

No. 166

**Horizons apparentes ainsi qu'arcs diurnes calculés
et observés pour les héliomètres du réseau ANETZ de l'ISM**

par

Antoine Zelenka,
Heinz Bantle,
Draginja Lazic

Août 1991

Durée d'insolation

551.521.11

**Arbeitsberichte der Schweizerischen Meteorologischen Anstalt
Rapports de travail de l'Institut Suisse de Météorologie
Rapporti di lavoro dell'Istituto Svizzero di Meteorologia
Working Reports of the Swiss Meteorological Institute**



**Horizons apparents ainsi qu'arcs diurnes calculés
et observés pour les héliomètres du réseau ANETZ de l'ISM**

par

Antoine Zelenka,
Heinz Bantle,
Draginja Lazic

Août 1991

Durée d'insolation

551.521.11

Résumé

Ce rapport présente, principalement sous forme graphique, la portion de l'horizon apparent de 59 stations de l'ANETZ comprise entre les azimuts des lever et coucher du Soleil au solstice d'été. L'arc diurne est également représenté dans les graphiques, pour le 15 de chaque mois, avec une division horaire en TMEC. L'horizon a été déterminé de deux façons différentes. D'abord à l'aide des arcs diurnes mesurés *in situ* au théodolite et disponibles pour la plupart des sites. Ensuite par calcul de la ligne de crête à partir d'un modèle numérique de terrain à maille de 250 m. La comparaison des résultats des deux techniques démontre leur complémentarité.

Zusammenfassung

Der Hauptteil dieses Berichts besteht aus der grafischen Darstellung eines Abschnitts des scheinbaren Horizonts von 59 ANETZ Stationen. Der Abschnitt ist begrenzt durch Auf- und Untergangszazimut der Sonne am Sommersolstitium. Jede Grafik enthält auch den Tagbogen mit einer MEZ Stundeneinteilung für den 15. jedes Monats. Der Horizont wurde auf zwei verschiedene Arten bestimmt. Zunächst wurden Theodolitmessungen des Tagbogens ausgewertet, welche für die Mehrzahl der Standorte vorliegen. Dann wurde die Kammlinie, aus einem numerischen Geländemodell mit 250 m Maschenweite, rechnerisch ermittelt. Der Vergleich der Ergebnisse zeigt, in welchem Mass sich beide Methoden ergänzen.

Abstract

The major part of this report consists of graphical representations of segments of the apparent horizon at 59 ANETZ network stations. The segments are limited by

the summer solstice sunrise and sunset azimuths. Each graph also displays the diurnal arc for the 15th of each month with a division in CET hours. The horizons were determined in two different ways. First, by use of *in situ* theodolite measurements of the diurnal arc, which are available at most sites. Then, by calculation of the ridge line from a digital terrain model with 250 m mesh width. Comparison of results from both techniques assesses their complementarity.

Riassunto

La parte principale del presente rapporto consiste nella rappresentazione grafica dei segmenti d'orizzonte di 59 stazioni ANETZ, compresi tra l'azimut della levata e quello del tramonto del sole al solstizio estivo. Viene inoltre rappresentato graficamente l'arco diurno per il 15 di ogni mese, con divisioni orarie nell'OEC. L'orizzonte è stato determinato in due diversi modi: dapprima con l'aiuto degli archi diurni misurati sul posto con il teodolite e disponibili per la maggior parte delle località. In seguito con il calcolo della linea d'orizzonte a partire da una rappresentazione digitale del terreno con maglie di 250 m. Il confronto dei risultati delle due tecniche di misurazione mostra il loro grado di complementarità.

SOMMAIRE

1. Préliminaires.....	4
2. Le modèle de terrain numérique.....	4
3. Choix de la résolution angulaire.....	5
4. Calcul de la hauteur apparente d'une cote.....	5
5. Calcul de l'azimut d'une cote.....	7
6. Détermination de la ligne de crête.....	8
7. Description des résultats.....	10
8. Précision des résultats et discussion.....	11
9. Conclusions.....	12
10. Remerciements.....	12
11. Références.....	12
Graphiques.....	14

**Horizons Apparents
ainsi qu'
Arcs Diurnes Calculés et Observés pour les Héliomètres
du Réseau ANETZ de l'ISM**

1. Préliminaires

Les résultats décrits dans cette note sont le produit secondaire d'une étude qui visait le contrôle et la normalisation de plusieurs longues séries de mesure de la durée d'insolation. Pour certains sites aucun relevé au théodolite n'était disponible et l'ancien emplacement de l'héliomètre n'était plus accessible. D'où l'idée de tenter le calcul de l'arc diurne en utilisant un modèle de terrain numérique. Le contrôle de l'efficacité de cette démarche s'est fait à l'emplacement des héliomètres de plusieurs stations de l'ANETZ car des relevés au théodolite existent pour ce réseau. Ce n'est que plus tard, en relation avec un autre projet, que les calculs ont été étendus à toutes les stations. L'agencement de ces calculs ainsi que la forme des résultats sont à considérer dans l'optique de ce développement particulier.

2. Le modèle de terrain numérique

Source et étendue

Le modèle à maille de 250m, dont la principale source est la maquette "RIMINI", a été mis à notre disposition par le Laboratoire de Physique Atmosphérique de l'EPFZ. La grille plane est calée sur les coordonnées kilométriques nationales et elle couvre la Suisse entière ainsi que quelques régions avoisinantes dont les limites sont portées en Fig.5.

Précision

Dans la documentation accompagnant le modèle [1] la précision des cotes est évaluée à 10m en terrain régulier et à 50m en terrain escarpé. Notre expérience confirme ces ordres de grandeur mais dans les Alpes nous avons aussi rencontré des divergences de 1000m et plus. Celles-ci proviennent d'une part d'erreurs de frappe manifestes lors de la mise en fichier (p. ex., 3100m en place de 1300m) et, d'autre part, de la saisie des points culminants qui n'a pas été faite selon une règle constante.

Dans certaines régions, l'altitude réelle des sommets a été déplacée sur le point de grille le plus proche, alors que dans d'autres régions les sommets sont absents. Pour la restitution des lignes de crête proches nous avons dû alors effectuer les translations nous-mêmes. Notons que si un sommet est déplacé, il faut déplacer le point d'observation en conséquence afin de préserver les azimuts, et que la présence de plusieurs sommets proches engendre alors des contradictions inévitables.

Nos interventions dans le fichier ne se sont pas bornées à cette restitution des sommets. Chaque station en vallée a exigé un nouveau relevé sur les cartes 1:25000 de la Topographie Fédérale.

Structure du fichier

Le fichier est séquentiel. Chaque ligne se rapporte à un domaine de 750m de côté. Le domaine est identifié par les coordonnées de son point Nord-Ouest extrême. Suivent 16 cotes correspondant aux positions reportées dans la Fig.1.

