

# Hofdünger-Bulletin im Kanton Bern

Markus BRAUN, Eidgenössische Forschungsanstalt für Agrarökologie und Landbau (FAL), Institut für Umweltschutz und Landwirtschaft (IUL), Liebefeld, CH-3003 Bern  
 Peter HURNI, Le Seignolet, CH-2727 Les Pommerats  
 Mario ANDRINI, Amt für Gewässerschutz und Abfallwirtschaft des Kts. Bern (GSA), CH-3011 Bern  
 Marc HÄNI, Amt für Gewässerschutz und Abfallwirtschaft des Kts. Bern (GSA), CH-3011 Bern  
 Wolfgang STURNY, Bodenschutzfachstelle des Kantons Bern (BSF), Rütli, CH-3052 Zollikofen

**Während den Wintern 1991/92 bis 1994/95 wurde im Kanton Bern an Standorten im Jura, im Mittelland, in den Voralpen und in den Alpen wöchentlich das Risiko einer Gewässerverschmutzung abgeschätzt, falls Gülle ausgebracht würde. Die Risikobeurteilung wurde als Bulletin veröffentlicht. Landwirte mit zu wenig Lagerraum sollten Gülle nicht erst austragen, wenn die Güllegrube randvoll ist; sie sollten es während Zeiten mit «geringem» oder «mittlerem» Risiko tun.**

Im Kanton Bern gelangen jährlich etwa 840 Tonnen Phosphor in die Gewässer (Prasuhn und Braun 1994). Davon stammen etwa 590 Tonnen aus dem ländlichen Raum (=«diffuse Belastung») und 250 Tonnen aus dem Siedlungsraum. Die diffuse Belastung umfasst einen natürlichen und einen landwirtschaftsbedingten Anteil. In den Alpen dominiert mit 85 % die natürliche Belastung, im Mittelland mit 68 % die landwirtschaftsbedingte. In den Voralpen und im Jura halten sie sich die Waage.

Die landwirtschaftsbedingte Phosphorbelastung der Gewässer ergibt sich hauptsächlich aus der Abschwemmung auf Grasland und der Bodenerosion auf Ackerland. In den Alpen, Voralpen und im Jura sind die Phosphorverluste durch Abschwemmung auf Grasland um ein Vielfaches höher als diejenigen durch Bodenerosion auf Ackerland. Im Mittelland liegen die Phosphorverluste durch Abschwemmung auf Grasland und durch Bodenerosion auf Ackerland in derselben Grössenordnung. Jährlich gehen der Landwirtschaft im Kanton Bern etwa 70 Tonnen Phosphor durch Abschwemmung verloren.

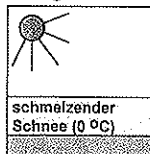


Abb. 1. Merkblatt «Güllen- und Mistaustrag im Winter?» und Merkblatt «Düngen zur richtigen Zeit».

Hohe Phosphorverluste durch Abschwemmung kommen durch einzelne Spitzenereignisse zustande. Diese ergeben sich im Sommer durch Gewitterregen wenige Stunden nach dem Gülleaustrag oder im Winter durch Schneeschmelze oder Regen, wenn zuvor über schneebedeckten, gefrorenen oder wassergesättigten Boden Gülle verteilt wurde. Im Winter können «besonders kritische Situationen», die zu einem Spitzenereignis führen, durch Beobachtung der Entwicklung der Schneedecke und des Bodenfrostes teilweise vorhergesagt werden.

## Besonders kritische Situationen im Winter

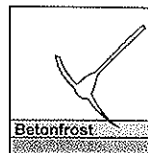
Dazu gehören schmelzender und unterkühlter Schnee, «Betonfrost», eine Eisschicht auf dem Boden sowie wassergesättigter Boden.



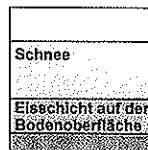
Schmelzender Schnee ist wie ein nasser Schwamm. Er kann kaum zusätzliches Wasser speichern. Wird schmelzender Schnee begüilt, verstärkt sich die Schmelze wegen der Schwärzung durch die Gülle. An sonnigen Tagen und Stellen ist die Gefahr gross, dass Gülle mit Schmelzwasser abgeschwemmt wird.



