

Graphische Bestimmung des zeitlichen Besonnungsverlustes durch Hochbauten

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

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Schweizerische Zeitschrift für Vermessung, Kulturtechnik und
Photogrammetrie = Revue technique suisse des mensurations, du
génie rural et de la photogrammétrie**

Band (Jahr): **52 (1954)**

Heft 4

PDF erstellt am: **11.07.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-210940>

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.

Schweizerische Zeitschrift für Vermessung, Kulturtechnik und Photogrammetrie

Revue technique Suisse des Mensurations, du Génie rural et de Photogrammétrie

Herausgeber: Schweiz. Verein für Vermessungs-
wesen und Kulturtechnik; Schweiz. Kulturingenieurverein;
Schweiz. Gesellschaft für Photogrammetrie

Editeurs: Société suisse des Mensurations et Amélio-
rations foncières; Société suisse des ingénieurs du
Génie rural; Société suisse de Photogrammétrie

Nr. 4 • LII. Jahrgang

Erscheint monatlich

13. April 1954

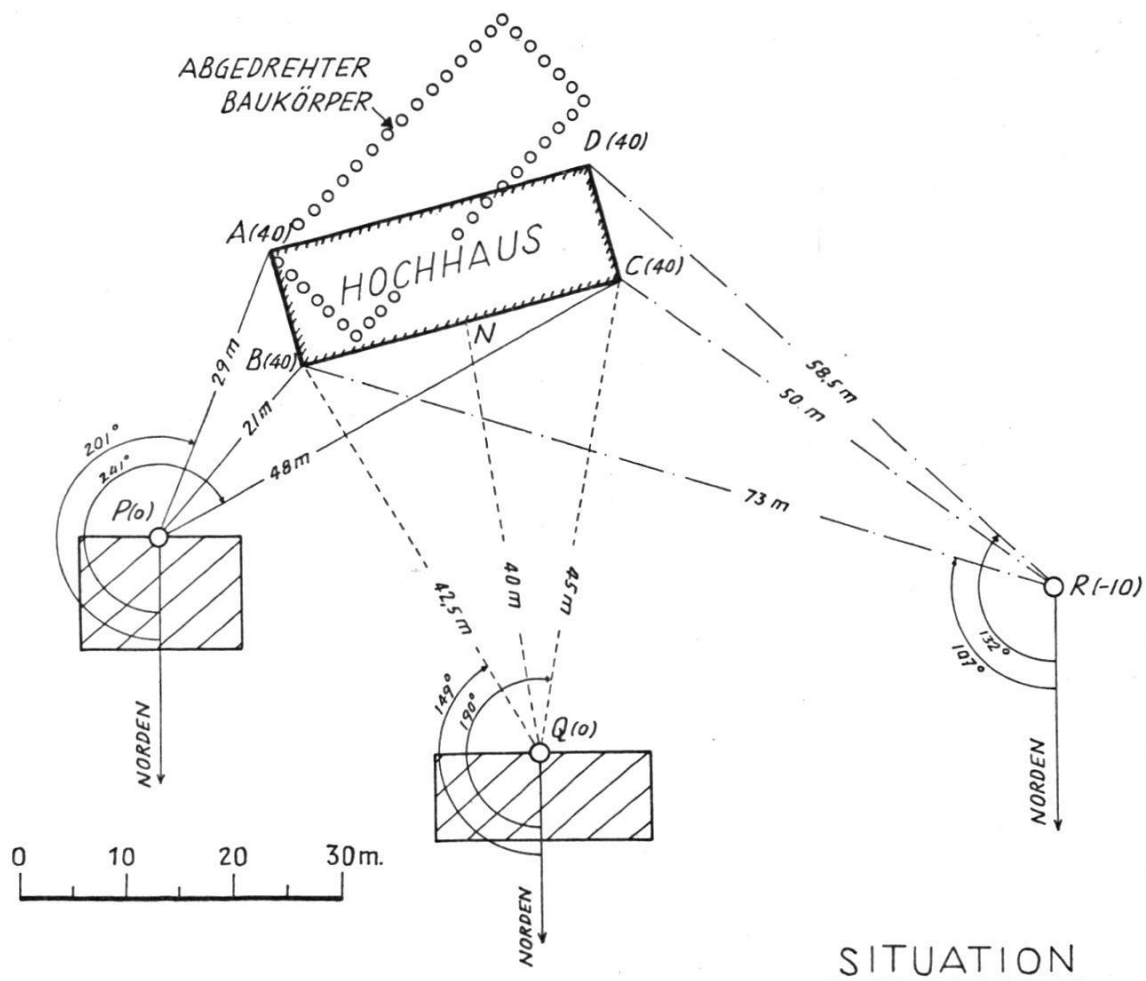
Graphische Bestimmung des zeitlichen Besonnungsverlustes durch Hochbauten