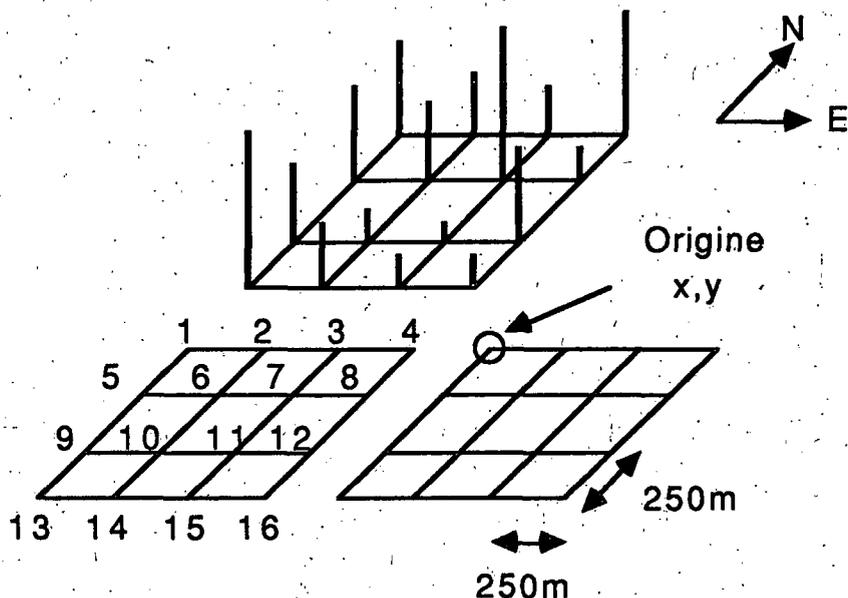


Figure 1. Schéma de l'organisation du fichier:
 Une ligne du fichier définit un bloc entier.
 Le plan est couvert par une maille de 250m.

Le fichier commence au Sud-Ouest, monte au Nord, recommence au Sud un km plus à l'Est, remonte au Nord, etc., pour se terminer au Nord-Est. Vu la quantité d'information présente, il est exclu de penser à l'emmagasiner en mémoire pour le calcul. En d'autres termes: le calcul doit être organisé de telle façon que la contribution de chaque bloc au résultat final soit élaborée au moment de la lecture de la ligne idoine sur le fichier.

3. Choix de la résolution angulaire

La résolution angulaire de l'horizon apparent a été fixée à $0.5'$ en élévation et en azimut conformément à la précision requise pour l'arc diurne calculé.

Selon l'heure et la date, le Soleil met 2 à 3 minutes pour parcourir son propre diamètre apparent qui est (justement) proche de $0.5'$. Or cet intervalle de temps correspond bien aux erreurs inhérentes à la mesure au théodolite à monture parallactique dans laquelle les variations de déclinaison (aux équinoxes) et les effets de la réfraction atmosphérique (aux faibles élévations) ne savent être pris en compte.

De plus, le seuil des héliomètres est situé entre 100 et 200 Wm^{-2} et cette densité de flux peut être atteinte par un disque solaire à peine dégagé si le trouble atmosphérique est faible, alors que les calculs se font toujours pour le centre du disque. Ceci est une raison supplémentaire pour ne pas chercher une résolution angulaire supérieure au diamètre apparent du Soleil.

4. Calcul de la hauteur apparente d'une cote

Soit D la distance horizontale entre un point d'observation B , d'altitude H_B , et un obstacle de hauteur H . La hauteur apparente h_g de cet obstacle se calculera dans la plupart des cas selon

$$\operatorname{tgh}_g = \Delta H/D \quad (1)$$

où $\Delta H = H - H_B$. Cependant, si l'obstacle est "très" éloigné de B, il y a lieu de tenir compte de la courbure de la surface terrestre qui induit une dépression de l'horizon de $0.5'$ (notre limite de précision) sur $D \approx 111\text{km}$. Il faut alors passer au développement complet selon la Fig.2, où l'on a encore ajouté l'effet de la réfraction atmosphérique.

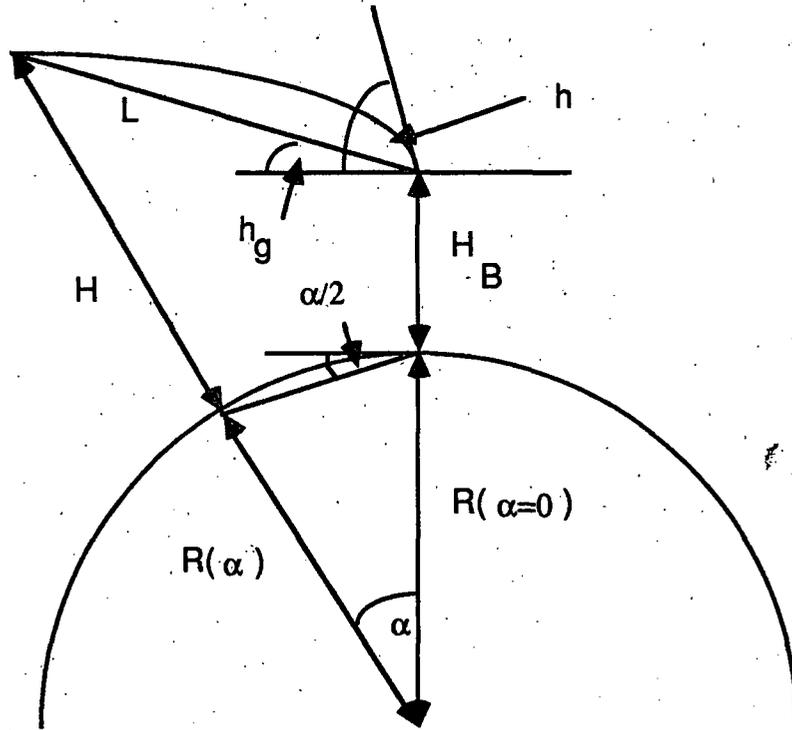


Figure 2. Un obstacle de hauteur H est vu depuis une hauteur H_B sous l'angle h_g sans, et sous l'angle h avec la réfraction. Tous les effets sont exagérés, si bien qu'en réalité $L = D \approx R\alpha$.

De cette figure on tire la formule générale indépendante de la forme exacte du globe

$$\operatorname{tgh}_g = [\cos\alpha - (R(0) + H_B) / (R(\alpha) + H)] / \sin\alpha \quad (2)$$

Puis en choisissant $R(0) \approx R(\alpha)$ adéquat pour la Suisse et en réalisant que $H/R, H_B/R \ll 1$, on trouve en première approximation ($O(\alpha)$):

$$\operatorname{tgh}_g = (H - H_B) / \alpha R \quad (3)$$

qui n'est autre que la formule (1), et en seconde approximation ($O(\alpha^2)$):

$$\operatorname{tgh}_g = (H - H_B) / \alpha R - \alpha/2 \quad (4)$$

Notons maintenant que pour $H = H_B$, $\text{tgh}_g = h_g = -\alpha/2$ reproduit l'effet introduit par la courbure de la surface terrestre. De la discussion de son ordre de grandeur ci-dessus, il ressort que les effets $O(\alpha^2)$ peuvent effectivement être négligés puisque inférieurs à la précision fixée.

Par contre il faut tenir compte de la réfraction atmosphérique qui donne normalement une courbure convexe aux rayons optiques lors de leur traversée horizontale de la couche limite. Cet effet comporte $r=2.1''$ de déviation par km traversé, soit $1/4'$ sur 430km, juste à la limite de la précision demandée. La hauteur apparente h de l'obstacle H observé depuis H_B devient:

$$h = h_g + L r \quad (5)$$

où L est la distance parcourue par les rayons. Comme r n'est qu'une valeur moyenne normale, l'approximation $L=D=QR$ est amplement suffisante.

