Wasserkraftnutzung im Einzugsgebiet Linth-Limmat

Autor(en): **Töndury, Gian Andri**

Objekttyp: **Article**

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

Band (Jahr): **54 (1962)**

Heft 8-10

PDF erstellt am: **29.05.2024**

Persistenter Link: https://doi.org/10.5169/seals-921470

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

Wasserkraftnutzung im Einzugsgebiet Linth-Limmat

Gian Andri Töndury, dipl. Ing., Zürich/Wettingen

DK 621.221

A. Einleitung und Rückblick

Das 2416 km² umfassende Einzugsgebiet von Linth und Limmat nimmt nur 5,9 % der gesamten Oberfläche der Schweiz ein; die mittlere jährliche Elektrizitätserzeugung aus Wasserkraft der im Betrieb und gegenwärtig im Bau stehenden Kraftwerke erreicht rund 1,4 Milliarden Kilowattstunden oder 5,5 % der entsprechenden verfügbaren Produktionskapazität sämtlicher Wasserkraft-Anlagen in der Schweiz im Jahre 1964/65. Daraus ist ersichtlich, daß das hier betrachtete Gebiet in dieser Hinsicht etwa dem heutigen schweizerischen Mittelwert entspricht. Mit dem Ausbau der großen Werkgruppe Linth-Limmern, zuhinterst im Glarnerland, ist aber die Ausbaukapazität des gesamten Gebietes, wie aus dem nachfolgenden Bericht hervorgeht, weitgehend erreicht, im Gegensatz zu anderen Flußgebieten, wo noch größere Einzelanlagen oder Werkkombinationen realisiert werden können; somit wird das Linth-Limmat-Gebiet nach Vollausbau eine etwas geringere spezifische Ausbaukapazität aufweisen als die gesamte Schweiz.

Die hier betrachtete Region gehört aber zu den Gebieten, in welchen die Nutzung der Wasserkraft — vorerst mit mechanischer Übertragung — am frühesten einsetzte, durchqueren doch Linth und Limmat Gebiete, in denen sich sehr früh kleinere Industrien ansiedelten, insbesondere für den Betrieb von Spinnereien und Webereien im Glarnerland, an Zuflüssen zum Walensee sowie an Sihl (Papierfabrik) und Limmat.

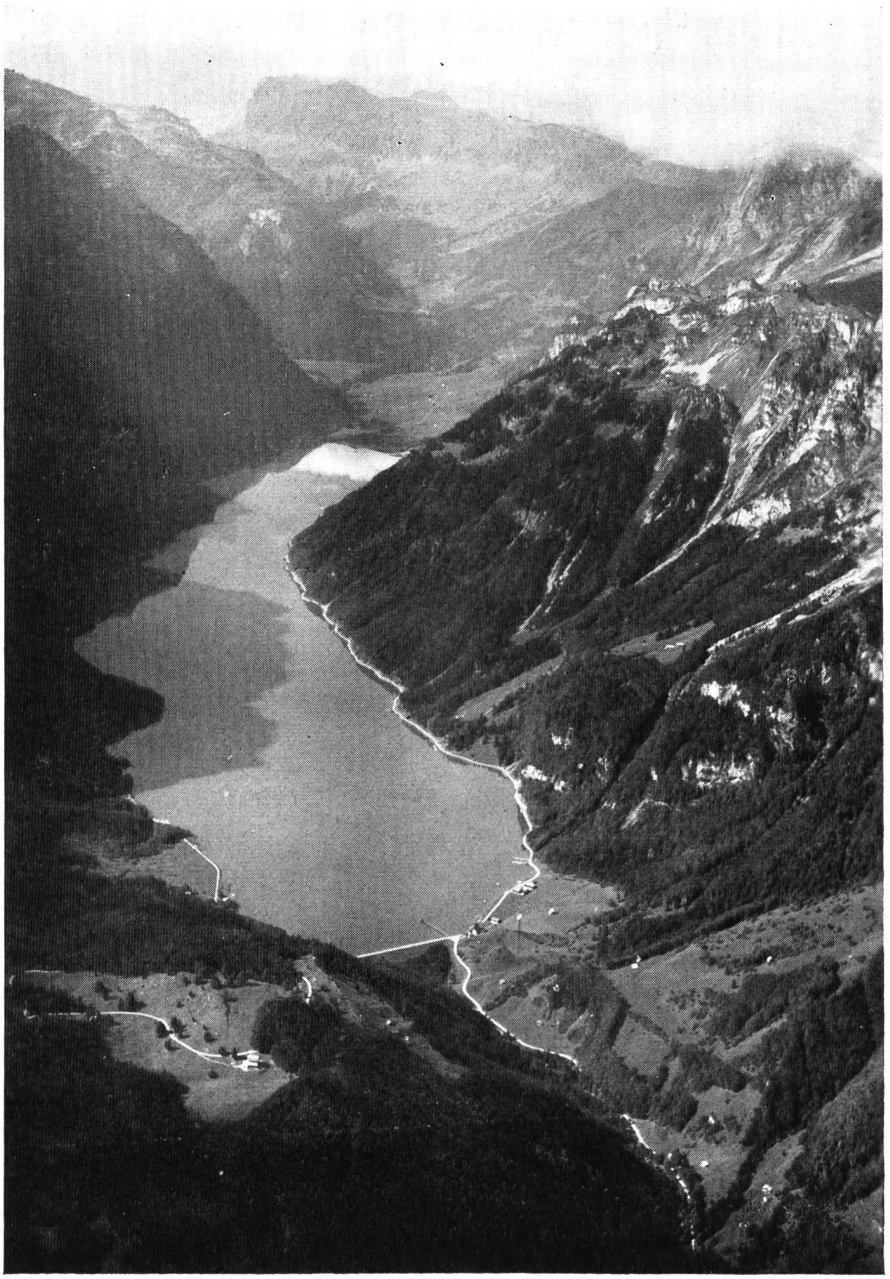


Bild 1
Klöntalersee im Glarnerland,
Speicheranlage für das Löntschkraftwerk

Im Betrieb und im Bau stehende Kraftwerke im Einzugsgebiet von Linth und Limmat

mit mehr als 1000 kW maximal möglicher Leistung, Stand Sommer 1962, zusammengestellt vom SWV

Tabelle 1

Nr.	Kraftwerk	Unternehmung	Ausgenützte Gewässer	Jahr der Inbetriebsetzung	Umbau bzw. Erweiterungen	Ausbauwassermenge m³/s	Gefälle m		Max. mögl. Leistung ab Generator kW	Mittlere mögliche Energieerzeugung in GWh (Mio kWh)			Nutzbarer Speicherinhalt	
							Brutto	Netto		Winter	Sommer	Jahr	Mio m³	GWh
1	Aue	Städtische Werke Baden, Baden	Limmat	1909	1925	69,00	4,5 5,9	3,7 5,3	2 620	10,0	10,0	20,0	—	—
2	Brummbach	AG der Spinnereien von Heinrich Kunz, Windisch	Brummbach, Höslibach	1925	—	0,60	433,4	400,0	1 250	2,5	4,0	6,5	0,0078 W	—
3	Dietikon	Elektrizitätswerke des Kantons Zürich, Zürich	Limmat	1860	1891, 95, 1909, 1932, 41	100,00	3,05 4,87	2,70 4,65	2 720	8,8	10,3	19,1	—	—
4	Etzel	Etzelwerk AG, Einsiedeln, Dir. Altendorf	Sihl	1937	—	24,00	483,3	454,4	92 000	127,0	85,0	212,0	91,8 J	92,0 J
5	Fätschbach	Nordostschweizerische Kraftwerke AG, Baden	Fätschbach	1949	—	3,00	630,4	580,2	13 800	18,9	53,9	72,8	0,01 T	—
	Flums													
6	Bruggweite–Pravizi I	Spoerri & Co., Baumwollspinnerei, Flums	Schilsbach	1901	1908, 41	1,50	344,3 372,8	310,0	3 400	6,0	14,0	20,0	0,04 W	—
7	Äuli–Pravizi II		Schilsbach, Gallibach	1941	—	0,40	222,6	210,0	640	0,6	2,0	2,6	—	—
8	Sägengütli		Flumser Dorfbach	—	—	1,20	7,35	6,7	50	0,25	0,95	1,20	—	—
9	Spinnerei		Schilsbach	1866	1912, 13	2,30	142,5	135,0	2 250	3,5	6,5	10,0	0,004 T	—
									6 340	10,35	23,45	33,80		
10	Kappelerhof	Städtische Werke Baden, Baden	Limmat	1893	1908	48,00	2,2 4,2	2,1 3,5	1 100	5,2	4,8	10,0	—	—
11	Letten	Elektrizitätswerk der Stadt Zürich, Zürich	Limmat	1877	1889, 91, 1902, 1913, 18, 36, 49, 51	100,00	3,9 6,2	4,5 5,3	3 600	12,0	14,5	26,5	—	—
	Linth-Limmern													
12	Muttsee*	Kraftwerke Linth-Limmern AG, Linthal	Muttsee	—		0,90	557,0 586,0	536,0 565,0	4 100	6,5	—	6,5	6,0 J	6,5 J
13	Tierfehd* (Stufe Limmern)		Fätschbach, Oberstafelbach, Limmernbach, Muttsee	1962/63		30,00	933,0 1040,0	866,0 933,0	261 000	217,2	50,4	267,6	6,0 J; 90,0 J	210,0 J
14	Tierfehd* (Stufe Hintersand)		Fiseten-, Walen-, Biferten-, Limmern-, Fur-, Boden-, Durnagelbach	1963		10,00	476,0 481,0	439,0 444,0	40 000	11,3	30,0	41,3	0,1 T	—
15	Linthal*		Linth, Fätschbach	1963		32,00	103,0 144,0	86,0 127,0	35 000	30,7	14,4	45,1	6,0 J; 90,0 J	26,8 J
									340 100	265,7	94,8	360,5	96,0 J	243,3 J
16	Löntsch	Nordostschweizerische Kraftwerke AG, Baden	Löntsch	1908	1909, 10, 13, 19	20,00	346,0 369,5	329,0	46 400	48,0	44,0	92,0	49,1 J	35,0 J

