Zeitschrift: Wasser- und Energiewirtschaft = Cours d'eau et énergie

Herausgeber: Schweizerischer Wasserwirtschaftsverband

Band: 47 (1955)

Heft: 2

Artikel: Der Einfluss der Mellorierung der Linthebene auf die Überdüngung des Zürichsees

Autor: Thomas, E.A.

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-921936

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 03.07.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, https://www.e-periodica.ch

Der Einfluß der Meliorierung der Linthebene auf die Überdüngung des Zürichsees [1]

Von Dr. *E. A. Thomas*, Zürich
(Aus dem kantonalen Laboratorium Zürich; Vorstand: Dr. *M. Staub*)

1. Einleitung und Problemstellung

Meliorationen werden in unserem Lande in der Regel dort durchgeführt, wo man aus wasserreichen, sumpfigen oder moorigen Gebieten einen intensiv zu bewirtschaftenden Boden gewinnen will. Der Ruf nach landwirtschaftlich nutzbarem Boden wurde während des Krieges umso lauter, als die Nahrungsmittelversorgung der Bevölkerung durch die kriegsbedingt verkleinerten Importe mit immer größeren Schwierigkeiten zu kämpfen hatte. Anderseits wird durch die seit dem Kriege blühende Bautätigkeit mehr und mehr Boden der landwirtschaftlichen Nutzung entzogen, so daß versucht wird, durch Meliorierung einen Ersatz für solche Verluste zu schaffen.

Durch die Entwässerung und Inkulturnahme werden die Eigenarten eines Bodens in vielfacher Beziehung verändert. Der natürliche Sumpf- oder Moorboden wird nie umgebrochen oder gedüngt im Gegensatz zum intensiv bewirtschafteten Boden, der häufig umgebrochen und reichlich gedüngt wird. Während auf natürlichen Sumpf- und Moorböden das Regenwasser auch nach größeren Regenfällen lange zurückgehalten wird und nur langsam abfließt oder verdunstet, ist es in Meliorationsböden Aufgabe der Drainageleitungen, das überschüssige Wasser rasch abzuführen. Diese beiden Tatsachen haben zu den anfänglich einleuchtenden Vermutungen Anlaß gegeben, daß in Meliorationsböden die Nährstoffe leicht ausgeschwemmt würden und dort, wo das Drainagewasser in einen See fließt, zu einer starken Überdüngung des Sees führen würden. So vermutet *Jaag* (Verh. der Int. Verein. für theor. und ang. Limnologie, 1949, S. 206): «Schließlich darf in diesem Zusammenhang die Auswaschung beträchtlicher Mengen von Düngstoffen aus jungen Meliorationsflächen nicht außer acht gelassen werden. Der Schaden, den solche Gebiete durch den Verlust kostspieliger Pflanzendünger erleiden, verdoppelt sich also, wenn sie eine höchst unwillkommene Düngung des Sees auslösen. Als ein Beispiel dieser Art kann vielleicht das System Linthebene-Zürcher Obersee-Zürichsee angeführt werden.»

Die langjährigen Bemühungen der Behörden, die Abwässer vor der Einleitung in das Gewässer einer gründlichen Reinigung zu unterziehen, lassen nun insofern in absehbarer Zeit Erfolge reifen, als die meisten Seegemeinden sich ernsthaft bemühen, in den nächsten Jahren die notwendigen Kläranlagen zu erstellen. Dabei hofft man, mindestens 30—50% der bisher in den See geleiteten Düngstoffe zurückhalten und landwirtschaftlich verwerten zu können. Es wäre nun für Behörden und Bevölkerung eine bittere Enttäuschung gewesen, wenn diese mühevollen und kostspieligen Bestrebungen von einer anderen Seite her plötzlich wieder zunichte gemacht worden wären, d. h. wenn es sich als richtig herausgestellt hätte, daß die aus Meliorationsgebieten abfließenden Wässer eine zusätzlich neue und ins Gewicht fallende Überdüngung und Verschmutzung des Sees herbeiführen. Da die Linthebene mit rund 35 km² (inkl. Glarner Teil sogar 49,5 km²) meliorierbarer Fläche (davon sind etwa 20 km² bereits meliorierte) eines der größten schweizerischen Meliorationsgebiete darstellt, hätten die mit den Drainagewässern in den Zürichsee geschwemmten Düngstoffe eine besonders große Schädigung befürchten lassen. Beweiskräftige Untersuchungen über den Einfluß der Drainagewässer eines Meliorationsgebietes auf den Zustand des als Vorfluter dienenden Sees fehlten jedoch bis heute.