L'introduction de h_g dans (5) se fait en inversant (4), à savoir

$$h_g = \arctg(\Delta H/D - \alpha/2) = \arctg(\Delta H/D) - \arctg[(\alpha/2)/(1 + \Delta H^2/D^2 - \Delta H/(2R))]$$

soit, en tenant compte des ordres de grandeur,

$$h_g = \arctg(\Delta H/D) - (\alpha/2)/(1 + \Delta H^2/D^2) \quad (6)$$

Ainsi

$$h = \arctg(\Delta H/D) - [D/(2R)] [D^2/(D^2 + \Delta H^2) - 2Rr] \quad (7)$$

Dans cette formule, D peut être identifié à la distance horizontale D_{xy} résultant des coordonnées kilométriques des cotes H_B et H respectivement, soit à

$$(D_{xy})^2 = (x-x_B)^2 + (y-y_B)^2 \quad [\text{km}] \quad (8)$$

à condition de choisir le rayon géocentrique de Berne $R(0) = 6366\text{km}$. Dans ce cas, bien que le mode de projection de la carte nationale ne conserve pas les longueurs, la différence entre le calcul strict et l'approximation (8) ne comporte que 1km sur une diagonale de 360km traversant le pays.

Une cote H , située en (x, y) , s'observera donc d'une altitude H_B , située en (x_B, y_B) , sous l'angle apparent

$$h[\text{rad}] = \arctg(\Delta H/D_{xy}) - [D_{xy}/12732] [D_{xy}^2/(D_{xy}^2 + \Delta H^2) - 0.13] \quad (9)$$

avec D_{xy} selon (8) et $\Delta H = H - H_B$ en km. En pratique, le second terme de (9) se réduit à $D_{xy}/14634$ car son influence est limitée aux cas où $D_{xy} \gg \Delta H$.

5. Calcul de l'azimut d'une cote

Le mode de projection de la carte nationale déforme les surfaces et les longueurs, mais il conserve les angles.

Le calcul de l'angle compris entre la direction définie par les points (x_B, y_B) et (x, y) et la direction SN (coordonnée x par convention) est trivial. Par contre le calcul de la convergence des méridiens $\mu(y_B, x_B)$ qu'il faut ajouter à cet angle pour obtenir l'azimut en B (Fig.3) fait appel aux notions de géodésie supérieure et la façon la plus simple de l'obtenir est encore de l'extraire d'un logiciel fourni par la Topographie Fédérale à Wabern BE.

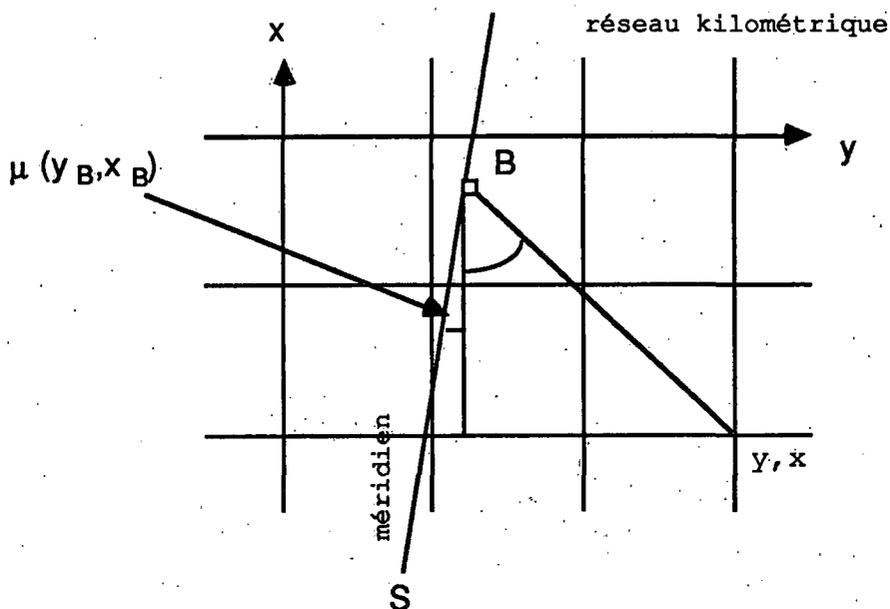


Figure 3: Azimut en B de la cote (y, x) .
Le mode de projection de la carte nationale conserve les angles, mais les méridiens sont des courbes formant en chaque lieu B un angle particulier μ avec la direction x .

La hauteur h selon (9) s'observe donc sous l'azimut

$$a[\text{rad}] = \text{arctg}[(y_B - y)/(x_B - x)] + \mu(y_B, x_B) \quad (10)$$

L'argument de la fonction arctg est choisi de façon à respecter la convention astronomique qui est $a=0^\circ$ au S, négatif à l'E et positif à l'O. Le passage à la convention géographique avec $a=0^\circ$ au nord, $a=\pi/2$ à l'E, $a=\pi$ au S et $a=3\pi/2$ à l'O se fait en posant

$$a' = a + \pi \quad (11)$$

6. Détermination de la ligne de crête

Cette ligne définit les extrémités de l'arc diurne. Sa synthèse à partir d'un réseau de hauteurs apparentes h_k se conçoit le plus aisément par analogie à la perception d'un champ de blé depuis l'intérieur de ce dernier.

Notre limite de résolution de 0.5° en azimut nous amène à rechercher le plus grand h_i situé dans chaque intervalle $a_i - 0.25^\circ \leq a < a_i + 0.25^\circ$ avec

$$a_i = 0.5^\circ (i-1) \quad (12)$$

Les valeurs prises par i sont limitées au secteur $a_{\min} \leq a_i \leq a_{\max}$, où a_{\min} et a_{\max} correspondent au lever et coucher du Soleil (réfraction incluse) lors du solstice d'été.

Dans le plan du réseau, l'azimut a_i définit une ligne de visée qui passe au maximum à 125m (moitié de la maille) des point de grille. Donc, au-delà d'une distance critique

$$D_c = 125m / \tan(0.25^\circ) = 28.65km \quad (13)$$

chaque cote est comprise dans un intervalle de 0.5° autour d'un a_i .

La contribution à la ligne de crête de chaque bloc de 16 cotes est alors très simple: à la lecture de la ligne idoine du fichier, il suffit d'identifier chacun des intervalles a_i auquel appartient chacune des cotes et de vérifier si la nouvelle hauteur apparente doit y remplacer celle qui s'y trouve déjà.

La contribution des blocs plus proches que D_c est moins aisée à saisir. D'abord, pour $D \approx D_c$, il se peut que le bloc reste en-dessous de la limite de résolution. Dans ce cas, les 16 cotes occupent tous les a_i du secteur englobant le bloc. Cette vérification vaut la peine d'être faite avant le recours à l'interpolation linéaire (Fig. 4).

