Elektrizität als Landschaftselement

Autor(en): **Winkler, Ernst**

Objekttyp: **Article**

Zeitschrift: **Plan : Zeitschrift für Planen, Energie, Kommunalwesen und Umwelttechnik = revue suisse d'urbanisme**

Band (Jahr): **8 (1951)**

Heft 4

PDF erstellt am: **28.05.2024**

Persistenter Link: https://doi.org/10.5169/seals-783017

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

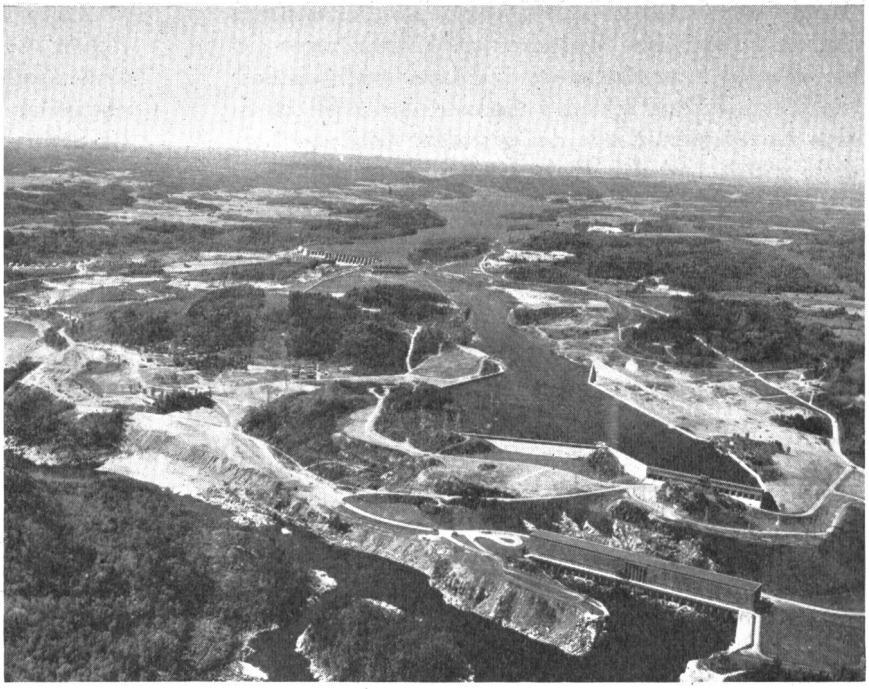


Abb. 1.
Staudamm am Saguenay River, Provinz Quebec, Ostkanada, wohl eines der grosszügigsten Beispiele völliger Neugestaltung einer bisher urwüchsigen, nur spärlich besiedelten Waldlandschaft. Heute gehört das durch den Kraftstrom dieses Elektrizitätswerkes gespiesene Unternehmen der Aluminium Company of Canada mit zu den grössten Fabrikanlagen der Welt.

Ernst Winkler

Elektrizität als Landschaftselement

Als «Urform» der Energie begleitete die Elektrizität wohl die gesamte Entwicklung des Kosmos und hat demzufolge zweifellos auch an der Geschichte der Erde stets Anteil gehabt. Und da sie in Gewittern, Elmsfeuern, an «elektrischen Organen» von Fischen und andern Naturvorgängen von jeher optisch und akustisch wahrnehmbar war, muss sie schon dem vorgeschichtlichen Menschen, wiewohl gewiss mehr als episodisches denn regelmässig beobachtetes Gestaltungselement seiner Umwelt, d. h. der ihn umgebenden Landschaft, bekannt gewesen sein. Um so werkwürdiger mutet es an, dass diese allgegenwärtige Kraft für die Menschheit Jahrtausende hindurch ungenutzt bleiben konnte, um dann plötzlich, vor allem auf Grund des Nachweises elektromagnetischer Felder und Ströme seit etwa 1820 (Oersted) zu ihrem beinahe wichtigsten Werkzeug zu werden. Welche Gründe nun aber auch die «kometenhafte Laufbahn» der Elektrizität bis zur gegenwärtigen «universalen» technischen Verwertung geleitet haben mögen, Tatsache ist, dass dadurch nicht allein das Leben des Menschen, sondern auch seine Landschaft, sein «Lebensraum», entscheidend modifiziert wurde und noch zunehmend umgeformt wird. Davon zeugen in der Gegenwart nicht nur die Rufe der Natur- und Heimatschützler nach Massnahmen gegen überhandnehmende Beeinträchtigungen erhaltenswerter Landschaften aller Gebiete der Erde. Vor allem ist es das Antlitz der Erde selbst, das in der Tat so gut wie überall durch Elektrizitätsunterlagen verschiedenster Grösse und Formen ein besonderes «elektrotechnisches» Gepräge erhält. Mit andern Worten, die Elektrizität ist zum wesentlichen Bestandstück nicht allein der menschlichen Kultur, sondern auch zu deren landschaftlicher Ausdrucksform geworden.

Diese Situation nötigt, sie nicht nur an sich erkenntnismässig zu fassen, um damit ihre weitere Nutzung zu fördern. Es hat auch der Funktion der Elektrotechnik, im Rahmen der Landschaft nachgegangen zu werden, da davon offenbar deren Entwicklung im positiven wie negativen Sinne und damit — rückwirkend — auch die Existenz des Menschen mitbestimmt wird. Vier Fragen hauptsächlich stellen sich dabei dem Bemühen, der landschaftlichen Rolle technisch-elektrischer Erscheinungen begrifflich Herr zu werden. Erstens: Inwieweit ist, Elektrizität als landschaftlich wirksames Agens vorausgesetzt, ihre Gewinnung, Verteilung und Verwendung von der Landschaft abhängig; wieweit bedingen Landschaftselemente und Landschaftskräfte den Bau und die Nutzung von Elektrizitätsanlagen? Zweitens: Inwieweit beeinflussen solche umgekehrt Landschaften selbst: Landschaftselemente und Landschaftsgesamtheiten? Und schliesslich drittens: Resultieren aus der Wechselwirkung beider Erscheinungsgefüge besondere Landschaftsformen: Landschaftsindividualitäten und Landschaftstypen, in denen der technisch gebannten Elektrizität so massgebend gestaltende Bedeutung zukommt, dass sie als Kraftwerks-, Elektrizitätswirtschaftslandschaften usw. zu bezeichnen und zu werten sind? Diesen drei ausgesprochen theoretischen Fragekomplexen wird endlich der nicht minder bedeutungsvolle des Praktikers: des Landschaftsplaners, des Landschaftspflegers und -gestalters und des Landschaftsnutzers anzuschliessen sein: Welche Massnahmen sind zu treffen, um die Elektrizitätsgewinnung, -verteilung und -nutzung harmonisch, störungsfrei, rationell und rational wie auch ästhetisch befriedigend dem Landschaftsganzen einzuordnen, um dessen Entwicklung — und damit auch die Menschen selbst und ihre Gemeinschaft — normal und lebenswert zu erhalten?

