

Zeitschrift: Landtechnik Schweiz
Herausgeber: Landtechnik Schweiz
Band: 40 (1978)
Heft: 7

Artikel: Steinsammel- und Steinbrechmaschinen
Autor: Irla, E.
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-1081954>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

Conditions d'utilisation

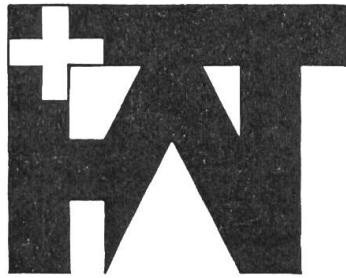
L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

Download PDF: 03.02.2026

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>



Steinsammel- und Steinbrechmaschinen

E. Irla

1. Einleitung

Die Mechanisierung der Feldarbeiten auf Böden mit grossem Steinbesatz ist mit beträchtlichen Schwierigkeiten und Kosten verbunden. Die Steine verursachen neben verminderter Arbeitsleistung einen hohen Verschleiss an den Bodenbearbeitungsgeräten und Erntemaschinen. Die zunehmenden Reparaturkosten sowie lange Wartezeiten insbesondere beim Ausfall komplizierter und teurer Maschinen wie Mähdrescher und Feldhäcksler usw. wirken sich auf die Rentabilität der ackerbaulichen Kulturen negativ aus. Der Kartoffelbau kann beim Einsatz eines Sammelroders infolge des hohen Arbeitsaufwandes und der Knollenbeschädigungen nicht nur erschwert, sondern sogar in Frage gestellt werden.

Die beschriebenen Umstände und auch ein direktes Begehr aus der Praxis veranlassten uns, die Entsteinungsmaschinen näher zu überprüfen. Die Untersuchung erfasste die drei Steinsammler «Kvernelands», «MCA-Hofstetter» und «Stonehater» sowie den Steinbrecher «Nicolas». Sie wurde in den Jahren 1976/77 durchgeführt. Die dabei vorgenommenen Erhebungen betrafen:

– Einsatzmöglichkeiten und Arbeitsqualität in un-

terschiedlichen Verhältnissen bezüglich Boden, Steinart und Steinbesatz.

- Funktionssicherheit und Leistungsbedarf.
- Flächenleistung und Arbeitsaufwand bei gleichzeitiger oder späterer Steinabfuhr.
- Ermittlung arbeitswirtschaftlicher Daten und Berechnung der Verfahrenskosten.

Darüberhinaus laufen Versuche zur Abklärung des Einflusses der Steinbeseitigung (Steinsammeln oder -brechen) auf den Kartoffelertrag und die Qualität der Ernte. Die Veröffentlichung dieser Ergebnisse ist im Jahre 1979 vorgesehen.

2. Bauart und Arbeitsweise

Der Anbau-Steinsammler Kvernelands ist mit einem **Siebrost** aus federnd gelagerten Rohren mit Nocken und einer Förderkette ausgerüstet. Die Schar-Tiefenführung wird über den Traktoroberlenker und Stützräder reguliert. Der MCA-Steinsammler ist eine gezogene Maschine, die als Sieborgan zwei nebeneinanderlaufende **Siebketten** aufweist. Je nach Ausführung werden die abgesiebten Steine in einem Behälter gesammelt oder mit einem Verladeband auf

FAT-MITTEILUNGEN

Tabelle 1: Technische Daten

Erhebungen	Marke/Typ			
	Steinsammler		Steinbrecher	
	Kvernelands	MCA	Stonehater/SE	Nicolas/BP-150
Hersteller	Kvernelands/N	Hofstetter/CH	Sorensen/DK	Nicolas/F
Verkauf durch	Service Comp.	Hofstetter	Müller ¹⁾	Cercle des agriculteurs Genf
Anhängung	Dübendorf ZH	Bern	Bättwil SO	Dreipunktrahmen
Arbeitsbreite/-tiefe	[cm]	165/5–10	150/15	125/15–25
Abmessungen in Transportstellung:				
Länge/Breite/Höhe	[cm]	460/160/260	558/247/377	570/275/375
Gewicht	[kg]	1135	2066	2110
Bereifung/Spurweite	[Zoll/cm]	5,00–8/180	11,5–15/217	11,5–15/195
Aufnahmeschar: Länge/Breite	[cm]	32/165	24/156	28/120
Sieborgane				
Länge/Breite	[cm]	Siebrost mit Förderkette 400/50	2 Siebketten 270/69	Siebband und Siebtrommel 175/114 156/126
Siebstäbe: ϕ /Lichtweite	[mm]	40/28	13/28 (23–38)	11/29 und 25
Zapfwellendrehzahl	[U/min]	540	540	540
Umlaufgeschwindigkeit	[m/s]	0,99	1,52	1,59/1,37
Siebfäche	[m ²]	2,0	3,7	8,1
Siebhilfen		federnd gelagerte Rohre mit Nocken	—	Klutenreiber, Mitnehmer-schaufeln
Verladeband				
Länge/Breite	[cm]	400/50 ²⁾	420/59	388/47
Stäbe: ϕ /Lichtweite	[mm]	40/28	11/21	10/18
Mitnehmerhöhe/-anzahl	[cm/]	5–8/12	3/2	11/17
Umlaufgeschwindigkeit	[m/s]	0,99	1,28	0,78
Ladehöhe max.	[m]	1,75	2,20	2,50
Preis	[Fr.]	16 550	24 980 ³⁾	22 500
				33 000

¹⁾ In der Westschweiz Häggerli Nyon/VD

²⁾ Sieb- und Verladeband (Siebrohrrost) als eine Einheit

³⁾ mit Sammelbehälter (Inhalt ca. 2 t) anstelle des Verladebandes Fr. 18 700.—

einen nebenherfahrenden Wagen geladen. Beim ebenfalls gezogenen Stonehater handelt es sich um eine Kombination eines **Siebbandes** mit einer längs zur Fahrtrichtung angeordneten **Siebtrommel** und einem Verladeband. Das Verstellen der Aufnahmeschar beim MCA und Stonehater erfolgt hydraulisch und über eine Tiefen-Arretierung.