In unterkühltem Schnee kann Gülle gefrieren. Sie kann tage- oder wochenlang im Schnee gespeichert bleiben. Unterdessen kann verstärkter Frost oder Regen einsetzen. Die Gefahr besteht, dass der Boden unter dem Schnee gefriert, eine Eisschicht entsteht und Gülle mit Schmelz- und Regenwasser abgeschwemmt wird.



Gefriert ein nasser Boden, entsteht in den Poren viel Eis. Weil das Wasser zu Eis wird, «trocknet» der Boden aus. Deshalb wird dann Wasser aus tieferen Bodenschichten zur ausgetrockneten Oberfläche gesogen. Dort gefriert auch dieses; der Boden wird noch mehr eisgefüllt und «betonhart». Wasser und Gülle können nicht mehr einsickern.



Schmelzwasser, das an der Bodenoberfläche gestaut wird, kann in einer kalten Nacht gefrieren. Es ist wie bei der Bildung von Eiszapfen, wenn Tauperioden am Tag mit Frostperioden in der Nacht abwechseln. Selbst zehn Zentimeter Schnee können das Wasser auf der Bodenoberfläche nicht vor dem Gefrieren schützen. Das Eis versiegelt den Boden. Wasser und Gülle können nicht mehr versickern.



Wenn es viel regnet oder viel Schmelzwasser anfällt, füllen sich die Poren des Bodens mit Wasser. Ist der Boden dann gesättigt, können nachfolgendes Regen- oder Schmelzwasser oder ausgebrachte Gülle nicht mehr einsickern.

## Konzept und Vorgehen

In den vier Wintern 1991/92 bis 1994/95 wurde im Kanton Bern wöchentlich das «Hofdünger-Bulletin» publiziert. Es machte auf «besonders kritische Situationen» aufmerksam.

Damit wollte man die Gewässerbelastung infolge Abschwemmung von Gülle vermindern. Wenn im Winter schon Gülle ausgebracht werden muss, dann sollte dies wenigstens nicht während «besonders kritischen Situationen» geschehen. Als Zielgruppe galten Landwirte mit zu geringem Güllelagerraum.

Das Hofdünger-Bulletin basierte auf vier Pfeilern: Die Veröffentlichung erfolgte in drei Zeitungen und konnte über das «Agri-

tel» des Landwirtschaftlichen Bildungs- und Beratungszentrums (LBBZ Seeland), Ins, abgehört werden. Mit dem **Merkblatt** «Güllen- und Mistaustrag im Winter?» (Abb. 1) konnte jeder Landwirt die Gefahr einer Gewässerverschmutzung selber abschätzen. Verschiedene **Begleitartikel** in der Presse ergänzten das Bulletin. Die Hälfte der Berner Gemeinden bezeichneten eine **Kontaktperson** als Ansprechpartnerin für die Landwirte.

Die Durchführung des Hofdünger-Bulletins wickelte sich wie folgt ab: An dreizehn Messstationen im Kanton Bern erhoben Landwirte und Berater Daten über den Schnee (Schneehöhe, -feuchte, Flächenbedeckung), den Boden (Bodenfeuchte, Frösttiefe, Eisschichten auf dem Boden) sowie den Wetterverlauf (Niederschläge, Bewölkung, Temperatur und Wind). Basierend auf diesen Informationen wurde für jeden Standort das Risiko einer Gewässerverschmutzung beurteilt, falls Gülle ausgebracht würde.

Unterdessen wurde das neue Merkblatt «Düngen zur richtigen Zeit» (Abb. 1) in Umlauf gebracht. Es behandelt die Nährstoffverluste während des ganzen Jahres (Verflüchtigung, Abschwemmung und Auswaschung). Es hält sich zudem an die revidierte Stoffverordnung: Gülle darf weder auf schmelzenden noch unterkühlten Schnee ausgebracht werden.