2. Die Düngstoffverhältnisse im Walensee, Obersee und Zürichsee

Bei der hier gestellten Aufgabe handelte es sich darum, zu prüfen, ob aus meliorierten Gebieten der Linthebene erheblich mehr Düngstoffe für das pflanzliche Seeplankton (Schwebealgen) ausgeschwemmt werden als aus nicht meliorierten Gebieten. Als Grundlage für die Beantwortung dieser Frage muß vorausgeschickt werden, welcher Art die Stoffe sind, die im Obersee und im Zürichsee zur Überdüngung führen. Diese Stoffe sind bei der Charakterisierung der Abflüsse der Linthebene besonders zu berücksichtigen. Weiteren Stoffen ist als Milieufaktoren Beachtung zu schenken.

Jede Pflanze braucht zu ihrem Aufbau, ihrer Entwicklung und Fortpflanzung bestimmte Stoffe, die in Wasser gelöst sein müssen, damit sie aufgenommen werden können. Wasser, das alle diese Stoffe gelöst enthält, bezeichnet man als Nährlösung. Eine Nährlösung kann künstlich hergestellt werden durch Auflösen einer Anzahl verschiedener Salze in destilliertem Wasser; aber auch alle unsere Oberflächenwässer stellen Nährlösungen dar, wobei allerdings vom einen zum anderen Fall die Menge der gelösten Nährstoffe in ihrer Zusammensetzung wie auch in ihrer Gesamtheit stark schwanken kann. Sobald sich in einer Nährlösung Pflanzen, z. B. Planktonalgen, entwickeln und vermehren, nimmt der Nährstoffgehalt fortschreitend ab. Für das optimale Wachstum der einzelnen Algenarten sind die Ansprüche an die Zusammensetzung der Nährlösung recht verschieden. *Sinkt aber ein bestimmter Stoff unter einen gewissen Schwellenwert, so hört auch für die anspruchlosesten Algen das weitere Wachstum auf.* Derjenige lebenswichtige Nährstoff, der durch sein geringes Vorkommen im Wasser die weitere Algenentwicklung aufhält, wird als «*Minimumstoff*» bezeichnet.

Da die hydrobiologische Literatur die Frage nach den in unseren Seen wirksamen Minimumstoffen nicht befriedigend beantwortet hatte, sahen wir uns veranlaßt, zu prüfen, ob bei erhöhter Zufuhr von Phosphor- und Stickstoffverbindungen der Gehalt an allen anderen lebenswichtigen Stoffen in unseren Seen genügt, um eine erhöhte Planktonproduktion zu verursachen.

Experimente mit Sommerwasser und Winterwasser aus 46 verschiedenen Seen führten zum Schluß, daß in unseren Seen schon die Zufuhr von lediglich Stickstoff-

[1] Nach einem Vortrag vom 19. Oktober 1954 im Linth—Limmat-Verband, Zürich. Eine ausführliche Beschreibung ist erschienen im Monatsbulletin des Schweiz. Vereins von Gas- und Wasserfachmännern, Nrn. 10/11, 1954.

und Phosphorverbindungen genügt, um eine vermehrte Entwicklung des Phytoplanktons hervorzurufen. Mit anderen Worten sind als Minimumstoffe nur Phosphor- und Stickstoffverbindungen in Betracht zu ziehen. (*Thomas*, 1953, «Zur Bekämpfung der See-Eutrophierung», Monatsbull. Schweiz. Ver. v. Gas- und Wasserfachmännern, Nr. 2/3.)