17	Luchsingen	Elektrizitätsversorgung der Gemeinde Glarus, Glarus	Luchsingerbach	1945	1949	0,66	512,0	487,0	2 650	4,0	9,5	13,5	0,007 T	—
18	Mels, Spinnerei	Stoffel & Cie., Spinnerei und Weberei, Mels	Seez	1876	1931	2,50	159,4	148,0	2 400	5,0	10,0	15,0	—	—
	Murg													
19	Merlen	Elektrizitätswerk der Ortsgemeinde Murg, Murg	Murgbach	1950	—	0,75	74,4	71,0	420	0,9	1,7	2,6	1,2 J	0,2 J
20	Plätz, obere Stufe		Murgbach	1935	—	0,18	377,3	346,0 371,0	500	1,4	2,1	3,5	—	0,9 J
21	Gödis, untere Stufe		Murgbach	1909	1925	0,62	165,7	139,0 156,0	600	2,2	2,5	4,7	0,007 T	0,35 J
									1 520	4,5	6,3	10,8	1,2 J	1,45 J
	Murg													
22	Spinnerei	Spinnerei Murg AG, Murg	Murgbach	1835	1894, 1911, 25, 1954	1,50	109,7	103,7	865	2,4	3,6	6,0	1,2 J; 0,0065 T	0,27 J
23	Säge		Murgbach		1937	1,50 0,05	11,5 113,5	10,0 110,0	35 130					
									1 030	2,4	3,6	6,0	1,2 J	0,27 J
24	Oberterzen	Cement- und Kalkfabrik Unterterzen AG, Unterterzen	Recketquellen	1927	—	0,22	681,1 682,6	658,0	1 100	2,6	3,7	6,3	—	—
25	Plons-Mels	Elektrizitätswerk der politischen Gemeinde Mels	Lutzbach, Kohlschlagerbach, Mädemsquellen	1948	—	1,05	549,0	506,0	4 200	5,8	12,2	18,0	0,5 M	—
26	Schiffmühle	Elektrizitätswerk Schiffmühle AG, Turgi	Limmat	1896	1911, 33, 60	95,00	3,4	3,2	3 000	9,2	10,3	19,5	—	—
27	Schwanden, Gemeinde	Elektrizitätswerk Schwanden, Schwanden	Niederenbach	1898	1904, 22, 25, 31	0,60	346,0 365,7	359,0	1 500	2,4	6,3	8,7	0,01 T	—
28	Schwanden, Niederenbach	Kraftwerke Sernf-Niederenbach AG, Schwanden	Niederenbach	1931	—	2,00	1090,0	1000,0	17 000	8,0	23,0	31,0	3,0 J	6,5 J
29	Sernf		Sernf	1931	1945	6,60	232,5	215,0	11 800	24,7	46,0	70,7	0,018 T	—
									28 800	32,7	69,0	101,7	3,0 J	6,5 J
30	Sihlhöfe	Elektrizitätswerk Höfe, Pfäffikon	Sihl	1961	—	4,00	43,4	41,2	1 400	4,5	4,5	9,0	0,04 T	—
	Wägital													
31	Rempen	AG Kraftwerke Wägital, Siebnen	Wägitaler Aa,	1924	1925, 26	30,00	213,0 261,0	203,0 260,0	60 000	110,0	13,4	123,4	147,2 J	73,0 J
32	Siebnen		Wägitaler Aa, Trebsenbach	1924	1925	32,00	186,0 198,0	176,0 197,0	48 000				0,36 W	60,0 J
									108 000	110,0	13,4	123,4	147,2 J	133,0 J
33	Waldhalde	Elektrizitätswerke des Kantons Zürich, Zürich	Sihl	1895	1914, 30, 31, 1932, 40, 41	4,40	47,3	64,0 69,0	2 250	6,5	6,6	13,1	0,093 W	—
34	Wettingen	Elektrizitätswerk der Stadt Zürich, Zürich	Limmat	1933	—	133,00	21,99 23,04	21,9 23,0	24 000	58,0	82,0	140,0	—	—
	Total (34 Kraftwerke)								691 780	756,05	582,15	1338,2	388,3 J	511,52 J

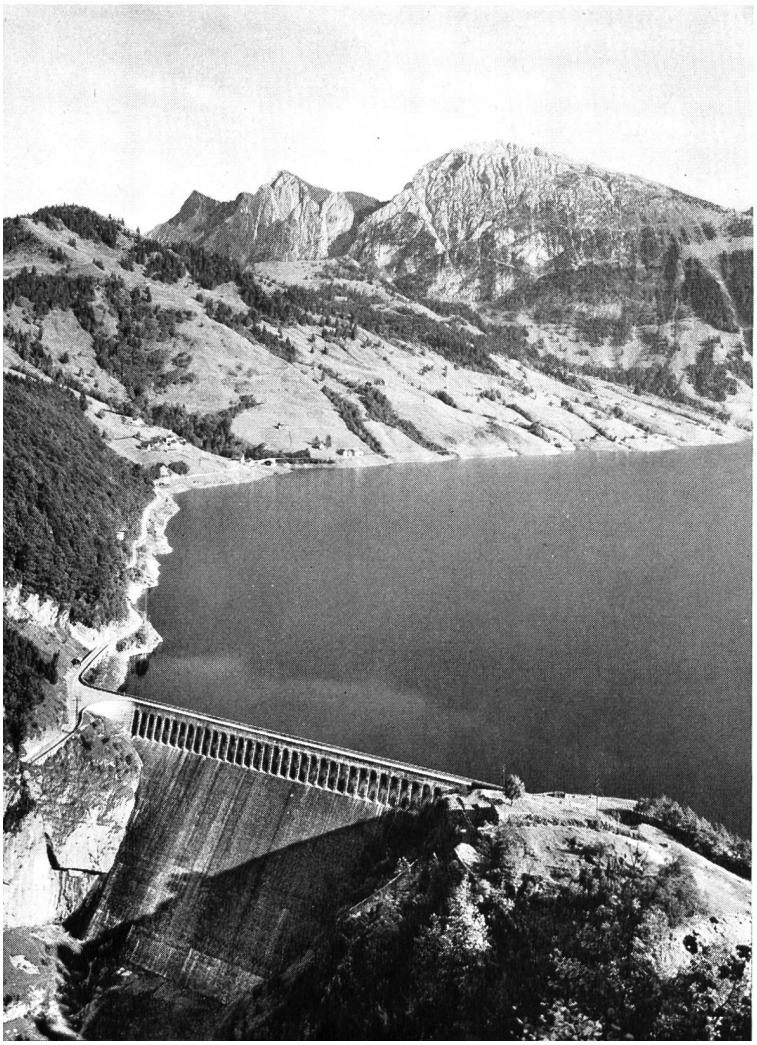
Dazu kommen 34 Kraftwerke mit installierter Leistung von je 195 bis 890 kW mit insgesamt 10 792 kW Leistung und 63,27 GWh mittlerer Produktionskapazität.

T = Tagesspeicher W = Wochenspeicher J = Jahresspeicher * = im Bau

Aus der großen Übersichts-Tabelle Nr. 1 und dem Übersichts-Plan, Bild 24, Faltblatt S. 308, sind die 34 bedeutenderen Wasserkraftanlagen im Linth-Limmatgebiet und besonders interessierende technisch-wirtschaftliche Angaben ersichtlich. Zwei Kolonnen der Tabelle geben Auskunft über das Jahr der Inbetriebnahme der ersten Anlage und diejenige von allfälligen Erweiterungen, jedoch nur für Anlagen mit einer Leistung von 1000 kW und mehr. Abgesehen von der für die verschiedensten Zwecke schon seit Jahrhunderten genutzten Wasserkraft in kleinen Anlagen sind uns im betrachteten Gebiet folgende zehn Wasserkraftanlagen mit einigen Daten bekannt, die schon vor 100 und mehr Jahren betrieben wurden: Turgi/Kappeler-Bébié an der Limmat mit 500 PS (Inbetriebnahme 1826), Gießhübel an der Sihl mit 150 PS (1833), Spinnerei Murg am Murgbach mit 400 PS (1835), Ziegelbrücke an Kleiner Linth und Rautibach mit 600 PS (1837), Spinnerei Haslen an der Linth mit 560 PS (1848), Hätzingen an der Linth mit 220 PS (1850), Wettingen (oberes Werk) an der Limmat mit 400 PS (1837), Spinnerei Mollis an der Linth mit 560 PS, Manegg an der Sihl mit 180 PS und Dietikon an der Limmat mit 110 PS (alle drei 1860). Die erste 1000-PS-Anlage war die Spinnerei Mels an der Seez (1876) und als nachfolgende Anlage größerer Leistung des vorigen Jahrhunderts sei noch das Kraftwerk Waldhalde an der Sihl genannt, mit 1200 PS (1895), Erweiterung um 800 PS (1897).

Die heutige Leistungs- und Produktionskapazität sämtlicher Wasserkraftanlagen im hier behandelten Gebiet erreicht 362 470 kW bzw. 1040 Mio kWh, wovon 515 Mio kWh oder rund 50 % auf das Winterhalbjahr entfallen; durch die baldige Inbetriebnahme der großen Kraftwerkgruppe Linth-Limmern wird die gesamthaft installierte Leistung um 340 000 kW oder 94 %, die Elektrizitätserzeugung um 360 Mio kWh oder 35 % gesteigert; schon aus diesen wenigen Zahlen ist die Bedeutung dieser Anlage ersichtlich, weshalb in der nachfolgenden Darstellung diese neueste, im Bau befindliche Werkgruppe etwas ausführlicher dargestellt ist. Von der 1964/65 verfügbaren Leistung (rund 700 MW) und Produktion (rund 1400 GWh) stehen der *Nordostschweizerischen Kraftwerke AG* direkt oder in Partnerwerken 64,3 % der Leistung und 45,5 % der Produktion zur Verfügung, und die *Stadt Zürich* verfügt in diesem Gebiet in ihren Werken über 11,6 % der Leistung und 15,9 % der Elektrizitätserzeugung; die hier dominierende Stellung dieser beiden Energieproduzenten ist eine Folge der konsumnahen Lage der Werke.

Bild 2 Staumauer Schräh mit Speichersee Wägital, der wichtigsten Anlage der Kraftwerkgruppe Wägital-Rempen-Siebnen; Aufnahme vom 7. Oktober 1938



B. Alpen- und Voralpengebiet

In dieser Region des gesamten Einzugsgebietes — dem Einzugsgebiet von Linth und oberer Sihl — befinden sich sämtliche Hochdruckwerke, aber auch zahlreiche kleinere Niederdruckwerke, insbesondere die kleinen Flußwerke an der Linth im Glarnerland. Auf das Einzugsgebiet der Linth bis zur Mündung in den Zürichsee entfallen — unter Berücksichtigung des im Bau befindlichen Linth-Limmern-Werkes — rund 650 MW oder 93 % der installierten Leistung des Gesamtgebietes Linth-Limmat und rund 1100 GWh oder 78 % der Elektrizitätserzeugung; energiewirtschaftlich dominiert dieses Gebiet demnach weitgehend.