## Risikobeurteilung einer Gewässerverschmutzung

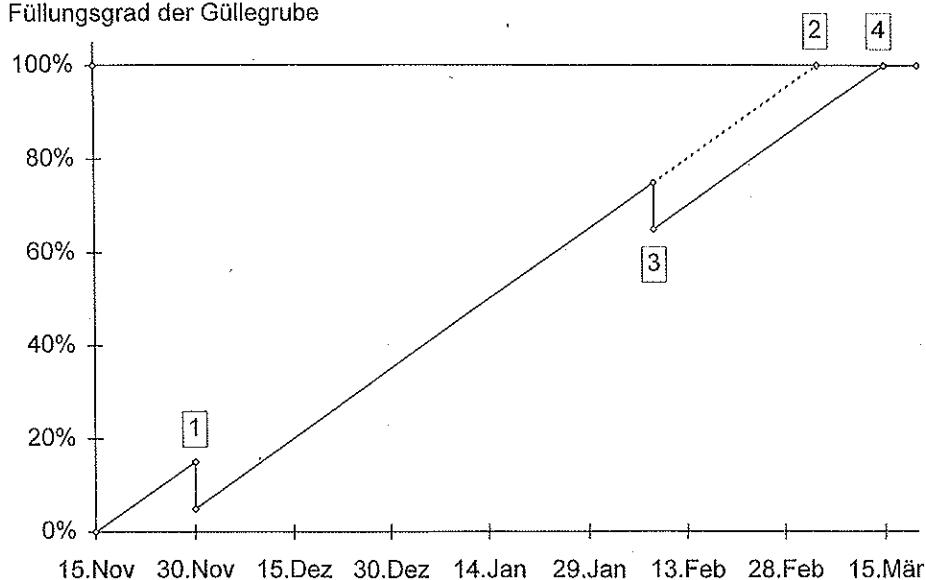
In den Tabellen 2 bis 5, die aufgrund der Tabelle 1 aus dem neuen Merkblatt «Düngen zur richtigen Zeit» ausgearbeitet wurden, bedeuten die schwarzen Flächen, dass zu jener Zeit niemand Gülle austragen durfte, weil infolge «besonders kritischer Situationen» das Risiko einer Gewässerverschmutzung zu hoch war. Die weissen Flächen entsprechen einer Zeit mit geringem Risiko, die grauen Flächen einer Zeit mit mittlerem Risiko.

**Winter 1991/92 (Tab. 2):** In diesem Winter war es an allen Standorten möglich, Ende November/anfangs Dezember noch Gülle auszutragen. Bereits Ende Februar/anfangs März bot sich an den Standorten im Jura, im Mittelland und in den Alpen wieder eine günstige Gelegenheit zum Güllen. An den Standorten der Voralpen bestand dann nach wie vor ein mittleres Risiko. Die längste Zeit mit hohem Risiko dauerte zwölf Wochen, mit mittlerem oder hohem Risiko mindestens siebzehn.

**Tab. 1. Beurteilung des Risikos einer Gewässerverschmutzung infolge Abschwemmung von Gülle:** Die Spalte mit hohem Risiko umfasst «besonders kritische Situationen». (Auszug aus dem Merkblatt «Düngen zur richtigen Zeit».)

	Risiko hoch Es darf nicht gedüngt werden!	Risiko mittel Ob gedüngt werden darf, ist sorgfältig abzuklären.	Risiko gering Es darf gedüngt werden.
<b>Witterung</b>	- Dauerregen, Gewitterregen - Schneeschmelze	- Regen in Aussicht - unsichere Entwicklung	- wenig Regen zu erwarten
<b>Boden</b>	- hart und tief gefroren (wie Beton) - Eisschicht auf dem Boden - wassergesättigt - ausgetrocknet - verschlämmt, verdichtet	- oberflächlich (bis 2 cm) angefroren, Reif  - nass, feucht	- nicht gefroren  - abgetrocknet - aufnahmefähig, saugfähig
<b>Schnee</b>	- schneebedeckt		- kein Schnee
<b>Gelände</b>	- steile Hanglage (mehr als 50% Neigung)	- mittlere Hanglage	- geringe Hanglage (weniger als 18% Neigung) - ebene Lage

Füllungsgrad der Güllegrube



**Abb. 2. «Norfallmässiger» Güllenaustrag im Winter bei geringem oder mittlerem Risiko für die Gewässer (Pkt. 3) und nicht erst, wenn die Güllegrube überfließt (Pkt. 2).**