Von Dr. Hans Stohler

Infolge der anhaltenden Bevölkerungszunahme in großen wie kleinen Städten sahen sich die Behörden vor ganz neue Aufgaben gestellt und waren fast überall zur Revision der bestehenden Bauordnungen und Zonenpläne gezwungen. Die Anzahl der zulässigen Wohngeschosse wurde erhöht, und seit einigen Jahren treten vielerorts sogar Hochhausprojekte auf.

Bei der Beurteilung von mehrgeschossigen Bauten und Hochhäusern wird nun in der Regel eine genaue Untersuchung der Schattenwirkung auf schon bestehende Bauten und hinsichtlich zukünftiger Baumöglichkeiten auf den Nachbargrundstücken verlangt. Der Architekt erstellt gewöhnlich ein Schattenbild für die Tagundnachtgleiche sowie für den längsten und den kürzesten Tag. Für die vom Schatten betroffenen Nachbarn sind diese Darstellungen ungenügend, weil nicht allein die Größe der Schattenflächen, sondern vor allem die Dauer der Schattenwirkung für die Betroffenen wichtig ist. Die Gemeinden lassen daher mit Recht den ganzen Fragenkomplex gründlich untersuchen und übergeben diesen Auftrag meist dem mit allerlei Meßverfahren vertrauten Grundbuchgeometer.

Eine zahlenmäßig befriedigende und ins einzelne gehende Auskunft verlangt größere Rechenarbeit. Die Rechnungsergebnisse lassen sich jedoch ein für alle mal in Tabellen festhalten, die es dem Fachmann wie auch jedem technisch geschulten Leser ermöglichen, rasch eine anschauliche Zeichnung zu entwerfen, um darauf, zusammen mit dem kotierten Situationsplan, den Besonnungsverlust abzuschätzen. Diese einfache Methode soll im folgenden aufgezeigt und insbesondere angegeben werden, wann die Sonne an einzelnen Tagen hinter dem Hochhaus und andern Gebäuden verschwindet und wann sie wieder zum Vorschein kommt. Wir halten uns dabei am zweckmäßigsten an ein Beispiel, das der Verfasser kürzlich zu beurteilen hatte. In einem Industriedorf war die Erstellung eines Hochhauses geplant, dessen Flachdach sich 40 m über die ebene Bodenfläche erheben sollte. Die Behörde wünschte eine Untersuchung der Schattenwirkung für die im Situationsplan (Figur 1) dargestellten



Figur 1

Punkte P und Q, beide auf gleicher Terrainkote (0) wie das Hochhaus liegend, ferner für den Punkt R, der 10 m unter der Terrainkote des Hochhauses liegt.

Unsern Bestimmungen über die Besonnung liegen Durchschnittswerte zugrunde. Überdies beschränken wir uns auf Standorte in der Schweiz, so daß für diesen kleinen Bereich die mittleren geographischen Koordinaten $\varphi = 47^\circ$ und $\lambda = 7\frac{1}{2}^\circ$ (ungefähr Bern) eingesetzt werden können. An Stelle der wahren wird durchwegs die mittlere Sonne in Rechnung gestellt, wobei die Stunden in mitteleuropäischer Zeit gezählt werden, so daß die angenommene mittlere Sonne für unsere schweizerischen Standorte jahraus, jahrein um $12\frac{1}{2}$ Uhr kulminiert.

