

II Inhaltsverzeichnis

	Seite
1 Aufgabenstellung	1
2 Berechnungsgrundlagen	3
2.1 Zusammenhang zwischen dem Antriebskurbelradius R , dem Gelenkabstand a (A_0B_0) und dem Schwingwinkel φ	3
2.2 Bestimmung des momentanen Schwingwinkels φ_{mom} in Abhängigkeit des Antriebswinkels φ_0	4
3 SAM Analyse für eine Umdrehung der Antriebskurbel	6
4 Bewertung der Funktionsverläufe	8
5 SAM Abbilder	9

1 Aufgabenstellung

Für eine schwingende Kurbelschleife mit $\varphi_0 = 60^\circ$ Schwingwinkel ist der Verlauf der Winkelgeschwindigkeit ω_2 und Winkelbeschleunigung ε_2 am Abtrieb zu bestimmen und als Schaubild darzustellen.

Achsabstand $A_0B_0 = 150\text{mm}$; Antriebsdrehzahl $n = 1,5\text{ s}^{-1}$.

Der Punkt A_0 wird in der nächsten Abbildung durch den Lagerpunkt des Antriebs, der Punkt B_0 durch den Lagerpunkt C repräsentiert.

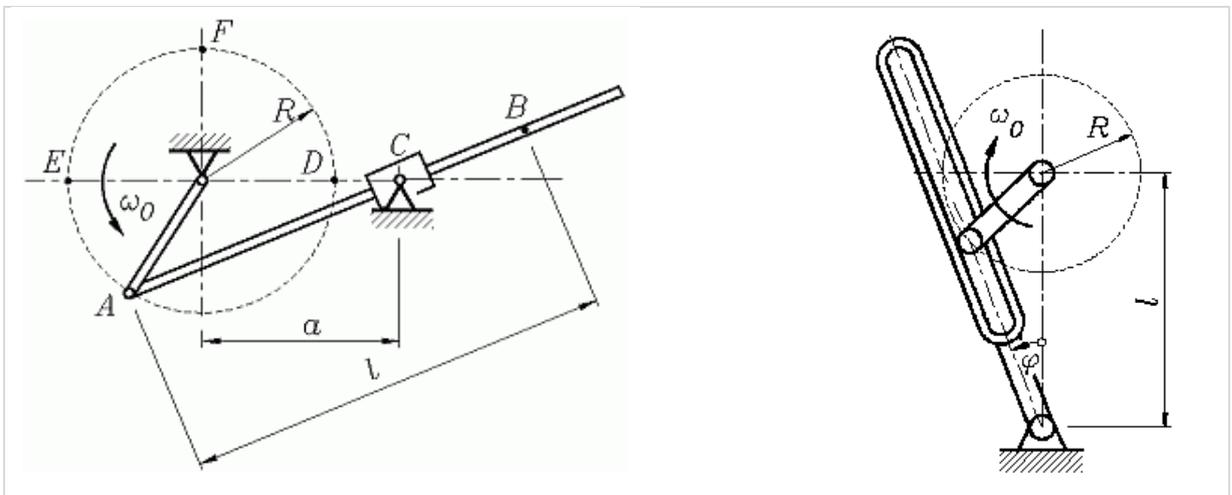


Abb.1: schwingende Kurbelschleife

Bei einer Drehzahl von $n = 1,5 \text{ s}^{-1}$ erfolgt ein 360° Durchlauf nach $0,6 \text{ s}$.

Das Bewegungsgesetz für den Schwingwinkel φ in Abhängigkeit von der Zeit lautet:

$$\varphi(t) = \arctan \frac{\sin \omega_0 \cdot t}{\beta - \cos \omega_0 \cdot t} \quad (1)$$

Differenziert nach der Zeit ergibt sich am Abtrieb die Winkelgeschwindigkeit:

$$\dot{\varphi}(t) = \omega_2(t) = \frac{\beta \cdot \cos \omega_0(t) - 1}{\beta^2 - 2\beta \cdot \cos \omega_0 \cdot t + 1} \cdot \omega_0 \quad (2)$$

und für die Winkelbeschleunigung:

$$\dot{\omega}_2(t) = \varepsilon_2(t) = \frac{1 - \beta^2}{(\beta^2 - 2\beta \cdot \cos \omega_0 \cdot t + 1)^2} \cdot \beta \omega_0^2 \cdot \sin \omega_0 \cdot t \quad (3)$$

- φ - Schwingwinkel
- ω_0 - Winkelgeschwindigkeit am Antrieb
- ω_2 - Winkelgeschwindigkeit am Abtrieb
- ε_2 - Winkelbeschleunigung am Abtrieb
- β - Verhältnis der Länge l zum Antriebsradius R ($\beta = \frac{l}{R}$)

2 Berechnungsgrundlagen

2.1 Zusammenhang zwischen dem Antriebskurbelradius R , dem Gelenkabstand a (A_0B_0) und dem Schwingwinkel φ

In direkter Abhängigkeit zum Radius R der Antriebskurbel und dem Abstand a (A_0B_0) steht der Schwingwinkel φ . Mit steigendem Antriebsradius oder sinkendem Abstand a erhöht sich auch der Winkelausschlag/Schwingwinkel φ am Abtrieb. Das theoretische Maximum des Schwingwinkels ist erreicht bei $R = a$ und beträgt 180° . Dabei würde aber der Koppelpunkt A auf den Lagerpunkt C zulaufen und die Kurbelschleife keine 360° Drehung vollenden können. Im Folgenden ist diese geometrische Abhängigkeit bildlich und mathematisch dargestellt.

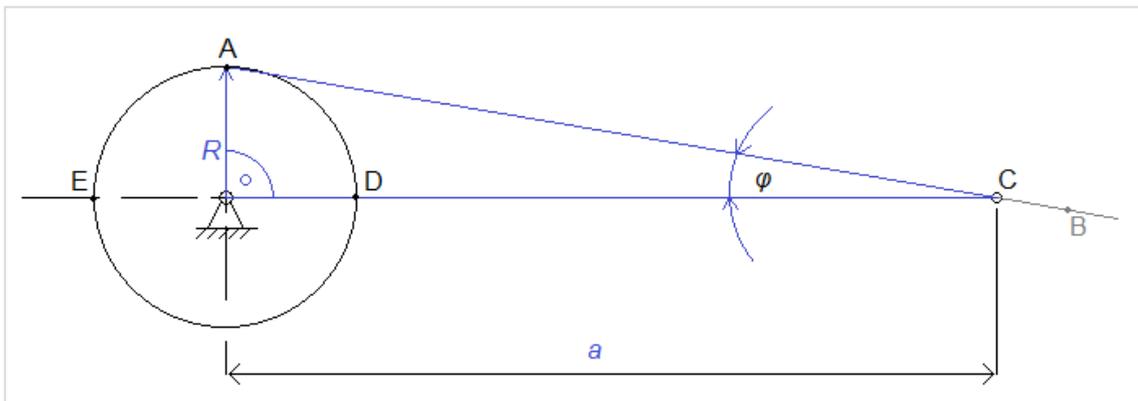


Abb.2: Abhängigkeiten des Schwingwinkels φ von R und a

Das dazu gehörige trigonometrische Gesetz lautet:

$$\sin\varphi = \frac{R}{a} \quad (4)$$

Bsp.: Für $R = a = 100\text{mm}$ gilt somit:

$$\sin^{-1}\left(\frac{100\text{mm}}{100\text{mm}}\right) = \arcsin 1 = 90^\circ \quad (4.1)$$

Den maximalen Drehwinkel φ_{\max} bei gegebenen Abständen R und a , erhält man bei $R \perp AC$, da in diesem Fall die Strecke AC tangential am Drehkreis des Antriebs anliegt. Der entsprechende Antriebswinkel φ_0 ist ebenfalls aus SAM zu entnehmen.