Raumeshalber möchten wir hier nur die markantesten Wasserkraft-Anlagen in chronologischer Reihenfolge kurz erwähnen.

1. Löntschwerk[1]

Die 1895 gegründete «*AG Motor*» in Baden (nachmals «Motor-Columbus AG») projektierte und baute von 1905 bis 1908 in eigener Regie das Löntschwerk im Kanton Glarus. Genutzt wurde der Löntsch vom Klöntalersee bis Netstal auf einer mittleren Netto-Fallhöhe von 329 m mit einer maximalen Nutzwassermenge von 20 m^3/s. In der bei Netstal errichteten, 1908/10 in Betrieb genommenen Zentrale wurden vorerst 6 Peltonturbinen zu 6000 PS (375 U/min) installiert; es folgten Erweiterungen 1913 mit 15 000 PS und 1919 mit 18 000 PS. Zur Gewinnung von Speicherenergie wurde in der Periode 1905/08 der natürliche Klöntalersee durch einen maximal 27 m hohen, auf Kronenhöhe 217 m langen Staudamm mit Lehmkern vergrößert und ein nutzbarer Speicherinhalt von 49,1 Mio m^3 geschaffen, der einer Kapazität von 35 GWh Speicherenergie entspricht (Bild 1); neben kleineren Staudämmen (Waldhalde 1895 und Gübsensee 1900) handelte es sich hier um den damals bedeutendsten Erddamm der Schweiz; erst 1937 wurde bei uns eine größere Anlage dieser Art errichtet (Bannalp mit 37 m hohem Damm). Das Löntschwerk stellt auch insofern eine Pionierleistung dar, als 1908 erstmals die elektrische Verbindung mit dem Laufwerk Beznau an der Aare vollzogen wurde und womit die heute so selbstverständliche Verbundwirtschaft zwischen Speicher- und Lauf-

[1] Ausführliche Projektbeschreibung siehe «WEW» 1908 S. 106/107

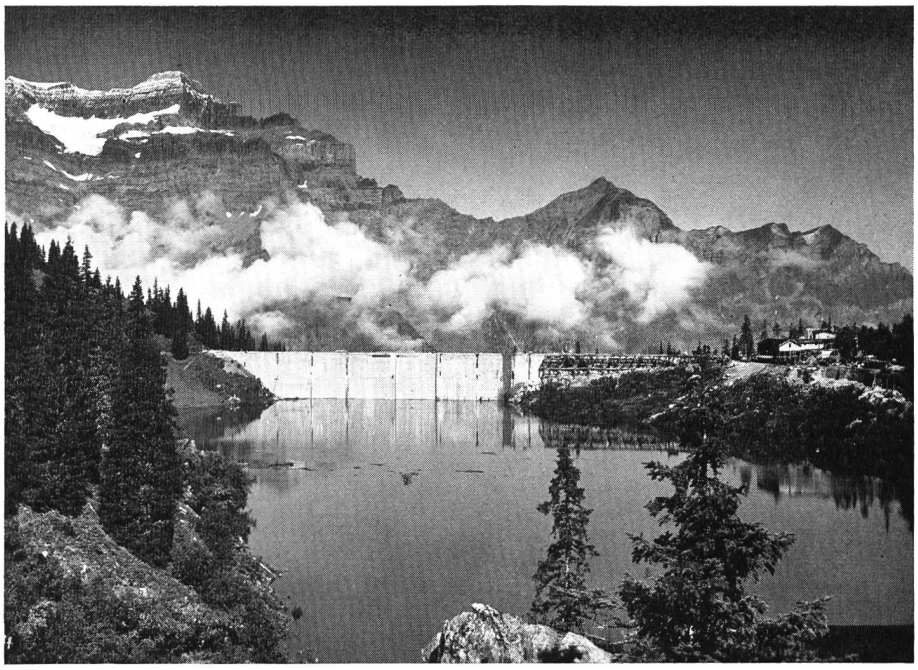


Bild 3
Bau der Staumauer Garichte am Niederenbach der Kraftwerke Sernf-Niederenbach

werken ihren Anfang nahm. Diese beiden Anlagen wurden später durch die 1914 gegründeten *«Nordostschweizerischen Kraftwerke AG» (NOK)*, Baden, von der AG Motor in Baden gekauft und bildeten anfänglich die Grundlage dieses heute größten schweizerischen Unternehmens der Elektrizitätserzeugung.

2. Werkgruppe Wägital[2]

Am 25. November 1921 wurde die *AG Kraftwerk Wägital*, Siebnen, gegründet, an der die Stadt Zürich und die NOK je hälftig beteiligt sind. Diese Produktionsgesellschaft baute in den Jahren 1922/26 an der Wägitaleraa (einem linken Zufluß zum Zürichsee) zwei Kraftwerkstufen mit den Zentralen Rempen und Siebnen. Durch den Bau der 111 m hohen, auf Kronenhöhe 156 m langen Gewichtsstaumauer «Schräh» (Bild 2) wurde mit Stauziel auf Kote 900 m ü. M. ein Stausee von 147 Mio m^3 Nutzinhalt geschaffen, zu jener Zeit bei weitem das größte schweizerische Speicherbecken. Da das natürliche Einzugsgebiet von 42,7 km^2 für die Füllung des Stausees nicht ausreicht, wurde die mit einem Ausgleichbecken von 360 000 m^3 versehene Zentrale Rempen auch mit 4 Zentrifugalpumpen mit Motoren von rund 5000 PS für die Förderung von 1,25 m^3/s über eine Förderhöhe von 260 m ausgerüstet, um zusätzliche Wassermengen aus dem Zwischeneinzugsgebiet in den Stausee pumpen zu können; zudem kann der Wägitalspeicher als Überjahresspeicher bezeichnet werden, und die in dieser Werkgruppe erzeugte elektrische Energie gehörte während langer Zeit zur teuersten der Schweiz.

3. Werkgruppe Sernf-Niederenbach[3]

Ende zwanziger, anfangs dreißiger Jahre wurde die erste größere Werkgruppe im Kanton Glarus gebaut, und zwar die Werkkombination Sernf-Niederenbach, zwei Hochdruckanlagen an den gleichnamigen Flüssen mit verschiedenen Fallhöhen (Sernf 215 m, Niederenbach 1000 m) und gemeinsamer Zentrale in Schwanden. Am Niederenbach wurde mit Staukote 1623 m ü. M. die kleine Stauanlage Garichte gebaut (Bild 3). Diese Anlagen gehören der *«Kraftwerke Sernf-Niederenbach AG»*, einer Unternehmung, in der ursprünglich die politische Gemeinde St. Gallen und die Ortsgemeinde Schwanden zusammengeschlossen waren; 1939 wurde auch die politische Gemeinde Rorschach als Aktionärin aufgenommen.

4. Sihlsee-Etzelwerk[4]

Die *Schweizerischen Bundesbahnen (SBB)* als Inhaber der Etzelwerkkonzession gründeten zusammen mit der *Nordostschweizerischen Kraftwerke AG* (NOK) im Jahre 1929 die *Etzelwerk AG*, Einsiedeln, zur Ausnützung der Wasserkräfte der Sihl; daran sind die SBB mit 55 % und die NOK mit 45 % beteiligt. Die Werkanlagen wurden 1932/37 erstellt. Durch Aufstauung der Sihl «in den Schlagen» nordöstlich von Einsiedeln auf Kote 892.60 mittels einer nur 33 m hohen Gewichtsmauer und des 18 m hohen Erddammes «Hühnermatt» entstand ein großer und weiter Stausee, der das Landschaftsbild zwar weitgehend, wohl aber in günstigem Sinne verändert hat (Bild 4). Der Sihlsee, mit einer Oberfläche von 1095 ha, hat einen nutzbaren Speicherraum von 91,8 Mio m^3.

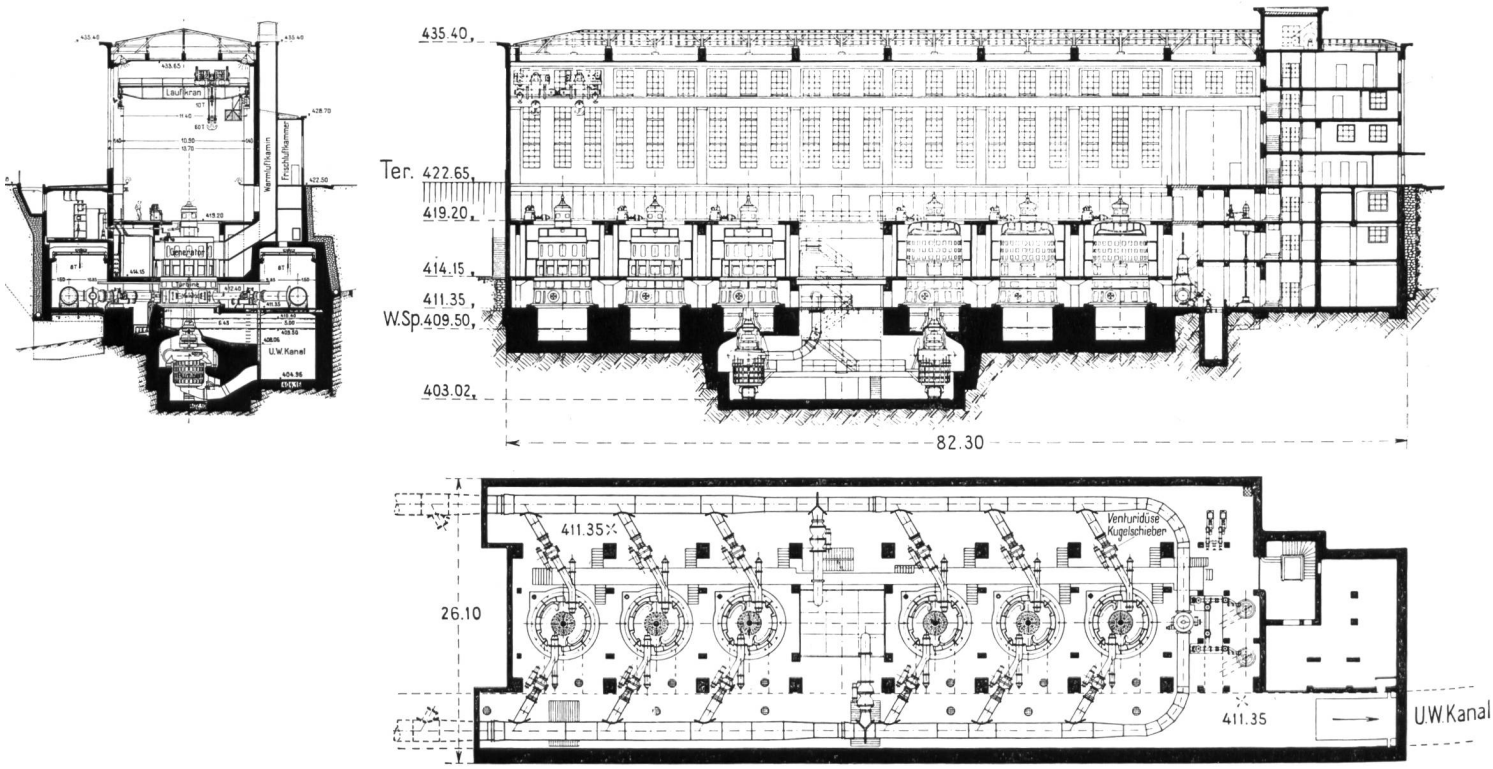
Die Schaffung des großen Sihlsees erforderte erstmals in der Schweiz eine ziemlich umfangreiche Umsiedlung von Bauernhöfen, ein Werk, das heute wohl allseitig als gut gelungen bezeichnet wird.