a) Das Netz der Sonnenbahnen

Es erweist sich für die vorgesehenen Untersuchungen als gegeben und ausreichend, die Sonnenbahnen für die Deklinationen $-23\frac{1}{2}^\circ$ (22. Dez.), -20° (20. Jan. und 21. Nov.), $-11\frac{1}{2}^\circ$ (19. Febr. und 23. Okt.), $\mp 0^\circ$ (21. März und 22. Sept.), $11\frac{1}{2}^\circ$ (21. April und 22. Aug.), 20° (21. Mai und 21. Juli) und $23\frac{1}{2}^\circ$ (21. Juni) zu ermitteln, wodurch der jähr-

liche Sonnenlauf zeitlich in 12 Abschnitte unterteilt wird. Diese Abschnitte fallen freilich nicht mit den Kalendermonaten zusammen, weil das Jahr nicht mit dem kürzesten Tag beginnt. Wegen des zweiten Keplerschen Gesetzes sind sodann die erhaltenen Jahresabschnitte im Winter etwas kürzer als im Sommer, und schließlich ergeben sich kleine Verschiebungen zwischen den angegebenen Abschnittsgrenzen und den Monats- tagen infolge der nur alle vier Jahre wiederkehrenden Schalttage. Für die in Betracht gezogenen Sonnendeklinationen und die Sonnenazimute von 10° zu 10° ergaben sich bei geographischer Breite $\varphi = 47^\circ$ die in der Tabelle 1 zusammengestellten Sonnenhöhen.

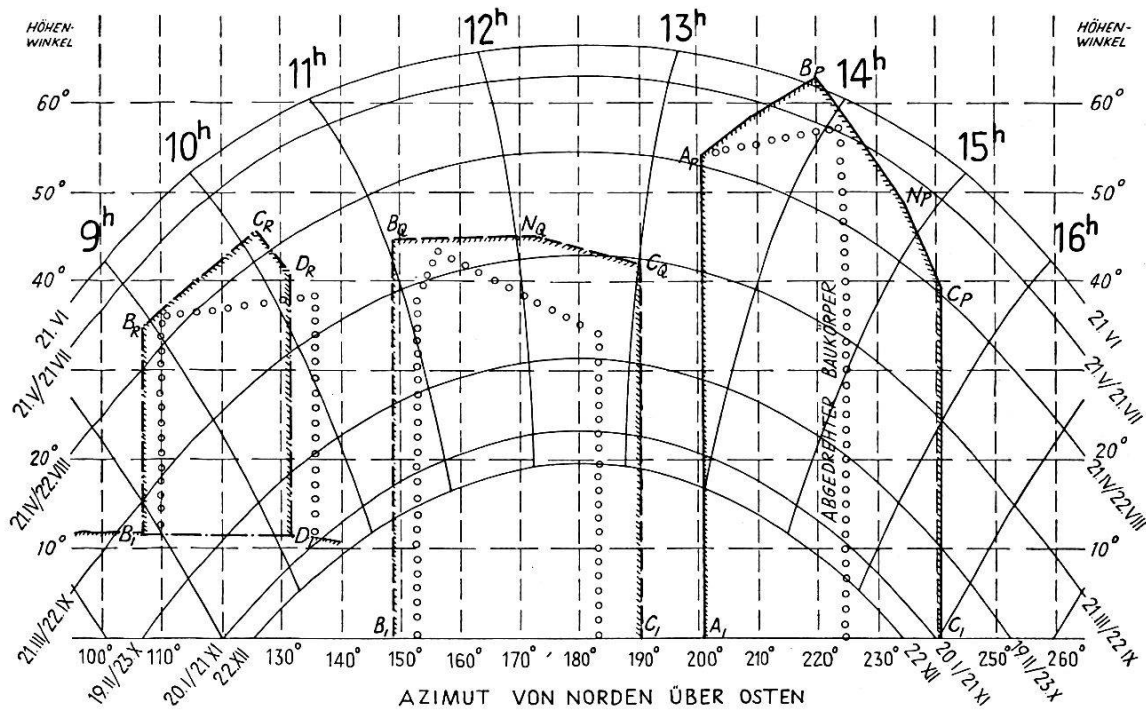
Tabelle 1
Sonnenhöhen bei gegebenem Azimut

