

Zeitschrift:	Mitteilungen der Schweizerischen Entomologischen Gesellschaft = Bulletin de la Société Entomologique Suisse = Journal of the Swiss Entomological Society
Herausgeber:	Schweizerische Entomologische Gesellschaft
Band:	53 (1980)
Heft:	4
Artikel:	Eine neu konzipierte Auswaschanlage zur Gewinnung von Bodenarthropoden
Autor:	Bieri, M. / Delucchi, V.
DOI:	https://doi.org/10.5169/seals-401969

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: 20.02.2026

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

Eine neu konzipierte Auswaschanlage zur Gewinnung von Bodenarthropoden

M. BIERI und V. DELUCCHI

Institut für Phytomedizin der ETH, ETH-Zentrum, CH-8092 Zürich

A new flotation method to extract arthropods from soil samples – The prototype of an extractor of soil arthropods through flotation has been constructed. The extractor consists of a container where the soil sample is broken down (fig. 1 and 2), a funnel for the collection of the soil arthropods, and a vibrator. The sample, which has been preserved at -20°C, is thawed and placed in the upper part of the container in a detergent solution (sodiumhexametaphosphate). The sample is broken down by means of vibrations and blowing compressed air into the container. The soil arthropods float, and with continued addition of detergent they overflow into a collar leading to a funnel provided with filter paper. About 36 soil samples can be processed in one working day. The efficiency of the new method has been compared with the flotation method of NEWMAN (1971) and the Macfadyen method used by BIERI *et al.* (1978). The results obtained show that the new flotation method is more efficient and less time-consuming than the NEWMAN method, and is complementary to the Macfadyen.

Der Bodenbiologe möchte aus einer Bodenprobe alle darin enthaltenen Organismen in einem identifizierbaren Zustand gewinnen. Obwohl in den letzten Jahrzehnten die Auslesemethoden beträchtlich verbessert wurden, bleiben die Extraktionsergebnisse immer noch unbefriedigend.

Die zur Gewinnung von Bodenorganismen bekannten Verfahren lassen sich entweder zu den mechanischen oder zu den dynamischen einordnen. Beim dynamischen Verfahren werden u.a. Berlese-Tullgren- und Macfadyen-Apparate eingesetzt. Diese haben zwei Hauptnachteile: die Bodenproben müssen sofort verarbeitet werden, und es werden nur die mobilen Stadien der Organismen erfasst. Die Hauptvorteile liegen im bescheidenen Zeitaufwand für die Verarbeitung der Bodenproben und im ausgezeichneten Zustand der gewonnenen Organismen, was ihre Bestimmung erleichtert. Beim mechanischen Verfahren werden Auswaschapparate eingesetzt, wie z.B. diejenigen von LADELL (1936), SALT & HOLLIK (1944), EDWARDS & HEATH (1962) sowie von NEWMAN (1971). Die Hauptnachteile der Auswaschmethoden liegen in der Komplexität des Auswaschvorganges und im grossen Zeitaufwand, in der Rekrutierungsschwierigkeit von geeignetem Personal und im oft schlechten Zustand der gewonnenen Bodenorganismen, welche schwer zu identifizieren sind. Die Hauptvorteile des Verfahrens bestehen in der Möglichkeit der beliebig langen Aufbewahrung der tiefgefrorenen Bodenproben, in der Erfassung aller Entwicklungsstadien eines Organismus (mobil und nicht mobil) und in der Möglichkeit, schwere Böden untersuchen zu können, für welche die dynamischen Verfahren nicht immer geeignet sind.

Jede Methode hat Vor- und Nachteile, und keine ist allein befriedigend. Als Ergänzung zum Macfadyen (BIERI *et al.*, 1978) wurde versucht, eine neu konzipierte Auswaschapparatur zu konstruieren. Sie ist in den folgenden Seiten beschrieben.

DER APPARAT

Eine Auswascheinheit (Fig. 1 und 2) besteht aus 3 Teilen: einem Auswaschgefäß, einer Einrichtung zum Empfang der gewonnenen Bodenorganismen und einem Vibrator. Jede Einheit ist an einer Einrichtung angeschlossen, welche die nötige

