

Zeitschrift: Schweizerische Bauzeitung
Herausgeber: Verlags-AG der akademischen technischen Vereine
Band: 68 (1950)
Heft: 40

Artikel: Nacheiszeitliche Seespiegelschwankungen und
Strandlinienverschiebungen am Zugersee
Autor: Bütler, Max
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-58090>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. [Voir Informations légales.](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. [See Legal notice.](#)

Download PDF: 02.04.2025

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

menen Marktpreise sind Berechnungswerte, welche einem «konventionellen» Energiemarkt entnommen worden sind.

Bei der Berechnung des Marktwertes der von einem Kraftwerk erzeugbaren Energie wird unterschieden zwischen der *Minimallerzeugung*, welche auch im wasserarmen Jahr vorhanden ist, und der *Mehrerzeugung*, welche darüber hinaus im Durchschnittsjahr möglich ist. Für diese beiden Hauptkategorien der erzeugten Energie wird ferner für jeden Monat nach Werktags-Tagesenergie sowie Nacht- und Wochenendenergie unterschieden. Der auf diese Art gebildete Marktwert ist also auch konventioneller Natur, gleich übrigens, wie der Betrag der Jahreskosten, welcher für jede Werksgattung unter bestimmten Annahmen berechnet wird. Im Prinzip ist das Verfahren das selbe, wie dasjenige, das vom Konsortium Kraftwerke Hinterrhein bereits in seiner «Berichterstattung an das Eidg. Post- und Eisenbahndepartement» vom 25. Okt. 1944 benutzt wurde.

Prof. Dr. B. Bauer hat zusammen mit Ing. R. J. Oehler ein ähnliches Verfahren angewendet¹⁾, das sich jedoch insofern vom Verfahren der genannten Kommission unterscheidet, als Prof. Bauer den Quotienten Marktwert durch Produktionskosten als Masstab der Eigenwirtschaftlichkeit von Kraftwerken bezeichnet. Im übrigen verwendet Prof. Bauer als Jahr geringster Wasserführung eines auf Grund einer Wahrscheinlichkeitsrechnung bestimmtes konventionelles Minimaljahr; er rechnet also mit minimalen Wassermengen gleicher Wahrscheinlichkeit des Auftretens für die ganze Schweiz, im Gegensatz zur Bewertungs-Kommission, welche das für die ganze Schweiz wasserarme hydrographische Jahr 1920/21 zugrunde legt.

Es würde eine grosse Vereinfachung bedeuten, wenn von nun an alle Projekte auf Grund dieser Richtlinien aufgestellt werden könnten, die ebenso für Niederdruck- als auch für Hochdruckwerke gelten; allerdings vermögen diese Richtlinien nur für den Vergleich von Projekten unter sich einen zuverlässigen Masstab zu geben, nicht aber für die Eigenwirtschaftlichkeit der einzelnen Projekte. Sie vermitteln aber doch in der Gesamtfrage der Wirtschaftlichkeit von Wasserkraftanlagen einen viel besseren Einblick und liefern somit einige wertvolle Anhaltspunkte für die allgemeine Beurteilung der Ausbauwürdigkeit von Kraftwerkprojekten.

IV. Ueber die Grösse der verfügbaren Wasserkräfte

Wie bereits oben unter Abschnitt II festgestellt wurde, ergaben die bisherigen Schätzungen der verfügbaren Wasserkräfte stark voneinander abweichende Zahlen. Es dürfte daher zunächst die Frage nach der oberen Grenze der gesamten Rohwasserkraft aller schweizerischen Gewässer interessieren. Das Eidgenössische Amt für Wasserwirtschaft hatte im Jahre 1939 für die Landesausstellung in Zürich diese Rohwasserkraft ermittelt. Es benützte hierzu die hypsographischen Karten der Schweiz und die gemessenen Werte des mittleren Jahresabflusses in den verschiedenen Höhenlagen (Bild 3). Daraus lässt sich eine mittlere Abflussmenge von 1330 m³/s und ein mittleres Bruttogefälle von 1260 m ableiten, was einer mittleren Leistung von 16,4 Mio kW, bzw. einer theoretischen jährlichen Energiemenge von 144 Mrd kWh im Durchschnitt vieler Jahre entspricht.

Wie aus Bild 4 hervorgeht ist diese Rohwasserkraft auf die verschiedenen Monate des Jahres ungünstig verteilt: Der kleinste Wert im Februar beträgt nur rd. ein Zehntel des Maximums im Juli.

