© Biologische Station Neusiedler See/Austria; download unter www.biologiezentrum.at

BFB-Bericht 77, 139 - 146
Biologisches Forschungsinstitut für Burgenland, Illmitz 1991

Phosphor Eintrag und Ausfuhr im Teilsystem "Pflanzenbau" im westlichen Einzugsgebiet von Balaton (Zala Fluß)

I. Sisák

Pannon Landwirtschaftliche Universität, Georgikon Fakultät für Landwirtschaft

Lehrstuhl für Bodenkunde, H-8361 Keszthely, Deák F. u. 16.

Kurzfassung: Der Phosphor verursacht weltweit die Eutrophierung der stehenden Gewässer. Das gilt auch für den Balaton (Plattensee) in Ungarn seit den 70-er Jahren. Wir haben versucht festzustellen, wie groß die Gefahr ist, daß die im Einzugsgebiet verwendeten Phsophor-Düngemittel durch Erosion in den See kommen.
Wir haben jeden ackerbaulich genutzten Schlag (ca. 2200 Schläge) des Einzugsgebietes eine vereinfachte Phosphorbilanz (P-Eintrag mit den Düngemitteln minus P-Ausfuhr mit den Erträgen) für die Jahre 1984-86 gerechnet, und in demselben Zeitraum die Veränderungen an den Ammonium-Laktate-löslichen P-Gehalt der Böden geprüft.
Die Phosphorbilanzwerte zeigen eine große Streuung zwischen den einzelnen landwirtschaftlichen Produktionsgenossenschaften im Einzugsgebiet, aber nur kleinere nach den Hangneigungen oder nach den Teiol-Einzugsgebieten gruppiert. Die Bilanz ist im Schnitt + 41 kg P_2O_5/ha/Jahr, die ungefähr 1 % des gesamten P-Gehaltes der Böden in der gepflügten Schicht darstellen. 40% des P-Überschusses ist bei den Schlägen mit niedriger Hangneigung als 5 % in AL-löslicher Form zu finden, während dieser Wert bei den steileren Hängen nur 25% ist. Gebiete wurden bestimmt, die wegen ihrer hohen P-Bilanz und der Neigungsverhältnisse als Boden- und Düngerphosphorquellen am gefährlichsten sind.

Einleitung

Die Erscheinung der Eutrophierung der stehenden Gewässer tritt heutzutage weltweit auf und bedroht das Gleichgewicht der Wasserökosysteme. Das gilt auch in Ungarn für den Balaton (Plattensee), der ein beliebtes Reiseziel der einheimischen und ausländischen Touristen ist.

Balaton ist der größte See in Mitteleuropa mit einer Durchschnittstiefe von 3,4 m. Das Becken des Sees wird in vier Teilbecken geteilt, unter denen das Keszthelyer Becken mit 5% der gesamten Wasservolumen das kleinste ist. Hier mündet der Zala Fluß in den See, dessen Einzugsgebiet 50,6% des gesamten Einzugsgebietes beträgt und ungefähr die Hälfte der Wasserzufuhr liefert. Es versteht sich von selbst, daß die Eutrophierungsprozesse im Keszthelyer Becken am meisten entwickelt sind. Das Wasser kann hier seit 1973 als eutroph seit 1982 als hypertroph bezeichnet werden (Somlyódy 1983). Wegen seiner besonderen Bedeutung stand Zalas Einzugsgebiet im Mittelpunkt unserer Untersuchungen.

Es wurde bewiesen, daß der limitierende Faktor für die Entrophierung des Sees der Phosphor ist. Unter bestimmten Umständen können auch der Stickstoff oder das Licht die Algenvermehrung limitieren, aber das wichtigste Element der Wasserqualitätsregelung bleibt weiterhin der Phosphor (Somlyódy 1983).

Deshalb haben wir uns in unserer Arbeit nur mit dem Phsophor beschäftigt.

Die Phosphorbelastung des Keszthelyer Beckens ist 72-mal größer als die des Siofoker Beckens (das größte östliche Becken) (Somlyódy 1983). Will man am schnellsten die Verbesserung der Wasserqualität erreichen, muß man den Phsophor im Zala-Einzugsgebiet zurückhalten.

