

## NÄHRSTOFFEINTRAG IN DIE EGELSEEN

### BEI MATTSEE 1991

### NÄHRSTOFFBILANZ

**Dorothea Haslauer, Johannes Haslauer**

**Paracelsus Forschungsinstitut Salzburg**

Zusammenfassung der im Jahr 1991/92 durchgeführten limnologischen Untersuchung der Egelseen und ihres Einzugsgebietes (Auftrag der Salzburger Landesregierung, Referat 6/66 - Gewässeraufsicht und Abteilung 4 - Land- und Forstwirtschaft)

#### **1. Fragestellung:**

Limnologische Untersuchungen des Amtes der Salzburger Landesregierung, Abteilung 6 - Gewässeraufsicht, im Jahr 1980/81 ("Projekt Vorlandseen", JÄGER 1986) und des Paracelsus Forschungsinstitutes im Jahr 1984/86 ("Basisaufnahme von Kleinseen im Bundesland Salzburg", 1987) sowie Einzeluntersuchungen des Referates 6, Gewässeraufsicht, bis 1990 (SCHABER 1990) zeigten eine hohe Nährstoffbelastung der Egelseen.

Die 1991/92 durchgeführte Untersuchung hatte zum Ziel, die derzeitige Nährstoffbelastung und die Ursachen der Eutrophierung der Seen zu erheben.

#### **2. Untersuchungsprogramm:**

Zur Quantifizierung des jährlichen und saisonalen Nährstoffeintrages wurden Messungen des diffusen Nährstoffeintrages aus den unterschiedlich genutzten Flächen im Einzugsgebiet (Wald, bewirtschaftete Mineralböden, entwässerte bewirtschaftete Moorböden) und aus den nicht bewirtschafteten Flächen (intakte unbewirtschaftete Moorböden) durch kontinuierliche Beprobung von 15 ausgewählten Zubringerbächen, der 4 Seeausrinne und des Grundwassers während

der einzelnen Wachstumsperioden (Frostperiode, Schneeschmelze, Vegetationsperiode, Niederschlagsereignis und Vegetationspause) durchgeführt.

Weiters wurde die Auswirkung verschieden hoher Düngegaben auf Drainwässer anhand abgegrenzter, unterschiedlicher gedüngter, entwässerter Moorböden untersucht, die Auswirkung des Nährstoffeintrages aus punktuellen Belastungsquellen erhoben und der atmosphärische Nährstoffeintrag gemessen.

Zur Feststellung des derzeitigen Trophiegrades der Egelseen und des jährlichen Nährstoffaustrages aus dem Gesamteinzugsgebiet wurden die Nährstoffkonzentrationen in den Seen gemessen und die ausgetragene Nährstofffracht bilanziert.

### **3. Untersuchungsgebiet:**

Die Egelseen bei Schleedorf liegen in einem flachen Tal zwischen Buchberg und Tannberg in 592 m Seehöhe. Die vier Seen sind eingebettet in ein Moor, das als Rest eines alten, größeren Sees anzusehen ist. Die Grenzen des Moors werden durch die Isohypse 600 m ziemlich genau markiert (Moorabgrenzungen siehe Friese G., Vorlandseestudie 1986 p.233). Das Moor liegt fast 100 m höher als die benachbarten Seebecken des Trumersees und Wallersees und ist umgrenzt von den Endmoränen des Wurm-Salzachgletschers. Die flachwellige Moränenlandschaft wird von den inselgleich aufragenden Flyschbergen, Buchberg und Tannberg, überragt. Von der alten Seefläche sind derzeit noch vier kleine Seen, die durch natürliche Kanäle verbunden sind, erhalten (Seefeldner 1961).

Die ursprünglich ausgedehnten Moorflächen wurden im Zuge der Tiefensteinbachregulierung vor ca.70 Jahren (1923-1925) entwässert. Mit der Abflußregulierung kam es auch zu einer Seespiegelabsenkung (siehe Vermessung P.F.I., Egelseen 1987). Einzelne Restflächen wurden auch noch nach 1945 entwässert (siehe Kartierung der ausgeführten Entwässerungen, Lageplan Projekt Ringkanal Egelseen, 1988, Amt d.Sbg.Lrg.)

Das überwiegend landwirtschaftlich genutzte Einzugsgebiet besteht hauptsächlich aus Grünland. Die entwässerten bewirtschafteten Moorböden nehmen mit 59,2 ha einen Anteil von 18,7 % ein. Die Seen werden von einem bis zu 30 m breiten Schilfgürtel umgeben, an den Ufern finden sich teils tiefgründige Schlammablagerungen. In die Seen münden eine Vielzahl kleiner Bäche, Wiesengräben und Drainagen. Der Seeabfluß verläuft in südlicher Richtung, biegt dann in einem weiten Bogen in die Tiefenstein Schlucht ein, mündet in den Eisbach und gelangt über den Altbach in den Wallersee.

#### 4. Stammdaten der Egelseen: hen Vereinigung in Salzburg; download unter [www.biologiezentrum.at](http://www.biologiezentrum.at)

Lage		47°58'	n.B.
		13°08'	ö.L.
Seehöhr bei MW		592	m
Seefläche bei MW	F	11,7	ha
Volumen bei MW	V	268,6	$\times 10^3 \text{ m}^3$
max.Länge	$L_{\text{max}}$	1090	m
max.Breite	$B_{\text{max}}$	230	m
max.Tiefe	$Z_{\text{max}}$	6,4	m
mittl.Tiefe	Z	2,3	m
Einzugsgebiet inkl.See	E	316,5	ha
Umgebungsfaktor	E/F	27,1	
Umfang		2720	m
Pegelnulldpunkt		591,75	m
<hr/>			
mittl.Wasseraufenthaltsdauer	t	49	d (V/QA)
Wasseraufenthaltsdauer Sommer	tSo	43	d
Wasseraufenthaltsdauer Winter	tWi	57	d
<hr/>			
hydraul.Flächenbeschickung im Jahr	qF	15,8	m/a (QZ/F)
hydraul.Flächenbeschickung im Sommer	qFS	9,3	m/a <sup>2</sup>
hydraul.Flächenbeschickung im Winter	qFW	6,5	m/a <sup>2</sup>
<hr/>			
hydr.Raumbeschickung im Jahr	qR	6,9	l/a (QZ/V)
hydr.Raumbeschickung im Sommer	qRS	3,9	l/a <sup>2</sup>
hydr.Raumbeschickung im Winter	qRW	2,9	l/a <sup>2</sup>
<hr/>			
Austauschrate	qW	7,49	l/a (QA/V)
<hr/>			
mittl.Zufluß 1991	MQZ	58,5	l/s
mittl.Abfluß 1991	MQA	63,8	l/s 2.012.000 m <sup>3</sup> /a
<hr/>			

Das Egelseeeinzugsgebiet umfaßt insgesamt 316,5 ha, davon nimmt die Seefläche nur 3,7 % ein. Damit ist ein erhöhtes Risiko einer Eutrophierung der sehr seichten Seen bereits durch die natürliche Basisbelastung aus den Böden und durch den atmosphärischen Nährstoffeintrag gegeben. Eutrophierung führt langfristig zur Entsehung von Mooren.

