

**NÄHRSTOFFE IM OBERFLÄCHENWASSER AUF DEM GEBIET  
MIT EXTENSIVEM ACKERBAU**  
*Nutrient Substances in Surface Water of Extensive Agriculture Areas*

**W. Halicki, A. Szymańczyk**

Universität Zielona Góra, Polen

[W.Halicki@iis.uz.zgora.pl](mailto:W.Halicki@iis.uz.zgora.pl), [A.Szymanczyk@iis.uz.zgora.pl](mailto:A.Szymanczyk@iis.uz.zgora.pl)

**Abstract**

*This paper is based on investigation of nutrient substance balance in three lake-basin in West Poland. This investigation are managed since one year and make possible to estimate amount of nutrient substance in each lake. This project can answer how extensive agriculture influences on surfaces water quality.*

**Keywords:** *nutrient substances, extensive agriculture, lake-basin, balance.*

**Einführung**

Nährstoffe stellen eine große Gefahr für das Oberflächenwasser dar, denn in grösseren Mengen führen sie zu ihrer Eutrophisation. Das gefährdet die Wasserekosysteme und in grossem begrenzt die Wassernutzung für die Menschen und für Industriezwecke. Es gibt viele biogenische Nährstoffquellen, die zu dem Oberflächenwasser zufließen. Das sind sowohl naturelle als auch antropogenische Quellen. Zu den naturellen Quellen gehören Boden, Gestein und Niederschläge. Zu den antropogenischen gehören dagegen: Kommunal- und Industrieabwasser, Gas- und Staubemission sowie Ackerbau. Wegen verschiedener Methoden des Zuflusses zum Oberflächen- und Untergrundwasser wird zwischen den Punkt- und Gebietsverschmutzungen unterschieden. Punktverschmutzungen gelangen ins Wasser an bestimmten Stellen, während Gebietsverschmutzungen dringen ins Wasser aus dem ganzen Einzugsgebiet durch oder werden mit dem Untergrundwasser transportiert. Zu den Gebietsverschmutzungen gehören alle Oberflächenabflüsse und Wasser, die in den Boden aus den Acker- und Baugebieten, aus den nicht kanalisierten Gebieten und aus dem unbebauten Boden durchdringen. Ein Teil davon gelangt direkt zu den Flüssen und Wasserbecken durch Niederschläge. Außerdem werden auch Weg- und Erdkörperabflüsse als Linienverschmutzungen unterschieden. [Chelmicki W.]

Die Exportwerte aus bestimmten Gebieten sind unterschiedlich, am niedrigsten für die Waldgebiete, am höchsten für Gebiete mit intensivem Ackerbau und für Stadtabflüsse. [Allan J. D.] Je höher ist der Anteil des Ackerbaus im Einzugsgebiet, desto größer sind die ins Wasser gelangenden Stoffe und ihre Trophie. Sind keine Pflanzen vorhanden, herrscht es Dürre oder starker Wind, dann ist der Export viel grösser und es kommt zur Winderosion. Nackte Erde erleichtert, z.B. beim Treiben der Hackfrüchte, Wirkung der Wassererosion. Der Phosphor ist schwach lösbar aber leicht absorbierbar auf organischen Teilen und chemisch verbindbar. Der wichtigste Prozeß des Exports des Phosphors aus der Erde ist Erosion - Wegnahme durch Wasser und Wind kleiner Teilchen (reichen an Phosphor). Die Menge des weggenommenen Stickstoff hängt dagegen mehr von den hydrologischen Bedingungen ab, denn der Stickstoff ist im Wasser sehr gut auflösbar. [Roman M.]

Die Bestimmung der Exportmengen der Substanzen, die ins Oberflächen- und Untergrundwasser auf bestimmtem Gebiet gelangen, ist sehr schwierig und hängt von vielen Faktoren ab, z.B.:

- Intensivitätsgrad der Nutzung der Düngemittel und Pflanzenschutzmittel sowie ihre Qualität,
- Saatfolge und Nachernte,
- Baumethoden,

- Größe und Methoden der Tierzucht,
- Gebietsstruktur und System der Wasserabfälle,
- Bodenseigenschaften,
- Zustand der Wasser- und Abfallwirtschaft im Einzugsgebiet.