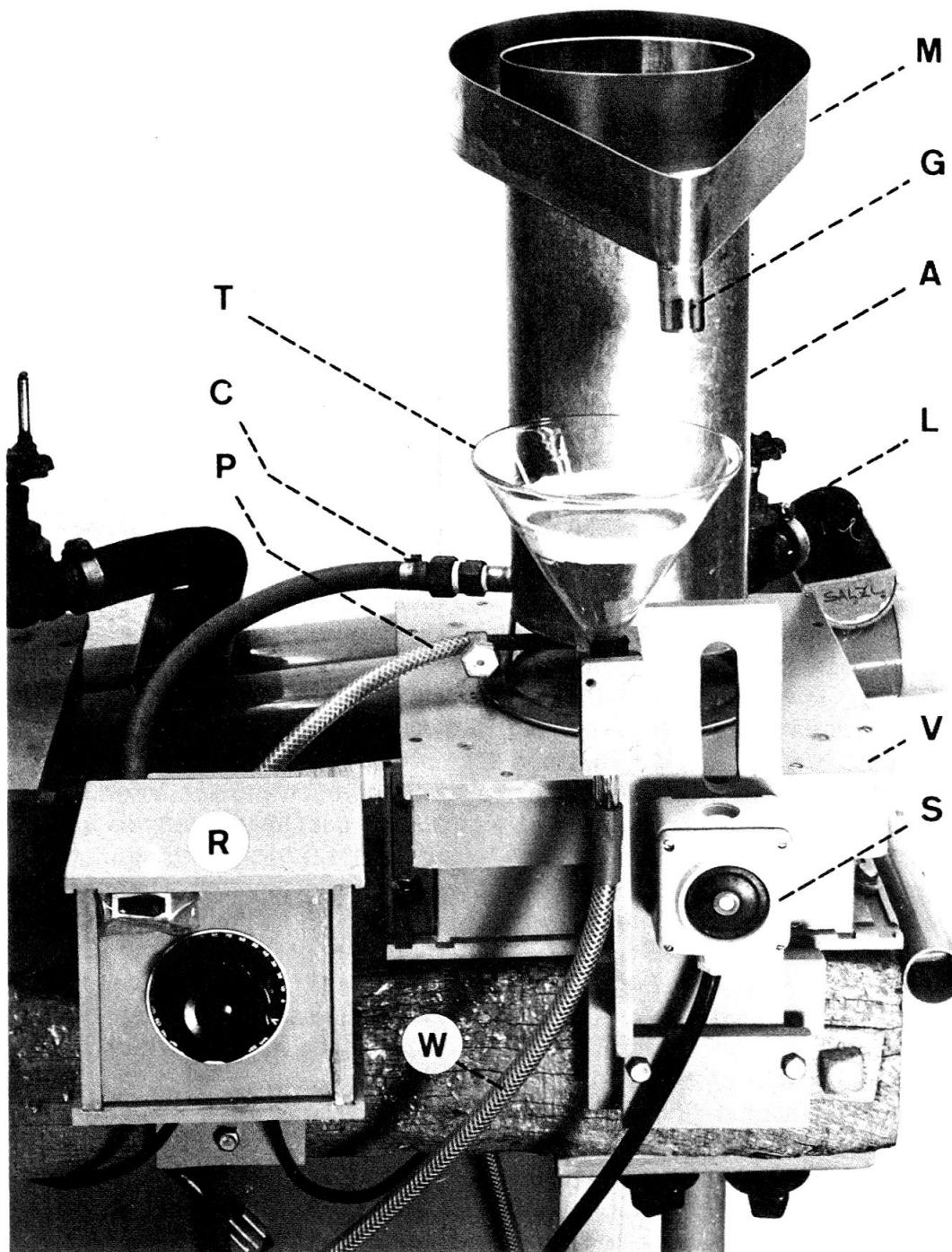


Fig. 1: Frontale Ansicht einer Auswascheinheit (A, Auswaschgefäß; M, Auffangmanschette; G, Ausguss; C und P, Rohre für die Zufuhr von Dispergierungslösung bzw. von Pressluft; V, Vibrator; R, Spannungsregler; L, Ablauf; S, Schalter für Ventil zu Vakuumkammer; W, Schlauch der Wasserstrahlpumpe).

Dispergierungslösung, die Pressluft und das Abspülwasser liefert. Bei der vorliegenden Auswaschanlage (Fig. 11) sind vier solche Einheiten auf einer waagrecht liegenden Eisenbahnschwelle (Fig. 4, B) montiert, welche ihrerseits von zwei Eisenstützen getragen wird. Die Oberkante der Schwelle ist 80 cm, diejenige der Auswaschgefässer sind 130 cm hoch über dem Boden, was eine einfache Bedienung der ganzen Anlage sowie eine gute Überwachung des Extraktionsprozesses ermöglicht.

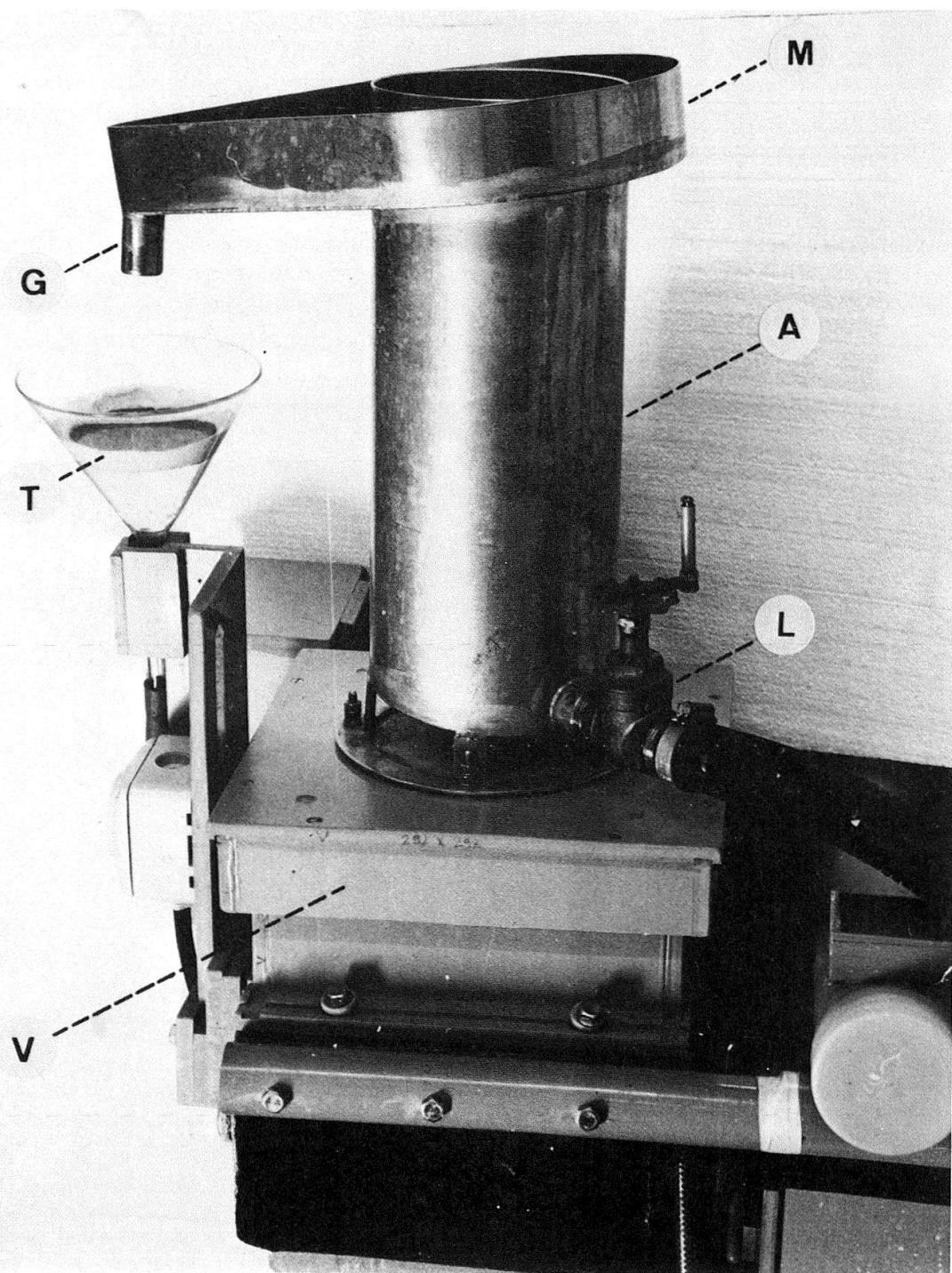


Fig. 2: Laterale Ansicht einer Auswascheinheit (A, Auswaschgefäß; M, Auffangmanschette; L, Ablauf; G, Ausguss; T, Trichter; V, Vibrator).