© Biologische Station Neusiedler See/Austria; download unter www.biologiezentrum.at

Der Phosphor in den fließenden und stehenden Gewässern kann von punktuellen und diffusen Quellen stammen. Dabei wird die innere Belastung aus dem Schlamm nicht beachtet. Die punktuellen Phosphorquellen sind die kommunalen und industriellen Abwassereinleitungen. Die diffusen Quellen sind nach Bernhardt (1978) wie folgt gegliedert: Auswaschung, Erosion (Belastung aus dem natürlichen P-Gehalt des Bodens) und Abschwemmung (der oberflächliche Abtrag von Stoffen in das Oberflächengewässer mit Ausnahme der Bodenerosion).

Der Phosphor von künstlichen Mineraldüngern spielt auch eine Rolle in der Belastung. In den 70-er Jahren meinten manche Fachleute von der Wasserwirtschaft, daß die einzige Ursache der Eutrophierung des Balaton die P-Düngung sei (Joó 1980), obwohl es damals keine Kläranlage gab. Seitdem wurde diese unbegründete Meinung überprüft (Joó 1986), aber die Wirkung der P-Düngung auf die P-Belastung des Sees ist noch immer nicht genügend geklärt.

Unsere Zielsetzung war mit Hilfe der zur Verfügung stehenden Daten die relative Gefahr der P-Erosion aus den Düngemitteln festzustellen. Wir konnten die absolute Größe der erodierten Stoffe mangels finanziellen Möglichkeiten nicht untersuchen.

Datenquelle und Methode

In allen Komitaten gibt es in Ungarn eine sogenannte Station für Pflanzenschutz und Agrochemie, wo unter anderem Daten über die Anbautätigkeit der landwirtschaftlichen Produktionsgenossenschaften (LPG) gesammelt werden. Es wird registriert, welche Pflanzenarten auf den einzelnen Schlägen angebaut werden, wieviel organische und künstliche Düngemittel und Kalkungsmaterial verwendet werden und wie hohe Nebenerträge (z.B.: Stroh) und Haupterträge (z.B.: Korn) geerntet werden. Es ist auch die Aufgabe der Stationen, die Grundangaben über die Schläge (z.B.: Bodentyp, Hangneigung usw.) in Evidenz zu halten, ferner, früher alle drei Jahre, zur Zeit alle fünf Jahre, die von den LPG's genommenen Bodenproben zu prüfen.

Auf dieser Weise werden z.B.: pH-Werte, physikalische Eigenschaften (Bindung nach Arany), Humus-, Calcium-, Ammonium-Laktat-lösliche P_2O_5 und K_2O Gehalte bei allen Schlägen regelmäßig untersucht. Da das Einzugsgebiet des Zala Flusses auf dem Gebiet von drei Komitaten liegt, haben wir die nötigen Angaben von drei Stationen bekommen.

Unsere grundsätzliche Methode war die Phosphorbilanzrechnung. Es wurde gerechnet, wieviel kg P_2O_5 durch organischen und künstlichen Dünger in 3 Jahren (1984-86) auf den einzelnen Schlägen verwendet wurden, wieviel kg P_2O_5 in demselben Zeitraum mit den Erträgen weggenommen wurden und wie groß die Bilanz zwischen den zwei Werten war. Wir haben die Ergebnisse als Durchschnittswerte in Dimension kg P_2O_5 /ha/ Jahr angegeben. Die Bilanz zeigt, mit wieviel P_2O_5 sich der P-Gehalt im Boden durch den Pflanzenbau erhöhte oder minderte. Die Zahlen zeigen also nur die P-Bilanz des Pflanzenbaues und nicht des Gebietes. Um flächenbezogene Bilanzen zu rechnen, würden auch die Daten der Erosionsverluste nötig sein, diese kennt man aber nicht. Daher ist die Bezeichnung im Titel: Teilsystem Pflanzenbau.

Im ersten Schritt wurden die Einzeldaten der Schläge nach den LPG's, dann nach der Hangneigung und nach den Teil-Einzugsgebieten gruppiert. Ferner wurden die AL-löslichen P_2O_5-Gehalte der Böden der

© Biologische Station Neusiedler See/Austria; download unter www.biologiezentrum.at

Schläge aus den Bodenprüfungen 1983/84 und 1985/86 ausgewertet. Die Änderungen werden in dimension kg P_2O_5/ha/3 Jahre angegeben. Dabei wurde angenommen, daß das Gewicht des Bodens in der gepflügten Schicht in lufttrockenem Zustand $3{,}10^6$ kg/ha sei. Die Ergebnisse wurden auf die oben genannte Weise gruppiert.