Azimut	Deklination der Sonne						
	$- 23 \frac{1}{2}^\circ$	$- 20^\circ$	$- 11 \frac{1}{2}^\circ$	0°	$11 \frac{1}{2}^\circ$	20°	$23 \frac{1}{2}^\circ$
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
0 0	0 /	0 /	0 /	0 /	0 /	0 /	0 /
50 u. 310							$- 2 \ 58$
60 300						$+ \ 8$	$+ 4 \ 42$
70 290					$- 2 \ 38$	$+ 8 \ 46$	$13 \ 36$
80 280					$+ 6 \ 38$	$18 \ 22$	$23 \ 24$
90 270				0	$16 \ 23$	$27 \ 52$	$33 \ 02$
100 260			$- 6 \ 26$	$+ 9 \ 12$	$24 \ 48$	$36 \ 42$	$41 \ 46$
110 250			$+ 2 \ 38$	$17 \ 41$	$32 \ 44$	$44 \ 24$	$49 \ 00$
120 240	$- 4 \ 36$	$- \ 4$	$10 \ 42$	$25 \ 00$	$39 \ 18$	$50 \ 06$	$54 \ 36$
130 230	$+ 3 \ 04$	$+ 7 \ 18$	$17 \ 26$	$30 \ 56$	$44 \ 28$	$54 \ 34$	$58 \ 40$
140 220	$9 \ 12$	$13 \ 10$	$22 \ 43$	$35 \ 32$	$48 \ 20$	$57 \ 54$	$61 \ 54$
150 210	$13 \ 50$	$17 \ 36$	$26 \ 40$	$38 \ 55$	$51 \ 10$	$60 \ 16$	$64 \ 02$
160 200	$17 \ 02$	$20 \ 38$	$29 \ 24$	$41 \ 14$	$53 \ 04$	$61 \ 50$	$65 \ 26$
170 190	$18 \ 54$	$22 \ 24$	$30 \ 58$	$42 \ 34$	$54 \ 08$	$62 \ 42$	$66 \ 14$
180 180	$19 \ 30$	$23 \ 00$	$31 \ 30$	$43 \ 00$	$54 \ 30$	$63 \ 00$	$66 \ 30$

Gestützt auf die Tabelle 1 lassen sich die 7 ins Auge gefaßten Sonnenbahnen in einer für die Anwendung günstigen Weise darstellen. Wir zeichnen die errechneten Punkte in die Vertikalebene V ein, die in der Ostwestrichtung verläuft und den Südpunkt schneidet, auf den die in der Horizontalebene verlaufende Mittagslinie des Standortes hinzielt. Diesen Südpunkt betrachten wir als den Anfangspunkt eines in die Ebene V gelegten rechtwinkligen Koordinatensystems mit horizontaler x -Achse und vertikaler y -Achse. Als Koordinaten werden horizontal die Gradzahlen des um 180° verminderten Azimuts und vertikal die Gradzahlen des Höhenwinkels der Sonne aufgetragen. Für einen Grad des Azimuts kann man z. B. 2 mm und für einen Höhengrad 3 mm wählen, dann entsteht

ein ausreichend großes Bild. Damit hat man zugleich eine Überhöhung der Ordinaten um 50 % vorgenommen.

Verbindet man die nach der Tabelle 1 in unser Koordinatensystem eingezeichneten, für jede der sieben Sonnendeklinationen geltenden, Punkte durch angepaßte Kurven, so entstehen graphische Darstellungen der Parallelkreise (Figur 2). Sie sinken von einem Maximum auf der y -Achse nach beiden Seiten hin symmetrisch ab und können anhand der Tabelle 1 für das ganze Jahr bis zur x -Achse fortgesetzt werden. Wir sprechen kurz von den *Sonnenbahnen* und dem *Netz der Sonnenbahnen*.



Figur 2

Richtet man den Blick gegen Süden und hält das Zeichenblatt senkrecht zur Blickrichtung, so läßt sich eine teilweise Übereinstimmung zwischen Zeichnung und Wirklichkeit feststellen. Wichtig ist, daß die bei dieser Abbildung auftretende Verzerrung neben den Vorteilen, die sich bei der Aufzeichnung des Netzes und bei seiner Anwendung ergeben, nicht ins Gewicht fällt.

b) Das Netz der Stundenlinien

Um das entstandene Netz der Sonnenbahnen auf mitteleuropäische Zeit zu eichen, wurden Azimut und Höhe der für die einzelnen Sonnendeklinationen und die Stundengrenzen in Betracht kommenden Sonnenörter bestimmt. Die Rechnung ergab die in *Tabelle 2* zusammengestellten Werte.

