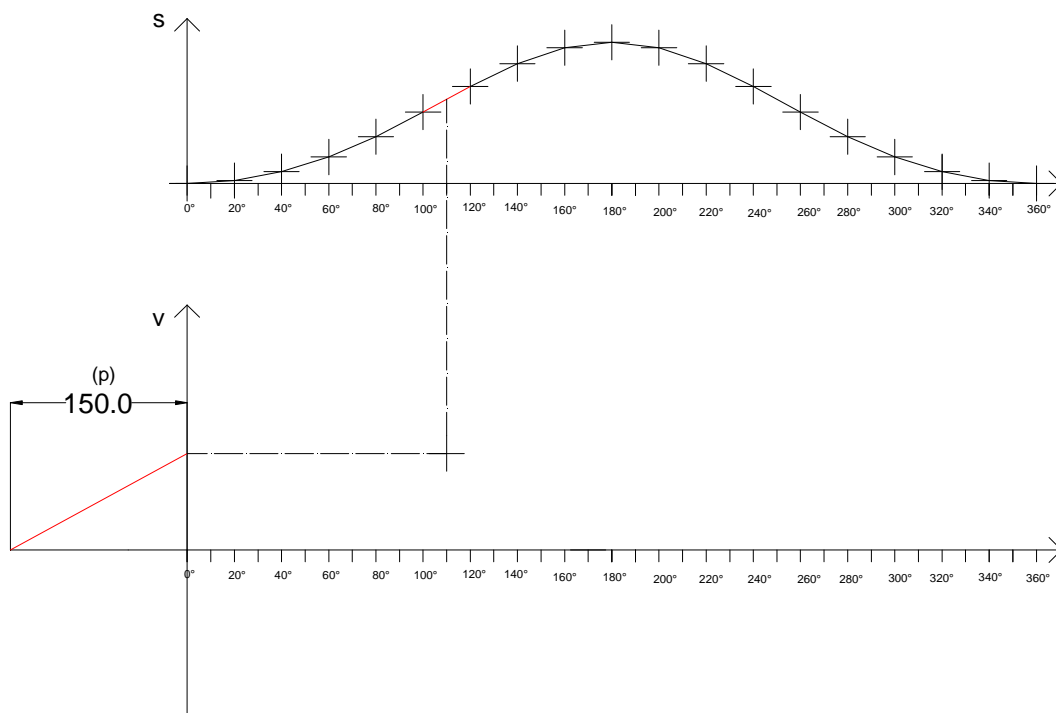


- wenn alle Punkte ermittelt sind können diese mit Linien verbunden werden



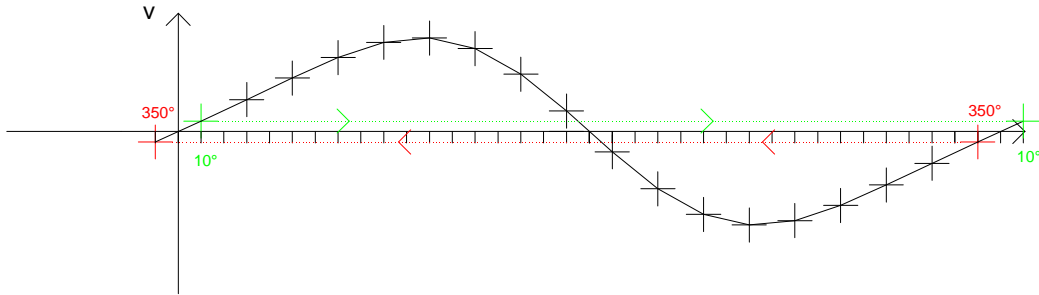
Tipp: da es sich um eine zentrische Schubkurbel handelt muss Verlauf nur bis 180° ermittelt werden und kann dort vertikal gespiegelt werden