Der Anbau-Steinbrecher Nicolas ist für eine Zapfwellendrehzahl von 1000 U/min. bestimmt. Sein Arbeitsorgan, die Schlegeltrommel mit der Prallwand, wird durch eine Haube getragen. Bei der Arbeit werden die Steine durch die gegen die Fahrtrichtung

drehenden ankerförmigen Schlegel erfasst und auf der Prallwand zertrümmert. Ein Herausfallen der Steine nach vorne wird durch einen zweireihigen Kettenvorhang verhindert.

3. Untersuchungsverlauf und Ergebnisse

Die Maschinen wurden in leichten und gut siebbaren Kiesböden sowie in schweren lehmhaltigen Böden eingesetzt. Für die Beurteilung der Arbeitsqualität wurden Steinproben (Abb. 1) vor und nach dem Einsatz der Maschinen entnommen und auf einer Sor-

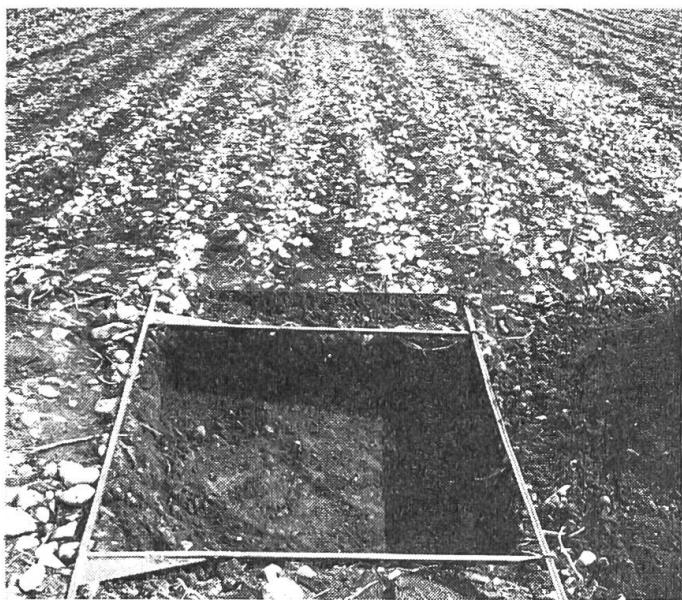


Abb. 1: Steinbesatz nach der Kartoffelernte in Kiesboden; unten im Bild Probenentnahme für die Beurteilung der Arbeitsqualität der Entsteinungsmaschinen.

tiermaschine mit quadratischer Sieb-Maschenteilung fraktioniert. Die Steinmengen und -fraktionen je nach Bodenart und Tiefe der Ackerkrume sind aus Tab. 2 ersichtlich.

Tab. 2 zeigt, dass die beiden Bodenarten relativ grosse Anteile an kleinen Steinen mit einem Durchmesser von 25 bis 50 mm aufweisen. Die Steine des Kiesbodens waren meistens rund bis oval mit folgenden Gesteinsarten:

weiche Kalkgesteine (Karbonatgesteine)	8,5%
harte Kalkgesteine (Alpenkalke, Kalkschiefer)	53,0%
granitische Gesteine	38,5%

Die Kalksteine des Jura-Lehm Bodens waren hingegen flach und scharfkantig.

3.1 Steinsammeln

Ein erfolgreicher Einsatz der Steinsammler hängt stark von der Bodenfeuchtigkeit und der sachgemässen Vorbereitung des Feldes ab. Die Maschinen können grundsätzlich nur Steine bis 30 cm Durchmesser aufnehmen. Grössere Steine sowie Findlinge müssen folglich aus der Ackerkrume vorher entfernt werden. Die günstigsten Einsatzbedingungen für die Steinsammler sind nach der Kartoffel-Sammelernte. Bei der Feldvorbereitung in **Kiesböden** reichte in der Regel eine zweimalige Bearbeitung mit einem Kultivator (Abb. 2) aus. In stark verdichteten und schweren Böden hingegen war der vorgängige Einsatz eines Tiefgrubbers erforderlich. Für die Entsteinung der Stoppelfelder musste der Boden zuerst gepflügt werden, andernfalls haben die mitgesammelten Pflanzenreste die Arbeit gestört.

Die Mehrheit der im Sommer und Herbst 1976/77 durchgeföhrten Einsätze der Steinsammler fand bei günstigen Witterungsbedingungen nach der Kartof-

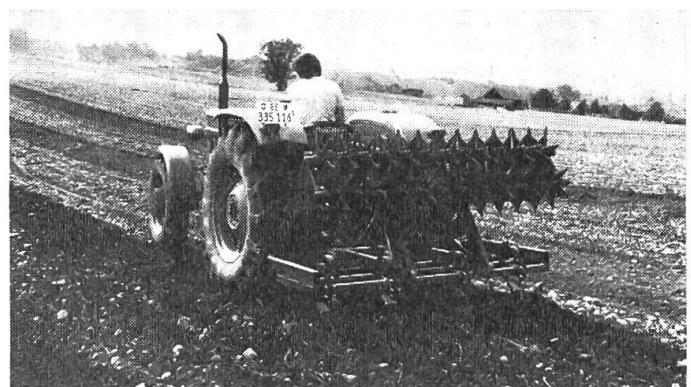


Abb. 2: Für die Schaffung günstiger Einsatzbedingungen zum Steinsammeln haben sich Kultivatoren gut bewährt.