Da der Zürichsee seine zufließende Wassermenge hauptsächlich aus dem Obersee bezieht und der Obersee sein Zuflußwasser vom oligotrophen Walensee erhält, stellt das Seensystem Walensee–Obersee–Zürichsee ein Schulbeispiel für das Studium von Nährstoff-Fragen dar. Im *Walensee* sinkt der Nitratgehalt von im Winter etwa 1,6 mg/l NO_3' auf 1,0 bis 0,8 mg/l im Sommer. Der Gehalt an gelösten Phosphaten ist hingegen stets kleiner als 10—20 γ/l PO_4''', und auch in der Asche sind kaum mehr als 20 γ/l PO_4''' nachweisbar. Der Walensee ist deshalb das typische Beispiel für Seen, in denen die Phosphate Minimumstoffe sind; hier sind Phosphate bis heute in so geringer Menge vorhanden, daß das Phytoplankton die vorhandenen Nitrate nur kleinenteils verwenden kann. Das Wasser dieses reinen, 145 m tiefen Sees enthält in allen Tiefen noch genügend Sauerstoff für das Gedeihen des Fischbestandes. Der See ist von Abwässern und anderen menschlichen Düngstoffzufuhren noch wenig beeinflußt, so daß er als oligotroph (nährstoffarm) bezeichnet werden kann.

Im *Obersee* nehmen die Nitrate von rund 2,0 mg/l NO_3' im Winter gegen den Sommer hin sehr erheblich ab, in extremen Sommern bis auf 0,4 oder 0,2 mg/l. Da wir jedoch noch nie niedrigere Werte fanden, sowie nach unseren Untersuchungen an Tiefenprofilen, am Seeschlamm und an Planktonkulturen zu schließen, besteht kein Zweifel, daß auch hier die Phosphate als Minimumstoffe wirken. Ihr Gehalt im Oberflächenwasser liegt stets unter 30 γ/l.

Der Chemismus dieses phosphatarmen Wassers wird beim Durchfließen des *Zürichsees* wesentlich geändert, weil die hier aus den zahlreichen Ufergemeinden in den See geleiteten Abwässer relativ phosphatreich sind. Schon in der Seemitte bei Stäfa, im obersten Teil des langgestreckten Zürichsees, kann man besonders in Tiefen von 10 bis 20 m an gelösten Phosphaten verschiedentlich Mengen von 20 und mehr γ/l PO_4''' bestimmen. Bis zur Seemitte von Thalwil ist das Seewasser links und rechts an zahlreichen Ufergemeinden vorbeigeflossen, gleichzeitig die entsprechenden Abwässer mit sich führend. Es ist deshalb nicht erstaunlich, daß hier der Phosphatgehalt besonders in den Monaten Januar und Februar um ein Mehrfaches größer ist als bei Stäfa.

Im unteren Zürichsee sinkt gegen den Monat April hin zuerst der Phosphatgehalt auf weniger als 10 γ/l. Trotzdem ist Phosphat hierauf nicht Minimumstoff, denn gegen den Juni hin fällt auch der Nitratgehalt auf weniger als 0,2 mg/l. Das während dieser Zeitspanne geringe Vorkommen der Phosphate hat aber eine *produktionsbremsende* Wirkung; die immer noch zur Verfügung stehenden geringen Phosphatmengen mögen teilweise durch Abbauprozesse im Oberflächenwasser frei werden, teilweise durch Zuflüsse (Abwässer) oder aus dem Hypolimnion (durch Zooplankton, Fische und Strömungen) wieder ins Oberflächenwasser gebracht werden. Im unteren Zürichsee ist heute im Hochsommer als Folge der Abwasserzufuhr Stickstoff zum Minimumstoff geworden, während es früher entsprechend der Herkunft des Wassers aus dem Walensee und Zürcher Obersee der Phosphor war. Das Seensystem Walensee-Obersee-Zürichsee lehrt, wie auch in einem großen See, dem Zürichsee, die Art des Minimumstoffes durch menschlichen Einfluß verändert werden kann, indem Stickstoff als Minimumstoff an die Stelle von Phosphor trat; Ursache hiefür ist in diesem Falle die Einleitung der Abwässer der Ufergemeinden.