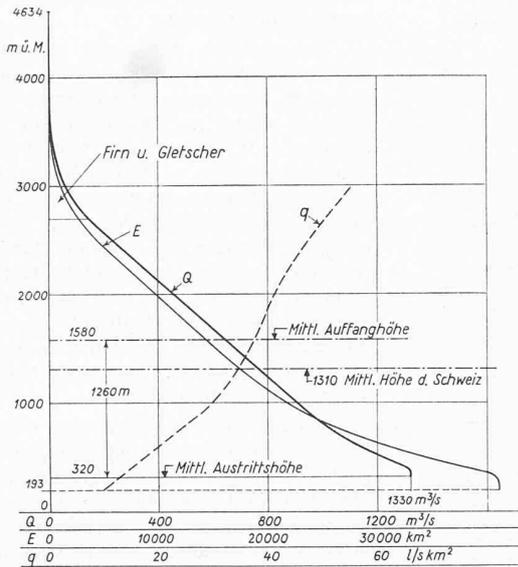


Bild 3. Ermittlung der Rohwasserkraft P aller fließenden Gewässer in der Schweiz im Durchschnitt vieler Jahre. Total: Q = 1330 m³/s; H = 1260 m; P = 16,4 Mio kW

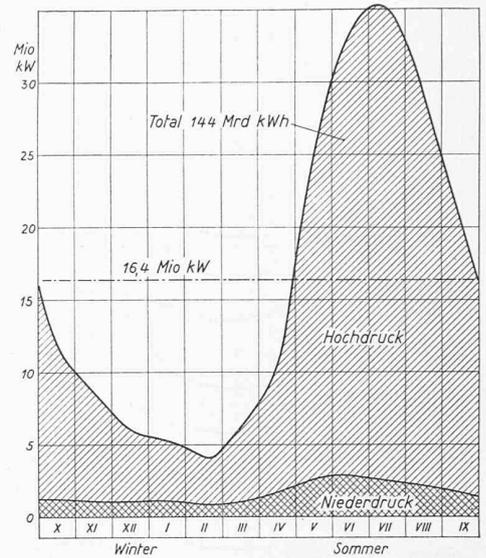


Bild 4. Monatliche Verteilung der Rohwasserkraft aller fließenden Gewässer der Schweiz im Durchschnitt vieler Jahre

Von dieser gewaltigen Rohenergiemenge von 144 Mrd kWh pro Jahr ist aber nur ein kleiner Teil praktisch verwertbar. Im Jahre 1949 betrug die mittlere jährliche Produktionsmöglichkeit aller bestehenden Kraftwerke rd. 12 Mrd kWh; im Bau befinden sich heute Kraftwerke, die im Maximum rd. 2,3 Mrd kWh jährlich werden erzeugen können. 10% der Rohwasserkräfte sind also heute bereits ausgebaut oder im Bau begriffen. Ich werde Ihnen in meinen weiteren Ausführungen zeigen, dass die noch ausbauwürdigen verfügbaren Wasserkräfte ungefähr so gross sind, wie die bereits ausgebauten und im Bau begriffenen. Es ergibt sich daraus die Feststellung, dass die gesamten ausbauwürdigen Wasserkräfte der Schweiz rd. 20% der in der Natur vorhandenen Rohwasserkräfte betragen. (Forts. folgt)

Nacheiszeitliche Seespiegelschwankungen und Strandlinienverschiebungen am Zugersee

Von Dipl. Ing. MAX BÜTLER, Cham DK 551.481.1 (494.33)

Das Problem vorzeitlicher Seespiegelschwankungen interessiert, rein wissenschaftlich gesehen, besonders die Geologie, die Hydrologie, die Klimatologie und die Archäologie. Von der praktischen Seite her steht die Ingenieurwissenschaft damit im engsten Zusammenhang, weil die Strandlinienverschiebungen z. T. nicht tragfähige Baugründe wie Lehm-See- Kreide-Moorböden bedingen, z. T. gefährliche Nebenerscheinungen aufkommen lassen wie Gleitflächen, ungleiche Senkungen, variable Stauverhältnisse, hydrostatische Druckschwankungen, wandernde Brandung, Vibrationen.

