

1. Aufgabenstellung

Welkgut, das in Hochbehältern konserviert werden soll, wird am zweckmäßigsten mit Exaktfeldhäckseln aufgenommen und zerkleinert. Nach vorliegenden Informationen betragen die Instandsetzungskosten bei diesen Maschinen 25 bis 30 Prozent ihres Abschreibungswertes [1]. Davon ist der überwiegende Teil auf Havarieschäden durch Fremdkörper zurückzuführen.

Zu Fremdkörpern zählen neben metallischen Gegenständen in erster Linie Steine.

Nach ROSSDEUTSCHER nehmen die stark versteinerten Moränenböden annähernd 10 Prozent des Ackerlandes der DDR ein [2]. Danach kann mit etwa 60 000 ha versteineter Ackerfütterfläche gerechnet werden, auf der 8 bis 10 Prozent der eingesetzten Feldhäcksler arbeiten.

Um Aussagen über die Gefährdung der Feldhäcksler durch Steine machen zu können, war der Oberflächensteinbesatz auf Ackerfütterflächen zu messen und die Steinförderung durch Schwadwender sowie die Steinaufnahme durch Schwadaufnehmertrommeln zu untersuchen.

2. Der Steinbesatz auf Feldfütterflächen

2.1. Methode der Untersuchungen

Der Steinbesatz ist auf verschiedenen Feldfütterflächen in den Nordbezirken der DDR ermittelt worden. Bei diesen Messungen wurden die Steine von 16 m² großen, unregelmäßig über das Feld verteilten Meßstellen abgesammelt. Gleichzeitig ist

- die Größe der Steine
 - die Höhe der Steine über der Bodenoberfläche
 - sowie die Form der Steine
- bestimmt worden.

Bei den Steingrößen erfolgte eine Einstufung in fünf Klassen. Ausschlaggebend für die Einordnung eines Steines in eine Größenklasse war der größte Durchmesser des Steines (Tafel 1).

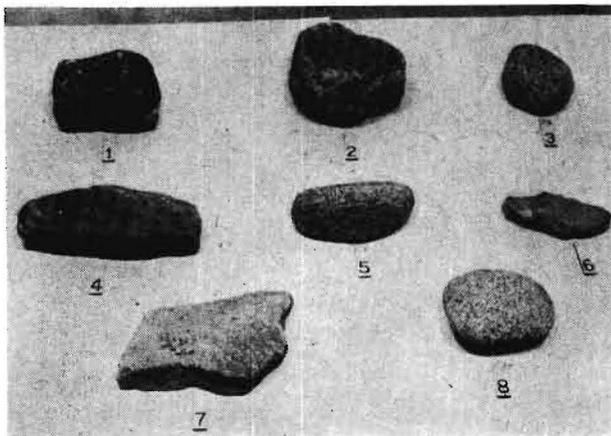
Die Steinformen wurden ebenfalls eingestuft (Bild 1).

2.2. Ergebnisse

2.2.1. Steinmengen

Die Messungen der Steinmengen zeigten, daß der Steinbesatz auf Feldfütterflächen in weiten Bereichen straute. Es wurden Steinmengen bis zu 65 000 Stück/ha ermittelt.

Bild 1. Mögliche Steinformen; 1 kantig, 2 abgerundet, 3 rund, 4 länglich kantig, 5 länglich abgerundet, 6 länglich plattig, 7 plattig kantig, 8 plattig abgerundet



2.2.2. Steingrößenklassen

Die Untersuchung der Steingrößen ergab die in Tafel 1 festgehaltenen, auf die Stückzahl bezogenen Anteile in den verschiedenen Steingrößenklassen.

2.2.3. Lage der Steine zur Bodenoberfläche

Die Höhe der Steine über der Bodenoberfläche war weitgehend von der Größe der Steine abhängig. Mit zunehmender Steingröße stieg auch der Anteil der Steine, die sich tiefer im Boden befanden (Bild 2).

2.2.4. Steinformen

Nach dem unter 2.1. genannten Bonitierungsschema der Steine konnten

- 43 Prozent der kantigen Form und
 - 31 Prozent der abgerundeten Form
- zugeordnet werden.

Da diese beiden Steinformen mit insgesamt 74 Prozent den überwiegenden Anteil aller aufgenommenen Steinformen ausmachten, wurden sie für die Untersuchungen der Steinbewegung durch Schwadwender und der Steinaufnahme durch Schwadaufnehmertrommeln verwendet.