Ob diese Fragen vom Praktiker oder Theoretiker der Elektrotechnik und Elektrowirtschaft, vom

Landschaftsforscher oder vom Landschafts(und Landes)planer und -gestalter zu beantworten versucht werden, erscheint weniger belangvoll, als dass sie ebenso gründlich und umfassend die gestaltenden *Komponenten* wie das gestaltete *Ganze* — der Landschaft und des Elektrizitätsphänomens — zu würdigen trachten. Hier kann es sich nur darum handeln, den sehr komplexen Erscheinungskreis durch wenige Beispiele und grundsätzliche Hinweise anzudeuten.

Dabei wird es zweckmässig sein, an die Tatsache anzuknüpfen, dass alles, was mit Elektrizitätsgewinnung und -verwendung zusammenhängt, von der Landschaft auszugehen hat. Denn alle Gewinnung und Nutzung elektrischer Energie wird möglich nur durch Auslösung von Kraftquellen, die grösstenteils — potentiell und latent — in der Landschaft geborgen sind. Kohle, Erdöl, Holz, Erze (z. B. Uranerze), bewegte Luft und bewegtes Wasser stellen ihre wesentlichen Träger dar, deren sehr verschiedene Häufung auf (und in) der Erde ihre «Umwandlung» zu Elektrizität zur räumlich wie zeitlich sehr differenzierten Aufgabe macht. Hier soll jedoch der Einfachheit halber nur der «hydraulischen» Elektrizität gedacht werden. Obgleich diese seit etwa 60 Jahren theoretisch mittels Draht über beliebige Strecken hinweg geleitet werden kann und demnach beinahe «standortsunabhängig» geworden ist, bestehen nach wie vor — mitbedingt freilich durch andere Kraftquellen und Ausnützungseigenarten (Unmöglichkeit der Speicherung) — räumliche Unterschiede der Gewinnung und Verwendung, die von elektrizitätsreichen und -armen Gebieten sprechen lassen. Als eigentliche «Elektroenergieprovinzen» heben sich dabei besonders jene Regionen heraus, die bedeutende Gewässer, dagegen geringere andere Kraftquellen in sich schliessen: die reich beregneten Gebirgsländer, Strom- und Seenlandschaften der Erde, unter welchen Norwegen, Kanada, Japan, die Alpenländer hervorragen. Aber ebenso haben auch mit Kohle und Erdöl gesegnete Länder: die USA, Deutschland oder England ihre Wasserkräfte seit Beginn vermehrter technischer Verwertbarkeit in ausgedehntem Masse in den Dienst genommen. Dass dabei im Bereich mehr oder weniger einheitlicher hydrographischer Gebiete erhebliche Gegensätze der Gewinnungsmöglichkeit bestehen, dafür sind die Alpen ein gutes Beispiel[1]). In diesem Gebirge geniesst der westliche Teil erhebliche Vorzüge gegenüber den übrigen Gegenden, wie ältere und jüngere Untersuchungen gezeigt haben. So wies u. a. Lichtenauer nach, dass die Westalpen mit 100 und mehr PS Leistungsmöglichkeit pro Quadratkilometer gegenüber den zentralen Regionen mit nur etwa 70 PS und den Ostalpen mit 50 PS und weniger pro Quadratkilometer entschieden besser gestellt erscheinen. Dies erklärt sich sowohl aus den bedeutenderen Niederschlägen, Niveauunterschieden und Höhen der ersteren wie aus den dadurch bedingten ausgedehnteren Firngebieten, denen als sommerliche Speicher eine besondere Funktion zukommt.

[1]) F. Hjulström, The Economic Geography of Electricity. Uppsala 1942.

Im ganzen lassen sich auf Grund der tatsächlichen Ausnutzung der Wasserkräfte drei grosse Zonen auf der Erde auseinanderhalten, die freilich ebensosehr durch den Grad der industriellen Entwicklung der Länder wie durch ihre hydrographische Ausstattung bestimmt erscheinen. Die höchsten Werte der Kraftnutzung werden auf der Nordhalbkugel, und zwar in jenen Ländern erreicht, die bei dichter Bevölkerung und stärkster Industrialisierung auch günstigste Erzeugungsbedingungen besitzen. Dabei stehen Nordamerika und Nordwesteuropa mit einer Produktion von mehr als 1000 kWh pro Person und Jahr an der Spitze, während in Südeuropa und der UdSSR bisher erst zwischen 200 und 1000 kWh je Kopf und Jahr erzielt wurden. Noch völlig in den Anfängen steckt die Wasserkraftnutzung der Südkontinente und auch des subtropisch-tropischen Mittelgürtels der Erde, deren Produktion unter 500 kWh pro Bewohner und Jahr liegt. Dies ist vor allem eine Folge der sich dort erst langsam entwickelnden Industrie und modernen Technik; doch zeigen die beinahe jährlichen bemerkenswerten Zunahmen gerade dieser Länder deren wachsende Bedürfnisse und Entfaltungsmöglichkeiten. Wenn schliesslich im Blick auf die ganze Erde festzustellen ist, dass elf Staaten mit 30 % der Erdbevölkerung in der Gegenwart über mehr als 90 % der aktivierten hydraulisch-elektrischen Energien verfügen, die rund 650 Mia kWh ausmachen, so ist damit zugleich die Tatsache eindrücklich beleuchtet, dass offenbar auch die Gestaltung der Landschaften der Erde in sehr verschiedenem Ausmass durch die Energiegewinnungs- und -nutzungsanlagen bestimmt wird[2]).