So ist die kunstgerechte Ausführung von Tiefbauten wie Brücken, Dämme, Düker, Schächte, Quaibauten, Moorkanäle, Strandsiedlungen, ja selbst der Ertrag von Kulturflächen, direkt von der Lage der Strandlinie abhängig. Die Bedeutung dieser Frage wird noch klarer, wenn man sich der Senkungen, Gleitbewegungen und Rissebildungen an alten und modernen Tief- und Hochbauten, sowie der Uferschlipfe bewusst wird.

Die grossen Wasserspiegelschwankungen der urzeitlichen Seen waren teilweise, sogar vorwiegend Klimazeiger, weil die Wasserspiegellagen mit den Schwankungen der Niederschläge parallel gingen. Sogar der regulierte, moderne Zugersee folgt heute noch den Schwankungen der Schweizergletscher, bzw. den Klimaschwankungen, also den Schwankungen der Sonnenflecken.

Andererseits ist jeder Seespiegel von der Höhenlage der Abflussschwelle abhängig; er ist also Funktion der natürlichen Verlandung des Abflusses und seiner Stauhaltung.

Die Wasserspiegel der meisten alpinen Randseen und der Juraseen sind nach Ende Eiszeit (Magdalénien) gesunken. Doch haben ihre Seespiegel in der Folge unzählige Zwischenschwankungen, Hebungen und Senkungen erfahren. Erst seit etwa der Römerzeit machte sich die künstliche Stauhaltung geltend.

¹⁾ SBZ 1948, Nr. 38, S. 517*.

Die praktische Rekonstruktion der Seespiegelschwankungen stützt sich auf stratigraphische Geländeaufschlüsse, alte Strandterrassen, Strandkanten, Kolkkehlen, Bachdeltas, Moore, Seekreidelagen, prähistorische Kulturschichten, zoologische und botanische Zeugnisse. Wir wählen als Untersuchungsobjekt den Zugersee (Bild 1), weil in seinem Strandgebiet vielseitige Belege erfassbar sind.

Geologische Verhältnisse des Zugersees

Das Seebecken ist ein dreifach gekuppelter Felstrog, eingetieft in die nördlich flache, in der Mittelzone gefaltete und in die südlich aufgeschobene Molasse. Dank der eiszeitlichen lehmigen Moränen und der jungen Seetone und Seekreiden ist das Seebecken völlig abgedichtet. Die Undurchlässigkeit des Seebeckens liess sich besonders in den Trockenjahren 1911, 1920/21 und 1947 nachweisen.

Geostatisch gesehen erscheint das Seebecken, einschliesslich Zürichsee und Vierwaldstättersee, seit etwa 4000 Jahren hinsichtlich grober vertikaler Verschiebungen starr, indem alte Strandlinien und Kulturschichten an den Seeumfängen verhältnismässig das selbe Niveau aufweisen. Damit sind natürlich Kleinverschiebungen durchaus nicht ausgeschlossen. Solche sind im Sinne der Geophysik sogar künftighin zu erwarten auf der «starrten» Erdrinde, die unstarr ist.

Seit Ende Eiszeit haben die jungen Wildbäche das Bergland zerschnitten, Geschiebe, Sande, Lehm ins Tal gebracht, die seichten Uferzonen verlandet, so den Artherboden, das Fenn beim Kiemen, das Moor bei Rotkreuz und das Lorzedelta zwischen Baar, Zug und Cham. Demnach verlandeten im Laufe der Jahrtausende der Seeüberlauf beim Gehöft Plegi und ungefähr gleichzeitig der Stammlauf der Lorze bei Cham. Die Verlandung war bestimmend für die Höhe des damaligen Seespiegels. Zeitweilig vertieften intermittierende Hochwasser die beiden Ueberlaufschwelen und senkten den Seespiegel automatisch mit Rückzug der Strandlinie. Schliesslich blieb nur der Ablauf im heutigen Lorzetal, dessen Höhenlage auf endeiszeitliche Vorstösse, also auf Eisschurf und auf die Erosion der Urlorze zurückzuführen ist. Aehnlich dem heutigen Pegeldiagramm muss das postglaziale Pegeldiagramm ausgesehen haben, mit hundertfachen Spitzen und Senken, doch wohl mit grösseren Amplituden als heute.