Im Einzugsgebiet des Zala Flusses (2562 km^2) befinden sich Voll-, oder Bruchgebiete von 56 LPG's. Hinsichtlich der Anbauzweige wird das Gebiet in folgender Weise gegliedert:

83 % Ackerbau (ungefähr 100.000 ha bzw. 2200 Schläge)

15 % Weiden und Wiesen (sie sind mit Phosphor praktisch nicht gedüngt, deshalb wurden sie nicht untersucht)

2 % Obst- und Weinbau (wegen Datenmangel, methodischer Unterschiede und ihres kleinen Anteils wurden sie nicht untersucht).

Ergebnisse

Phosphor Bilanz und Veränderungen an P-Gehalt der Böden nach LPG's.

Laut den Angaben (Tabelle 1) sind die Differenzen unter den LPG's ebenso hinsichtlich des P-Eintrages wie der Ausfuhr und der Bilanz ziemlich groß. Die Minimum-, und Maximumwerte bzw. die gewogenen Durchschnittswerte sind wie folg:

	Min.	Max.	gew. Mittelwert
P Eintrag	50	127	88
P Ausfuhr	14	68	47
Bilanz	8	91	41

Tab. 1: Phosphoreinträge, Ausfuhren, Bilanzwerte und Veränderungen an AL-löslichen P-Gehalt der Böden nach den LPG´s.

Namen der LPG´s	Einträge P_2O_5 kg/h/J	Ausfuhren P_2O_5 kg/h/J	Bilanzwerte P_2O_5 kg/h/J	Veränderungen an AL-löslichen P-Gehalt P_2O_5 kg/h/3J (1984-1986)
1	2	3	4	5
01. Füzvölgy	64	56	8	24
02. Gelse	59	48	11	24
03. Cserszegtomaj	50	33	17	24
04. Hegyvidék Szsz.	50	33	17	45
05. Olaszfa	54	37	17	-*
06. Söjtör	63	45	18	66
07. Zalaszentiván	78	59	19	- 15
Durchschnitt von 01 - 07	60	44	16	28

© Biologische Station Neusiedler See/Austria; download unter www.biologiezentrum.at

Tab. 1: Fortsetzung

1	2	3	4	5
08. Inke	66	46	20	-
09. Nagyrécse	70	50	20	12
10. Zalatárnok	78	57	21	-
11. Kisgörbö	56	31	25	-
12. Balatonmagyaród	60	33	27	36
13. Nagykapornak	68	41	27	36
14. Szarvaskend	72	45	27	-
15. Egervár	55	26	29	54
16. Zalaegerszeg	65	36	29	105
17. Tapsony	73	44	29	-
18. Bucsuszentlászló	72	42	30	48
19. Balatonszentgyörgy	73	42	31	-
20. Csákánydoroszló	74	42	32	-
21. Petömihályfa	81	49	32	-
22. Zalaszentgrót	88	55	33	54
23. Zalakomár-Petöfi	68	34	34	3
24. Zalalövö	74	40	34	18
25. Pókaszepetk	89	55	34	60
26. Nagyrada	83	48	35	69
27. Vése	86	51	35	-
28. Salomvár	89	53	36	36
29. Gersekarát	81	44	37	-
30. Marcali	84	47	37	-
31. Alsópáhok	105	68	37	- 3
32. Hahót	78	40	38	72
33. Nádasd	89	50	39	-
Durchschnitt von 08 - 33	76	45	31	43
34. Hosszupereszteg	78	38	40	-
35. Csehimindszent	82	42	40	-
36. Zalakomár-Árpád V.	83	43	40	69
37. Nagykanizsa ÀG	94	54	40	87
38. Öriszentpéter	77	36	41	-
39. Zalabér	96	53	43	93
40. Sármellék	110	67	43	- 33
41. Sávoly	82	38	44	-
42. Bagod	80	35	45	60
43. Galambok	95	50	45	87
44. Kisrákos	87	41	46	-
45. Somogysámson	95	49	46	-
46. Zalaszentgrót ÀG	95	48	47	- 21
47. Karmacs	111	63	48	63
48. Türje	99	50	49	66
49. Zalaegerszeg ÀG	105	51	54	- 51
50. Pacsa	114	59	55	99
51. Kehidakustány	100	45	55	36
52. Bak ÀG	111	55	56	6
53. Hegyközség Szsz.	70	14	56	111
54. Böhönye ÀG	110	53	57	-
Durchschnitt von 34 - 54	94	57	47	48
55. Zalaapáti	102	34	68	45
56. Bocfölde	127	36	91	81
Durchschnitt von 55 - 56	115	35	80	63
gew. Durchschnitt von 01 - 56	88	47	41	

*Die Daten standen nicht zur Verfügung.

