

## Versickerungsversuche mit Meteorwasser ab besensauberer Fahrsilofläche

### Versickerung von Siloabwässern

Werner Stauffer, Eidg. Forschungsanstalt für Agrikulturchemie und Umwelthygiene (FAC), CH-3097 Liebefeld-Bern  
 Fritz Bergmann und Rudolf Jakob, Eidg. Forschungsanstalt für Agrarwirtschaft und Landtechnik Tänikon (FAT), CH-8356 Tänikon

Die gewässerschutztechnischen Auflagen für den Umgang mit sogenannten Silosäften (Gärsäfte) sind seit langer Zeit klar und eindeutig. Solche Gärsäfte dürfen weder in Gewässer eingeleitet werden noch versickern.

Die Frage, wie gefährlich fast sauberes oder nur ganz leicht gärsaftkontaminiertes Meteorwasser – wie es während der Entnahmezeit von Fahrsiloplanzen anfällt – für das Grundwasser ist, konnten weder Experten noch die Literatur beantworten. Zur Klärung dieser Fragen startete die FAT gemeinsam mit der FAC 1992 eine Versuchsreihe mit verschieden stark verschmutzten Meteorwässern, die jeweils während

der Entnahmezeit vom Fahrsilo an der FAT gesammelt wurden. Da die ersten Resultate mit leicht gärsaftkontaminiertem Meteorwasser ernüchternd ausfielen und in der Praxis auch gärsaftfreies und nur sehr leicht verschmutztes Meteorwasser anfallen kann, wurden die Versuche mit solchem, scheinbar fast sauberem Regenwasser fortgesetzt. Aber auch bei diesen Versickerungsversuchen war die Filter- und Abbauwirkung des Bodens geringer als erwartet. In den Grundwasserschutz-zonen darf auch dieses Meteorwasser nicht kleinflächig versickern. Bei grossflächiger Verregnung (Beregnungsfläche etwa gleich gross wie Fahrsilo-Grundfläche) ist die Fil-

ter- und Abbauwirkung wesentlich wirksamer, so dass kaum eine Gefährdung des Grundwassers zu erwarten ist.

Inhalt	Seite
Problemstellung	2
Vorgaben	2
Versuchsanlage	2
Resultate	2
Erträge	3
Diskussion der Ergebnisse	3
Folgerungen für die Praxis	4



Abb. 1: Lysimeteranlage an der FAC in Liebefeld.



Abb. 2: Fahrsiloversuchsanlage an der FAT. Gut sichtbar ist der geringe Gärsaftanfall während der Entnahme von Silomais, der mit knapp 30% Trockensubstanzgehalt eingeführt wurde.

## Problemstellung

Unverschmutztes Regenwasser von Dächern und sauberen, befestigten, nicht überdachten Plätzen belastet weder Fließgewässer noch Grundwasser und darf direkt abgeleitet werden. Andererseits dürfen sogenannte Silosäfte (Gärsäfte) keinesfalls in eine Kanalisation, in einen Sickerschacht oder direkt in ein Gewässer eingeleitet werden (Wegleitung für den Gewässerschutz in der Landwirtschaft). Unklar ist der Bereich zwischen sauberem Meteorwasser und «Silosäften», das heisst für schwach bis mittel verschmutztes Meteorwasser, wie es von der Siloplatte beim Fahrsilo bei Regenfällen während der Entnahmephase anfällt.

## Vorgaben

In Vorversuchen wurde die **Versickerungsfläche** ermittelt. Dabei stellte sich heraus, dass bei einem Anfall von 10 l/min. sowohl im flachen als auch im leicht geneigten Gelände (ca. 5%) mit grasbewachsenem Boden nie eine grössere Fläche als etwa 4 m<sup>2</sup> benetzt wurde. Das Wasser versickert also sehr kleinflächig. Erst bei einem Anfall von über 20 Litern pro Minute sucht sich das Wasser grossflächig einen Weg über 20 m<sup>2</sup>. Solche intensive Niederschläge kommen nur sehr selten vor (über 15 mm Niederschlag/h). Der schlimmstmögliche Fall ist daher ein schwacher bis mittlerer Regen, da das relativ stark verunreinigte Wasser auf sehr kleiner Fläche versickert. Solche Verhältnisse entsprechen dem «Normalfall». Die im Lysimeter zu versickernde Menge Meteorwasser sollte daher pro Flächeneinheit identisch sein, wie wenn in der Praxis die gesamte Menge auf 4 m<sup>2</sup> versickert.

