Die Abflussregulierung des Zürichsees [Schluss]

Autor(en): **Bertschi, H.**

Objekttyp: **Article**

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

Band (Jahr): **28 (1936)**

Heft 3

PDF erstellt am: **31.05.2024**

Persistenter Link: https://doi.org/10.5169/seals-922238

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.
Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.
Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Ein Dienst der *ETH-Bibliothek*
ETH Zürich, Rämistrasse 101, 8092 Zürich, Schweiz, www.library.ethz.ch

http://www.e-periodica.ch

Abb. 9
Limmat in Zürich und Schanzengraben.
«Photo Swissair»

Die Abflussregulierung des Zürichsees

Von H. Bertschi, Oberingenieur für Wasserkraftanlagen der Stadt Zürich. (Schluss)

5. Das Projekt 1935 der Stadt Zürich.

Die durchgeführten umfangreichen Studien haben gezeigt, dass eine wirksame Verbesserung der Abflussverhältnisse des Zürichsees nur erreicht werden kann durch eine gründliche Ausräumung und Vertiefung des Limmatbettes von der Uraniabrücke limmatabwärts bis zum Platzspitz. Eine Absenkung der Hochwasserstände des Sees ist nur möglich, wenn das Abflussvermögen der Limmat bei Seeständen unter Kote 406,10 erheblich vergrössert wird in Verbindung mit einer zweckmässigen modernen Regulieranlage. Die Vergrösserung des Abflussvermögens der Limmat ist begrenzt einmal durch das Limmatbett unterhalb Zürich, das nur eine Hochwassermenge von 579 m^3/sek. schadlos abzuführen vermag, und sodann durch die im Limmatbett von der Uraniabrücke bis zum Platzspitz vorhandenen Fundamente der Brücken und Ufermauern. Je mehr Wasser bei niedrigen Seeständen durch das vorhandene Gerinne abgeleitet werden kann, um so leichter und genauer kann das künftige definitive Wehrreglement eingehalten werden. Da die Verhältnisse nun endgültig festgelegt werden müssen, ist es notwendig, das Abflussgerinne soweit zu vergrössern, als dies wirtschaftlich und technisch ohne zu grosse Schwierigkeiten noch möglich ist. Auf Grund dieser Ueberlegungen ist die Vertiefung der Flußsohle von der Uraniabrücke bis zum Platzspitz wie folgt projektiert worden: (Abb. 11 Längenprofil).

Von km 0,800, etwa 34 m oberhalb der Uraniabrücke, wird die Limmatsohle bis zum Platzspitz auf ein gleichmässiges Gefälle von 2 ‰ ausgebaggert. Diese Vertiefung ist gerade noch zulässig, ohne dass an den Fundamenten der Uraniabrücke, Bahnhofbrücke und Walchebrücke bauliche Aenderungen vorgenommen werden müssen. Vom oberen Mühlesteg bis zum unteren Mühlesteg beträgt die erforderliche Ausbaggerung auf etwa 220 m Länge 1,0 bis 1,60 m. Von der Bahnhofbrücke bis zum Platzspitz beträgt die mittlere Vertiefung des Flussbettes noch 50 cm. Die Vertiefung des Limmatbettes ist nur möglich, wenn damit gleichzeitig auch die zum Teil auf gemauerten Fundamenten, zum Teil auf hölzernen Pfählen erstellten Gebäude am obern und untern Mühlesteg beseitigt werden. Beim obern Mühlesteg müssen die Gebäude Uraniabrücke Nr. 6, 8 und 15 im Werte von 861,300 Fr. abgetragen werden. Das Gebäude Nr. 2 am rechten Limmatufer soll bestehen bleiben und eventuell später durch ein neues, etwas grösseres Gebäude ersetzt werden. Die Erhaltung eines Gebäudes an dieser Stelle ist wünschenswert, damit das für die Limmat charakteristische Stadtbild