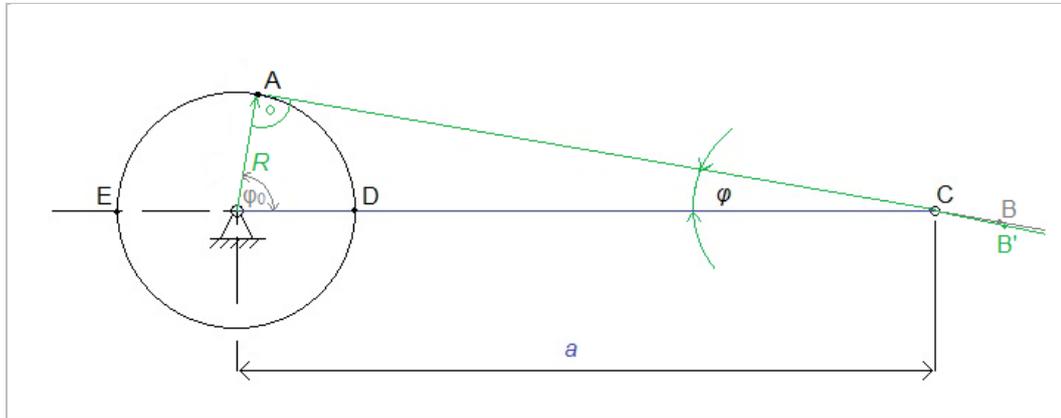


Abb.3: Getriebestellung für φ_{\max}

2.2 Bestimmung des momentanen Schwingwinkels φ_{mom} in Abhängigkeit des Antriebswinkels φ_0

Neben der Bestimmung des maximalen Schwingwinkels φ_{\max} im vorhergehenden Kapitel ist es mit Hilfe des Kosinussatzes möglich den momentanen Schwingwinkel φ_{mom} in Abhängigkeit vom momentanen Antriebsdrehwinkel φ_0 zu bestimmen. Nachfolgende Abbildung zeigt ein geometrisches Modell der Kurbelschleife. Der Punkt A stellt den Lagerpunkt des Antriebs dar, der Abstand AB ist gleich dem Abstand A_0B_0 aus der Aufgabenstellung und die Strecke AC beschreibt den Antriebsradius.

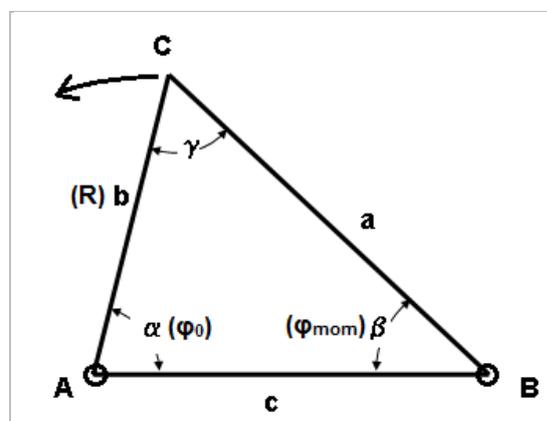


Abb.4: Winkel im schiefwinkligen Dreieck

Zur Bestimmung des momentanen Drehwinkels φ_{mom} bei einem beliebigen Antriebsdrehwinkel φ_0 wird der Kosinussatz für Winkel im schiefwinkligen Dreieck angewendet, welcher sich wie folgt beschreibt:

$$a^2 = b^2 + c^2 - 2 \cdot b \cdot c \cdot \cos\alpha \quad (5)$$

$$b^2 = a^2 + c^2 - 2 \cdot a \cdot c \cdot \cos\beta \quad (6)$$

$$c^2 = a^2 + b^2 - 2 \cdot a \cdot b \cdot \cos\gamma \quad (7)$$

Die Strecken AB [c] und AC [b] sind als konstant anzusehen. Bei einem momentanen Antriebswinkel φ_0 ergibt sich die Strecke BC [a] aus:

$$a = \sqrt{b^2 + c^2 - 2 \cdot b \cdot c \cdot \cos\alpha} \quad (8)$$

Setzt man diese Strecke a in Gleichung (6) ein ergibt sich der gesuchte Drehwinkel φ_{mom} (β) durch die umgestellte Gleichung:

$$\beta = \arccos\left(\frac{a^2 + c^2 - b^2}{2 \cdot a \cdot c}\right) \quad (9)$$

3 SAM Analyse für eine Umdrehung der Antriebskurbel

Mit Hilfe des Simulationsprogramms SAM 6.0 (*Simulation and Analysis of Mechanisms*) wurde die schwingende Kurbelschleife aus der Aufgabenstellung modelliert. Bei einer Drehzahl von $n = 1,5 \text{ s}^{-1}$ erfolgt eine ganze Umdrehung der Antriebskurbel in $0,6 \text{ s}$. Zur Darstellung des Verlaufs von Winkelgeschwindigkeit ω_2 und der Winkelbeschleunigung ε_2 am Abtrieb wurden 360 Intervalle festgelegt. Die entsprechenden Werte der einzelnen Intervallpunkte können aus SAM exportiert werden und sind am Ende dieses Belegs aufgeführt. Standardmäßig beschreibt SAM ω in [rad/s] und ε in [rad/s²].

Die Formel zur Umrechnung von rad in grad lautet:

$$1 \text{ rad} = \frac{360^\circ}{2\pi} = \frac{180^\circ}{\pi} \approx 57,29577951^\circ \quad (10)$$

Denn:

$$2\pi \text{ rad} = 360^\circ \quad (10.1)$$

Das dazugehörige Funktionsschaubild ist der nachfolgenden Abbildung zu entnehmen. Dargestellt sind Drehwinkel, Winkelgeschwindigkeit und Winkelbeschleunigung am Abtrieb über der Zeit.

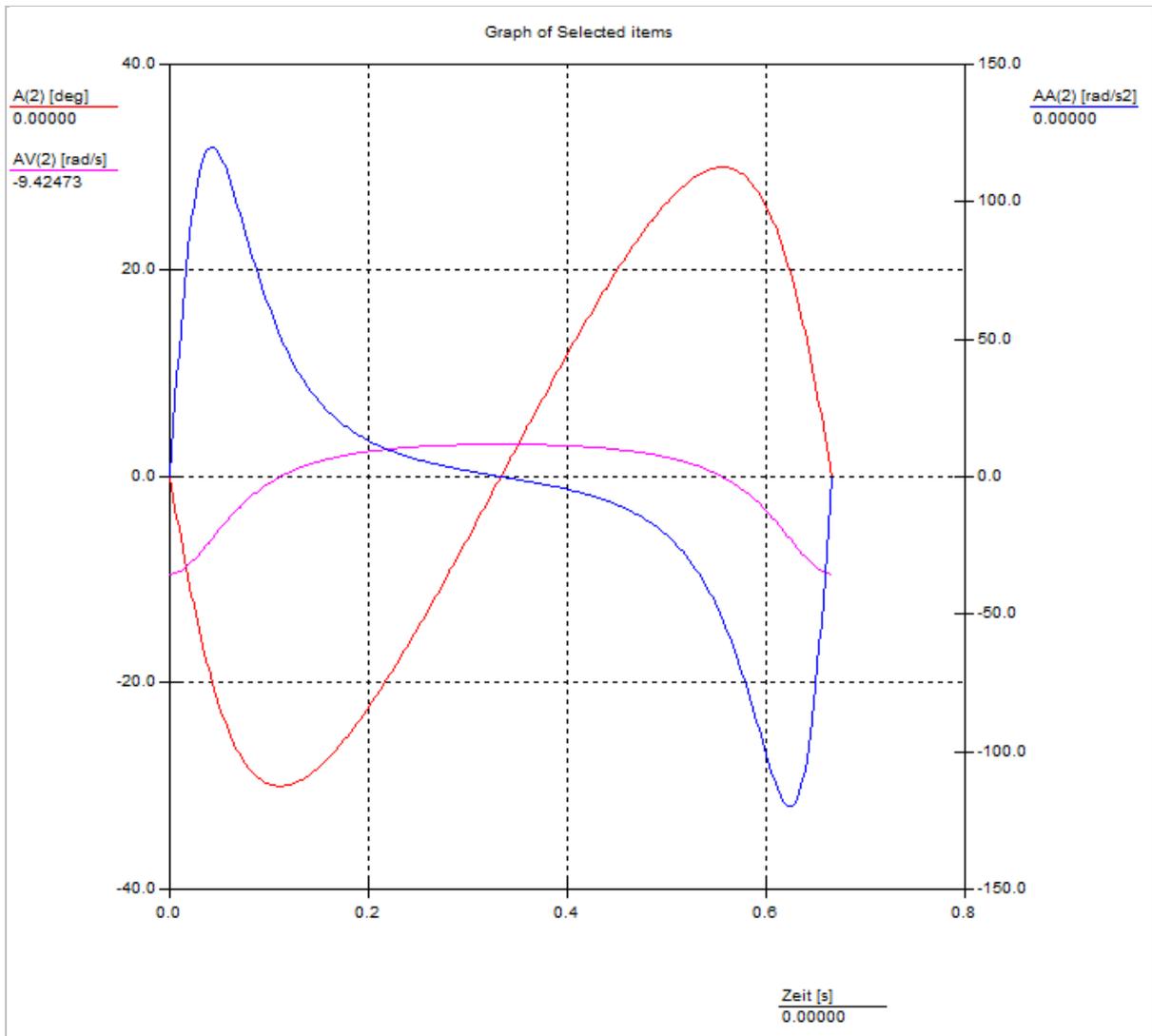


Abb.5: Schaubild des Verlaufs der Winkelgeschwindigkeit und Winkelbeschleunigung am Abtrieb bei einer Umdrehung am Antrieb