Der für das Algenwachstum und die damit verbundenen Eutrophierungsfolgen begrenzende Faktor ist der Phosphor. Der Nährstoffeintrag in die Seen erfolgt punktuell durch häusliche Abwässer, Abschwemmungen aus versiegelten Flächen, natürlichen Bodenabtrag und Auswaschung der unterschiedlich genutzten Flächen sowie über den atmosphärischen Eintrag.

Im Einzugsgebiet wohnen derzeit 211 ständige Einwohner, davon 107 in 21 landwirtschaftlichen Betrieben und 104 in Einfamilienhäusern. Ferner liegen ein Gasthaus und 7 Ferienwohnungen mit insgesamt 56 Fremdenbetten im Einzugsgebiet.

Über häusliche Abwässer aus nicht kanalisierten Gebieten, die über Klärgruben beseitigt werden (Einzelgehöfte, Streusiedlungen, nicht zusammenhängende Siedlungsbereiche) gelangen durchschnittlich je Einwohner und Tag 0,5 g P und 4 g N in Oberflächengewässer (Bucksteg 1966, Bernhardt 1969) (typische Einzugsgebiete: Nr. 7, 9, 17 siehe Lageplan). Häusliche Abwässer sind auch am stärksten am punktuellen Nährstoffeintrag beteiligt.

Im Untersuchungszeitraum 1991 wurde ein Phosphoreintrag von 143 kg gemessen. Davon gelangten aus dem Einzugsgebiet über die Zubringer 129,5 kg, über den atmosphärischen Eintrag 14,3 kg in die Seen. Aus dem Seensystem wurden 116,0 kg Phosphor ausgeschwemmt, 27,9 kg (19 %) wurden zurückgehalten.

Der gemessene Gesamtstickstoffeintrag betrug 3313 kg, davon über die Zubringer 2937 kg und über den atmosphärischen Eintrag 376 kg. Der Gesamtstickstoffaustrag betrug 2620 kg, es wurden also 693 kg (21 %) zurückgehalten.

Der höchste ha-Eintrag pro Jahr erfolgte über den atmosphärischen Eintrag mit 1,2 kg P/ha·a und 32,1 kg N/ha·a auf die Seeoberflächen direkt. Da die Seeoberflächen jedoch nur 3,7 % des Gesamteinzugsgebietes einnehmen, ist der Nährstoffeintrag über die Atmosphäre für die Belastung der Seen nicht ausschlaggebend (P=10 %, N=11 % des Gesamteintrages).

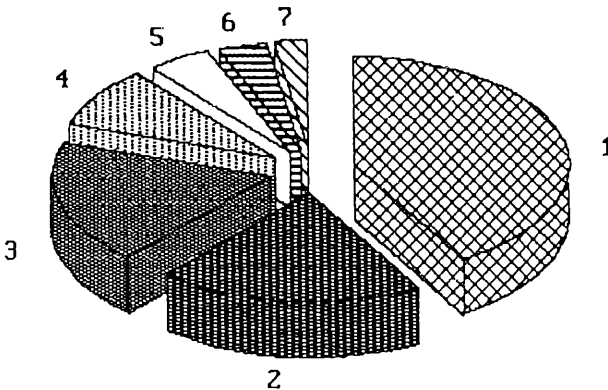
Der durchschnittliche Phosphorausstrag aus dem Gesamteinzugsgebiet in die Seen beträgt 1991 0,22 kg P/ha·a und 4,5 kg N/ha·a. Sowohl der Phosphor- als auch der Stickstoffeintrag ist im Einzugsgebiet des Großegelsees (0,43 kg P/ha·a und 9,5 kg N/ha·a) am höchsten. Die Phosphorausträge/ha aus den Teileinzugsgebieten (siehe

Lageplan) sind im Einzugsgebiet 7 (0,83 kg/ha·a) und im Einzugsgebiet 9 (0,52 kg/ha·a) am höchsten. Auch aus dem Einzugsgebiet 17 (0,50 kg/ha·a) und 18 (0,52 kg/ha·a) werden überdurchschnittliche Austräge gemessen. Aus den Einzugsgebieten 7, 9 und 18 werden gleichzeitig auch hohe Stickstoffausträge festgestellt. Es sind dies die Einzugsgebiete, die nach den Erhebungen die meisten punktuellen Belastungsquellen und die höchsten Einwohnerzahlen aufweisen.

Aufgrund der Größe der Einzugsgebiete sind die Nährstofffrachten in den Zubringern aus dem Einzugsgebiet 7 (20 kg P/a und 288 kg N/a) und dem Einzugsgebiet 9 (36 kg P/a und 788 kg N/a) die Hauptbelastungsquellen für die Seen.

Im Egelseeeinzugsgebiet werden 74,3 % der Flächen als Dauergrünland genutzt. Der Rest ist Wald (19,7 %), Seefläche (3,7 %) oder versiegelte Fläche (2,3 %). Von den Wiesenflächen entfallen 18,7 % auf entwässerte Moorböden und 4,7 % auf entwässerte Mineralböden.

### 5.1 Flächenaufteilung



- 1-Grünland/Weide: 132,6 ha (41,9 %)
- 2-Wald: 62,2 ha (19,7 %)
- 3-entw.bew.Moorböden: 59,2 ha (18,7 %)
- 4-nicht entw.Moorböden: 28,6 ha (9,0 %)

- 5-entw.bew.Mineralboden: 15,0 ha (4,7 %)
- 6-Seeflächen: 11,7 ha (3,7 %)
- 7-versiegelte Flächen: 7,2 ha (2,3 %)

Aus den Nährstoffuntersuchungen der Böden im Einzugsgebiet ist ersichtlich, daß die landwirtschaftlich genutzten Böden (Mineralböden und entwässerte Moorböden) im Vegetationshorizont mäßig mit Phosphor und mittel mit Kali versorgt sind. Der Humusgehalt ist in den Mineralböden mittel, bei den entwässerten Moorböden höher und am höchsten bei den nicht entwässerten Moorböden.

Im Zuge der Entwässerung von Moorböden kann es zu einer stärkeren Humus-Mineralisierung (Abbau) und damit N-Freisetzung kommen. In weiterer Folge kommt es in Verbindung mit einer geringeren Boden-Denitrifikation auch zu einer etwas höheren N-Auswaschung als bei nicht drainagiertem Dauergrünland.

Die natürliche Stickstoffauswaschung aus Grünland liegt unabhängig von der Bewirtschaftungsintensität im Bereich von 2-5 kg/ha·a. Aus den drainagierten entwässerten Moorböden wurden erwartungsgemäß etwas höhere Austräge gemessen, die jedoch noch unter dem natürlichen Austrag aus Ackerland liegen.