3. Die Steinbewegung durch Schwadwender

3.1. Methode der Untersuchungen

Bei den Untersuchungen der Steinbewegung durch Schwadwender wurde die Mitnahme von Steinen in Abhängigkeit von den Futtermengen, den Steinmengen und der Höhe der Steine über der Bodenoberfläche ermittelt. Gleichzeitig erfolgte eine Messung der Entfernung der mitgenommenen Steine senkrecht zur Fahrtrichtung.

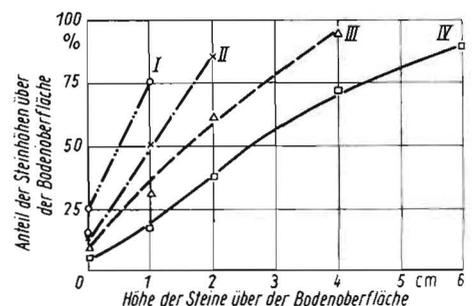
Die Untersuchungen wurden auf einem ebenen Laizerne-stoppfeld durchgeführt.

Auf Meßparzellen von 16 m Länge sind für die Messung der Steinbewegung bei unterschiedlichen Schwadmassen 10 Steine je Größenklasse in einer Reihe ausgelegt und

Tafel 1. Einteilung der Steingrößen und ihre Anteile

Größenklassen	größter Steindmr. cm	Anteil %
I	2 ... 4	35,6
II	4 ... 6	36,6
III	6 ... 10	23,6
IV	10 ... 20	4,1
V	>20	0,1

Bild 2. Anteile der Steinhöhen über der Bodenoberfläche bei den Steingrößenklassen I ... IV



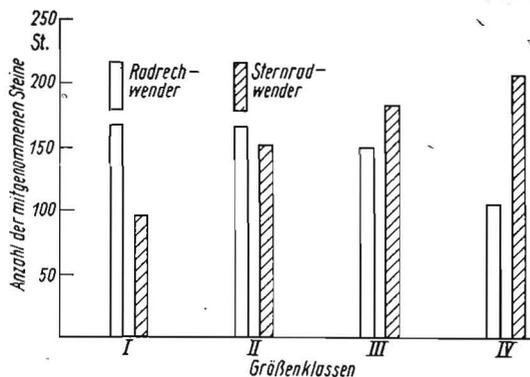


Bild 3. Anzahl der von den Wendertypen mitgenommenen Steine der Größenklassen I ... IV

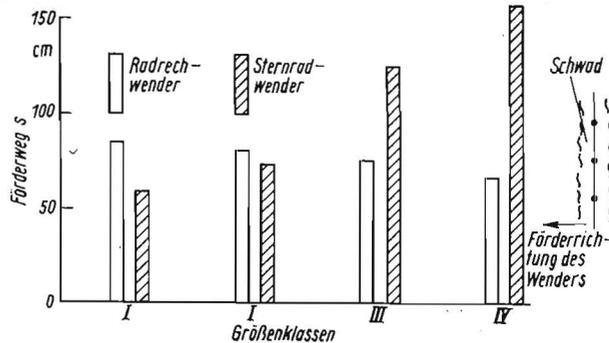


Bild 4. Mittlerer Förderweg s der von den Wendertypen mitgenommenen Steine

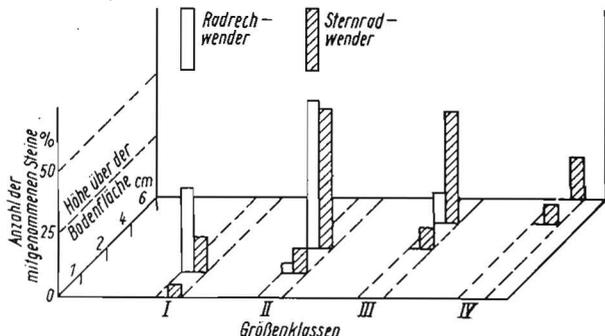


Bild 5. Anteil der mitgenommenen Steine in Abhängigkeit von der Höhe der Steine über der Bodenoberfläche



Bild 6. Gerät zur Untersuchung der Steinaufnahme durch Schwadaufnehmertrommeln

mit 20, 40 bzw. 60 kg Welkgut, das einen Trockenmassegehalt von 30 bis 50 Prozent aufwies, bedeckt worden. Diese Welkgutmengen je Parzelle entsprachen Frischguterträgen von 115, 230 und 345 dt/ha.