4 Bewertung der Funktionsverläufe

Dem Diagramm ist zu entnehmen, dass bei $t = 0, \bar{3}$ s, also bei einem Antriebsradius φ_0 von 180° , der Drehwinkel φ den Drehsinn wechselt. Dadurch ist φ und die maximale Winkelbeschleunigung ε_2 von $\varphi_0 = 0^\circ$ bis 180° mit einem anderen Vorzeichen behaftet, als im Bereich von $\varphi_0 = 180^\circ$ bis 360° .

Die Winkelbeschleunigung ε_2 erfährt bei $t = 0,043$, $\varphi_0 = 23^\circ$ und $\varphi \approx 20^\circ$ ein Maximum von $\varepsilon_{2max1} = 119,881 \text{ rad/s}^2$ ($\sim 6869 \text{ grad/s}^2$). Nach dem Überschreiten der Decklage bei 180° ändert sich der Drehsinn des Antriebs gegenüber dem Abtrieb.

Somit wechselt auch das Vorzeichen von ε_2 aufgrund des geometrisch festgelegten positiven und negativen Bereichs. Bei $t = 0,624$ s, $\varphi_0 = 337^\circ$ und $\varphi \approx 19,8^\circ$ hat die Winkelbeschleunigung somit ebenfalls ein Maximum von $\varepsilon_{2max2} = -119,881 \text{ rad/s}^2$. Sie ist Null in Decklage (180°) als auch in Strecklage ($0 / 360^\circ$), aufgrund der Drehsinnänderung des Antriebs gegenüber dem Abtrieb.

Bei der Winkelgeschwindigkeit ω_2 verhält es sich so, dass sie bei $\varphi_0 = 0^\circ/360^\circ$ (Durchlaufen der Strecklage) ihr Maximum von $9,425 \text{ rad/s}$ ($\sim 540 \text{ grad/s}$) erfährt. Der zweithöchste Wert tritt in Decklage bei 180° auf und beträgt $3,142 \text{ rad/s}$ (180 grad/s).

Die Winkelgeschwindigkeit ist in den Tangentenlagen Null, da dort auch der Drehwinkel φ sein Maximum besitzt. Dies tritt mit den gegebenen Parametern bei $\varphi_0 = 60^\circ$ ($\varphi_{max} = -30^\circ$, $t = 0,111$ s) und $\varphi_0 = 300^\circ$ ($\varphi_{max} = 30^\circ$, $t = 0,556$ s) auf.

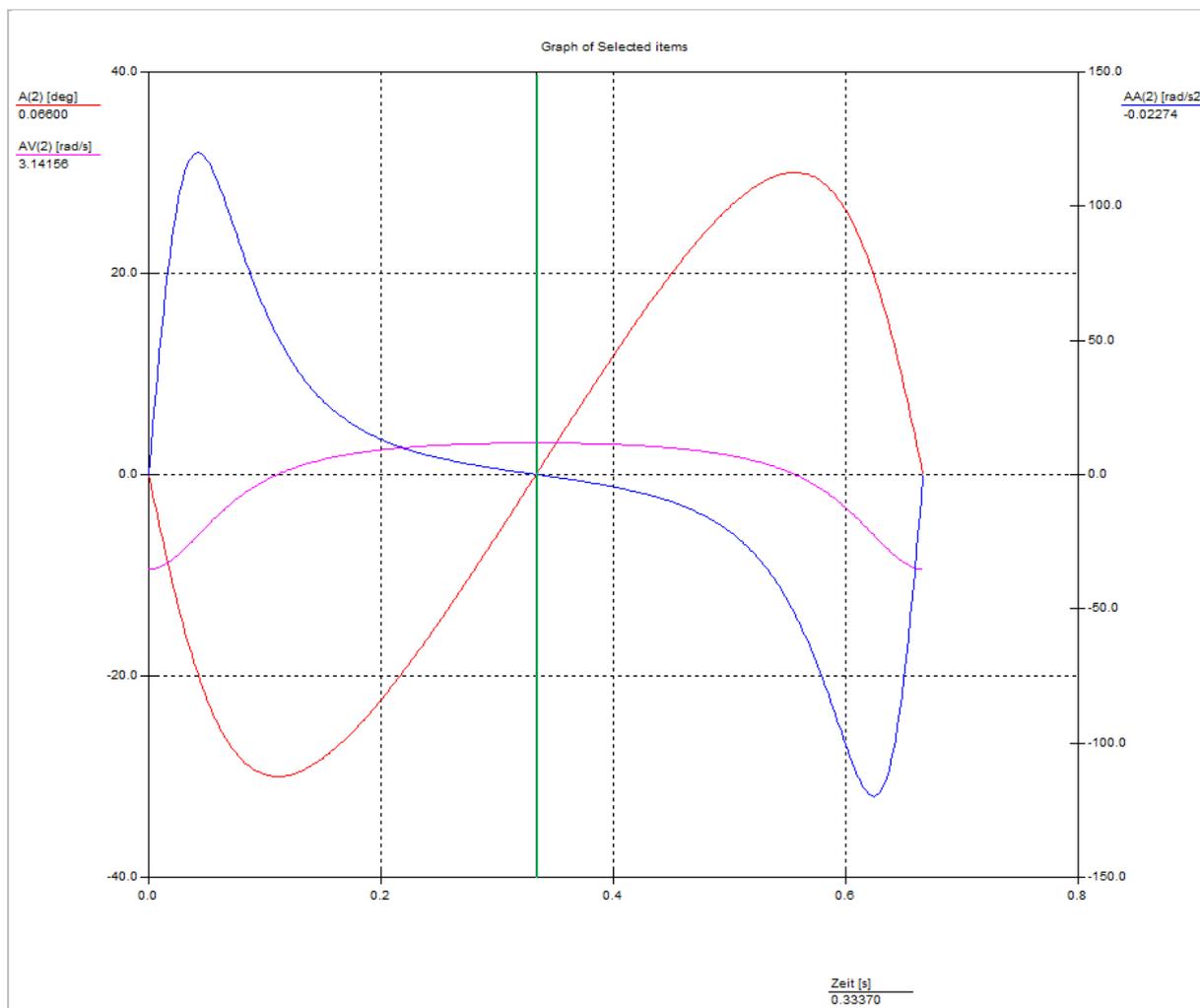


Abb.8: Funktionsverläufe bei $0^\circ / 180^\circ$ ($\varepsilon_2 = 0$, $\varphi = 0$, $t = 0\text{s} / 0,3\text{s}$)