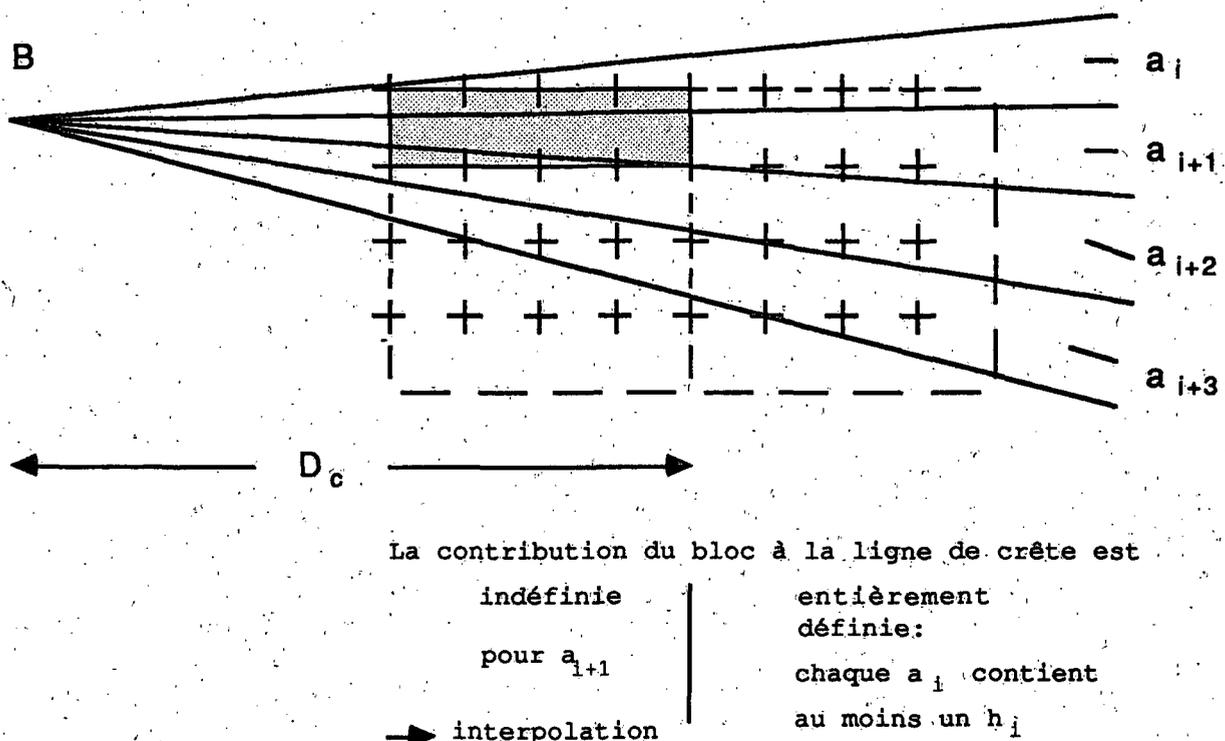


Figure 4: Pour $D < D_c$, la contribution à la ligne de crête de toutes les cotes d'un bloc n'est plus garantie. La contribution de la zone pointillée se détermine par interpolation linéaire entre 4 cotes adjacentes à la fois.

L'interpolation doit être faite sur toutes les variantes possibles de crête entre quatre cotes adjacentes, ce qui allonge perceptiblement le temps de calcul.

En fait, pour justement économiser ce temps, l'interpolation n'est pas faite avec les cotes (et la hauteur apparente calculée après-coup), mais directement avec les hauteurs apparentes. On évite ainsi de fastidieuses déterminations de points d'intersection, aux prix, bien sûr, d'une certaine perte de précision. Cependant, cette dernière ne devient vraiment sérieuse que pour les interpolations entre points très proches de l'observateur, quand la linéarité de la crête est de toute façon plus qu'incertaine.

Notons, dans ce contexte, que les interpolations d'ordre supérieur ne sont pas envisageables tant que la structure du fichier est séquentielle, qu'elles ont aussi leurs pièges, et que leur application irait, de toute façon, à l'encontre d'une réduction du temps de calcul.

L'organisation du fichier (déroulement du S au N) permet une interpolation sans lacune entre les blocs consécutifs, donc sur les lignes de visée orientées vers l'Est et vers l'Ouest. Il suffit, en effet, d'ajouter à la fin de chaque bloc en cours de traitement les 4 premières cotes du bloc précédent (cf. Fig. 1).

Il n'en va pas de même pour les lignes de visée orientées vers le Sud. Les 4 cotes qui seraient à ajouter à l'Ouest d'un bloc donné pour "colmater" le "corridor" Sud, ne sont plus disponibles, car elles n'appartiennent pas au bloc précédent, mais à un bloc traité bien auparavant.

Afin de ne quand même pas laisser des brèches trop évidentes, nous procédons alors par extrapolation du bloc vers l'Ouest. Ceci allonge le temps de traitement, et ne serait pas nécessaire si le fichier était à accès direct.

7. Description des résultats

Fichiers des horizons calculés

Pour chaque site le résultat des calculs est déposé comme suit:

215	1.03	762	212	0
216	1.08	765	210	0
217	1.16	764	210	0
218	1.38	715	224	1
219	1.50	717	224	0
220	1.67	715	224	1
221	2.22	715	224	0
222	2.17	715	224	1
223	2.33	719	222	0

Colonne Contenu

- 1 Indice i de l'azimut $a_i = (i-1)0.5^\circ$.
- 2 Hauteur apparente $h(a_i)$ en degrés.
- 3 Cordonnée y [km] de l'origine du bloc d'ou provient h .
- 4 Cordonnée x [km] de l'origine du bloc d'ou provient h .
- 5 Mode de calcul menant à h : 0...cote originale,
1...interpolation.

Graphiques

Les hauteurs de chaque fichier sont reliées par une ligne brisée qui reproduit la crête calculée. La zone sous la crête est hachurée verticalement.

L'arc diurne est tracé au-dessus de cette zone pour le 15 de chaque mois.

Le trait épais représente l'horizon "mesuré", c.à.d. l'horizon correspondant aux arcs observés au théodolite.

Les coordonnées kilométriques rapportées sont celles de l'héliomètre avec, dans quelques cas (p. ex. SAE), la translation décrite lors de la présentation du fichier du réseau (cf. page 4). L'altitude de l'héliomètre est souvent adaptée à l'altitude tirée du modèle de terrain numérique.

C'est sous cette forme graphique que nous présentons les résultats dans ce rapport.

Arcs diurnes (calcul de la durée d'insolation possible)

La durée d'insolation possible calculée correspond à la portion de l'arc diurne située au-dessus de la ligne de crête calculée. Cette ligne de crête est traitée, comme dans les graphiques, sous forme de ligne brisée joignant les hauteurs apparentes calculées. Pour chaque jour, les lever, resp, les coucher de Soleil sont déterminés à la minute près là où l'arc diurne intercepte la ligne brisée.

8. Précision des résultats et discussion

La résolution requise de 0.5' n'est, bien sûr, garantie que pour les hauteurs apparentes résultant des cotes originales, et seulement si celles-ci sont exactes. En réalité, l'imprécision des cotes, estimée à $\pm 50\text{m}$ en terrain escarpé, fait qu'elles doivent être éloignées d'au moins 5.75km du point d'observation pour que la limite requise soit vraiment assurée.