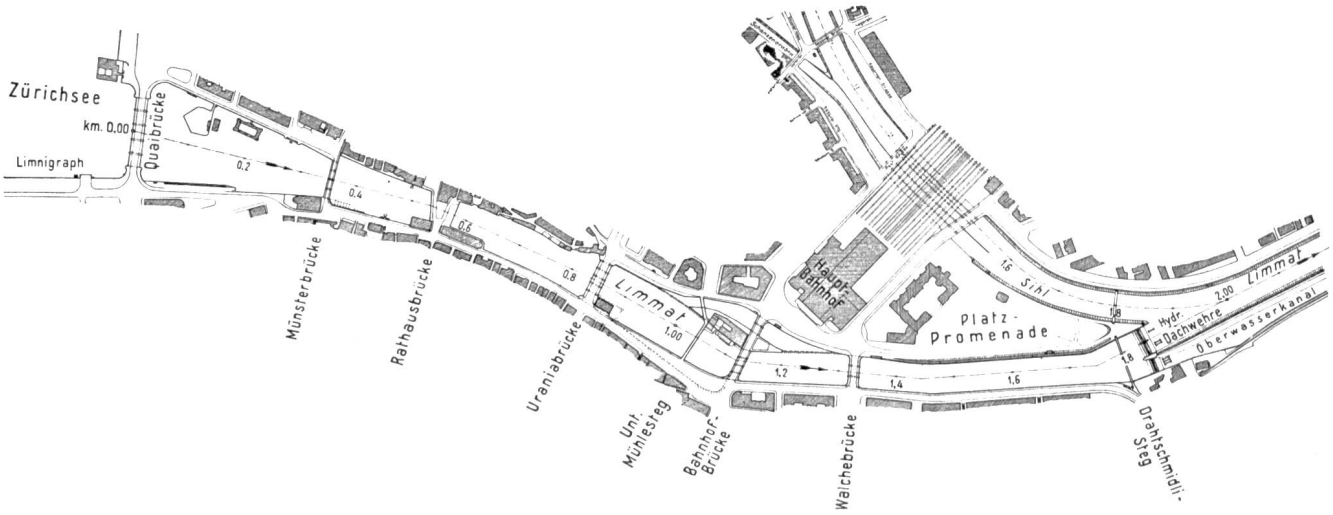

Abb. 10 Situationsplan der Limmat vom Zürichsee bis Platzspitz. Maßstab 1 : 12500

erhalten bleibt. Am unteren Mühlesteg müssen die der Stadt gehörenden Gebäude Nr. 2, 4, 6 und 8 im Werte von 750,000 Fr. entfernt werden, während der Papierwerd mit den Magazinen zum Globus wegen der Seeabflussregulierung nicht beseitigt werden muss. Mit den Gebäuden am obern und untern Mühlesteg besitzt die Stadt Zürich zinsfreie sog. ehehafte Wasserrechte für die Ausnützung von 305 PS. Ein weiteres ehehaftes Wasserrecht für 90 PS besitzt die schweizerische Liegenschaftengenossenschaft Zürich, welche die durch ein Wasserrad erzeugte Kraft in dem Warenhaus Globus verwendet. Dieses Wasserrecht muss abgelöst werden, weil eine weitere Ausnützung nicht mehr möglich ist.

Das neue Stauwehr ist direkt unterhalb dem bestehenden Nadelwehr angeordnet (Abb. 10). In der Limmat sind zwei hydraulische Dachwehre von je 24,25 m Lichtweite vorgesehen, getrennt durch einen Zwischenpfeiler von 1,50 m Stärke. Die feste Wehrschwelle liegt auf Kote 401,50, so dass bei einem maximalen Stau auf Kote 406,00 die Stauhöhe der Wehre 4,50 m beträgt.

Im Kanaleinlauf konnte bei den heutigen Verhältnissen auf ein Abschlusswehr verzichtet werden, weil der Seespiegel durch das Wehr beim Platzspitz nicht beeinflusst wird. Bei den neuen Verhältnissen ist dagegen im Kanaleinlauf ein Stauwehr unbedingt notwendig. Für Reparaturen im Kraftwerkkanal und bei einem allfälligen Dammbruch muss der Oberwasserkanal des Kraftwerkes Letten rasch abgeschlossen werden können.