- um Geschwindigkeitsschaubild zu erhalten Abszisse kopieren und mit genügendem Abstand parallel nach unten verschieben (Empfehlung ca. 300mm)
- am Ursprung der kopierten Abszisse diese nach links um Polabstand p verlängern (Empfehlung 150mm)
- einzelne Verbindungsgerade kopieren und an Polgerade anlegen
- kopierte Verbindungsgerade bis zur Geschwindigkeitsordinate verlängern
- von Ordinaten Schnittpunkt Linie parallel zur Abszisse zeichnen
- von Intervallmitte der kopierten Verbindungslinie senkrecht zur Abszisse Linie nach unten zeichnen
- Schnittpunkt beider Linien bildet Geschwindigkeitswert für Intervallmitte im Wegdiagramm



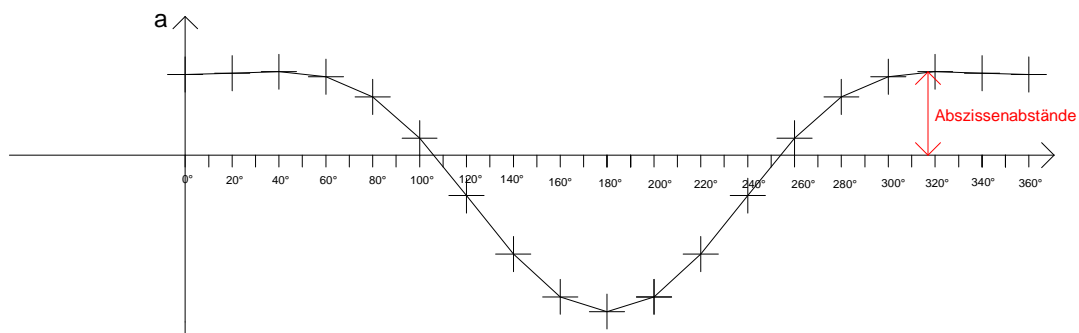
- nun ermittelte Schnittpunkte wieder mit Linien verbinden
- bei der zentrischen Schubkurbel kann bei 0° und 360° $v = 0$ gesetzt werden
- Geradenverlauf bei Randpunkten kann zudem durch eine Verschiebung der Randpunkte um eine volle Umdrehung ermittelt werden, da sich der Verlauf periodisch wiederholt

→ siehe Abbildung auf folgender Seite



- Ermittlung des Beschleunigungsdiagramms erfolgt analog der Ermittlung des Geschwindigkeitsschaubildes

→ Beschleunigungsschaubild siehe folgende Abbildung



- wenn der empfohlene Polabstand genutzt wurde sollten folgende Abszissenabstände x im Beschleunigungsdiagramm gemessen werden:

Auslenkung in °	Abszissenabstand x in cm		
	λ_1	λ_2	λ_3
0	6,91	7,70	8,20
45	7,03	7,16	7,18
135	-7,21	-7,23	-7,21
180	-13,37	-12,65	-12,15

- die Berechnung der genauen Beschleunigungswerte erfolgt mit Hilfe des Beschleunigungsmaßstabes M_a (siehe Buch Seite 33)

$$M_a = \frac{1}{100 \cdot M} \cdot \left(\frac{T}{p} \right)^2 \cdot n^2$$

- $M = 1$ (Zeichenmaßstab)
- $T = 72\text{cm}$ (Länge Schaubild; Abszisse)
- $p = 15\text{cm}$ (Polabstand)
- $n = 2\text{s}^{-1}$

$$M_a = \frac{1}{100 \cdot 1} \cdot \left(\frac{72}{15} \right)^2 \cdot 2^2$$

$$M_a = 0,9216 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot \text{cm}^{-1}$$

$$a = M_a \cdot x$$

Auslenkung in °	Beschleunigung a in m/s ²		
	λ_1	λ_2	λ_3
0	6,4	7,1	7,6
45	6,5	6,6	6,6
135	-6,6	-6,7	-6,6
180	-12,3	-11,7	-11,2

- zur weiteren Kontrolle der Werte können die SAM-Dateien genutzt werden

schneller Weg:

- es muss nicht der gesamte Graph, sondern nur der Verlauf um die erwünschten Winkellagen ermittelt werden
- dazu Gleitsteinzapfenlage bei geforderten Winkel ermitteln und dazu im gewünschten Intervall (Empfehlung 20°) darum Zapfenlage ermitteln.
- danach kann wie im vorhergehenden Kapitel vorgegangen werden