Aus den drainagierten, entwässerten Moorböden wurden Stickstoffausträge wie folgt gemessen: Einzugsgebiet 19 - 21,4 kg/ha·a, 20 17,4 kg/ha·a, 21 15,3 kg/ha·a und 13 11,9 kg/ha·a. Es handelt sich hierbei jedoch um kleinere Einzugsgebiete, die für den Gesamteintrag nicht entscheidend sind.

Der Gesamteintrag aus landwirtschaftlichen Nutzflächen, einschließlich der entwässerten Moorflächen und Wald, beträgt durchschnittlich 0,23 kg Phosphor/ha·a und liegt somit im durchaus üblichen Bereich für landwirtschaftliche Nutzflächen einschließlich der natürlichen Grundlast. SAMPL (1986) gibt in seiner Untersuchung über den Einfluß von Nährstoffabschwemmung und Bodenerosion auf die Gewässereutrophierung aus landwirtschaftlichen Mischnutzflächen einen mittlerer Austrag von 0,2 kg/ha·a an, wobei die natürliche Grundlast in ungenutzten Einzugsgebieten zwischen 0,02 bis 0,2 kg P/ha·a schwankt.

Der für die Eutrophierung der Seen entscheidende Phosphor wird aufgrund des Bodenchemismus nicht stärker nach unten verlagert bzw. ausgewaschen. Dies zeigen auch die Bodenuntersuchungsergebnisse, wo im Bereich von 60-80 cm Bodentiefe auf den verschiedenen untersuchten Böden jeweils nur mehr 1 mg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> nachgewiesen wurde.

Aus der Nährstoffbilanz der Böden zwischen Nährstoffzufuhr aus Wirtschafts- und Mineraldüngern einerseits und Ernteentzug andererseits zeigt sich, daß derzeit mehr Phosphor aus dem Bodenvorrat entzogen als über die Düngung nachgeliefert wird. Die Stickstoffbilanz ist in etwa ausgeglichen. Bei der derzeitigen Bewirtschaftung ist durch die landwirtschaftliche Nutzung der Böden im Einzugsgebiet der Egelseen bei sachgemäßer Düngung keine nennenswerte Nährstoffbelastung für die Seen abzuleiten.

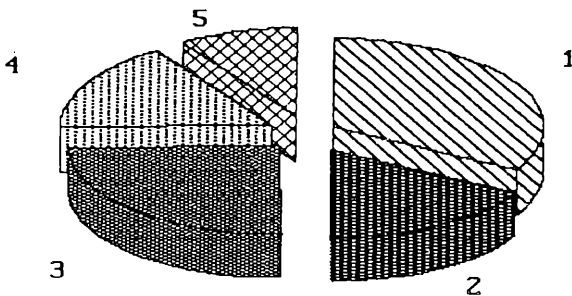
Gefährdungen der Seen durch die Landwirtschaft können im wesentlichen nur bei unsachgemäßer Aufbringung und Verteilung von Düngemittel, einem ungünstigen Aufbringungszeitpunkt, durch undichte Senk- oder Güllegruben und direktem Nährstoffeintrag in die oberflächlichen Zubringer und die Uferzonen der Seen auftreten.

Auf Basis der für landwirtschaftliche Mischgebiete in der Literatur gut abgesicherten Flächenausträge ergeben sich für das Egelsee Einzugsgebiet in Abstimmung mit den ortsspezifischen Messungen folgende

### 5.2 Exportkoeffizienten:

	P(kg/ha·a)	N(kg/ha·a)
mehrmähdiges Grünland	0,20	2,05
Wald	0,06	3,00
entw.bew.Moorboden	0,40	20,00
nicht entw.Moorboden	0,20	5,00
entw.bew.Mineralboden	0,60	20,00
Seefläche (atm.Eintrag)	1,22	31,20
versiegelte Fläche	1,00	8,00
Einwohner (kg/EW·a)	0,18	1,46

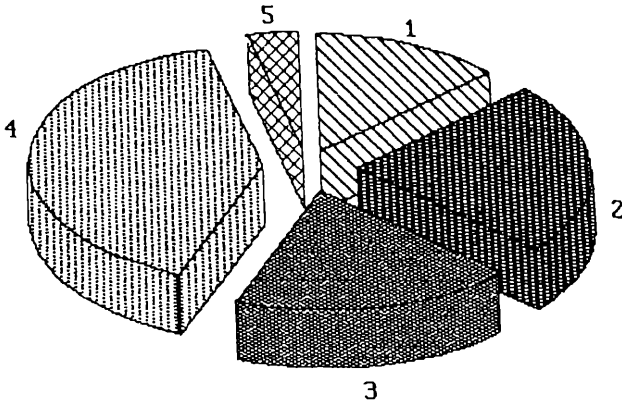
### 5.3 Verteilung des Gesamtphosphoreintrages in die Egelseen 1991 ( $P_T - P$ )



berechneter Phosphoreintrag:	130,9 kg
gemessener Phosphoreintrag:	143,8 kg = 100,0 %
Mehreintrag:	13,0 kg = 9,0 %
gemessener Phosphorausstrag	116,0 kg
Phosphor-Retention:	27,9 kg = 19,0 %

1 - anthropogener Eintrag: Einwohner, versiegelte Flächen	47,9 kg = 33,3 %
2 - Eintrag über die Atmosphäre auf die Seeflächen, aus intakten Moorflächen und Wald	23,7 kg = 16,5 %
3 - Eintrag durch Abschwemmung und Erosion aus landw.gen. Mineralböden (natürliche Grundbelastung inkl. landw. Nutzung)	35,5 kg = 24,7 %
4 - Eintrag durch Abschwemmung und Erosion aus landw.gen. Moorböden (natürliche Grundbelastung inkl. landw. Nutzung)	23,7 kg = 16,5 %
5 - indifferenten Eintrag aus punktuellen Belastungsquellen	13,0 kg = 9,0 %

### 5.4 Verteilung des mineralischen Stickstoffeintrages 1991 ( $N_{\min}$ -N)

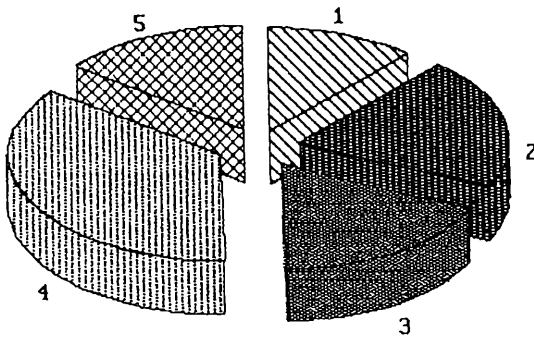


berechneter Stickstoffeintrag	2838 kg
gemessener Stickstoffeintrag	2942 kg = 100,0 %
Mehreintrag:	104 kg = 3,5 %
gemessener Stickstoffausstrag	1234 kg
Stickstoff-Retention:	1708 kg = 58,1 %