© Biologische Station Neusiedler See/Austria; download unter www.biologiezentrum.at

Die Streuung der Bilanzwerte innerhalb der LPG's wird nicht angegeben, aber sie ist in allen Fällen sehr groß, deshalb sind die Differenzen zwischen den Durchschnittswerten der LPG's nur im Falle der weiteren Werte signifikant. Parallel mit der Steigerung der Bilanzwerte steigen auch die Einträge aber verändern sich die Ausfuhren nicht. Auch die Veränderungen an AL-löslichen P-Gehalt scheinen parallel mit der Steigerung der Bilanzwerte zu steigen, aber dieser Zusammenhang ist nicht signifikant.

Phosphor Bilanz und die Veränderungen an P-Gehalt der Böden nach den Hangneigungen (Tabelle 2)

Die durchschnittlichen Bilanzwerte vermindern sich mit der Steigerung der Neigungsstufen, aber der Zusammenhang ist nicht signifikant. Ebenso vermindern sich die Werte der AL-löslichen P-Veränderung und zwischen der ersten und den anderen Neigungsstufen gibt es signifikante Differenzen. Drückt man die AL-lösliche-P Veränderung prozentuell aus (100% = P Bilanz in den 3 Jahren) kann man bemerken, daß ca. 40% des P-Überschusses bei der ersten Neigungsstufe und ca. 25% des Überschusses bei den höheren Stufen in AL-löslicher Form gefunden werden. Es kann vorausgesetzt werden, daß keine Erosionsverluste aus den Hängen mit 0-5% auftreten, 60% des P-Überschusses wandelte sich in schwerlösliche Form um. Da die Umwandlungsrate bei den höheren Neigungsstufen ähnlich sein soll, beweist die Differenz von 15% indirekt die Verluste durch Erosion.

Tab. 2: Phosphor Bilanzwerte und Veränderungen an AL-löslichen P-Gehalt nach den Hangneigungen

Hangneigung %	Bilanzwerte		Veränderung an AL-löslichen P-Gehalt	
	P_2O_5 kg/ha/J	P_2O_5 kg/ha/3J "B" (1984-1986)	P_2O_5 kg/ha/3J "V" (1984-1986)	% V/B*100
00 - 05	44	132	51	41,6
05 - 10	40	120	31	25,8
10 - 15	37	111	29	25,2
15 - 20	35	105	20	19,0
20 - 30	31	93	25	26,9

Phosphor Bilanz und die Veränderungen an AL-löslichen P-Gehalt der Böden nach den Teil-Einzugsgebieten (Tabelle 3)

Das Einzugsgebiet des Zala Flusses wird in 14 Teil-Einzugsgebiete geteilt, aus denen 3 zum Oberlauf (NY 1) 5 zum mittleren Lauf (NY 2) und 6 zum Unterlauf (NY 3) gehören. In dieser Gruppierung werden nur die Bilanzen angegeben. Die sind sehr unterschiedlich, aber die Differenzen zwischen ihnen sind nicht signifikant. Das gilt auch für die Veränderung an P-Gehalt.

© Biologische Station Neusiedler See/Austria; download unter www.biologiezentrum.at

Tab. 3: Phosphor Bilanzwerte und Veränderungen an AL-löslichen P-Gehalt nach den Teil-Einzugsgebieten.

Teil-Einzugsgebiet	Bilanzwerte P_2O_5 kg/ha/J	Veränderung an AL-löslichen P-Gehalt P_2O_5 kg/ha/3J
NY 3-3	40	6
NY 3-2	48	30
NY 3-1	23	51
NY 2-5	44	63
NY 2-4	31	63
NY 2-3	50	45
NY 2-2	29	33
NY 2-1	35	48
NY 1-6	49	39
NY 1-5	39	66
NY 1-4	46	39
NY 1-3	38	21
NY 1-2	37	114
NY 1-1	18	12

Die gleichzeitige Auswertung der Bilanzen, Hangneigungen und Veränderungen an P-Gehalt.

