

## MESSUNGEN ÜBER VERSCHMUTZUNGEN DES ZALA-FLUSSES DURCH ZALAEGERSZEG UND ANDERE QUELLEN MIT RÜCKSICHT AUF DEN BALATON

JOO Otto, Szombathely

In unserer Studie werden die im letzten Jahrzehnt durchgeführten Messungen beschrieben, die bedeutend zur Erfassung der Ursachen der Eutrophierung des Balatons, sowie der Rolle und des Gewichtes des Zala-Flusses und seines Einzugsgebietes beitrugen und grundlegende Daten für eutrophierungsverhindernde Maßnahmen lieferten. Zuerst wird durch den Vergleich der seit 10 Jahren durchgeführten Zala-Wasseruntersuchungen der Einfluß des Zala-Flusses und der diffusen Nährstoffbelastung demonstriert. Diese Messungen haben ergeben, daß der Zala-Fluß jährlich 80-120 Tonnen Phosphor, 1000-1500 Tonnen Stickstoff, 5-15 Tonnen Schwebstoffe in den Balaton transportiert. Die Hälfte des Phosphors, zwei Drittel des Stickstoffs sind diffuser Herkunft. Für ihr Zurückhalten bietet das Schutzsystem (Feuchtbiotop) Klein-Balaton eine Chance. Sein Hauptziel ist das Zurückhalten der die Wasserqualität mindernden, durch den Zala-Fluß transportierten Stoffe. So kann man, ohne eine katastrophale Verschlechterung der Wassergüte des Balatons zu riskieren, genug Zeit gewinnen für die zur Abschaffung der Verschmutzungen nötigen Maßnahmen, die auch im Regierungsbeschluß No. 2003/1983. (III.3.) für das ganze Einzugsgebiet vorgeschrieben sind. Weiters werden die Messungen und Feststellungen über Verschmutzungen landwirtschaftlicher Herkunft geschildert. Diese können in der Meliorationsplanung nutzbar gemacht werden. Schließlich wird der in den Jahren 1982-83 beobachtete Ablauf der Phosphorbelastungswelle durch Abwässer von Zalaegerszeg dargelegt. Der Zala-Fluß führte in dieser Zeitspanne MQ, NQ und NNQ. Es wurden dreimal, jedesmal eine Woche hindurch zweistündige Probeentnahmen und häufige Abflußmessungen durchgeführt und dabei eine Selbstreinigung der Phosphorbelastung von 20 bis 40 Prozent festgestellt.

### Der Balaton und das Einzugsgebiet des Zala-Flusses

Ähnlich wie viele andere Seen ist auch der größte See Mitteleuropas, der im ungarischen Fremdenverkehr sehr wichtige Balaton auf dem Wege zur Eutrophierung. Nach den Messungen (10) sind die Hauptursachen dieses Prozesses die aufgenommenen 3000 to/Jahr Stickstoff (Gesamtstickstoff) und 300 to/Jahr Phosphor (Gesamtphosphor). Nach den von uns seit 1975 täglich durchgeführten Messungen (3,4) wird ein Drittel dieser Nährstoffe durch den Zala-Fluß von der Hälfte des gesamten Einzugsgebietes in das seichteste, durchschnittlich 2 m tiefe Westbecken transportiert. Der Balaton ist im Durchschnitt 3,2 m tief. (Abb.1).

Die Hauptveränderungen der Nutzung des westlichen Einzugsgebietes zwischen 1935 und 1985 werden in der Tab.1 dargestellt. Eine Konzentrierung der Menschen, Landwirtschaft und Tierzucht ist deutlich ersichtlich. Die in Großbetrieben organisierte Landwirtschaft verwendet in starkem Maße chemische Mittel. Im Vergleich zu der stark angewachsenen Trink- und Nutzwasserversorgung ist die Kanalisierung und Abwasserreinigung erheblich zurückgeblieben. Bei den 15 bis 20 Kläranlagen haben wir im letzten Jahrzehnt eine jährliche Nährstoffemission von 32 bis 55 Tonnen Gesamtphosphor und 220 bis 320 Tonnen Stickstoff gemessen. Diese Abwasseruntersuchungen betreffen 95 Prozent der Abwässer des Einzugsgebietes. 90 Prozent der Abwässer des Zala-Einzugsgebietes stammen von Zalaegerzeg und aus dem Raume Keszthely. In Keszthely sind schon Phosphorfällungsanlagen im Betrieb. Unsere Zahlen zeigen, daß die Hälfte des Gesamtphosphors und Dreiviertel des Gesamtphosphors diffuser Herkunft sind.

Im letzten Jahrzehnt wurden in vier Profilen des Zala-Flusses, die auf dem Lageplan auch dargestellt sind, bei 30 kleinen oder größeren Hochwasserwellen Niederschlag, Abfluß, Schwebstoff- und Nährstofffrachten untersucht. Diese Untersuchungen wurden natürlich auch bei Niedrigwasser fortgesetzt. Es wurde festgestellt, daß die Hochwässer die Frachten (g/s) von Schwebstoffen (S), Gesamtphosphor (GP), Gesamtstickstoff (GS), Phosphatphosphor (PO<sub>4</sub>-P) und Nitratstickstoff (NO<sub>3</sub>-N) stark, ihre Konzentration (g/m<sup>3</sup>) weniger stark, aber doch erhöhen. Die täglichen Frachten im Durchschnitt des Hochwasserzeitraumes waren bei Schwebstoffen 10-15 mal, bei Phosphor 3-8 mal, die Stickstoffmenge 3-4mal höher als bei einer Niedrigwasserperiode. Die Extremwerte waren nach obiger Reihenfolge 50,30,5,15 mal so hoch gefunden. Die Abb.2 faßt die Messungsergebnisse der Jahre 1976 bis 1985 zusammen. Es ist die starke Abhängigkeit der untersuchten Nährstoffparameter von der Abflußmenge (Wasserführung) und vom Niederschlag ersichtlich. Es wurde auch ihre Monatsverteilung untersucht. Auch hier ist der Zusammenhang mit der Wasserführung eindeutig. Der Ursprung der Verschmutzungen wird durch die Daten des Forschungsinstitutes für Wasserwirtschaft für mehrere Jahrzehnte dargestellt. Es ist aus der Tab.3 ersichtlich, daß der größere Teil der Verschmutzungen durch Gewässer in den See transportiert wird. Es vermindert sich das Gewicht der Abwasserbelastung. Offensichtlich ist dies auf den Einfluß der Phosphorfällungsanlagen, der Umleitungen von Abwässern u.a. zurückzuführen.