Aus diesen Ausführungen geht hervor, daß man zur Beurteilung der Frage, ob die Drainagewässer aus der Linthebene die Überdüngung des Zürichsees in wesentlicher Weise beeinflussen, in erster Linie den Phosphatgehalt dieser Wässer wird untersuchen müssen, zweckmäßigerweise aber auch den Stickstoffverhältnissen Beachtung schenkt; weitere Milieufaktoren können dazu dienen, das Bild des gesamten Einflusses abzurunden.

Im Rahmen der Beurteilung der Stickstoff- und Phosphorverbindungen als Minimumstoffe ist zu berücksichtigen, daß diese Nährstoffe im Frühling und Sommer zur Zeit kräftiger Vermehrung vom Phytoplankton in reichlichem Maße aufgenommen werden. Die gelösten Phosphor- und Stickstoffverbindungen gehen dabei aus der Nährlösung in den lebenden Pflanzenkörper über. Besonders bei Hochproduktion leben aber die einzelnen Algenindividuen nur kurze Zeit (etwa 1—2 Wochen) und sinken nach dem Absterben rasch auf den Seegrund, in dieser Weise neues Sediment bildend. Ließen wir frische Sedimente in sauerstoffhaltigem Wasser oder in Flaschen mit Luftabschluß sich zersetzen, so stellten wir fest, daß von den Phosphorverbindungen prozentual viel weniger wieder in Lösung gehen als von den Stickstoffverbindungen. Die Sedimentation und die anschließende Zersetzung der Sedimente beeinflussen somit den Nährstoffgehalt des freien Wassers im Sinne einer Tendenz, die Phosphate zum Minimumstoff werden zu lassen. Wenn der Mensch sich dazu entschließt, in solchen Seen zwecks Aufhalten der zunehmenden Eutrophierung den Nährstoff Phosphor zurückzudrängen, so wird ihm also die Unterstützung der Natur gewiß sein. Für den Stickstoff gilt dies nur in sehr beschränktem Umfang.

Die genannten Zersetzungsversuche mit frischen Sedimenten lehrten ferner, daß bei der Zersetzung im aeroben Milieu viel weniger Nährstoffe wieder in Lösung gehen, als bei der Zersetzung im anaeroben Milieu. Diese Umstände machen verständlich, daß die Zufuhr von *phosphatreichen* Abwässern einen oligotrophen See *sprungartig* in den eutrophen Typus überführen kann, sobald ein gewisser Schwellenwert erreicht ist. Auch aus diesen Gründen ist dem Phosphatgehalt der Zuflußwässer eines Sees besondere Beachtung zu schenken.

3. Die Düngstoffverhältnisse und Milieufaktoren in den Abflüssen der Linthebene

Für die Abklärung der geschilderten Fragen wurden in den Gewässern der Linthebene an 15 verschiedenen Stellen zu verschiedenen Jahreszeiten und bei verschiedenen Wasserführungen je 7 bis 12 Proben erhoben zur biologischen, bakteriologischen und chemischen Untersuchung. Eingeschlossen sind dabei die Mündungsstellen der Linth und der beiden Hintergräben in den Obersee. Ferner wurde Wert darauf gelegt, daß Abflußwasser aus ganz ungedüngtem Riedgebiet verglichen werden konnte mit dem Abflußwasser aus intensiv ackerbaulich bewirtschaftetem Meliorationsgebiet. An

zehn weiteren Stellen wurden nur vereinzelte Proben erhoben, teils um gewisse, während der Untersuchung auftauchende Sonderfragen abzuklären, teils um das Bild der gesamten Untersuchung zu ergänzen.

In biologischer Hinsicht verdient besonders hervorgehoben zu werden, daß sich an den meisten Probenahmestellen mindestens zeitweise sehr reichlich Eisenorganismen entwickelt hatten, was von bloßem Auge an der Bildung von rostbraunen Flocken und Überzügen erkennbar war. Die bakteriologischen Untersuchungen gaben vor allem Aufschluß über die Verunreinigung der einzelnen Wasserläufe durch häusliche Abwässer oder durch tierische Jauche. So stiegen im Tuggener Kanal beim Durchfließen des Dorfes Tuggen sowohl die Keimzahl als auch die Zahl der Colibakterien (Darmbakterien) erheblich, so daß eine Verschmutzung durch die Abwässer der Gemeinde Tuggen unverkennbar war. Die für die Spettlinth gefundenen Verunreinigungen dürften durch Schweinejauche verursacht worden sein, während sich im Fähribach, im Mühlebach und im Entenseekanal gewisse Verunreinigungen durch häusliche Abwässer bemerkbar machten, wenn auch in geringerem Maß als beim Dorf Tuggen.