Es besteht die Möglichkeit, den Höherstau beim Kanaleinlauf später im Kraftwerk Letten auszunützen. Hiefür ist aber eine Verstärkung des Kanaldammes und die Erstellung eines vollständig neuen Maschinenhauses im Letten notwendig. Bis zum Zeitpunkte, da diese Umbauten vorgenommen werden können, ist es notwendig, die Zuflussmenge zum Kraftwerk Letten mit dem neuen Stauwehr im Kanaleinlauf zu regulieren. Nach der Erstellung eines neuen Kraftwerkes im Letten kann das Stauwehr im Kanaleinlauf vollständig niedergelegt werden und es dient hierauf lediglich noch als Seeabschluss, bei Ausserbetriebsetzung des Kanales oder des Kraftwerkes Letten.

Für die vorliegenden Verhältnisse wurden hydraulische Dachwehre als die am besten geeignete Stau- und Regulierkonstruktion befunden. Bereits in den früheren Projekten waren solche hydraulische Dachwehre in Aussicht genommen, die sich in zahlreichen ähnlichen Fällen sehr gut bewährt haben (Abb. 12). Die Vorteile dieser Wehrkonstruktion gegenüber andern Systemen bestehen hauptsächlich in folgenden Eigenschaften:

1. Einfache Bauausführung und geringe Fundamenttiefen.
2. Abfluss des Wassers durch Ueberströmen der Wehre, wodurch die Kolkwirkungen unterhalb des Wehres vermieden oder auf ein Minimum vermindert werden.
3. Die auf der gestauten Wasserfläche schwimmenden Verunreinigungen können leicht abgeschwemmt werden. Bei niedergelegtem Stauwehr ist die ganze Durchflussfläche frei, ohne hindernde Einbauten.
4. Rasche und leichte Regulierungsmöglichkeit von Hand oder durch elektrische Fernbetätigung, durch einfache Veränderungen von Schieberstellungen.
5. Es sind keine Bedienungsstege, Windwerk etc. über dem Stauwehr notwendig, welche das Landschaftsbild beeinträchtigen.

Die grossen Sihlhochwasser bewirken beim Platzspitz unterhalb des Stauwehrs einen Rückstau, durch den das Abflussvermögen der Limmat beeinträchtigt