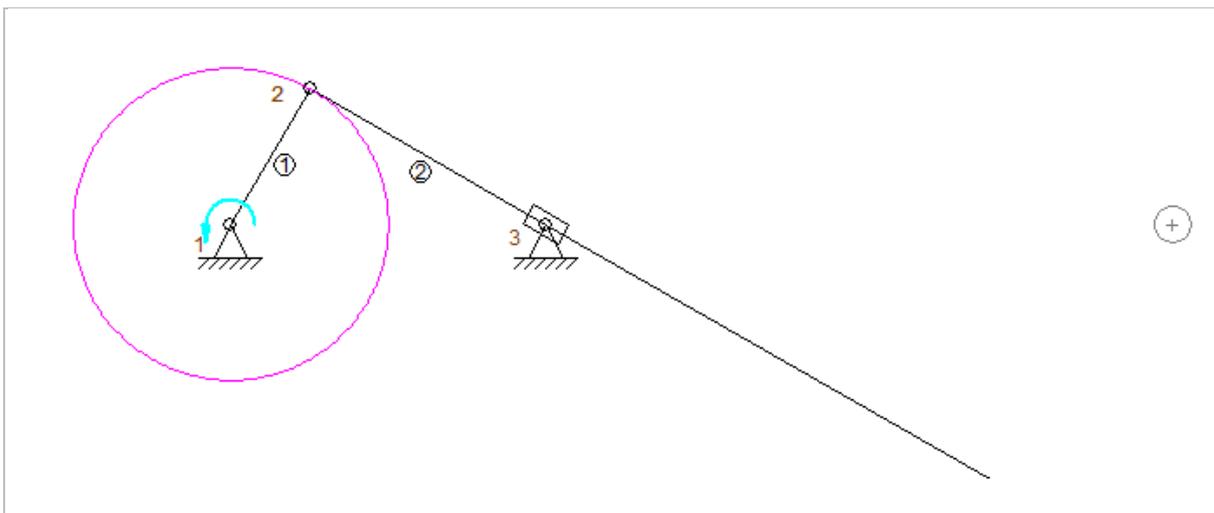


Abb. 9: Getriebedarstellung $\varphi_{\max} = -30^\circ$ ($\omega_2 = 0, \varphi = 60^\circ, t = 0,111 \text{ s}$)

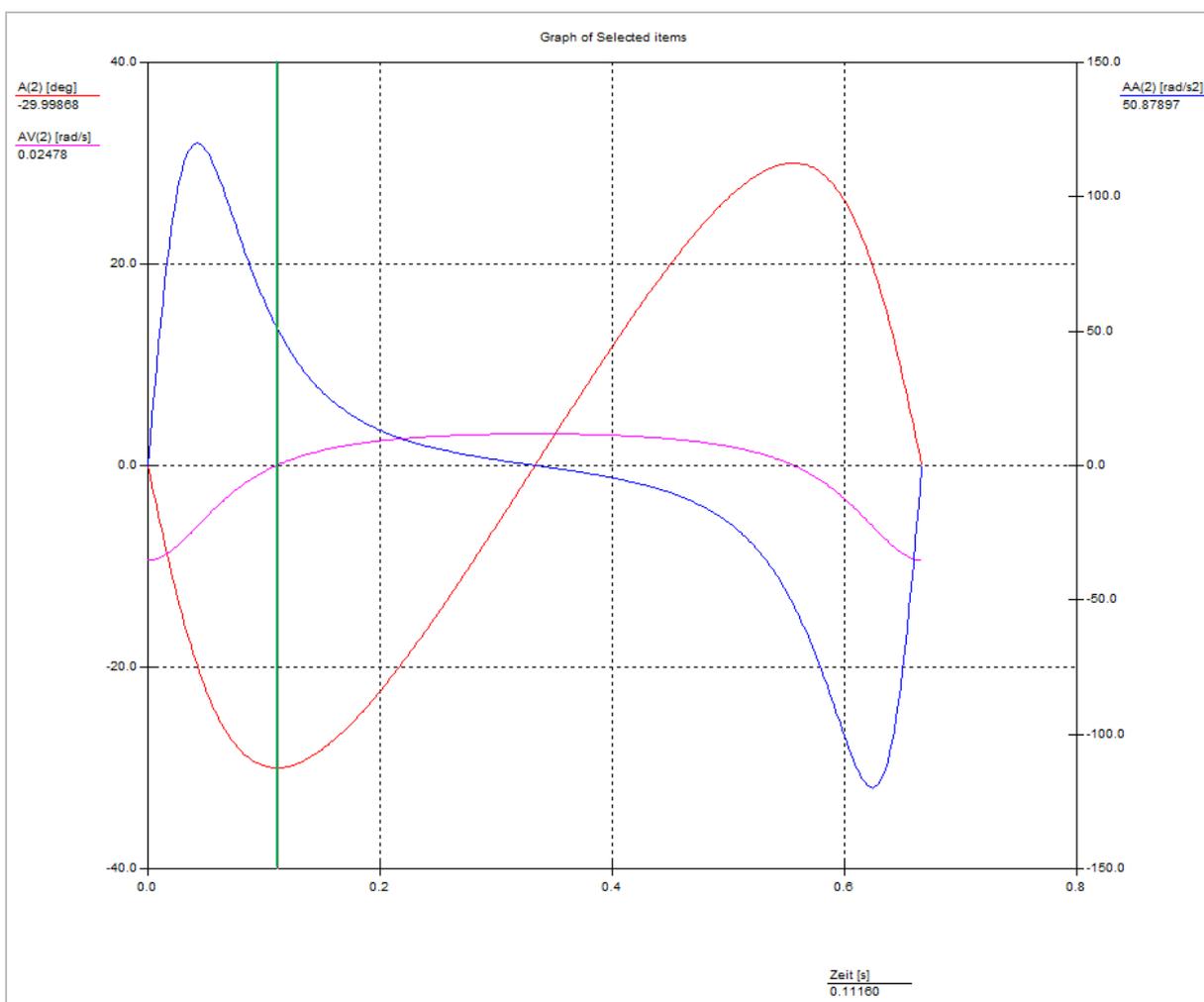


Abb. 10: Funktionsverläufe $\varphi_{\max} = -30^\circ$ ($\omega_2 = 0, \varphi = 60^\circ, t = 0,111 \text{ s}$)

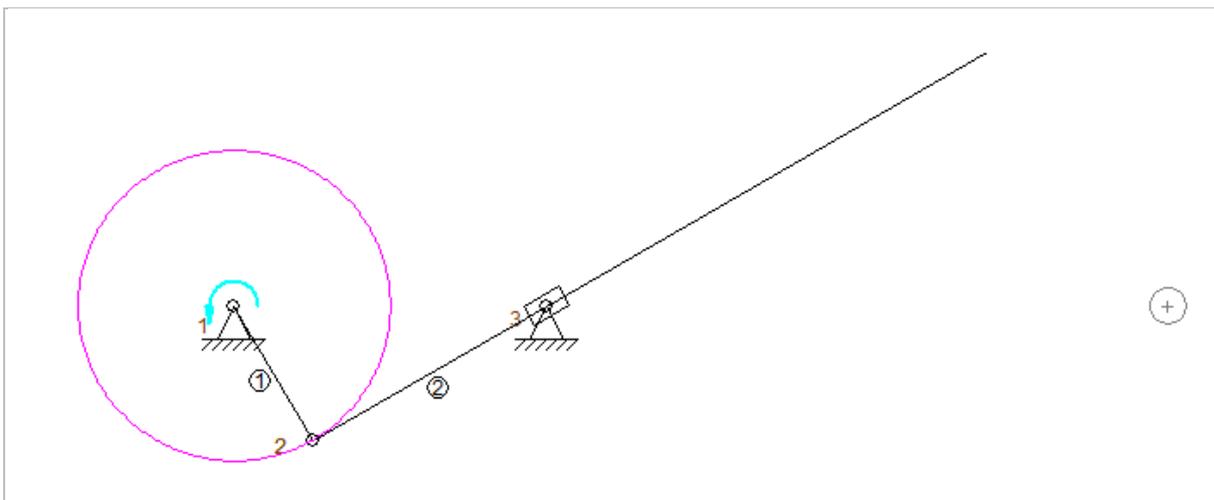


Abb. 11: Getriebedarstellung $\varphi_{\max} = 30^\circ$ ($\omega_2 = 0$, $\varphi = 300^\circ$, $t = 0,556$ s)