Denn die genannten Staaten (Grossbritannien, Deutschland, Frankreich, Italien, Schweden, Norwegen, Schweiz, UdSSR, Japan, USA und Kanada) nehmen insgesamt mit gut 42 Mio km² Fläche nur 28 % der gesamten Landfläche der Erde ein, so dass darnach der überwiegende Teil des Planeten so gut wie ganz von Kraftwerken unbeeinflusst erscheint, ganz abgesehen davon, dass diese auch in den stark elektrifizierten Ländern naturgemäss ungleich dicht «gesät» sind. Dennoch lehrt ein Gang etwa durch die Schweiz oder durch viele Landschaften der genannten Länder, dass zahlreiche und weite Gebiete bestehen, in denen die Elektrizität einen landschaftsbeherrschenden Faktor darstellt[3]).

Ausmass und Art der Landschaftsgestaltung durch die Elektroanlagen hängen, vom Ausnutzungsgrad der Gewässer eines Landes abgesehen, naturgemäss vor allem von der baulichen Eigenart der Energiegewinnungsanlagen und damit wiederum vom Landschaftscharakter, in erster Linie vom Charakter der Gewässer ab. Dabei sind, so sehr im einzelnen landschaftliche Variationen der Kraftwerkanlagen bestehen, im ganzen doch deren Grundformen weitgehend normiert, womit auch die durch das Kraftwerk gestaltete Landschaft eine «typische», eine beinahe internationale Physiognomie empfängt. Als in der Regel bei allen An-

[2]) P. George, La Géographie de l'Energie. Paris 1950.

[3]) Für die Schweiz vgl. Führer durch die schweizerische Wasser- und Energiewirtschaft. 2. Ausgabe. Zürich 1949.

lagen vorhandene bautechnische Elemente treten die Wehre, Wasserfassungen, Maschinen- und Schaltanlagen auf, von denen aus die von Masten verschiedenen Typs getragenen Leitungen zu den Konsumzentren führen. Die Anlagen als Ganzes sind je nach der Höhe des verfügbaren Gefälles der Wasserrinne in Hochdruck-, Mitteldruck- und Niederdruckwerke und diese wiederum in Lauf- und Speicherwerke unterteilbar, woraus sich gleichfalls landschaftlich auffällige Modifikationen ergeben können. Bei Nieder- und Mitteldruckwerken ist das natürliche Gefälle normalerweise durch Aufstau auf eine geeignete Stelle konzentriert, was durch feste oder bewegliche Wehre mit Schützen oder Grundablässen bewerkstelligt wird. Ausser letzteren sind oftmals, vor allem im Flachland, Fischpässe, Schleusen oder Schiffshebewerke (Aufzüge) angebracht, die, je nach ihrer Bedeutung, baulich und damit auch landschaftlich stärker oder schwächer in Erscheinung treten. Die Wasserfassungen, d. h. die Anzapfungsstellen des Wasserstaues, können entweder im Wehr selbst angebracht sein oder liegen in dessen Nähe, wobei sie in der Regel durch Rechen gegen Verstopfung durch verschwemmte Materialien geschützt sind. Die Zuleitung des Wassers selbst erfolgt entweder direkt vom Wehr aus, wie etwa in Mühleberg und Wettingen, oder durch Oberwasserkanäle (Olten-Gösgen, Bannwil), die zumeist auch optisch durch Mauerungen und Geradeführungen besonders auffallen. Die dominierenden Bauelemente der Kraftwerke sind naturgemäss, von den Speicherwerken abgesehen, die in der Regel hoch erscheinenden Maschinenhäuser, in welchen die Turbinen und Generatoren untergebracht sind. Hochdrucklaufwerke besitzen normalerweise einfachere Wehranlagen als Niederdruckwerke, weil sie den relativ tiefen Flusseinschnitten eingebaut werden können. Ihre Raumbeanspruchung ist meistens geringer, weshalb sie auch im Gelände weniger zutage treten. Anderseits kommen bei ihnen an Stelle des Oberwasserkanals Rohrleitungen und Wasserschlösser hinzu. Diese bedeuten, sofern sie nicht unter Tage angelegt sind, zumeist recht bemerkenswerte Eingriffe in der Landschaft, zumal dort, wo starke Höhenunterschiede überwunden werden oder Waldschneisen nötig sind. Bei Speicherwerken ist das Wehr durch Staudämme oder Mauern ersetzt, die als massive Schwergewichts- oder Bogenmauern ausgeführt werden können. Es versteht sich, dass gerade ihre landschaftliche Wirkung, zusammen mit den durch sie entstehenden künstlichen Seen, naturgemäss von allen Bauelementen der Kraftwerke am stärksten ist. Zumeist treten als besondere Bauten die Schaltanlagen hervor, wobei sie für niedrige Spannungen gewöhnlich in geschlossenen Räumen angebracht sind, während bei hohen Spannungen sich Freiluftausführungen durchaus bewährt haben. Die Uebertragung der elektrischen Energie auf die Konsumorte geschieht zumeist mittels Freileitungen auf Masten, die, je nach Spannungen und Gelände, aus Holz, Beton oder Eisen gefertigt sind und die, zusammen mit dem blitzenden Drahtgewirr des Leitungsnetzes und den lokalen Transformerhäuschen der Versorgungsgebiete, den von ihnen durchzogenen Landschaften eine besondere Note geben. Im Falle der Schweiz, bei welcher die meisten der 3000 Gemeinden und etwa 40 000 Siedlungen mit Elektrizität versorgt sind, stellt dieses Leitungsgewirr freilich ein Landschaftselement dar, dem eher negative ästhetische Wirkung zukommt. In der jüngsten Zeit sind in den Ortschaften vielerorts an Stelle der Freileitungen Kabel getreten, um landschaftsästhetische Störungen auszuschalten. Dass in Gegenden mit Lawinen- oder Steinschlaggefahr, in Rutschgebieten, sofern solche nicht vermieden werden können, besondere Schutzvorrichtungen nötig werden, braucht kaum angemerkt zu werden.