Belege für die Seespiegelschwankungen

In geologischer Hinsicht weisen die Seeablagerungen der flachen Bachdeltas des Artherbodens, des Fenns, des Lorzedeltas auf sehr alte Hochstände hin. Hochliegende Dauerwasserstände gehen ferner hervor aus markanten Strandterrassen wie bei Arth, Otterswil, Zug, Sumfbucht, Cham,

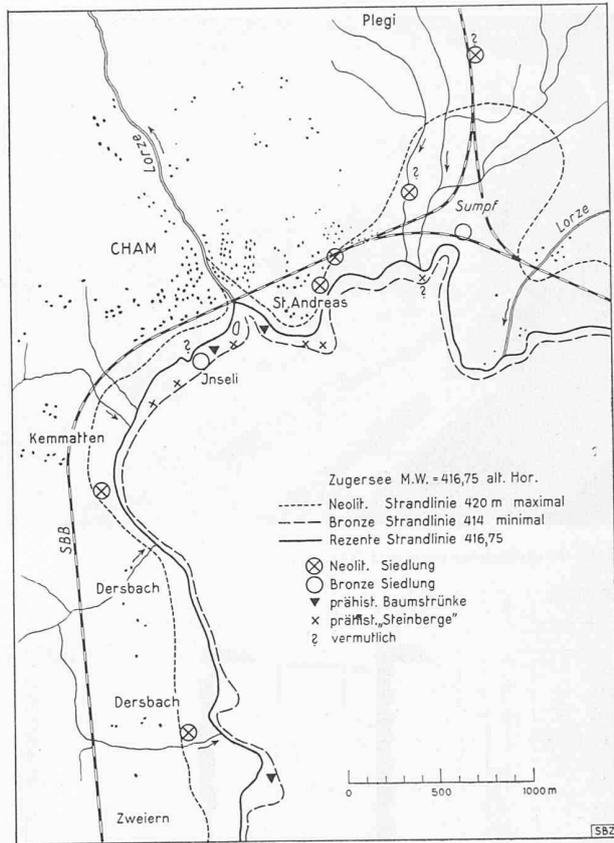


Bild 1. Das Ufer der Nordwestecke des Zugersees, 1 : 40000

Buonashalbinsel und Immensee an der Kiemensüdlehne. Sublakustre Felsterrassen verraten einstige Tiefstände des Zugersees, wie jene zwischen Walchwil/Arth und am Kiemen. In gleicher Weise belegen die Schelfe (das sind ertrunkene Vorländer, mit Schilf bestanden) Dauertiefstände, begleitet oft mit Kolkkehlen. Zu erwähnen sind die Schelfe von Zug, Cham, Zweiern.

Zum Erkennen früherer Strandlinien dienen ferner die zoologischen Belege der Strandzone, die mit ihren Fossilien Landtiere und Seetiere scharf voneinander trennen.