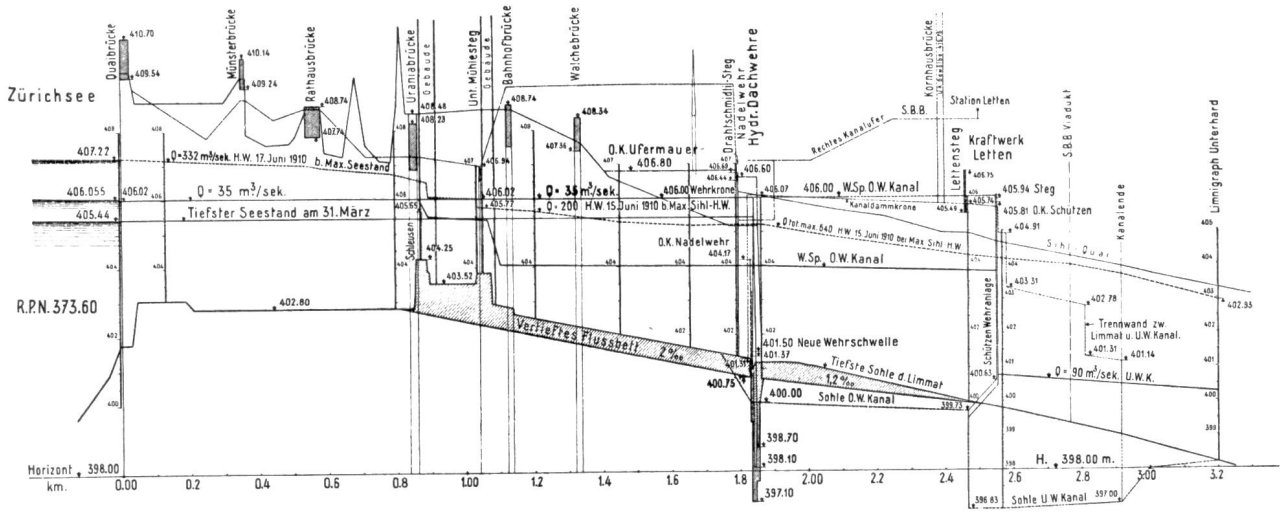

Abb. 11 Längenprofil der Limmat Zürichsee-Unterhard. Maßstab: Längen 1 : 22500, Höhen 1 : 225

wird. Um auch diesen Rückstau möglichst zu vermindern, ist vom Platzspitz bis zum Lettensteg noch eine Vertiefung des Flussbettes in Aussicht genommen. Die Vertiefung beträgt unterhalb des Stauwehrs etwa 50 cm und nimmt gleichmässig auf Null ab bis zum Lettensteg.

Die Einwirkungen aller dieser baulichen Veränderungen auf die Abflussverhältnisse des Zürichsees mussten durch umfangreiche hydraulische Berechnungen untersucht werden. In der nachstehenden Tabelle ist die Wirkung der projektierten Limmatvertiefung auf das Abflussvermögen der Limmat dargestellt.

Seestand	Seeabfluss heute Limmat + Schanzengraben m³/sec.	Seeabfluss nach der Regulierung ohne Schanzengraben m³/sec.	Abflussvermehrung m³/sec.	Abflussvermehrung %
405.70	102	178	76	74,5
405.80	115	192	77	67
405.90	128	206	78	61
406.00	143	219	76	53
406.10	159	232	73	46
406.20	176	246	70	40
406.50	232	286	54—	23

Diese Zusammenstellung zeigt, dass bei den gewünschten Seeständen zwischen Kote 405,70 und 406,10 = 73—78 m³/sek mehr durch die Limmat abgeleitet werden können gegenüber dem heutigen Zustande, was einer Abflussvergrösserung von 74,5 % bis 46 % entspricht. Durch vergleichende Berechnungen des Verlaufes von Hochwassern vor und nach der Ausführung der Abschlussregulierung hat sich ergeben, dass die vorgesehenen Verbesserungen genügen, um bei normalen Hochwassern das Wehrreglement einhalten zu können. Abnormale Hochwasser, für die ein Ausgleich im See unvermeidlich ist, verursachen viel kleinere Seespiegelerhöhungen, und die Dauer der Ueberschreitung der Leitlinie durch abnormale Hochwasser wird erheblich verkürzt. Das abnormale Hochwasser vom Oktober 1935 verursachte z. B. innert drei Tagen ein Ansteigen des Seespiegels von Kote 406,00 auf Kote 406,62, also um 62 cm, und ein Ueberschreiten der Leitlinie während 14 Tagen. Nach der neuen Regulierung wäre der Seespiegel nur auf Kote 406,33 angestiegen und die Ueberschreitung der Leitlinie hätte nur sieben Tage gedauert.

Durch das abnormale Hochwasser im Juni 1910 ist der Seespiegel auf Kote 407,20 angestiegen. Mit den projektierten Verbesserungen wäre es möglich gewesen, den Seespiegel auf 406,57, also um 63 cm tiefer zu halten.

Die Vereinigung der beiden Staustufen am obern und untern Mühlesteg mit derjenigen am Platzspitz erfordert verschiedene Anpassungsarbeiten der Limmatufer und Kanalisationen an die neuen Verhältnisse. Längs der Platzpromenade, von der Walchebrücke bis zum Stauwehr, ist eine Ufermauer vorgesehen in analoger Ausführung wie beim Neumühlequai (Abb. 13).