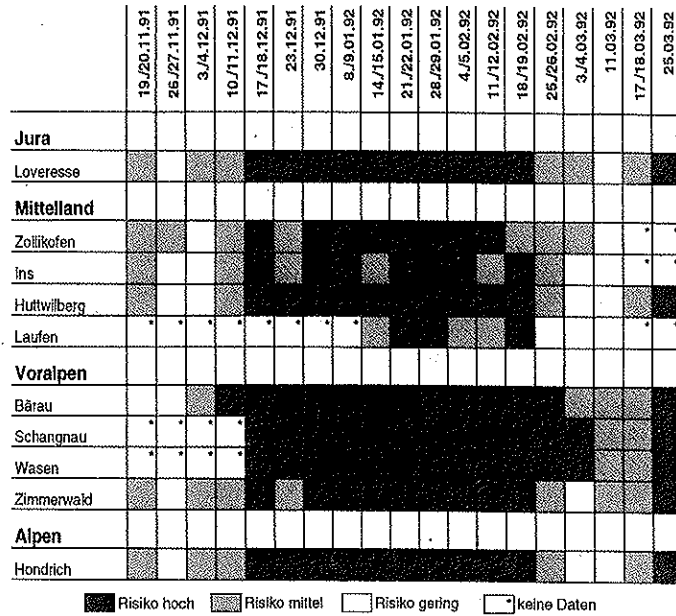
**Winter 1992/93 (Tab. 3):** Im Verlauf dieses Winters gab es an allen Standorten eine Zeit mit geringem und mittlerem Risiko. Wer die günstigen Momente anfangs Februar verpasste, riskierte, während der Zeit mit hohem Risiko ab Mitte Februar Gülle austragen zu müssen. Die längste Zeit mit hohem Risiko dauerte sechs Wochen, mit mittlerem oder hohem Risiko die ganzen neunzehn Wochen, während denen das Bulletin durchgeführt wurde.

**Winter 1993/94 (Tab. 4):** In diesem Winter gab es zwischen Ende November und Mitte März an keinem Standort eine Zeit mit geringem Risiko. Aber es gab anfangs

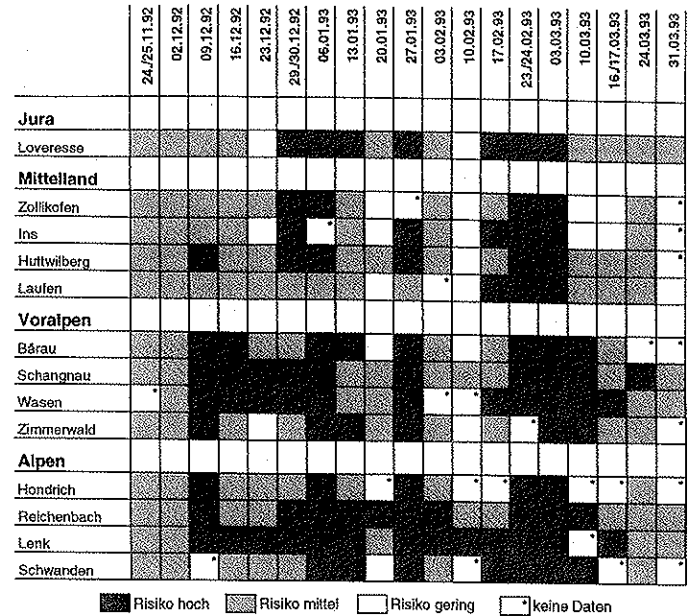
Dezember an allen und anfangs Februar an den meisten Standorten eine Zeit mit mittlerem Risiko. Wer dann Gülle ausbrachte, dem gelang es womöglich, die Zeiten mit hohem Risiko Mitte Februar zu überbrücken. Die längste Zeit mit hohem Risiko dauerte elf Wochen, mit mittlerem oder hohem Risiko sechzehn.