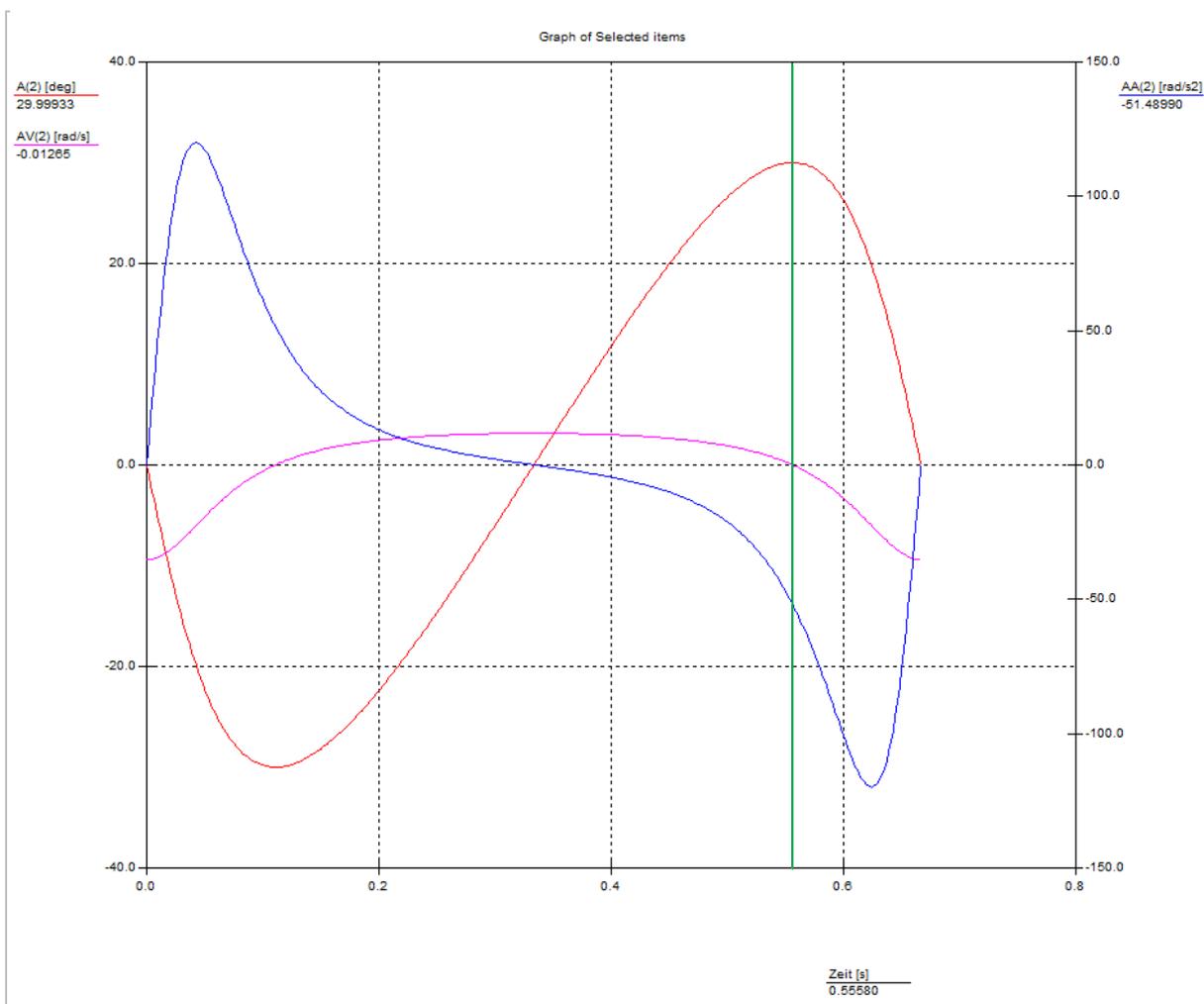
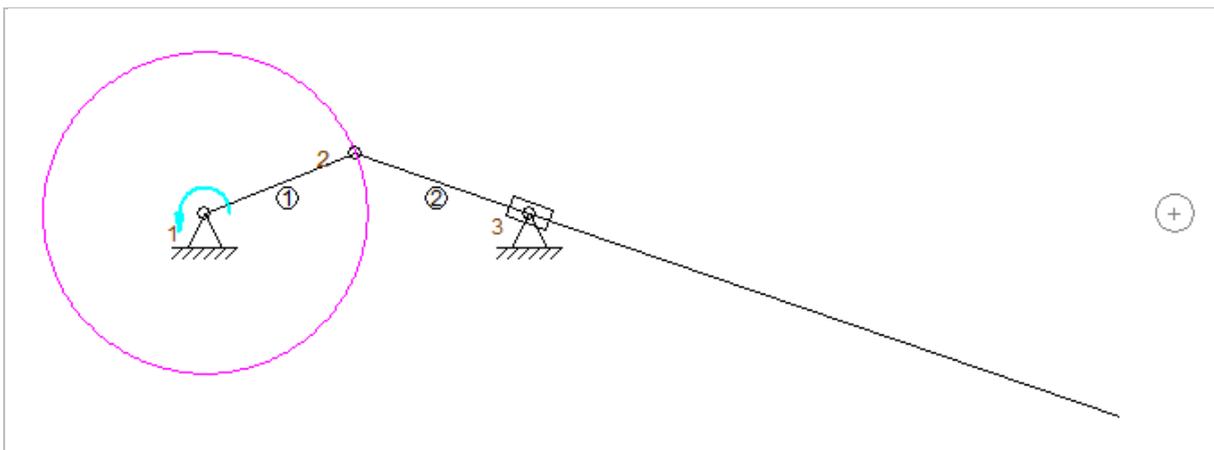
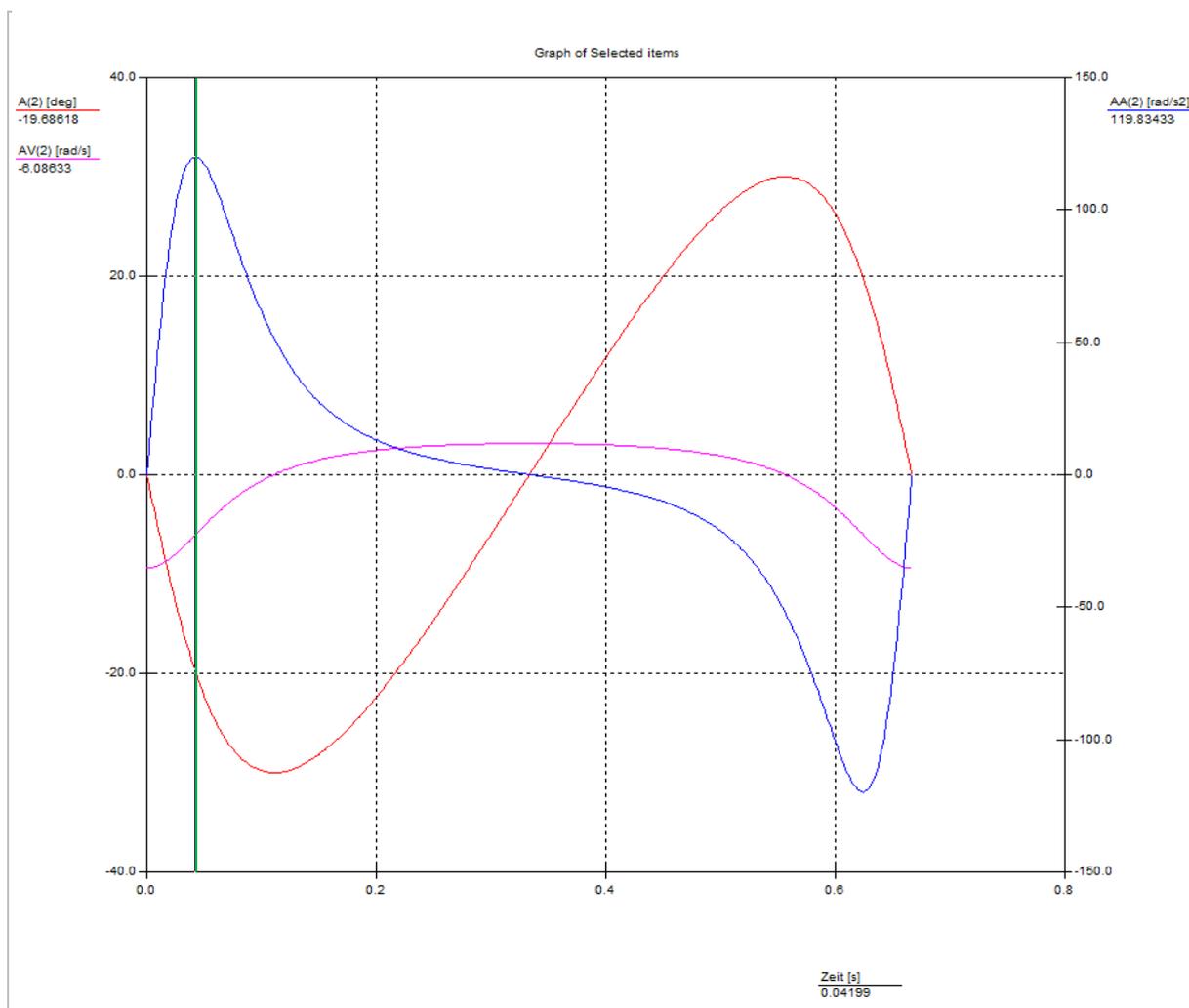