1 - anthropogener Eintrag: Einwohner, versiegelte Flächen	urg; download unter <a href="http://www.biologieze">www.biologieze</a>	387 kg = 13,2 %
2 - Eintrag über die Atmosphäre auf die Seeflächen, aus intakten Moorflächen und Wald		695 kg = 23,6 %
3 - Eintrag durch Abschwemmung und Erosion aus landw.gen. Mineralböden (natürliche Grundbelastung inkl.landw.Nutzung)		572 kg = 19,4 %
4 - Eintrag durch Abschwemmung und Erosion aus landw.gen. Moorböden (natürliche Grundbelastung inkl.landw.Nutzung)		1184 kg = 40,2 %
5 - indifferenten Eintrag aus punktuellen Belastungsquellen		104 kg = 3,5 %

## 5.5 Verteilung des Gesamtstickstoffeintrages 1991 (N<sub>T</sub>-N)



berechneter Stickstoffeintrag	2838 kg
gemessener Stickstoffeintrag	3313 kg = 100,0 %
Mehreintrag:	475 kg = 14,3 %
gemessener Stickstoffaustrag	2620 kg
Stickstoff-Retention:	693 kg = 20,9 %

1 - anthropogener Eintrag: Einwohner, versiegelte Flächen	387 kg = 11,7 %
2 - Eintrag über die Atmosphäre auf die Seeflächen, aus intakten Moorflächen und Wald	695 kg = 21,0 %
3 - Eintrag durch Abschwemmung und Erosion aus landw.gen. Mineralböden (natürliche Grundbelastung inkl.landw.Nutzung)	572 kg = 17,3 %
4 - Eintrag durch Abschwemmung und Erosion aus landw.gen. Moorböden (natürliche Grundbelastung inkl.landw.Nutzung)	1184 kg = 35,7 %
5 - indifferenten Eintrag aus punktuellen Belastungsquellen	475 kg = 14,3 %

Insgesamt konnte gegenüber der Untersuchung aus dem Jahr 1981/82 ein deutlich geringerer Nährstoffaustrag im Seeabfluß gemessen werden.

Gestiegenes Umweltbewußtsein, die Umstellung auf phosphatarme Wasch- und Reinigungsmittel, die Behebung von Baumängel an Senkgruben aufgrund der Erhebung im Einzugsgebiet im Jahr 1990 und die Ausweitung des Schilfgürtels auf mindestens 20 m Breite dürfte sich hier zweifelsohne bereits positiv ausgewirkt haben.

## 5.6 Vergleich der Nährstoffkonzentrationen und Nährstofffrachten im Seeabfluß zwischen 1981 und 1991

		Winter	Sommer	Jahr	Winter	Sommer	Jahr
		$\mu\text{g/l}$	$\mu\text{g/l}$	$\mu\text{g/l}$	kg	kg	kg
1981/82	P <sub>T</sub> -P	142	260	147	167	221	388
	P <sub>S</sub> -P	86	122	78	101	104	205
	NO <sub>3</sub> -N	2131	803	1209	2502	683	3185
	NH <sub>4</sub> -N	510	288	320	599	245	844
1984/86	P <sub>T</sub> -P	116	117	116	167	115	282
	P <sub>S</sub> -P	45	34	41	65	33	98
	NO <sub>3</sub> -N	576	508	548	830	497	1327
	NH <sub>4</sub> -N	296	192	254	426	188	614
1990	P <sub>T</sub> -P	76	74	75	110	72	182
	P <sub>S</sub> -P	---	---	---	---	---	---
	NO <sub>3</sub> -N	832	199	576	1199	195	1394
	NH <sub>4</sub> -N	308	190	260	444	186	630
1991	P <sub>T</sub> -P	58	57	58	47	69	116
	P <sub>S</sub> -P	20	21	21	17	25	42
	NO <sub>3</sub> -N	757	110	372	618	131	749
	NH <sub>4</sub> -N	343	171	241	280	205	485

## 5.7 Gewichtete Mittelwerte der Phytoplanktonbiomasse 1984 und 1991

Sommer 1984		euph.Zone	aphot.Zone	Gesamtsee	
		$\text{g/m}^3$	$\text{g/m}^3$	$\text{g/m}^3$	t
Oberegelsee	(OE)	63,4	----	63,4	0,95
Großegelsee	(GE)	21,7	27,6	22,1	2,69
Mitteregelsee	(ME)	26,2	8,3	23,8	3,10
Unteregelsee	(UE)	29,7	17,7	29,5	0,44

Sommer 1991		euph.Zone	aphot.Zone	Gesamtsee	
		g/m <sup>3</sup>	g/m <sup>3</sup>	g/m <sup>3</sup>	t
Oberegelsee	(OE)	16,0	----	16,0	0,02
Großegelsee	(GE)	18,6	11,7	18,0	2,19
Mitteregelsee	(ME)	14,8	10,6	13,7	1,78
Unteregelsee	(UE)	15,2	8,8	14,1	0,21

Trotz dieser Reduktion sind die kleinen und seichten Egelseen mit nur 3,7 % Flächenanteil am Einzugsgebiet auch im Untersuchungszeitraum 1991 als eutroph einzustufen. Dies ist in erster Linie an der gemessenen mittleren Phosphorkonzentration in den Seen, der Menge und Artenzusammensetzung der Algen und dem Sauerstoffschwund in der Tiefe gegen Ende der Sommerstagnation zu erkennen. Die oberflächennahen Bereiche sind stark übersättigt (Großegelsee bis 146 %). Unterhalb von 3 m Tiefe sind die Seen im Sommer völlig sauerstofffrei.

### 5.8 Phosphorbilanz der Egelseen 1991

		Jahr		Sommer	Winter
Gesamtphosphor					
mittl.Zulaufkonz.(gewichtet)	PZ	78,0	µg/l	78,1	77,8
mittl.Ablaufkonz.(gewichtet)	PA	57,6	µg/l	57,4	58,0
mittl.Seekonzentration	P	57,6	µg/l	57,4	58,0
		Tag		Jahr	
Phosphor-Flächenbel.im Jahr		3,37	mg P/m <sup>2</sup>	1229	
im Sommer (PTZ/F)	PFS	3,95	mg P/m <sup>2</sup>		
im Winter	PFW	2,77	mg P/m <sup>2</sup>		
		Tag		Jahr	
Phosphor-Raubel.im Jahr	PR	1,47	mg P/m <sup>3</sup>	535	
im Sommer (PTZ/V)	PRS	1,66	mg P/m <sup>3</sup>		
im Winter	PRW	1,25	mg P/m <sup>3</sup>		
		Jahr		Sommer	Winter
Phosphor-Zulauffracht	PTZ	143,83	kg	85,13	58,7
Phosphor-Ablauffracht	PTA	115,96	kg	68,58	47,38
Phosphorrückhalt	RP	19	%	19	19
Phosphor-Retentionskoeffizient	Rexp	0,19	1-PTA/PTZ	0,19	0,19