Das Auswaschgefäß (Fig. 1 und 2)

Der Auswaschvorgang geschieht in einem eigens dazu konstruierten Spezialgefäß (in der Folge Auswaschgefäß genannt) aus 1 mm starkem Chromstahlblech, welches weitgehend gegen mechanische und chemische Einflüsse resistent ist. Das Auswaschgefäß (Fig. 1 und 2, A) ist ein runder, senkrecht stehender Hohlzylinder mit einem Innendurchmesser von 150 mm und einer mittleren Innenhöhe von 360 mm. Nach oben ist das Gefäß offen. Die Abschlusskante der Öffnung bildet somit einen waagrecht liegenden Kreis von gleichem Innendurchmesser wie das Gefäß. Die Abschlusskante ist von innen her gegen aussen schräg ansteigend angefeilt, damit die schwimmenden Tiere leichter mit der überlaufenden Flüssigkeit beim Abdekantieren mitgeschwemmt werden.

In einer mittleren Entfernung von 50 mm unterhalb der Abschlusskante ist rund um das Gefäß eine 20 bis 30 mm breite und 50 mm hohe, nach vorne «schnabelförmig» verlängerte Chromstahlmanschette (Fig. 1 und 2, M) angebracht, welche die überlaufende Flüssigkeit beim Abdekantieren auffängt und nach vorne in den Ausguss (Fig. 1 und 2, G) leitet. Ihr Gefälle gegen den Ausguss beträgt 20%. Die Länge des «Schnabels» beträgt 150 mm. Der Ausguss ist ein

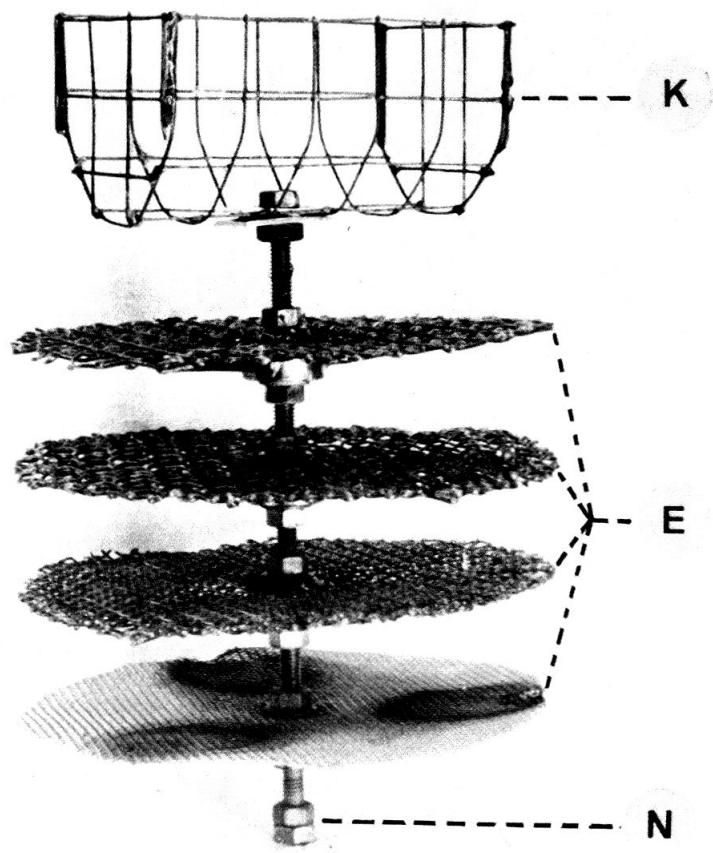


Fig. 3: Siebeinsatz (E) mit dem Korb (K) (N, Basis der zentralen Gewindestange, die auf einem zylindrischen Nocken in der Bodenmitte des Auswaschgefäßes steht).

Chromstahlrohr mit einem Innendurchmesser von 22 mm. Oben ist er bündig mit dem Manschettenboden verschweisst und setzt sich unterhalb der Manschette 40 mm senkrecht nach unten fort. An seinem unteren Ende wird das Auswaschgefäß durch einen flachen Chromstahlboden abgeschlossen, welcher ebenfalls ein Gefälle von 20% aufweist. An seiner tiefsten Stelle ist der Ablauf (Fig. 1 und 2, L) mit einem Innendurchmesser von 30 mm eingelassen. Durch ihn wird die verunreinigte Flüssigkeit abgelassen und anschliessend die aufgelöste Erde aus dem Gefäß gespült (Fig. 11). In der Mitte des Bodens des Auswaschgefäßes ist ein flacher, zylindrischer Nocken von 20 mm Durchmesser und 10 mm Höhe aufgeschweisst. Auf ihm steht die zentrale Gewindestange (Fig. 3, N) des Siebeinsatzes (Fig. 3, E). Der Siebeinsatz besteht aus 4 waagrecht liegenden Sieben, welche den ganzen Querschnitt des Auswaschgefäßes ausfüllen und von oben nach unten eine abnehmende Maschenweite (9, 7, 5 und 2 mm) aufweisen. Oberhalb der Siebe ist ein Korb (Fig. 3, B) fixiert, der die Bodenprobe empfängt. 10 mm neben dem Nocken ist von unten her durch den Boden des Auswaschgefäßes ein Kupferrohr von 7 mm Innendurchmesser eingeführt, welches in ein waagrecht liegendes, U-förmiges Endstück (Fig. 6, P) mündet. Seine beiden Enden sind vorne luftdicht verlötet. Auf der Unterseite dieses U-förmigen Stückes befinden sich gleichmäßig verteilt 8 Löcher von 1 mm Durchmesser, durch welche die Pressluft (Fig. 1, P) während des Extraktionsprozesses in die Auswaschlösung eingeblasen wird. Als Dispergierungslösung wird eine Calgonlösung (Natriumhexametaphosphat, spez. Gewicht 1,1) verwendet; die Einlassöffnung (Fig. 5, I) für ihre Zufuhr befindet sich seitlich 10 mm über dem Boden des Auswaschgefäßes. Die Mündung des Zuführrohrs für die Dispergierungslösung (Fig. 1, C) (16 mm Innendurchmesser) ist vollständig bündig mit der Gefässwand verschweisst.