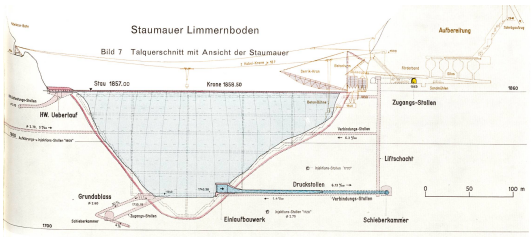
Die Wasserkraftnutzung erfolgt nicht in Richtung des natürlichen Laufes der Sihl, sondern über eine mittlere Nettofallhöhe von 454 m zum benachbarten Zürichsee mit Zentrale in Lidwil. Da zur Füllung des Stausees auch große Wassermengen aus dem Zürichsee hochgepumpt werden müssen, war die Zentrale auch mit leistungsfähigen Pumpen zu versehen, und das Etzelwerk gehörte zur Zeit der Inbetriebnahme zu den bedeutendsten Pumpanlagen der Schweiz. In der Zentrale (Bild 5) sind 6 vertikalachsige Peltonturbinen von je

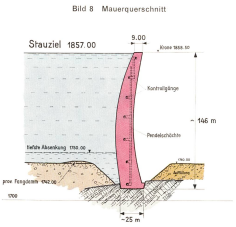
[2] Siehe «WEW» 1926 S. 165/172
[3] Siehe «WEW» 1932 S. 9/17
[4] Siehe «WEW» 1933 S. 27/36; 1935 S 41/54; 1950 S. 73/79, 101/106

Bild 4 Der große, unweit Einsiedeln geschaffene Sihlsee, Speicheranlage des Etzelkraftwerkes

Bild 5 Grundriß, Längsschnitt und Querschnitt durch das Maschinenhaus des Etzelkraftwerkes

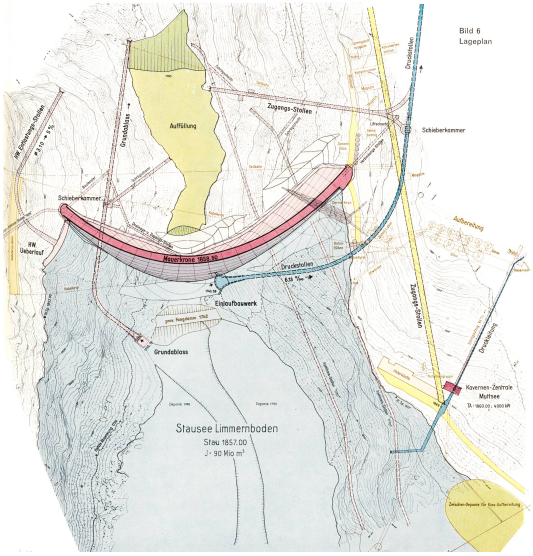


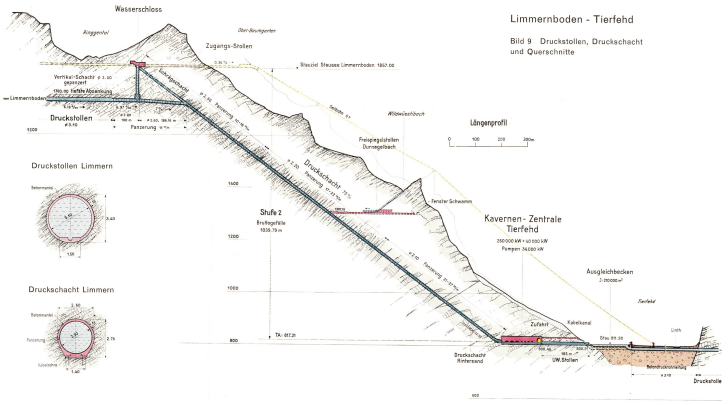


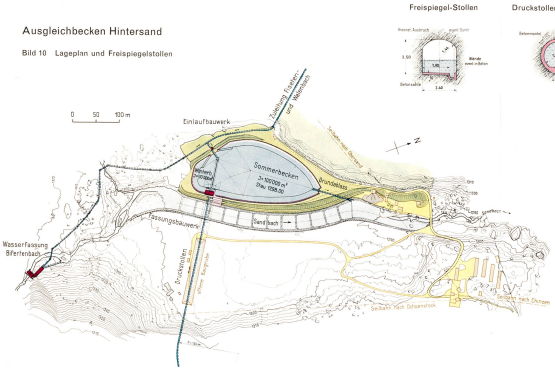


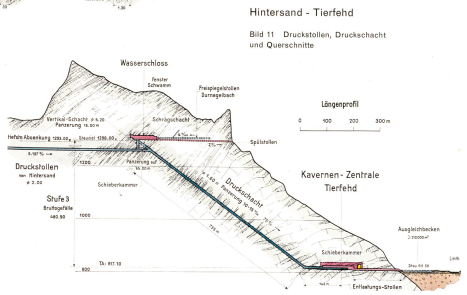
Staumauer und Speicherbecken Limmernboden

Bogenmauer	
Max. Mauerhöhe über Fundamentsohle	146 m
Max. Mauerstärke am Fuß	25 m
Min. Mauerstärke an der Krone	9 m
Kronenlänge	370 m
Betonkubatur	550000 m³
Staukote	1857 m ü. M.
Max. Absenkung	1750 m ü. M.
Nutzinhalt	90 Mio m³









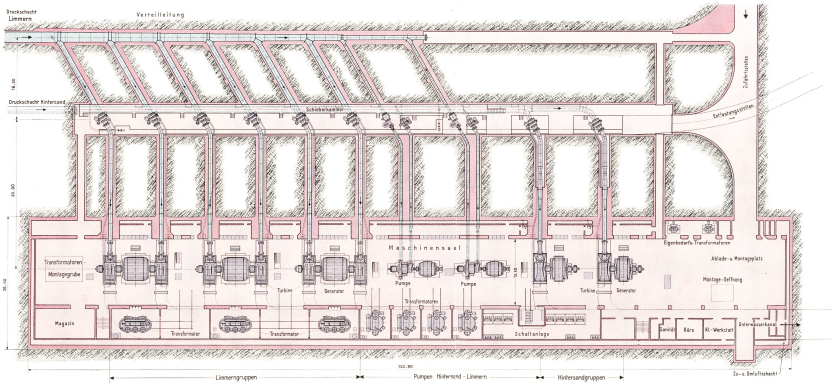


Bild 13 Grundriß der Kavernenzentrale Tierfehd

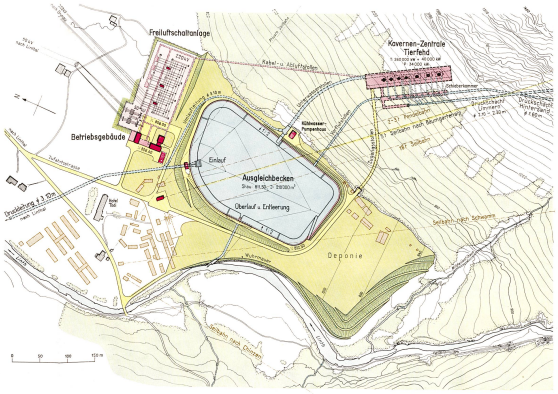


Bild 12 Lageplan

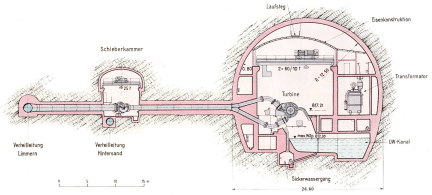


Bild 14 Querschnitt durch Schieberkammer und Kavernenzentrale Tierfehd

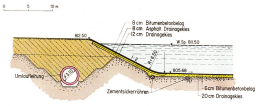


Bild 15 Detail der Beckenverkleidung

6000 PS installiert, 3 Turbinen gekuppelt mit Einphasen-Wechselstrom-Generatoren von 18 000 kVA und 3 Turbinen mit Dreiphasen-Wechselstrom-Generatoren 18 kVA, je 1 Einphasen- und 1 Dreiphasen-Maschinengruppe mit ankuppelbarer fünfstufiger Hochdruck-Speicherpumpe; Pumpleistungen $2 \times 20\,500$ PS für je 2,69 m³/s über eine Förderhöhe von 491 m.

5. Fätschbachwerk[5]

In den Jahren 1947/49 baute die NOK den bei Linthal in die Linth mündenden Fätschbach zwischen Hinterstafel bei der glarnerisch-urnerischen Grenze und Linthal aus, ein Hochdrucklaufwerk mit einer Gesamtleistung von 13 800 kW und einer Jahresproduktion von 72,8 GWh, wovon allerdings nur 26 % auf das Winterhalbjahr entfallen, woraus das ungünstige Abflußregime unserer unregulierten Alpenflüsse ersichtlich ist. Diese Anlage der NOK stellte die Vorläuferin zur Schaffung der großen Werkgruppe im Kanton Glarus dar, die nachfolgend gestreift wird.