Unter den Düngstoff-Faktoren seien im folgenden Kalium, Sulfat, Stickstoffverbindungen und Phosphate erwähnt. Dem Kalium kommt im Zürichsee als Eutrophierungsfaktor höchstens eine untergeordnete Bedeutung zu. Außerdem konnten wir feststellen, daß auch bei stark gedüngten Gebieten der Linthebene bisher nur ganz geringe Mengen von Kaliumverbindungen aus dem Boden ausgeschwemmt wurden. Auch den Sulfaten kommt im Zürichsee als Eutrophierungsfaktor eine ganz untergeordnete Bedeutung zu, und auch hier geht aus unseren Untersuchungen hervor, daß die Ausschwemmung aus den meliorierten Gebieten sehr gering ist.

Als Maßstab für den Stickstoffgehalt der untersuchten Wässer wurde der Nitrat-, Nitrit- und Ammoniakgehalt bestimmt. Summiert man die drei anorganischen Stickstoffkomponenten, so erhält man für das unverschmutzte Quell- oder Grundwasser des Alt-Linthbettgrabens höhere Werte als für das Drainagewasser der noch nicht gedüngten Reichenburger Allmeind. Bezüglich der Phosphate sind die Unterschiede an diesen Stellen viel geringer. Eine Ausschwemmung von Phosphaten aus dem intensiv gedüngten Gebiet läßt sich höchstens in ganz geringem Umfang nachweisen.

Aus den abfließenden Wassermengen und dem Düngstoffgehalt des Wassers berechneten wir sodann die aus der Linthebene abfließenden Stickstoff- und Phosphormengen und verglichen diese mit den aufs Land gebrachten Kunstdüngermengen. Die ausgeschwemmten Stickstoffmengen waren um weniges kleiner als die aufs Land gebrachten, wogegen die ausgeschwemmten Phosphorverbindungen rund fünfhundertmal geringer waren.

Im Rahmen dieser Untersuchungen zur Charakterisierung der Abflüsse der Linthebene war es zweckmäßig, nicht allein den Düngstoffmengen, sondern einer Anzahl weiterer Milieufaktoren Beachtung zu schenken, die hier nur kurz aufgezählt seien: Wassertemperatur, Durchsichtigkeit, Trocken- und Glührückstand, Sauerstoffgehalt, Sauerstoffzehrung, Kaliumpermanganatverbrauch, Chloride, Wasserstoffionenkonzentration, Kohlensäure, Härte, Eisen, Mangan, Keimzahl und coliartige Bakterien. Auf Grund des Chloridgehaltes konnte an einer Stelle die Versickerung von Siloabwasser gefunden werden. Eisenverbindungen sind in sauerstoffarmen Bodenwässern in der Ferro-Form vorhanden und gehen beim Luftzutritt in die Ferri-Form über, um in unlöslichen Flocken auszufallen. Bei diesem Vorgang können sogar gelöste Phosphate ausgefällt werden. Die bakteriologischen Untersuchungen zeigten auch hier Verunreinigungen durch menschliche oder tierische Jauche an.

4. Die Düngstoffverhältnisse und Verunreinigungen in den übrigen Zürichseezuflüssen

Um sich ein Bild zu machen über die Bedeutung der dem Zürichsee aus der Linthebene zugetragenen Stoffe, muß man Vergleiche ziehen mit den von allen anderen Zuflüssen mitgebrachten Stoffmengen. Wir berechneten deshalb die von der Linth und den beiden Hintergräben in den See gebrachten Düngstoffe aus der Wasserführung und dem Stoffgehalt pro Liter, die aus dem Sihlsee stammenden Stoffe aus dem Gehalt des