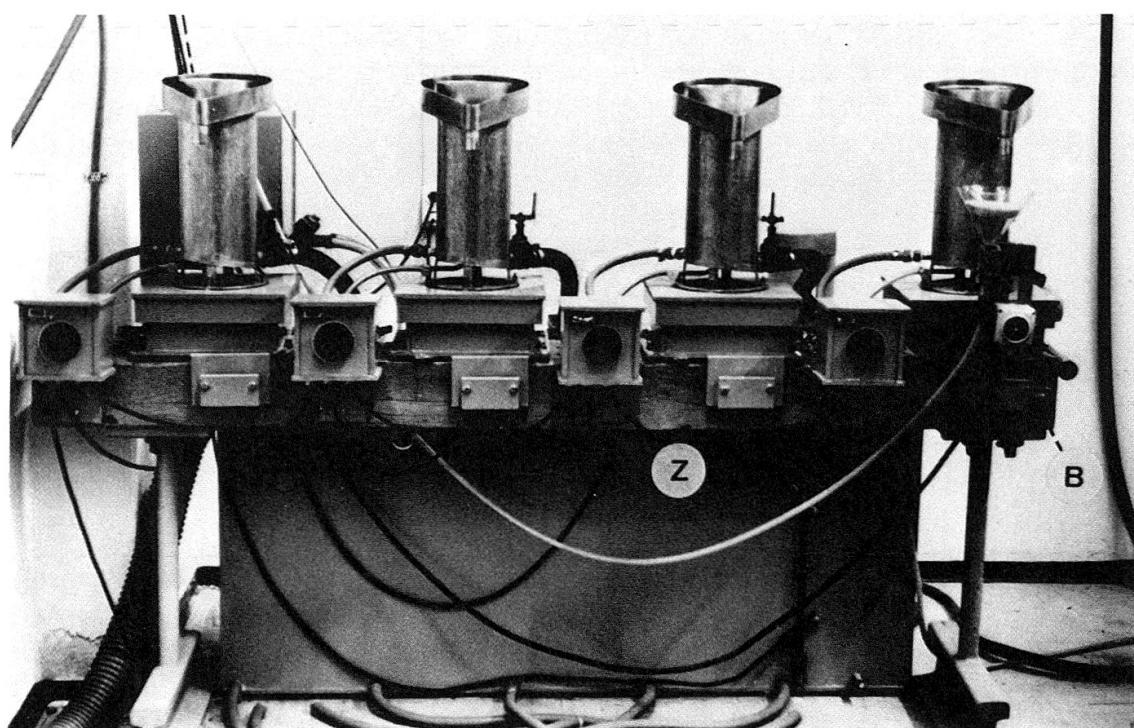


Fig. 4: Frontale Ansicht einer Auswaschanlage mit 4 Einheiten (B, Eisenbahnschwelle; Z, Klär- und Absetztank).

Der Vibrator (Fig. 1 und 2, V)

Das Auswaschgefäß ist fest auf einem speziell dafür konstruierten Vibrator montiert, welcher mit einer Frequenz von 50 Hz vertikal vibriert. Die Stärke der Vibration (Amplitude) kann über einen Transformer (Spannungsregler) (Fig. 1, R) reguliert werden.

Der Empfänger der gewonnenen Bodenarthropoden

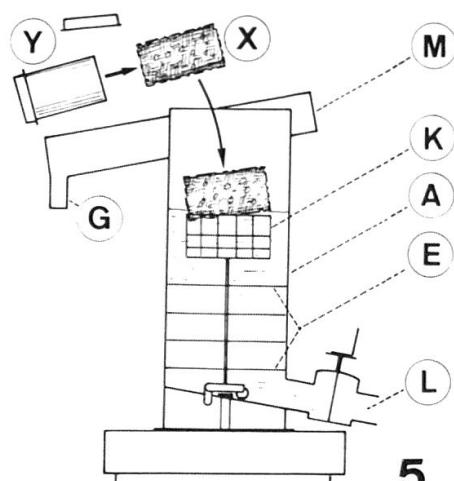
Er besteht aus einem Glastrichter (Fig. 1 und 2, T), in welchem die Dispergierungslösung mit den Tieren nach dem Abdekantieren aufgefangen wird. Er lässt sich durch einen einfachen Handgriff unter dem Ausguss jedes Auswaschgefäßes anbringen. Die Tiere werden dort auf einem Filterpapier (Vliesenpapier 40 g/m²) aufgefangen, welches jeweils auf eine waagrecht im Trichter angeleimte, perforierte PVC-Platte (Fig. 8, T) gelegt wird. Die Dispergierungslösung und das Spülwasser werden unten im Trichter mit einer Wasserstrahlpumpe über einen Schlauch (Fig. 1, W) in eine 2teilige Vakuumkammer (Fig. 11, O) abgesaugt.

Das Rückgewinnungssystem für die Auswaschlösung

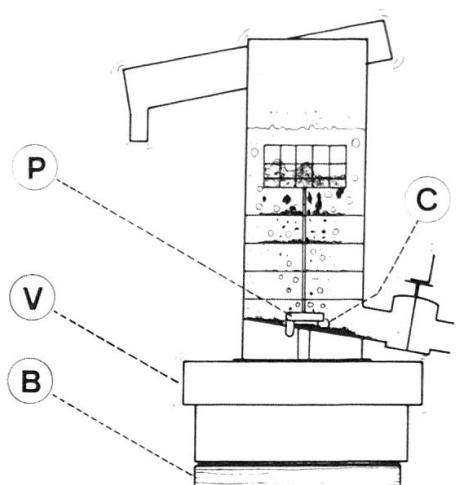
Die Extraktion von Bodenorganismen erfordert grosse Mengen an Dispergierungslösung. Man rechnet mit ca. 10 l Lösung pro Probe. Ein einmaliger Gebrauch der Dispergierungslösung käme nicht nur zu teuer zu stehen, sondern wäre mit einer zu grossen Phosphatbelastung des Abwassers verbunden. Aus diesen Gründen ist die Anlage so konstruiert worden, dass die zur Extraktion verwendete Lösung wieder zurückgewonnen werden kann. Die Dispergierungslösung wird über ein getrenntes Sammelsystem in den Reinigungs- und Absetztank geleitet. Das zum Abspülen und zur Reinigung von Auswaschgefäß und Trichter benötigte Wasser gelangt direkt in die Kanalisation (Fig. 11, L und F). Im Klär- und Absetztank (Fig. 4, Z) fliesst die Lösung durch verschiedene Kammern, in welchen die Lehm- und Schlickpartikelchen sich langsam setzen können. In der letzten Kammer hat die Lösung einen so hohen Reinheitsgrad, dass sie für die Extraktion von Bodenorganismen wieder verwendet werden kann. Von dort aus wird sie wieder in das Reservoir (Fig. 11, D) hinauf gepumpt, in welchem sich die saubere, zur Extraktion bestimmte Dispergierungslösung befindet. Da das Rückgewinnungssystem der Auswaschlösung auf sehr verschiedene Weise verwirklicht werden kann, wird hier auf eine genaue Beschreibung der einzelnen Details bewusst verzichtet.

