Der Schattenwurf von Gebäuden

Autor(en): **Marti, Hans**

Objekttyp: **Article**

Zeitschrift: **Schweizerische Bauzeitung**

Band (Jahr): **70 (1952)**

Heft 29

PDF erstellt am: **28.04.2024**

Persistenter Link: https://doi.org/10.5169/seals-59644

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

70. Jahrgang

Nachdruck von Bild oder Text nur mit Zustimmung der Redaktion und nur mit genauer Quellenangabe gestattet
Der S. I. A. ist für den Inhalt des redaktionellen Teils seiner Vereinsorgane nicht verantwortlich

Nummer 29

Der Schattenwurf von Gebäuden

Von Arch. HANS MARTI, Zürich DK 628.9.021.13:72

Bei den heute üblichen Bebauungsarten werden der Bemessung der Grenz- und Gebäudeabstände Erfahrungswerte zu Grunde gelegt, die auf anerkannten Regeln beruhen, auf die wir aber hier nicht eintreten wollen. Die Gesetze sind gegeben; Nachteile, die durch den Schattenwurf eines üblicherweise zulässigen Gebäudes auf seinen Nachbargrundstücken entstehen, nimmt man hin, ohne die Entschädigungsfrage aufzurollen. Anders liegen die Verhältnisse bei der nun auch bei uns einsetzenden Hochhausbebauung. Der Schattenwurf solcher Gebäude ist noch wenig abgeklärt. Erfahrungswerte fehlen und die bisher gültigen Gesetze sind nur beschränkt anwendbar. Aufgabe dieser Untersuchung soll daher sein, das Verhalten des Schattens, sein Wandern und vor allem die Dauer seines Liegenbleibens auf der ein Gebäude umgebenden Grundfläche zu prüfen. Die Länge eines Schattens, die vielfach als «statische» Gegebenheit dargestellt wird, genügt zur Abklärung der Beschattungsdauer nicht. Auch die oft verwendeten Querschnitte durch Gebäude mit eingezeichneten Einfallsrichtungen von Sonnenstrahlen an bestimmten Tagen und meistens beliebig gewählten Tagesstunden sind als mangelhaft zu bezeichnen, weil sie den Ablauf einer sehr komplizierten Bewegung nur in einer beschränkten Anzahl von Phasen festhalten.

Im Verlauf des Tages wandert der Schatten von Westen über Norden nach Osten um das schattenwerfende Objekt herum. Im Verlaufe des Jahres zeichnen sich an den Tagesstunden verschiedene Schattenlängen und Schattenrichtungen ab, die in der SBZ vom 19. Mai 1951 von Prof. H. Gugler in seinem Aufsatz «Die Besonnung von Gebäuden in den verschiedenen Jahreszeiten und Tagesstunden» (SBZ 1951, Nr. 20, S. 276*) eingehend beschrieben worden sind. Gugler untersuchte den Schattenwurf eines senkrechten Stabes von bestimmter Länge und wies nach, dass die Spitze dieses Stabes einen Schattenpunkt erzeugt, der auf seiner Tagesreise einem Hyperbelast folgt. Im Sommer ist dieser Ast vom Fusspunkt des Stabes aus betrachtet konvex, im Winter konkav. An den Tagen der Tag- und Nachtgleiche wandert der Schattenpunkt auf einer West-Ost verlaufenden geraden Linie.

Wie sich die Tages- und Jahreswanderungen des Schattens eines Turmhauses mit quadratischer Grundfläche und einer Höhe von zweieinhalbfacher Seitenlänge des Grundrissquadrates veranschaulichen lassen, zeigt das Bild 1. Die Aussenwände des Gebäudes sind Nord-Süd- bzw. Ost-West gerichtet; die Grundfläche ruht auf einer Horizontalebene; links ist der Schattenverlauf bei Ortszeit, rechts bei Mitteleuropäischer Zeit dargestellt. Die Schattenflächen sind für Zürcher Verhältnisse an den geraden Tagesstunden und den von Prof. H. Gugler be-

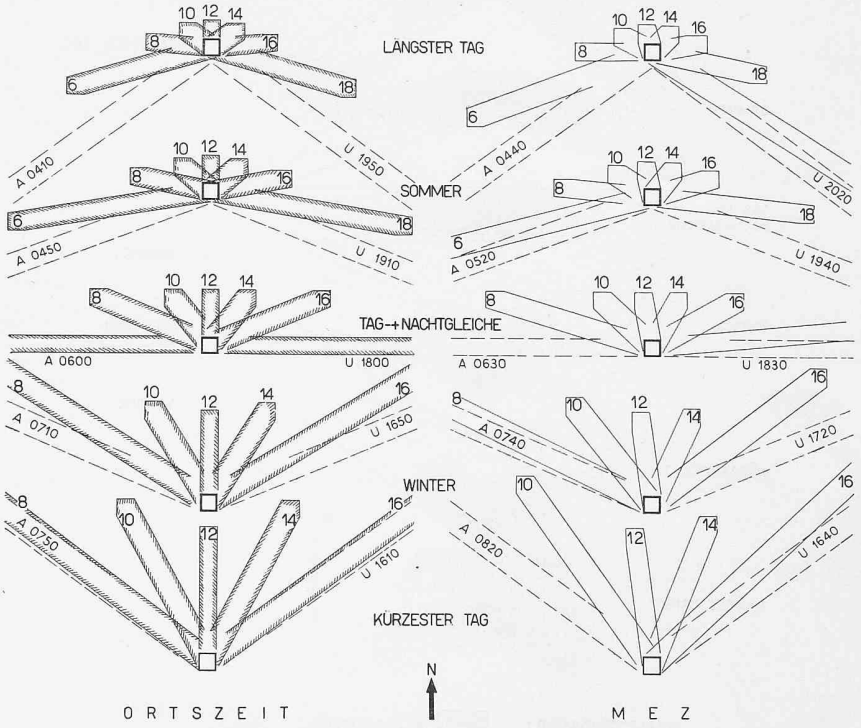


Bild 1. Tages- und Jahreswanderung des Schattens eines Gebäudes mit quadratischer Grundfläche, Höhe = zweieinhalbfache Seitenlänge des Grundquadrates, links Ortszeit, rechts MEZ.