Abb. 12: Funktionsverläufe $\varphi_{\max} = 30^\circ$ ($\omega_2 = 0$, $\varphi = 300^\circ$, $t = 0,556$ s)

Abb. 13: Getriebebestellung ϵ_{2max1} Abb. 14: Funktionsverläufe bei ϵ_{2max1}

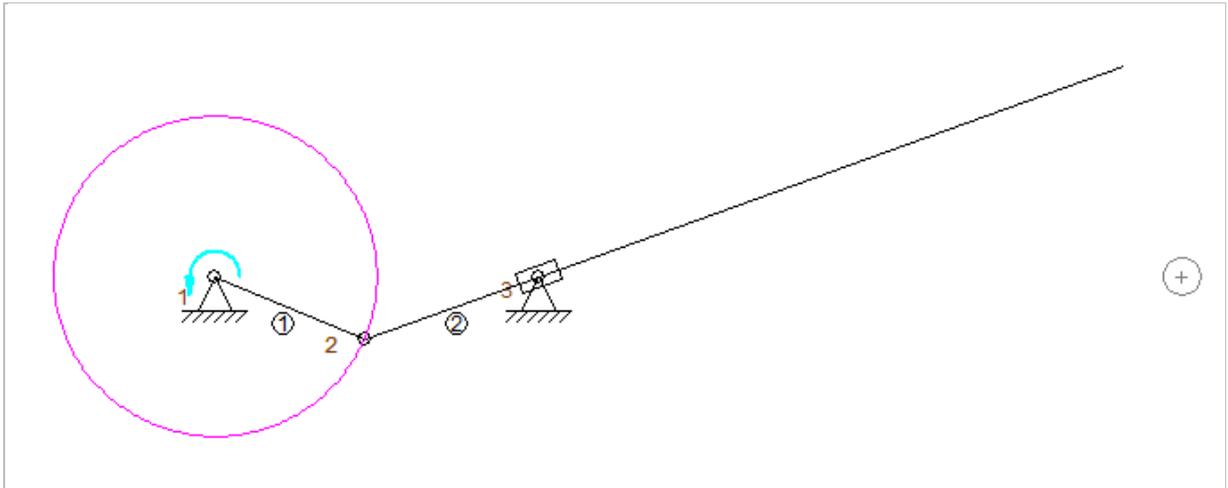
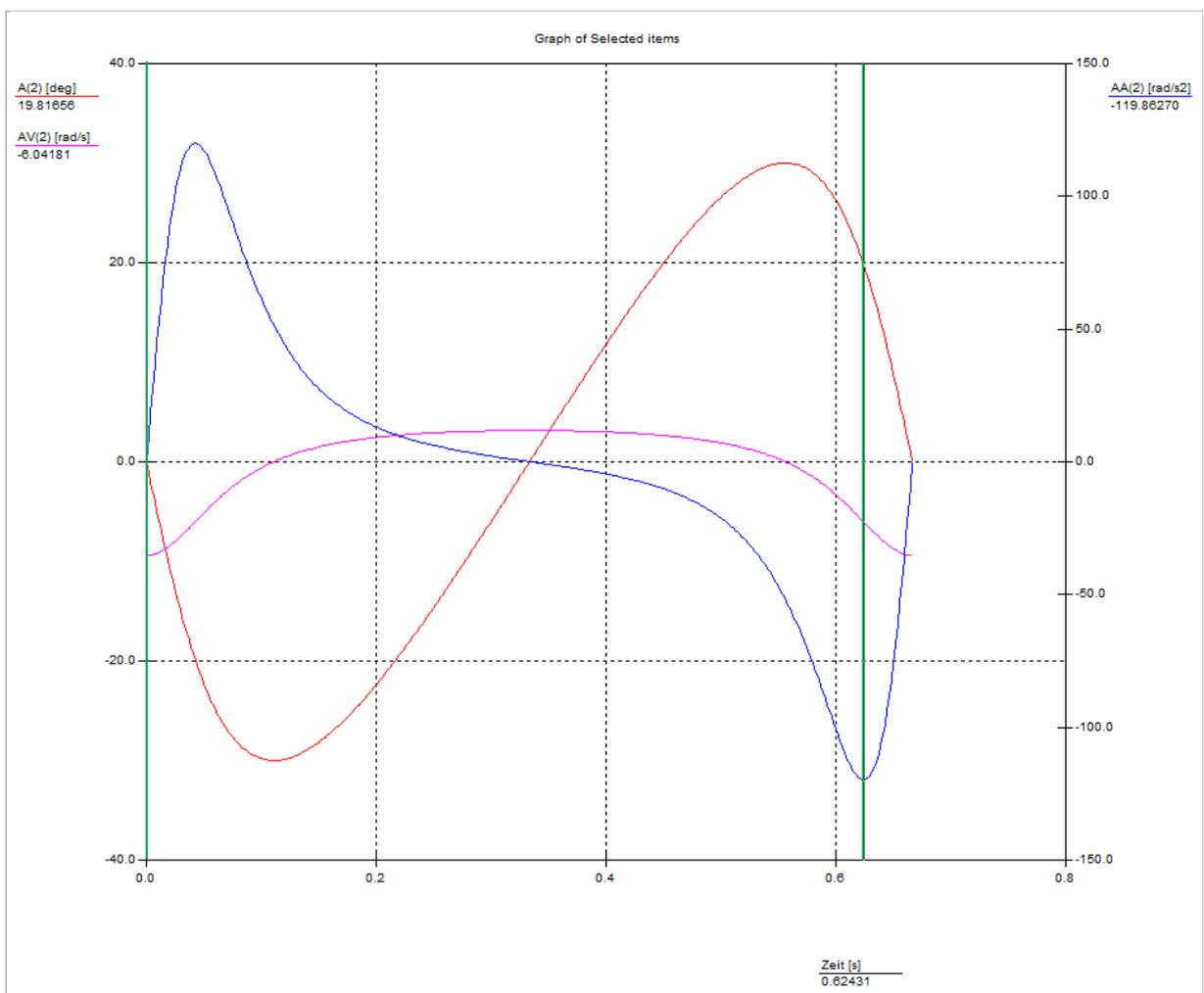
Abb. 15: Getriebestellung ϵ_{2max2} Abb. 16: Funktionsverläufe bei ϵ_{2max2}

Tabelle 1: Resultatliste SAM 6.0.43 . Getriebe: Aufgabe 39 schwingende Kurbelschleife

φ_0 [grad]	Zeit [s]	φ [grad]	ω_2 [rad/s]	ε_2 [rad/s ²]
0	0.000	0.000	-9.425	0.000
1	0.002	-1.000	-9.416	9.290
2	0.004	-1.998	-9.390	18.509
3	0.006	-2.992	-9.348	27.589
4	0.007	-3.981	-9.288	36.463
5	0.009	-4.962	-9.213	45.068
6	0.011	-5.935	-9.122	53.345
7	0.013	-6.897	-9.015	61.244
8	0.015	-7.848	-8.895	68.719
9	0.017	-8.785	-8.761	75.730
10	0.019	-9.706	-8.615	82.247
11	0.020	-10.612	-8.457	88.245
12	0.022	-11.501	-8.288	93.709
13	0.024	-12.371	-8.110	98.629
14	0.026	-13.221	-7.923	103.002
15	0.028	-14.052	-7.729	106.832
16	0.030	-14.861	-7.528	110.128
17	0.031	-15.649	-7.321	112.904
18	0.033	-16.415	-7.110	115.179
19	0.035	-17.158	-6.895	116.974
20	0.037	-17.878	-6.677	118.314
21	0.039	-18.575	-6.457	119.226
22	0.041	-19.248	-6.236	119.739
23	0.043	-19.898	-6.014	119.881
24	0.044	-20.524	-5.792	119.682
25	0.046	-21.127	-5.571	119.173
26	0.048	-21.707	-5.351	118.382
27	0.050	-22.263	-5.133	117.339
28	0.052	-22.796	-4.916	116.071
29	0.054	-23.306	-4.703	114.603
30	0.056	-23.794	-4.492	112.962
31	0.057	-24.260	-4.285	111.171
32	0.059	-24.703	-4.080	109.252
33	0.061	-25.126	-3.880	107.226
34	0.063	-25.527	-3.683	105.110
35	0.065	-25.907	-3.491	102.923
36	0.067	-26.268	-3.302	100.680
37	0.069	-26.608	-3.118	98.396
38	0.070	-26.929	-2.938	96.083