#### Messungen der Belastung durch die Landwirtschaft

Im Jahr 1984 wurde ein Meliorationsplan für das ganze Einzugsgebiet des Balatons erarbeitet. Dieser hat neben der Entwicklung der Landwirtschaft eine bedeutende Verminderung der von ihr stammenden Verschmutzungen als Zielsetzung. Für das Einzugsgebiet der Zala wurde die Phosphorbelastung aus der Landwirtschaft auf 45 bis 55 Tonnen, auf die Hälfte der Gesamtbelastung geschätzt. Daraus emittieren die Tierhaltungen in Großbetrieben 1 bis 2 Prozent der dort entstehenden Phosphormenge (Angaben der Fachliteratur), es ergeben sich jährlich 10 bis 20 Tonnen. Die Fischteiche mit einer Fläche von 326 ha, zusammen mit der Aalzuchtanlage in Heviz, emittieren maximal 5 Tonnen/Jahr, basierend auf bei anderen Fischteichen durchgeführten Messungen. Für die Anwendung von Mineraldüngemitteln, gerechnet mit einem Verlust von 0,5 Prozent der ausgestreuten Menge, ergeben sich 6 to/Jahr, für die Erosion, die am Nord-Südabschnitt des Zalaflusses am stärksten ist 24 to/Jahr. Ausmaß und Rolle der landwirtschaftlichen Verschmutzungen bei der Eutrophierung des Balatons werden von vielen Debatten, aber wenigen begründeten Messungen begleitet. Die Station für Pflanzenschutz und Agrikulturchemie vom Komitat Zala hatte in der 2.Hälfte 1981 und in der 1.Hälfte 1982 umfangreiche Messungen für die Feststellung von landwirtschaftlichen Verschmutzungen im Einzugsgebiet des Zala-Flusses durchgeführt. In dieser sehr trockenen Periode betrug die Niederschlagsmenge anstatt den durchschnittlichen 723 mm nur 584 mm. Es wurden am Zala-Fluß und an den Nebengewässern in 55 Profilen die Parameter von zweiwöchentlich entnommenen Wasserproben untersucht. Leider wurden keine gleichzeitigen Abflußmessungen durchgeführt. Es wurden zahlreiche Messungen, Untersuchungen von Böden, Erosion, Drainagewasser, Flußablagerungen, sowie zur Lagerung, Anwendung und Abspülung von Kunstdünger und Pestiziden und eine bedeutende Erschließung der Literatur durchgeführt (1).

Es wird die diffuse Phosphorbelastung landwirtschaftlicher Herkunft im Profil bei Zalaapati auf 20 Prozent des Ganzen, bei Fenekpuszta auf 30 Prozent des Ganzen geschätzt. Es wurde kein Erosionseinfluß auf die Wassergüte gefunden. Die Abflüsse der Drainagewässer und die Verluste an Nährstoffen sind unwahrscheinlich hoch. Die aus Sicht unseres Themas interessanten Teile dieser Arbeit wurde von der unter (6) registrierten Studie zuerst festgehalten.

Aufgrund ihrer auf den Versuchsgeländen von Szentgyörgyvölgy, Resznek und anderswo durchgeführten mehrjährigen Messungen teilen Toth und Szomolanyi realistische Angaben mit (7,8,9). Nach ihren Feststellungen kann im herausgewaschenen Boden 0,1 Prozent Stickstoff, 0,15 Prozent Phosphor, 1,5 Prozent Kalium sein. Die Böden binden einige Prozente Stickstoff, 40 bis 85 Prozent Phosphor und 90 Prozent von Kalium. In die Pflanze werden 50

bis 60 Prozent des Stickstoffs, 15 bis 70 Prozent des Phosphors und 10 bis 90 Prozent des Kaliums eingebaut. In die Gewässer können 5 bis 10 Prozent des Stickstoffs, 1 bis 2 Prozent des Phosphors, 0,5 Prozent des Kaliums geraten. Die Hauptverlustquellen sind Auswaschung und Erosion. Es können 5 bis 15 kg/ha und Jahr Stickstoff, 0,13 bis 0,26 kg/h und Jahr Phosphor, 0,7 bis 4,4 kg/ha.Jahr Kalium ausgewaschen werden. Es stellte sich heraus, daß es eine bedeutende Bodenerosion nur an 14 bis 16 Tagen des Jahres gibt. Sie haben auch bei hochintensiven Niederschlägen einen Abflußbeiwert von 20 bis 80 Prozent beobachtet, als Verluste ergaben sich dabei 0,01 bis 2,3 kg/ha und Jahr Stickstoff-, 0,01 bis 4,5 kg/ha und Jahr Phosphorwirkstoff (am Abhang eines Weingartens!). An den dränierten Versuchsgeländen haben sie zwischen Oktober und März einen 16-prozentigen, zwischen April und September einen 1-prozentigen Abflußbeiwert gemessen. Auf den unmeliorierten Kontrollparzellen mit bindigen Böden haben sie einen jährlichen Abflußbeiwert von 24 Prozent nachgewiesen. Mit den Dränwasser sind 0,05 bis 0,12 kg/ha und Jahr Phosphor, 10 bis 20 kg/ha und Jahr Stickstoff und 0,5 bis 5 kg/ha und Jahr Kalium abgeflossen.

Im Raum von Zalaapati, an einem rechtsufrigen Nebengewässer des Zala-Flusses, am Esztergalyi-Bach, zu dem ein Einzugsgebiet von 23,2 km<sup>2</sup> gehört, führt seit 1982 unsere Direktion für Wasserwesen täglich Untersuchungen von Abflubmengen, Schwebstoffen und Nährstoffen entlang eines Profil durch. Die Werte des Niederschlages sind auch bekannt. In diesem Einzugsgebiet gibt es keine industrielle oder kommunale Verschmutzung. Von den Ergebnissen der Messungen geben wir in Abb.3 ein Beispiel. Die Messungen aus den Jahren 1982-83 werden mit Punkten, aus den Jahren 1984-85 mit Kreisen bezeichnet. Die Werte der Gesamtstickstoff- und Gesamtphosphormengen stehen mit der Wasserführung in fast funktionsartigem Zusammenhang. Tab.4 zeigt die Meßergebnisse des Esztergalyi-Baches, verglichen mit den Messungen am Zala-Fluß. Interessant ist, daß die spezifischen Werte sehr gut mit den Werten von Szomolanyi übereinstimmen.