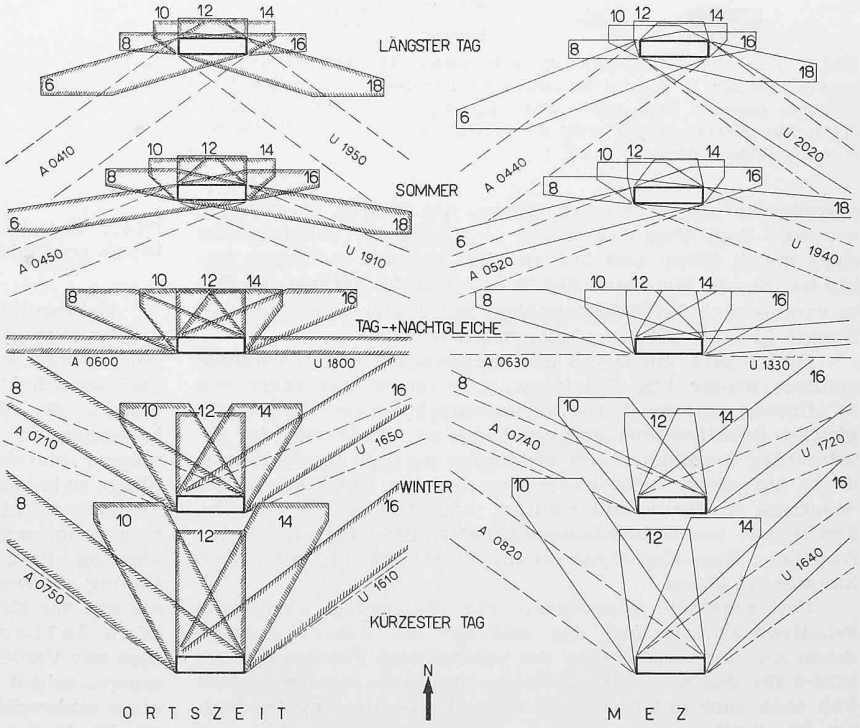


Bild 2. Tages- und Jahreswanderung des Schattens eines langgestreckten Gebäudes mit gleicher Höhe und vierfacher Grundfläche des im Bild 1 dargestellten Hauses.

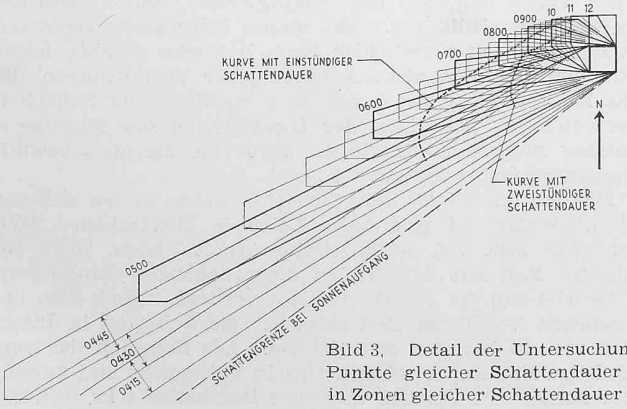


Bild 3. Detail der Untersuchungsmethode. Der Schatten wurde alle 15 Minuten gezeichnet. Es wurden die Punkte gleicher Schattendauer aufgesucht. Dadurch wird die im Verlaufe eines Tages beschattete Fläche in Zonen gleicher Schattendauer aufgeteilt.

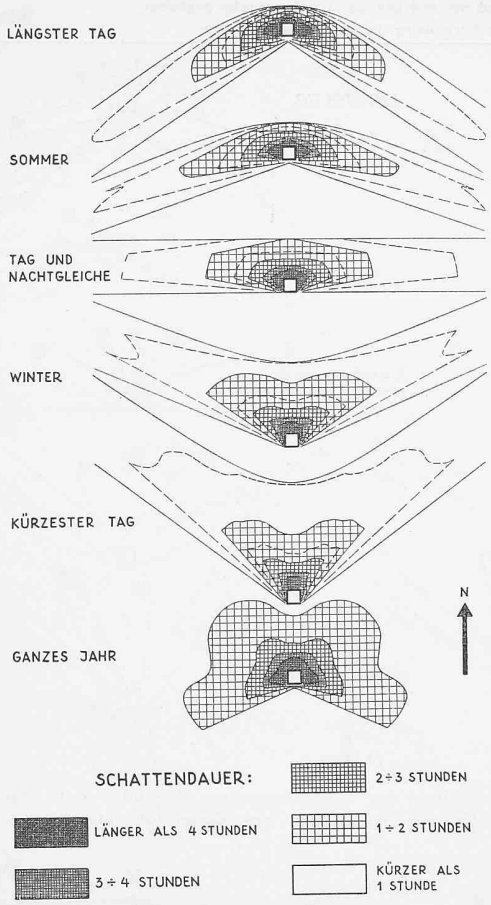


Bild 4. Das An- und Abschwellen der beschatteten Flächen des Gebäudes aus Bild 1. Dargestellt sind neun für die verschiedenen Jahreszeiten typische Tage (siehe Prof. H. Gugler, SBZ 1951, Nr. 20, S. 276*). Die unterste Figur stellt die gesamte während des Jahres beschattete Fläche dar.

