

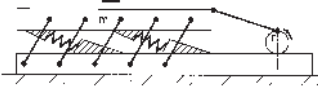
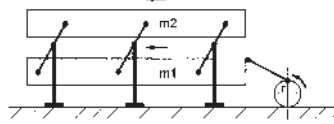










Auswahltabelle für ROSTA-Schwingelemente

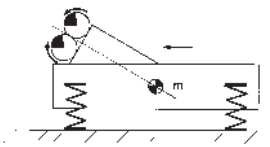
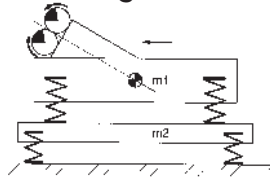
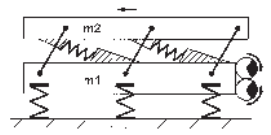





(Die Lagerungsvorschläge sind blau hinterlegt)

 Geführte Systeme (Schubkurbel)			
Prinzipskizze	Einmassensystem	Einmassensystem mit Federspeicher	Zweimassensystem mit direktem Massenausgleich
			
	Einzellenker in beliebiger Länge konzipierbar Seiten 54/55	Einzellenker in beliebiger Länge konzipierbar Seiten 54/55	
	Einzellenker mit festem Achsabstand Seiten 58/59	Einzellenker mit festem Achsabstand Seiten 58/59	
			Doppellenker für Systeme mit direktem Massenausgleich mit festem Achsabstand Seiten 60/61
	Einzellenker in beliebiger Länge konzipierbar Seiten 56/57	Einzellenker in beliebiger Länge konzipierbar Seiten 56/57	Doppellenker für Systeme mit direktem Massenausgleich, in beliebiger Länge konzipierbar Seiten 56/57
		Federspeicherelement resp. elastischer Schubstangenkopf Seiten 62/63/65	Federspeicherelement resp. elastischer Schubstangenkopf Seiten 62/63/65
	Schubstangenkopf zur Übertragung der Schubkurbelbewegung Seite 64	Schubstangenkopf zur Übertragung der Schubkurbelbewegung Seite 64	Schubstangenkopf zur Übertragung der Schubkurbelbewegung Seite 64



Auswahltable für ROSTA-Schwingelemente

(Die Lagerungsvorschläge sind blau hinterlegt)

Freischwingende Systeme (Unwucht)			Ⓜ
Einmassen-Freischwinger	Zweimassen-Freischwinger	Zweimassen-Freischwinger mit Grundrahmenerregung	Prinzipiskizze
			
<p>Elastische Abstützung Einmassen-Freischwinger $f_e \approx 2-3 \text{ Hz}$</p> <p>Seiten 68/69</p>	<p>Elastische Abstützung Zweimassen-Freischwinger $f_e \approx 2-3 \text{ Hz}$</p> <p>Seiten 68/69</p>	<p>Elastische Abstützung Grundrahmen $f_e \approx 2-3 \text{ Hz}$</p> <p>Seiten 68/69</p>	
<p>Elastische Abstützung Einmassen-Freischwinger $f_e \approx 2-3 \text{ Hz}$</p> <p>Seite 70</p>	<p>Elastische Abstützung Zweimassen-Freischwinger $f_e \approx 2-3 \text{ Hz}$</p> <p>Seite 70</p>		
<p>Elastische Abstützung Einmassen-Freischwinger $f_e \approx 3-4 \text{ Hz}$</p> <p>Seite 71</p>	<p>Elastische Abstützung Zweimassen-Freischwinger $f_e \approx 3-4 \text{ Hz}$</p> <p>Seite 71</p>		
		<p>Federspeicherlenker für grundrahmen-erregte Zweimassen-systeme</p> <p>Seiten 72/73</p>	
<p>Kreuzgelenkstützen resp. Hängelagerungen für Plansichter-Siebmaschinen</p> <p>Seiten 74-77</p>			



Technologie

1. Allgemeine Schwingfördertechnik

Die technische Entwicklung hat dazu geführt, dass immer mehr Güter rationell und trotzdem schonend transportiert bzw. gefördert werden müssen. Eine der wirtschaftlichsten Lösungen zu dieser Anforderung ist heute beim Einsatz von Schwingförderanlagen gegeben, welche im Vergleich zu alternativen Transportsystemen wichtige Vorteile aufweisen:

- einfache Bauart ohne wartungsintensive Teile
- äusserst verschleissarmer Fördervorgang
- Möglichkeit zur gleichzeitigen Durchführung von Sieb- und Trennprozessen

Schwingförderer bestehen aus rinnen-, kasten- oder rohrförmigen Förderorganen, den Schwingelementen und dem Schwingungserreger. Dabei werden durch Wechselbewe-

gungen Massenkräfte erzeugt, welche zu zwei grundsätzlichen Förderarten führen. «Gleitet» das Gut vorwärts, spricht man von einer Schüttelrutsche; wird es jedoch «in kleinen Sprüngen» (Mikrowurf) fortbewegt, handelt es sich um eine Schwingrinne.