#### Ablauf der Abwässer von der Stadt Zalaegerszeg im Zala-Fluß in den Jahren 1982-83.

Die Wirkung des Einleitens der bis zur letzten Zeit überbelasteten biologischen Kläranlage der Stadt Zalaegerszeg, einer Stadt mit 65 000 Einwohnern, die täglich 16 000 m<sup>3</sup> Abwässer dem Zala-Fluß zuführt, auf die Wassergüte des Zala-Flusses und des Balatons, mit besonderer Berücksichtigung des Phosphors, hat sehr viele Debatten angeregt. Die nominelle Kapazität in der Zeit der Messungen betrug 7,5 Tausend m<sup>3</sup>/Tag. Die Abwässer von Zalaegerszeg liefern die größte konzentrierte Belastung des ganzen Balaton-Einzugsgebietes.

Es sollten die folgenden Hauptfragen beantwortet werden:

- Welche Phosphorbelastung wird durch die Kläranlage emittiert?
- Wie verändern sich die Mengen der emittierten Abwässer, ihre Hauptphosphorformen, gelösten Substanzen und Schwebstoffe?
- Wieviel Phosphor stammt aus der städtischen Kläranlage und wieviel aus anderen Teilen der Stadt?
- Wie zieht diese Verschmutzungswelle im Zala-Fluß ab?
- Welche Phosphorbelastung ist den Nebengewässern zuzusprechen?
- Hat der Zala-Fluß noch eine Selbstreinigungskraft?
- Welche Wirkung würde eine Phosphorfällung in Zalaegerszeg haben?

Zur Klärung dieser Fragen haben von 22.-26.11.1982 und 16.-20.5. bzw. 22.-26.8.1983 das Forschungsinstitut für Wasserwirtschaft und die Direktion für Wasserwesen in Szombathely gemeinsame Messungen durchgeführt. Die erste Messung an der Zalamündung fiel in eine Periode mittlerer Wasserführung (MQ), die zweite in eine geringerer Wasserführung (NQ), die dritte in eine Dürreperiode (NNQ). In der Zeit der Messungen fiel kein Regen.

Die Schwebstoffe (S) und die gelöste Gesamsubstanz wurden nur bei der ersten Messung untersucht. Alle drei Messungen am Zala-Fluß wurden zusammen mit den an den Bächen Tapolca und Tetves durchgeführten Beobachtungen in einer gesonderten Studie ausgewertet (5). An dieser Stelle ist es nicht möglich, die umfangreichen Angaben und Graphiken zu veröffentlichen. Zur Dokumentation dieses Themas gehören noch die folgenden Daten:

- a) Die Parameter der Abwässer von Zalaegerszeg, stündlich gemessen von 22.-26.11.1982; 16.-20.5.1983 und 22.-26.8.1983 (Tab. 5)
- b) Wie a), nur für die in der Tabelle 6 angeführten Profile des Zala-Flusses.
- c) Ähnliche Parameter von 8 größeren und 13 kleineren Nebengewässern in ihren Mündungsprofilen.
- d) Frachten und Konzentrationswerte von Gesamtphosphor und gelöstem Phosphor, zweistündlich gemessen in den unter b) aufgeführten Profilen.
- e) Die zweistündlichen Veränderungen der Abflußmengen und Phosphorfrachten wie in Punkt d), aber zusammengefaßt.
- f) Die einzelnen Messungen von Gesamtphosphor, gelöstem Phosphor und  $\text{PO}_4^3\text{-P}$  (Konzentration und Fracht) von Zalaegerszeg-Andrashida bis Fenekpuszta wurden in Längsprofilen zusammengefaßt.

Einige Parameter der untersuchten Abwässer von Zalaegerszeg werden in Tab.5 dargestellt. Die Tab.6 zeigt zusammengefaßt das Längsprofil der Phosphorbelastung (Durchschnitt der drei Messungen). Die Belastung wird durch spezifische Werte der täglichen Frachten von Gesamt-, gelöstem Phosphor und Phosphat pro  $\text{km}^2$  Einzugsgebiet der charakteristischen Profile von Zala und je km der zwischen den Profilen liegenden Gewässerstrecken angegeben. In Abb.4 ist die Verminderung der GP-Konzentrationen von Zalaegerszeg bis zur Mündung gut ersichtlich. Die praktisch gleichbleibende Belastung von Zalaegerszeg ergab im Falle der kleinsten Wasserführung die größte, bei mittlerer Wasserführung die kleinsten GP-Konzentrationen. Die Einleitung von Abwässern verursacht eine sprunghafte Belastungszunahme. Diese verringert sich schon wesentlich bei Alibanfa, danach geringfügiger bei Zalaapati, bei niedrigster Wasserführung aber nur bei Fenekpuszta. Als Bewertung kann über den Abzug der Verschmutzungswelle aus der Kläranlage von Zalaegerszeg im Zala-Fluß, mit besonderer Rücksicht auf den Phosphor, folgendes erklärt werden: Die Messungen erstreckten sich am Zala-Fluß von der kleinsten bis zur mittleren Wasserführung. Solche Messungen wurden im Hochwasserbereich nicht durchgeführt.

Zwischen den in einzelnen Profilen gemessenen Wasserführungen und denen der Nebengewässer gibt es Unterschiede, deren Ursachen mit weiteren Messungen zu klären sein werden. Das bezieht sich auch auf die Konzentrations- und Frachtenwerte der Parameter der Wassergüte.

Die Geschwindigkeit des Abzuges zwischen Andrashida und Zalaber beträgt 1,1 km/Stunde, von Zalaber bis Zalaapati 1,7 km/Stunde, unter Zalaapati 0,5 km/Stunde.

Die Konzentrationen des Phosphors und des gelösten Phosphors verringern sich bis Alibanfa stark, unterhalb aber in geringerem Ausmaß.

Der Schwebstoffgehalt wird, im Einklang mit unseren mehrjährigen Messungen, zwischen Zalaapati und Fenekpuszta wesentlich geringer. Die Zunahme der gelösten Substanzen ist mit der Flächenzunahme des Einzugsgebietes proportional.

Die Frachten des Gesamt- und des gelösten Phosphors nehmen bei MQ und NNQ zwischen Alibanfa und Zalabar stark ab. An der Strecke unterhalb Zalaapati nehmen sie aber mit der Flächenzunahme des Einzugsgebietes bei MQ und NQ in kleinerem Maße zu. Die zwei Messungen vom Jahr 1983 zeigen, daß die Phosphorbelastung an der Strecke unterhalb Balatonhidveg, vielleicht wegen des ausgedehnten Moores, nicht zunimmt. Die Abwässer von Keszthely versickern bereits auf dem Moor und wurden nicht in den Vorfluter eingeleitet. Die gesamte spezifische Phosphorzufuhr der Moorwässer pro Einheit des Einzugsgebietes beträgt  $7 \text{ kg/km}^2$  und Jahr. Der gleiche Wert für die untersuchten Nebengewässer liegt etwa bei 15 bis  $20 \text{ kg/km}^2/\text{Jahr}$ , für das ganze Einzugsgebiet bei etwa  $30 \text{ kg/km}^2/\text{Jahr}$ . Die auf eine Flächeneinheit des Einzugsgebietes bezogene Phosphorzufuhr der Nebengewässer des Zala-Flusses ist, verglichen mit den Moorwässern, die dreifache. Die Phosphorzufuhr für das ganze Gebiet des Zala-Flusses (Einzugsgebiet) ist viermal größer als bei den Moorwässern.