φ_0 [grad]	Zeit [s]	φ [grad]	ω_2 [rad/s]	ε_2 [rad/s ²]
39	0.072	-27.232	-2.762	93.753
40	0.074	-27.516	-2.591	91.417
41	0.076	-27.782	-2.423	89.082
42	0.078	-28.030	-2.261	86.759
43	0.080	-28.262	-2.102	84.452
44	0.081	-28.476	-1.948	82.169
45	0.083	-28.675	-1.798	79.914
46	0.085	-28.858	-1.652	77.693
47	0.087	-29.026	-1.510	75.509
48	0.089	-29.179	-1.372	73.364
49	0.091	-29.317	-1.238	71.263
50	0.093	-29.441	-1.108	69.206
51	0.094	-29.552	-0.982	67.195
52	0.096	-29.650	-0.859	65.232
53	0.098	-29.735	-0.740	63.317
54	0.100	-29.807	-0.625	61.451
55	0.102	-29.867	-0.513	59.634
56	0.104	-29.916	-0.404	57.867
57	0.106	-29.953	-0.298	56.148
58	0.107	-29.979	-0.196	54.479
59	0.109	-29.995	-0.096	52.857
60	0.111	-30.000	-0.000	51.283
61	0.113	-29.995	0.094	49.756
62	0.115	-29.980	0.184	48.275
63	0.117	-29.956	0.272	46.840
64	0.119	-29.923	0.358	45.448
65	0.120	-29.880	0.441	44.099
66	0.122	-29.829	0.521	42.793
67	0.124	-29.770	0.599	41.528
68	0.126	-29.702	0.675	40.302
69	0.128	-29.626	0.749	39.116
70	0.130	-29.543	0.820	37.967
71	0.131	-29.453	0.889	36.854
72	0.133	-29.355	0.956	35.778
73	0.135	-29.250	1.022	34.735
74	0.137	-29.138	1.085	33.726
75	0.139	-29.019	1.147	32.750
76	0.141	-28.895	1.206	31.804
77	0.143	-28.764	1.264	30.889
78	0.144	-28.626	1.321	30.003
79	0.146	-28.483	1.376	29.145

φ_0 [grad]	Zeit [s]	φ [grad]	ω_2 [rad/s]	ε_2 [rad/s ²]
80	0.148	-28.334	1.429	28.315
81	0.150	-28.180	1.480	27.511
82	0.152	-28.020	1.531	26.732
83	0.154	-27.855	1.580	25.978
84	0.156	-27.685	1.627	25.247
85	0.157	-27.510	1.673	24.540
86	0.159	-27.330	1.718	23.854
87	0.161	-27.146	1.761	23.190
88	0.163	-26.957	1.804	22.547
89	0.165	-26.763	1.845	21.923
90	0.167	-26.565	1.885	21.318
91	0.169	-26.363	1.924	20.732
92	0.170	-26.157	1.962	20.164
93	0.172	-25.947	1.999	19.612
94	0.174	-25.733	2.034	19.078
95	0.176	-25.515	2.069	18.559
96	0.178	-25.294	2.103	18.055
97	0.180	-25.069	2.136	17.567
98	0.181	-24.840	2.168	17.093
99	0.183	-24.609	2.199	16.632
100	0.185	-24.374	2.230	16.185
101	0.187	-24.136	2.259	15.751
102	0.189	-23.894	2.288	15.329
103	0.191	-23.650	2.316	14.919
104	0.193	-23.403	2.343	14.520
105	0.194	-23.153	2.370	14.133
106	0.196	-22.900	2.396	13.757
107	0.198	-22.644	2.421	13.390
108	0.200	-22.386	2.445	13.034
109	0.202	-22.125	2.469	12.687
110	0.204	-21.862	2.492	12.350
111	0.206	-21.597	2.515	12.021
112	0.207	-21.329	2.537	11.701
113	0.209	-21.058	2.558	11.390
114	0.211	-20.786	2.579	11.086
115	0.213	-20.511	2.599	10.791
116	0.215	-20.234	2.619	10.503
117	0.217	-19.955	2.638	10.222
118	0.219	-19.674	2.657	9.948
119	0.220	-19.391	2.675	9.680
120	0.222	-19.107	2.693	9.419

φ_0 [grad]	Zeit [s]	φ [grad]	ω_2 [rad/s]	ε_2 [rad/s ²]
121	0.224	-18.820	2.710	9.165
122	0.226	-18.532	2.727	8.916
123	0.228	-18.241	2.743	8.674
124	0.230	-17.949	2.759	8.437
125	0.231	-17.656	2.774	8.205
126	0.233	-17.361	2.789	7.979
127	0.235	-17.064	2.804	7.758
128	0.237	-16.766	2.818	7.541
129	0.239	-16.466	2.832	7.329
130	0.241	-16.165	2.845	7.122
131	0.243	-15.862	2.858	6.920
132	0.244	-15.558	2.871	6.721
133	0.246	-15.253	2.883	6.527
134	0.248	-14.947	2.895	6.336
135	0.250	-14.639	2.906	6.149
136	0.252	-14.330	2.918	5.966
137	0.254	-14.020	2.929	5.787
138	0.256	-13.708	2.939	5.611
139	0.257	-13.396	2.949	5.438
140	0.259	-13.082	2.959	5.268
141	0.261	-12.768	2.969	5.101
142	0.263	-12.452	2.978	4.937
143	0.265	-12.136	2.987	4.776
144	0.267	-11.819	2.996	4.618
145	0.269	-11.500	3.004	4.462
146	0.270	-11.181	3.012	4.309
147	0.272	-10.861	3.020	4.159
148	0.274	-10.540	3.028	4.010
149	0.276	-10.219	3.035	3.864
150	0.278	-9.896	3.042	3.720
151	0.280	-9.573	3.049	3.577
152	0.281	-9.249	3.055	3.437
153	0.283	-8.925	3.062	3.299
154	0.285	-8.599	3.068	3.162
155	0.287	-8.274	3.073	3.028
156	0.289	-7.947	3.079	2.894
157	0.291	-7.620	3.084	2.763
158	0.293	-7.293	3.089	2.632
159	0.294	-6.965	3.094	2.504
160	0.296	-6.636	3.098	2.376
161	0.298	-6.307	3.103	2.250

φ_0 [grad]	Zeit [s]	φ [grad]	ω_2 [rad/s]	ε_2 [rad/s ²]
162	0.300	-5.978	3.107	2.125
163	0.302	-5.648	3.110	2.001
164	0.304	-5.318	3.114	1.878
165	0.306	-4.987	3.117	1.756
166	0.307	-4.656	3.121	1.635
167	0.309	-4.325	3.123	1.514
168	0.311	-3.993	3.126	1.395
169	0.313	-3.662	3.129	1.276
170	0.315	-3.330	3.131	1.158
171	0.317	-2.997	3.133	1.041
172	0.319	-2.665	3.135	0.924
173	0.320	-2.332	3.136	0.807
174	0.322	-1.999	3.138	0.691
175	0.324	-1.666	3.139	0.575
176	0.326	-1.333	3.140	0.460
177	0.328	-1.000	3.141	0.345
178	0.330	-0.667	3.141	0.230
179	0.331	-0.333	3.141	0.115
180	0.333	-0.000	3.142	-0.000
181	0.335	0.333	3.141	-0.115
182	0.337	0.667	3.141	-0.230
183	0.339	1.000	3.141	-0.345
184	0.341	1.333	3.140	-0.460
185	0.343	1.666	3.139	-0.575
186	0.344	1.999	3.138	-0.691
187	0.346	2.332	3.136	-0.807
188	0.348	2.665	3.135	-0.924
189	0.350	2.997	3.133	-1.041
190	0.352	3.330	3.131	-1.158
191	0.354	3.662	3.129	-1.276
192	0.356	3.993	3.126	-1.395
193	0.357	4.325	3.123	-1.514
194	0.359	4.656	3.121	-1.635
195	0.361	4.987	3.117	-1.756
196	0.363	5.318	3.114	-1.878
197	0.365	5.648	3.110	-2.001
198	0.367	5.978	3.107	-2.125
199	0.369	6.307	3.103	-2.250
200	0.370	6.636	3.098	-2.376
201	0.372	6.965	3.094	-2.504
202	0.374	7.293	3.089	-2.632