Rutschen sind Förderer mit kleinen Frequenzen (1–2 Hz) und grossen Amplituden (bis ~300 mm), speziell geeignet zum Austragen von grobstückigem Gut, z. B. im Bergbau.

Rinnen weisen hohe Frequenzen (bis 10 Hz) und kleine Amplituden (bis ~20 mm) auf. Sie eignen sich zum Fördern fast aller, jedoch nicht klebender und zusammenbackender Produkte, auf kleinere und mittlere Entfernungen, besonders aber für stark verschleissendes und heisses Fördergut.

2. Geführte Schwingsysteme (mit formschlüssigem Schubkurbelantrieb)

2.1. Einmassen-Schwingsystem

Diese einfachste Konstruktion (Fig. 1) eines Schwingförderers ist die preisgünstigste Variante und besteht aus der Schwingrinne (I), dem Schwingelement (B), dem Antrieb (CD) und dem Grundrahmen (III). Weil hier ohne Massenausgleich gearbeitet wird, kommt sie vor allem dort zum Einsatz, wo kleine dynamische Fundamentkräfte auftreten, d. h. die Rinnenbeschleunigung nicht über 1.6 g liegt. Auf jeden Fall ist zu beachten, dass der Schwingförderer auf einen massiven Unterbau zu stehen kommt (Montage im Untergeschoss, auf schwerem Grundrahmen oder massiver Decke).

Die Schwingrichtung wird hier durch die Schwinne (B) zwangsläufig festgelegt, man spricht deshalb von zwangsgeführtem Fördern. Als Schwingelemente selber empfehlen wir den Einsatz unserer Elemente Typ AU, AR, AS-P bzw. AS-C (siehe Seiten 54–59).

Der Antrieb erfolgt vorteilhaft über ein Schubkurbelgetriebe mit Riemenantrieb, in welchem unser Schub-

stangenkopf (C) als formschlüssiges, drehelastisches Lager eingesetzt wird.

Mit diesem Kurbeltrieb werden auf einfache Art kleine Frequenzen mit grossen Schwingweiten erzeugt, welche speziell zum Erreichen längerer Förderwege die Voraussetzungen bilden.

Die Amplitude entspricht dem Kurbelradius R, die Schwingweite ist 2R. Die Frequenzen dieser Schubkurbelschwingrinne liegen zwischen 5 und 10 Hz und dies bei Schwingweiten zwischen 10 und 40 mm. Der Fördergutstrom lässt sich durch Antriebsmotoren mit veränderbarer Drehzahl oder Varioantriebe während des Betriebes steuern. Im Einmassen-Schwingsystem ist zu beachten, dass die Krafteinleitung bzw. Hauptschwingrichtung «X» vor den Schwerpunkt S gerichtet ist (Fig. 1).

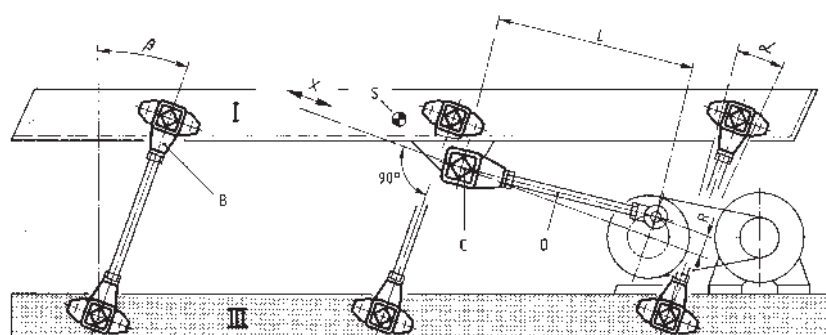


Fig. 1

- B ROSTA-Schwingelemente Typ AU bzw. AS oder AR
- C ROSTA-Schubstangenkopf Typ ST
- D Schubstange
- L Schubkurbellänge
- R Schubkurbelradius (Amplitude)
- S Schwerpunkt Rinne (Masse)
- X Hauptschwingrichtung
- α Schwingwinkel max. $10^\circ (\pm 5^\circ)$
- β Anstellwinkel ca. 10° bis 30°
- I Rinne (Masse)
- III Rahmen