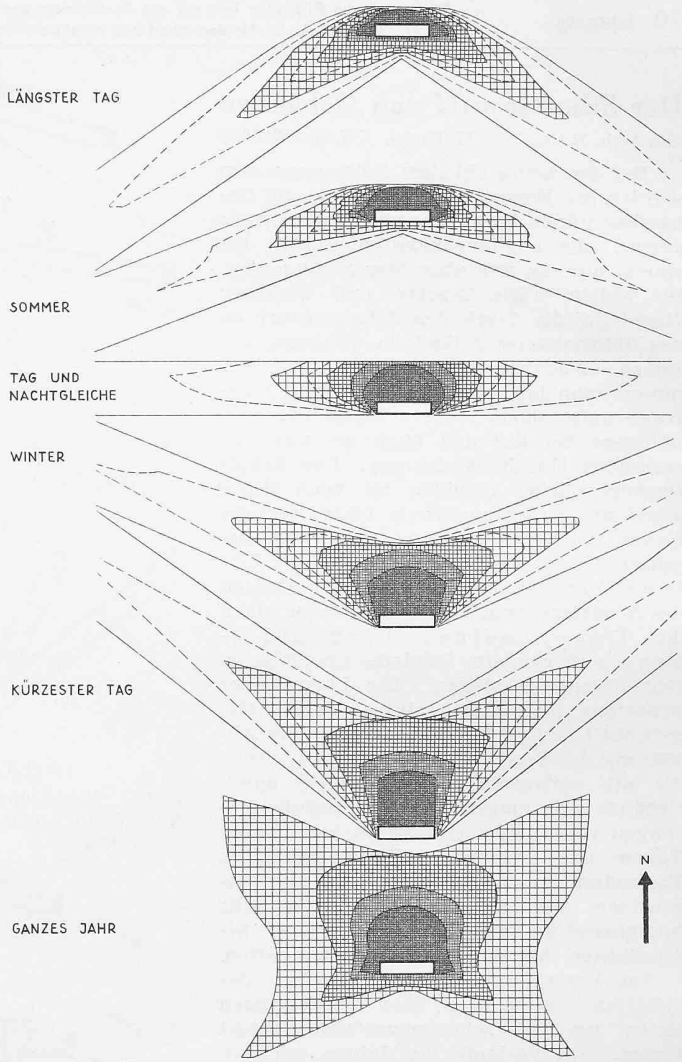


Bild 5. Das An- und Abschwellen der beschatteten Flächen des Gebäudes aus Bild 2, Hauptaxe Ost-West.

schriebenen neun typischen Tagen des Jahres eingetragen worden. Zum Vergleich wurde in Bild 2 der Schattenwurf eines gleich hohen und breiten aber viermal so langen Gebäudes, dessen Hauptaxe Ost-West verläuft, dargestellt. Der so veranschaulichte Schattenablauf zeigt, dass es möglich ist, Punkte gleicher Schattendauer aufzusuchen.

Bild 3 gibt ein Detail der angewandten Untersuchungsmethode wieder. Der Schattenwurf wurde in Intervallen von 15 Minuten gezeichnet. Die Verbindungslinien der Punkte mit gleicher Schattendauer grenzen Zonen ab, die je nach der gewünschten Genauigkeit eine bestimmte mittlere Beschattungsdauer aufweisen. Wir haben uns mit der Unterteilung des Schattens in Zonen von einhalb-, anderthalb-, zweieinhalb-, dreieinhalb- und mehrstündiger Schattendauer begnügt, in der Annahme, diese Einteilung sei für die Bedürfnisse der Praxis hinreichend genau.

Die zwischen Sonnenauf- und -untergang ablaufende Schattenbewegung und das während des Jahres stattfindende An- und Abschwellen der beschatteten Flächen sind im Bild 4 für das zuerst beschriebene Turmhaus wiedergegeben. Von oben nach unten sind die Verhältnisse am längsten Tag, am 30. April und 10. August, an den Tagen der Tag- und Nachtgleiche, am 29. Oktober und 9. Februar und am kürzesten Tag abgebildet. Die unterste Figur ist der Zusammenzug des Schattenablaufes während des ganzen Jahres. Dieser Figur können nun die Punkte des Geländes entnommen werden, die während des ganzen Jahres nie länger als eine bestimmte Anzahl Stunden beschattet werden. In den oberen Figuren kann man feststellen, in welcher Jahreszeit und zu welchen Tagesstunden ein Punkt im Schatten liegt und wie lange er beschattet wird. Zum Vergleich wurde auch der Schattenablauf für das langgestreckte Gebäude aus Bild 2 konstruiert (Bild 5). Dieses Gebäude wurde dann mit der Hauptaxe nach Nord-Süd gerichtet (Bild 6) und schliesslich in die Südost-Nordwest bzw. Nordost-Südwestrichtung abgedreht, wovon wir nur die erste Lage wiedergeben (Bild 7), denn die zweite ist in bezug auf die Nord-Südaxe spiegelbildlich.

Bei den bisher untersuchten Fällen handelt es sich immer um Objekte gleicher Höhe. Es wäre nun eigentlich Aufgabe einer ähnlichen Untersuchung, die Veränderungen der Zonen gleicher Schattendauer bei variabler Höhe zu prüfen und Vergleiche der Beschattungsdauer bei verschiedenen Ueberbauungsarten anzustellen. Die sehr zeitraubende Arbeit müsste interessante Ergebnisse in bezug auf die Zusammenhänge zwischen der Ausnutzung des Bodens und der Einbusse an Sonnenlicht zu Tage fördern. Diese Frage stellt sich immer dann, wenn ein Hochhaus bewilligt werden soll. Wir konnten diese Untersuchung nicht mit den uns zur Verfügung stehenden Mitteln durchführen und waren daher froh, als uns der Kantonsbaumeister des Kantons Solothurn, Arch. Max Jeltsch, seine in dieser Richtung angestellten Studien zur Veröffentlichung zur Verfügung stellte. Diese Zeichnungen zeigen den Schattenverlauf verschiedener Höhepunkte eines senkrechten Stabes und zwar am längsten Tag (Bild 8), an den Tagen der Tag- und Nachtgleiche (Bild 9) und am kürzesten Tag (Bild 10). Mit diesen Kurvenscharen lassen sich die Schatten verschieden hoch liegender Punkte leicht bestimmen. Wäre es nicht Aufgabe jener Verwaltungen, die heute Hochhäuser selbst bauen oder bewilligen, die Schattenuntersuchungen als eine der Grundfragen der Hochhausbebauung gründlich abzuklären, bevor die Hochhausbewilligungspraxis fortgesetzt wird?

Die von uns abgeleiteten Schattenflächen lassen sich auf einfache Weise auf praktische Beispiele übertragen. Man muss zwar sehr viel zeichnerische Arbeit leisten, wenn ein konkreter Fall mit verschieden dimensionierten Baukörpern zur Beurteilung des Schattenwurfes vorliegt. Nach dem beschriebenen Verfahren sind zunächst die Schatten in Intervallen von 15 Minuten zu zeichnen. Die Schatten der verschiedenen Baukörper müssen einzeln untersucht und miteinander kombiniert werden, was vom Bearbeiter sehr viel Ge-