Zuletzt haben wir solche Einheiten aus den Schlägen gebildet, die hinsichtlich der Hydrographie und der Bilanzwerte verhältnismäßig homogen sind. Deshalb wurden jene Schläge als eine Einheit betrachtet, die sich in einer LPG und in einem Teil-Einzugsgebiet befinden. Auf diese Weise wurden 87 Einheiten gebildet und dann wurden sie in 5 Gruppen geteilt (Tabelle 4). Diese Gruppen können wie folgt kurz charakterisiert werden:

Gruppe 1: Diese Gebiete belasten den See mit Phosphor nicht.

Gruppe 2: Die Phosphor-Belastung von diesen Gebieten ist ein Teil des geochemischen Nährstoffkreislaufes und wird von der P-Düngung kaum beeinflußt. Mit den steigenden Neigungsstufen steigt auch die Möglichkeit der Erosion.

Gruppe 3: Wie Gruppe 2, aber die Möglichkeit der P-Belastung aus den Düngemitteln ist doppelt so hoch.

Gruppe 4: Die Möglichkeit der Erosion und der P-Belastung aus den Düngemitteln sind gering. Trotzdem sind die großen P-Überschüsse sowohl aus der Sicht der Ausnutzung als auch des Umweltschutzes ungünstig.

Gruppe 5: Die Bilanzwerte sind überdurchschnittlich (höher als 40 kg/ha/Jahr). Die Gefahr der P-Belastung aus den Düngemitteln ist eindeutig vorhanden. Wo gleichzeitig sogar der P-Gehalt der Böden sank, ist die Belastung sicherlich groß.

© Biologische Station Neusiedler See/Austria; download unter www.biologiezentrum.at

Tab. 4: Zahl der Einheiten (Erklärung im Text) in der Gruppierung nach den Neigungsstufen und den Bilanzwerten

Neigungsstufen %	Bilanzwerte P_2O_5 (kg/ha/J) 0 - 19	20- 39	40 -
	(1.)	(4.)	
0 - 5	13	34	
	(2.)	(3.)	(5.)
5 -	11	20	7+2*

*In den Böden zweier Gebietseinheiten ist der AL-lösliche P-Gehalt gesunken.

Folgerungen

Die Düngemittel sind wichtige Quellen des Phosphors im Einzugsgebiet des Zala Flusses. Infolge der Düngung und der Ernte bleibt durchschnittlich ungefähr 40 kg/ha/Jahr P_2O_5 in den Böden der Äcker übrig. Nimmt man an, daß der gesamte P-Gehalt der Böden in der gepflügten Schicht 4000 kg P_2O_5/ ha beträgt (Györi 1988), ist die Erhöhung durch den Pflanzenbau 1% pro Jahr.

Das Düngungsniveau war noch in den 70-er Jahren niedriger, also der Phosphor aus den Düngemitteln konnte nicht allein die rasche Eutrophierung verursacht haben.

In unserer Arbeit wurden jene Gebiete gezeigt, von denen die Gefahr der P-Belastung aus den Düngern am größten ist. Hierzu gehört eine Ackerfläche von ca. 15.000 ha, das heißt 15% der gesamten Ackerfläche. Diese Fläche ist in Prozent des gesamten Einzugsgebietes ausgedrückt 5,7%.

Da man die anderen diffusen P-Quellen und die Sedimentationsprozesse nicht kennt, kann man die tatsächliche Größe der Belastung aus diesen Gebieten nicht bestimmen, aber Schutzmaßnahmen gegen die diffuse Belastung können da am wirksamsten sein.

Literatur

Bernhardt, H. et al, 1978. Phosphor - Wege und Verbleib in der BRD. Verlag Chemie, 79 p.

Györi, D., 1988. A talaj termékenysége (deutsch: Die Fruchtbarkeit des Bodens) Mezógazdasági Kiadó. 136 p.

Joó, O., 1980. Data for Eutrophication of Lake Balaton and Considerations Related to Control Activities. Proc. of 2nd joint IIASA-MTA Force Meeting on Lake Balaton Modeling. Veszprém 27-30. Aug. 1989 (MTA-VEAB).

Joó, O., 1986. Mérések a zalaegerszegi és más zalai szennyezések Balatonba jutásáról (deutsch: Messung der Belastung des Plattensees von Zalaegerszeg und von anderen Quellen durch den Zala Fluß). MHT VI. Orsz. Vándorgy. I. rész. A tavak élete és vizgazdálkodása, Héviz 1986, jun. 17-19.

Somlyódy, L., 1983. A Balaton eutroizálódása (deutsch: Die Eutrophierung des Plattensees). VITUKI közlemények 38.