Da Kraftwerkbauten in der Regel an bestimmte Naturgegebenheiten, Gewässer, Gefällsverhältnisse geknüpft sind, müssen sie häufig in unberührten Gebieten angelegt werden. Wo sie, wie im Hochgebirge, über die Vegetations- und Kulturzone zu liegen kommen, wie etwa beim Grimsel-, Barberine-, Ritom- oder Dixencewerke, wird gegen ihren Bau kaum jemals viel eingewandt, es sei denn, dass der verschiedene Wasserstand zeitweise ästhetisch unschöne Zonen verursache. Wo jedoch Agrargebiete beansprucht werden, wie im Wäggithal (484 ha) oder im Sihlseegebiet (940 ha), kommt es nicht selten zu Konflikten mit der Bevölkerung und Widerständen, die ihre Wellen selbst in die nationale Politik werfen. Der Fall des Rheinwaldes und anderer Projekte der Schweiz und des Auslandes, wo weder Versprechen des Realersatzes, noch grosszügige Inkonvenienzzahlungsvorschläge die Durchführung der Werke ermöglichten, sind dafür bekannte Belege. Anderseits stellen die Umsiedlungsbeispiele der genannten Täler (Wäggithal: 26 Familien, Sihlsee: 107 Familien) auch Hinweise auf im ganzen doch mögliche positive Lösungen dar.

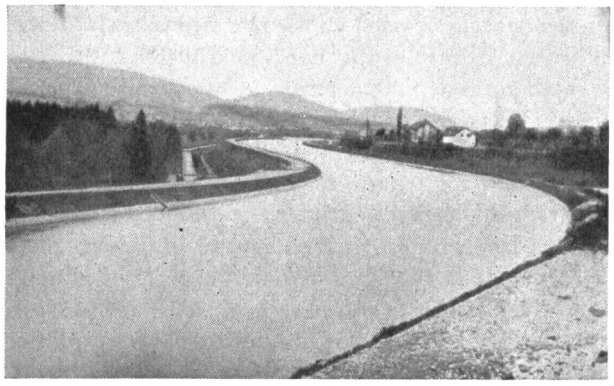
Die Schaffung von künstlichen Seen bedeutet im übrigen sehr oft nicht nur eine Beeinträchtigung der — namentlich in Ländern, wie der Schweiz, naturgemäss nicht leicht zu verschmerzenden — agraren Kulturfläche. Sie kann ebenso häufig als Bereicherung des Landschaftsbildes gelten, wobei in Wildbachgebieten damit zudem ein Ausgleich der Wasserführung der Gewässer und damit eine Herabsetzung der Kulturrisiken und der Erosionskraft verbunden ist. So war das Hochtal von Einsiedeln vor dem Stau des Sihlsees eine zwar durch die intensive Torfstecherei interessante Hochmoorlandschaft, die aber durch den See zweifellos mindestens ebensoviel an Reiz gewonnen hat, wie ihr durch Eliminierung der «Torfhüttenstädtchen» an solchem genommen wurde. Analoges gilt für das hintere Wäggithal, für das Becken von Innertal, wo der Stausee ebenfalls einen zur Hauptsache sumpfigen Talgrund, den seitlich zudem zahlreiche Schuttkegel beeinträchtigten, zum Verschwinden brachte. Doch bleibt freilich gerade in diesem Falle zu sagen, dass mit dem Seestau begreiflicherweise die Schuttzufuhr des Innertals durch die dortigen Nebenbäche keineswegs aufgehört hat und daher eine konstante und latente Gefahr auch für das Kraftwerk (Seeauffüllung) besteht. Auch die Grimselseen, die in eine Hochgebirgslandschaft zu

liegen kamen, die sich in erster Linie durch ihre Schroffheit und felsige Eintönigkeit auszeichnet, bilden für diese zweifellos mehr eine Bereicherung als eine Einbusse, und Entsprechendes trifft für die Stauwerke in gleichartigen Felsgebieten zu.

Erheblich ernstlichere Folgen ergeben sich bei Stauhaltungen der in den intensiv kultivierten Niederungen gelegenen Flusskraftwerke. Wo diese sich auf die Anlage reiner Staustufen an tief in Schotterterrassen eingeschnittenen Flüssen beschränken, wie bei Rekingen, Wettingen oder Ryburg-Schwörstadt, sind zwar die Eingriffe relativ gering. Sie fallen auch zumeist wenig in der Landschaft auf und sind daher auch vom Standpunkt des Landschaftsschutzes gut vertretbar. Bei Kraftwerken dagegen, deren Anlage in Flüssen mit nur wenig unter dem Uferniveau liegender Bettsohle erfolgen muss, wie bei Klingnau, Rupperswil, Wildegg-Brugg, Rheinau, Kallnach, Dogern und andern, ergeben sich Beeinflussungen der Landschaft, die nicht nur die Geländeformen, sondern auch Grundwasserverhältnisse und Vegetation betreffen. In vielen Fällen lassen sich hierbei zweifellos eher landschaftliche Verbesserungen erzielen, wie etwa die Fluss- und Seeregulierungen des 19. Jahrhunderts erkennen lassen. Eines ihrer bedeutendsten Beispiele war die Juragewässerkorrektion, die zwar nur indirekt mit dem Kraftwerkbau im Zusammenhang steht, auf diesen aber zweifellos Einfluss gehabt hat. Sie senkte die Hochwasser der Aare unterhalb des Bielersees um rund 1000 m^3/s, d. h. von 1500 auf 500 m^3/s. Dadurch blieben in der Folge die grossen Schachenlandschaften zwischen Bieler-, Murten- und Neuenburgersee (ca. 300 km^2) weitgehend von den berüchtigten Hochwassern verschont und es traten teilweise blühende Kulturlandschaften an Stelle der Sümpfe, teilweise entstanden aus Auenwäldern Wälder mit hochwertigeren Hölzern, Tannen, Buchen, Eichen. Analoge Folgen zeitigten Speicherwerke in verschiedenen andern Teilen der Schweiz, während freilich da und dort auch durch Grundwassersenkungen schädliche Bodenaustrocknungen bedingt und urwüchsige «Urlandschaften» ausgerottet wurden.

Im ganzen müssen freilich in jenen Fällen, da unverhältnismässig hohe Dämme zu erwarten sind, wie etwa bei Rupperswil, Kanäle gebaut werden, um sowohl ästhetische Geländebeeinträchtigungen als Kulturlandeinschränkungen zu vermeiden. Während bei Rupperswil zu diesem Zwecke ein unterhalb des Maschinenhauses verlaufender Unterwasserkanal angelegt wurde, wird beim im Bau befindlichen Kraftwerk Wildegg-Brugg ein 2 km langer Oberwasserkanal errichtet, auf den erst die Maschinenhalle und der daran anschliessende, ins Gelände eingeschnittene Unterwasserkanal folgt. Damit stehen übrigens Fels- und Bodenbewegungen im Betrag von über 3 Mio m^3 im Zusammenhang, die lokal reliefverändernd (Ab- und Auftrag) wirken. Es ist klar, dass der Bau solcher Kanäle erhebliche Anforderungen an das künstlerische Empfinden des Ingenieurs stellt, der nicht nur durch geschwungene Linienführungen unnatürlich wirkende Kanalstrecken zu vermeiden, sondern auch die Dämme so zu gestalten hat, dass auf den landseitigen Flachböschungen die Möglichkeiten zur Anpflanzung von Bäumen und Strauchwerk gegeben werden.