Für den Fall, dass sich die Filterwirkung des Bodens als ungenügend erweisen sollte, wurde als nächster Schritt ein Versuch mit simulierter «stationärer Verregnung» auf 100 m<sup>2</sup> Grasfläche geplant.

## Versuchsanlage

### 1. Lysimeter

Zylindrische, glasfaserverstärkte Polyestergefässe, 0,5 m<sup>2</sup> Oberfläche, 0,9 m Tiefe. Der verwendete Boden wurde am 28. Juli 1985 eingefüllt.

### 2. Boden (Tab. 1)

Sandiger Lehm (Gehalte in g/kg Bodentrockensubstanz)

### 3. Kultur

Dauerwiese (alte Standardmischung 330)

Tabelle 1: Boden

Tiefe	pH	org. C	org. N	Ton	Schluff	Sand
0 - 30 cm	6,8	17,7	2,31	170	270	560
30 - 90 cm	7,1	11,0	1,03	180	210	610

Tabelle 2: Sickerwasserbildung mit unterschiedlichen Mengen Meteorwasser ab besensauberer Fahrsilofläche

Versuchsnummer und Fläche	Versuchsdauer	Niederschlag während der Versuchsdauer	Zugeführte Meteorwassermenge	Sickerwasseranfall unter	
				Versuchsparz.	Nullparzelle ohne Meteorw.
1 4 m <sup>2</sup>	16.04.92- 29.04.92	50 mm	560 mm	559 mm	3,6 mm
2 100 m <sup>2</sup>	04.06.92- 25.06.92	45 mm	60 mm	0 <sup>1)</sup>	0
3 4 m <sup>2</sup>	21.01.93- 26.01.93	10,7 mm	225 mm	216 mm	6,1 mm
4 100 m <sup>2</sup>	21.01.93- 26.01.93	10,7 mm	30 mm	29 mm	6,1 mm

<sup>1)</sup> Die Sickerwasserproben von Versuch 2 wurden beim ersten Sickerwasseranfall nach dem Versuch im November 1992 entnommen.

## Resultate

### 1. Sickerwasser

Durch die Applikation von Meteorwasser entsteht mehr oder weniger Sickerwasser. Tabelle 2 zeigt, dass bei einer Versickerung auf 4 m<sup>2</sup> (Versuche 1 und 3) alles applizierte Wasser als Sickerwasser wieder zu finden ist. 80% versickern innerhalb eines Tages. Die zusätzliche zu versickernde Meteorwassermenge wurde aus der jeweils dem Versuch vorangehenden Regenperiode und der Niederschlagsmenge errechnet.

## 2. Inhaltsstoffe in Meteorwasser und Sickerwasser

**Tabelle 3: Versickern von Meteorwasser ab besensauberer Fahrsilofläche mit Gärtsaftbeimengung (Versickerung auf 4 bzw. 100 m<sup>2</sup>, Versuche 1 und 2)**

Chemische Parameter	Ausgangsmaterial	Sickerwasserproben		Nullparzelle	
		4 m <sup>2</sup>	100 m <sup>2</sup>	4 m <sup>2</sup>	100 m <sup>2</sup>
DOC <sup>1)</sup>	2130	1263	15,2	7,4	7,6
BSB5 mg O <sub>2</sub> /l <sup>2)</sup>	> 5000	2925	< 5,0	< 5,0	< 5,0
pH	4,6	5,4	6,7	7,7	7,3
Trockensubstanz %	0,56	0,31	0,06	0,01	0,02

<sup>1)</sup> Gelöster organischer Kohlenstoff

<sup>2)</sup> Biologischer Sauerstoffbedarf in fünf Tagen

**Tabelle 4: Versickern von Meteorwasser ab besensauberer Fahrsilofläche ohne Gärtsaftbeimengung (Versickerung auf 4 bzw. 100 m<sup>2</sup>, Versuche 3 und 4)**

Chemische Parameter	Ausgangsmaterial	Sickerwasserproben		Nullparzelle	
		4 m <sup>2</sup>	100 m <sup>2</sup>	4 m <sup>2</sup>	100 m <sup>2</sup>
DOC	210	82	7,2	5	5
BSB5 mg O <sub>2</sub> /l	370	96	< 5,0	< 5	< 5
pH	6,8	6,8	6,8	7,3	7,3
Trockensubstanz %	0,11	0,12	0,11	0,10	0,10