Für die Messung der Steinbewegung in Abhängigkeit von den Steinmengen wurden 4, 8 und 16 Steine je Parzelle ausgelegt und mit 50 kg Welkgut bedeckt.

Für die Untersuchungen der Steinbewegung bei unterschiedlicher Tiefenlage sind die Steine so in die Erde gedrückt worden, daß sich in Abhängigkeit von der Steingrößenklasse Steinhöhen von 6, 4, 2 und 1 cm über der Bodenoberfläche ergaben.

Die Bearbeitung der ≈ 2 m breiten Schwade erfolgte mit dem

- Radrechenwender E 247 und mit dem
- Sternradwender SOP 300.

Die Arbeitgeschwindigkeit betrug bei beiden Maschinen 6 km/h.

3.2. Ergebnisse

3.2.1. Einfluß unterschiedlicher Futtermengen auf die Steinbewegung

konnte nicht nachgewiesen werden.

3.2.2. Einfluß der Steinmenge auf die Anzahl der durch Schwadwender mitgenommenen Steine

Die Anzahl der durch Schwadwender mitgenommenen Steine stieg etwa proportional mit der Anzahl der ausgelegten Steine (Tafel 2).

3.2.3. Einfluß der Steingrößen auf die Steinbewegung durch Schwadwender

Die Anzahl der von den Schwadwendertypen mitgenommenen Steine in Abhängigkeit von den Größenklassen zeigt, daß mit zunehmender Steingröße die Anzahl der mitgenommenen Steine beim Arbeiten mit dem Sternradwender ansteigt, während sie beim Arbeiten mit dem Radrechenwender abnimmt (Bild 3).

Tafel 2. Mittelwerte der mitgenommenen Steine bei unterschiedlichen Steinmengen

Anzahl der ausgelegten Steine	mitgenommene Steine	
	Radrechwender %	Sternradwender %
16	69	74
32	56	72
64	64	67

menen Steine beim Arbeiten mit dem Sternradwender ansteigt, während sie beim Arbeiten mit dem Radrechenwender abnimmt (Bild 3).

3.2.4. Einfluß der Steingröße auf den Förderweg

Der Förderweg der mitgenommenen Steine steigt mit zunehmender Steingröße beim Sternradwender an, während sich beim Radrechenwender eine entgegengesetzte Tendenz ergibt (Bild 4).

3.2.5. Einfluß der Höhe der Steine über der Bodenoberfläche auf die Anzahl der mitgenommenen Steine

Die Anzahl der mitgenommenen Steine ist um so geringer, je tiefer sich die Steine im Boden befinden. Vom Sternradwender werden vor allem bei den größeren Steinen noch solche mitgenommen, die sich teilweise im Boden befinden. Der Radrechenwender dagegen nimmt vornehmlich die kleinen, in geringer Höhe über der Bodenoberfläche liegenden Steine mit (Bild 5).

4. Die Steinaufnahme durch Schwadaufnehmertrommeln

4.1. Methode der Untersuchungen

Ziel der Untersuchungen war es, die Steinaufnahme von Aufnehmertrommeln mit unterschiedlichem Durchmesser in Abhängigkeit von

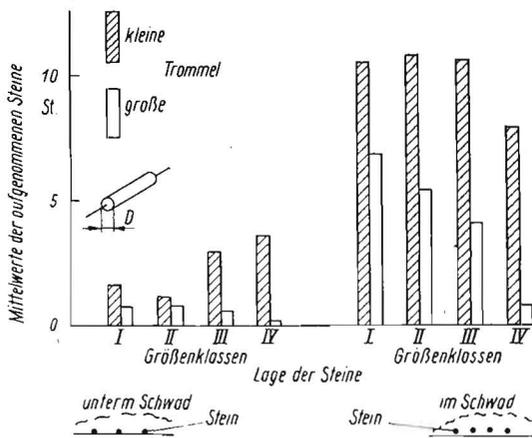


Bild 7. Mittelwert der aufgenommenen Steine in Abhängigkeit von der Lage der Steine für verschiedene Aufnehmertrommeln