φ_0 [grad]	Zeit [s]	φ [grad]	ω_2 [rad/s]	ε_2 [rad/s ²]
203	0.376	7.620	3.084	-2.763
204	0.378	7.947	3.079	-2.894
205	0.380	8.274	3.073	-3.028
206	0.381	8.599	3.068	-3.162
207	0.383	8.925	3.062	-3.299
208	0.385	9.249	3.055	-3.437
209	0.387	9.573	3.049	-3.577
210	0.389	9.896	3.042	-3.720
211	0.391	10.219	3.035	-3.864
212	0.393	10.540	3.028	-4.010
213	0.394	10.861	3.020	-4.159
214	0.396	11.181	3.012	-4.309
215	0.398	11.500	3.004	-4.462
216	0.400	11.819	2.996	-4.618
217	0.402	12.136	2.987	-4.776
218	0.404	12.452	2.978	-4.937
219	0.406	12.768	2.969	-5.101
220	0.407	13.082	2.959	-5.268
221	0.409	13.396	2.949	-5.438
222	0.411	13.708	2.939	-5.611
223	0.413	14.020	2.929	-5.787
224	0.415	14.330	2.918	-5.966
225	0.417	14.639	2.906	-6.149
226	0.419	14.947	2.895	-6.336
227	0.420	15.253	2.883	-6.527
228	0.422	15.558	2.871	-6.721
229	0.424	15.862	2.858	-6.920
230	0.426	16.165	2.845	-7.122
231	0.428	16.466	2.832	-7.329
232	0.430	16.766	2.818	-7.541
233	0.431	17.064	2.804	-7.758
234	0.433	17.361	2.789	-7.979
235	0.435	17.656	2.774	-8.205
236	0.437	17.949	2.759	-8.437
237	0.439	18.241	2.743	-8.674
238	0.441	18.532	2.727	-8.916
239	0.443	18.820	2.710	-9.165
240	0.444	19.107	2.693	-9.419
241	0.446	19.391	2.675	-9.680
242	0.448	19.674	2.657	-9.948
243	0.450	19.955	2.638	-10.222

φ_0 [grad]	Zeit [s]	φ [grad]	ω_2 [rad/s]	ε_2 [rad/s ²]
244	0.452	20.234	2.619	-10.503
245	0.454	20.511	2.599	-10.791
246	0.456	20.786	2.579	-11.086
247	0.457	21.058	2.558	-11.390
248	0.459	21.329	2.537	-11.701
249	0.461	21.597	2.515	-12.021
250	0.463	21.862	2.492	-12.350
251	0.465	22.125	2.469	-12.687
252	0.467	22.386	2.445	-13.034
253	0.469	22.644	2.421	-13.390
254	0.470	22.900	2.396	-13.757
255	0.472	23.153	2.370	-14.133
256	0.474	23.403	2.343	-14.520
257	0.476	23.650	2.316	-14.919
258	0.478	23.894	2.288	-15.329
259	0.480	24.136	2.259	-15.751
260	0.481	24.374	2.230	-16.185
261	0.483	24.609	2.199	-16.632
262	0.485	24.840	2.168	-17.093
263	0.487	25.069	2.136	-17.567
264	0.489	25.294	2.103	-18.055
265	0.491	25.515	2.069	-18.559
266	0.493	25.733	2.034	-19.078
267	0.494	25.947	1.999	-19.612
268	0.496	26.157	1.962	-20.164
269	0.498	26.363	1.924	-20.732
270	0.500	26.565	1.885	-21.318
271	0.502	26.763	1.845	-21.923
272	0.504	26.957	1.804	-22.547
273	0.506	27.146	1.761	-23.190
274	0.507	27.330	1.718	-23.854
275	0.509	27.510	1.673	-24.540
276	0.511	27.685	1.627	-25.247
277	0.513	27.855	1.580	-25.978
278	0.515	28.020	1.531	-26.732
279	0.517	28.180	1.480	-27.511
280	0.519	28.335	1.429	-28.315
281	0.520	28.483	1.376	-29.145
282	0.522	28.626	1.321	-30.003
283	0.524	28.764	1.264	-30.889
284	0.526	28.895	1.206	-31.804

φ_0 [grad]	Zeit [s]	φ [grad]	ω_2 [rad/s]	ε_2 [rad/s ²]
285	0.528	29.019	1.147	-32.750
286	0.530	29.138	1.085	-33.726
287	0.531	29.250	1.022	-34.735
288	0.533	29.355	0.956	-35.778
289	0.535	29.453	0.889	-36.855
290	0.537	29.543	0.820	-37.967
291	0.539	29.626	0.749	-39.116
292	0.541	29.702	0.675	-40.302
293	0.543	29.770	0.599	-41.528
294	0.544	29.829	0.521	-42.793
295	0.546	29.880	0.441	-44.100
296	0.548	29.923	0.358	-45.448
297	0.550	29.956	0.272	-46.840
298	0.552	29.980	0.184	-48.276
299	0.554	29.995	0.094	-49.757
300	0.556	30.000	-0.000	-51.284
301	0.557	29.995	-0.096	-52.857
302	0.559	29.979	-0.196	-54.479
303	0.561	29.953	-0.298	-56.149
304	0.563	29.916	-0.404	-57.867
305	0.565	29.867	-0.513	-59.634
306	0.567	29.807	-0.625	-61.451
307	0.569	29.735	-0.740	-63.317
308	0.570	29.650	-0.859	-65.232
309	0.572	29.552	-0.982	-67.195
310	0.574	29.441	-1.108	-69.206
311	0.576	29.317	-1.238	-71.263
312	0.578	29.179	-1.372	-73.365
313	0.580	29.026	-1.510	-75.509
314	0.581	28.858	-1.652	-77.693
315	0.583	28.675	-1.798	-79.915
316	0.585	28.476	-1.948	-82.169
317	0.587	28.262	-2.102	-84.452
318	0.589	28.030	-2.261	-86.759
319	0.591	27.782	-2.423	-89.083
320	0.593	27.516	-2.591	-91.417
321	0.594	27.232	-2.762	-93.753
322	0.596	26.929	-2.938	-96.083
323	0.598	26.608	-3.118	-98.396
324	0.600	26.268	-3.302	-100.680
325	0.602	25.907	-3.491	-102.923

φ_0 [grad]	Zeit [s]	φ [grad]	ω_2 [rad/s]	ε_2 [rad/s ²]
326	0.604	25.527	-3.683	-105.110
327	0.606	25.126	-3.880	-107.226
328	0.607	24.703	-4.080	-109.252
329	0.609	24.260	-4.285	-111.171
330	0.611	23.794	-4.492	-112.962
331	0.613	23.306	-4.703	-114.603
332	0.615	22.796	-4.916	-116.071
333	0.617	22.263	-5.133	-117.339
334	0.619	21.707	-5.351	-118.382
335	0.620	21.127	-5.571	-119.173
336	0.622	20.524	-5.792	-119.682
337	0.624	19.898	-6.014	-119.881
338	0.626	19.248	-6.236	-119.738
339	0.628	18.575	-6.457	-119.226
340	0.630	17.878	-6.677	-118.314
341	0.631	17.158	-6.895	-116.974
342	0.633	16.415	-7.110	-115.179
343	0.635	15.649	-7.321	-112.904
344	0.637	14.861	-7.528	-110.128
345	0.639	14.052	-7.729	-106.832
346	0.641	13.221	-7.923	-103.002
347	0.643	12.371	-8.110	-98.628
348	0.644	11.501	-8.288	-93.709
349	0.646	10.612	-8.457	-88.245
350	0.648	9.706	-8.615	-82.246
351	0.650	8.784	-8.761	-75.729
352	0.652	7.848	-8.895	-68.718
353	0.654	6.897	-9.015	-61.243
354	0.656	5.935	-9.122	-53.345
355	0.657	4.962	-9.213	-45.067
356	0.659	3.981	-9.288	-36.462
357	0.661	2.992	-9.348	-27.588
358	0.663	1.997	-9.390	-18.509
359	0.665	1.000	-9.416	-9.289
360	0.667	-0.000	-9.425	0.001