Mittlere Jahres-Phosphorkonzentration (ges) im See nach Larsen und Mercier (1976):

$P(\mu\text{g/l}) = \text{PTZ/QA} \cdot (1 - R_{\text{exp}}) =$	57,6	57,4	58,0
	Jahr	Sommer	Winter

Kritische Flächenbelastung nach Vollenweider (1976) als Funktion der mittleren Tiefe

$$L_c = 10 \cdot qF \cdot (1 + Z/qF) = 218,3 \text{ mg P/m}^2 \cdot \text{a} = 25,5 \text{ kg P/a}$$

5.9 Phosphorbilanz des Egelseeeinzugsgebietes 1991

EZG	Fläche ha	Winter kg	Sommer kg	Jahr kg	Winter kg/ha	Sommer kg/ha	Jahr kg/ha·a
Zuflüsse OE	13,1	1,34	2,70	4,04	0,10	0,21	0,31
Zuflüsse GE	195,7	35,86	47,59	83,45	0,18	0,24	0,43
Zuflüsse ME	261,7	5,70	10,01	15,71	0,02	0,04	0,06
Zuflüsse UE	304,8	11,26	15,04	26,30	0,04	0,05	0,09
Seefläche	11,7	4,55	9,78	14,33	0,39	0,84	1,22
Seezufluß	316,5	58,71	85,12	143,83	0,19	0,27	0,45
Seeabfluß	316,5	47,38	68,58	115,96	0,15	0,22	0,37
Retention		11,33	16,54	27,87			
Retention %		19	19	19			

5.10 Stickstoffbilanz des Egelseeeinzugsgebietes 1991

5.10.1 Mineralisierter Stickstoff ( $N_{\text{min}}\text{-N}$ )

EZG	Fläche ha	Winter kg	Sommer kg	Jahr kg	Winter kg/ha	Sommer kg/ha	Jahr kg/ha·a
Zuflüsse OE	13,1	21,4	32,4	53,8	1,6	2,5	4,1
Zuflüsse GE	195,7	782,3	865,2	1647,5	4,0	4,4	8,4
Zuflüsse ME	261,7	198,4	271,7	470,1	0,8	1,0	1,8
Zuflüsse UE	304,8	199,4	206,1	405,5	0,7	0,7	1,3
Seefläche	11,7	66,7	298,3	365,0	5,7	25,5	31,2
Seezufluß	316,5	1268,1	1673,8	2941,9	4,0	5,3	9,3
Seeabfluß	316,5	897,6	336,0	1233,6	2,8	1,1	3,9
Retention		370,5	1337,8	1708,3			
Retention %		29,2	79,9	58,1			

## 5.10.2 Organischer Stickstoff ( $N_{org-N}$ )

EZG	Fläche ha	Winter kg	Sommer kg	Jahr kg	Winter kg/ha	Sommer kg/ha	Jahr kg/ha·a
Zuflüsse OE	13,1	2,9	5,2	8,0	0,2	0,4	0,6
Zuflüsse GE	195,7	104,0	69,6	173,7	0,5	0,4	0,9
Zuflüsse ME	261,7	20,3	26,1	46,5	0,1	0,1	0,2
Zuflüsse UE	304,8	34,7	41,1	75,7	0,1	0,1	0,2
Seefläche	11,7	2,3	8,2	10,5	0,2	0,7	0,9
Seezufluß	316,5	164,2	150,2	314,4	0,5	0,5	1,0
Seeabfluß	316,5	433,3	918,4	1351,6	1,4	2,9	4,3
Retention		-269,1	-768,2	-1037,2			
Retention %		-163,8	-511,6	-329,9			

## 5.10.3 Gesamtstickstoff ( $N_T-N$ )

EZG	Fläche ha	Winter kg	Sommer kg	Jahr kg	Winter kg/ha	Sommer kg/ha	Jahr kg/ha·a
Zuflüsse OE	13,1	24,5	38,1	62,6	1,9	2,9	4,8
Zuflüsse GE	195,7	900,8	954,9	1855,9	4,6	4,9	9,5
Zuflüsse ME	261,7	224,1	306,8	530,8	0,9	1,2	2,0
Zuflüsse UE	304,8	236,8	250,8	487,7	0,8	0,8	1,6
Seefläche	11,7	69,0	306,5	375,5	5,9	26,2	32,1
Seezufluß	316,5	1455,1	1857,2	3312,5	4,6	5,9	10,5
Seeabfluß	316,5	1346,9	1272,9	2619,8	4,3	4,0	8,3
Retention		108,2	584,3	692,7			
Retention %		7,4	31,5	20,9			

Die in erster Linie für die Eutrophierung zuständige Phosphorzufuhr erfolgt über eine Vielzahl kleinerer Oberflächengewässer und wird nicht schwerpunktmäßig eingebracht. Eine problemlose Reduktion der Phosphorbelastung kann daher nicht über die Ausschaltung eines Hauptverursachers erfolgen, vielmehr muß, was wesentlich schwieriger ist, bei den vielen kleinen Belastungsquellen angesetzt werden. Am wirkungsvollsten wären Maßnahmen in den Einzugsgebieten Nr.7 und 9 (siehe Lageplan), da aus diesen Teileinzugsgebieten vor allem durch die Besiedlung die größte Phosphorfracht in die Seen gelangt. In der Landwirtschaft geht es vorrangig darum, einen Oberflächenabfluß von Wirtschaftsdüngern (Jauche, Gülle, Stallmist) durch entsprechende Mindestabstände zum See und zu den offen rinnenden Zubringerbächen vorsorglich zu verhindern. Daher muß auf tief gefrorenen oder stärker schneebedeckten Böden jegliche Düngung

unterbleiben. Dies gilt insbesondere im Spätwinter kurz vor der Schneeschmelze, wo sonst eine oberflächliche Nährstoffabschwemmung in umliegende Bäche und über die Ufer erfolgen kann.

Da im Einzugsgebiet derzeit etwa 80 % der landwirtschaftlichen Nutzflächen mit Stallmist und Jauche und nur 20 % mit Gülle (Gemisch aus Kot, Harn und Futterresten) gedüngt wird, ist in der Praxis besonders auf den Zeitpunkt der Stallmistdüngung zu achten.

Stallmist benötigt insbesondere bei schlechter Verrottung eine längere Einwuchszeit in den Boden als Jauche oder Gülle, weshalb bei Stallmist zur Vermeidung einer oberflächlichen Nährstoffauslaugung bzw. Abschwemmung die Düngung möglichst früh im Spätherbst bzw. spät im Frühjahr und keinesfalls auf stärker mit Schnee bedeckten oder gefrorenen Böden erfolgen sollte. Während der Vegetation besteht aufgrund der dichten Durchwurzelung der Grasnarbe auf Dauergrünland keine Gefahr der Abschwemmung (Eder 1990).