6. Kraftwerkgruppe Linth-Limmern[6]
(Bilder 6/21, zum Teil auf Faltblatt)

Diese große Werkkombination wird durch die am 21. Juni 1957 gegründete *Kraftwerke Linth-Limmern AG* mit Sitz in Linthal erstellt. An der Gesellschaft sind der *Kanton Glarus* mit 15 % und die *Nordostschweizerischen Kraftwerke AG* mit 85 % beteiligt; Geschäftsleitung, Projektierung und Bauleitung sind der NOK in Baden übertragen. Mit den Vorbereitungsarbeiten wurde 1957 begonnen; die umfangreichen Sondierungsarbeiten auf der schwer zugänglichen Baustelle Limmernboden konnten zum Teil nur mit Hilfe von Helikoptern ausgeführt werden. Kernobjekt der ganzen Anlage ist die 145 m hohe, auf Kronenhöhe 375 m lange Bogenstaumauer Limmernboden mit einer Betonkubatur von rund 550 000 m³, in enger Felsschlucht errichtet (Bilder 6/8, 17/20); diese schafft mit Staukote 1857 m ü. M. ein Speicherbecken von 90 Mio m³ bzw. 222 GWh Nutzinhalt. Die Abklärung über die Beckendichte erforderte umfangreiche und jahrelange geologische Studien und Sondierungen; die außergewöhnlich günstige Sperrstelle mit stark konzentriertem Gefälle der Kraftwerkstufe Tierfehd wird durch die Notwendigkeit kostspieliger Abdichtungsmaßnahmen in gewissen Zonen des Speicherbeckens und weitausgreifender Bachzuleitungen sowie teilweisen Hochpumpens der Zuflüsse kostenmäßig etwas beeinträchtigt. 1959 wurde mit den schwierigen Installationen für die Staumauer und 1960 mit der Betonierung derselben begonnen, und bereits am 11. August 1962 konnte die Staumauer fertig betoniert werden, nach einer Betonierkampagne von nur 12 bis 14 Monaten, verteilt auf drei Bausaisons. Die Terrainverhältnisse sind bei der Sperrstelle derart, daß die Bergstationen der verschiedenen, vom Tierfehd herführenden Material- und Personenseilbahnen in Felskavernen errichtet werden mußten und man erst nach 2,9 km langem Zufahrtsstollen zur Talsperre und zum Speicherbecken gelangt; selbst die großen Aufbereitungsanlagen für die Beton-Zuschlagsstoffe mußten — m. W. erstmals in der Schweiz — in den Fels verlegt werden (siehe Bilder 6 und 7). Durch alle diese Vorkehrungen und besonderen Transportverhältnisse wird ein Besuch dieser Talsperren-Baustelle, wegen der Wildheit der Natur und Kühnheit der Technik, wohl zu einem sehr eindrucksvollen Erlebnis.

Bei prachtvollem, heißem Sommerwetter fand am 11. August 1962 das Aufrichtfest auf Limmernboden statt, und zahlreiche Gäste konnten von ferne dem Einbringen des letzten Betons zur Vollendung der großen Bogenstaumauer Limmernboden beiwohnen. Vorgängig dieser Zeremonie, die vom Widerhall der Freudensprengungen in den Felswänden hoch über dem Limmernboden begleitet war, wurde in einigen kurzen Ansprachen der Geschichte und des Werdens dieses kühnen Bauwerkes gedacht, und zwar durch Regierungsrat Dr. *P. Meierhans*, Zürich, Präsident des Verwaltungsrates der *Kraftwerke Linth-Limmern AG (KLL)*, Direktor *W. Oswald*, als Vertreter des Unternehmer-Konsortiums Staumauer Limmernboden, und durch Landammann *H. Feusi*, der besonders die Grüße

[5] Siehe «WEW» 1949 S. 17/20
[6] Siehe «WEW» 1958 S. 47/54

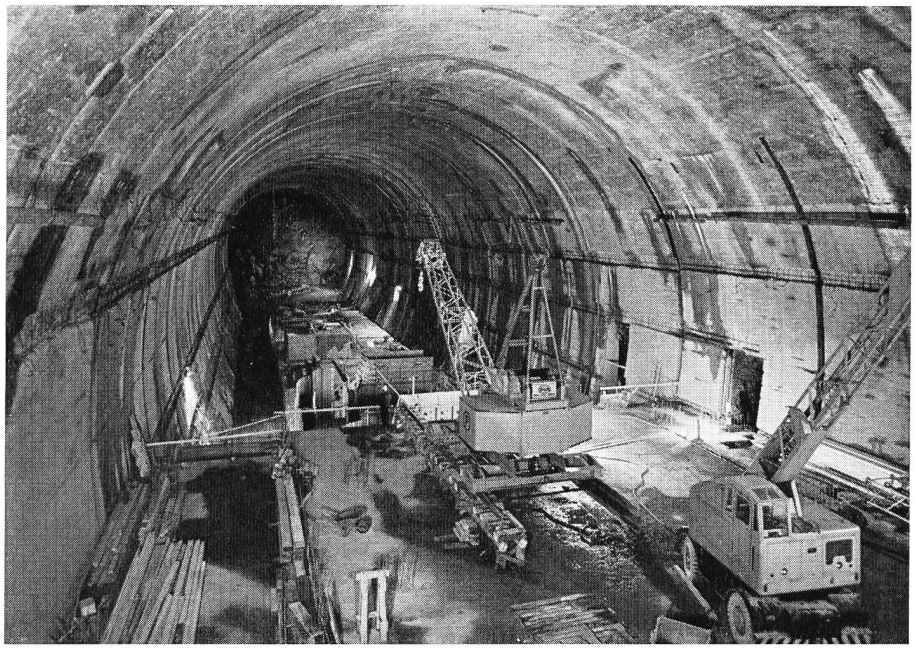


Bild 16
Kavernenzentrale Tierfehd der Kraftwerkstufen Limmernboden–Tierfehd und Hintersand–Tierfehd; Aufnahme vom 22. Mai 1962

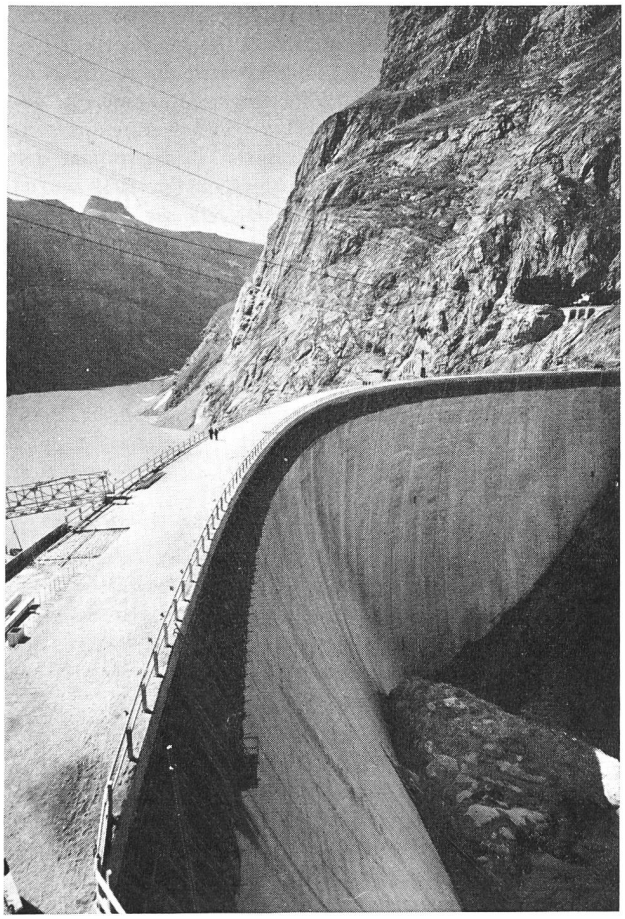


Bild 17 Talseitige Ansicht der fertigen Bogenstaumauer Limmernboden, dahinter Teilstau des Speichersees

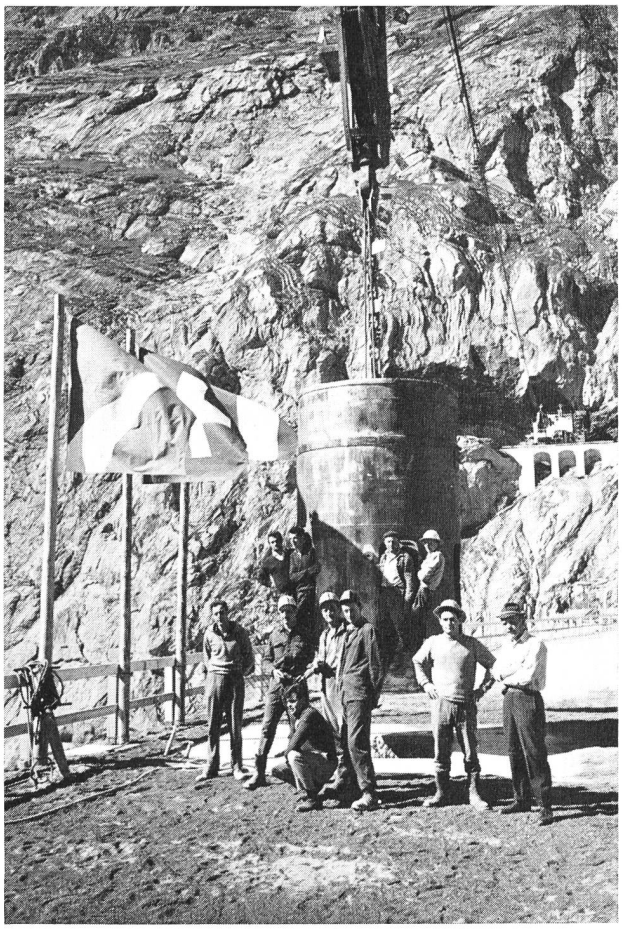
und guten Wünsche der Glarner Regierung überbrachte. Bereits am 9. Juli 1962 konnte mit dem Teilstau dieses neuesten Alpensees im Schweizerland begonnen werden, und am Tage des Aufrichtefestes waren etwa 12 Mio m^3 gestaut.