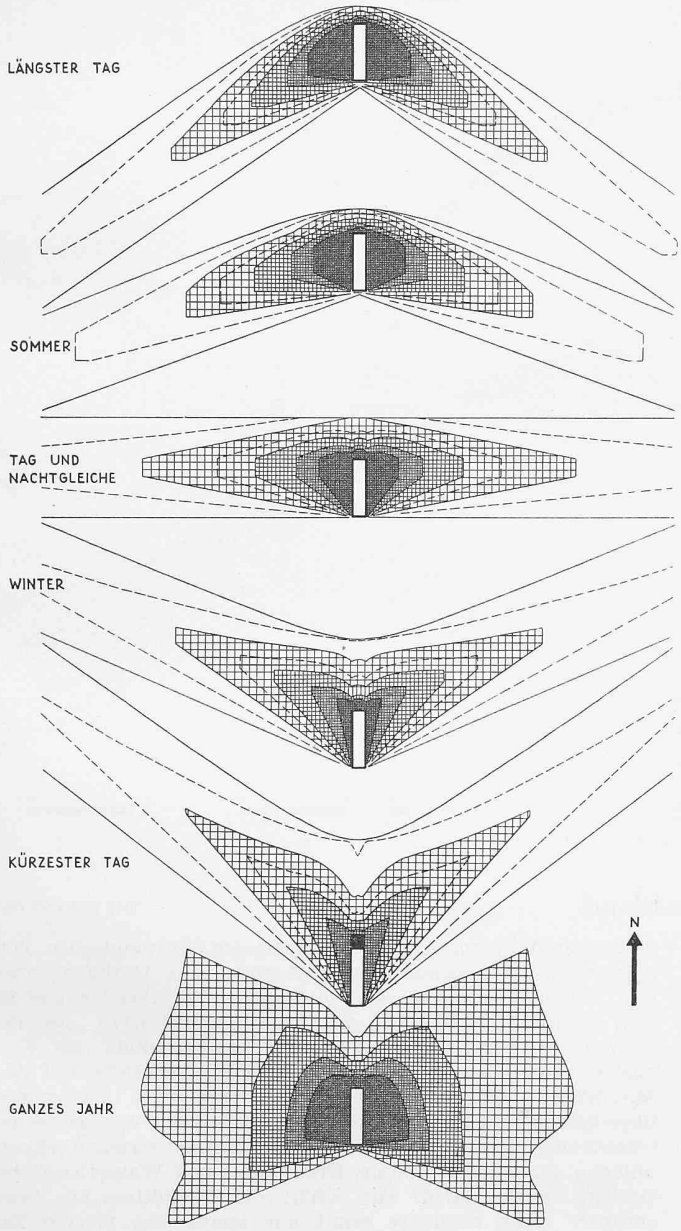


Bild 6. Das An- und Abschwellen der beschatteten Flächen des Gebäudes aus Bild 2, Hauptaxe Nord-Süd.

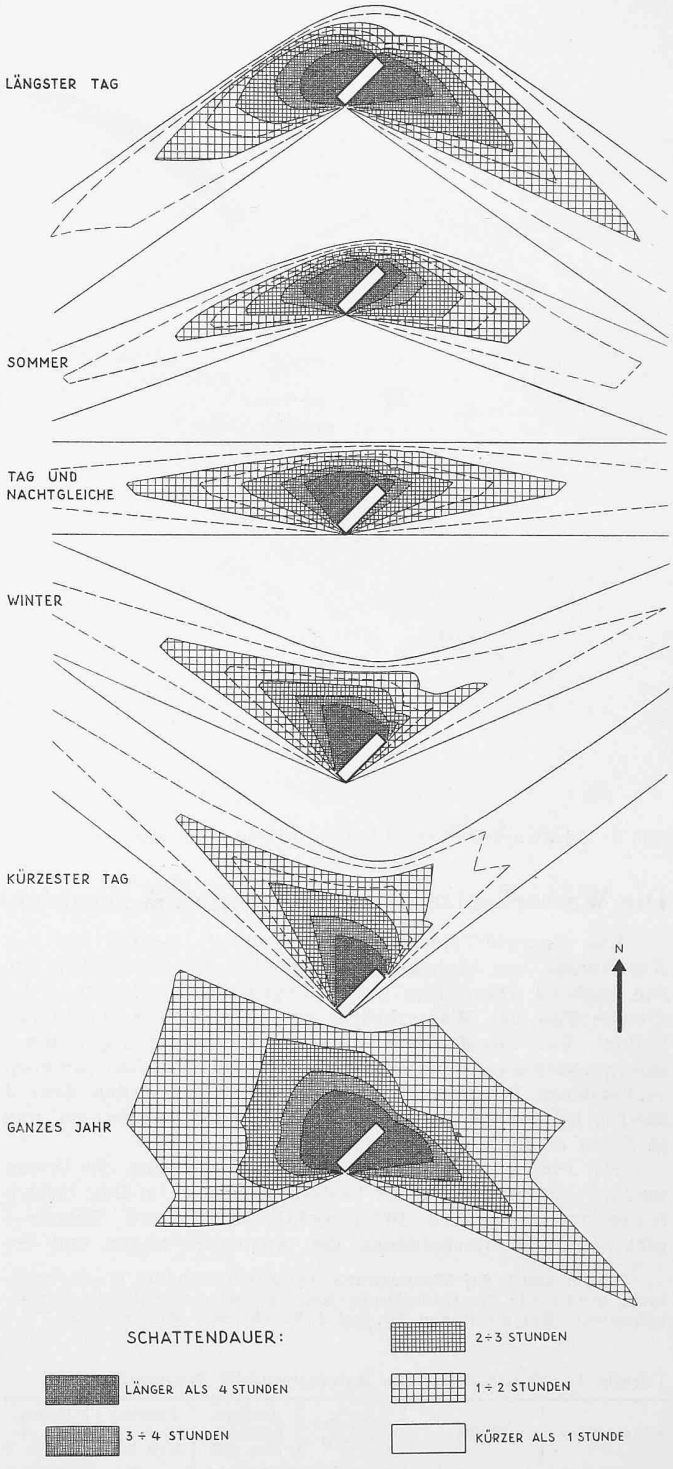


Bild 7. Das An- und Abschwellen der beschatteten Flächen des Gebäudes aus Bild 2, Hauptaxe Nordost-Süwest.

duld und grosses Vorstellungsvermögen und vor allem exakteste Kenntnisse der Regeln der Darstellenden Geometrie erfordert.