Tabelle 2: Steinbesatz und -fraktionen je nach Bodenart

Bodenart	Tiefe der Ackerkrume cm	Steinart	Steinmenge t/ha	Gewichtsanteil der Steinfraktionen in %			
				25–32 mm	32–50 mm	50–70 mm	über 70 mm
Kiesboden	25	Stein-gemisch	670	41,1	39,6	17,0	2,3
Lehm Boden	18	Kalksteine	756	45,8	32,4	13,9	7,9

FAT-MITTEILUNGEN

Tabelle 3: Steinbesatz und Steinfraktionen vor und nach dem Einsatz der Steinsammler auf einem Kiesboden

Erhebungen		Kvernelands	MCA	1)	Stonehater 2)
Arbeitstiefe	cm	7	15	15	24
Fahrgeschwindigkeit	km/h	2,5	3,5	2,5	1,6
Steinbesatz: vor/nach dem Einsatz der Maschinen	t/ha	123/64	267/119	267/84	513/188
Steinfraktionen:					
25–32 mm	%	53,0/62,4	55,3/77,0	55,3/89,7	57,4/86,4
32–50 mm	%	40,2/37,6	37,5/23,0	37,5/10,3	36,1/13,6
über 50 mm	%	6,8/—	7,2/—	7,2/—	6,5/—
gesammelte Steinmenge	t/ha	59	148	183	325
gesammelte Steinmenge ³⁾	%	48,0	55,4	68,5	63,3
Entsteinungseffekt ⁴⁾	%	11,5	28,8	35,7	63,3

¹⁾ und ²⁾ Siebtrommel-Lichtweite: ¹⁾ 20 mm, ²⁾ 25 mm

³⁾ Im Vergleich zum Steinbesatz im Tiefenbereich der einzelnen Steinsammler

⁴⁾ Im Vergleich zum Steinbesatz in der 24 cm tiefen Ackerkrume

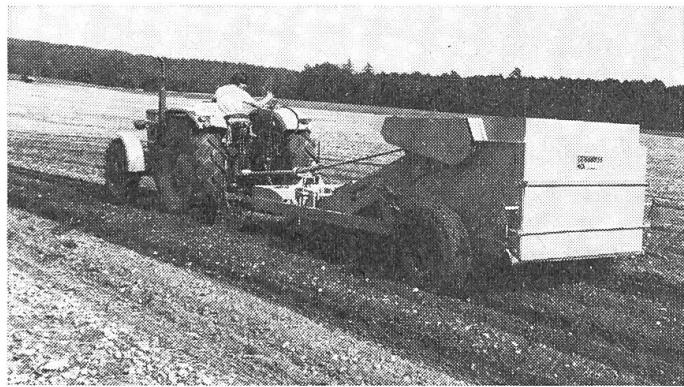


Abb. 3: Das Sammeln in einen Behälter kann im Ein-Mann-Betrieb vorgenommen werden (Steinsammler MCA).

felernte statt (Abb. 3, 4, 5, 6, 7). Die Ergebnisse des Hauptversuches, die sich auch bei weiteren Einsätzen bestätigt haben, sind in Tab. 3 enthalten.

Tab. 3 zeigt, dass nach einem Durchgang der Maschinen mit den höchstmöglichen Arbeitstiefen und angepassten Fahrgeschwindigkeiten 59 bis 325 t Steine je Hektare gesammelt wurden. Die maximale Arbeitstiefe von 24 cm beim Stonehater mit leistungsfähiger Siebtrommel (Lichtweite 25 mm) war nur in einem Versuch bei reduzierter Fahrgeschwindigkeit von 1,6 km/h möglich. In weniger günstigen Einsatzbedingungen und bei der Verwendung der Siebtrommel mit 20 mm Lichtweite liegt die Arbeits-

tiefe bei 15–18 cm. Bei den übrigen Fabrikaten wird eine grössere Arbeitstiefe vor allem durch die konstruktiven Merkmale der **Sieborgane** beschränkt (geringere Siebfläche und weniger wirksame Siebhilfen). Der grösste Anteil der gesammelten Steine entfiel dabei auf die Fraktionen über 32 mm Durchmesser (Abb. 8). Der relativ hohe Anteil an zurückgebliebenen Steinen beim Kvernelands ist auf das

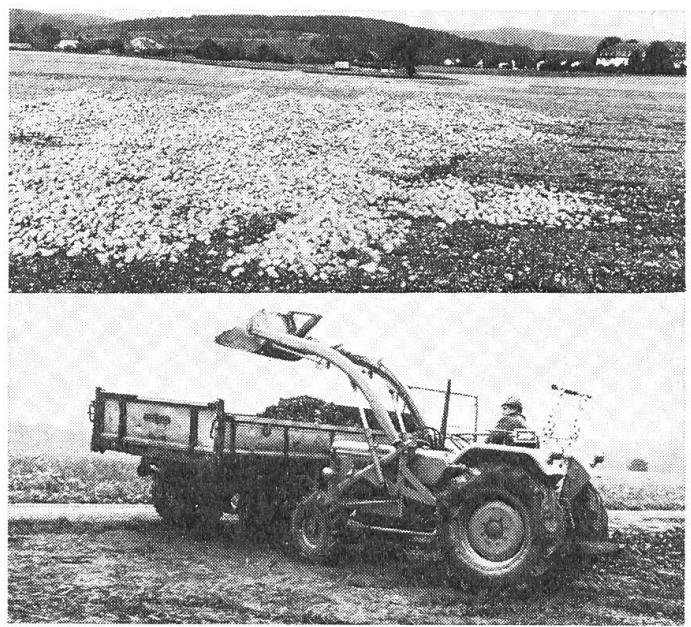


Abb. 4: Das Aufladen der Steine mit einem Frontlader ist zeitaufwendig, aber bei kleinen unregelmässigen Parzellen durchaus denkbar.