Zur Verbesserung der Seenqualität ist eine Reduktion der Phosphorfracht in erster Linie durch eine Verringerung des anthropogenen Eintrages (Kanalisation) möglich (Eintrag  $48 \text{ kg/a} = 33,3 \%$ ).

Durch Ausschaltung bzw. mögliche Verringerung des indifferenten Eintrages aus punktuellen Belastungsquellen ( $13 \text{ kg/a} = 9 \%$ ) kann durch gezielte Einzelmaßnahmen gleichfalls eine Reduktion des Phosphors erfolgen.

Der Phosphoraustrag aus landwirtschaftlich genutzten Moorböden einschließlich der überwiegend natürlichen Grundbelastung beträgt  $23,7 \text{ kg}$  ( $16 \%$ ). Eine Erfassung dieser Moorwässer durch einen Ringkanal ist relativ schwierig, da durch die äußerst verzweigten Drainageflächen eine Trennung der reinen Dränwässer von den übrigen Oberflächenwässern nur mit großem Aufwand erreicht werden kann und die Phosphorreduktion in Relation zu den Kosten gestellt werden muß. Eine Ableitung dieser Wässer in den Seenausrinn würde zwar eine Entlastung für die Seen bedeuten, den Gesamtaustrag aus dem Seensystem jedoch nicht verringern (zusätzlich würde die Retention wegfallen). Eine Einleitung dieser Wässer in den Unteregelsee würde infolge der sehr kurzen Wasseraufenthaltsdauer im See keinen ausreichenden Abbau bewirken (beim zur Diskussion stehenden Projekt "Vorflutkanal Egelseen" würden zudem große Teile der entwässerten Moorflächen im Einzugsgebiet des Ober- und Großegelsees nicht erfaßt, die Phosphorreduktion würde nur einen Teil der möglichen  $24 \text{ kg}$  betreffen).

Sollten umweltbezogene Überlegungen die Errichtung eines Ringkanales rechtfertigen, so wäre es nur sinnvoll, die Funktion der Seenkette als Teichklär-anlagensystem in Serienschaltung zu nutzen und die Wässer in den Oberegelsee einzuleiten (Jäger 1990). Eine weitere Möglichkeit wäre eine Ausbaggerung der

Seen, wodurch das Seenvolumen erhöht und die Sauerstoff-zirkulation verbessert würde. Auch eine Entschlammung der einzelnen Seenüberrenne (besonders aus dem Oberegelsee) würde zu einem verbesserten Durchflußverhalten führen. Nach dem von VOLLENWEIDER (1976) entwickelten Modell, welches die Trophiestufen anhand der Gesamtkonzentration an Phosphorverbindungen im Seewasser und die Phosphoraufenthaltsdauer im See relativ zur Wasseraufenthaltsdauer im Seebecken berücksichtigt, kann die mögliche Phosphorbelastung eines Sees berechnet werden. Nach diesem Modell müßten den Seen, um eine mittlere Jahresphosphorkonzentration von  $< 50 \text{ mg/m}^3$  zu erreichen (Grenzwert zur Eutrophie - starke Nährstoffbelastung) jährlich 16 kg weniger zugeführt werden als jetzt, was am ehesten am derzeitigen anthropogenen Eintrag eingespart werden könnte. Um eine mittlere Jahresphosphorkonzentration von  $< 20 \text{ mg/m}^3$  zu erreichen (Grenzwert zur Mesotrophie - mäßige Nährstoffbelastung), müßten den Seen 93 kg Phosphor/a weniger zugeführt werden. Dieser Wert ist aufgrund der natürlichen Gegebenheiten (vorhandene natürliche Basisbelastung, Flächenverhältnis Einzugsgebiet/Seen) nur schwer zu erreichen.

## 6. Literatur:

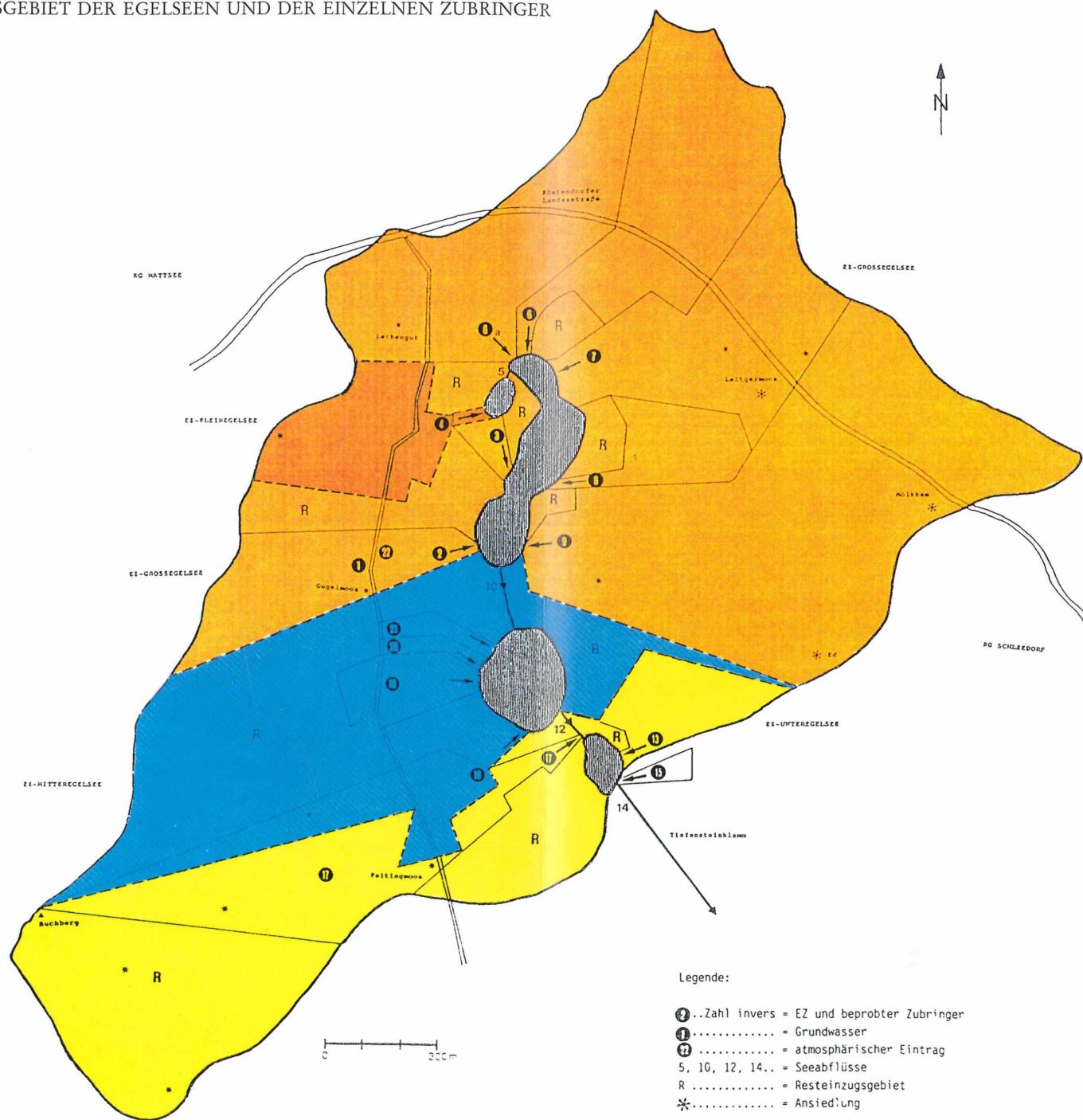
- AMT DER SALZBURGER LANDESREGIERUNG (1986): Projekt Vorlandseen: Raumbezogene Forschung und Planung im Land Salzburg, Heft 2, 1986
- AMT DER SALZBURGER LANDESREGIERUNG (1990): Untersuchungsprogramm "Egelsee/Mattsee", Zahl: 6/66-6/9712/1990, Dr.P.Schaber
- BERNHARDT, H. SUCH, W. WILHELMS, A. (1969): Untersuchungen über die Nährstofffrachten aus vorwiegend landwirtschaftlich genutzten Einzugsgebieten mit ländlicher Besiedlung. Münchn.Beiträge z.Abwasser- Fischerei und Flußbiologie 16, 60-118
- BERNHARDT (1978): Phosphor - Wege und Verbleib in der Bundesrepublik Deutschland, Verlag Chemie, Weinheim - New York 1978
- BUCKSTEEG, W.(1966): Lastpläne über den Eintrag von Phosphor- und Stickstoffverbindungen als Beurteilungsgrundlage für die Wahl der Maßnahmen zur Eindämmung der Gewässereutrophierung, Abwassertechnik 17, 1-5.
- EDER G. 1991: Stickstoff- und Phosphorausrag unter Dauergrünland, ermittelt in Lysimetern.in: BAL-Bericht: Über die Lysimetertagung "Art der Sickerwassergewinnung und Ergebnisinterpretation" vom 16.bis 17.April 1991, Bundesanstalt für alpenländische Landwirtschaft, Gumpenstein.
- FRIESE, G. (1986): Vegetationskundliche Untersuchungen in den Einzugsgebieten der Salzburger Alpenvorlandseen. in: Projekt Vorlandseen: Raumbezogene Forschung und Planung im Land Salzburg, Heft 2, 1986
- GÄCHTER, R. und FURRER, O.J. (1972): Der Beitrag der Landwirtschaft zur Eutrophierung der Gewässer in der Schweiz, Schweiz. landw. Forschung 11, 526-538
- GALLER, J. (1989): Gülle: Anfall, Lagerung, Verwertung, Umwelt. Leopold Stocker Verlag, 1989
- GALLER, J. (1990): Stickstoff-Kreislauf im Grünland. in: Der fortschrittliche Landwirt, Heft 13, 1990