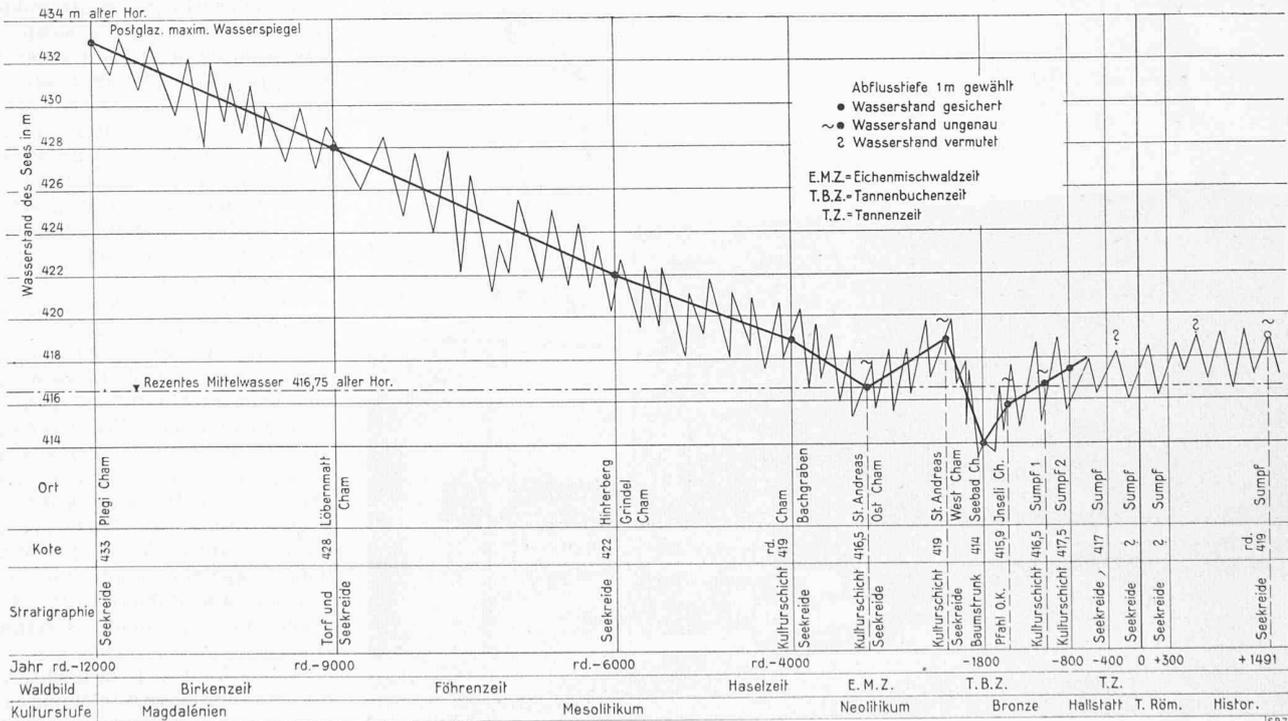


Bild 2. Wasserstände des prähistorischen Zugersees, Rekonstruktion gemäss stratigraphischen und Kulturschicht-Belegen



Bild 1. Modellaufnahme aus Südosten

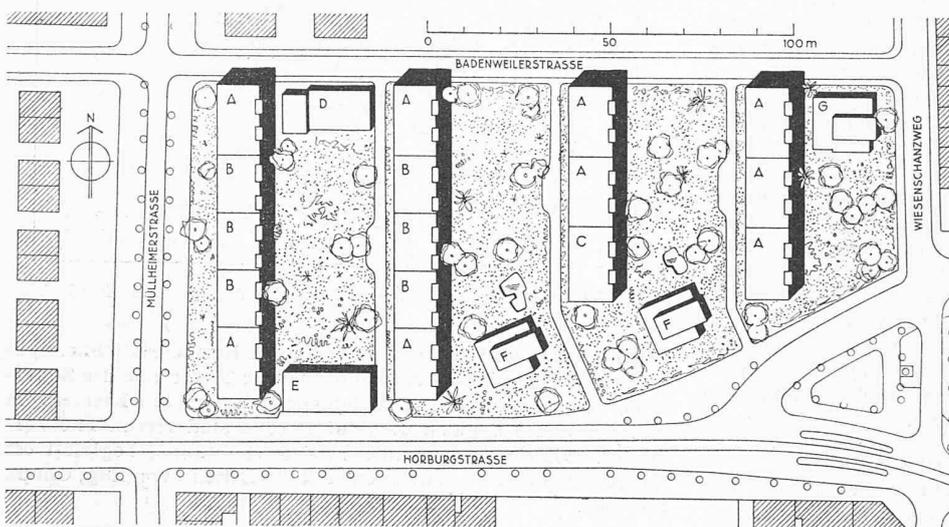


Bild 2. Ciba-Siedlung an der Horburgstrasse in Basel, Masstab 1:2000. — A B C Wohnungstypen, D Freizeitwerkstatt, E Warenladen des ACV, F Kindergarten, G Kinderkrippe



Bild 3. Blick von Osten, Standpunkt beim östlichen Kindergarten

Am Zugersee sind wertvoll die botanischen Klimazeugen in Form von prähistorischen, sublakustren Baumstrünken, die sich im Schelf bei Cham und Zweiern vorfinden. Weil die 3 Baumstrünke über 1 km voneinander entfernt liegen und ihre Standorte keine wesentliche Senkung zulassen, kann nur eine Tieflage des Seespiegels im Keimstadium und während dem Wachstum der Bäume (Tannen) in Frage kommen.

Zu den botanischen Belegen haben wir noch die fossilen Pflanzenpollen alter Seesedimente zu deuten. Die Pollenanalyse bzw. das Pollenspektrum gibt Aufschluss über das Waldbild, d. h. die prozentuale Zusammensetzung des Waldes bezüglich Baumspesien zu gegebener Zeit. Weil das Waldbild oder der Pollenhorizont einem bestimmten Zeitabschnitt entsprechen, kann dank dem Niveau des Pollensedimentes in jenem Zeitpunkt der zugehörige Seespiegel ermittelt werden. Es ist ohne weiteres klar, dass bei dieser Datierungsmethode Vorsicht am Platze ist.