FAT-MITTEILUNGEN



Abb. 5: Der Steinsammler Kvernelands mit Siebrost und Förderkette; seine Arbeitstiefe ist infolge geringer Siebleistung auf 5–10 cm begrenzt.

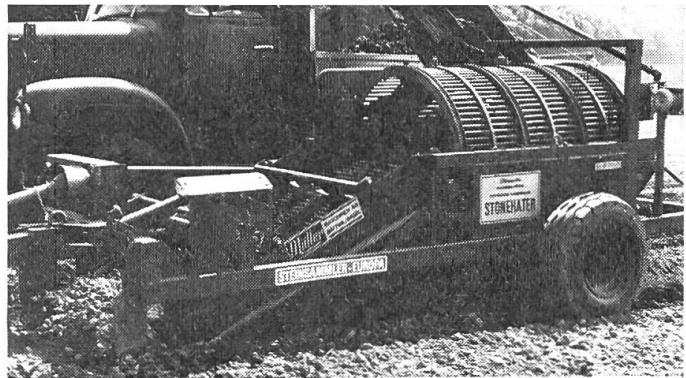


Abb. 7: Steinsammler Stonehater mit leistungsfähigen Sieborganen. Die gute Erdtrennung durch die Siebtrommel ermöglicht eine relativ grosse Arbeitstiefe von 15 bis 24 cm.

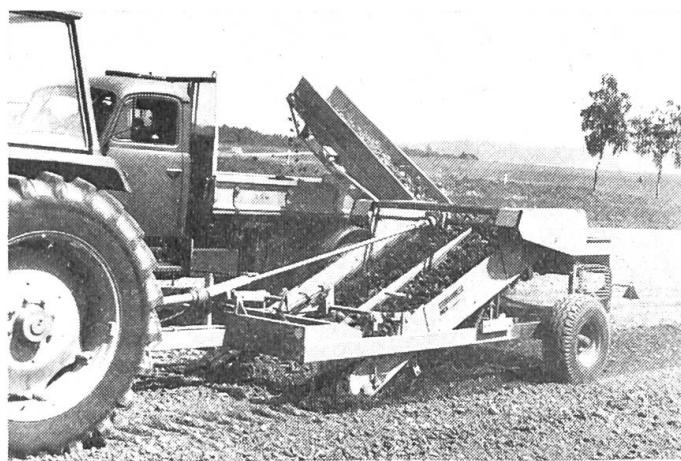


Abb. 6: Der Steinsammler MCA mit Siebketten und Verladeband kann bis 15 cm Arbeitstiefe eingesetzt werden. Die Erde wird hauptsächlich auf den Siebketten und teilweise auf dem Verladeband abgesiebt.

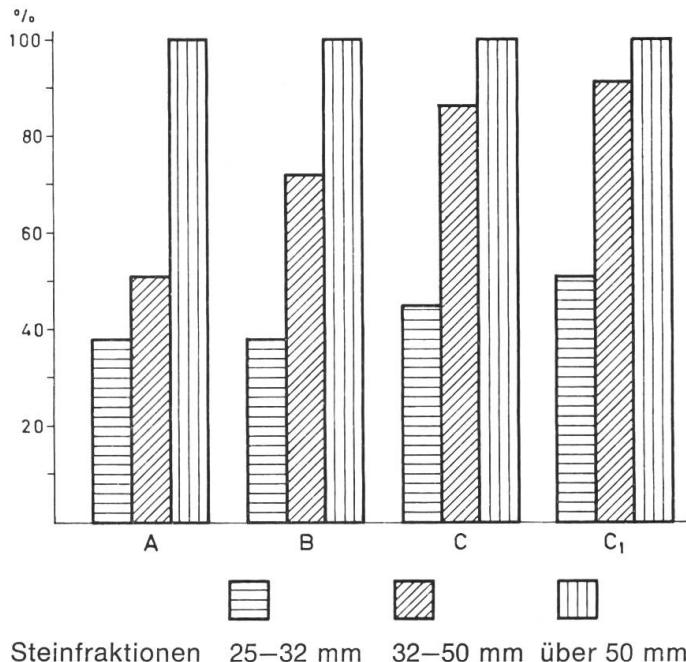


Abb. 8: Von den einzelnen Steinfraktionen wurden folgende Steinanteile (in %) aufgesammelt:
A. Kvernelands, B. MCA, C. Stonehater, Siebtrommel-Lichtweite 25 mm, C₁ 20 mm.

FAT-MITTEILUNGEN

sich wiederholende Einklemmen der Flachsteine und die dadurch verursachte Vergrösserung des Siebrohr-Abstandes zurückzuführen. Nebst den Steinen wurde zudem durch die rechtwinkligen Mitnehmer je nach Einsatzbedingungen 5 bis 15% Erde aufgeladen bzw. mitgesammelt.