Zeichnet man die durch *Tabelle 2* bestimmten Punkte in das Sonnenbahnnetz ein, so müssen sie auf die entsprechenden Sonnenbahnen

Tabelle 2

Azimut und Höhe der Sonne bei gegebener Zeit

Die beiden obern Zahlen der Kolonnen (2) bis (8) betreffen jeweils das Azimut, die untere Zahl ist die Höhe des Sonnenortes.

MEZ Stundenwinkel	Deklination der Sonne						
	— 23 1/2°	— 20°	— 11 1/2°	0°	11 1/2°	20°	23 1/2°
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
	0 /	0 /	0 /	0 /	0 /	0 /	0 /
4h 21h 52 1/2° 307 1/2°						48 53 311 7 —8 3	46 56 313 4 —5 10
5h 20h 67 1/2° 292 1/2°					65 37 294 23 —6 19	60 15 299 45 + 17	58 3 301 57 +3 0
6h 19h 82 1/2° 277 1/2°				84 30 275 30 —5 6	76 43 283 17 +3 22	70 53 289 7 9 35	68 26 291 34 12 7
7h 18h 97 1/2° 262 1/2°			103 16 256 44 —3 22	95 30 264 30 +5 6	87 32 272 28 13 28	81 16 278 44 19 30	78 35 281 25 21 55
8h 17h 112 1/2° 247 1/2°	121 57 238 3 —3 0	119 45 240 15 — 16	114 22 245 37 +6 19	106 51 253 9 15 8	98 41 261 19 23 41	91 50 268 10 29 42	89 0 271 0 32 4
9h 16h 127 1/2° 232 1/2°	133 4 226 56 +5 7	131 9 228 51 +8 3	126 21 233 39 15 8	119 18 240 42 24 32	111 7 248 53 33 33	103 54 256 6 39 49	100 35 259 25 42 15
10h 15h 142 1/2° 217 1/2°	145 14 214 46 11 48	143 41 116 19 14 59	139 45 220 15 22 36	133 37 226 23 32 46	125 57 234 3 42 32	118 34 241 26 49 21	114 58 245 2 51 59
11h 14h 157 1/2° 202 1/2°	158 23 201 37 16 38	157 30 202 30 20 0	154 49 201 11 28 8	150 29 209 31 39 3	144 31 215 29 49 45	138 11 221 49 57 22	134 45 225 15 60 23
12h 13h 172 1/2° 187 1/2°	172 43 187 17 19 10	172 22 187 38 22 40	171 24 188 36 31 7	169 48 190 12 42 32	167 27 192 33 53 56	164 42 195 18 62 19	162 56 197 4 65 44
12 1/2h 180°	180 180	180 180	180 180	180 180	180 180	180 180	180 180
(Kulmination)	19 1/2	23	31 1/2	43	54 1/2	63	66 1/2

fallen, was eine willkommene Probe ergibt. Durch sinnvolle Verbindung der auf diese Weise erhaltenen weitem Bahnpunkte gelangen wir zu Kurven, von denen jede den Beginn einer mitteleuropäischen Stunde anzeigt. Wir nennen die neuen, quer zu den Sonnenbahnen verlaufenden Kurven die *Stundenlinien* und sprechen, sofern wir beide Kurvensysteme zusammen ins Auge fassen, vom *Sonnenbahnen- und Stundenliniennetz* (vgl. das Kurvennetz der Figur 2).

Damit haben wir uns das *Rüstzeug* für die Abschätzung des zeitlichen Besonnungsverlustes geschaffen. Es gilt auch hinsichtlich der abgelesenen Zeitpunkte ausreichend genau für die ganze Schweiz, wenn wir nachträglich die meistens kleine Korrektur für die *geographische Länge* und die *Zeitgleichung* anbringen. In Chur z. B. kulminiert die Sonne 8 Minuten früher als in Bern, so daß die aus dem Netz entnommenen Tageszeiten durchwegs um 8 Minuten zu reduzieren sind. In gleicher Weise läßt sich die Zeitgleichung berücksichtigen, die angibt, wieviel die wahre Sonne früher oder später kulminiert als die in Rechnung gestellte mittlere Sonne und z. B. darauf hinweist, daß Ende Januar und im Februar die wahre Sonne gegen eine Viertelstunde später und Ende Oktober bis Mitte November etwas über eine Viertelstunde früher die Stundenlinien trifft, die auf unserem Netz gezeichnet sind. Abgesehen von diesen leicht behebbaren zeitlichen Verschiebungen kommen wir auf allen schweizerischen Standorten und das ganze Jahr hindurch mit dem nach den Tabellen 1 und 2 gezeichneten Netz aus, können es ein für allemal im gewünschten Maßstab konstruieren und vervielfältigen.