En terrain régulier, la précision estimée à $\pm 10\text{m}$, ramène cette limite plus près, mais l'on se heurte alors plus souvent au problème de la surélévation de l'horizon suite à la présence de végétation dense. Les obstacles proches ne sont évidemment pas saisissables, mais il est possible de tenir compte d'un bois à condition qu'il couvre au moins la surface d'un bloc de 16 cotes. Il est, en effet, simple d'ajouter en cours de traitement 15 à 30m à toutes les cotes de quelques blocs identifiés d'avance dans un rayon de quelques 3km autour du point d'observation.

La station de Zürich-Kloten se prête bien à l'illustration des ordres de grandeur en jeu. A cette fin nous avons porté en Table 1 les moyennes annuelles des écarts absolus entre arcs diurnes calculés et mesurés.

Table 1

Moyenne annuelle des écarts absolus (en min.)
entre arcs diurnes mesurés et calculés.

	arc a.m.	arc p.m.	arc entier
cotes seules	2.5	1.4	3.8
avec bois (25m)	0.9	1.5	2.2
arc avec réfraction	2.2	3.5	5.5

Les 3 minutes de différence entre les deux dernières valeurs pour l'arc complet correspondent à l'effet de la réfraction atmosphérique dont les mesures au théodolite ne savent tenir compte.

Les écarts maximum dans les cas des deux premières lignes comportent ± 5 minutes et nous voyons que, pour les stations "sans histoire", la précision du calcul correspond bien à la valeur prévue.

Il est impossible d'espérer la même précision dès que l'interpolation devient nécessaire entre les cotes proches de l'observateur: la maille de 250m est alors par trop grossière. Si l'obstacle majeur a son origine dans le bloc même, ou dans le bloc voisin, le seul espoir de le saisir correctement est que ses proéminences correspondent aux points de grille. Cette situation étant plutôt rare, on est réduit à assimiler le relief aux obstacles isolés du voisinage, non accessibles à la méthode (bâtiments, arbres, bouquets d'arbres etc.).

Notons dans ce contexte, que les horizons mesurés ne rapportent pas les divers mâts, poteaux, antennes et hampes qui peuvent masquer sporadiquement une partie substantielle du disque solaire.

Finalement, même si les horizons éloignés sont calculés correctement, il y a lieu de vérifier si leur origine n'est pas située en bord de réseau: le cas échéant, il se pourrait qu'un réseau plus étendu que celui disponible (cf. Fig.5) modifie encore les résultats.

9. Conclusions

L'analyse de 60 stations de l'ANETZ montre que les horizons calculés à partir d'un modèle de terrain numérique - à maille de 250m - reproduisent correctement les horizons mesurés lorsque les lignes de crête sont éloignées d'au moins 3 à 5km des sites.

Le calcul permet alors de vérifier des mesures faites par visibilité défavorable (p. ex. LUZ et NAP), ou de préciser des azimuts (p. ex. CHU et VIS). Pour cela, il faut que l'étendue du réseau soit suffisante (cf. GVE).

Dès que des obstacles proches, naturels ou bâtis, sont présents, le calcul ne peut servir que d'approximation et il ne peut remplacer la mesure *in situ*.

Il est donc heureux qu'il n'y ait pas d'obstacle proche à la station NEU où la mesure *in situ* n'est pas possible pour des raisons d'accès.

10. Remerciements

Le modèle de terrain numérique a été mis à notre disposition par le Laboratoire de Physique Atmosphérique de l'EPFZ (LAPETH).

MM. J.-A. Hertig et J. Ehinger du LASEN à l'EPFL ont encouragé l'achèvement de ce rapport et en ont revu le manuscrit.

La plus grande partie de l'étude a été financée par l'Office Fédéral de l'Energie (OFEN) (contrats SOL/IX/3, EF-REN(86)9 et EF-REN(88)1A).

11. Références

- [1] "Topographical Data Documentation. Version C". LAPETH, ETH Hönnggerberg, 8092 Zürich. February 1984.

Adresse des auteurs: c/o Antoine Zelenka
Institut Suisse de Météorologie
Krähbühlstrasse 58
8044 Zürich

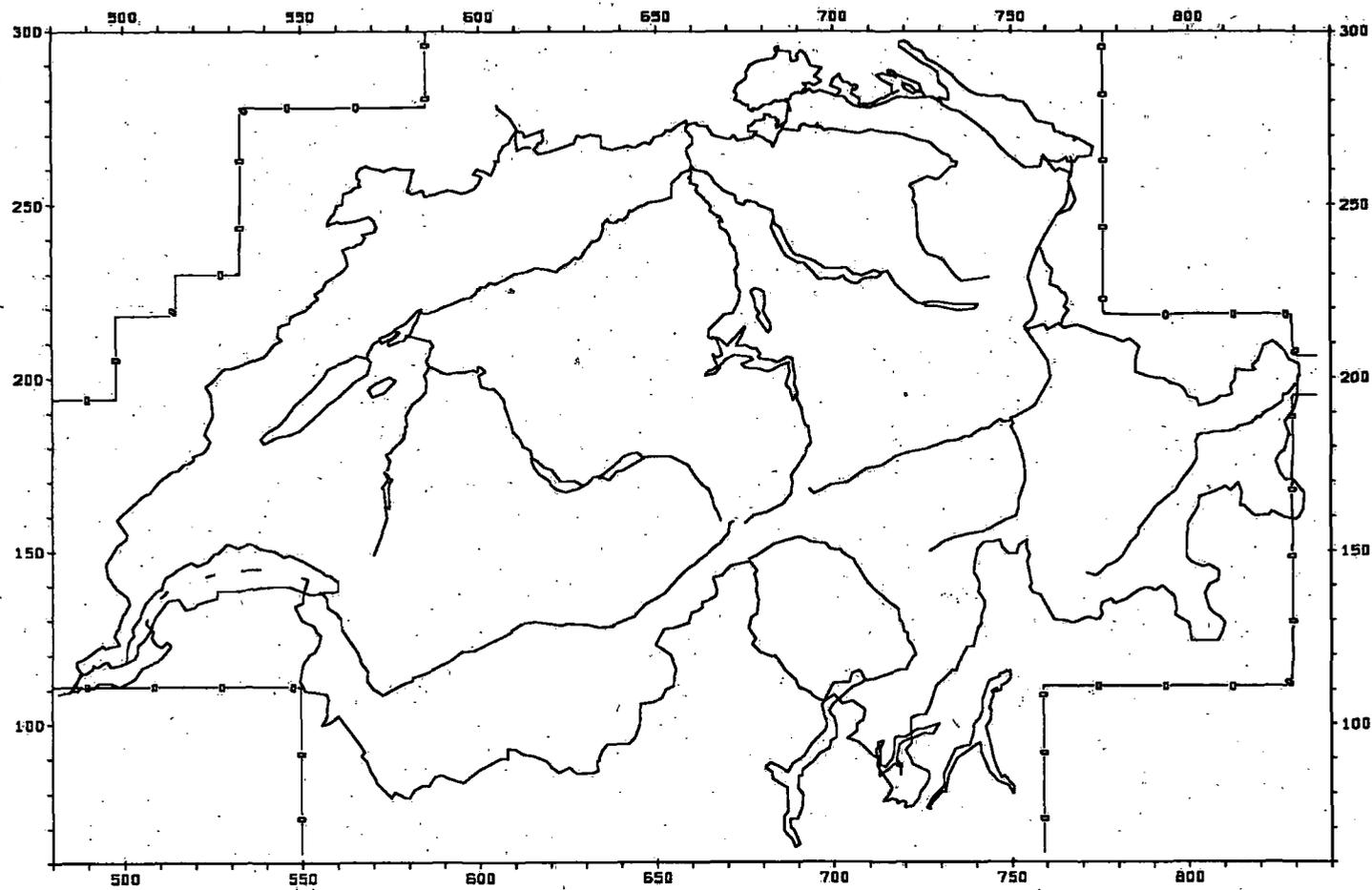


Figure 5: Les limites du réseau dans le modèle de terrain numérique à maille de 250m (-0-0-). Vers Schaffhouse, entre les km 673 et 703, les cotes vont vers le N jusqu'au km 326.