- HAMM, A. (1976): Zur Nährstoffbelastung von Gewässern aus diffusen Quellen. Flächenbezogene P-  
Angaben; eine Ergebnis- und Literaturzusammenstellung. Z. Wasser- und Abwasser-Forschung 9,  
4-10
- HASLAUER, J. MOOG, O. PUM, M. (1984): The effect of sewage removal on lake water quality  
(Fuschlsee, Salzburg, Austria). in: Archiv f. Hydrobiologie, Bd. 101, 113-134, 1984
- JÄGER, P. (1986): Chemismus der Vorlandseen und ihrer Zubringer. in: Projekt Vorlandseen:  
Raumbezogene Forschung und Planung im Land Salzburg, Heft 2, 1986
- JÄGER, P. (1986): Die Nährstoffbilanzen der Vorlandseen. in: Projekt Vorlandseen: Raumbezogene  
Forschung und Planung im Land Salzburg, Heft 2, 1986
- JÄGER, P. (1986): Die Vorlandseen und ihre Einzugsgebiete als Ökosysteme betrachtet, ausgewählte  
Beispiele. in: Projekt Vorlandseen: Raumbezogene Forschung und Planung im Land Salzburg, Heft  
2, 1986
- JÄGER, P., RÖHRS, J. (1990): Phosphorfällung über Calciumcarbonat im eutrophen  
Wallersee (Salzburger Alpenvorland, Österreich). Int. Revue ges. Hydrobiol. 75, S. 153-173.
- LARSEN, D.P. MERCIER, H.T. (1976): Phosphorus retention capacity of lakes. J. Fish. Res. Board of  
Canada, 33, S. 1742-1750
- PARACELTUS FORSCHUNGSINSTITUT (1984/86): Limnologische Untersuchung von Kleinseen im  
Bundesland Salzburg i.A. des Bundesministeriums für Wissenschaft u. Forschung und dem Amt der  
Salzburger Landesregierung, Salzburg 1987
- PEER, Th. (1986): Zur Frage der Nährstoffbelastung im Bereich der Salzburger Vorlandseen aus  
bodenkundlicher und landwirtschaftlicher Sicht. in: Projekt Vorlandseen: Raumbezogene  
Forschung und Planung im Land Salzburg, Heft 2, 1986
- PUM, M. (1987): Phytoplanktonuntersuchung an den Egelseen. in: Limnologische Untersuchung von  
Kleinseen im Bundesland Salzburg, Paracelsus Forschungsinstitut, i.A. des Bundesministeriums für  
Wissenschaft u. Forschung und dem Amt der Salzburger Landesregierung, Salzburg 1987
- PUM, M. (1992): Phytoplanktonuntersuchung an den Egelseen 1991 in: Egelseesanie-  
rung -  
Nährstoffeintrag, Paracelsus Forschungsinstitut 1992, i.A. d. Sbg. Landesregierung, Salzburg 1992
- SAMPL, H. (1986): Einfluß von Nährstoffabschwemmung und Bodenerosion auf die  
Gewässereutrophierung. Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Wien
- SCHABER, P. (1990): Kurzuntersuchung Salzburger Kleinseen, Sommer 1990, Amt der Salzburger  
Landesregierung, Zahl 6/66-6/9712/27-1990
- SEEFELDNER, E. (1961): Salzburg und seine Landschaften. Das Bergland-Buch, Salzburg-Stuttgart 1961
- VOLLENWEIDER, R. (1976): Advances in defining critical loading levels for phosphorus in lake  
eutrophication. Mem. Ist. Ital. Idrobiol. 33, S. 52-83.