c) *Zeichnung der Hochhaussilhouetten gemäß dem Situationsplan in Fig. I*

Wir beschränken uns auf die Darstellung für den Standort *P*, zeichnen in *P* die Nordrichtung und messen Azimut und Horizontalabstand nach dem Hochhauspunkt *A*, der 40 m über der Horizontalebene des Standortes liegt. Das Azimut ist 201° ; die Distanz mißt 29 m. Der Höhenwinkel der Visierlinie von *P* (0) nach *A* (40) ergibt sich aus dem Höhenunterschied $A_1A = 40$ m und der Horizontalabstand $PA_1 = 29$ m zu $54,1^\circ$.

Entsprechend erhält man für die Dachecken *B*, bzw. *C* des Hochhauses vom Standort *P* aus als Azimut und Höhenwinkel 220° und $62,3^\circ$, bzw. 241° und $39,8^\circ$. Damit kennen wir die wichtigsten Bestimmungsgrößen der vom Standort *A* aus sichtbaren *Silhouette* des *Hochhauses* und können die Punkte *Ap*, *Bp*, *Cp*, *C₁* und *A₁* in unser Netz (Figur 2) eintragen. Bei der Zeichnung des Umrisses der Silhouette ist zu beachten, daß die lotrechten Hauskanten als Gerade erscheinen und die waagrechten Dachkanten als Bogenlinien, doch können wir diese meistens durch Gerade ersetzen.

In gleicher Weise wie von *P* aus die Punkte *Ap*, *Bp* und *Cp* lassen sich anhand des Situationsplanes von *Q* aus die Punkte *Bq*, *Nq* und *Cq* festlegen, die zur Zeichnung der von *Q* aus sichtbaren Hochhaussilhouette notwendig sind. Beim Standort *R*, der 10 m tiefer als die Grundfläche des

Hochhauses liegt, ist ein Höhenunterschied von 50 m in Rechnung zu stellen. Die Hochhaussilhouette reicht nur bis zur Linie $B_1 C_1$; die übrige Schattenfläche wird durch die Bodengestaltung bestimmt.

d) *Abschätzung des Besonnungsverlustes für den Standort P.*

Aus der vergrößerten Figur 2 lassen sich die Tageszeiten für das Verschwinden der Sonne hinter der Hochhaussilhouette und für das Hervortreten sowie die *Beschattungsdauer* auf den Zehntel der Stunde entnehmen. Man erhält bei der für den Standort *P* geltenden Silhouette:

Sonnendeklination	Beginn	Ende	Dauer in Stunden
—23 ½° (22. Dezember)	14,0	16,7	2,7
—20° (20. Januar)	13,9	17,0	3,1
—11 ½° (19. Februar)	13,8	17,5	2,7
0° (21. März)	13,5	16,0	2,5 usf.

Bildet man die Mittelwerte der Beschattungsdauer $\frac{1}{2} (2,7 + 3,1)$, $\frac{1}{2} (3,1 + 2,7)$, $\frac{1}{2} (2,7 + 2,5)$ usf., summiert über den einzelnen Abschnitten und über das ganze Jahr, so ergibt sich als Beschattungsdauer während eines Jahres

$$(2,7 + 2 \cdot 3,1 + 2 \cdot 2,7 + 2 \cdot 2,5 + 2 \cdot 2,0 + 2 \cdot 0,7 + 0) 30,4 = 751 \text{ Stunden.}$$

Vergleicht man diese Zahl mit den $365 \cdot 12 = 4380$ möglichen Besonnungsstunden, so erhält man einen zeitlichen Besonnungsverlust von 17,1 %.