Dass Kraftwerkbauten in der Regel mit erheblichen Massentransporten von Material verbunden sind, wodurch gleichfalls Landschaftsmodifikation sowohl an den Entnahmeorten wie an den Baustellen eintritt, lehrt jeder Schlussbericht. Während dabei in der Regel darnach getrachtet wird, sowohl das nötige künstliche Baumaterial als auch Erde und Gestein zur Bekleidung von Kanal- und Staudämmen der nächsten Umgebung zu entnehmen, können Fälle eintreten, wo grössere Transportstrecken zu überwinden sind. Belief sich beim Wäggithalwerk die Materialzufuhr auf rund 160 000 t (zur Hälfte für Zement) und die mittlere Transportdistanz zwischen 5—8 km, so können auch Fälle vorkommen, wo Kraftwerke «Berge versetzen». Dies beweist etwa das Beispiel der «Bull Shoals»-Talsperre am White River im Staate Arkansas in den USA. Um den Staudamm, eine Betonmauer, zu bauen, benötigten die Ingenieure rund 4 Mio t Kies, der in der Nähe der Baustelle nicht vorhanden war. Die Lösung des Transportproblems wurde nun darin gefunden, dass Material von den etwa 10 km entfernten Lee's Mountains hergeholt wurde, wobei ein System von Förderbändern sich als billiger und einfacher erwies als der Bau einer besondern Strasse oder gar einer Eisenbahn. Das ganze Förderband wurde aus 21 Sektionen von zusammen 10 km Länge und einigen Zubringersektionen von etwa 3 km Länge zusammengefügt und transportierte stündlich 650 t Gesteinstrümmer mit einer Ge-



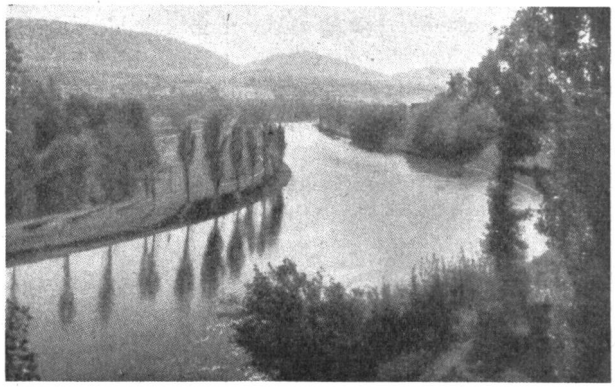


Abb. 2 und 3. Oberwasserkanal des Kraftwerks Gösgen 1918 und 1945. Das künstlich Geschaffene ist während dieser Zeit mit der Landschaft zu einer Einheit verschmolzen.

schwindigkeit von 150 st/m über Wildbäche, Autostrassen, bewaldete Höhenzüge und offene Felder hinweg von der Abbruch- zur Baustelle, mit nur sieben Mann Bedienung. Dort wurde der Schutt bis zur nötigen Feinheit vermahlen und sodann, künstlich abgekühlt, den Betonmischern zugeleitet. Der Bau begann 1948 und die gesamte Anlage dürfte inzwischen nicht nur rund 30 km² gutes Ackerland vor Ueberschwemmungen zu schützen begonnen haben und damit eine wesentlich dichtere Besiedlung teilweise noch unerschlossener Gebiete von Arkansas ermöglichen. Sie versorgt zugleich mittels des im Zusammenhang errichteten Kraftwerkes drei zusammen rund 400 000 Einwohner zählende Städte: Tulas (Oklahama), Little Rock und Springfield mit Elektrizität.

Schon aus diesen Hinweisen dürfte hervorgehen, dass so gut wie jede Kraftwerkanlage nicht allein einzelne Elemente der Landschaft, Geländeformen, Gewässer, Vegetation, Kulturland, berührt und verändert. Vielmehr ist mit ihrem Bau in der Regel eine Umgestaltung der ganzen im Bereich des Werkes liegenden Landschaft verbunden. Für die Schweiz belegt dies besonders das Oberhasliwerk, das hinsichtlich der Wasserspeicherung und Gefällekonzentration einen speziellen Platz im Rahmen der schweizerischen Werke beansprucht. In diesem felsigen und teilweise vergletscherten Hochtal gelangte ein ganzer Abschnitt, das Gebiet des Oberlaufs der Aare und der Aaregletscher, zu systematischem Ausbau. Vier Werke mit ihren Annexanlagen markieren den Rahmen des Ganzen. Sie sind durch die Namen Handegg I und II, Innertkirchen und Grimsel gekennzeichnet. Ihr Einzugsgebiet beläuft sich bei Innertkirchen auf rund 345 km², die jährliche Abflussmenge beträgt dort 413 Mio m³ Wasser. Das Kraftzentrum des Werkes ist der Grimselstausee in 1912 m Höhe, der vom Grimselnollen bis zur Zunge des Unteraargletschers reicht, wodurch deren beschleunigtes Abschmelzen bedingt wird. Von unten gesehen, wirkt vor allem die 114 m hohe Spitallammsperre, eine geradlinige Schwergewichtsmauer auf den Besucher, über deren Krone eine neue Strasse zum gleichfalls neuen Hospitz führt. Das Wasser wird vom See in einem 5220 m langen Stollen am östlichen Hang des Aaretales entlang zum 1852 m hoch gelegenen Gelmersee geleitet. Dieser konnte mit Hilfe einer 35 m hohen Schwergewichtsmauer von 384 m Kronenlänge auf seine heutige Spiegelhöhe gehoben werden und entleert sein Wasser durch einen 1177 m langen Druckschacht zur Zentrale Handegg I, die lawinen- und steinschlaggeschützt auf 1304 m in die Talsohle gebaut ist. Hier abermals gesammelt, fliesst das Wasser durch einen 10 km langen Stollen zur nächsten Zentrale, Innertkirchen, die ganz in die Felsen des Innertkirchner Granits eingebaut wurde. Dort wird die gewonnene Energie auf 150 000 Volt transformiert und von hier mit mächtigen Ueberlandleitungen dem Mittelland zugeführt. Seit der Beendigung dieser Werke im Jahre 1943 ist der Ausbau weitergeschritten und bereits sind neue Staubecken in Entstehung begriffen oder vollendet. So werden die Wasser des benachbarten Urbaches auf der Mattenalp in 1850 m in ein kleines Becken gesammelt und durch einen 5800 m langen Stollen ins Aaretal geführt. Neben Zentrale Handegg I ersteht Zentrale Handegg II. Ferner wird die Felsmulde des Räterichsbodens unterhalb des Grimselsees zum weiteren Staubecken gestaltet. Seine Sperre wird 84 m hoch und 34 m lang und das Seebecken rund 27 Mio m³ Wasser fassen. Auch hier wurde durch den Stau eine Verlegung der Grimselstrasse nötig, doch bleibt der historische Saumweg erhalten. Für das Jahr 1951/1952 ist schliesslich die Erstellung eines Stausees Oberaaralp geplant, zu dem eine Spiegelhebung des nahen Totensees auf der Passhöhe treten wird. Auch die Zentrale Handegg II ist unterirdisch, im Fels des Aaremassivs angelegt. Insgesamt liefern die Grimsel- oder Oberhasliwerke eine Energieproduktion pro Jahr von 1030 Mio kWh, wovon 700 Mio kWh auf den Winter entfallen. Mit diesen Anlagen ist das obere Haslital, weitgehend technisch umgeformt, zur ausgesprochenen «Kraftwerkslandschaft» gestaltet worden, was auch in Wohnkolonien der Angestellten der verschiedenen Teilanlagen, in einer Bahn Meiringen—Innertkirchen, einer Standseilbahn Handegg—Gelmersee und einer Standseilbahn Innertkirchen—Pfaffenkopf zu markantem Ausdruck kommt. (Zum Teil nach W. Staub.)