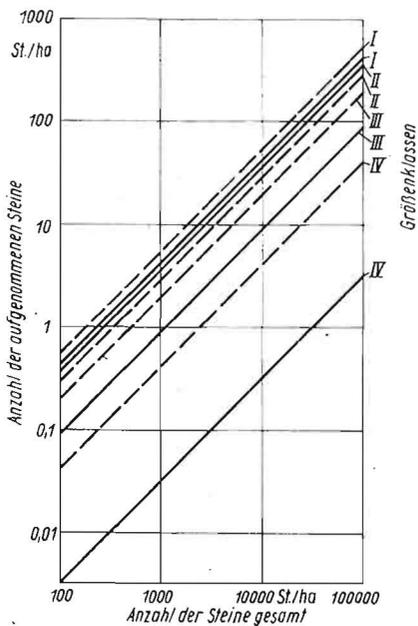


Bild 9. Anzahl der von Aufnehmertrommeln aufgenommenen Steine bei Schwadmäherschwadern in Abhängigkeit von der Anzahl der Steine gesamt je ha. - - - - - kleine Trommel $D = 250$ mm, $n = 102$ min⁻¹. ——— große Trommel $D = 480$ mm, $n = 80$ min⁻¹

- den spezifischen Schwadmassen
- der Anzahl der Steine
- der Lage der Steine im oder unter dem Schwad und
- der Höhe der Steine über der Bodenoberfläche zu messen.

Diese Untersuchungen sind unter ähnlichen Bedingungen durchgeführt worden, wie die Untersuchungen der Steinbewegung durch Schwadwender.

Für die Messung des Einflusses unterschiedlicher Schwadmassen wurden auf 16 m langen Parzellen 16 Steine je Größenklasse in oder unter Welkgutschwadmassen von 2,5, 5,0 und 7,5 kg/m ausgelegt.

Bei den Untersuchungen des Einflusses unterschiedlicher Steinmengen ist mit 4, 8 und 16 Steinen je Größenklasse und Parzelle sowie mit Schwadmassen von 5 kg/m gearbeitet worden, wobei die Steine wieder in oder unter das Schwad gelegt wurden.

Der Einfluß unterschiedlicher Steinhöhen über der Bodenoberfläche ist in Abhängigkeit von der Größenklasse bei Steinhöhen von 6, 4, 2, 1 und 0 cm über der Bodenoberfläche untersucht worden.

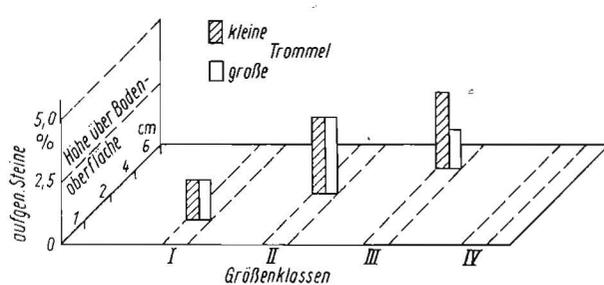


Bild 8. Anteil der aufgenommenen Steine in Abhängigkeit von der Höhe der Steine über der Bodenoberfläche

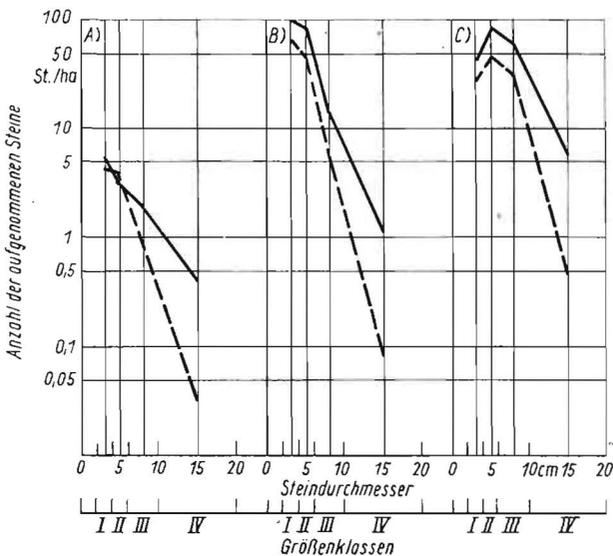


Bild 10. Anzahl der aufgenommenen Steine durch Aufnehmertrommel, bei unterschiedlichen Verfahren der Schwadbildung und einer Gesamtsteinmenge von 1000 St./ha. A) Schwadmäher, B) Radwender, C) Sternradwender; ——— kleine Trommel $D = 250$ mm, $n = 102$ min⁻¹, - - - - - große Trommel $D = 480$ mm, $n = 90$ min⁻¹