Als maßgebend für die Beurteilung der Schattenwirkung betrachtet man meistens nicht das ganze Jahr, sondern nur die *sonnenarme Winterzeit* zwischen dem 23. Oktober und dem 19. Februar. Für diese Zeitspanne erhält man durch die gleiche Überlegung wie für das ganze Jahr:

$$(2,7 + 2 \cdot 3,1 + 2,7) 30,4 = 353 \text{ Schattenstunden,}$$

die zu vergleichen sind mit

$$(8,2 + 2 \cdot 8,9 + 10,3) 30,4 = 1104 \text{ möglichen Besonnungsstunden.}$$

Daraus ergibt sich für die kurzen Wintertage ein zeitlicher Besonnungsverlust von 32 %.

Die beiden Prozentzahlen 17,1 % und 32 % gelten auch für die *tatsächliche Sonnenscheindauer*, denn der ganze Himmel dürfte im gleichen Ausmaß bedeckt und wolkenfrei sein wie der Teil hinter der Hochhaus-silhouette.

Für den Standort *Q* gelangt man in der Winterzeit anhand der gleichen Methode zu einem zeitlichen Besonnungsverlust von 30 %.

Die Einwirkung des Hochhauses auf die Nachbargrundstücke übersteigt für die Punkte *P* und *Q* den in modernen Bauzonenvorschriften gebräuchlichen Ansatz, nach welchem der Besonnungsverlust zwischen

dem 23. Oktober und dem 19. Februar im Mittel 15 % bis 20 % der Tagesdauer nicht übersteigen soll. Für den Standort *R* ergeben sich weitaus günstigere Verhältnisse, sofern nur die durch das Hochhaus verursachte Einwirkung zu beurteilen ist. Während der Winterzeit liegt hier keine erhebliche Vergrößerung der schon durch den Geländeschatten bedingten Einwirkung vor.

Um eine noch tragbare Schattenwirkung zu erzielen, muß das Hochhaus nach Süden verschoben und nach Nordosten abgedreht werden, oder es ist seine Höhe bei gleichzeitiger Abdrehung nach Nordost herabzusetzen. Man erkennt an den mit Kreisbändern abgegrenzten Silhouetten, wie man allein schon durch Drehung des Baukörpers um die Kante $A_1 A$ die Besonnungsverhältnisse wesentlich verbessern kann.

e) *Weitere Anwendungen der Netzfigur*

Bisweilen wünscht man zu wissen, in welcher *Himmelsrichtung* und *Höhe* die Sonne zu einer gewissen Tageszeit steht. Auch das kann man aus unserem Netz entnehmen, insbesondere die Himmelsrichtung und den Höhenwinkel der Sonne, bei denen sie hinter der Silhouette des Hochhauses verschwindet und wieder hervorkommt.

Unser Netz kann aber auch umgekehrt zur Bestimmung der *möglichen Besonnung* verwendet werden und gibt Auskunft, wenn z. B. gefragt ist: Wann und wie lange wird ein bestimmter Punkt in einem Zimmer von den durch das Fenster eintretenden Sonnenstrahlen getroffen?

Vor einem Hauskauf läßt sich auch leicht feststellen, in welchen Jahreszeiten die Sonne hinter einer Bergkette verborgen bleibt. An die Stelle der Hochhaussilhouetten treten in diesem Falle die Silhouetten der Berge.

Impressions d'Allemagne

A. Jeanneret, ing. rural cantonal, Neuchâtel

(Suite)

Les excursions:

Elles furent à l'échelle du pays: 250 à 300 Kilométer par excursion. Le temps fut magnifique. Le vendredi et le samedi, les autocars nous menèrent à travers cette belle campagne de la Bavière méridionale, parmi ces champs à perte de vue tout fraîchement moisonnés et ces villages serrés autour de l'église au clocher en forme de bulbe.

La première excursion devait nous mener tout d'abord à Winkl à 50 kilomètres à l'ouest de Munich. Ce fut pour la plupart d'entre nous le premier contact avec une réalisation allemande. D'emblée deux choses nous frappèrent: au reçu du plan le regroupement relativement faible (il y a fréquemment 4 ou 5 parcelles au nouvel état) et, sur le terrain l'état