Alle oben genannten Faktoren bilden eine komplizierte Gesamtheit, die uns die größte Gefährdung für Oberflächen- und Untergrundwasser, nämlich Gebietsquellen, darstellt. Die Orientierungsbestimmung der Menge der Ackerbauverschmutzungen und ihrer Anteil an sämtlichen Verschmutzungen, die ins Wasser gelangen, ist eine sehr schwierige Aufgabe. Das ergibt sich daraus, dass dieses Vorkommen durch viele Faktoren beeinflusst wird. Die unten dargestellten Untersuchungsergebnisse des Einzugsgebiets mit extensivem Ackerbau ermöglichen uns, den Einfluß dieses Ackerbaus auf die Wasserbecken auf bestimmten Gebieten zu zeigen.

### Gebiet der Untersuchungen

Die Untersuchungen werden auf dem Gebiet der Gemeinde Pszczew in der Woiwodschaft Lubuskie in Westpolen durchgeführt. Das ist der Naturschutzgebiet. Der genaue Untersuchungsgebiet umfaßt Einzugsgebiete von drei Seen: Pszczewskie, Chłop und Szarcz. Die Seen wurden im Hinblick auf die Wassersauberkeit in die zweite Klasse qualifiziert. Der Pszczewskie - See hat die Fläche von 68,7 ha, sein gesamte Einzugsgebiet beträgt 33,6 km<sup>2</sup>. Der Chłop - See hat entsprechend 227,8 ha und 77,2 km<sup>2</sup> und der Szarcz - See 169,8 ha und 3,9 km<sup>2</sup> [Woiwodschaftsamt für Umweltschutz, 2000,2001]. An dem Chłop- und Szarcz- See befinden sich touristische Zentren. Zu den Seen gelangen viele Abflußgraben, die Wasser aus dem ganzen Gebiet sammeln und das gesamte Einzugsgebiet der drei Seen in der Fläche von 114,7 km<sup>2</sup> bilden [Abb. 1].