Die Entsteinung der flachgründigen und zur Klutusbildung neigenden Jura-**Lehmboeden** stellt besonders hohe Anforderungen an die Siebleistung der Steinsammler (Abb. 9). Sie setzt eine gründliche Auflockerung und Zerkleinerung der Erdschollen bei trockenem Wetter (im Sommer) voraus. Der Herbst-einsatz nach der Kartoffelernte hat sich hier als weniger günstig erwiesen, da die erforderliche Bodensiebbarkeit in diesem Zeitpunkt nicht vorhanden war. Bei den erwähnten Einsatzbedingungen war sogar der Siebtrommel-Sammler bereits bei 12 cm Arbeitstiefe voll ausgelastet. Bei hohem Steinbesatz wird das Zerkleinern und Ausscheiden der Erdschollen durch die Siebtrommel begünstigt. Ein relativ hoher Anteil von den kleinen und flachen Kalksteinen (zirka 40–50% des Steinbesatzes) fiel bei allen Maschinen durch die Siebspalten zurück.



Abb. 9: Die Entsteinung der Jura-Lehmboeden im Herbst stellt an die Feldvorbereitung und Siebleistung der Steinsammler besonders hohe Anforderungen (oben, hoher Steinbesatz vor der Kartoffelernte).

Die Versuche zeigten, dass eine **gründliche Entsteinung der Ackerkrume** je nach Einsatzbedingungen und Maschine mindestens zwei bis drei Durchgänge erfordert. Sie soll in zwei aufeinanderfolgenden Jahren vorgenommen werden, um das Vermischen der entsteineten und nicht entsteineten Bodenschichten zu vermeiden. Durch das Aufsammeln einer Steinmenge von 300 t/ha mit einem spezifischen Steingewicht von $2,6 \text{ g/cm}^3$ vermindert sich die Tiefe der Ackerkrume um rund 1,2 cm. Ferner ist nach der Entsteinung der Ackerkrume zu beachten, dass die Grundbodenbearbeitung wie Pflügen und Tiefgrubbern nur bis zur Entsteinungstiefe vorgenommen wird um das Heraufarbeiten neuer Steine zu verhindern.

Die Konstruktion der Steinsammler kann im allgemeinen als solid bezeichnet werden. Die Abnutzung der Sieborgane, die bei 15 cm Arbeitstiefe ein Erd-Stein-Volumen von $1500 \text{ m}^3/\text{ha}$ zu bewältigen haben, lag in der üblichen Norm.

3.2 Steinbrechen

Eine weitere Möglichkeit der Steinbeseitigung besteht im Steinbrechen. Die Versuche mit dem Steinbrecher Nicolas (Arbeitstiefe 2–4 cm) erfolgten ebenfalls in Kies- und Lehmböden. Die Voraussetzung für einen wirksamen Einsatz des Steinbrechers ist, dass möglichst viele Steine auf die



Abb. 10: Ein Schwadrechen kann bei geringerem Steinbesatz die Wirksamkeit der Entsteinungsmaschinen erhöhen. Die Steine werden aus einer Bodenschicht von 5–10 cm ausgekämmt und in eine Schwade abgelegt.

FAT-MITTEILUNGEN

Tabelle 4: Steinfraktionen vor und nach dem Einsatz des Steinbrechers

Bodenart	Steinmenge t/ha	Gewichtsanteil der Steinfraktionen in %			
		10–20 mm	20–32 mm	32–50 mm	über 50 mm
Kiesboden vor dem Einsatz (bis 4 cm Tiefe)	256	26,3	23,7	30,1	19,9
nach dem ersten Arbeitsgang (2,4 km/h)	126 *)	44,9	27,8	21,8	5,5
nach dem zweiten Arbeitsgang (2,4 km/h)	80 *)	63,5	31,1	5,4	—
Lehm Boden vor dem Einsatz (bis 10 cm Tiefe)	430	35,9	39,4	19,8	4,9
nach einem Arbeitsgang (1,7 km/h)	344 *)	60,2	30,9	8,9	—

*) durch den Steinbrecher erfasste Steinmengen

Feldoberfläche gebracht werden wie zum Beispiel nach der Kartoffelernte oder einen Einsatz des Steinschwadrechens (Abb. 10). Für die Erhöhung der Wirksamkeit des Steinbrechers wurden in den Versuchen die Steine aus einer Tiefe von 10–15 cm mit dem MCA-Steinsammler (ohne Verladeband) an die Oberfläche herangezogen (Abb. 11). Die Ergebnisse des Arbeitseffektes des Steinbrechers sind in Tab. 4 aufgeführt.

Die Ergebnisse in Tab. 4 zeigen, dass eine ausreichende Zerkleinerung der Kalk- und Granitsteine in einem Kiesboden (nach der Kartoffelernte) erst nach dem zweiten Durchgang erreicht wurde. Ein relativ hoher Steinanteil wurde unter der Schlagwirkung der Schlegel in den Boden eingedrückt und bleibt unzerkleinert. Der **Zerkleinerungseffekt** der Kalksteine im Lehmboden (Abb. 12) fiel hingegen bedeutend besser aus. Die plattenförmigen **Kalksteine** wurden nämlich durch die Schlegel besser erfasst und zerkleinert als die runden Hartsteine im Kiesboden. Die optimale Fahrgeschwindigkeit (1,7 bis 2,6 km/h) hängt stark vom Steinbesatz, der Steinart und -struktur ab. Bei Bodeneunebenheiten werden nicht alle Steine durch die Schlegel erfasst. In lokkerem Boden traten zudem gelegentlich Verklemmungen der Schlegel durch die Erde bzw. kleine Steine auf. Die Schlegel wiesen ferner einen hohen Verschleiss auf und mussten nach beidseitiger Benützung bereits nach 6 ha Einsatzfläche ersetzt werden.