Die Phosphorzufuhr der Nebengewässer ist annähernd gleich mit jener der Stadt Zalaegerszeg.

Die Tab.7 bewertet die täglichen Phosphorerträge der drei Messungen und ihrer Durchschnittswerte. Es ergibt sich bei mittlerer Wasserführung eine Selbstreinigung von 36 Prozent. Das bedeutet, daß nur zwei Drittel der konzentrierten Phosphorbelastung der Abwässer von Zalaegerszeg in den Balaton gelangen. Der Einfluß der diffusen Belastungen muß aufgrund dieses Befundes als sehr groß angenommen werden. Im Verlaufe der Untersuchungen haben sich bedeutende Veränderungen ergeben. Im Jahr 1984 wurde die neue biologische Kläranlage der Stadt Zalaegerszeg mit einer Kapazität von 10 Tausend m<sup>3</sup>/Tag in Betrieb genommen. Kürzlich hat die Inbetriebsetzung einer weiteren Kläranlage mit einer Kapazität von 10 Tausend m<sup>3</sup>/Tag stattgefunden. Bis 1990 wird voraussichtlich auch die Phosphorfällungsanlage gebaut. In Keszthely und Heviz sind solche schon im Betrieb.

So kann sich die Phosphorbelastung zwischen Balatonhidveg und Fenekpuszta nicht wie früher erhöhen. Am 19.6.1985 wurde der erste Abschnitt des künstlichen Feuchtbiotops Klein-Balaton in Betrieb genommen, das einen Wasserspiegel von 18 km<sup>2</sup>, ein Volumen von 21 Millionen m<sup>3</sup> hat. Auch der Bau des zweiten Abschnittes zwischen Balatonhidveg und Fenekpuszta ist im Gange. Er wird bei normalem Stauziel 64 Millionen m<sup>3</sup> Wasser fassen. Die Wasseroberfläche wird 51 km<sup>2</sup> betragen. Die Fertigstellung ist bis 1995 zu erwarten. Es werden im gesamten Einzugsgebiet des Balatons Meliorationsarbeiten begonnen. Alle dienen entsprechend den Vorschriften des Regierungsabschlusses Nr. 2003/1983 (III.3) dem Wasserschutz des Balatons.

Die Erfassung ihrer Wirksamkeit ist notwendig. Eine Aufnahme des Wassergütelängsprofils des Zala-Flusses wird auf die oben angeführte Art und Weise laufend durchgeführt.

Tabelle 1: Faktoren im Einzugsgebiet des Zala-Flusses in den Jahren 1935-85, die mit der Verschlechterung der Wassergüte im Zusammenhang stehen können

Objekt	Maßstab	1935	1960	1985
1. Ackerland	km <sup>2</sup>	1423	1322	1050
2. Rasengebiet	km <sup>2</sup>	494	480	350
3. Wald	km <sup>2</sup>	561	578	700
4. Landwirtschaftlich nicht nutzbar+Röhricht	km <sup>2</sup>	144	242	522
5. Punkte 1. bis 4. insgesamt	km <sup>2</sup>	2622	2622	2622
6. Landwirtschaftliches Nutzgebiet (Punkte 1.bis2.)	km <sup>2</sup>	1917	1802	1400
7. Davon Großbetriebe	%	37	79	95
8. Großvieheinheit	10 <sup>3</sup> Stück	98	85	98
9. Davon in Großbetrieben	%	18	25	58
10. Kunstdünger	10 <sup>3</sup> Tonnen	0,3	2	20
11. Einwohnerzahl	10 <sup>3</sup> Personen	244	195	200
12. Stadteinwohner	%	8	15	45
13. Kommunales Trinkwasser	10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup>	0,1	1,5	17
14. Kommunales Abwasser	10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup>	-	0,5	12
15. Anteil der mit Leitungswasser versorgten Bevölkerung	%	2	8	80
16. Anteil der an Kanalnetz angeschlossenen Bevölkerung	%	-	3	35
17. Abweichung 15.-16. am Einzugsgebiet	%	2	5	45
18. Abweichung 15.-16. im ganzen Staat	%	2	10	35

Tabelle 2: Die Zusammenfassung unserer Meßergebnisse am Zala-Fluß von 1977 bis 1983

F= Fenekpuszta, A=Zalaapati, B=Zalaber, Z=Zalaegerszeg-Andrashida

	Maß	F	A	B	Z
1. Niederschlag	mm/Jahr	684	691	678	693
2. Durchschnittlich	mm/Jahr	723	743	775	807
3. Einzugsgebiet F	km <sup>2</sup>	2622	1534	1176	436
4. Abflußmenge Q	10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup> /Jahr	240	151	115	49
5. Abzug q	%	13,5	14,3	14,4	16,3
6. Schwebstoffe S	10 <sup>3</sup> to/Jahr	8,8	12,4	6,4	1,9
7. Schwebstoffe von 1 km <sup>2</sup> s	to/km <sup>2</sup> .Jahr	3,4	8,1	5,4	4,4
8. Gesamtphosphor GP	to/Jahr	89	81	73	12
9. Konzentrierter Gesamtphosphor GP <sub>k</sub>	to/Jahr	50	39	37	1
10. Diffuser Gesamtphosphor GP <sub>d</sub>	to/Jahr	39	42	36	11
11. Phosphat-Phosphor PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> -P	to/Jahr	43	33	32	3,6
12. Konzentriertes Phosphat (PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> -P)	to/Jahr	30	22	21	0,2
13. Diffuses Phosphat (PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> -P) <sub>d</sub>	to/Jahr	13	11	11	3,4
14. Gesamtphosphor aus 1 km <sup>2</sup> gp	kg/km <sup>2</sup> .Jahr	34	53	62	28
15. Gesamtstickstoff GS	to/Jahr	1012	746	618	182
16. Konzentrierter GS, GS <sub>k</sub>	to/Jahr	272	205	199	2
17. Diffuser GS, GS <sub>d</sub>	to/Jahr	740	541	419	180
18. GS pro 1 km <sup>2</sup> gs <sub>d</sub>	kg/km <sup>2</sup> .Jahr	385	486	526	416
19. Hochwässer HW	Tag	742	645	742	742
20. Niedrigwässer NW	Tag	1814	1811	1914	1814
21. GP mit Hochwässern GP <sub>HW</sub>	10 <sup>3</sup> to	310	276	290	59
22. GP mit Niedrigwässern GP <sub>NW</sub>	10 <sup>3</sup> to	313	258	242	23
23. GP für 1 Tag, gp <sub>HW</sub>	to/Tag	0,42	0,43	0,39	0,008
24. GP <sub>NW</sub> für 1 Tag, gp <sub>NW</sub>	to/Tag	0,17	0,32	0,13	0,01
25. GS mit Hochwässern GS <sub>HW</sub>	10 <sup>3</sup> to	3954	2678	2509	816
26. GS mit Niedrigwässern GS <sub>NW</sub>	10 <sup>3</sup> to	3114	2222	1818	465
27. GS für 1 Tag, gs <sub>HW</sub>	to/Tag	5,3	4,2	3,4	1,1
28. GS <sub>NW</sub> für 1 Tag, gs <sub>NW</sub>	to/Tag	1,7	1,2	1,0	0,3