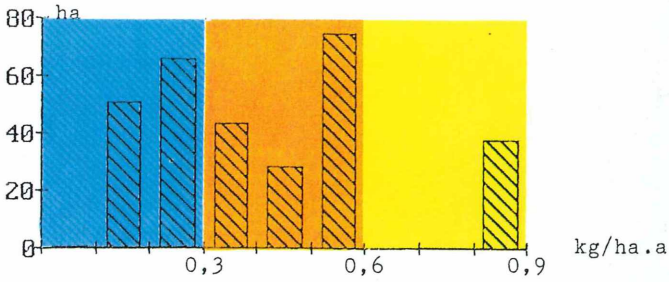
Anschrift: Paracelsus Forschungsinstitut  
staatlich autorisierte Wasseruntersuchungsanstalt  
Schopperstraße 13, A-5020 Salzburg



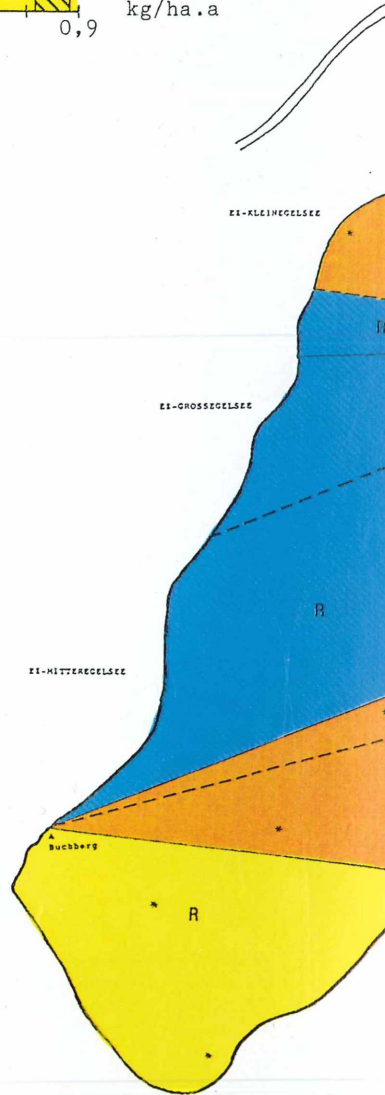
EINZUGSGEBIET DER EGELSEEN UND DER EINZELNEN ZUBRINGER

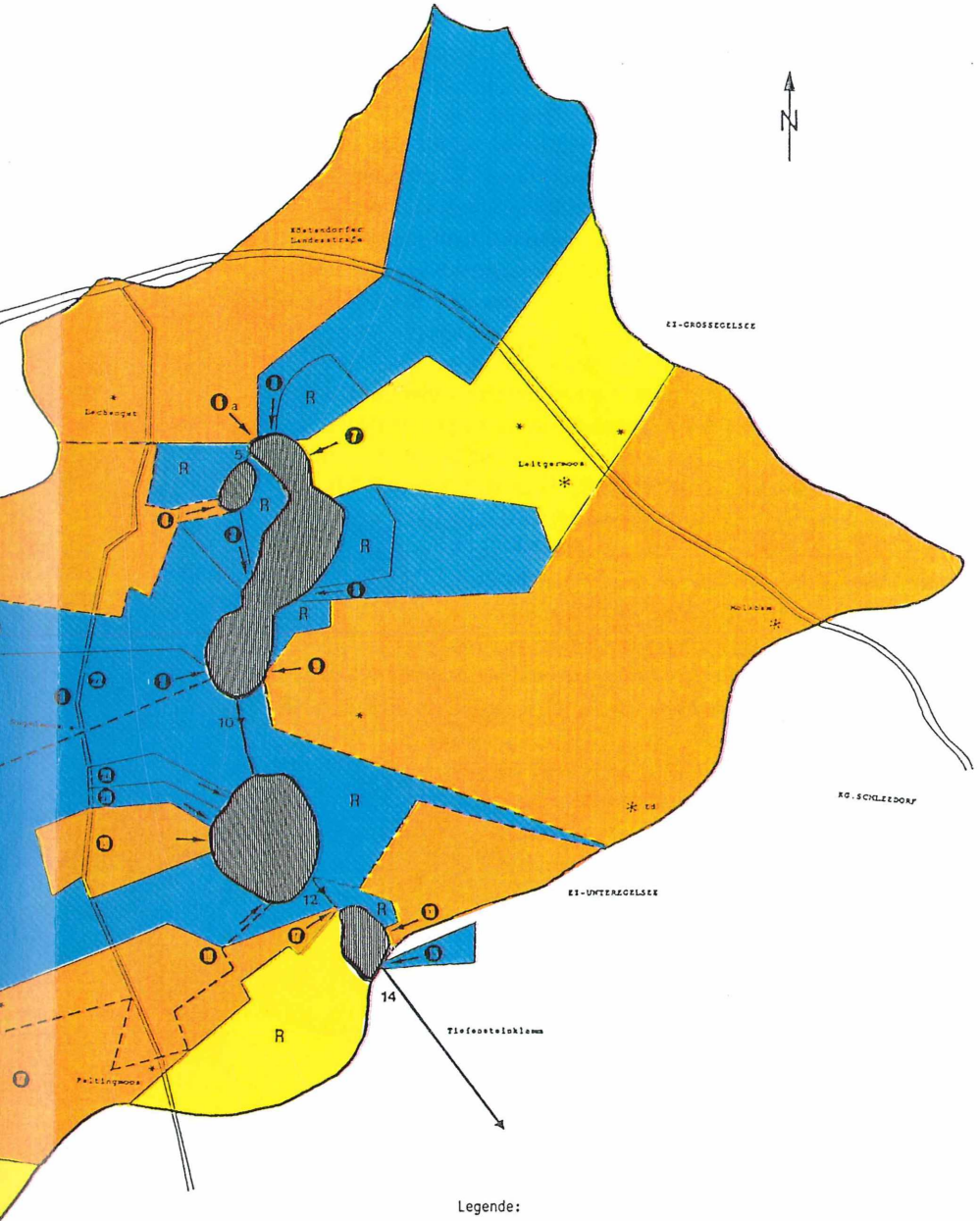


Frequenzverteilung nach Phosphoraustrag (kg/ha · a)



kg P/ha.a	Einzugsgebiete
0,0 - 0,1	3
0,1 - 0,2	R <sub>OE</sub> , 21, R <sub>ME</sub>
0,2 - 0,3	20, 8, 2, R <sub>GE</sub> , 6
0,3 - 0,4	19, 4, 6a
0,4 - 0,5	13, 17
0,5 - 0,6	18, 19
0,6 - 0,7	
0,7 - 0,8	
0,8 - 0,9	R <sub>UE</sub> , 7





Legende:

- ① ..Zahl invers = EZ und beprobter Zubringer
- ① ..... = Grundwasser
- ② ..... = atmosphärischer Eintrag
- 5, 10, 12, 14.. = Seeabflüsse
- R ..... = Resteinzugsgebiet
- \* ..... = Ansiedlung

0 300m

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

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Berichte der Naturwissenschaftlich-Medizinischen Vereinigung in Salzburg](#)

Jahr/Year: 1993

Band/Volume: [10](#)

Autor(en)/Author(s): Haslauer Dorothea, Haslauer Johann

Artikel/Article: [NÄHRSTOFFEINTRAG IN DIE EGELSEEN BEI MATTSEE 1991. NÄHRSTOFFBILANZ. 61-78](#)