Stickstoff- und Phosphor-Zufuhr zum Gewässersystem Obersee-Zürichsee in t pro Jahr und in %

Seezuflüsse	N (anorg., gel.)		P (aus PO_4''')		P (aus Asche)	
	t	%	t	%	t	%
Linth	527	22,4	<10,9	<16,7	20,0	16,9
linker Hintergraben	93	3,9	< 1,1	< 1,7	2,4	2,0
rechter Hintergraben	106	4.5	< 1,8	< 2,8	3,5	3,0
Sihlsee-Ableitung	17	0,7	< 1,2	< 1,8	1,6	1,4
linksufrige Bäche	539	22,9	7,2	11,1	14,5	12,3
rechtsufrige Bäche	511	21,7	6,9	10,6	13,8	11,7
Abwässer (exkl. Linthebene, z. T. inkl. Industrie)	564	23,9	36,0	55,3	62,5	52,8
Summe	2357	100,0	65,1	100,0	118,3	100,1
Davon aus Meliorationsgebiet der Linthebene ausgeschwemmt	7	0,3	0,007	0,01	0,009	0,007

Sihlseewassers und der ohne Rückpumpen abgelassenenen Wassermenge. An weiteren Zürichseezuflüssen wurden 24 auf beiden Seiten einmündende Bäche oberhalb der Seegemeinden mehrmals untersucht und ein mittlerer Düngstoffgehalt mit der zu erwartenden Niederschlagsmenge multipliziert. Die eigentlichen Abwässer der Seegemeinden versuchten wir durch Berechnung nach Einwohnerzahl und Düngstoffmenge pro Kopf und Tag zu erfassen. Dabei ist es allerdings heute noch fast unmöglich, die Bedeutung der industriellen Abwässer für die Seedüngung zahlenmäßig genau festzulegen, so daß die in der Tabelle gegebene Zusammenstellung nur einen orientierenden Charakter haben kann.

Um die Bedeutung der industriellen Abwässer für die Düngung des Zürichsees anzudeuten, seien hier nur zwei Beispiele erwähnt. Im Beugenbach bestimmten wir oberhalb von Meilen am 11. Dezember 1950 einen Phosphatgehalt von 0,86 mg/l. In neun weiteren Proben aus den Jahren 1952—1953 fanden wir jedoch stets Gehalte von 13,0 bis 38,0 mg/l PO_4''', oder im Mittel 25,1 mg/l, d. h. 29mal mehr als im Jahre 1950. Diese starke Verschmutzung war zustande gekommen durch die Ablagerung von Phosphatschlamm-Abfällen einer chemischen Fabrik im obersten Teil des Bettes des Beugenbaches. Bei Berücksichtigung der abfließenden Wassermenge führte der Beugenbach in dieser Zeit täglich rund 43 kg PO_4''' in den Zürichsee. Rechnet man, daß die täglichen Ausscheidungen des Menschen rund 2,5 g gelöste Phosphate (PO_4''') enthalten, so düngt diese Schlammablagerung den Zürichsee hinsichtlich der Phosphate gleich stark wie die häuslichen Abwässer von rund 17 000 Einwohnern. Wenn auch diese Zahl durch gewisse Ausfällungen in Wirklichkeit etwas kleiner werden mag, so ist doch die starke Düngwirkung solcher Ausschwemmungen unverkennbar. Als zweites Beispiel für die Phosphatdüngung des Zürichsees seien die Abwässer einer großen Färberei erwähnt, die dem Zürichsee schon im Jahre 1949 täglich 14,7 kg Phosphat (PO_4''') zuführten. Verglichen mit den gelösten Phosphaten der menschlichen Abgänge würde dies einer Einwohnerzahl von 5880 entsprechen. Bei der großen Zahl industrieller Betriebe am Zürichsee lassen diese Beispiele die Gefahr der Überdüngung deutlich werden. Diese Gefahr ist besonders groß, weil die Verwendung von phosphathaltigen Wasch- und Reinigungsmitteln im steten Anwachsen begriffen ist. Von praktisch großer Bedeutung ist die Entscheidung der Frage, in welchen Betrieben die Phosphate an Ort und Stelle ausgefällt werden müssen und welche Abwässer ohne Vorreinigung einer Gemeindekläranlage zugeführt werden dürfen. Eine gründliche Untersuchung des Düngstoffgehaltes industrieller Abwässer ist deshalb nicht zu umgehen.