**Winter 1994/95 (Tab. 5):** Von anfangs Dezember bis Ende März gab es nirgends einen Zeitpunkt mit geringem Risiko. Aber es gab, mit Ausnahme des Standortes in der Lenk, überall anfangs Februar eine Zeit mit mittlerem Risiko. Diesen Zeitraum hätte man nutzen können, musste

**Tab. 2. Beurteilung des Risikos einer Gewässererschmutzung im Winter 1991/92**



**Tab. 3. Beurteilung des Risikos einer Gewässererschmutzung im Winter 1992/93**



man doch annehmen, dass nochmals eine Zeit mit hohem Risiko folgen könnte. Die längste Zeitspanne mit hohem Risiko dauerte fünfzehn Wochen, mit mittlerem oder hohem Risiko die ganzen achtzehn Wochen (Frutigen), während denen das Bulletin durchgeführt wurde.

**Zwei Fallbeispiele**

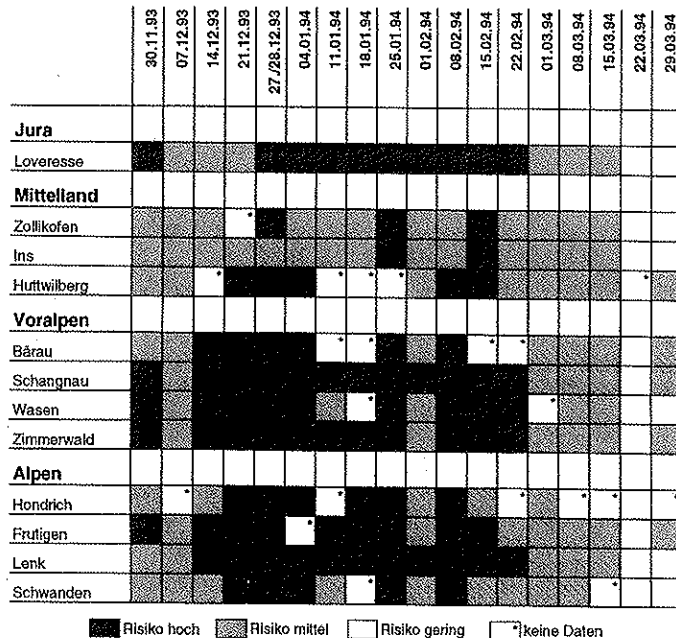
Eine Risikobeurteilung der gesamten Situation ergab sich aus der Risikobeurteilung der Faktoren «Wetter», «Schnee», «Eisschicht» und «Boden».

Im folgenden werden zwei Fälle diskutiert.

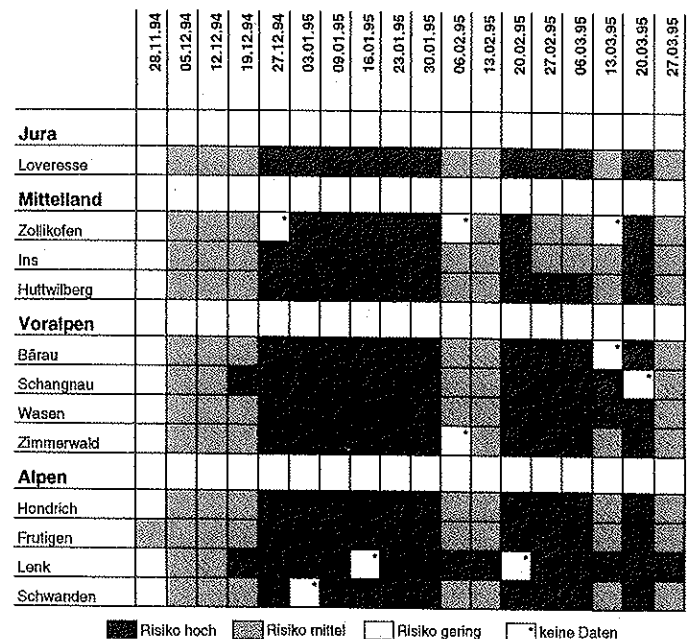
**Ungünstiger Fall:** Ab dem 11. Dezember 1991 war der Boden in Bärau mehr als fünf Zentimeter tief gefroren (Tab. 6). Bis Ende Februar 1992 taute er nicht mehr auf; es entwickelte sich «Betonfrost». Ab dem 15. Januar 1992 war der Betonfrost mit zwölf Zentimetern Schnee bedeckt. Am 5. Februar 1992 führte das Zusammentreffen von schmelzendem Schnee und Regen, von Betonfrost und einer Eisschicht zu erheblichem Oberflächenabfluss. Diese Situation war vorherseh-