Vorprojekte und Bauprojekt der Bogenstaumauer wurden im Auftrag der NOK bzw. der KLL durch das *Ingenieurbureau Prof. Stucky* in Lausanne ausgearbeitet. Im Frühjahr 1959 wurde die Erstellung der Mauer einem Konsortium von 6 schweizerischen und 2 italienischen Baunternehmungen (Züblin & Co. AG, Zürich; Lodigiani S. p. A., Mailand; Murer AG, Andermatt; E. Baumann AG, Altdorf; Streiff & Co., Glarus; Hoch- und Tiefbau AG, Aarau; Th. Homberger AG, Glarus; Gandini-Vandoni S. p. A., Mailand) vergeben, wobei die Italiener mit 40 % beteiligt sind.

Von den umfangreichen Installationsarbeiten, die für die Errichtung der Limmern-Sperre notwendig waren, seien nur erwähnt die gänzlich in Felskavernen erstellten Aufbereitungsanlagen für den Sand und Kies des Staumauerbetons und das große Unterkunftshaus, das etwa 400 Schlafplätze, Kantine und Büroräumlichkeiten beherbergt. Die Zugangs- und Nachschubmöglichkeiten zur Baustelle, d. h. die drei Seilbahnen (Tragkraft 3 t, 5 t und 18 t) vom Tierfehd (810 m ü. M.) zum Kalktrittli (1860 m ü. M.) und der fast 3 km lange Zufahrtsstollen Kalktrittli—Limmernboden, hatten die Bauherrschaft vorgängig in den Jahren 1957/59 ausführen lassen; für Zufahrtsstraßen wurden mehr als 2 Mio Fr. aufgewendet, für die Seilbahnen rund 10 Mio Franken. Im August 1960 waren die Installationen und Aushubarbeiten — insgesamt mußten über 300 000 m^3 Schutt und Fels weggeräumt werden — so weit gediehen, daß der erste Beton eingebracht werden konnte. Bis zum Ende der Betoniersaison 1960 wurden noch etwa 40 000 m^3 Staumauerbeton eingebracht; im Frühjahr 1961 begann die Hauptbetoniersaison. Bis zu 4000 m^3 Beton konnten in einem Tag, d. h. in 20stündiger Arbeit, fabriziert und verarbeitet werden. Dazu mußten bis 800 t Zement von den Zementfabriken zur Station Linthal, von hier in Kübeln à 16 t Zement nach Tierfehd und mit der Schwerseilbahn und dem Stollentram auf die Baustelle gebracht werden. Im Herbst 1961 stand die Mauer zu etwa 80 % fertig betoniert. So galt es dieses Jahr nur noch die restlichen 20 % der Mauerkubatur, d. h. noch etwa 95 000 m^3 Beton, einzubringen. Die Staumauer Limmernboden steht nun, ein Werk vieler hundert Arbeiter, Techniker, Ingenieure, am Ausgang des einst so abgelegenen und nur Wenigen bekannten Limmernbodens als Teil eines Werkes, das mithilft, unserer Wirtschaft die nötigen Energiemengen zur Verfügung zu stellen.

Wie bereits erwähnt, dürfen auch die umfangreichen Abdichtungsarbeiten in der rechten, an die Staumauer anschließenden Talflanke nicht vergessen werden. Talseitig der Mauer wurden zwei Stollen (auf Koten 1720 und 1770 m ü. M.) angesetzt und diese parallel der Terrainoberfläche Richtung talabwärts etwa 1 km weit vorgetrieben. Nahezu 60 km Bohrlöcher wurden von

Bild 18 Feierliche Einbringung des letzten Talsperrenbetons auf Limmernboden am 11. August 1962



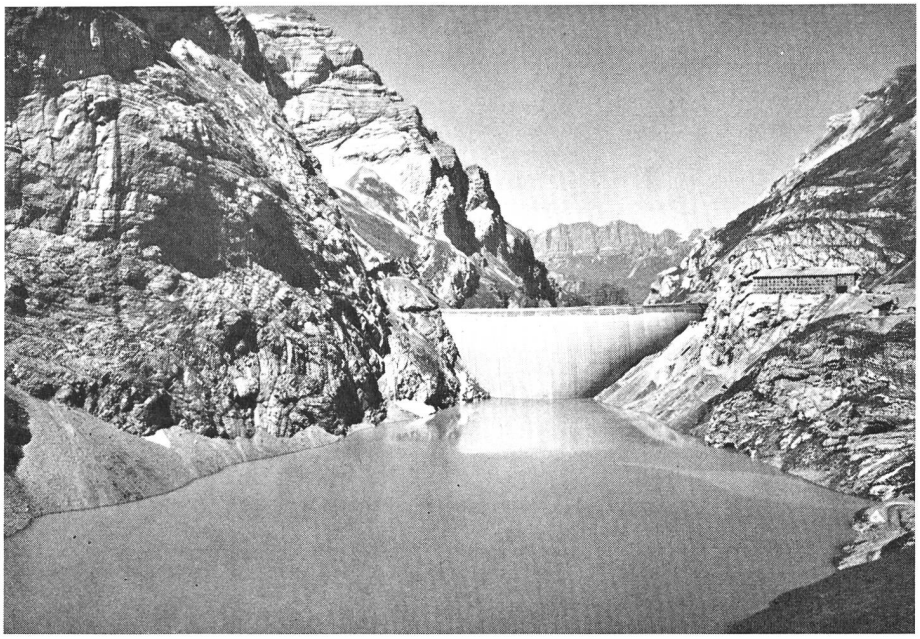


Bild 19
Wasserseitige Ansicht der Bogenstaumauer Limmernboden; rechts großes Unterkunftshaus mit 400 Schlafplätzen, Kantine und Büroräumlichkeiten. Aufnahme vom 1. August 1962

diesen Stollen aus gebohrt und die Talflanke mit über 16 000 t eingepreßtem Zement abgedichtet.

Die Talsperre Limmernboden kostet rund 37 Mio Franken, die für die Füllung des Speichersees erforderlichen Zuleitungen und Nebenanlagen weitere 9 Mio Fr.

Die ganze Werkkombination umfaßt drei Kraftwerke, und zwar die automatisch zu betreibende kleine Zentrale Muttsee mit 4000 kW, welche das Nutzwasser aus dem 6 Mio m^3 fassenden, rund 590 m höher gelegenen Muttsee verarbeitet; die in großer Felskaverne untergebrachte Zentrale Tierfehd (Bilder 12/14 und 16), welche die Gefällsstufe Limmernboden—Tierfehd mit 933/866 m Netto-Fallhöhe und Hintersand—Tierfehd mit rund 440 m Netto-Fallhöhe umfaßt, und wo auch die Pumpaggregate untergebracht sind, um Wasser vom Horizont Hintersand oder Tierfehd in den Stausee Limmernboden zu pumpen (Turbinenleistungen 260 000 kW + 40 000 kW, Pumpenleistung 34 000 kW). An das außerhalb der Zentrale Tierfehd errichtete Ausgleichbecken von 210 000 m^3 (Bilder 12, 15, 21) schließt die letzte Kraftwerkstufe mit der Zentrale Linthal an, wobei diese an die Zentrale des Fätschbachwerkes angebaut wird. Hier wird noch ein Ausgleichbecken von 210 000 m^3 erstellt, um die gesamten Wassermengen nach bestimmten Maßnahmen reguliert wieder dem natürlichen Flußbett der Linth zu übergeben.

Die ersten Maschinengruppen im Tierfehd sollen nach Bauprogramm bereits im Herbst 1962 den Betrieb aufnehmen; die ganze Werkgruppe wird 1964 vollendet sein.

Da diese Werkgruppe nicht weit vom großen Leitungsknotenpunkt Grynau und vom Konsumgebiet der NOK liegt, wurde die Anlage sehr hoch ausgebaut, so daß der Speicher Limmernboden in wenig mehr als 600 Winterstunden verarbeitet werden könnte. Damit spielt

Bild 20
Aufrichtefest auf Limmernboden am 11. August 1962; Blick auf den im Entstehen begriffenen neuen Stausee, im Hintergrund Kistenstöckli

Stauseen mit Jahresspeicherung im Einzugsgebiet von Linth und Limmat
(nach Größe des Nutzraumes geordnet)

Tabelle 2

Nr.	Name des Stausees	Eigentümer bzw. Nutzungsberechtigter	Flußgebiet	Stauziel	Seefläche	Spiegelschwankung	Nutzraum	Energieinhalt	Sperrbauwerk				
									Staumauer oder Damm-Typ	Höhe	Länge	Masse	Bauzeit
				m ü. M.	ha	m	Mio m³	Mio kWh		m	m	1000 m³	
1	Wägital (Innerthal)	AG Kraftwerke Wägital, Siebnen	Wägitaler Aa, Zürichsee/Limmat	900	415	50	147,2	133,0	Gewichtsmauer	111	156	236	1921/25
2	Sihlsee	Etzelwerk AG, Einsiedeln	Sihl (Zürichsee)/Limmat	889	1095	13	91,8	92,0	Gewichtsmauer Erddamm	33 18	127 155	25 50	1932/37
3	Limmernboden	Kraftwerke Linth-Limmern AG, Linthal	Limmernbach, Muttsee, Obersstafelbach, Fätschbach/Linth	1857	134	107	90,0	222,0	Bogensperre	146	370	550	1959/62
4	Klöntalersee (n)	Nordostschweizerische Kraftwerke AG, Baden	Klön—Löntsch/Linth	851	327	24	50,0	35,0	Erddamm	27	217	110	1905/08
5	Muttsee(n)	Kraftwerke Linth-Limmern AG, Linthal	Muttsee/Linth	2446	40	29	6,0	21,3	— [1]	—	—	—	—
6	Garichte	Kraftwerke Sernf-Niederenbach AG, Schwanden	Niederenbach—Sernf/Linth	1623	16	24	3,0	6,5	Gewichtsmauern	42 18	229 254	56	1929/31

[1] Nur Anzapfung des natürlichen Sees

diese Anlage für die Lieferung wertvollster Spitzenenergie und für die Frequenzhaltung im Leitungsnetz eine bedeutende Rolle.

Wie eingangs dieses Abschnittes erwähnt, liegen im Einzugsgebiet der Linth bis zum Zürichsee sämtliche Hochdruckwerke und auch sämtliche Speicheranlagen. Die Lage der Speicherseen dieser Gegend ist aus der Übersichtskarte Bild 24 (Faltblatt) ersichtlich, verschiedene charakteristische Angaben auch aus der großen Übersichtstabelle 1, Seiten 298/299, weitere aus der Tabelle 2.