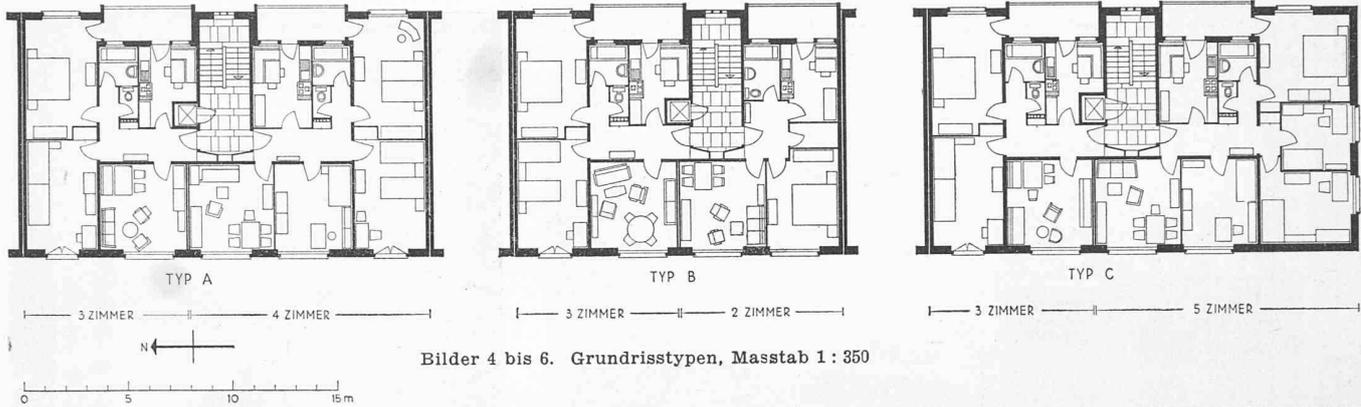
Endlich beweisen archäologische Funde in Form mesolithischer, neolithischer, bronzzeitlicher und jüngerer Artefakte, daneben sublakustre, auf bestimmtes Niveau abgewitterte Pfahlköpfe vorzeitlicher Pfahlgruppen ganz bestimmte Mittelwasserstände vergangener Epochen.

Im Rayon von Cham, zwischen der Halbinsel St. Andreas, Inselipark und Zweiern, lassen die tiefsten Pfahlgruppen, drei sublakustre Tannenstrünke, die Seefurren, die Kolkkehlen, fünf verschiedene «Steinberge» (grosse verflachte Geröllager mit Platten, künstlich herbeigeschafft und über Seekreide deponiert), sowie der ausgedehnte Schelf auf einen viel tiefer liegenden Dauerwasserstand schliessen.

Der fragliche minimale Seesstand mag rd. 3 m unter dem rezenten Mittelwasserstand gelegen haben. Es war wahrscheinlich zur Bronzezeit, und der Zugersee intermittierend sogar Binnensee, ein Tümpel.

Der chronologisch geordnete Zusammenhang zwischen den Wasserspiegelschwankungen, den geologischen Aufschlüssen und den Kulturschichthöhen geht aus dem schematischen Wasserspiegel-diagramm (Bild 2) und aus dem Lageplan (Bild 1) hervor. Nach der gleichen Methode konnte in grossen Zügen am Zürichsee und am Vierwaldstättersee das urzeitliche «Pegeldiagramm» abgeleitet werden, als Rekonstruktionsversuche, die zwar nicht vollkommen sind.

Wir erkennen jetzt leicht, dass die Strandlinienverschiebungen die Baugründe und mit ihnen das Siedlungsbild der Vorzeit beeinflussten.