Das Beispiel der Grimselwerke liesse sich durch analoge ergänzen und detaillieren, doch seien statt dessen noch zwei ausländische skizziert.

Die bisher wohl mächtigste landschaftliche Wirkung hatten die Kraftwerke bei Rybinsk nordwestlich Moskau, die das «Rybinsker Meer», den mit gegen 5000 km² Fläche drittgrössten Süsswassersee Europas entstehen liessen [4]). Der von zwei Dämmen gehaltene See staut den Oberlauf der Wolga um 13 bis 14 m. Die Wasserfüllung begann im Frühjahr 1941 und erreichte schon 1947 4500 km² Oberfäche. Als Folge mussten das Städtchen Mologa mit etwa 6000 Einwohnern und grosse Teile des Städtchens Poschechonja-Wolodarsk sowie 552 Dörfer, bzw. 229 Kolchose aus dem Bereich des Stausees verlegt werden. Zehntausende von Kolchosenbauern waren 1940/1941 damit beschäftigt, die im Gelände des Sees stehenden riesigen Wälder zu roden, um damit nicht nur gewaltige Holzmengen zu retten, sondern vor allem auch, um gefährliche Schiffahrtshindernisse zu entfernen. Naturgemäss änderte der Rybinsker See den Wasserhaushalt der Wolga in hohem Masse. Im Oberlauf erhöhte er den Wasserstand, wenn auch relativ gering, durch Stau, im Mittellauf durch Zuschusswasser. Er unterbricht im Frühling den Eisgang und verzögert dadurch den Beginn der Schiffahrt, wenn es nicht gelingt, ihn zu «fluten», d. h. durch einen besondern Durchlass von 1500—2000 m³/s das Eis zu brechen. Der Stausee ermöglicht ferner einen erheblich grössern Tiefgang der Wolgaschiffe auch auf dem Marien-Kanal-System, dem Kanalnetz zwischen Moskau, Ladoga- und Onegasee. Zudem begünstigt er begreiflicherweise die Fischerei, deren Erträgnisse mit rund

[4]) C. v. Regel, Das Meer von Rybinsk. Geographica Helvetica III, 1948, S. 446; W. Leimbach, Die Sowjetunion. Stuttgart 1950.

1200 t bereits 1947 die des 33 000 km² grossen Baikalsees erreicht haben sollen und die das Entstehen von über 250 Fischereikolchosen mit insgesamt mehr als 5000 Berufsfischern veranlasste. Infolge seiner grossen Verdunstungsfläche erhöht der See in seiner Umgebung die Niederschlagsmengen. Aber auch die Windstärke soll sich über ihm verdoppelt haben, so dass der verstärkte Wellengang die Benutzung der bisherigen Flußschiffe verunmöglichte und zum Ersatz durch solidere zwang, obwohl der See im Mittel sehr seicht (nur 5,5 m tief) geblieben ist. An Stelle von Wäldern, Mooren, Wiesen und Aeckern und potamophilen Florenelementen sind nun naturgemäss limnophile Biozönosen, Lebensgemeinschaften der Seeufer in Entwicklung begriffen, wobei Untersuchungen seit 1941 erwiesen haben sollen, dass eine bedeutende Vermehrung der für Fische nötigen Nahrungsmengen eingesetzt hat, die noch keineswegs beendet ist. Der beträchtlich erhöhte Fischereiertrag wird hieraus begreiflich und ebenso klar ist, dass durch den See die gesamte Wirtschafts- und Siedlungsstruktur des Gebietes von Grund auf verändert wurde, wobei es nicht zuletzt als Anziehungspunkt eine wenn auch vorderhand lediglich auf die UdSSR beschränkte touristische Bedeutung erlangt hat.