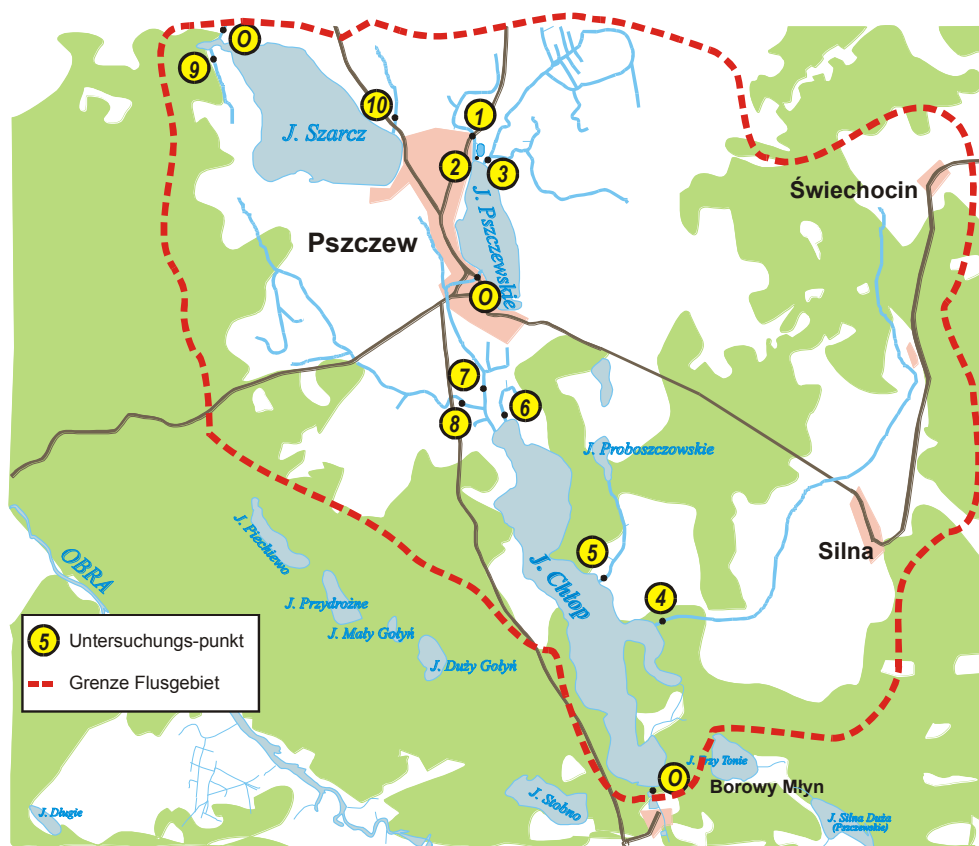


Abb. 1. Situationsplan des untersuchten Einzugsgebiets

Alle drei Seen sind Durchflußseen und gehören zu dem Flußgebiet des Odra - Flusses. Der Pszczewskie - See hat einen Abfluß, der diesen See mit dem Chłop - See verbindet. Auf dem untersuchten Einzugsgebiet gibt es in 75% Ackerfelder und Wiesen und in 25% Waldgebiete. Das ist typischer Ackergebiet, auf dem die Landwirtschaft dominiert. Es gibt dort kein Industrie. Es sind vor allem Kartoffeln- und Getreidebau zu sehen. Wiesen sind regelmäßig gemäht (Heu für Tiere).

Am Ende jedes Abflußgrabens sind zehn Untersuchungspunkte situiert und drei bei den Abflüssen [Abb. 1]. Die Untersuchungen sind ab Dezember 2001 jeden Monat geführt. Gemessen wurden -zweck der Durchflußberechnung- die Abflußschnellheit, die Breite des Grabens und der Wasserzustand. In den genommenen Proben untersucht werden: Ammoniumazot, Stickstoffverbindungen, Nitrit, Phosphate, Leitfähigkeit und Bodenreaktion.

In der Tabelle 1 wurden Beispielwerte der technischen Parameter des Grabens vom März dargestellt. Das sind Graben mit ziemlich unterschiedlichen Durchflüssen und in großem Umfang von den atmosphärischen Bedingungen und Jahreszeiten abhängig. Während der Untersuchungen wurden Schwankungen in der Zahl der zufließenden Graben notiert. Manche Graben verschwanden in der Sommerzeit (bei trockenem Zeitraum) und in der Winterzeit (bei großem Frost).

Tabelle 1.

**Werte der technischen parameter einzelner Abflußgraben in den Meßpunkten vom 23.04.2002 r.**

Datum der Untersuchung	Nummer der Messpunkte	Tiefe des Grabens [m]	Breite des Grabens [m]	Durchflussschnellheit [m/s]	Durchfluß [m <sup>3</sup> /s]	Durchfluß [m <sup>3</sup> /d]
23.04.2002	1	0,10	0,50	0,150	0,008	648,0
	2	0,25	0,70	0,100	0,018	1512,0
	3	0,23	1,20	0,450	0,124	10730,9
	4	0,26	1,70	0,330	0,146	12602,3
	5	0,19	1,50	0,260	0,074	6402,2
	6	0,13	0,50	0,143	0,009	802,3
	7	0,44	1,00	0,360	0,158	13685,8
	8	0,29	0,50	0,260	0,038	3257,3
	9	0,10	0,35	0,130	0,005	393,1
	10	0,11	0,60	0,130	0,009	741,3

**Untersuchungsergebnisse**

Die Ergebnisse der ganzjährigen Untersuchungen ermöglichten uns, die Mengen von Stickstoff und Phosphor, die zu den einzelnen Seen und zum ganzen Flußbett zufließen, zu bestimmen. In der Tabelle 2 sind Mittel- und Maximalwerte der Konzentration aus allen Proben im ganzen Jahr zusammengestellt. Das Wasser gehört meistens zu der 1. Sauberkeitsklasse, manchmal zu der 2. Infolge des verschiedenen Durchflusses ist die Rinne und ihre Ufer jedes Abflußgrabens anders gebaut. Es gibt Graben mit Sandboden und ohne Pflanzen - diese sind einem Gebirgsbach ähnlich. Es gibt aber auch Graben mit dem langsamen Durchfluß, mit vielen Pflanzen und Schlamm Boden.

Tabelle 2.