Bilder 4 bis 6. Grundrisstypen, Masstab 1 : 350

Daraus, dass im Inland und Ausland viele Autostrassen und Eisenbahnen die Seen umsäumen, dass Moore und alte Strandböden oft weithin den Baugrund für Strassen, Bahnen und Häuser bilden, geht die Wichtigkeit obiger Beobachtungen und ihrer Ausdeutung zur Genüge hervor. Es handelt sich nicht darum, nur lokale Bodenaufschlüsse zu kennen, sondern die ganze chronologische Entwicklung einer Seelandschaft zu erfassen. Wir könnten endlich auf eine grosse Zahl älterer und neuerer Bauobjekte im Bereich alter Strandzonen in unserem Lande verweisen, die z. T. seit Jahrzehnten in Bewegung sind, oder wesentliche Risseschäden aufweisen. Es betrifft sowohl Hochbauten, als Tiefbauten, worunter Bahnbauten am Zugersee, Zürichsee, Vierwaldstättersee, Walensee, Aegerisee, Bodensee. Im Speziellen ist an verschiedene Uferschlipfe, Uferabbrüche, so am Zugersee, am Zürichsee, am Genfersee zu erinnern.



Bild 7. Blick aus Westen

Wohnbauten im Horburgareal der Ciba in Basel

Architektengemeinschaft:
A. GFELLER, H. VON DER MÜHLL
& P. OBERRAUCH, Basel
DK 711.582.2 (494 23)

Die Ciba führte im Jahre 1946 unter fünf eingeladenen Architekten einen engeren Wettbewerb (siehe SBZ 1947, S. 117*, S. 258 und «Werk» 1947, Nr. 5) zur Erlangung von Entwürfen für die Ueberbauung ihres Areals an der Horburgstrasse durch. Im Programm waren rd. 150 Zwei-, Drei-, Vier- und Fünfzimmerwohnungen für Arbeiter und Angestellte des Unternehmens vorgesehen, die solchen Werkangehörigen dienen sollten, die in der Nähe des Betriebes wohnen müssen. Das Preisgericht empfahl der Leitung der Ciba, die Ausführung dem mit dem ersten Preise ausgezeichneten Projektverfasser A. Gfeller zu übertragen. Der Entwurf sah fünf parallel gestellte, Ost-West orientierte, viergeschossige Baukörper vor. Der Auftrag für die Ausführung wurde an A. Gfeller

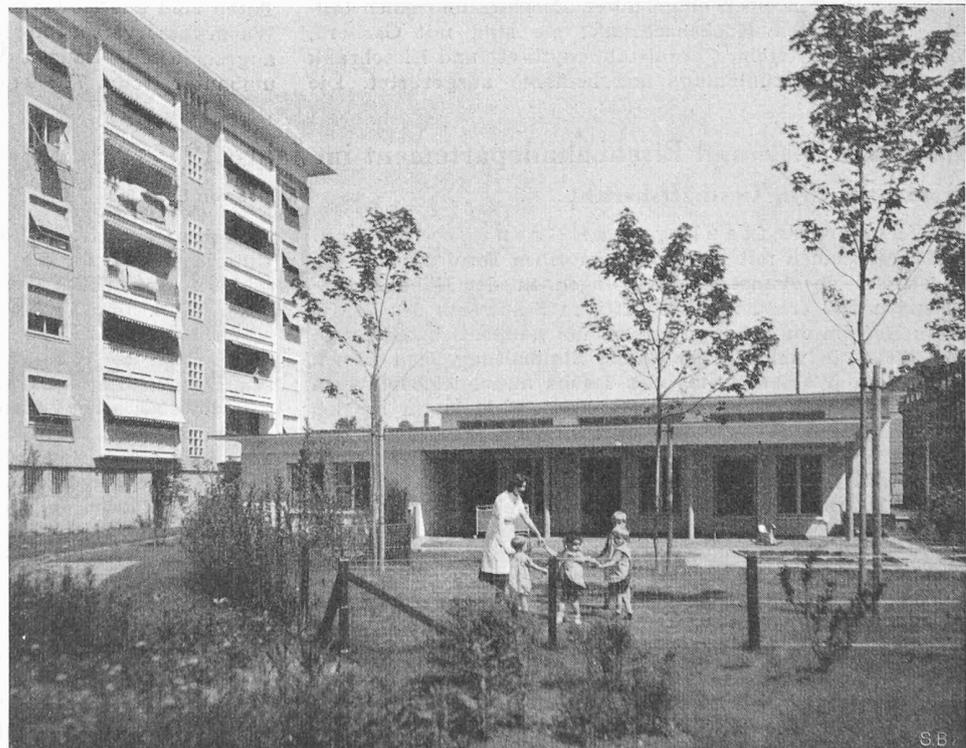


Bild 8. Kindergartengebäude