DER AUSWASCHVORGANG (Fig. 5-10)

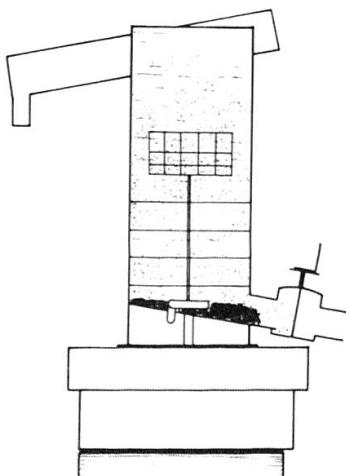
Zur Extraktion der Bodentiere wird die aufgetauten (bei -20°C aufbewahrte) Bodenprobe in den Korb (Fig. 5, K) oberhalb des Siebeinsatzes gelegt. Danach wird das Auswaschgefäß bis knapp über den Korb von unten her (Fig. 1, C) mit Dispergierungslösung aufgefüllt. Anschliessend wird von unten her Pressluft (Fig. 6, P) in das Auswaschgefäß so eingeblasen, dass ein mässiger Luftstrom durch die Dispergierungslösung aufsteigt. Gleichzeitig wird der Vibrator in Betrieb gesetzt. Die Vibration und die aufsteigenden Luftblasen bewirken, dass die



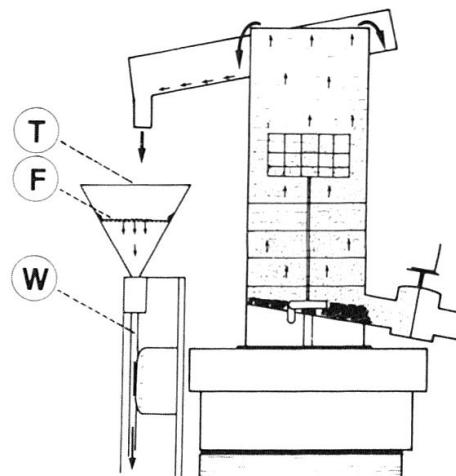
5



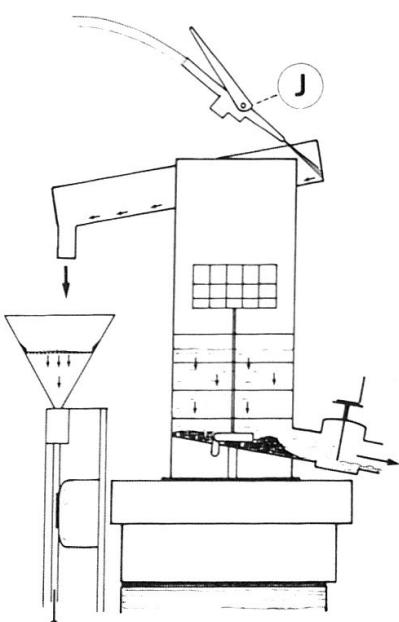
6



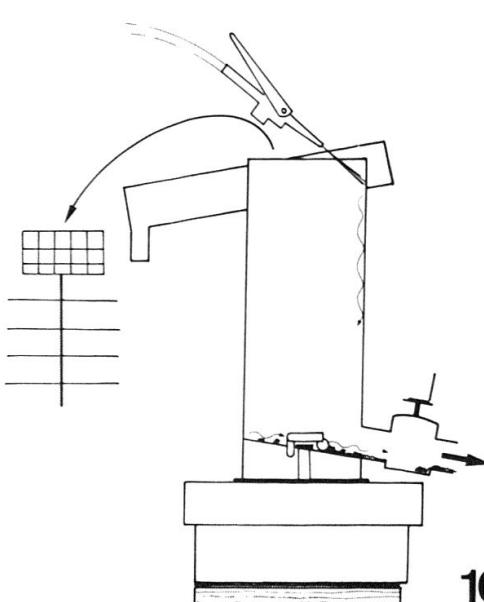
7



8



9



10

Fig. 5-10: Auswaschvorgang. Vorbereitung (5), Auflösung der Probe (6), Auffüllen mit Dispergierungs-lösung (7), Dekantierung und Filtrierung (8), Abspülen und Reinigung (9-10) (A, Auswaschgefäß; B, Eisenbahnschwelle; C und P, Rohre für die Zufuhr der Dispergierungslösung bzw. der Pressluft; E, Siebeinsatz; F, Filterpapier; G, Ausguss; J, Abspülgerät; K, Korb; L, Ablauf; M, Auffangmanschette; T, Trichter; V, Vibrator; W, Schlauch zur Vakuumkammer; X, Bodenprobe; Y, PVC-Zylinder mit Deckeln).

Bodenprobe langsam und schonungsvoll aufbricht, brockenweise durch die verschiedenen feinen Siebe (Fig. 6) fällt und auf diese Weise von oben nach unten in immer feinere Partikel aufgelöst wird. In der Regel ist die Bodenprobe nach 10 min vollständig aufgelöst. Nach Auflösung der Bodenprobe werden Luftzufuhr und Vibration eingestellt und das Auswaschgefäß bis an seine obere Kante mit Dispergierungslösung aufgefüllt. Die Lösung muss in diesem Zustand weitere 10 min ruhig stehen, damit Lehm- und Schlickteilchen sich setzen. Anschliessend lässt man zum dritten Mal in das Auswaschgefäß sorgfältig Dispergierungslösung einströmen (Fig. 7). Dabei muss beachtet werden, dass im Gefäß keine Turbulenz entsteht und die oberste Schicht der Dispergierungslösung sich gleichmässig über den Gefäßrand in die Auffangmanschette (Fig. 8 und 1, M) ergiesst. Die Tiere werden mitgeschwemmt und gelangen durch den Ausguss auf das Filterpapier im Auffangtrichter (Fig. 8 und 1, T). Dieser Abdekantierungsprozess wird einige Male wiederholt, bis die Gewissheit besteht, dass sich auf der Oberfläche der Dispergierungslösung keine Organismen mehr befinden. Die Lösung lässt man danach aus dem Auswaschgefäß in den Klär- und Absetztank fliessen (Fig. 9). Die Auffangmanschette des Auswaschgefäßes sowie die Wände des Auffangtrichters werden anschliessend mit Leitungswasser gut abgespült (Fig. 9), um Gewähr zu haben, dass alle extrahierten Tiere auf das Filterpapier gelangen. Zuletzt werden Auswaschgefäß und Siebeinsatz mit dem Korb gründlich gespült und gereinigt (Fig. 10).