Wir geben zur Vervollständigung dieses Aufsatzes einen solchen Fall aus der Praxis wieder. Es handelte sich dabei darum, festzustellen, ob ein im Bau befindlicher Neubau von 27 m Höhe, der quer zur Baulinie errichtet wird, mehr Schatten auf zwei benachbarte Liegenschaften wirft als die sonst auf dem Bauareal gemäss Bauzonenplan und Baureglement zulässige Bebauung (Bild 11). Von den verschiedenen Varianten einer Bebauung mit Mehrfamilienhäusern wurde der für die betroffenen Bauten A und B ungünstigste Fall gewählt, wo die Blocks längs der Baulinie errichtet worden wären. Das Ergebnis dieser Untersuchung, die nur für die typischen Sommer- und Wintermittelwertstage ausgeführt worden ist, lautet kurz zusammengefasst wie folgt:

a) Das im Norden des Neubaues liegende Grundstück erhält im Sommer weder vom im Bau befindlichen Neubau noch von der zonengemässen Bebauung Schatten. Im Winter erhält das Grundstück vom Neubau durchschnittlich 1 h 50' weniger lang Schatten; das Gebäude liegt sogar 2 h 4' länger in der Sonne. Diese Verbesserung der Verhältnisse tritt in den Morgenstunden zwischen 7 h 40' und 10 h ein.

b) Das im Westen des Neubaues liegende Grundstück erhält im Sommer vom im Bau befindlichen Neubau durchschnittlich gleich viel Schatten wie bei zonengemässer Bebauung. Das Gebäude liegt 43' weniger lang im Schatten, wenn das Hochhaus errichtet wird. Die zonengemässe Bebauung würde ihm in den frühen Morgenstunden zwischen 5 h 20' und 8 h 55' Sonne entziehen. Im Winter sind die Verhältnisse aber umgekehrt. Der Neubau verursacht gegenüber der zonengemässen Bebauung eine längere Beschattungsdauer. Diese beträgt für das Grundstück 7' und für das Gebäude 43'; sie zeigt sich in den späten Morgenstunden zwischen 10 h 45 und 11 h 45'. Dieses Ergebnis ist in Bild 12 dargestellt.

Dem Verfasser dieses Aufsatzes liegt daran, seinem Mitarbeiter cand. arch. K. Christoffel an dieser Stelle zu danken, denn viele der entwickelten Gedanken konnten nur in gemeinsamer, kollegialer Arbeit klargestellt werden.

Die Bilder 8 bis 12 befinden sich auf den Seiten 410 bis 412.

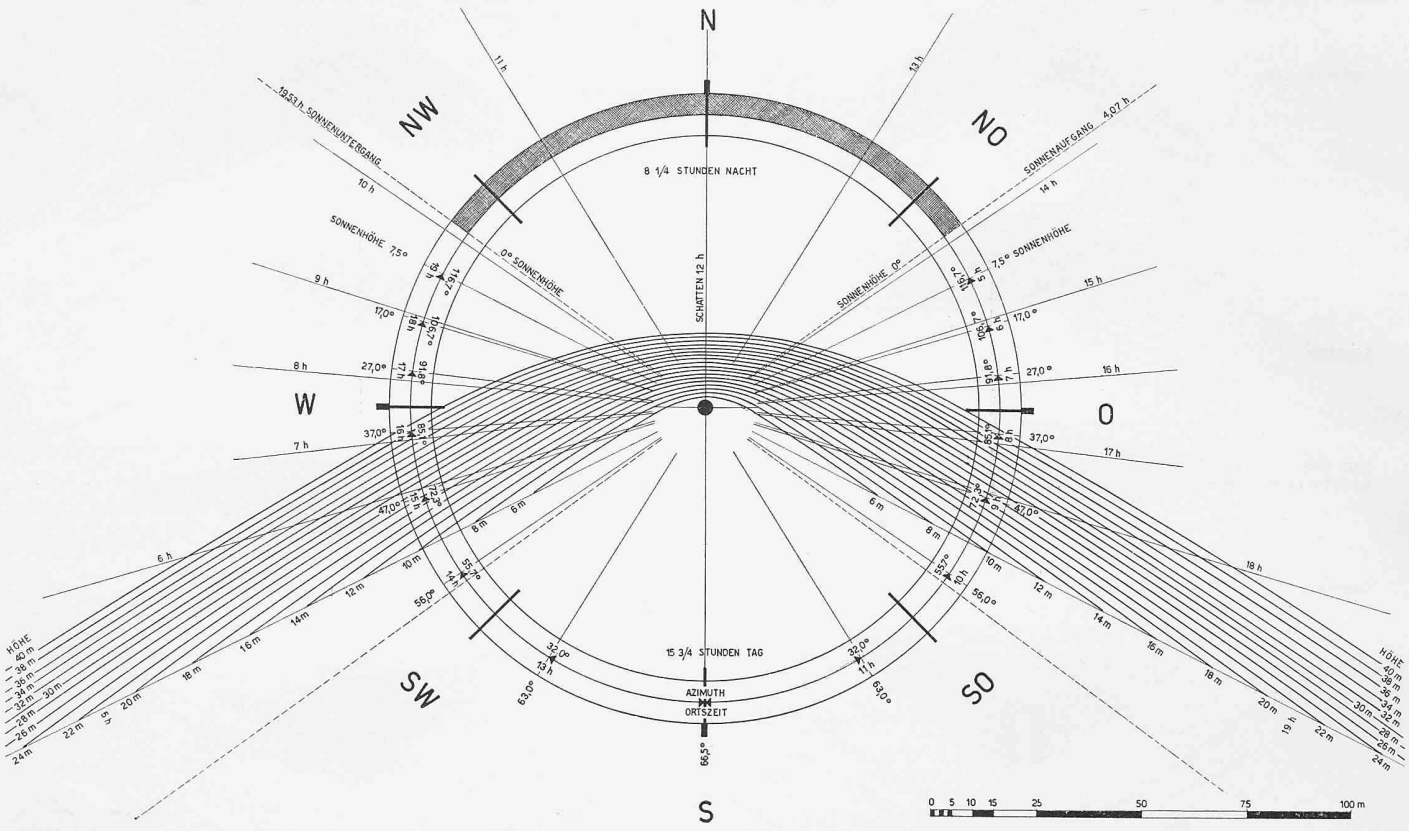


Bild 8. Schattenverlauf verschiedener Höhenpunkte eines senkrechten Stabes am längsten Tag.

Die Wasserkräfte der Bundesrepublik Westdeutschland

DK 627.8.09 (43)

Die Energie-Versorgung Deutschlands beruht auf der Ausnützung von Steinkohle, Braunkohle und Wasserkräften. Die meisten Dampfkraftwerke liegen im Nordwesten, der grösste Teil der Wasserkräfte in der südlichen Hälfte des Landes. Der unaufhörlich steigende Bedarf an elektrischer Energie veranlasste die Bundesrepublik, den Ausbau der noch vorhandenen Wasserkräfte zu fördern. Einen ersten Schritt hierfür bildete die Aufstellung eines Generalplanes, der nun in Form eines Tabellenwerkes [1]) vorliegt.