5. Schlußfolgerungen

Nach obgenannter Tabelle machen die durch *Abwässer* in den Zürichsee gebrachten Stickstoffverbindungen gegenüber der Gesamtsumme nicht einmal einen Viertel aus, hingegen beträgt der Phosphatanteil der in den See fließenden Abwässer mehr als die Hälfte aller in den See gelangenden Phosphate. Die Besiedelung der Zürichseeufer hat also die Düngstoffzufuhr vor allem zugunsten der Phosphate verändert. Will man die Überdüngung des Zürichsees aufhalten und zurückdrängen, dann muß in erster Linie die Phosphatzufuhr gedrosselt werden. Vergleicht man nun die aus dem Meliorationsgebiet der Linthebene in den Zürichsee geschwemmten Düngstoffmengen mit den dem See zugeführten Gesamtsummen, so erkennt man, daß die Düngung der neu meliorierten Gebiete der Linthebene auf den Trophierungszustand des Zürichsees einen äußerst geringen Einfluß ausübt. Dies gilt für die Stickstoffverbindungen, besonders aber auch für die bedeutungsreichen Phosphorverbindungen.

Wasserkraftnutzung; Energiewirtschaft

Neue Wasserrechtsverleihungen im Kanton Graubünden

Vorderrhein

Die *Nordostschweizerischen Kraftwerke AG* (NOK) befassen sich seit längerer Zeit mit der Frage eines möglichst wirtschaftlichen Ausbaues der *Wasserkräfte des Vorderrheines* von den Quellen bis zum Zusammenfluß mit dem Hinterrhein unter Vermeidung jeglicher Wasserableitung in andere Flußgebiete. Als erste Etappe dieser großen Aufgabe, deren Verwirklichung Graubünden während Jahrzehnten eine intensive Bautätigkeit bringen wird, haben die NOK Projekte für eine zweistufige Kraftwerkgruppe mit Zentralen in Sedrun und Tavanasa ausgearbeitet. Es handelt sich dabei um eine Gesamtleistung von 240 000 kW mit einer mittleren möglichen Jahresproduktion von 720 Mio kWh; durch die geplante Schaffung dreier Stauseen Curnera (30 Mio m³), Nalps (40 Mio m³) und Santa Maria (70 Mio m³) ist es möglich, 57 % der Energie im Winterhalbjahr zu gewinnen. Die Verleihungsgemeinden *Tavetsch, Medel-Lucmagn, Disentis/Mustèr, Somvix, Trun* und *Brigels/Breil* haben am 13. Februar 1955 die erforderlichen Wasserrechtskonzessionen sowohl in der politischen als auch in der Bürgergemeinde fast einstimmig erteilt; nur in Medel-Lucmagn waren drei Gegenstimmen zu verzeichnen. Die Konzessionen müssen nun noch durch den Kleinen Rat des Kantons Graubünden genehmigt werden. Mit dem Baubeginn darf innert zwei Jahren gerechnet werden. Es ist vorgesehen, diese Kraftwerkgruppe durch Einbezug des Staubeckens Greina zu erweitern.

Auf längere Sicht sieht das generelle Projekt der NOK den Vollausbau des gesamten Vorderrheins bis Rhäzüns vor mit einer totalen Produktionskapazität von rund 1,9 Mrd kWh bei einer Gesamtleistung von etwa 550 000 kW, womit die Kraftwerkgruppe Vorderrhein diejenigen von Valle di Lei-Hinterrhein und Inn/Spöl überflügeln würde. *Tö.*

Albula

Die Gemeinden *Bergün* und *Filisur* haben ebenfalls am 13. Februar 1955 die Konzessionen zur Nutzbarmachung der Wasserkräfte der oberen Albula der *Elektro-Watt, Elektrische und Industrielle Unternehmungen AG*, Zürich, erteilt.

Das Konzessionsprojekt sieht die Ausnützung der Albula und einiger Seitenbäche in zwei Stufen vor. Die