Technologie

2.2. Zweimassen-Schwingsystem

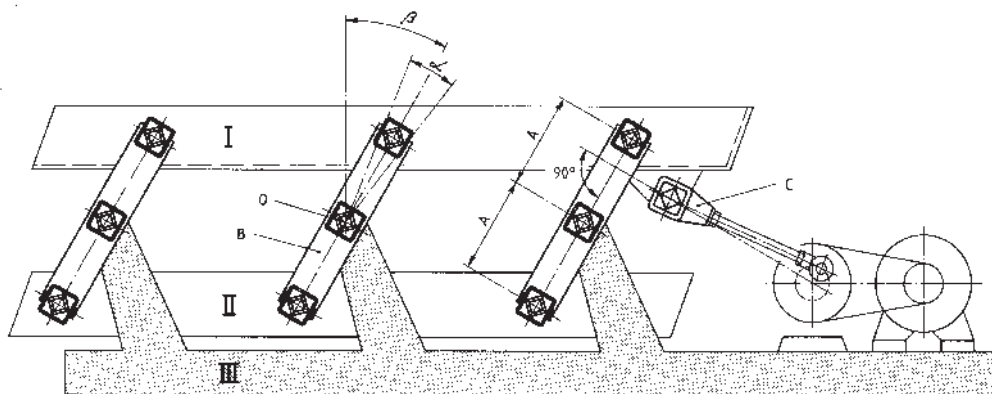
Größere Förderleistungen erfordern höhere Frequenzen und Amplituden, was zwangsläufig stärkere dynamische Fundamentkräfte verursacht. Im Zweimassen-Schwingsystem werden diese Kräfte infolge direktem Massenausgleich auf ein Minimum reduziert und somit lassen sich auch lange und schwere Rinnen auf relativ leichte Bühnenkonstruktionen oder in oberen Stockwerken montieren.

Fig. 2 stellt eine derartige Schwingrinne schematisch dar. Bei der massengleichen Ausführung der Rinne I und Gegenmasse (bzw. Rinne) II, welche eine gegenläufige kompensierende Schwingbewegung ausführen, liegt der Schwingungsnullpunkt O in der Mitte der Doppelschwinge B. Greift im Punkt O die feste Stütze III an, so braucht diese nur statische Kräfte zu tragen. Der Maschinenrahmen III ist also praktisch keiner dynamischen Belastung mehr ausge-

setzt. Man spricht in diesem Fall vom direkten Massenausgleich.

Als Doppelschwingen, welche zur Abstützung der beiden Rinnen auf den Maschinenrahmen dienen, werden unsere Elemente Typ AD-P, AD-C und AR (siehe Seiten 56/57 und 60/61) eingebaut. Der Antrieb erfolgt über Schubkurbelantrieb mit ROSTA-Schubstangenkopf ST.

Im Gegensatz zum Einmassen-, kann im Zweimassen-Schwingsystem die Krafteinteilung der Rinnenkonstruktion beliebig gewählt werden. Auch der Antrieb kann wahlweise auf Rinne I oder II erfolgen.



- B ROSTA-Doppel-Schwingen Typ AD oder AR
- C ROSTA-Schubstangenkopf Typ ST
- α Schwingwinkel max. $10^\circ (\pm 5^\circ)$
- β Anstellwinkel ca. 10° bis 30°
- I Rinne (Masse)
- II Gegenmasse
- III Rahmen

Fig. 2

2.3. Resonanzschwingförderer

Zur Verringerung der erforderlichen Antriebskräfte werden die Schwingrinnen der Bauart 2.1 und 2.2 auch als Resonanzsystem betrieben, wobei die Schwingen B (Fig. 1 und 2) eine sehr wichtige Komponente darstellen. Unsere mit den ROSTA-Gummifederelementen konzipierten Schwingen können im Gegensatz zu konventionellen Bauarten vier wichtige Aufgaben gleichzeitig erfüllen:

- Aufnahme der statischen Last
- Bildung eines Schwingsystems, wobei die dynamische Federsteife massgebend ist
- Vorgaben der Schwingrichtung
- Schwingungs- und Körperschallisolierung

Zur Erreichung eines möglichst resonanznahen Systems, basierend auf dem dynamischen Federwert der ROSTA-Schwingelemente, bedarf es der Kenntnis verschiedener Daten der projektierten Schwingfördererinne. Anzahl und Grösse der notwendigen Schwingen sind abhängig vom Gewicht der schwingenden Masse, von der gewünschten Förderleistung, vom Hub und der Antriebsfrequenz. Diese Antriebsfrequenz soll grundsätzlich ca. 10% kleiner sein als die Eigenfrequenz der Anlage. - Berechnungsbeispiele hierzu finden Sie auf den Seiten 55-65.



Technologie (geführte Systeme mit Schubkurbelantrieb)

3. Fachtechnik und Berechnung

3.1. Fachtechnik

Formelzeichen	Einheit	Begriff	Formelzeichen	Einheit	Begriff
a	m/s ²	Beschleunigung	m	kg	Masse
A	mm	Achsabstand	n _{err}	min ⁻¹	Drehzahl
c _d	N/mm	Dynamischer Federwert	R	mm	Exzenterradius
c _t	N/mm	Gesamtfederwert	S	–	Schwerpunkt
f _e	Hz	Eigenfrequenz der Elemente	sw	mm	Schwingweite
f _{err}	Hz	Erregerfrequenz	v _{th}	m/s	Theor. Geschwindigkeit
F	N	Kraft	z	–	Stückzahl
g	9.81 m/s ²	Erdbeschleunigung	W	%	Isolierwirkungsgrad
K	$\frac{\text{Maschinenbeschl.}}{\text{Erdbeschl.}}$	Schwingmaschinenkennzahl	α	Grad	Schwingwinkel
			β	Grad	Anstellwinkel

3.2. Berechnung

Formeln für die Berechnung von Schwingmaschinen nach bekannten Grundlagen aus der Schwingungslehre:

Gesamtfederwert $c_t = m \cdot \left(\frac{2\pi}{60} \cdot n_{err}\right)^2 \cdot 0.001$ [N/mm]

Erregerfrequenz $f_{err} = \frac{1}{2\pi} \cdot \sqrt{\frac{c_t \cdot 1000}{m}}$ [Hz]

Anzahl Schwingen für Resonanzbetrieb $z = \frac{c_t}{0.9 \cdot c_d}$ [Stück]

Schwingmaschinenkennzahl $K = \frac{\left(\frac{2\pi}{60} \cdot n_{err}\right)^2 \cdot R}{9810}$ [–]

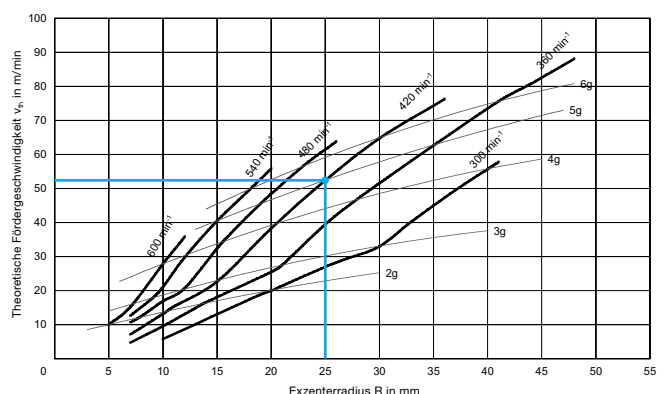
Schwingweite $sw = 2 \cdot R$ [mm]

Beschleunigungskraft $F = K \cdot m \cdot g$ [N]

Antriebsleistung (Näherungsformel) $P \approx \frac{R \cdot K \cdot m \cdot g \cdot n_{err}}{9550 \cdot 1000 \cdot \sqrt{2}}$ [kW]

Die theoretische Fördergeschwindigkeit von horizontalen Rinnenanordnungen mit einem Anstellwinkel β von 30° kann mit Hilfe der Graphik abgeschätzt werden. Z. B. Exzenterradius R = 25 mm und n_{err} = 420 min⁻¹ ergibt eine Beschleunigung von ca. 5 g und eine theoretische Fördergeschwindigkeit von ca. 53 m/min.