© Biologische Station Neusiedler See/Austria; download unter www.biologiezentrum.at

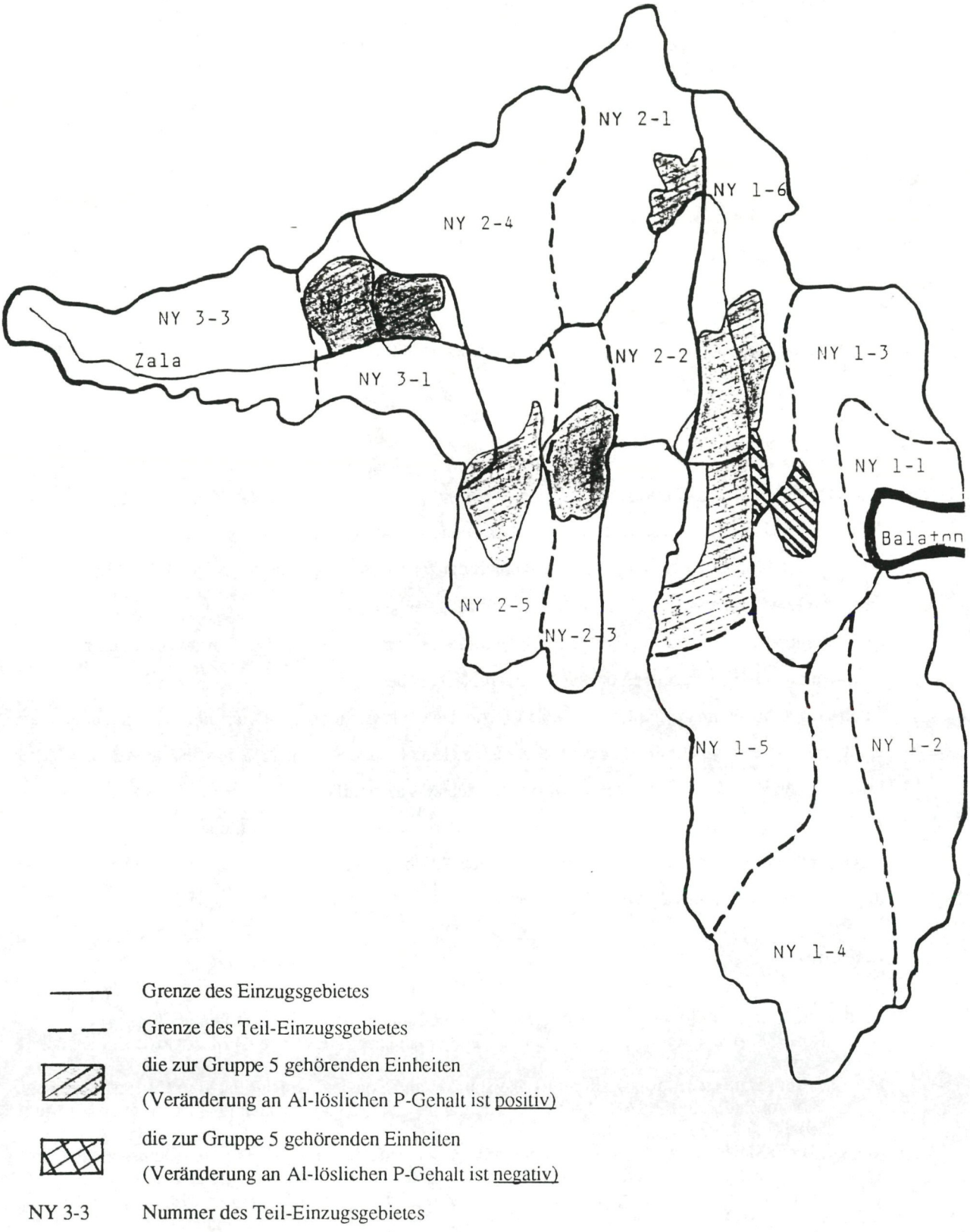

Abb. 1: Anordnung der zur Gruppe 5 gehörenden Einheiten im Einzugsgebiet des Zala-Flusses.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: BFB-Bericht (Biologisches Forschungsinstitut für Burgenland, Illmitz 1

Jahr/Year: 1991

Band/Volume: 77

Autor(en)/Author(s): Sisak I.

Artikel/Article: Phosphor Eintrag und Ausfuhr im Teilsystem Â„PflanzenbauÂ“ im westlichen Einzugsgebiet von Balaton (Zala Fluß) 139-146