**Tabelle 3:** Die Phosphor- und Stickstoffbelastung des Balatons nach ihrer Herkunft in to/Jahr von 1975 bis 1984.

	Gesamtphosphor		Gesamtstickstoff	
	1975 - 1980	1981 - 1984	1975 - 1980	1981 - 1984
1. Durch Gewässer	158	149	1600	1912
2. Aus Abwasser durch Gewässer	78	78	456	326
3. Direkte Abwassereinleitung in den See	32	11	229	72
4. Aus Abwässern, durch Fisch- und Schilfteiche	5	7	28	27
5. Aus Siedlungsgebieten	58	55	118	110
6. Diffuse Belastung des Sees direkt aus dem Einzugsgebiet	18	41	200	179
7. Aus der Atmosphäre	17	17	590	590
8. Gelangt in den Balaton insgesamt	288	280	2765	2890
9. Abwasser insgesamt	115	96	703	425
10. Aus dem Einzugsgebiet des Zala-Flusses insgesamt	92	85	1009	1012

**Tabelle 4:** Schwebstoffe und Nährstoffe, gemessen am Bach Esztergalyi

Jahr	Niederschlag mm	q %	S	GP	PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> -P		GS	F km <sup>2</sup>
					-----Tonnen/Jahr-----			
1. 1982	680	11	516	0,44	0,071	6,3	23	
2. 1983	541	10	477	0,32	0,089	7,5	23	
3. 1984	685	10	361	0,18	0,065	5,9	23	
4. 1985	731	12	388	0,33	0,130	8,6	23	
5. Durchschnitt	663	11	436	0,32	0,09	7,1	23	
Schweb- und Nährstoffe auf 1 km <sup>2</sup> des Einzugsgebietes to/km <sup>2</sup> .Jahr:								
6. Zala-Fluß bei Fenekpuszta			3,4	0,015	0,005	0,28	2622	
7. bei Zalapati			8,1	0,027	0,007	0,35	1534	
8. bei Zalaber			5,5	0,031	0,009	0,36	1176	
9. bei Zalaegerszeg			4,4	0,025	0,008	0,41	436	
10. Esztergalyi Bach			18,8	0,014	0,004	0,31	23	

Zeichenerklärung: q= Abfluß, S=Schwebstoffe, GP=Gesamtphosphor, PO<sub>4</sub><sup>3-</sup>-P= Phosphatphosphor, GS= Gesamtstickstoff, F= Einzugsgebiet.

Die Zahlen in den Zeilen 6 bis 9 für spezifische Nährstoffwerte wurden aufgrund der Nährstoffe diffuser Herkunft berechnet, gemessen am Zala-Fluß.

**Tabelle 5:** Die untersuchten Parameter der Abwässer von Zalaegerszeg in den Jahren 1982-1983.

Zeichen	1982.XI.		1983.V.		1983.VIII.		Durchschnitt g/m <sup>3</sup>	Minimum g/s	Stunde	Abfluß	Maximum Stunde	Abfluß
	g/m <sup>3</sup>	g/s	g/m <sup>3</sup>	g/s	g/m <sup>3</sup>	g/s						
Q		167		201		192	187	03		82	14,21	252
GP	8,9	1,5	8,4	1,7	9,8	2,0	9,0	1,7	05-07	0,4	14	3,2
GeP	5,5	1,0	7,6	1,6	7,9	1,6	7,0	1,4	05-07	0,2	14,21	2,6
PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> -P	6,0	0,9	7,2	1,5	6,9	1,4	6,7	1,3	05-07	0,2	14,21	2,4
Cl <sup>-</sup>	115	19	129	25	94	18	113	21	07	4,0	13	46
SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	100	17	52	10	83	17	78	15	05-07	5,0	14	26
PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup>	19,7	3,2	22,1	4,5	21,2	4,3	20,7	4,0	07	0,5	14	7,3
GS								21		63	14	156

**Zeichenerklärung:** Q= Abflußmenge l/s; GP= Gesamtphosphor; GeP= gelöster Phosphor; PO<sub>4</sub><sup>3-</sup>-P= Phosphatphosphor; Cl<sup>-</sup>= Chloridion; SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>= Sulfation; PO<sub>4</sub><sup>3-</sup>= Phosphation; GS= gelöste Substanz; S =Schwebstoffe.

**Tabelle 6:** Phosphor-Längsprofil des Zala-Flusses bei Niedrig- und Mittelwasser in den Jahren 1982-83.

Profil von der Mündung km	Distanz voneinander km	F km <sup>2</sup>	GP GeP PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> -P			GP GeP PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> -P			Q l/s
			----Kilogramm/Tag-----			-----kg/km <sup>2</sup> .Tag-----			
1.Fenekpuszta 0		2622	205	165	132	0,08	0,06	0,05	5333
2.	10					18,1	14,7	11,7	
3.Balatonhidveg 10		1900	157	130	102	0,08	0,07	0,05	2584
4.	13					12,2	9,4	7,5	
5.Zalaapati 23		1534	157	113	93	0,1	0,07	0,06	3295
6.	32					4,6	3,4	3,0	
7.Zalaber 55		1176	136	105	88	0,12	0,09	0,07	2526
8.	15					10,0	7,3	5,6	
9.Alibanfa 70		836	168	117	81	0,22	0,14	0,1	2284
10.	10					15,7	11,5	9,4	
11. Kläranlage Zalaegerszeg 80		-	146	114	106	-	-	-	187
12.	2					4,5	2	1,5	
13. Andrashida 82		436	9	4	3	0,02	0,01	0,01	922
14. 21 Nebengewässer 82		1721	102	87	66	0,06	0,05	0,04	3720

**Zeichenerklärung:** F-Einzugsgebiet; GP=Gesamtphosphor, GeP= gelöster Phosphor, PO<sub>4</sub><sup>3-</sup>= Phosphatphosphor, Q= Abflußmenge. Die Zeilen 2,4,6,8,10,12 haben eine Dimension von kg/ km.Tag.