Bild 21 Blick auf den großen Werkplatz mit Ausgleichbecken Tierfehd und Drahtseilen der diesen Bauplatz mit verschiedenen hochgelegenen Baustellen verbindenden kühnen Seilbahnen

C. Limmattal

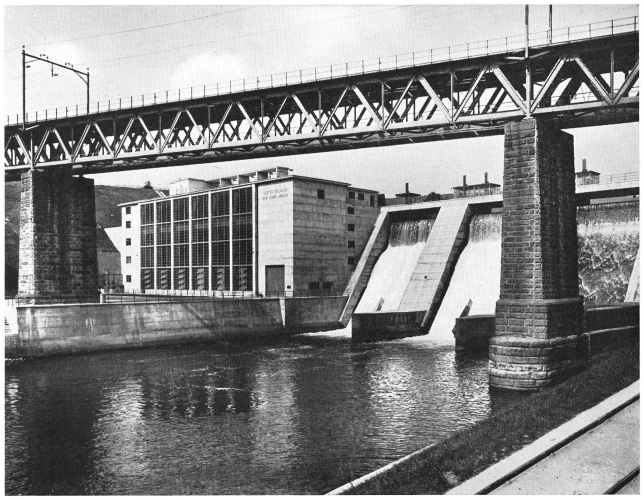
Auf dieser Strecke zwischen dem Zürichsee und der Mündung der Limmat in die Aare sind sieben Wasserkraftanlagen mit mehr als 1000 kW Leistung in Betrieb; im gesamten sind darin 38,3 MW installiert, mit einer mittleren Jahreserzeugung von 241,6 GWh, wovon 44 % auf das Winterhalbjahr entfallen; dazu kommen noch zwei kleinere Anlagen an der Sihl mit 3,7 MW und 22,1 GWh. Es handelt sich mit Ausnahme des Limmatwerkes Wettingen durchwegs um sehr bescheidene Werke, und dazu kommen noch einige ganz kleine Elektrizitätswerke von lokaler Bedeutung, die in der großen Tabelle nicht aufgeführt sind.

Im Gebiet der Stadt Zürich liegt an der Limmat, kurz vor der Einmündung der Sihl, das bereits 1877 in Betrieb genommene und mehrmals erweiterte Kraftwerk Letten der *Stadt Zürich (EWZ)*[7]. Das Stauwehr für das Kraftwerk Letten ist zugleich Regulierwehr für den Zürichsee (siehe auch Artikel Gygax, Seite 267). Flußabwärts folgt das Kraftwerk Dietikon der *Elektrizitätswerke des Kantons Zürich (EKZ)*, das seit der Inbetriebnahme 1860 auch mehrmals Erweiterungen und Erneuerungen erfuhr.

Die bedeutendste Wasserkraftanlage an der Limmat ist das 1930/33 erstellte Kraftwerk Wettingen der Stadt Zürich. Durch eine 29 m hohe Staumauer, kombiniert mit der Zentrale, wurde die Limmat kurz oberhalb des Bahnhofs Wettingen um 18 m gestaut, wodurch eine 9,8 km lange Staustrecke entstanden ist. Wegen der seit Jahrzehnten absolut ungenügenden Klärung der Abwasser der an Bevölkerung stark zunehmenden Stadt Zürich — die Bauarbeiten für eine neue, moderne Kläranlage sind nun endlich im Gange — ist hier wirklich eine trübe und stinkende Kloake entstanden — kein Ruhmesblatt für die reiche Stadt Zürich —, für die Anlieger an der Limmat ein wirklich unhaltbarer Zustand! Zu den sichtbaren und sonst noch wahrnehmbaren Nachteilen kommt auch noch die durch den Wettinger-Stau anfänglich erfolgte starke Infiltration des verschmutzten Wassers in das benachbarte Grundwasser mit großen Nachteilen für die Trink- und Brauchwasserversorgung dieser an Bevölkerung stark zunehmenden Region.

Wenn man diese argen Verhältnisse kennt, ist es ohne weiteres verständlich und begrüßenswert, daß die aargauische Regierung vor einigen Jahren die Konzession für den Neubau des Kraftwerkes Kappelerhof II unterhalb der Stadt Baden vorläufig verweigerte, um eine genügende Sanierung der Limmat abzuwarten und

Bild 22 Stauwehr und Zentrale des Limmatkraftwerkes Wettingen, unmittelbar neben der Eisenbahnbrücke nahe der Station Wettingen gelegen



[7] Über den letzten Umbau siehe «WEW» 1951 S. 227, 1952 S. 191

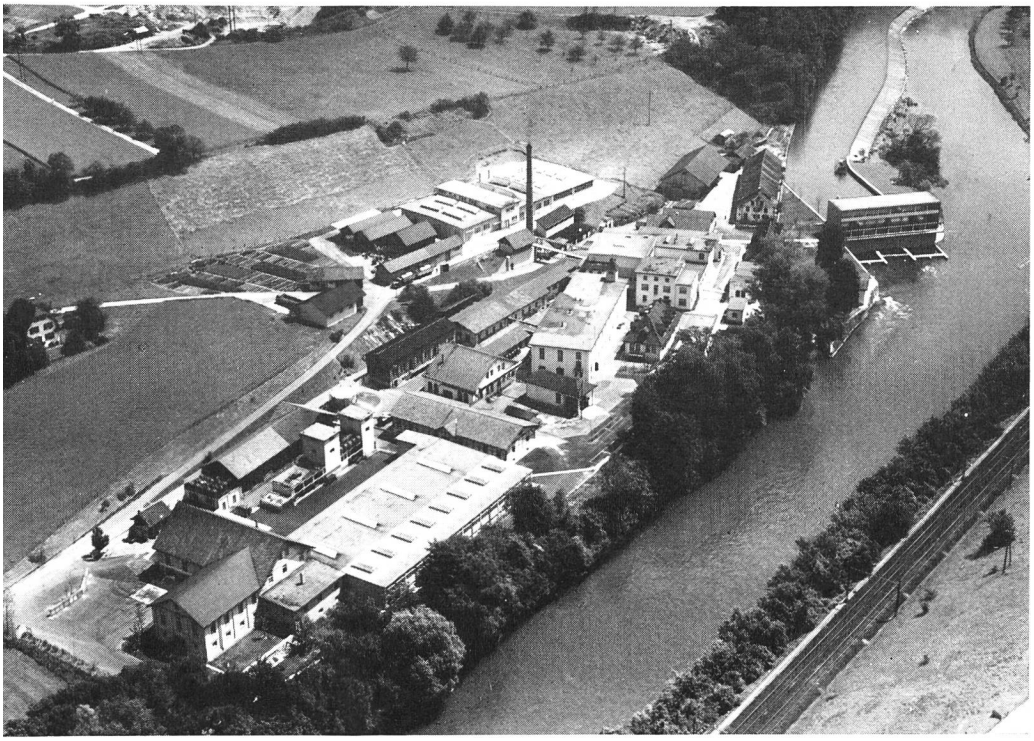


Bild 23
Das an der unteren Limmat gelegene, 1960 umgebaute Kraftwerk Schiffmühle der Elektrochemie Turgi, ein typisches Beispiel für frühzeitig an der Wasserkraft sich ansiedelnde Industrie. Schon im 13. Jahrhundert wurde die Wasserkraft der Limmat durch eine auf Schiffen montierte Getreidemühle ausgenützt; nach ihr wurde diese Gegend Schiffmühle genannt

andere Fragen, insbesondere diejenigen der Beeinflussung des Grundwassers im Gebiete von Siggenthal abzuklären.

Unterhalb des Limmatwerkes Wettingen liegt vor der Stadt Baden das kleine 1909 in Betrieb gesetzte und 1925 erweiterte Kraftwerk Aue der Stadt Baden, für das eine geringfügige Erweiterung geplant ist; die «*Städtischen Werke Baden*» besitzen und betreiben auch das fast 70 Jahre alte, heute baufällige Kraftwerk Kappelerhof, für dessen Ersetzung, wie oben erwähnt, ein baureifes Projekt mit Konzessionsbegehren vorliegt. Zwischen diesen beiden alten Anlagen liegt im Gebiet von Baden/Ennetbaden eine etwa 2 km lange, praktisch ungenützte Strecke der Limmat, gesäumt von der schönen, baumbestandenen Limmatpromenade. Aus landschaftlichen und hygienischen Gründen — auf dieser Strecke wird das schmutzige Limmatwasser wenigstens etwas mit Sauerstoff angereichert —, vor allem aber wegen einer möglichen Beeinträchtigung der für Baden lebenswichtigen Thermalquellen, muß die Limmat im Bereiche von Stadt und Bädern auf alle Fälle ungenutzt und in ihrem natürlichen Zustand belassen werden.

Auf der untersten Strecke der Limmat sind außerdem noch vier kleine Industriewerke in Betrieb, wovon wir nur das 1960 neuerbaute Kraftwerk Schiffmühle der *Elektrizitätswerk Schiffmühle AG*, Turgi, erwähnen möchten (Bild 23), das nach dem Umbau über eine installierte Leistung von 3000 kW und eine mittlere Jahresproduktion von 19,5 Mio kWh verfügt.