Ein nicht minder grosszügiges, imponierendes Beispiel weitgehender Umgestaltung, ja völliger Neugestaltung einer Landschaft durch den Kraftwerkbau liefert die Aluminiumstadt Arvida am Saguenay River in der Provinz Quebec, Oskanada[5]). Dort begründete die Aluminium Company of Canada 1925 inmitten einer urwüchsigen, nur spärlich durch frankokanadische Bauern und Holzfäller gelichteten Waldlandschaft, 200 km von den nächsten grössern Siedlungen und 1000—5000 km von den Rohstoffbasen, den Bauxitlagern von Guayana und den Kryolitvorkommen auf Grönland entfernt, beinahe ausschliesslich auf den reichen Wasserkräften des durch den rund 1200 km grossen Lake St. John gespeisten Saguenay ein Aluminiumwerk, das mit 2,5 km Länge und etwa 1,2 km Breite zu den grössten Fabrikanlagen der Erde gehört. Ausser den grossartigen Kraftwerkanlagen am Saguenay und am Lake St. John (den über 1,2 Mio PS leistenden Shipshaw-Werken) und der riesigen Fabrik mit ihren Annexbauten ist in nächster Umgebung eine Muster-Wohnsiedlung entstanden, die für sich allein eine Sehenswürdigkeit bedeutet, den rund 10 000 von den Aluminiumwerken lebenden Arbeitern und ihren Angehörigen ideale Wohnverhältnisse bietet und damit zugleich dem kanadischen Fabrikunternehmertum hinsichtlich der Landschaftsplanung ein ausgezeichnetes Zeugnis ausstellt. Zusammen mit bedeutenden Eisenbahn- und Hafenanlagen (in dem etwa 25 km von Arvida entfernten Port Alfred) stellt somit Arvida ein Muster sowohl unmittelbarer wie mittelbarer Landschaftsgestaltung durch Wasserkraftnutzung und Elektroenergiegewinnung dar, das eindrücklicher wohl nur die inzwischen geplanten analogen Werke der gleichen Firma in den Gebirgen Britishs Columbias, d. h. Westkanadas übertreffen werden.

Solche Beispiele belegen besser als reine Statistiken den ausserordentlichen landschaftsformenden Einfluss, den Elektrizitätswerke in den verschiedensten Gegenden der Erde ausüben können, wobei damit im Grunde erst die unmittelbare Wirkung gestreift wurde. Nicht weniger tiefgreifend, doch bedeutend schwieriger zu erfassen sind jedoch auch die unmittelbaren Ausstrahlungen auf die ganze Wirtschafts-, Siedlungs- und Verkehrsgestaltung teilweise ferner Gebiete, wie schon der Fall Arvida andeutet. Wenn dabei bedacht wird, dass die Elektrifizierung in den meisten Ländern erst in den Anfängen steht und selbst in weitgehend industrialisierten Ländern wie der Schweiz die künftige Produktion die gegenwärtige noch erheblich überschreiten soll, so ist klar, dass davon auch die übrigen Landschaften der Erde berührt werden. Dies aber nötigt zugleich, darüber schlüssig zu werden, ob vom Standpunkte der Gesamtlandschaftsgestaltung aus dieses Fortschreiten zu begrüssen ist oder ob Massnahmen dagegen getroffen werden sollen. Dass bei der zunehmenden Bevölkerung der Erde auch der Kraftbedarf anwächst und dass daher nach Erweiterung der Kraftquellen gesucht werden muss, ist ebenso verständlich wie die nicht minder dringende Forderung, die dadurch zweifellos künftig in vermehrtem Masse berührten Landschaften vor allzu weitgehenden und vor allem disharmonischen Eingriffen zu schützen. Die zunehmend zahlreicher und lebhafter werdenden Auseinandersetzungen der letzten Jahre haben hiefür bereits deutliche Fingerzeige zu geben vermocht. Sie haben zunächst gezeigt, dass vor allem der äusseren Gestaltung nicht allein der Maschinenanlagen der Kraftwerke, sondern allen damit verknüpften Bauten, den Wehren, Kanälen, Druckleitungen und Uebertragungsnetzen grösste Aufmerksamkeit zu schenken ist, wobei es keineswegs immer allein um ästhetische Werte geht, sondern ebensosehr ökologische, biologische Belange durch Elektrizitätsbauten tangiert werden. Während früher den Mahnungen der — nicht selten vielleicht zu ausschliesslich ästhetisierenden — Landschaftsschützer gegenüber durch Ingenieure und Wirtschaftssachverständige zu wenig Nachachtung geschenkt wurde, ist heute beiderseits ein erfreuliches Streben nach gegenseitiger Verständigung und Aussprache festzustellen. Diese Tendenz lässt für die künftige Landschaftsgestaltung auch durch den Kraftwerkbau Erfreuliches erhoffen. Für diesen Einstellungswandel ist nicht nur kennzeichnend, dass jüngst der «Führer durch die schweizerische Wasser- und Elektrizitätswirtschaft», das Standardwerk der Elektrizitätsgewinnung unseres Landes, der Landschaftsgestaltung besondere Abschnitte gewidmet hat. Viel entscheidender dürfte sein, dass auch die Gesinnung, die aus diesen Darstellungen spricht, geeignet ist, das Vertrauen zum Ingenieur und sein Verständnis für das Ganze der Landschaft zu erneuern und zu vertiefen. In diesem Zusammenhang sind einige Zeilen besonders des Kapitels «Landschaftsbild und Kraftwerkbau» von J. Killer so aufschlussreich und

---

[5]) B. Brouilette, L'aluminium au Saguenay. L'actualité économique, 1946, p. 417—446.