Tafel 3. Technische Daten der Schwadaufnehmertrommeln

		Trommel	
		klein	groß
Manteldurchmesser	in mm	250	480
Arbeitsbreite	in mm	1500	1600
Zinkenabstand	in mm	75	150
Anzahl der gleichzeitig in einer Ebene eingreifenden Zinken		18	14
Anzahl der Zinken in Rotationsebene		4	5
Mittlere wirksame Zinkenlänge	in mm	90	150
Drehzahl	min ⁻¹	102	90

Die Schwadaufnahme erfolgte mit Versuchsgeräten, bei denen unmittelbar hinter der Aufnehmertrommel ein Gummituch angebracht war, das während der Fahrt abrollte und auf dem das aufgenommene Gut sowie die aufgenommenen Steine abgelegt wurden. Die Anzahl der aufgenommenen Steine konnte anschließend nach Entfernung des Futters leicht ermittelt werden (Bild 6).

Die für die Untersuchungen verwendeten Aufnehmertrommeln hatten ähnliche Abmessungen wie die Aufnehmertrommeln der Feldhäcksler. Die Trommel mit dem kleinen Durchmesser glich in ihrem Aufbau der des Feldhäckslers E 066 und die Aufnehmertrommel mit dem großen Durchmesser entsprach in ihren Maßen etwa der des Feldhäckslers E 280 (Tafel 3).

4.2. Ergebnisse

4.2.1. Der Einfluß unterschiedlicher Schwadmassen auf die Steinaufnahme durch Schwadaufnehmertrommeln

war nur gering.

4.2.2. Einfluß unterschiedlicher Steilmengen auf die Steinaufnahme durch Schwadaufnehmertrommeln

konnte nicht nachgewiesen werden.

4.2.3. Einfluß des Schwadaufnehmertrommeldurchmessers und der Lage der Steine auf die Steinaufnahme

Einen sehr großen Einfluß auf die Steinaufnahme übten die verschiedenen Durchmesser der Schwadaufnehmertrommeln und die Lage der Steine im oder unter dem Schwad aus (Bild 7).

4.2.4. Aufnahme der verschiedenen Steingrößenklassen durch Schwadaufnehmertrommeln

Hierbei ergaben sich zwischen den Größenklassen I, II und III keine nennenswerten Unterschiede. Auffallend war die relativ hohe Anzahl der aufgenommenen Steine der Größenklasse IV von der Trommel mit dem kleinen Durchmesser und die geringe Aufnahme dieser Steingrößenklasse von der Trommel mit dem großen Durchmesser (Bild 7).

4.2.5. Einfluß der Höhe der Steine über der Bodenoberfläche auf die Steinaufnahme durch Schwadaufnehmertrommeln

Je nach Größenklasse ergab sich für die Steine, die sich teilweise im Boden befanden, eine erheblich verminderte Steinaufnahme. Es wurden nur Steine aufgenommen, wenn diese hoch über die Bodenoberfläche hinausragten (Bild 8).

5. Schlußfolgerungen

Ausgehend von den mittleren Anteilen der Steingrößenklassen am Steinbesatz, den Höhen der Steine über der Bodenoberfläche und der Wirkungsweise der Schwadwender wurde versucht, die zu erwartende Steinaufnahme für Schwadaufnehmertrommeln mit großem und kleinem Durchmesser zu errechnen. Dabei ist zwischen der Welkguternte mit dem Schwadmäher und der Welkgutbereitung mit Anbaumähwerken und Schwadwendern zu unterscheiden.

Bei dem ersten Verfahren wird gemäht, in Schwade abgelegt und nach einer gewissen Abtrocknungszeit, meist ohne Nachbehandlung des Gutes, aufgenommen. Es ist deshalb nur mit den Steinmengen zu rechnen, die unmittelbar im wirksamen Arbeitsbereich der Aufnehmertrommeln liegen. Die bei diesem Verfahren in Abhängigkeit vom Steinbesatz je ha von den Aufnehmertrommeln mit großem und kleinem Durchmesser aufgenommenen Steinmengen bei den Steingrößenklassen sind in Bild 9 dargestellt.