Zweimassensysteme sind einzusetzen bei: Resonanzbetrieb ab ca. 2.2 g oder Betrieb ohne Resonanz ab ca. 1.7 g.





Technologie

4. Freischwinger

Freischwingende Einmassensysteme Fig. 4–6 werden auf ROSTA-Schwingelementen Typen AB und AB-D gelagert. Hier bestimmt die Erregerkraftanstellung die Schwingrichtung. Die Freischwinger belasten infolge der weichen Abstützung das Fundament nur mit geringen dynamischen Restkräften. Da aber die dynamische Biegesteifigkeit der Förderorgane mit der zweiten Potenz der Länge abnimmt, sind nur bedingte Rinnenlängen ausführbar, andernfalls bilden sich Schwingungsknoten, welche die Förderung verhindern.

Der Antrieb der Freischwinger ist ein kraftschlüssiger Maschenkraftantrieb, der sich der Wirkung rotierender Unwucht-

segmente bedient. Durch geeignete Anbringung des Antriebes wird von der rotierenden Unwucht nur die Komponente in die eigentliche Förderrichtung genutzt. Beispielsweise erzeugen zwei gegenläufig und synchron umlaufende Unwuchtmassen die notwendige Erregerkraft, in dem sich die Fließkomponenten in Richtung der Verbindungslinie der beiden Drehmittelpunkte aufheben und jene rechtwinklig dazu sich zur harmonischen, linearen Erregerkraft addieren. Um die Grösse der Unwuchtmassen nicht übermässig anwachsen zu lassen, ist die Erregerfrequenz relativ hoch: $\cong 12$ bis 50 Hz.

4.1. Antrieb mit 1 Unwuchtmotor

Diese Antriebs-Variante Fig. 4 wird hauptsächlich beim **Kreisschwinger** eingesetzt, welcher vor allem im Siebbau zur Anwendung kommt. Eine effektive Vorwärtsförderung des Gutes entsteht **nur** bei genügender Schrägstellung des Siebkastens.

Wird ein Unwuchtmotor an ein Sieborgan angeflanscht, führt das System ellipsenähnliche Schwingungen aus. Deren Bewegungsform hängt vom Abstand der beiden Schwerpunkte S (Rinne) und S₁ (Unwuchtmotor) sowie von der Rinnenkonstruktion ab.

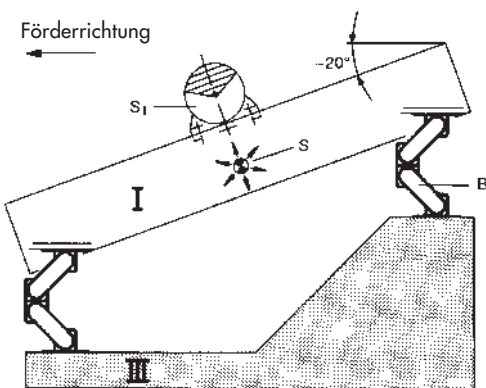
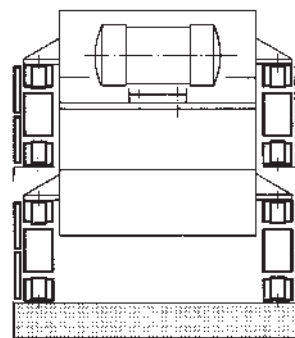


Fig. 4



- B ROSTA-Schwingelemente Typ AB
- S Schwerpunkt Rinne
- S₁ Schwerpunkt Unwuchtmotor
- I Rinne
- III Rahmen

4.2. Antrieb mit 1 Unwuchtmotor und Pendelgelenk

Linearschwinger mit Unwuchtmotor auf Pendelgelenk Fig. 5 werden für Siebe und leichte, kurze Schwingrinnen verwendet.

Wird ein Unwuchtmotor über ein Pendelgelenk E (z. B. DK-A mit Bride BK, Seiten 23 und 27) an ein Gerät so angeflanscht, dass Motormitte, Pendelgelenkmitte und der

Schwerpunkt der Rinne auf einer Geraden liegen, werden annähernd geradlinige Schwingungen erzeugt. Über das Pendelgelenk werden die Fliehkräfte fast vollständig auf das Nutzgerät übertragen, hingegen werden die quer wirkenden Kräfte unwirksam. Der Pendelgelenkantrieb kann nur für kleinere Geräte angewendet werden.