**Tabelle 7:** Tägliche Gesamtphosphorerträge (kg/Tag) des Wassergütelängsprofils des Zala-Flusses in den Jahren 1982-83

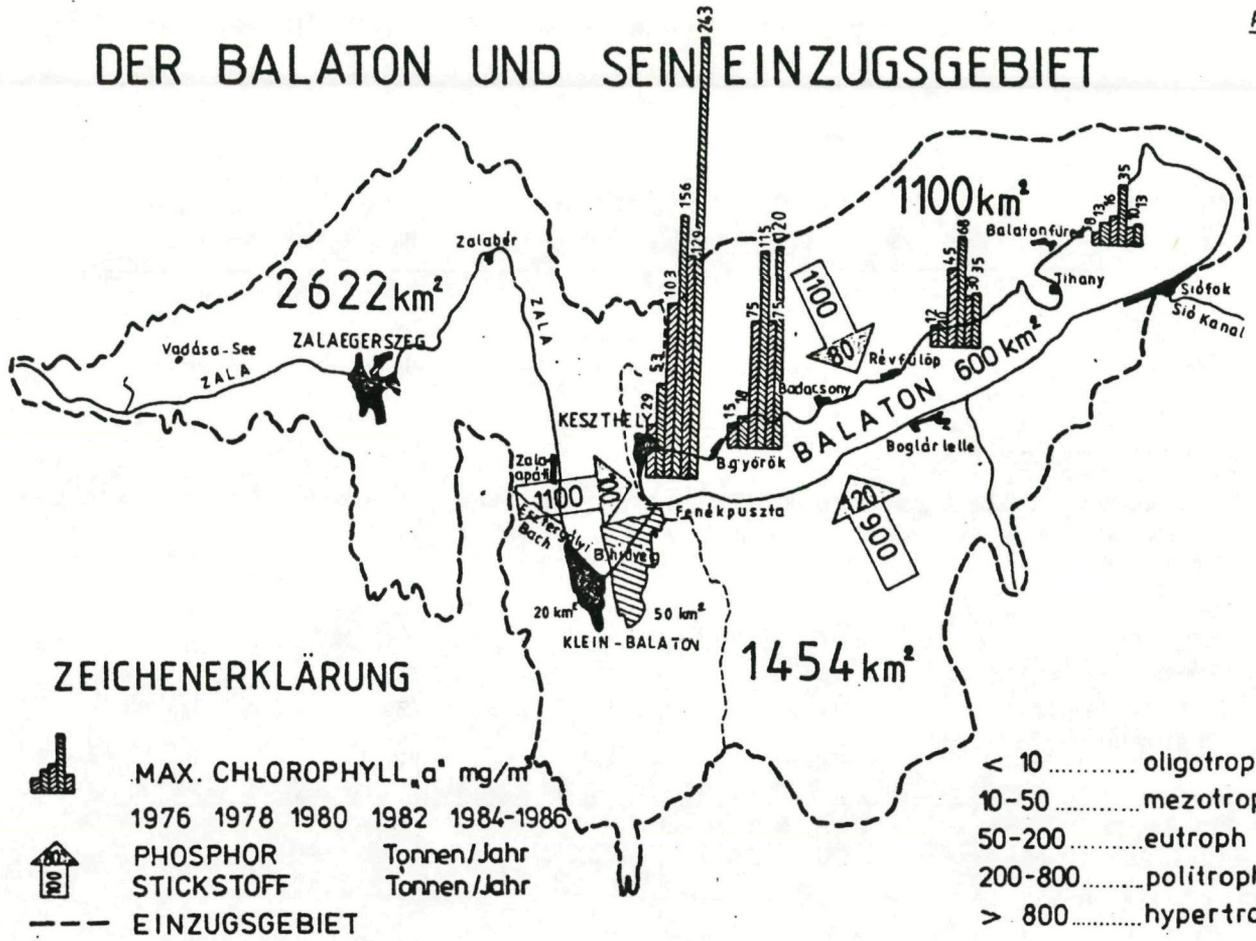
Bezeichnung	11.1982	5.1983	8.1983	Durchschnitt
	MW	NW	NNW	
1. Zala-Fluß bei Andrashida, F= 436 km <sup>2</sup>	15	7	5	9
2. Abwässer von Zalaegerszeg	130	147	162	146
3. Die gemessenen Nebengewässer (F=1721 km <sup>2</sup> ) unter Andrashida	230	56	21	102
4. Die nicht gemessenen Nebengewässer (F=2622-/1721+436/=465km <sup>2</sup> )	62	15	6	28
5. Geschätzter Durchschnitt aus den Abwässern in der Umgebung von Keszthely	40	35	35	37
6. Alle Zuflüsse zwischen Andrashida und Fenekpuszta von 1. bis 5.	477	260	229	322
7. Gemessen bei Fenekpuszta	287	147	181	205
8. Selbstreinigung 6.-7.	190	113	48	117
9. Selbstreinigung in Prozent des Gesamtzuflusses $\frac{8.}{6.} \cdot 100$	40	43	21	36

## L i t e r a t u r

- Agrokémiai és növényvédelmi adatszolgáltatás a Balaton nyugati vízgyűtő térségi meliorációs tanulmánytervéhez. MTESZ. tervdokumentáció, Zalaegerszeg 1984. Szerk. Wagner T.
- JOLÁNKAI, G., 1984: A Zala főszfor hossz-szelvény vizsgálata. Vízügyi Közlemények. 1. füzet.
- JOÓ, O.-LOTZ, G., 1980: A Zala folyó szerepe a Balaton eutrofizálódásában. Vízügyi Közlemények 2. füzet.
- JOÓ, O., 1984: A Balaton eutrofizálódásának csökkentési lehetőségei. Vízügyi Közlemények 1. füzet.
- JOÓ, O.-G.JOLÁNKAI: The Role of Point and Nonpoint Sources of Phosphorus on the Watershed of River Zala and other Tributaries of Lake Balaton, Hungary. 2-nd Scientific Assembly of the International Association of Hydrological Sciences Budapest, July 2-10.1986.
- Környezetvédelmi vizsgálatok a Zala vízgyűjtőjén 1981-82.-ben. Zala megyei Növényvédelmi és Agrokémiai Állomás Témabeszámoló, Zalaegerszeg 1983. Szerk.: Lendvai Z.
- SZOMOLÁNYI, A., 1984: Új talajvédelmi eljárások hatása az erózió okozta felszíni tápanyag elmozdulásokra. Agráregyetemi doktori disszertáció, Keszthely.
- TÓTH, A., 1984: Mezőgazdasági területekről származó tápanyagterhelések vizsgálata a Balaton vízgyűjtőjén. Agrártudományi Egyetem Témabeszámoló, Keszthely.
- TÓTH, A., 1984: A drénezés környezeti hatása. Georgikon Napok, Keszthely.
- VITUKI, 1985: A Balaton tápanyagterhelésének mérése, vizsgálata, mérlege és modellezése. Témabeszámoló.
- VITUKI-IIASA: Modelling a complex environmental system: the Lake Balaton Study. Laxenburg WP-81- 108.1981. Szerk:Somlyódi.