Wird dagegen mit Anbaumähwerken gemäht und nach der Trocknungsphase vor dem Aufnehmen mit Schwadwendern geschwadet, so vergrößert sich die Anzahl der Steine um die Mengen, die von den Schwadwendern ins Schwad befördert werden. Da diese in das Schwad beförderten Steine meist nicht unterm, sondern im Schwad liegen, ergibt sich bei diesem Verfahren der Schwadbildung eine um das Vielfache erhöhte Steinaufnahme (Bild 10). Die Schwadbildung durch Schwadmäher schafft also wesentlich günstigere Bedingungen für den Feldhäcklereinsatz.

Zusammenfassung

Um die Gefährdung des Feldhäckslers durch Steine zu ermitteln, wurde der Steinbesatz auf Feldfutterflächen gemessen und die Steinbewegung durch Schwadwender sowie die Steinaufnahme durch Schwadaufnehmertrommeln untersucht. Die Anzahl der von Feldhäckslern aufgenommenen Steine, die vom Steinbesatz abhängt, ist bei Aufnehmertrommeln mit großem Durchmesser geringer als bei Trommeln mit kleinem Durchmesser. Bei der Schwadbereitung mit Schwadwendern liegen die aufgenommenen Steinmengen um ein Vielfaches über denen, die beim Arbeiten mit dem Schwadmäher zu erwarten sind.

Literatur

- [1] BUNGE, H.: Untersuchungen über Umfang, Zusammensetzung und zeitlichen Verlauf der Instandhaltungskosten der Haupterzeugnisse des Kombinat. Abschlußbericht VEB Kombinat Fortschritt, Landmaschinen, Neustadt (Sachsen)
- [2] ROSSDEUTSCHER, H.: Beitrag zur Ackerbodenentsteinung im Endmoränengebiet. Dissertation 1968 Humboldt-Universität zu Berlin A 8079

Dr. G. OTTO

Zur Abscheidung von Fremdkörpern aus Halmfutterschüttungen

1. Aufgabenstellung

Untersuchungen speziell über das Schwadhäckseln zeigen, daß in Abhängigkeit vom Steinbesatz auf Feldfutterflächen den Arbeitsorganen der Feldhäckslers Steine zugeführt werden, die zu erheblichen Schäden an den Baugruppen führen können. Der Anteil der Instandhaltungskosten wird durch die von Fremdkörpern hervorgerufenen Schäden erheblich beeinflußt.

Aufgabe der Untersuchungen soll es sein, unter Berücksichtigung physikalisch-mechanischer Stoffeigenschaften der zu trennenden Komponenten — Steine und Halmfutter — Trennkriterien abzuleiten, und auf deren Grundlage Trenneinrichtungen zu entwickeln und zu untersuchen, die den Anforderungen moderner Häckselverfahren entsprechen.

Dem vorgesehenen Verwendungszweck entsprechend, sind — ein hoher Steinabscheidungsgrad η_A
— ein hoher Durchsatz D und
— eine hohe Funktionssicherheit

bei geringen Futterverlusten die entscheidenden Kriterien für die Bewertung der Eignung derartiger Trenneinrichtungen.

2. Methode der Untersuchungen

2.1. Auswahl von Trennkriterien und Entwicklung von Trenneinrichtungen

Obwohl in einer Anzahl von Stoffeigenschaften der zu trennenden Komponenten — Halmfutter und Steine — Unterschiede bestehen, ergeben sich wesentliche Unterschiede allein aus einer qualitativen Beurteilung von Form, Härte, Dichte und den Reibungszahlen mit anderen Stoffen. Aus diesen mechanischen Eigenschaften lassen sich Kriterien für die Schaffung von Trenneinrichtungen ableiten.

2.1.1. Funktionsprinzipien von Trenneinrichtungen und deren technischer Aufbau

2.1.1.1. Dichte und Form als Trennkriterien

Betrachtet man einen in einem Futterstromquerschnitt liegenden Stein, so besteht statisches Gleichgewicht, wenn folgende Gleichgewichtsbedingungen erfüllt sind (Bild 1):

$$\Sigma P \rightarrow = 0 \quad (1)$$

$$\Sigma M \curvearrowright = 0 \quad (2)$$

$$\Sigma P \uparrow = W - G = 0 \quad G = m \cdot g \quad (3)$$