Die Ufermauer ist am Fusse der bestehenden Böschungspflästerung angeordnet. Damit wird die Anlage eines etwa 2,60 m breiten Promenadeweges längs der Ufermauer unter den schattigen Baumkronen ermöglicht. Der schöne Baumbestand wird durch die geringe Erhöhung des Uferstreifens nicht beeinträchtigt. Zwischen dem Fundamente der Ufermauer und der undurchlässigen Grundmoräne ist nur eine geringe wasserdurchlässige Kiesschicht vorhanden, die vermittelst einer eisernen Spundwand abgeschlossen wird. Damit wird verhindert, dass der ca. 2 m betragende Aufstau der Limmat durch Erhöhen des Grundwasserspiegels in der Platzpromenade schädliche Einwirkungen auf den Baumbestand oder das Landesmuseum bewirken könnte. Als Sicherheitsmassnahme ist längs der Ufermauer noch eine Drainage angeordnet, die ein Ansteigen des Grundwasserstandes über das heutige Niveau verhindern

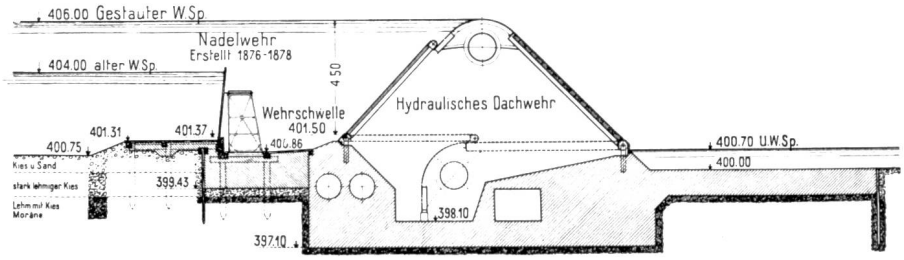

Abb. 12 Querschnitt durch das Stauwehr Platzspitz Maßstab 1:200

würde. Eine neue Ufermauer ist auch längs des Limmatquais notwendig. Diese Mauer verläuft in einer leicht gebogenen Linie von der Uraniabrücke bis zur Bahnhofbrücke und schneidet den rechtsseitigen, zum Teil vom Limmatquai überdeckten Limmatarm vom korrigierten Flussgerinne ab. Das von der Limmat abgetrennte Gerinne wird mit dem Abbruch- und Aushubmaterial aus der Limmat aufgefüllt und dient hierauf für die Verbreiterung des Limmatquais.

Unterhalb der Bahnhofbrücke werden die Hochwasserentlastungskanäle des städtischen Kanalisationsnetzes durch den Aufstau der Limmat eingestaut. Am rechten Limmatufer ist im letzten Jahre anlässlich der Erstellung der Ufermauer längs des Neumühlequais bereits ein neuer Hochwasserentlastungskanal von 2,30/2,00 m Lichtweite erstellt worden, durch den das Kanalisationswasser rechts der Limmat bis unterhalb des Stauwehrs im Platzspitz in die ungestaute Limmat abgeleitet werden kann.

Der zwischen Bahnhofbrücke und Walchebrücke am Bahnhofquai in die Limmat einmündende Kanal muss durch die Museumsstrasse bis zur Sihl verlängert und das Wasser nach der Sihl abgeleitet werden.

Die für die Seeabflussregulierung notwendigen baulichen Veränderungen werden auch erhebliche Veränderungen des Stadtbildes zu Folge haben. Vom See bis zur Uraniabrücke bleiben die heutigen Verhältnisse unverändert. Zwischen Uraniabrücke und unterem Mühlesteg findet nur eine Erhöhung des Wasserspiegels bis zu 60 cm statt, während im untersten Teil bis zum Platzspitz die Erhöhung beim niedersten Seestande ca. 1,40 m und beim höchsten Seestande etwa 2,00 m beträgt. Zwischen den hohen Ufermauern des Neumühlequais und des Bahnhofquais zeigt die tiefliegende Limmat heute das Bild eines Kanales. Die Hebung des Wasserspiegels wird dieses Bild erheblich verbessern. Eine gewisse Beeinträchtigung des Bildes werden die höchsten Wasserstände bei der Bahnhofbrücke und der Walchebrücke verursachen, indem die Widerlager der Brückenbogen etwas eingestaut werden. Dieser Nachteil dürfte aber gering sein im Verhältnis zu den bedeutenden Verbesserungen, wobei speziell auf den nach Abbruch der Gebäude am obern und untern Mühlesteg geschaffenen freien Durchblick über die Limmat hingewiesen sei.