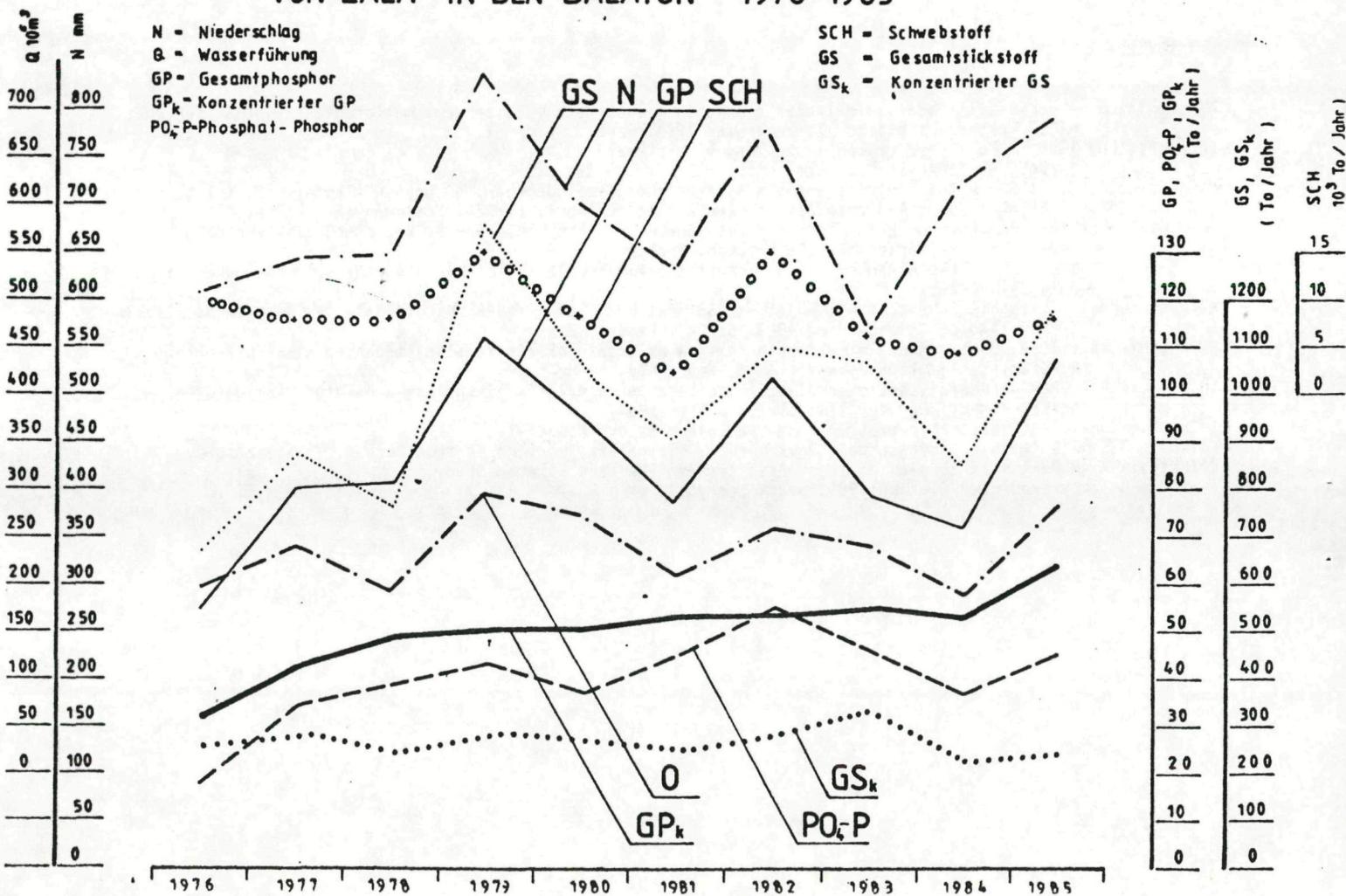
Abb.: 1

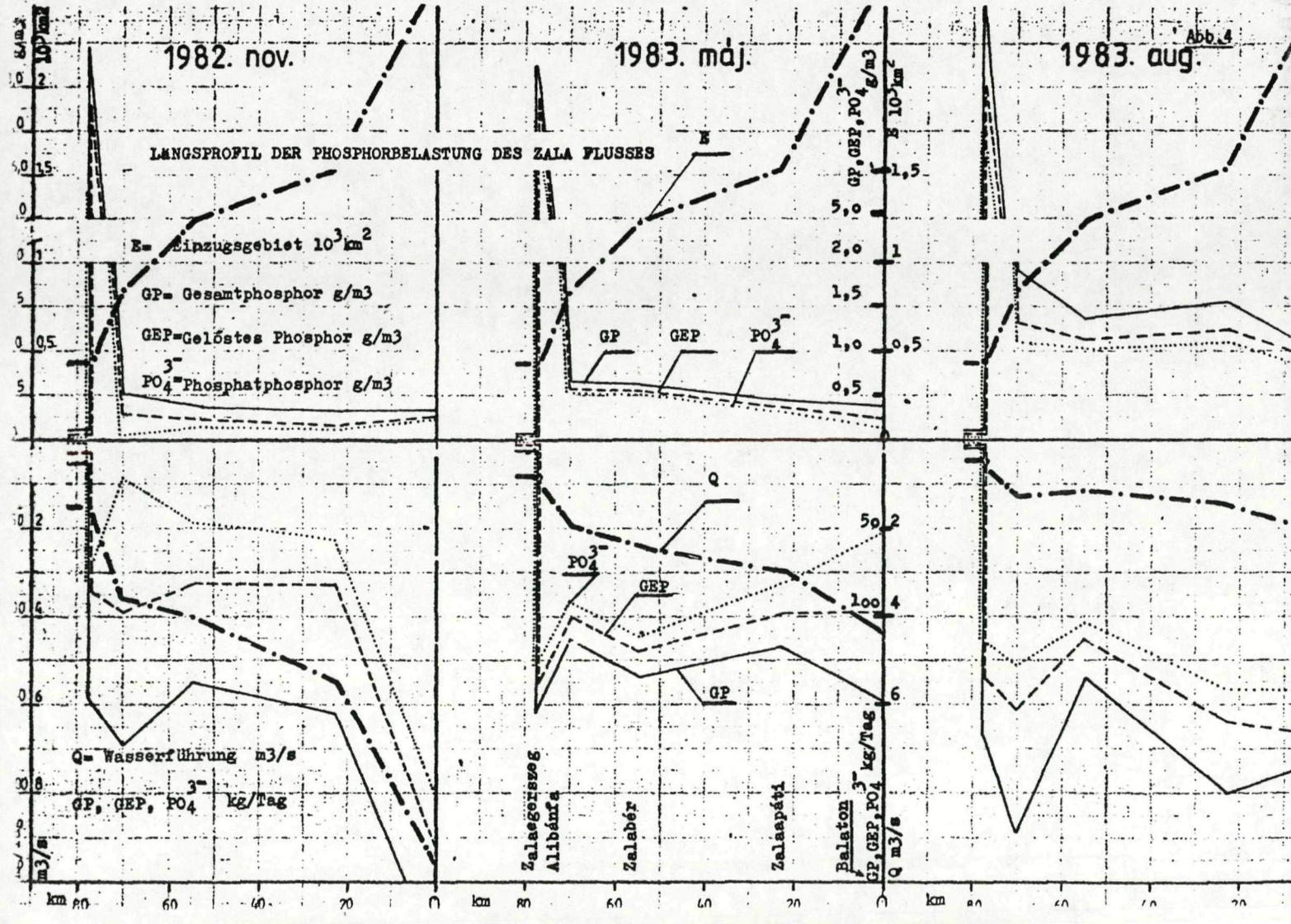
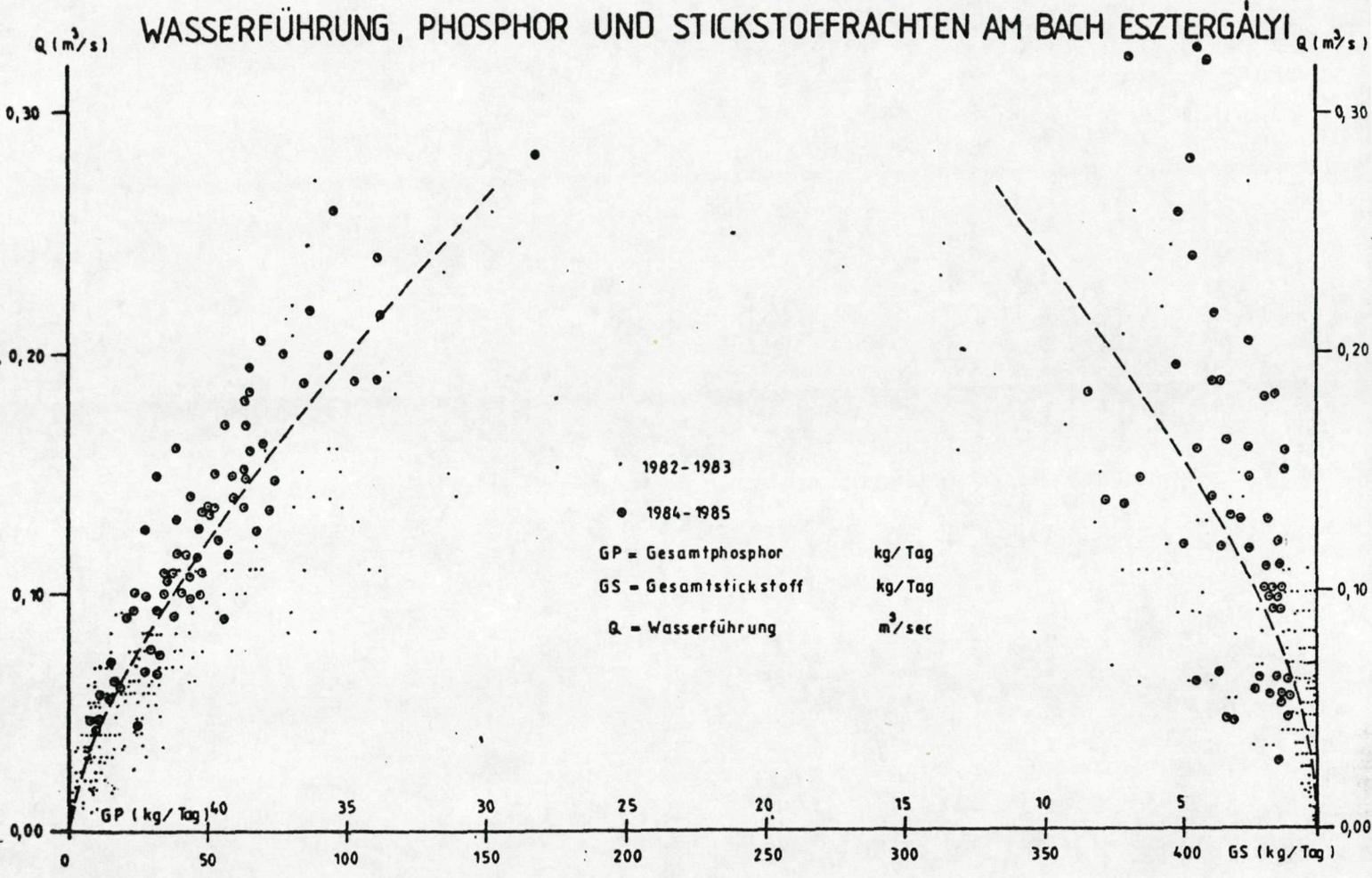
# DER BALATON UND SEIN EINZUGSGEBIET



## JÄHRLICHE WASSERFÜHRUNGEN UND NÄHRSTOFF-FRACHTEN AN DER MÜNDUNG VON ZALA IN DEN BALATON 1976-1985

Abb.2





# ZOBODAT - [www.zobodat.at](http://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: 1987

Band/Volume: [62](#)

Autor(en)/Author(s): Joo Otto

Artikel/Article: [Messungen über Verschmutzungen des Zala-Flußes durch Zalaegerszeg und andere Quellen mit Rücksicht auf den Balaton 35-45](#)