wegleitend, dass sie, statt eigener Erörterungen, zum Abschluss hierhergesetzt werden sollen. «Jede Aenderung in der Landschaft», schreibt der Verfasser, «sei es durch die Errichtung einer Stadt, einer Siedlung, eines Landhauses, einer Festung, einer Brücke, von Strassen und Bahnen, bedeutet anfänglich eine Störung. Nach längerer Zeit — wenn um die ... Bauwerke ... Vegetation entstanden ist ..., so dass sich das künstlich Geschaffene allmählich mit der Landschaft verbindet und zu einer Einheit wird —, erst dann kann man von einer Wiederherstellung der Harmonie in der Landschaft sprechen. Verglichen mit der kurzen Dauer eines Menschenlebens vergeht viel Zeit, bis dieser Zustand eintritt. Wir können uns vorstellen, dass im Mittelalter, als auf vielen Hügeln und Bergkuppen Burgen erstellt und die Stadtsiedlungen mit hohen Mauern umgeben wurden, diese, solange der Stein seine frische Bruchfarbe aufwies, genau so störten wie irgendein heutiger Bau an exponierter Stelle. Erst im Laufe der Zeit, als der Stein dieselbe Farbe wie der anstehende Fels annahm, wurde keine Störung mehr empfunden. Heute finden wir alle diese Bauten schützenswert, weil wir gelernt haben, sie als Kulturdokument einer vergangenen Zeit zu schätzen und weil sie Zeugen eines einstigen Schaffens sind. Wenn wir uns nun vorgenommen haben, solche Kulturdenkmäler zu erhalten, die, ob die ... Architektur gut oder weniger harmonisch wirkt, immerhin einen Anziehungspunkt in der Landschaft bilden, so müssen wir auch die Bauwerke gerecht beurteilen, die von der jetzigen Generation erstellt werden. Es ist klar, dass wir gerade mit unseren grossen Kraftwerkbauten ... grosse Veränderungen in die Landschaft bringen. Wir können die Landschaft durch diese beeinträchtigen, sie aber auch bereichern. Wenn auch das Aeussere dieser Bauten nach unserer heutigen Beurteilung vielfach etwas befremdend wirkt und wenig mit der Umgebung gemeinsam hat, so sind sie doch heute schon so mit der Landschaft verwachsen, dass sie meist kein Störungselement mehr bilden ... Ein glänzendes Beispiel bildet das Kraftwerk Gösgen ... Damit unsere künftigen Kraftwerkbauten die Landschaft möglichst wenig stören, sondern bereichern, sollten folgende Gesichtspunkte berücksichtigt werden: Vor allen Dingen ist es wichtig, dass der ... Ingenieur Sinn und Verständnis für die Harmonie der Landschaft hat und dass er ... versteht, seine Bauten in diese einzugliedern. Sodann müssen die Bauten ... technisch einwandfrei und nach wirtschaftlichen Gesichtspunkten konstruiert und dabei möglichst unauffällig ausgestaltet sein ... Ferner muss die Zeitperiode, während der die Bauten kahl in der Landschaft stehen, so viel als möglich abgekürzt werden. Dies kann weitgehend durch die Begrünung von Flächen und die Anpflanzung von Bäumen und Sträuchern erreicht werden. Endlich ist zu empfehlen, die Natur- und Heimatschutzverbände anzuhören und frühzeitig Landschaftsgestalter als Berater zuzuziehen ... Auf diese Art erreichen wir, dass die Kraftwerkanlagen schon nach einigen Jahren eine Zierde der Landschaft werden.» Wenn die Ingenieure als Gestalter der Kraftwerke eine derart ideale Landschaftsgesinnung zum Ausdruck bringen, ist für die künftige Pflege und Nutzung der menschlichen Lebensräume unbedingt Positives zu erhoffen.

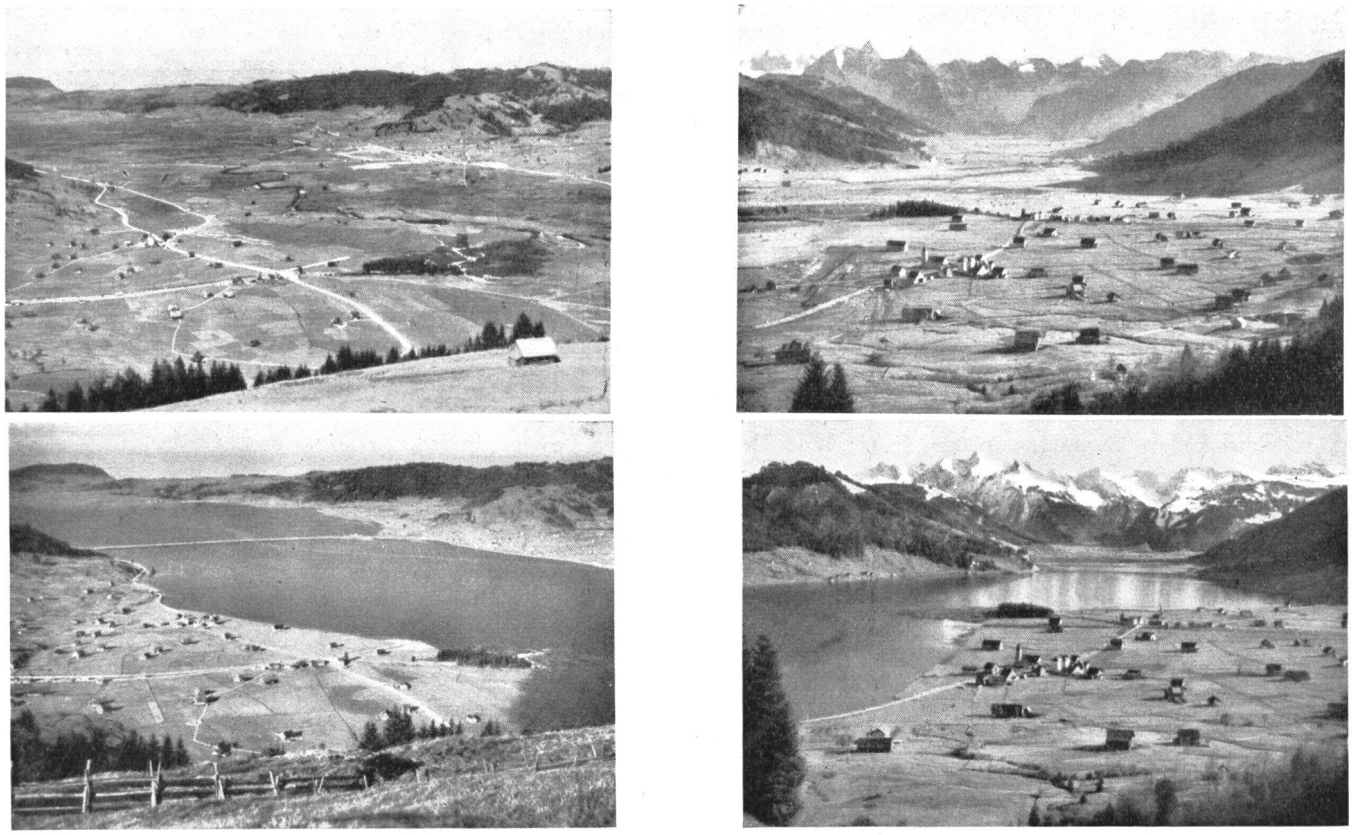


Abb. 4—7. Wandel der Kulturlandschaft im schwyzerischen Voralpenland; durch die Umwandlung des ehemaligen Einsiedler Moores in einen Stausee hat die Gegend nur gewonnen.