Die Wassergeschwindigkeit in der Limmat bleibt vom See bis zum Platzspitz annähernd gleich, sie beträgt bei Niederwasser noch etwa 0,2—0,5 m/sek. Der Flusscharakter der Limmat ist also auch bei Niederwasser noch vorhanden. Unter allen Brücken vom See bis zum Platzspitz bleiben genügend grosse Oeffnungen zum Durchfahren mit Ruderboten oder kleinen Motorbooten, so dass die Limmat bei normalen Abflussverhältnissen mit derartigen Booten gefahrlos bis zum Platzspitz befahren werden kann.

In dem vorliegenden Projekte ist angenommen, dass der Schanzengraben als zweites Seeabflussgerinne ausser Betracht falle und gelegentlich einer anderen Verwendung zugeführt werden könne. Die Regulierung des Seeabflusses hat also in Zukunft lediglich durch das neue Stauwehr im Platzspitz zu erfolgen.

Die Kosten für das von der Stadt Zürich eingereichte Projekt 1935 sind wie folgt berechnet worden:

1. Erwerbung von Liegenschaften und Wasserrechten am obern und untern Mühlesteg	Fr.	1,811,300
2. Abbruch der Gebäude und Wehranlagen am obern und untern Mühlesteg	Fr.	155,000
3. Sohlenvertiefung der Limmat von Uraniabrücke bis zum Lettensteg	Fr.	493,000
4. Hydraulische Dachwehre beim Platzspitz	Fr.	590,900
5. Neue Ufermauer am Limmatquai zwischen Uraniabrücke und Bahnhofbrücke	Fr.	128,420
6. Abdichtungen und Entwässerungen beim Papierwerd und Globus	Fr.	30,000
7. Erhöhen des linken Limmatufers längs der Platzpromenade von der Walchebrücke bis zum Drahtschmidlisteg	Fr.	150,000
8. Infolge der Seeabflussregulierung erforderliche Umbauten am städtischen Kanalisationsnetz	Fr.	642,770
9. Bauleitung	Fr.	109,500
10. Bauzinsen	Fr.	250,000
11. Diverses und Unvorhergesehenes	Fr.	239,110
Gesamtkosten	Fr.	4,600,000