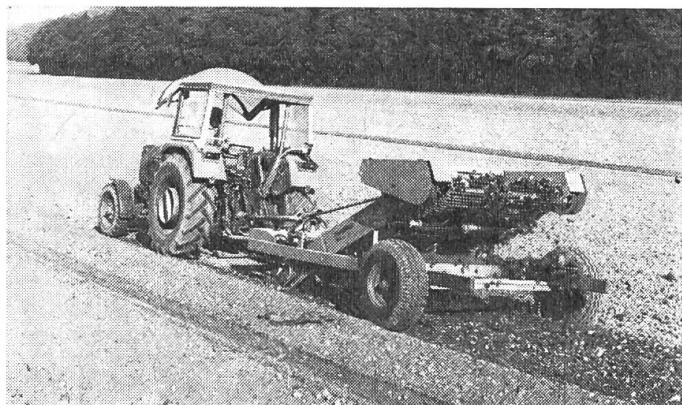


Abb. 11: Mit dem Steinsammler konnten die Steine aus 10–15 cm Tiefe auf die Oberfläche gebracht werden, eine Vorarbeit für den Steinbrecher.



Abb. 12: Das Zerkleinern der Kalksteine in Jura-Lehm-Böden mit dem Steinbrecher (Nicolas) stellt gegenüber dem Steinsammler ein vielversprechendes Verfahren dar; bei diesem Verfahren wird das Volumen der Ackerkrume nicht verändert.

FAT-MITTEILUNGEN

Tabelle 5: Flächenleistung und Arbeitsaufwand sowie Leistungsbedarf

Erhebungen		Steinsammler			Steinbrecher
		Kvernelands	MCA	Stonehater	Nicolas
Arbeitstiefe	cm	5–10	10–15	15–24	2–4
Fahrgeschwindigkeit	km/h	1,5–2,6	1,5–4,3	1,5–3,2	1,7–2,6
Flächenleistung	ha/h	0,20–0,25	0,20–0,33	0,15–0,25	0,20–0,25
Arbeitsaufwand *)	AKh/ha	12–15	9–15	12–20	4–5
Leistungsbedarf					
Zapfwellenleistung	kW	5,9–9,6	6,6–11,0	3,7–9,6	27,2–36,8
Zugkraft	kN	4,4–10,8	9,8–12,3	7,8–11,8	4,9–7,6
	(kp)	(450–1100)	(1000–1250)	(800–1200)	(500–780)
erforderliche Traktor-Motorleistung	kW(PS)	44(60)	44–52(60–70)	44–52(60–70)	55–66(75–90)

*) je Durchgang, inkl. Abtransport der Steine mit zwei Kippern

3.3 Flächenleistung, Arbeitsaufwand und Leistungsbedarf

Diese hängen hauptsächlich ab von der Bodenart und -siebarkeit, dem Steinbesatz, dem Gelände, der Arbeitstiefe und Fahrgeschwindigkeit sowie beim Steinsammeln von der Entfernung der Abkipplstelle. Aufgrund der diesbezüglichen Messungen und Erfahrungen liessen sich die Mittelwerte gemäss Tab. 5 errechnen.

Wie aus Tab. 5 hervorgeht, erfordert das Steinsammeln einen recht hohen Arbeitsaufwand je Hektare und Durchgang, der hauptsächlich durch die Stein-

abfuhr verursacht wird. Zudem muss noch der notwendige Aufwand für die vorgängige Feldvorbereitung (s. Tab. 6) berücksichtigt werden. Beim Aufsammeln von mehr als 150 t Steine/ha oder einer Entfernung der Abkipplstelle von mehr als 1 km wäre noch ein dritter Wagen erforderlich. Beim Steinbrecher hingegen fällt der Abtransport der Steine weg. Infolgedessen beträgt der Arbeitsaufwand je Durchgang nur zirka ein Drittel derjenigen für das Steinsammeln.

Für einen sicheren Betrieb der Steinsammler sind Traktoren mit 44–52 kW (60–70 PS) und für den

Tabelle 6: Arbeits- und Kostenelemente der Verfahren

(Kiesboden, Steinbesatz 250–300 t/ha in 15 cm Tiefe, nach Kartoffelernte, Feldlänge 200 m, Entfernung 1 km)

Verfahren (Maschinen)	Arbeits- aufwand AKh/ha	Grund- kosten ¹⁾ Fr./Jahr	Kosten elemente Fr./ha				Total Fr./ha
			Gebrauchs- kosten ¹⁾ Fr./Jahr	Übrige Maschinen- kosten ²⁾ Fr./Jahr	Traktor- kosten ²⁾ Fr./Jahr	Arbeits- kraft- kosten Fr./Jahr	
A. Kvernelands	16,4	2364.–	46.–	84.–	346.50	172.50	649.–
B. MCA mit Behälter (Laden mit Frontlader)	18,4	2731.–	51.–	146.–	513. –	193. –	903.–
C. MCA mit Verladeband	13,4	3606.–	68.–	73.–	296. –	141. –	578.–
D. Stonehater	16,4	3286.–	68.–	84.–	361.50	172.50	686.–
E. Nicolas	5,8	4570.–	414.–	9.–	147.50	60.50	631.–

¹⁾ Grund- und Gebrauchskosten der Steinsammler bzw. des Steinbrechers (E)

²⁾ Vorbereitung des Feldes; zweimalige Bearbeitung mit Kultivator, Traktor 52 kW (70 PS)

Steinabfuhr mit zwei Traktoren 52 kW (70 PS) und zwei Heckkippern (5 t)

Berechnung aufgrund der Entschädigungsanzsätze für die Benützung von Landmaschinen FAT/1978

Steinbrecher solche mit 55–66 kW (75–90 PS) Motorleistung erforderlich. Der Steinbrecher verursacht einen hohen Lärm, der im Bereich eines lauten Traktors liegt. (Die Messung bei einem Traktor von 92 dB (A) am Ohr des Fahrers ergab mit dem Steinbrecher 96 dB (A).)