**Mittel- und maximalkonzentrtion aus dem Zeitraum XII.2001-XII-2002**

	pH	Leitfähigkeit [□S]	NH <sub>4</sub> -N [mg/dm <sup>3</sup> ]	NO <sub>3</sub> -N [mg/dm <sup>3</sup> ]	NO <sub>2</sub> -N [mg/dm <sup>3</sup> ]	PO <sub>4</sub> -P [mg/dm <sup>3</sup> ]
Mittelwert	7,59	703	0,04	1,4	0,02	0,04
Maximalwert	8,58	1185	0,7	6,7	0,12	0,5

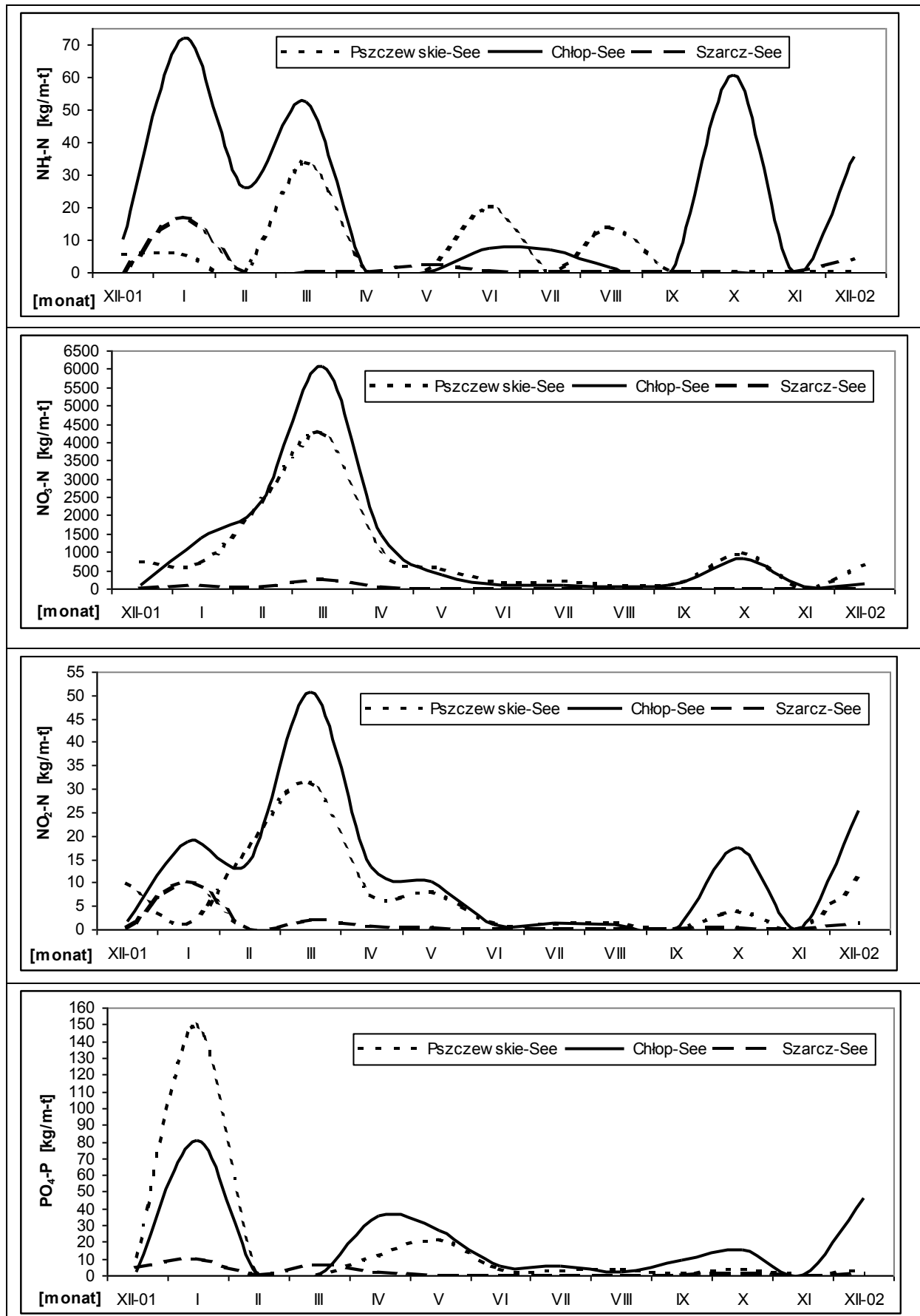


Abb. 3. Monatsmengen NH<sub>4</sub>-N, NO<sub>3</sub>-N, NO<sub>2</sub>-N, PO<sub>4</sub>-P, die im Zeitraum der Untersuchungen zu den einzelnen Seen zufließen