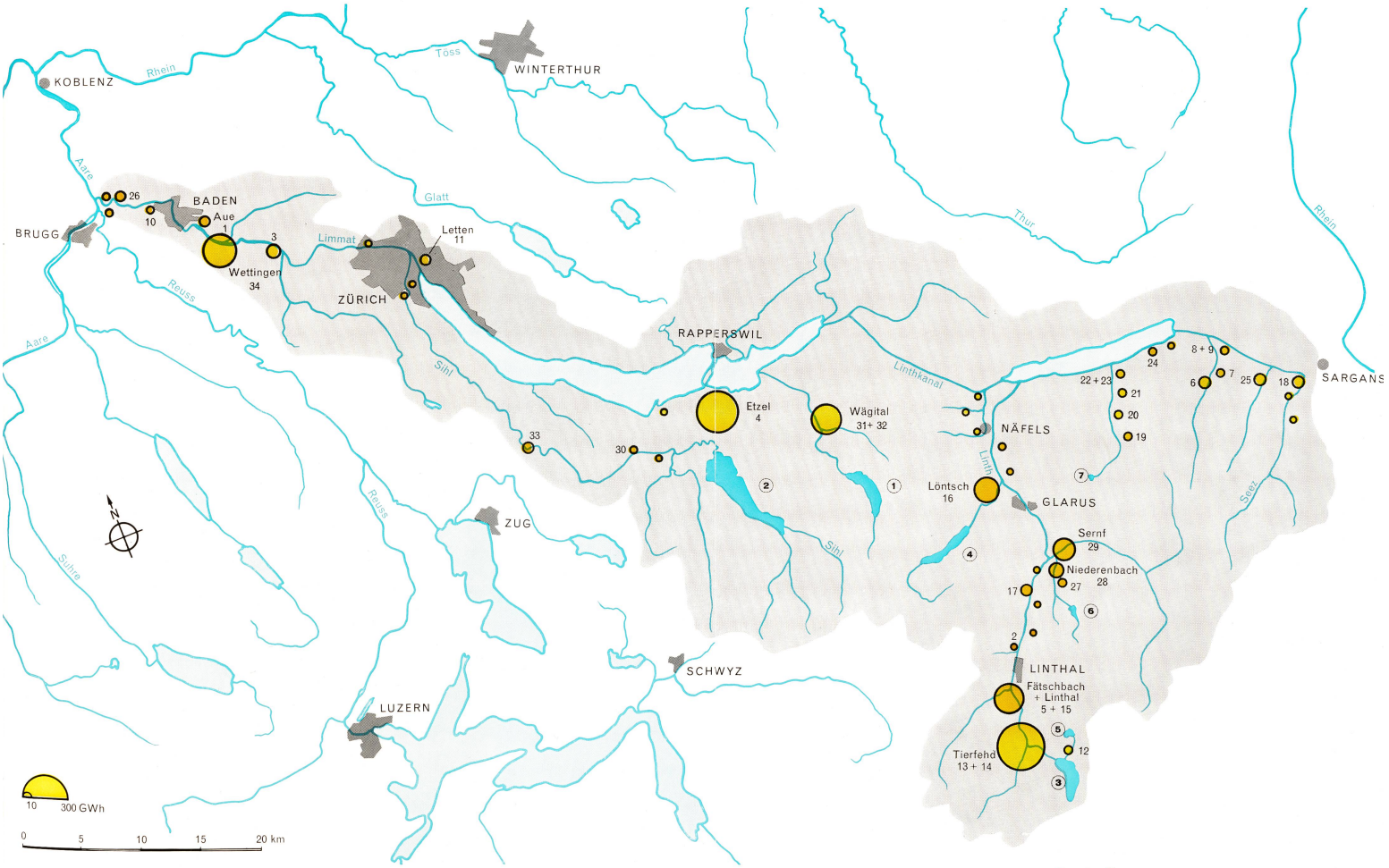
D. Ausblick

Wie bereits eingangs erwähnt, ist im Einzugsgebiet von Linth und Limmat nach Inbetriebnahme der Werkgruppe Linth-Limmern kein wesentlicher Zuwachs an elektrischer Energie durch neue Anlagen zu erwarten. Wohl läßt sich durch den Umbau veralteter Werke mit schlechtem Wirkungsgrad noch manches herausholen. Für die Zürcher Strecke der Limmat liegen ältere Projekte für eine Limmatstufe Zürich-Höngg (Konzessionsstrecke Unterhard—Kläranlage Werdhölzli) mit Stauwehr und Zentrale wenig unterhalb der Höngerbrücke (Ausbau für 120 m^3/s, Jahresproduktion 34 GWh), und für ein Limmatwerk Schlieren vor, welches das Gefälle zwischen der oben erwähnten Stufe Zürich-Höngg und dem bestehenden Kraftwerk Dietikon nutzen würde (Ausbau für 100 m^3/s, Jahresproduktion 46 GWh). Es ist aber kaum anzunehmen, daß diese je verwirklicht werden. Abgesehen davon, daß es sich nicht um besonders wirtschaftliche Anlagen handelt, ist zu bedenken, daß sie in einem Gebiet erstellt werden müßten, in welchem die Grundwassernutzung für die Wasserversorgung äußerst intensiv ist (siehe Grundwasserplan, Faltblatt Seite 277) und daß daher durch den erforderlichen Aufstau für die Wasserkraftnutzung der Limmat mögliche Einwirkungen auf das Grundwasser unabsehbare Einsprachen hervorrufen könnten mit allen damit verbundenen Risiken. Auch sind heute vermehrt die Belange des Landschaftsschutzes zu berücksichtigen, und zudem liegen diese projektierten Anlagen im Gebiet der geplanten und wohl bald zu verwirklichenden Nationalstraßen mit dementsprechenden Schwierigkeiten für den Bau all dieser technischen Anlagen in einem der dichtest bevölkerten Gebiete der Schweiz.

Über die bedeutenderen Schalt- und Umformerstationen und das dichte Netz der Hochspannungsleitungen zum Transport der elektrischen Energie im Linth-Limmat-Gebiet gibt die Verkehrskarte (Faltblatt Seite 309) einen generellen Überblick und wird zudem kurz im nachfolgenden Artikel berichtet.

Bilder:

1, 3, 16/21	Photos Schönwetter, Glarus
2, 22	Photos Wolf-Benders Erben, Zürich
4	Photopreß, Zürich
23	Flugphoto W. Friedli, Brüttisellen



Stauseen im Linth-Limmatgebiet (Numerierung siehe Tabelle 2, Seiten 306/307)

Werke oder Werkgruppen mit einer Jahresproduktion ≥ 20 GWh (Numerierung siehe Tabelle 1, Seiten 298/299)

Werke mit einer Jahresproduktion ≤ 20 GWh und einer installierten Leistung ≥ 1000 kW

Kleinere Werke, die in der Tabelle SWV nicht aufgeführt sind; installierte Leistung 300 kW bis 1000 kW

Bild 24 Wasserkraftanlagen im Linth-Limmatgebiet, Stand Sommer 1962

(Artikel G. A. Töndury, Wasserkraftnutzung im Einzugsgebiet Linth-Limmat)

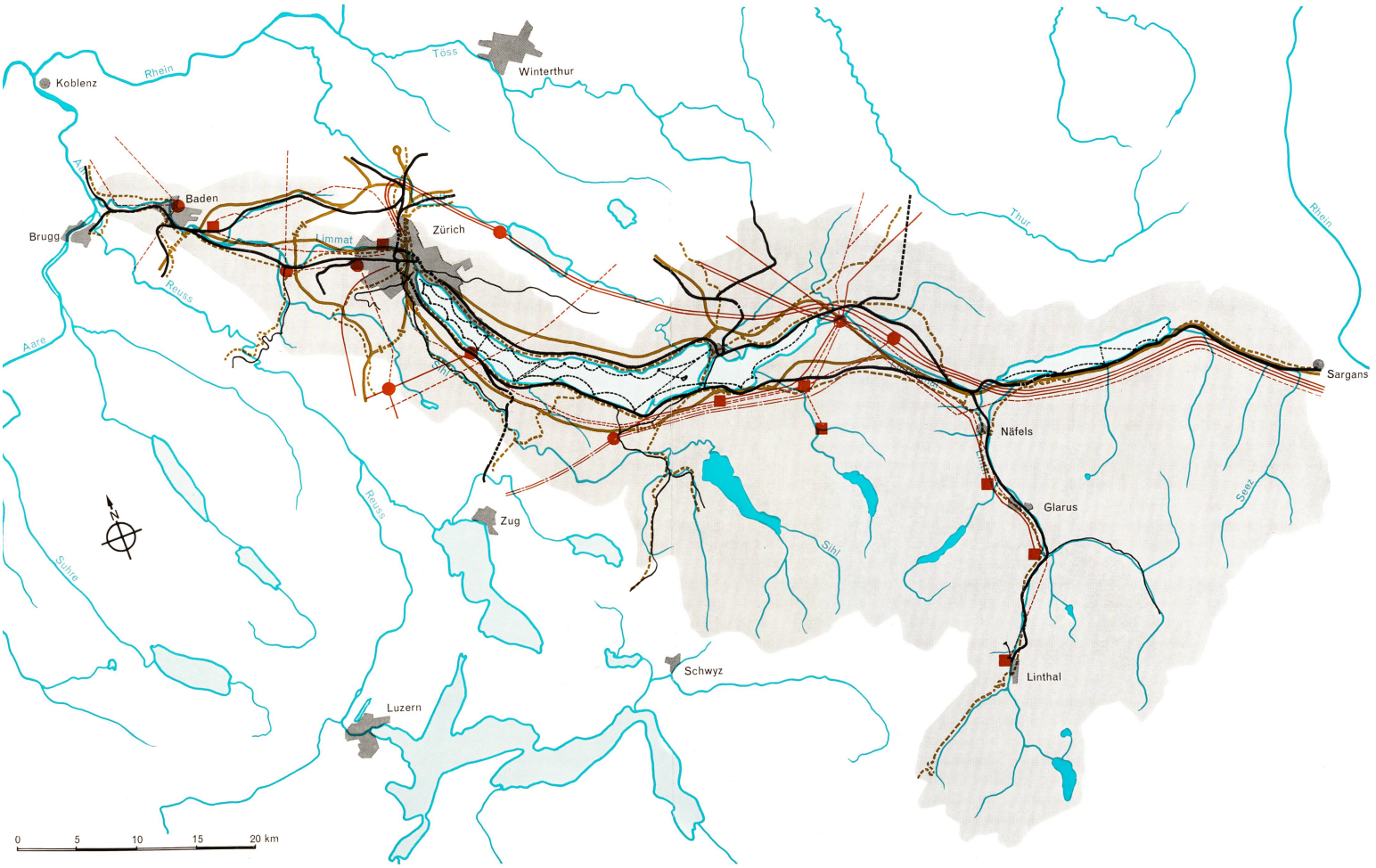


Bild 1 Verkehrsverhältnisse im Linth-Limmatgebiet, Stand Sommer 1962

(Artikel W. Latscha, Verkehrsbedeutung des Linth-Limmatgebietes)

- Nationalstraßen (projektiert und im Bau)
- Fernverkehrsstraßen
- Schiffsverkehr
- Nebenbahnen
- Hauptbahnen (SBB)
- Standseilbahn

Starkstromleitungen:

- 50 kV
- 150 kV und mehr
- im Bau
- Unterwerk / Schaltstation
- Bedeutendste, in Betrieb stehende Kraftwerke