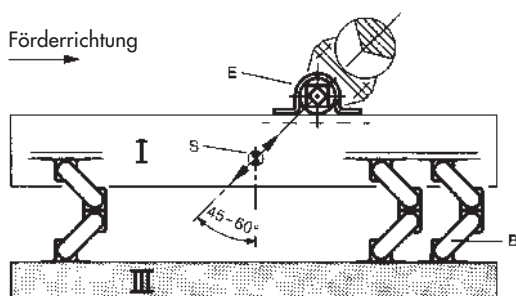
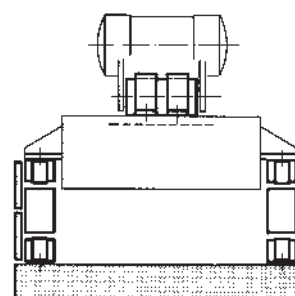


Fig. 5



- B ROSTA-Schwingelement Typ AB
- E ROSTA-Gummifederelemente Typ DK-A mit Bride BK
- S Schwerpunkt der Rinne
- I Rinne
- III Rahmen



Technologie

4.3. Antrieb mit 2 Unwuchtmotoren

Bei der Verwendung von 2 Unwuchtmotoren auf einem **Linearschwinger** Fig. 6 muss darauf geachtet werden, dass die Drehrichtungen der Motoren gegenläufig sind und die Verbindung zwischen den beiden Motoren völlig

schwingungssteif ist. Die Motoren werden sich dann nach dem Einschalten sofort synchronisieren, was linear gerichtete Schwingungen ergibt.

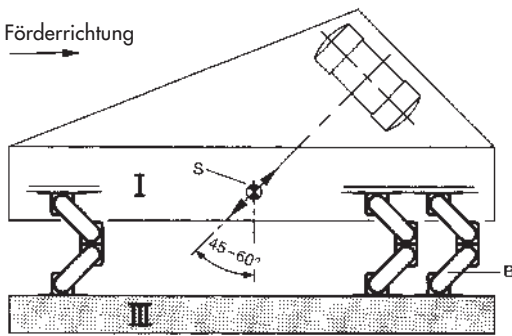
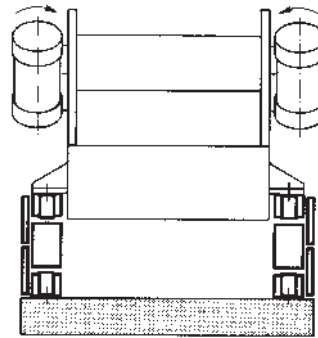


Fig. 6



- B ROSTA-Schwingelemente Typ AB
- S Schwerpunkt Rinne
- I Rinne
- III Rahmen

4.4. Berechnung eines Linearschwingers mit 2 Unwuchtmotoren

Die Größe der richtigen Schwingelemente Typen AB oder AB-D wird wie folgt bestimmt:
Schwingendes Gewicht (Gerät mit 2 Motoren + Anteil Fördergut) geteilt durch Anzahl Abstützpunkte – die einzelnen Punkte sollen annähernd gleich belastet sein. Bei Linear-

schwingern sind 4 oder mehr Abstützungen notwendig, zumal der Schwerpunkt nicht zentrisch liegt. Die Eigenfrequenz der AB soll mind. um das Dreifache kleiner sein als die Erregerfrequenz, ansonsten der Isolierwirkungsgrad auf den Unterbau ungenügend ist.

Formeln für die hauptsächlichen Größen eines Freischwingers:

Schwingweite

$$sw = \frac{\text{Arbeitsmoment kgcm}}{\text{Gesamtgewicht in kg}} \cdot 10 = \text{ mm}$$

Schwingmaschinenkennzahl

$$K = \frac{\left(\frac{2\pi}{60} \cdot n_{err}\right)^2 \cdot sw}{9810 \cdot 2} = [-]$$

Isolierwirkungsgrad

$$W = \frac{\left(\frac{f_{err}}{f_e}\right)^2 - 2}{\left(\frac{f_{err}}{f_e}\right)^2 - 1} \cdot 100 = \%$$

Nomogramm – Fördergeschwindigkeit für Freischwinger:

Aus dem Schnittpunkt der Koordinaten Schwingweite = 4 mm und Motordrehzahl $n = 1460 \text{ min}^{-1}$, resultiert bei einer Beschleunigung von $\sim 5g$ die Fördergeschwindigkeit 25 cm/sec.