Représentations graphiques

La plupart des désaccords entre calculs et observations est explicable au moyen des panoramas photographiques joints aux descriptions des stations ANETZ de la section NET.

L'horizon observé de Coire-Ems doit être décalé de 3' vers l'Est, celui de Viège de 2' vers l'Est, et celui de Corvatsch de 1', également vers l'Est. Dans ces cas les deux graphiques sont inclus.

Les graphiques sont classés par ordre croissant des numéros des stations.

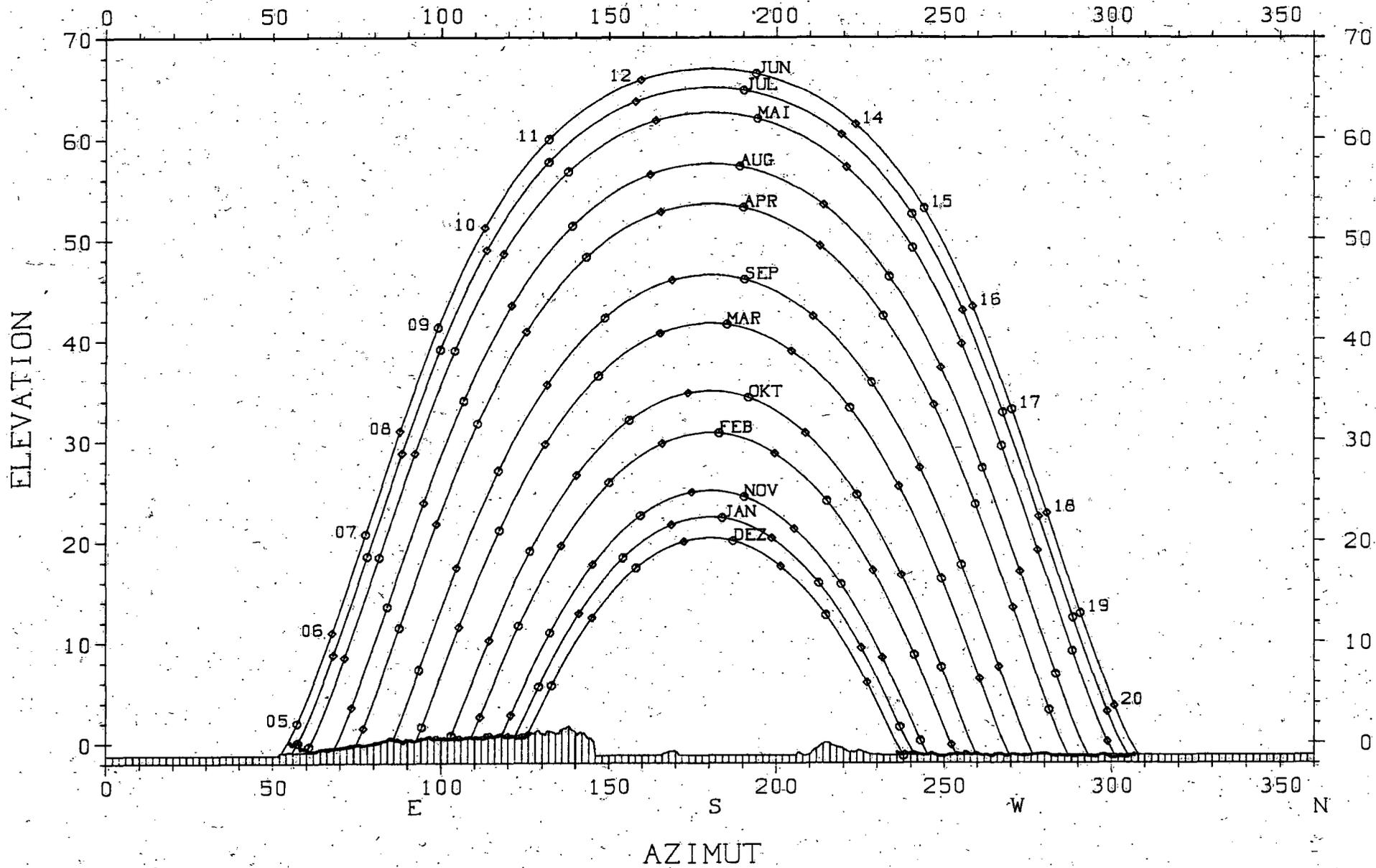
LA DOLE

142.500/497.000

1677.0 M.U.M.

SONNENBAHN FUER DEN 15. DES MONATS

STUNDENEINTEILUNG IN MEZ



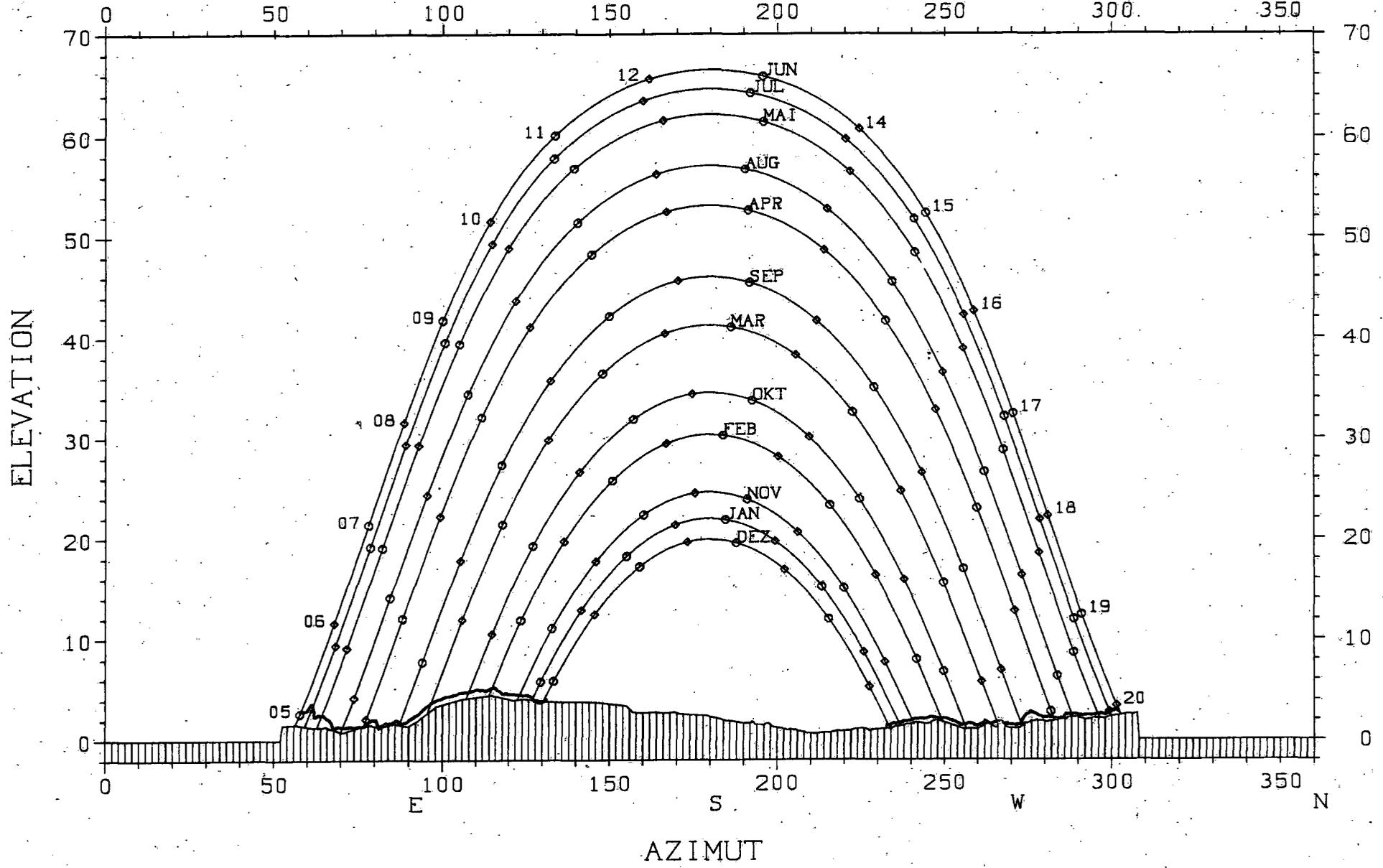
PAYERNE

184.855/562.150

490.0 M.U.M.

SONNENBAHN FUER DEN 15. DES MONATS

STUNDENEINTEILUNG IN MEZ



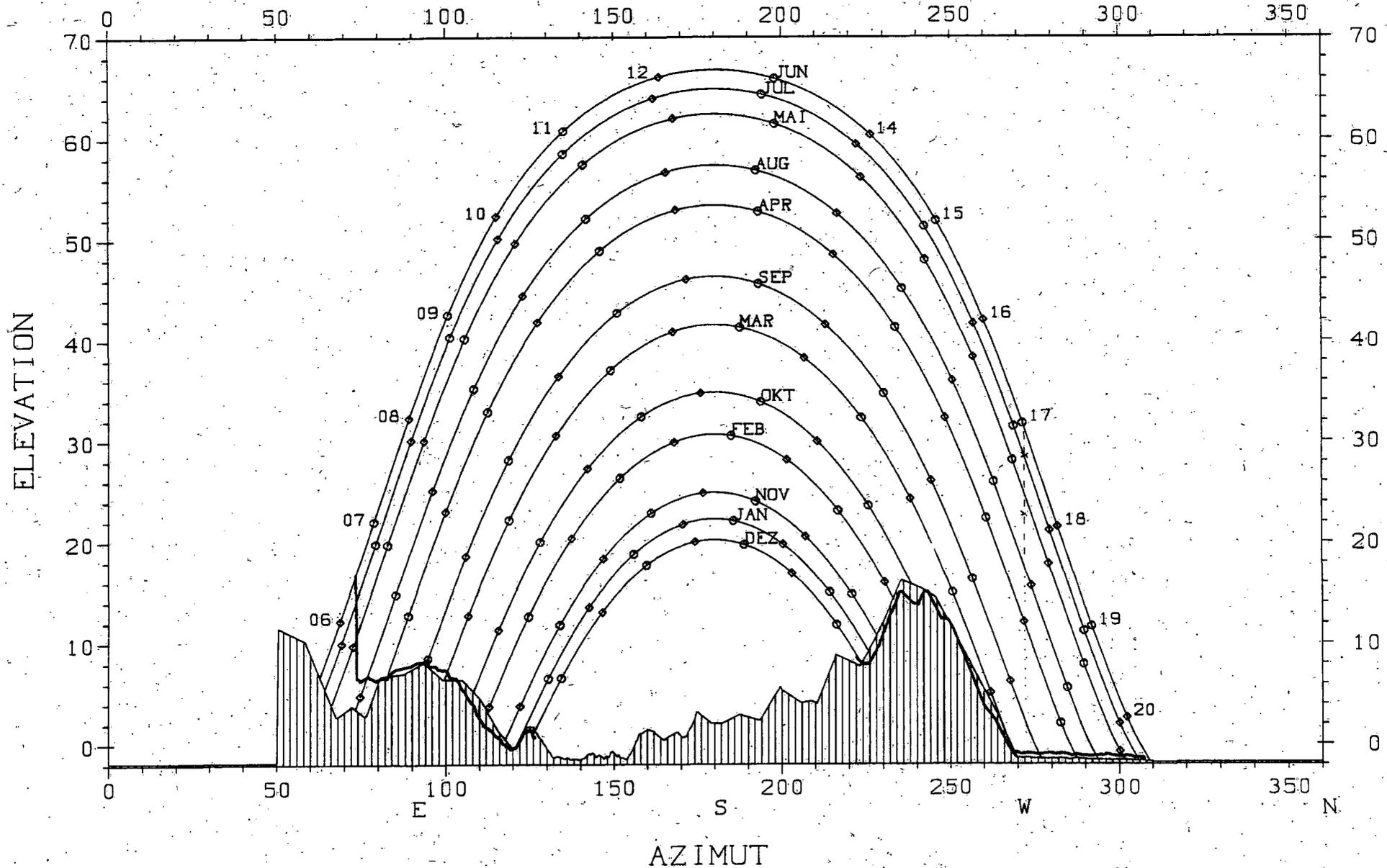