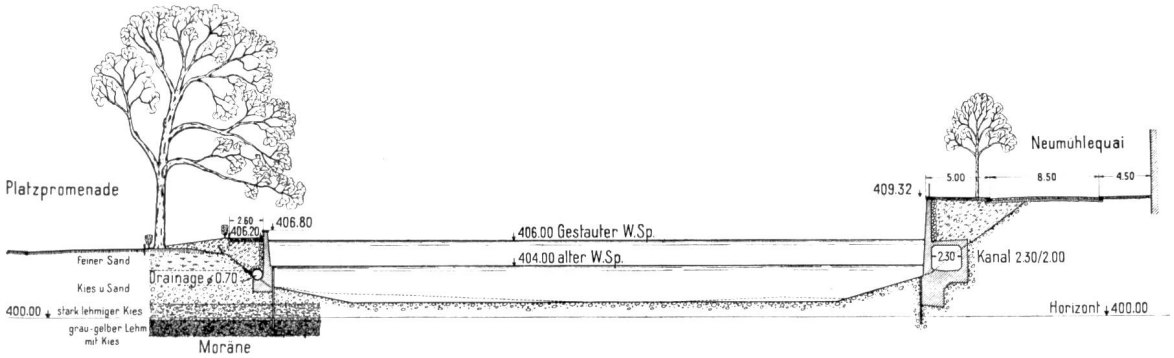

Abb. 13 Querprofil der Limmat Platzpromenade-Neumühlequai. Maßstab 1 : 600

Nach den Bestimmungen des Bundesgesetzes über die Wasserpolizei vom 22. Juni 1877 und dem kantonalen Wasserbaugesetz ist die Abflussregulierung des Zürichsees Sache der beteiligten Kantone und des Bundes, weil der See und die Limmat öffentliche Gewässer sind. Wie bereits früher dargelegt wurde, ist die Seeregulierung in der Hauptsache notwendig zur Sanierung und zum Schutze der Ufergebiete. Durch die Bodenverbesserungen und die Verwertung des Uferlandes als Bauland sind im Laufe der Zeit ganz gewaltige Mehrwerte geschaffen worden, welche nun den Kantonen und Gemeinden erhebliche Mehreinnahmen an Steuern einbringen. Es ist deshalb auch gegeben, dass die Kosten für die Abflussregulierung des Zürichsees in der Hauptsache durch die beteiligten Kantone und den Bund aufgebracht werden.

Die im Gebiete der Stadt Zürich für die Seeabflussregulierung notwendigen baulichen Massnahmen stehen auch in engem Zusammenhange mit vielen Baufragen der Stadt Zürich, wie z. B. die zukünftige Gestaltung des Leonhardplatzes und des Bahnhofplatzes, Verbreiterung der Bahnhofbrücke, Verbreiterung des Limmatquais etc. Die Behörden der Stadt Zürich haben deshalb schon seit Jahrzehnten die umfangreichen Studien für die Verbesserung der Abflussverhältnisse des Zürichsees an die Hand genommen, um auch gleichzeitig diese für die Stadt Zürich ausserordentlich wichtigen Baufragen abklären zu können.

Bei der gegenwärtigen katastrophalen Arbeitslosigkeit im Tiefbaugewerbe ist es ausserordentlich wertvoll, dass derartige nutzbringende Bauarbeiten vorbereitet sind. Es ist zu hoffen, dass die Verhandlungen zwischen den beteiligten Behörden und Interessenten rasch in die Wege geleitet und zu einem allgemein befriedigenden Abschlusse gebracht werden können, damit die Verwirklichung des Projektes der Abflussregulierung des Zürichsees möglichst rasch an die Hand genommen werden kann.

Der Ausbau der Wasserkräfte in Schottland

Von Obering. A. L. Caflisch, Zürich

Die Entwicklung des Ausbaues von Wasserkraftanlagen in Grossbritannien ist hinter derjenigen anderer Länder zurückgeblieben, weil die Grossindustrien sich von Anfang an an den Orten grosser Kohlenvorkommen ansiedelten und ihren Energiebedarf aus Dampfkraftwerken decken konnten. Die Möglichkeiten zur Gewinnung von hydro-elektrischer Energie in grösserem Masse sind zudem ziemlich beschränkt. Bis in die Kriegsjahre 1914—18 bestanden nur kleinere Werke in ziemlich grosser Zahl. Sie dienten vornehmlich zum Antriebe von Mühlen und Textilfabriken; die Leistung der einzelnen Werke ging kaum über 500 HP hinaus.

Im Jahre 1918 wurde von der Regierung eine Kommission (Water Power Resources Committee) bestellt, mit dem Auftrag, in ganz Grossbritannien die Vorkommen von Wasserkräften zu studieren. Diese Kommission stellte in ihrem Berichte fest, dass ganz entgegen den früheren Ansichten den vorhandenen Wasserkräften doch eine wirtschaftliche Bedeutung zukomme. Nach den auf breiter Basis durchgeführten Aufnahmen wurde ein ausbauwürdiges Vorkommen folgender Leistungen festgestellt:

In Schottland	217 965 kW
Irland	113 000 kW
England	56 340 kW
Total ausbauwürdige 24stünd. Leistung	387 305 kW

Der Anteil Schottlands an der gesamten hydraulischen Konstantenergie-Darbietung Grossbritanniens beträgt also nahezu 60 %. Dieser hohe Anteil hat seine Ursache nicht nur in dem hohen zur Ausnützung gelangenden Gefälle, sondern namentlich in den grossen natürlichen Speichermöglichkeiten in Verbindung mit abnormal hohen Niederschlagsmengen.