bar: Als ab dem 15. Januar 1992 der Betonfrost zugeschnitten wurde, war damit das Risiko geschaffen worden, dass sich die Schneeschmelze über gefrorenem Boden abwickeln musste. Denn Betonfrost braucht wegen des vielen Eises in den Poren mehrere Tage, um aufzutauen, weil die Bodenwärme von unten zu gering ist. Die Wärme von oben wird aber zuerst für die Schneeschmelze gebraucht. Das Schmelz- und Regenwasser trifft dann auf den Betonfrost und kann nicht einsickern. Im vorliegenden Fall gefror es sogar und liess die Eisschicht entstehen. Folgendes

**Tab. 4. Beurteilung des Risikos einer Gewässererschmutzung im Winter 1993/94**



**Tab. 5. Beurteilung des Risikos einer Gewässererschmutzung im Winter 1994/95**



**Tab. 6. Risikobeurteilung in Bärau 1991/92**

Risikobeurteilung der einzelnen Faktoren

	20.11.91	27.11.91	04.12.91	11.12.91	18.12.91	23.12.91	30.12.91	08.01.92	15.01.92	22.01.92	29.01.92	05.02.92	12.02.92	19.02.92	26.02.92	04.03.92	11.03.92	18.03.92	25.03.92	
Wetter																				
Schnee																				
Eisschicht																				
Boden																				

Risikobeurteilung der gesamten Situation

Risiko	20.11.91	27.11.91	04.12.91	11.12.91	18.12.91	23.12.91	30.12.91	08.01.92	15.01.92	22.01.92	29.01.92	05.02.92	12.02.92	19.02.92	26.02.92	04.03.92	11.03.92	18.03.92	25.03.92	
Risiko																				

■ Risiko hoch ■ Risiko mittel □ Risiko gering □\* keine Daten

**Tab. 7. Risikobeurteilung in Loveresse 1994/95**

Risikobeurteilung der einzelnen Faktoren

	28.11.94	05.12.94	12.12.94	19.12.94	27.12.94	03.01.95	09.01.95	16.01.95	23.01.95	30.01.95	06.02.95	13.02.95	20.02.95	27.02.95	06.03.95	13.03.95	20.03.95	27.03.95	
Wetter																			
Schnee																			
Eisschicht																			
Boden																			

Risikobeurteilung der gesamten Situation

Risiko	28.11.94	05.12.94	12.12.94	19.12.94	27.12.94	03.01.95	09.01.95	16.01.95	23.01.95	30.01.95	06.02.95	13.02.95	20.02.95	27.02.95	06.03.95	13.03.95	20.03.95	27.03.95	
Risiko																			

■ Risiko hoch ■ Risiko mittel □ Risiko gering □\* keine Daten

Schmelz- und Regenwasser musste oberflächlich abfließen.

Aus diesen Gründen hätte jeglicher Gülleausstrag ab dem 11. Dezember 1991 unterlassen werden müssen. Leider missachteten einzelne Landwirte diese Gefahr und brachten in der kritischen Zeit vor dem 5. Februar 1992 Gülle aus. An diesem Tag war dann braunes und schäumendes Schmelz- und Regenwasser zu beobachten; Gülle floss an verschiedenen Orten oberflächlich in die Gewässer ab.

**Günstiger Fall:** Im Winter 1994/95 war das Risiko in Loveresse immer mittel oder hoch. Zwischen Ende Dezember 1994 und Mitte Januar 1995 war zuerst das Wetter, dann der Schnee und später der zu nasse Boden ausschlaggebend für die Risikobeurteilung «hoch». Ähnliche Bedingungen lagen Ende Februar/anfangs März 1995 vor (Tab. 7). Mitte Februar 1995 gab es eine kurze Zeit mit mittlerem Risiko. Ein Landwirt mit nur drei Monaten Lagervolumen konnte diesen Winter wie folgt überstehen:

■ Der Landwirt sorgte dafür, dass Mitte November 1994 die Güllegrube leer war. Anfangs Dezember 1994 war das Risiko gering und die Situation günstig, um nochmals etwa 10 % des Grubeninhaltes auszubringen (Punkt 1 in Abb. 2).