Die gewonnenen Organismen werden mit destilliertem Wasser gründlich gespült, um von ihnen die Rückstände der Dispergierungslösung zu entfernen. Diese Nachspülung der Tiere ist notwendig, weil die an der Körperoberfläche haftenden Reste der Dispergierungslösung während der Aufbewahrung schwer zu entfernende Beläge bilden, was manchmal eine Bestimmung der Tiere unmöglich macht. Das Filterpapier mit den daraufliegenden Tieren wird mit einer Pinzette sorgfältig aus dem Trichter entfernt, zweimal gefaltet und in einem Röhrchen mit 70% Alkohol oder Isopropanol konserviert. Die Auszählung der Tiere kann dann in einer Petrischale vorgenommen werden.

EFFIZIENZTEST

Um Anhaltspunkte über die Effizienz der Auswaschanlage zu erhalten, wurden Extraktionsresultate mit denjenigen anderer Extraktionsverfahren verglichen. Je 12 (1979) resp. 14 (1980) Bodenproben vom gleichen Quadratmeter desselben Standortes wurden mit der Auswaschanlage nach NEWMAN (1971), dem Macfadyen-Apparat (BIERI *et al.*, 1978a) und der neuen Auswaschanlage extrahiert. Die 36 bzw. 42 Proben ($273 \text{ cm}^3/\text{Probe}$) wurden am gleichen Tag in Oberwil (BL) mit einer speziellen Bodensonde (BIERI *et al.*, 1978b) entnommen. Die Proben stammten aus der obersten Bodenschicht (10 cm tief). Jede Probe wurde zufällig einem Extraktionsverfahren zugeordnet. Zwei Stunden nach der Probeentnahme wurden 12 resp. 14 Bodenproben in den Macfadyen-Apparat in Zürich gegeben, während die beiden anderen Serien bei -20°C eingefroren wurden. Beim Macfadyen-Verfahren wurden die Bodenproben zerbröckelt in den Zylinder eingefüllt; die Erdschicht über dem Sieb war damit ca. 4 cm dick. Der Hygrostat wurde auf 10% rel. Luftfeuchtigkeit und die Temperaturen auf 29°C und 23°C (1979) resp. 35°C und 25°C (1980) für die Probenoberseite bzw. -unterseite eingestellt. Die Extraktionsdauer betrug 7 Tage.

Die Proben für die Extraktion nach der Methode von NEWMAN (1971) wurden in gefrorenem Zustand nach England transportiert und erst unmittelbar vor der Extraktion aufgetaut. Diese wurde mit der Originalanlage in England vorge-

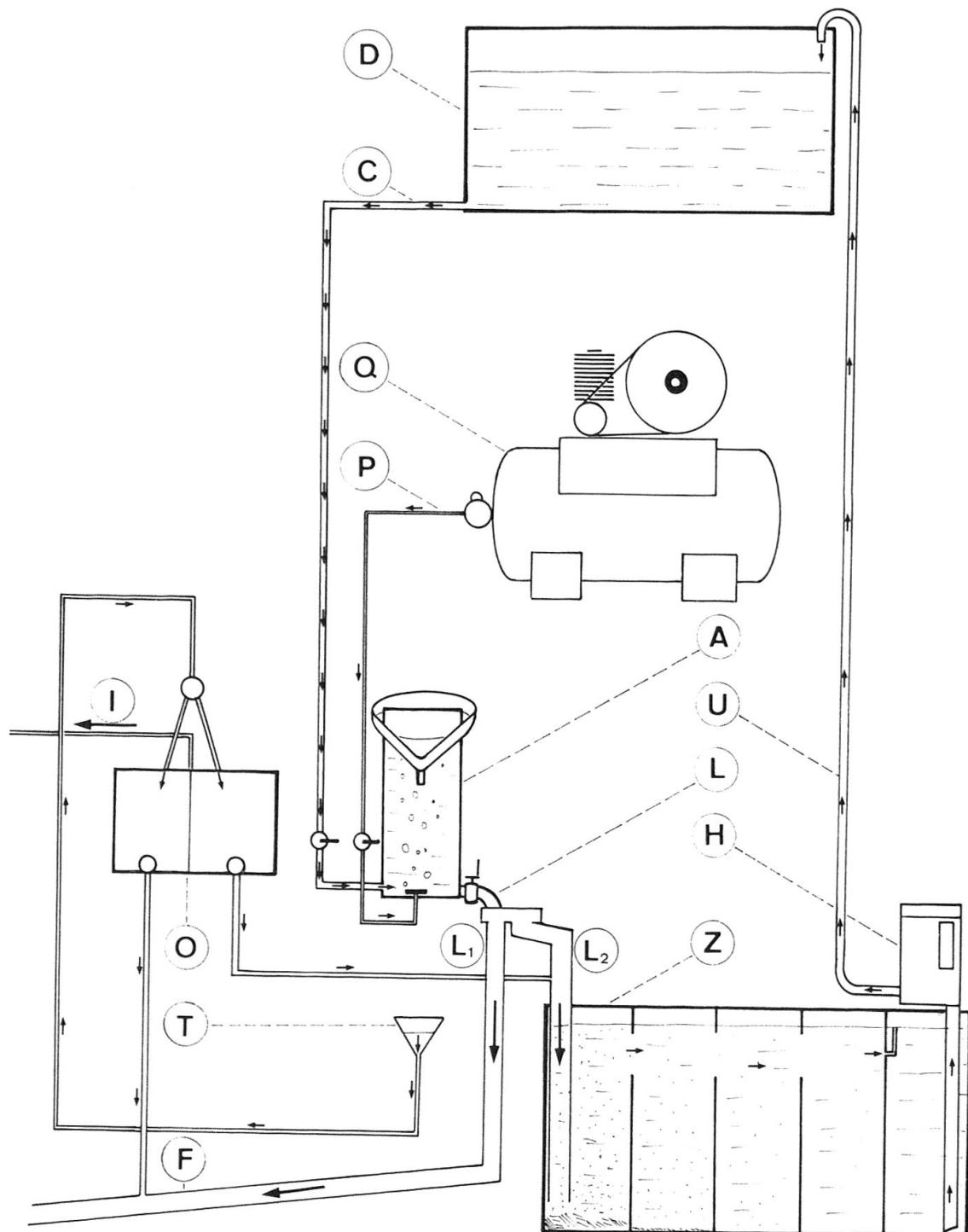


Fig. 11: Auswaschanlage (schematisiert) (A, Auswaschgefäß; C, Rohr für die Zufuhr der Dispergierungslösung; D, Tank mit Dispergierungslösung; F, Abwasserrohr; H und U, Pumpe bzw. Rohr für die Rückgewinnung der Dispergierungslösung; I, Vakuum; L, Ablauf; L₁ und L₂, Abläufe ins Abwasser bzw. in den Absetztank; O, zweiteilige Vakuumkammer; P, Rohr für die Zufuhr von Pressluft; Q, Pressluft-Kompressor; Z, Absetztank).