Auf der Abb. 3 wird die Monatsmenge von Stickstoffverbindungen und Phosphate, im untersuchten Zeitraum zu den einzelnen Seen zufließend, dargestellt. Höhere Werte sind im Zeitraum Winter - Frühjahr und Herbst zu sehen. In allen Fällen fließt die größte Menge zu dem Chłop - See zu. Das wird u.a. durch das größte Einzugsgebiet dieses See verursacht. Ursachen für die höheren Mengen von Stickstoff und Phosphor in den Monaten Februar, März und April sind folgende:

- Hauptquellen sind Düngemittel sowie Pflanzen- und Tierreste,
- Schmelzwasser,
- Abfließen ist erleichtert, wenn es noch keine Pflanzen gibt und der Boden teilweise noch zugefroren ist,
- Pflanzen hemmen die Wirkung der Wind- und Wassererosion.

Tabelle 3.

**Mengen der zu den Seen zufließenden Nährstoffe (kg/Jahr)**

Seename	NH <sub>4</sub>	NO <sub>3</sub>	NO <sub>2</sub>	PO <sub>4</sub>
	kg/Jahr			
Pszczewskie-See	95	12437	101	167
Chłop-See	271	14103	174	216
Szarcz-See	31	559	8	25
Insgesamt	397	27099	283	408

Zwecks der Bestimmung, welchen Einfluß die zufließende Menge auf einzelne Seen hat, wurden in der Tabelle 3 die Mengen der zu den Seen zufließenden Nährstoffe zusammengestellt. Zu sehen ist vor allem eine große Menge von Stickstoffverbindungen. Stickstoffverbindungen sind vom Boden durch das Wasser leicht auspülbar, insbesondere aus den Ackerbaugebieten.

Tabelle 4.

**Seebelastung durch Nährstoffe in kg/ha (Jahr)**

Seename	Seefläche [ha]	NH <sub>4</sub>	NO <sub>3</sub>	NO <sub>2</sub>	PO <sub>4</sub>
		kg/ha Jahr			
Pszczewskie-See	68,7	1,4	181	1,5	2,4
Chłop-See	227,8	1,2	62	0,8	1
Szarcz-See	169,8	0,2	3,3	0,1	0,15
Insgesamt	466,3	0,9	58,1	0,6	0,9

Die größte Menge der Nährstoffe fließt zu dem Chłop - See. Dieser See hat jedoch auch die größte Fläche und das größte Einzugsgebiet. Durch die Berechnung der Zahl der zufließenden Mengen auf die Seefläche zeigt es sich, daß der Pszczewskie - See am stärksten belastet ist [Tab. 5], denn 90% seines Einzugsgebiets sind Ackerbaugebiete.

Aufgrund vieljähriger auf ganzer Welt geführten Untersuchungen [nach *Kajak Z.*] wurden folgende Ergebnisse erreicht: Bei mittlerer Seetiefe bis 10 Meter, zulässige und gefährliche Mengen von Stickstoff und Phosphor (die eine verschnellte Eutrophisation hervorrufen) sind folgende:

- Zulässiger Wert: Stickstoff 1,5 g/m<sup>2</sup> Jahr; Phosphor 0,1 g/m<sup>2</sup> Jahr,
- Gefährlicher Wert: Azot 3,0 g/m<sup>2</sup> Jahr; Phosphor 0,2 g/m<sup>2</sup> Jahr.

Pszczewskie-See: Mitteltiefe - 9,5 m

- Stickstoffbelastung - 18,3 g/m<sup>2</sup> Jahr, gefährlicher Wert vielmal überschritten;
- Phosphorbelastung - 0,24 g/m<sup>2</sup> Jahr, gefährlicher Wert.

Chłop-See: Mitteltiefe - 9,0 m

- Stickstoffbelastung - 0,64 g/m<sup>2</sup> Jahr, Wert 2-mal niedriger als zulässig;
- Phosphorbelastung - 0,1 g/m<sup>2</sup> Jahr, zulässiger Wert.