4. Die Kosten der Entsteinung

Eine Entsteinung des Bodens ist neben dem Arbeitsaufwand mit beträchtlichen Kosten verbunden. Die **Grundkosten** der Steinsammler A und B liegen infolge des geringeren Anschaffungspreises gegenüber C und D bedeutend tiefer (Tab. 6). Die Einsatzkosten je Durchgang bei den Verfahren mit gleichzeitiger

Steinabfuhr (A, C, D) weisen nur geringe Unterschiede auf.

Das Steinsammeln in Behälter mit späterer Abfuhr (Verfahren B) ist hingegen kostspieliger.

Das Steinbrechen (nach der Kartoffelernte) erfordert etwa den gleichen Kostenaufwand wie das Steinsammeln mit Verladeband, wobei die Gebrauchs kosten (wegen dem hohen Schlegel-Verschleiss, Ersatzschlegel Fr. 2300.–/6 ha) bereits höher sind als die Kosten der Steinabfuhr. Bei einer jährlichen Einsatzfläche von 30 ha ist insgesamt mit folgenden **Verfahrenskosten** je Durchgang zu rechnen: bei 1-Fr. 1000.–, 2-Fr. 700.–, 3-Fr. 780.– (Abb. 13). Da eine gründliche Entsteinung der Ackerkrume je nach Steinbesatz und Maschine zwei bis drei Durchgänge

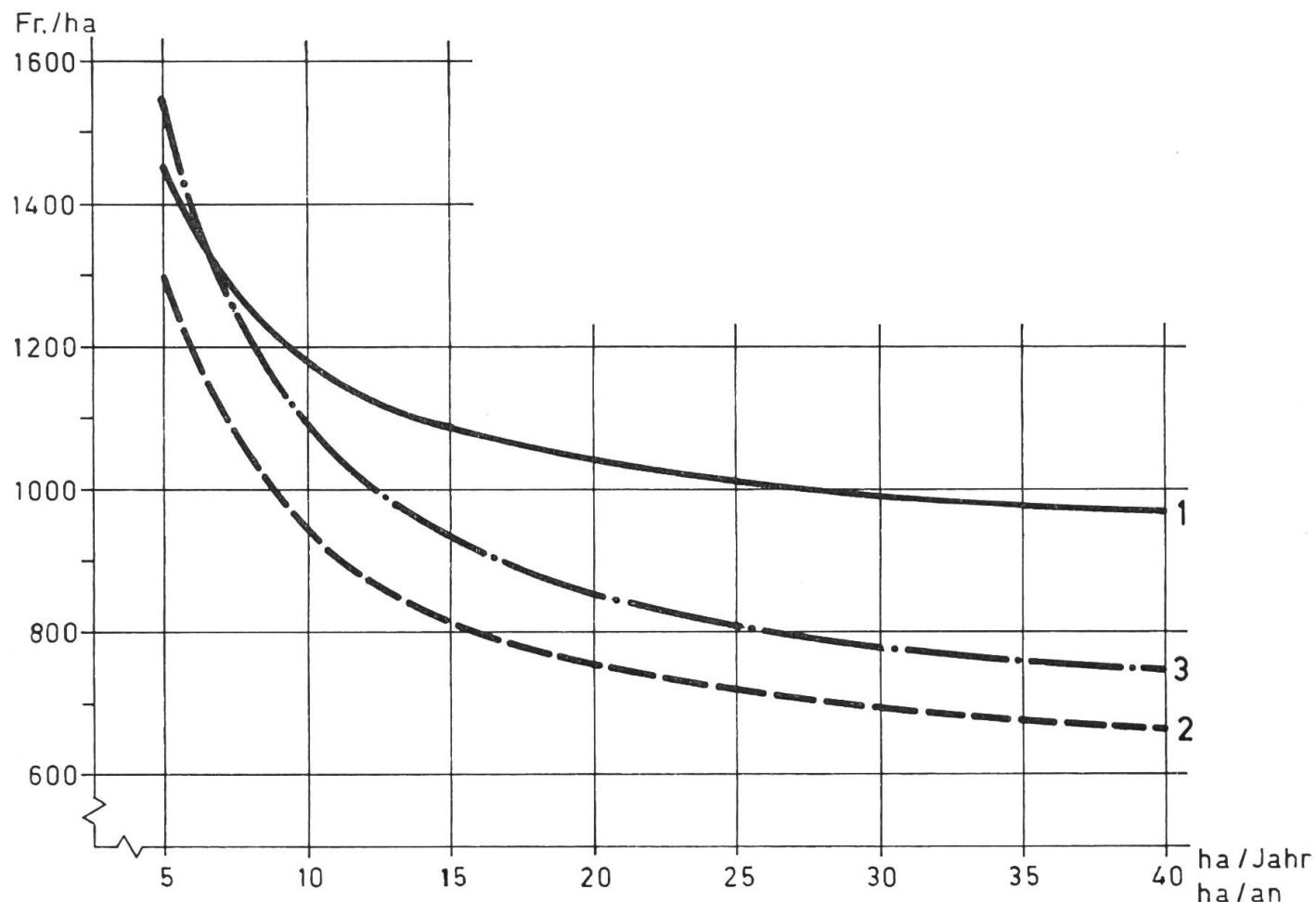


Abb. 13: Kosten der Bodenentsteinung in Abhängigkeit der Verfahren und der jährlichen Auslastung der Maschinen (für einen Durchgang):

1. Steinsammler mit Behälter, Frontlader, zwei Kipfern
2. Steinsammler mit Verladeband, zwei Kipfern
3. Steinbrecher

FAT-MITTEILUNGEN

erfordert, erhöhen sich die erwähnten Beträge um das Zwei- bis Dreifache. Im Hinblick auf den hohen Arbeits- und Kapitalaufwand der Entsteinungsarbeiten sind die meisten landwirtschaftlichen Betriebe personell und maschinell überfordert. Der Einsatz der Entsteinungsmaschinen kann deshalb nur überbetrieblich oder durch Lohnunternehmer erfolgen.