Der Plan umfasst die Flussgebiete des Rheins, der Donau und der Weser mit rd. 400 bestehenden bzw. im Bau befindlichen und weitern rd. 400 projektierten Werken. Tabelle 1 gibt eine Zusammenstellung der Ausbauleistungen und der möglichen Jahresproduktion bei mittleren hydrologischen Verhältnissen, abgeschlossen auf September 1951. Darnach ergibt sich eine mögliche Jahresproduktion der bestehenden und im Bau befindlichen Werke von rd. 10,5 Mrd kWh (in der Schweiz rd. 15,5 Mrd kWh), während diese Zahl bei Vollausbau aller wirtschaftlich tragbaren Wasserkräfte auf 22,6 Mrd kWh) (etwa 28 Mrd kWh) ansteigen wird. Demgegenüber betrug im Jahre 1950 die Jahresarbeit der westdeutschen öffentlichen Versorgungswerke und der industriellen Eigenanlagen, die mit Steinkohle, Braunkohle und Wasserkraft betrieben werden, 44,467 Mrd kWh; die Produktion aus Wasserkraft allein erreichte somit nur knapp den vierten Teil der Gesamterzeugung.

In der Tabelle 1 sind bei den bestehenden und im Bau befindlichen Wasserkraftwerken die Zahlen für den leistungsmässigen und arbeitsmässigen Ausbaugrad (Verhältnis zum Vollausbau) in Prozenten angeführt. Man erkennt daraus, dass das Rheingebiet schon verhältnismässig stark ausgebaut ist, während im Donau- und Wesergebiet noch beträchtliche Reserven des weiteren Ausbaues harren. Weiter geht aus der Angabe der jährlichen Betriebsstundenzahl hervor, dass es sich im Rhein- und vor allem im Wesergebiet in stärkerem Mass um die Erzeugung von Spitzenenergie im Verbundbetrieb mit den thermischen Kraftwerken handelt, während die reiche Wasserdarbietung des Donaugebietes auch zur Grundlastdeckung dient.

Im Donaugebiet sind grosse Speicherwerke (Walchenseewerk II mit Speicher Sylvenstein, Pumpspeicherwerke an der Pfreimd und bei Jochenstein) mit kurzer Benützungsdauer projektiert. Immerhin bleibt auch bei Vollausbau die Benützungsdauer noch sehr hoch.

Der Rhein ist nur auf der Strecke vom Bodensee bis Basel für die Nutzung durch Deutschland verfügbar, und zwar als Grenzgewässer nach einem 1879 zwischen den beiden Ländern abgeschlossenen Vertrag. Der Reichtum an natürlichen Seen und die vielen künstlichen Speicher in den Alpen, die ausschliesslich der Winterenergieerzeugung dienen, verleihen dem Strom eine gut ausgeglichene Wasserführung. Unterhalb Basel werden 1080 m³/s zum Kraftwerk Kembs abgeleitet; anschliessend folgt das gegenwärtig im Bau befindliche Kraftwerk Ottmarsheim und sechs weitere projektierte Stufen auf elsässischem Boden bis Strassburg. Dem-

[1]) Systematik der Wasserkräfte der Bundesrepublik Westdeutschland, Studie für die Europäische Liga für wissenschaftliche Zusammenarbeit. Bearbeitet von Dr. Ing. J. Fronholzer. München 1951.

Tabelle 1. Wasserkräfte der Bundesrepublik Westdeutschland

Flussgebiet	*Werke*	*Zahl der Werke*	*Ausbauleistung Mio kW*	*Jahreserzeugung Mrd kWh*	*Benützungsdauer h*
Donau	bestehend [1])	163	1,148	6,102	5320
	Anteil [2])		37,8 %	41,5 %	
	geplant	273	1,880	8,562	4550
	total	436	3,028	14,664	4850
Rhein	bestehend [1])	218	1,250	4,200	3360
	Anteil [2])		66,2 %	60,7 %	
	geplant	92	0,640	2,720	4250
	total		1,890	6,920	3660
Weser	bestehend [1])	21	0,175	0,237	1350
	Anteil [2])		40,6 %	22,3 %	
	geplant	39	0,255	0,826	3240
	total	60	0,430	1,063	2470
Gesamtes Bundesgebiet	bestehend [1])	402	2,573	10,539	4100
	Anteil [2])		48,0 %	46,5 %	
	geplant	404	2,776	12,108	4370
	total	806	5,349	22,647	4240

[1]) und im Bau, Stand September 1951.
[2]) Anteil in % der total möglichen Leistung bzw. Jahresproduktion.