Szarcz-See: Mitteltiefe 7,9 m

- Stickstoffbelastung - 0,36 g/m<sup>2</sup> Jahr, Wert 5-mal niedriger als zulässig;
- Phosphorbelastung - 0,02 g/m<sup>2</sup> Jahr, Wert 10-mal niedriger als zulässig.

Im Ergebnis, am stärksten durch die Eutrophisation ist der Pszczewskie-See gefährdet, also der See mit dem Ackerbauflußgebiet. Andere Seen sind sogar unter zulässigen Werten belastet, ausgenommen Phosphor im Chłop-See (zulässiger Wert). Bei Berechnung dieser Werte blieb der Durchflußcharakter dieser Seen außer Betracht, was in großem Umfang ihre Trophie verbessern könnte. Außer Betracht war auch der Gesamtazot und -phosphor.

Tabelle 5.

#### Belastung durch Biogene im Hinblick auf das Einzugsgebiet kg/ha (Jahr)

Seename	Seefläche [km <sup>2</sup> ]	NH <sub>4</sub>	NO <sub>3</sub>	NO <sub>2</sub>	PO <sub>4</sub>
		kg/ha Jahr			
Pszczewskie-See	33,6	0,03	3,7	0,03	0,05
Chłop-See	77,2	0,04	1,8	0,02	0,03
Szarcz-See	3,9	0,08	1,4	0,02	0,06
Insgesamt	114,7	0,03	2,4	0,03	0,04

Wie oben erwähnt, sind die Einzugsgebiete der Seen Pszczewskie und Szarcz extensive Ackergebiete. Nur der Chłop-See hat in seinem Einzugsgebiet ca. 30% Wälder. In der Tab. 5 wurde Belastung durch die Biogene im Hinblick auf das Flußgebiet zusammengestellt. Zu sehen ist in jedem Fall eine große Belastung der Seen Pszczewskie und Szarcz. Der Chłop-See hat trotz des größten Flußgebiets die niedrigsten Werte. Daraus ergibt sich, daß die Ackerbaugebiete einen viel größeren Einfluß auf das Oberflächenwasser haben als die Wälder.

#### Diskussion

Die Wassergefährdung wegen des Ackerbaus ist sehr groß und wird immer größer. Die Liquidation kleiner Wälder, Gebüsch und Wasserbecken, die den Wasserabfluss deutlich hemmen, hat dazu ausrücklich beigetragen. Beweis dafür sind oben dargestellte Werte des Flußgebiets mit dem Ackerbau. Eine niedrigere Belastung gibt es auf dem Gebiet des Flußgebiets des Chłop-See, denn dieses Gebiet stark bewaldet ist. Sogar ganz kleiner Anteil der Waldgebiete mindert nämlich die Belastung durch Biogene, die von diesem Gebiet abfließen. Aus der durchgeführten Analyse folgt, daß die Seen Szarcz und Pszczewskie am stärksten gefährdet sind. Und auf den Flußgebieten dieser Seen dominiert der Ackerbau. Der Anteil der Verschmutzungen, die aus dem Ackerbau kommen, ist sehr deutlich. Man könnte auch sagen, daraus kommt der Hauptanteil an Verschmutzungen. Deswegen sollen entsprechende Maßnahmen ergriffen werden, die diesen Einfluß mindern könnten.

#### Literatur

1. Allan J. D., Ekologia wód płynących; PWN Warszawa 1998
2. Chelmiński W., Woda – zasoby, degradacja, ochrona; PWN Warszawa 2001
3. Kajak Z.; *Hydrobiologia - limnologia, Ekosystemy wód śródlądowych*;
4. PWN Warszawa 2001
5. Roman M., Ochrona wód przed zanieczyszczeniami obszarowymi pochodzenia rolniczego; Materiały konferencyjne „Zanieczyszczenia obszarowe pochodzące z rolnictwa i możliwości ich ograniczania” Warszawa-Bilthoven-Kopenhaga 1995
6. Wojewódzki Inspektorat Ochrony Środowiska w Zielonej Górze, Stan środowiska w województwie lubuskim w 1999 roku; Biblioteka Monitoringu Środowiska Zielona Góra-Gorzów Wlkp. 2000
7. Wojewódzki Inspektorat Ochrony Środowiska w Zielonej Górze, Stan środowiska w województwie lubuskim w 2000 roku; Biblioteka Monitoringu Środowiska Zielona Góra-Gorzów Wlkp. 2001