5. Schluss

Die Entsteinungsversuche in Kies- und Lehmböden mit drei Steinsammeln und einem Steinbrecher zeigten, dass eine wirksame Steinbeseitigung in der Ackerkrume zwei bis drei Durchgänge erfordert. Um das Vermischen der entsteineten und unensteinten Bodenschichten zu verhindern, sollten die Entsteinungsmassnahmen in zwei aufeinanderfolgenden Jahren durchgeführt werden. Die Entsteinung eines siebfähigen Kiesbodens bereitet bedeutend weniger Probleme als diejenige eines Lehmbodens. Sie stellt besonders hohe Anforderungen an die Bodenbearbeitung und die Siebleistung der Steinsammler. Als optimaler Einsatzzeitpunkt gilt der Sommer und Frühherbst. Das Steinbrechen kann hauptsächlich bei der Zerkleinerung der Kalksteine eine grössere Bedeutung erlangen. Die Voraussetzung für einen wirksamen Einsatz ist, dass möglichst viele Steine auf die Feldoberfläche gebracht werden. Bei den zerkleinerten Steinen ist zu erwarten, dass ihr Verwitterungsprozess beschleunigt wird. Die Arbeitsleistung hängt stark von den Einsatzbedingungen, der Arbeitstiefe und den vorhandenen Transportmitteln ab. Im Mittel kann mit einer Tagesleistung von 1,5 – 2 ha gerechnet werden.

Die Bodenentsteinung ist als eine meliorative Massnahme mit Dauerwirkung zu betrachten. Dem hohen Arbeits- und Kostenaufwand beim Entsteinen stehen zahlreiche Vorteile bei der Feldbestellung und Ernte gegenüber, nämlich Schonung der Maschinen,

Arbeits erleichterung, höhere Arbeitsleistung und -qualität (Kartoffelbau) sowie eine allgemeine Verbesserung der ackerbaulichen Bodennutzung.

Allfällige Anfragen über das oben behandelte Thema, sowie auch über andere landtechnische Probleme, sind nicht an die FAT bzw. deren Mitarbeiter, sondern an die unten aufgeführten kantonalen Maschinenberater zu richten.

ZH	Schwarzer Otto, 052 - 25 31 21, 8408 Wülflingen
ZH	Schmid Viktor, 01 - 77 02 48, 8620 Wetzikon
BE	Mumenthaler Rudolf, 033 - 57 11 16, 3752 Wimmis
BE	Marti Fritz, 031 - 57 31 41, 3052 Zollikofen
BE	Herrenschwand Willy, 032 - 83 12 35, 3232 Ins
LU	Rüttimann Xaver, 045 - 81 18 33, 6130 Willisau
LU	Widmer Norbert, 041 - 88 20 22, 6276 Hohenrain
UR	Zurfluh Hans, 044 - 2 15 36, 6468 Attinghausen
SZ	Fuchs Albin, 055 - 48 33 45, 8808 Pfäffikon
OW	Gander Gottlieb, 041 - 96 14 40, 6055 Alpnach
GL	Jenny Jost, 058 - 63 11 01, 8750 Glarus
ZG	Müller Alfons, landw. Schule Schluechthof, 042 - 36 46 46, 6330 Cham
FR	Krebs Hans, 037 - 82 11 61, 1725 Grangeneuve
BL	Langen Fritz, Feldhof, 061 - 83 28 88, 4302 Augst
BL	Speiser Rudolf, Aeschbrunnhof, 061 - 99 05 10, 4461 Anwil
SH	Hauser Peter, Ing. Agr., Kant. landw. Schule Charlottenfels, 053 - 2 33 21, 8212 Neuhausen a.Rhf.
AR	Ernst Alfred, 071 - 33 34 90, 9053 Teufen
SG	Haltiner Ulrich, 085 - 758 88, 9465 Salez
SG	Pfister Th., 071 - 83 16 70, 9230 Flawil
GR	Stoffel Werner, 081 - 81 17 39, 7430 Thusis
AG	Müri Paul, landw. Schule Liebegg, 064 - 31 15 53, 5722 Gränichen
TG	Monhart Viktor, 072 - 6 22 35, 8268 Arenenberg

Landwirtschaftliche Beratungszentrale, Maschinenberatung, Telefon 052 - 33 19 21, 8307 Lindau.

Nachdruck der ungekürzten Beiträge unter Quellenangabe gestattet.

FAT-Mitteilungen können als Separatdrucke in deutscher Sprache unter dem Titel «Blätter für Landtechnik» und in französischer Sprache unter dem Titel «Documentation de la technique agricole» im Abonnement bei der FAT bestellt werden. Jahresabonnement Fr. 27.–. Einzahlungen an die Eidg. Forschungsanstalt für Betriebswirtschaft und Landtechnik, 8355 Tänikon, Postcheck 30 - 520. In beschränkter Anzahl können auch Vervielfältigungen in italienischer Sprache abgegeben werden.