Tab. 1: Ergebnisse und statistische Auswertung von drei Extraktionsverfahren für Bodenarthropoden¹ (Extraktion von Oktober 1979) (NEW: Auswaschverfahren nach NEWMANN (1971); FLZ: Auswaschverfahren, Institut für Phyto-medizin, ETH, Zürich; MFZ: Macfadyen-Apparat, Institut für Phyto-medizin, ETH, Zürich)

Einzelwerte aus Bodenproben													Effizienz
COLLEMBOLA (total):													
NEW	7	19	20	16	18	23	19	8	4	14	22	4	
FLZ	66	59	35	90	59	35	75	45	25	41	62	62	MFZ=FLZ>NEW
MFZ	74	38	56	89	68	36	65	34	97	61	87	46	
Onychiuridae:													
NEW	1	12	12	6	11	8	10	6	2	11	12	1	
FLZ	14	21	13	21	18	16	40	28	17	7	11	20	FLZ>MFZ>NEW
MFZ	9	11	8	12	10	16	11	70	12	6	4	11	
Isotomidae:													
NEW	3	5	4	9	4	12	9	2	1	3	9	3	
FLZ	46	36	23	69	39	19	32	17	8	33	47	40	FLZ=MFZ>NEW
MFZ	50	25	37	61	49	18	45	25	68	45	69	35	
ACARI (total):													
NEW	14	19	12	20	5	6	16	5	7	16	12	5	
FLZ	48	16	25	35	19	11	19	23	7	18	17	25	MFZ>FLZ>NEW
MFZ	40	43	27	46	30	25	34	39	52	45	73	51	
Mesostigmata:													
NEW	4	8	3	8	2	4	6	4	5	6	6	5	
FLZ	21	7	6	16	10	7	10	4	6	5	7	13	MFZ=FLZ>NEW
MFZ	12	7	4	14	8	11	6	3	15	11	15	17	
Oribatida:													
NEW	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	
FLZ	0	1	0	2	0	0	0	3	1	0	1	1	MFZ>FLZ=NEW
MFZ	10	7	3	4	5	1	5	14	5	5	7	3	

¹ Bei den Sminthuridae, Poduridae, Entomobryidae, Coleoptera, Diptera und den Myriapoda lassen die zu kleinen Zahlen keine statistische Auswertung zu

nommen. Die extrahierten Tiere wurden in 70%igem Alkohol konserviert. Die Proben für die Extraktion in der Auswaschanlage von Zürich wurden unmittelbar vor der Verarbeitung aufgetaut und in der vorangehend beschriebenen Weise behandelt. Die gewonnenen Tiere wurden bis zur Auszählung in Isopropanol aufbewahrt. Die Ergebnisse dieses Vergleichs sind in den Tab. 1 und 2 dargestellt. Aus diesen Ergebnissen ist ersichtlich, dass die hier beschriebene Auswaschmethode (FLZ) durchaus den gewünschten Anforderungen entspricht und eine zufriedenstellende Ausbeute an Bodentieren erbringt. Gegenüber der Methode von NEWMAN (1971) ist das konzipierte Auswaschverfahren mit Vibratoren viel einfacher und bezüglich Ausbeute deutlich überlegen. Im Vergleich zur Macfadyen-Methode (MFZ) ist die Effizienz der Auswaschmethode mit Vibration bei den Onychiuridae höher und bei den Isotomidae und Mesostigmata ebenbürtig.

Tab. 2: Ergebnisse und statistische Auswertung von drei Extraktionsverfahren für Bodenarthropoden¹ (Extraktion von September 1980) (NEW: Auswaschverfahren nach NEWMAN (1971); FLZ: Auswaschverfahren, Institut für Phytomedizin, ETH, Zürich; MFZ: Macfadyen-Apparat, Institut für Phytomedizin, ETH, Zürich)

Einzelwerte aus Bodenproben															Effizienz
COLLEMBOLA (total):															
NEW 113 111 101 75 73 62 46 41 40 38 34 32 26 19															
FLZ 225 183 141 112 111 109 96 73 70 65 58 58 48 46	FLZ>MFZ=NEW														
MFZ 108 92 83 69 61 58 50 49 48 47 39 32 25 24															
Onychiuridae:															
NEW 100 94 87 62 54 51 43 38 35 31 27 23 19 13															
FLZ 183 108 105 91 86 79 69 57 57 51 50 47 42 41	FLZ>MFZ=NEW														
MFZ 73 71 59 52 45 40 40 36 35 33 25 25 18 15															
Isotomidae:															
NEW 17 17 11 11 10 10 9 7 5 5 3 3 3 2															
FLZ 71 41 29 27 24 19 19 18 16 11 6 6 5 4	FLZ=MFZ>NEW														
MFZ 32 19 18 14 13 12 11 11 10 10 9 7 6 6															
ACARI (total):															
NEW 28 20 19 17 14 13 13 13 12 12 11 10 5 5															
FLZ 80 59 53 50 44 43 40 35 34 32 28 28 28 26	MFZ>FLZ>NEW														
MFZ 76 75 74 69 65 57 53 53 52 51 44 36 34 33															
Mesostigmata:															
NEW 18 14 14 12 12 9 9 8 8 7 7 6 4 2															
FLZ 27 22 21 21 17 15 13 12 11 11 10 9 8 7	MFZ=FLZ>NEW														
MFZ 29 29 26 26 24 21 19 18 16 15 12 11 8 6															
Oribatida:															
NEW 2 1 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0															
FLZ 9 6 5 5 4 4 2 2 1 1 1 1 0 0 0	MFZ>FLZ>NEW														
MFZ 22 12 12 11 10 9 8 7 7 6 5 4 3 0															

¹ Bei den Sminthuridae, Poduridae, Entomobryidae, Coleoptera, Diptera und den Myriapoda lassen die zu kleinen Zahlen keine statistische Auswertung zu

Wie zu erwarten war, ist die Auswaschmethode mit Vibration der Macfadyen-Methode bezüglich der Ausbeute von Acari im allgemeinen unterlegen.

Leider enthielten die einzelnen Proben zu wenige Individuen von Sminthuridae, Poduridae, Entomobryidae, Uropodina, Myriapoda, Coleoptera und Diptera, so dass bei diesen Gruppen keine statistische Prüfung der Ergebnisse vorgenommen werden konnte. Im vorliegenden Vergleichsversuch wurde die «Qualität» der Tiere, d.h. ihr Zustand bezüglich ihrer Bestimmbarkeit, nicht geschätzt. Man gewann aber dabei den Eindruck, dass die mit dem Macfadyen-Verfahren extrahierten Tiere am besten erhalten sind. Die mit der Vibrationsauswaschmethode extrahierten Tiere schienen im allgemeinen in einem besseren Zustand als diejenigen, welche nach der Methode von NEWMAN (1971) gewonnen wurden.