**Tabelle 5: Stickstoffanalysen in Meteorwasser ohne Gärtsaft und Sickerwasser aus den Versuchen 3 und 4 (Mittelwert von vier Wiederholungen)**

Untersuchte Parameter	N-total mg/l	NO <sub>3</sub> -N mg/l	NH <sub>4</sub> -N mg/l
Ausgangsmaterial	8,30	0,06	8,23
Sickerwasser (4 m <sup>2</sup> )	1,09	0,67	0,42
Sickerwasser (100 m <sup>2</sup> )	2,12	1,99	0,20
Nullparzelle	0,40	0,25	0,20

**Tabelle 6: Einfluss der Meteorwasseranwendung von besensauberer Fahrsilofläche auf den Ertrag von Dauergrünland (dt/ha). Mittelwert von vier Parzellen**

Versuchsnummer	1. Schnitt (%)		2. Schnitt (%)		3. Schnitt (%)		Total (%)	
	dt/ha	kg N/ha	dt/ha	kg N/ha	dt/ha	kg N/ha	dt/ha	kg N/ha
Versuch 1	54,0	132	54,6	273	40,5	297	149	201
Versuch 2	-	-	42,6	213	22,8	168	65	-
Nullparzelle	40,8	100	20,0	100	13,6	100	74	100

Der Stickstoff im Ausgangsmaterial liegt zur Hauptsache als Ammonium vor. Die Stickstoffgehalte reichen aus, um die Graserträge entsprechend zu beeinflussen.

### Erträge

Die Trockensubstanzerträge wurden nur in den Versuchen 1 und 2 ermittelt. Die verwendeten Lysimeter wurden in den letzten zwei Jahren nicht mehr gedüngt.

### Diskussion der Ergebnisse

Die «Filterwirkung» des Bodens ist wesentlich schlechter als erwartet. Beim Meteorwasser mit geringen Gärtsaftbeimengungen wurden die kritischen Inhaltsstoffe bei kleinflächiger Versickerung nicht einmal auf die Hälfte reduziert. Noch überraschender ist allerdings das Ergebnis bei den Versickerungsversuchen mit Meteorwasser ohne Gärtsaftbeimengungen. Obwohl das «sauberere» Meteorwasser gegenüber dem Ausgangsmaterial mit Gärtsaftbeimengungen mit weniger als 10% an kritischen Inhaltsstoffen (DOC, BSB5) belastet war, wurden im Sickerwasser unter der kleinflächigen Versickerung immer noch 26 bis 40% der kritischen Inhaltsstoffe nachgewiesen. Andererseits wurden bei grossflächiger Verregnung (auf 100 m<sup>2</sup>) bei den Versuchen 2 und 4 die DOC-Werte um 97 bis 99% und die BSB5-Werte bis auf die Nachweisgrenze reduziert. Die **Düngewirkung** des verunreinigten Meteorwassers ist unverkennbar und zeigt, dass bewachsener Boden den grössten Teil des so zugeführten Stickstoffs aufzunehmen und in Pflanzenwachstum umzusetzen vermag.

### Folgerungen für die Praxis

Die Filterwirkung und der Abbau der für das Grundwasser kritischen Werte (DOC; BSB5) für verunreinigtes Meteorwasser im Boden sind kleiner als erwartet. Aus diesem Grunde darf man den während der Entnahmezeit auf die leere, unbedeckte, besensaubere Silofläche fallenden Regen in den Grundwasserschutz zonen S (Zonen S1, S2, S3 und Grundwasserschutzareal) auch

dann nicht kleinflächig versickern lassen, wenn keine Verunreinigung mit Gär saft vorliegt.

Wo die Einleitung dieses Meteorwassers in die Güllegrube nicht möglich ist, muss es in einem Auffangbehälter gesammelt werden. Um eine möglichst praxistaugliche Handhabung zu gewährleisten, richtet sich die empfohlene Behältergrösse nach dem verbreiteten Druckfassinhalt: zirka 3 m<sup>3</sup>.

Als Alternative wäre ein kleinerer Pumpschacht für das automatische Umpumpen in die Güllegrube oder für eine stationäre Verregnung denkbar. Die Berechnungsfläche sollte etwa der Fahrsilogrundfläche entsprechen.