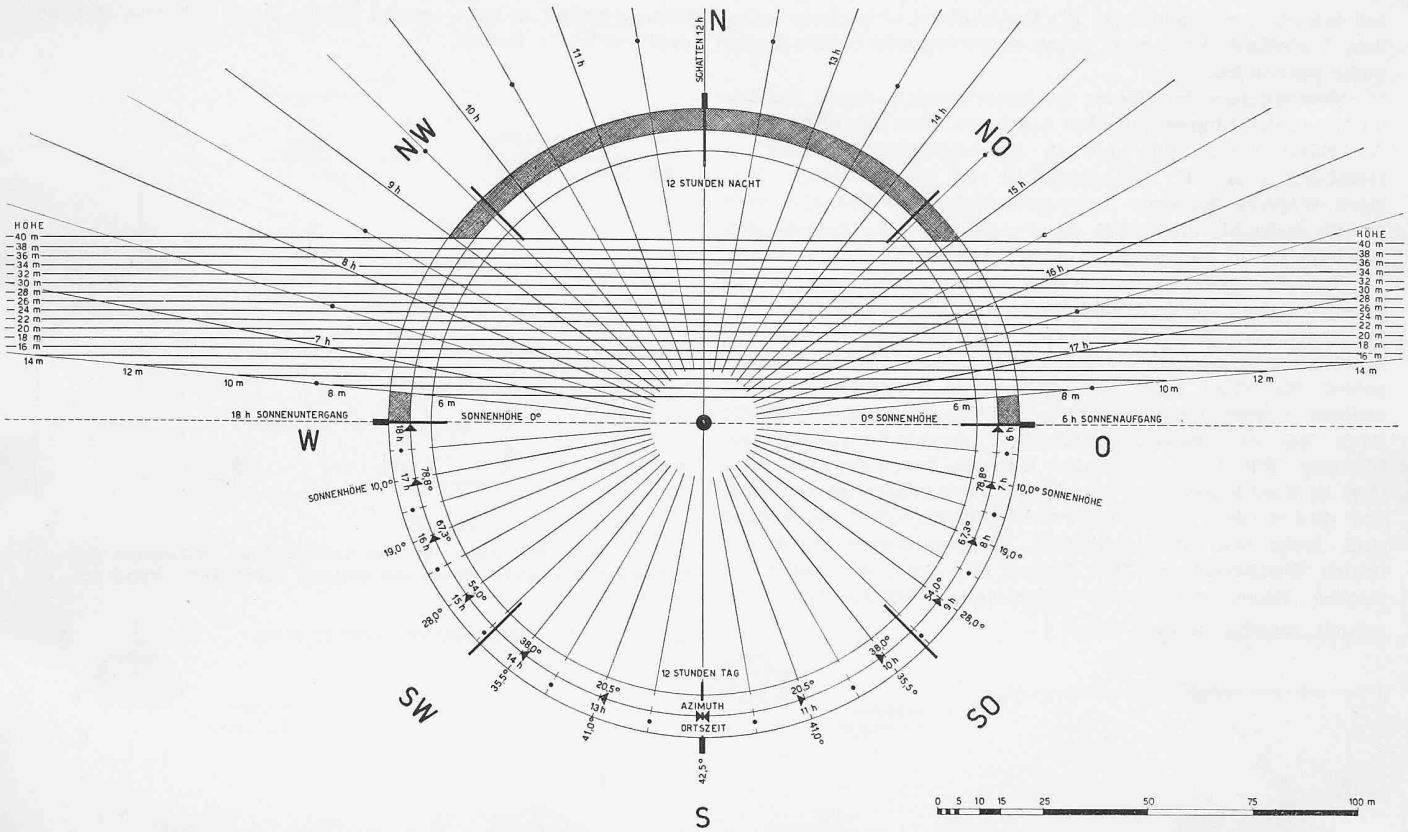
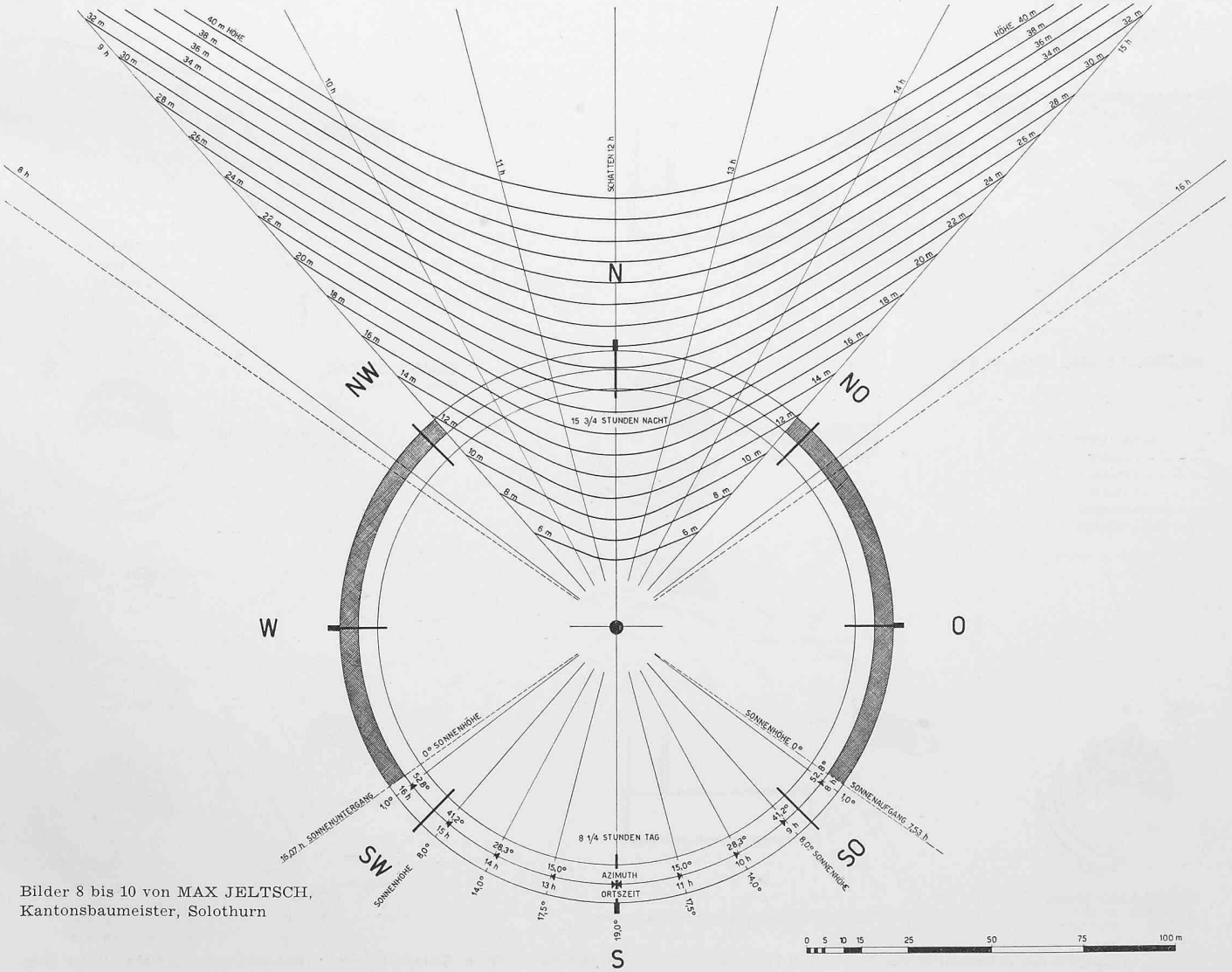


Bild 9. Schattenverlauf verschiedener Höhenpunkte eines senkrechten Stabes an den Tagen der Tag- und Nachtgleiche.



Bilder 8 bis 10 von MAX JELTSCH, Kantonsbaumeister, Solothurn

Bild 10. Schattenverlauf verschiedener Höhenpunkte eines senkrechten Stabes am kürzesten Tag.

zufolge ist eine Ausnutzung für Deutschland nicht mehr möglich. Unterhalb Kehl sind keine nutzwürdigen Gefällsstufen mehr vorhanden.

Der Ausbau der Weser ist hauptsächlich durch die Bedürfnisse der Binnenschiffahrt bestimmt. Ihm dient vor allem die Edertalsperre mit den an ihr erstellten Kraftwerken Hemfurth I und II, die zusammen mit dem Pumpspeicherwerk Waldeck bei einer Jahresproduktion von 124 Mio kWh bereits mehr als die Hälfte der Produktion aller bestehenden Kraftwerke im ganzen Flussgebiet erzeugen.