■ Ohne einen weiteren Gülleausstrag wäre die Güllegrube Ende Februar/anfangs März 1995 voll gewesen (Punkt 2 in Abb. 2). Da zu dieser Zeit normalerweise Schnee liegt und das Risiko hoch ist, musste der Landwirt versuchen, vorher nochmals Gülle auszustragen.

■ Um den 6. Februar 1995 beurteilte er das Risiko als «mittel» (Tab. 7). Die Wettervorhersage meldete keinen Dauerregen, es lag kein Schnee und der Boden schien nicht zu nass zu sein. Der Landwirt wagte den Gülleausstrag von etwa 10% des Grubeninhaltes (Punkt 3 in Abb. 2).

■ Dank diesem «notfallmässigen» Gülleausstrag war die Güllegrube erst Mitte März 1995 wieder voll (Punkt 4 in Abb. 2). Der Landwirt konnte so die Zeit mit Schnee und hohem Risiko Ende Februar/anfangs März 1995 überbrücken.

Dieser Landwirt hatte Glück, dass er anfangs Februar 1995 seine Güllegrube um 10 % leeren konnte, ohne eine grosse Gefahr für die Gewässer hervorzurufen. Andererseits erkannte er, dass «notfallmässiger» Gülleausstrag im Winter nicht heisst, Gülle erst auszubringen, wenn die Güllegrube randvoll ist.

### Folgerungen

Alle Landwirte mit genügend Güllelagerraum sollten auf das Austragen von Gülle im Winter verzichten. Die Ergebnisse des Hofdünger-Bulletins zeigen, dass von Ende November bis Ende März das Risiko einer Gewässerverschmutzung in allen Regionen oft mittel oder hoch ist.

Für Landwirte mit ungenügendem Güllelagerraum gilt:

Der «notfallmässige» Gülleausstrag sollte nicht erst geschehen, wenn die Güllegrube überfließt; man sollte Gülle während einer Zeit mit geringem oder mittlerem Risiko für die Gewässer ausbringen. Das Merkblatt «Düngen zur richtigen Zeit» (Abb. 1) hilft, solche Momente zu finden.

Landwirte mit Güllelagerraum von drei bis vier Monaten (das heisst im unteren Bereich der festgelegten Mindestlagerdauer: BLW und BUWAL 1994) sollten sich ebenfalls bewusst sein, dass sie entweder im November die Güllegrube leer haben oder im Winter Momente mit geringem Risiko suchen müssen.

### LITERATUR

BLW (Bundesamt für Landwirtschaft, Bern) und BUWAL (Bundesamt für Umwelt, Wald und Land-

schaft, Bern), 1994. Wegleitung für den Gewässerschutz in der Landwirtschaft. EDMZ Nr. 319.500.

Prasuhn V. und Braun M., 1994. Abschätzung der Phosphor- und Stickstoffverluste aus diffusen Quellen in die Gewässer des Kantons Bern. Schriftenreihe der FAC Liebefeld Nr. 17, Liebefeld, 113 Seiten und 100 Seiten Anhang.

### RÉSUMÉ

#### Résultats du bulletin sur les engrais de ferme dans le canton de Berne pendant les hivers 1991/92 à 1994/95

Le risque d'une pollution des eaux suite à d'éventuels épandages de purin a été estimé chaque semaine pour des sites du Jura, Plateau, Préalpes et Alpes du canton de Berne pendant quatre hivers. L'estimation du risque a été publiée sous forme de bulletin. Les agriculteurs possédant une capacité de stockage insuffisante ne devraient pas uniquement épandre le purin lorsque leur fosse est pleine à ras bord: ils devraient le faire aux périodes à risque faible ou moyen.

### SUMMARY

#### Results from the animal-manure bulletin in the Canton of Berne during the winters 1991/92 to 1994/95

The risk of a water pollution due to liquid manure spreading was estimated weekly during four winter seasons at different sites of the Canton of Berne (Jura, Central Plateau, Lower Alps and Alps). The risk assessment was published in a bulletin. Farmers with too low storage capacity should use liquid manure when the risk is small or medium and not wait till the liquid manure pit is brimful.

**KEY WORDS:** water pollution, manure spreading in winter, bulletin, risk reduction