Tab. 3: Vergleich der Ausbeute an Arthropoden bei zwei Auswaschungsverfahren, Durchschnitte von 10 Bodenproben aus Bülach (ZH)

	Auswaschung mit Vibration	Hand- auswaschung
Collembola	96	134
Milben	20	3
andere Arthropoden	15	12
Total	131	149

Kurz nachdem die vorliegende Auswaschanlage fertiggestellt war, versuchte man, den Arbeitsaufwand pro Probe und somit die Leistungsfähigkeit der Anlage abzuschätzen. Anhand von einigen Testläufen und den inzwischen gesammelten Erfahrungen muss man bei der Anlage von folgenden Werten ausgehen:

Für das Ansetzen der Probe: ca. 1 min

Abdekantieren und Spülen: ca. 2 min

Reinigung des Gefäßes: ca. 2 min.

Der Arbeitsaufwand pro Probe beträgt somit ca. 5 Minuten. Beim routine-mässigen Auswaschen von grösseren Serien konnten 4 Proben im Durchschnitt in 45–50 min extrahiert werden, wobei die 10 min für die Auflösung der Probe in der Dispergierungslösung und die 10 min Absetzzeit keine Arbeit erfordern. Pro Tag werden von einer Person gegen 36 Proben verarbeitet. Die Auswaschungsmethode mit Vibration wurde zusätzlich gegenüber der Handauswaschung getestet. Bei der Handauswaschung wurde die Bodenprobe in einer Schale mit Dispergierungslösung (spez. Gew. 1,1) aufgelöst, mehrmals aufgerührt und stehengelassen, dann in 10–12 kleine Auszählschalen umgegossen, wo nach Tieren unter dem Binokular gesucht wurde. Die Resultate sind in Tab. 3 zusammengefasst. Wenn man annimmt, dass die Handauswaschung die höchste Ausbeute liefert, dann ist die Effizienz der Auswaschungsmethode mit Vibration ca. 88%. Man kann den Wirkungsgrad dieser Methode erhöhen, indem man 2mal abdekantiert (d.h. 10–15 min stehenlassen und Dispergierungslösung erneut zuführen) und anschliessend ein zweites Mal abwäscht (d.h. den Bodensatz des Auswaschgefäßes in einen Kessel ablässt und wieder mit Vibration, Pressluft und Dispergierungslösung behandelt): nach diesen zusätzlichen Behandlungen ist die Ausbeute an Arthropoden ungefähr gleich gross wie nach einer Handauswaschung und 11,1 bis 14,5% grösser als nach einem einfachen Abdekantieren (Tab. 4).

Tab. 4: Ausbeute an Arthropoden nach einem bzw. zwei Abdekantieren und nach einer zweiten Auswaschung der Bodenprobe, Durchschnitte von 6 Proben (Bülach, ZH = sandiger Lehm; Oberwil, BL = Lössboden)

Standort	1. Abdekantieren	2. Abdekantieren	2. Auswaschung
Bülach (ZH)	85,5%	7,6%	6,9%
Oberwil (BL)	88,9%	4,2%	6,9%

SCHLUSSBEMERKUNGEN

Die hier beschriebene Auswaschanlage für die Gewinnung von Bodenarthropoden ergänzt in wichtigen Bereichen die Macfadyen-Methode. Dies gilt vor allem für die Erhebung unbeweglicher Stadien wie Eier, Puppen und diapausierender Formen. Ein grosser Vorteil des Auswaschverfahrens besteht in der beliebig langen Lagerung der Bodenproben bei -20°C. Die aus irgendwelchen Gründen nicht sofort im Macfadyen-Apparat verarbeiteten Proben gehen auf diese Weise nicht verloren. Bei der vorliegenden Auswaschmethode wurde absichtlich auf eine zusätzliche Trennung der Pflanzenrückstände und der Tiere mittels einer zweiphasigen Benetzung (NEWMAN, 1971) verzichtet, einerseits, weil in Ackerböden im allgemeinen geringe Mengen von pflanzlichen Verunreinigungen vorkommen, andererseits, weil die zur zweiphasigen Benetzung verwendeten Lösungen hoch toxisch sind. Möglicherweise ist die heute verwendete Dispergierungslösung (Calgon) und deren Dichte von 1,1 noch nicht ideal.

LITERATUR

- BIERI, M., DELUCCHI, V. & LIENHARD, C. 1978a. *Ein abgeänderter Macfadyen-Apparat für die dynamische Extraktion von Bodenarthropoden*. Mitt. Schweiz. Ent. Ges. 51: 119-132.
- BIERI, M., DELUCCHI, V. & LIENHARD, C. 1978 b. *Beschreibung von zwei Sonden zur standardisierten Entnahme von Bodenproben für Untersuchungen an Mikroarthropoden*. Mitt. Schweiz. Ent. Ges. 51: 327-330.
- EDWARDS, C.A. & FLETCHER, K.E. 1971. *A Comparision of Extraction Methods for Terrestrial Arthropods*. In: PHILLIPSON, J. (ed.) *Methods of Study in Qualitative Soil Ecology: Population and Energy Flow*, 150-185, IBP Handbook No. 18, Blackwell Scientific Publications, Oxford and Edinburgh, 287 pp.
- EDWARDS, C.A. & HEATH G.W. 1962. *An Improved Method for Extracting Arthropods from Soil*. Rep. Rothamsted Exp. Stn. 1959.
- LADELL, W.R.S. 1936. *A new Apparatus for Separating Insects and other Arthropods from the Soil*. Ann. appl. Biol. 23: 862-879.
- NEWMAN, J. 1971. *The Extraction of Arthropods from Soil by Flotation and Differential Wetting*. In: CHIARAPPA, L. (ed.) *Crop Loss Assessment Methods*, FAO - Manual on the Evaluation and Prevention of Losses by Pests, Diseases and Weeds, chap. 3.1.2, FAO & CAB.
- SALT, G. & HOLLIK, F.S.J. 1944. *Studies of Wireworms Populations. I. A Census of Wireworms in Pasture*. Ann. appl. Biol. 31: 52-64.
- VANNIER, G. 1970. *Techniques relatives à l'extraction des arthropodes du sol*. Edition CNRS, Rech. coop. sur Prog. du CNRS No 40, Paris, 259-319.