Der Hauptwert des vorliegenden Werkes liegt in der übersichtlichen Zusammenstellung der Hauptdaten der bestehenden, im Bau befindlichen und projektierten sowie der sonst noch möglichen Wasserkraftwerke im ganzen Bundesgebiet. Es bildet nicht nur eine solide Grundlage für den weitern Ausbau dieses Gebietes, sondern auch eine wertvolle Hilfe bei der gesamteuropäischen energiewirtschaftlichen Planung. Für uns dürfte der Hinweis beachtenswert sein, dass in Westdeutschland bereits 48 % der möglichen Leistung und 46,5 % der möglichen Produktionskapazität ausgebaut sind, trotz den einschneidenden Erschwernissen durch die beiden Weltkriege und ihre Folgen und trotz den durch die reichen Kohlenvorkommen gebotenen Möglichkeiten, den Energiebedarf in vermehrtem Masse durch billigere Wärmekraftwerke zu decken.

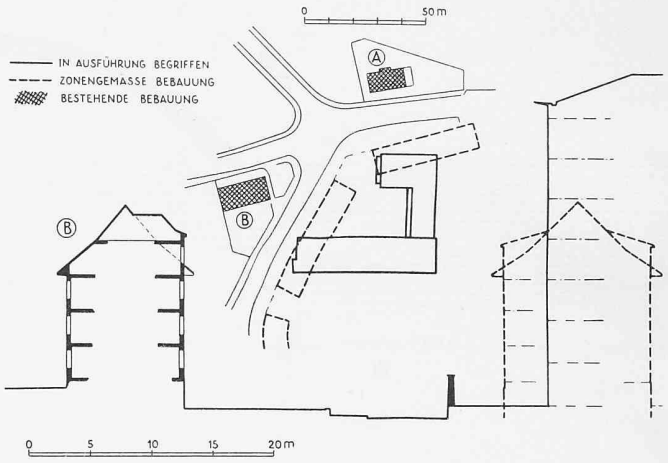


Bild 11. Vergleich eines im Bau befindlichen Hochhauses mit der Bebauung, die gemäss Zonenplan zulässig wäre; oben Grundrisse, unten Schnitte.

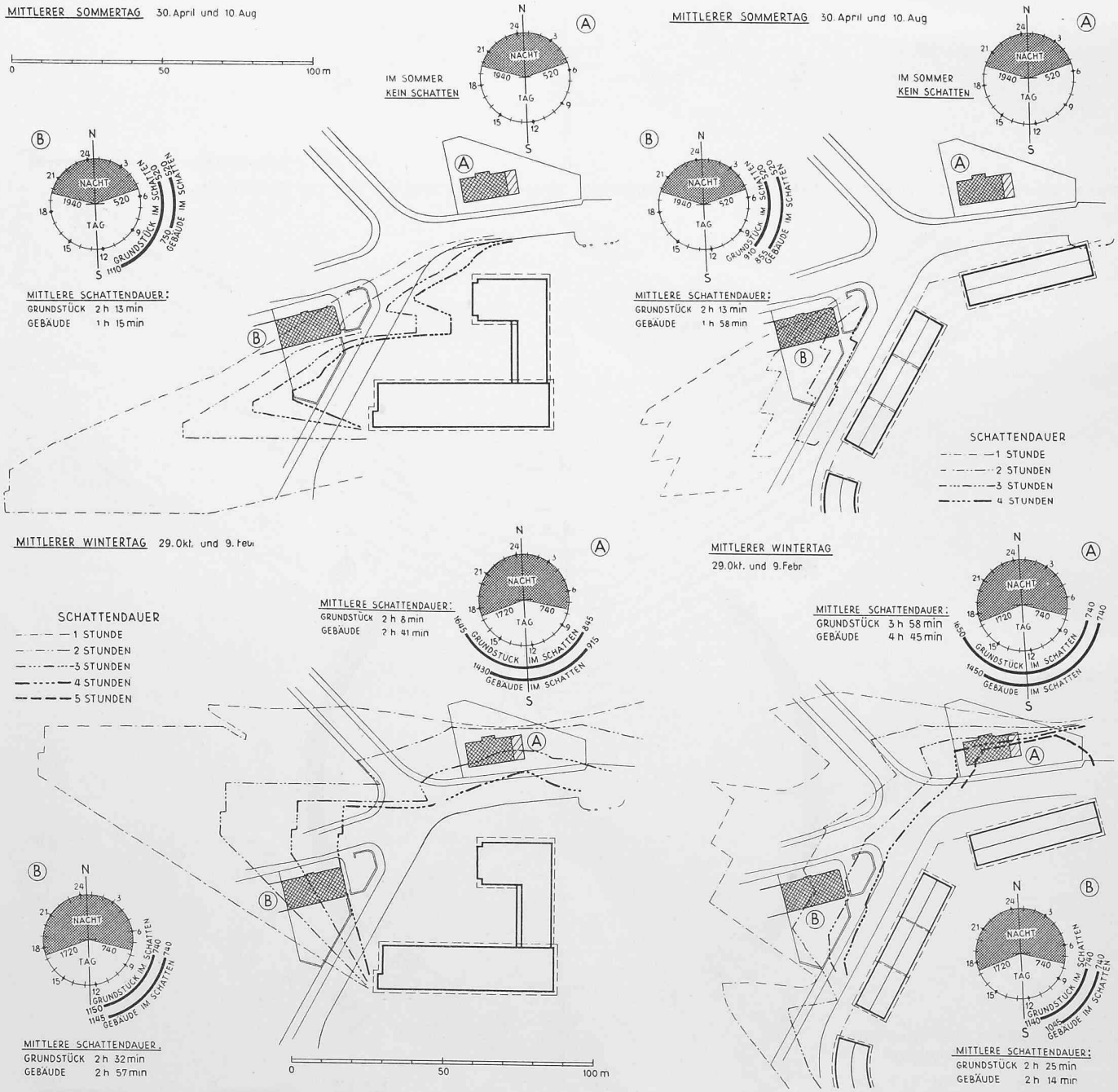


Bild 12. Vergleich der Schattenflächen der in Bild 11 dargestellten Ueberbauungen. Oben Sommerhalbjahr, unten Winterhalbjahr, links Neubau, rechts zonengemässe Ueberbauung.