JUNGFRAUJOCH

155,375/641,850

3590.0 M.U.M.

SONNENBAHN FUER DEN 15. DES MONATS

STUNDENEINTEILUNG IN MEZ



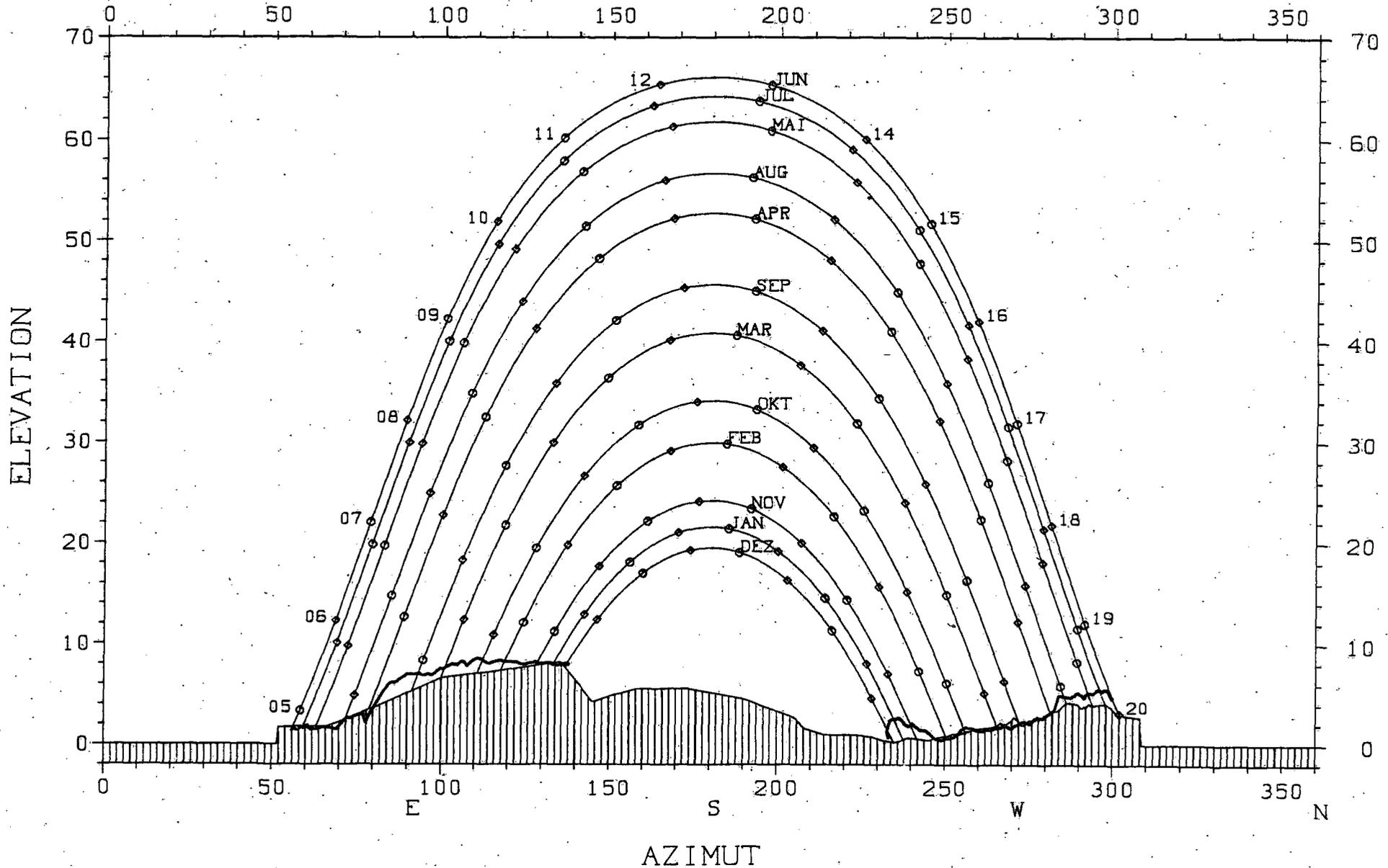
WYNAU

233.860/626.400

426.0 M.U.M.

SONNENBAHN FUER DEN 15. DES MONATS

STUNDENEINTEILUNG IN MEZ



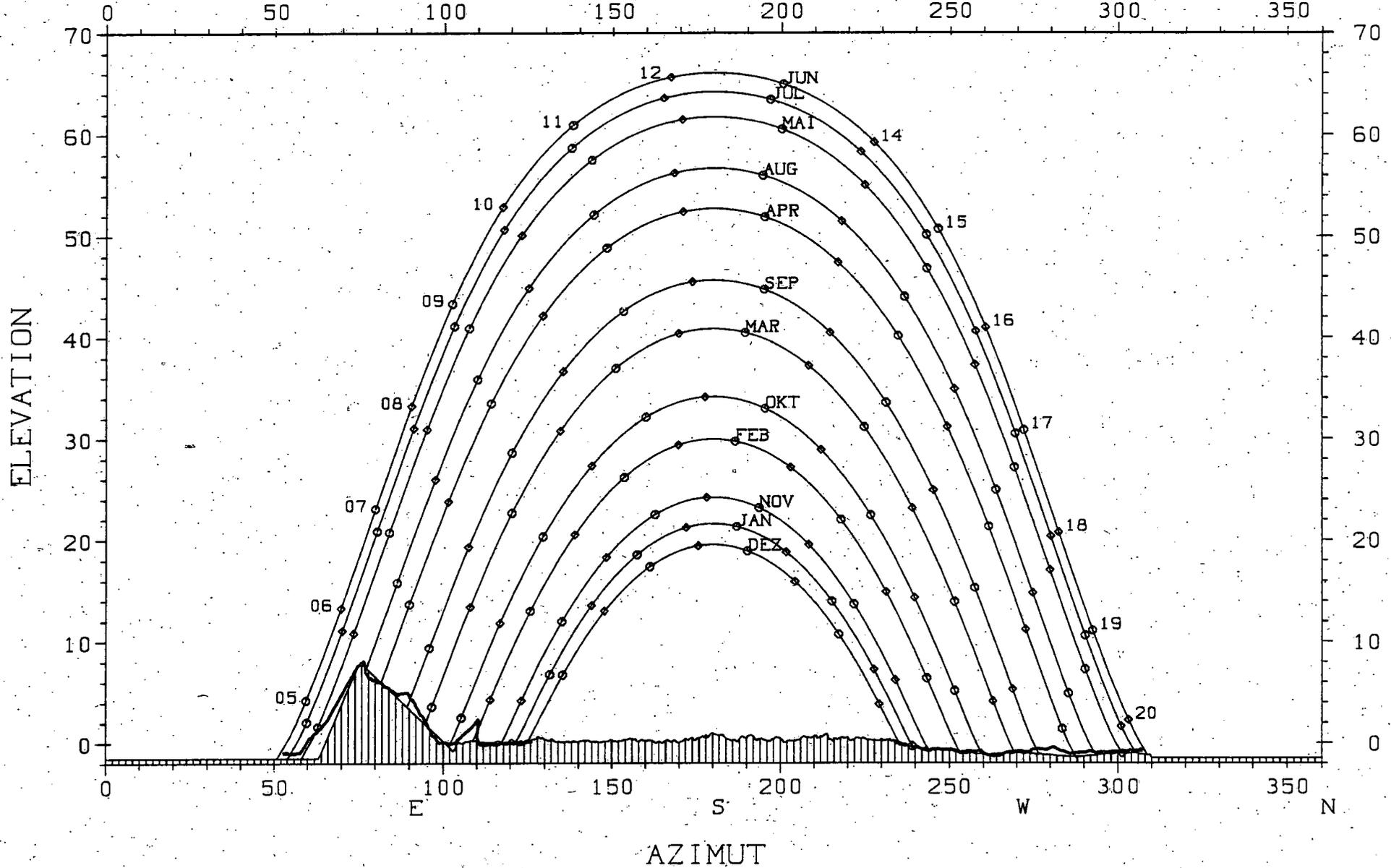
SAENTIS

234.957/744.100

2479.0 M.U.M.

SONNENBAHN FUER DEN 15. DES MONATS

STUNDENEINTEILUNG IN MEZ



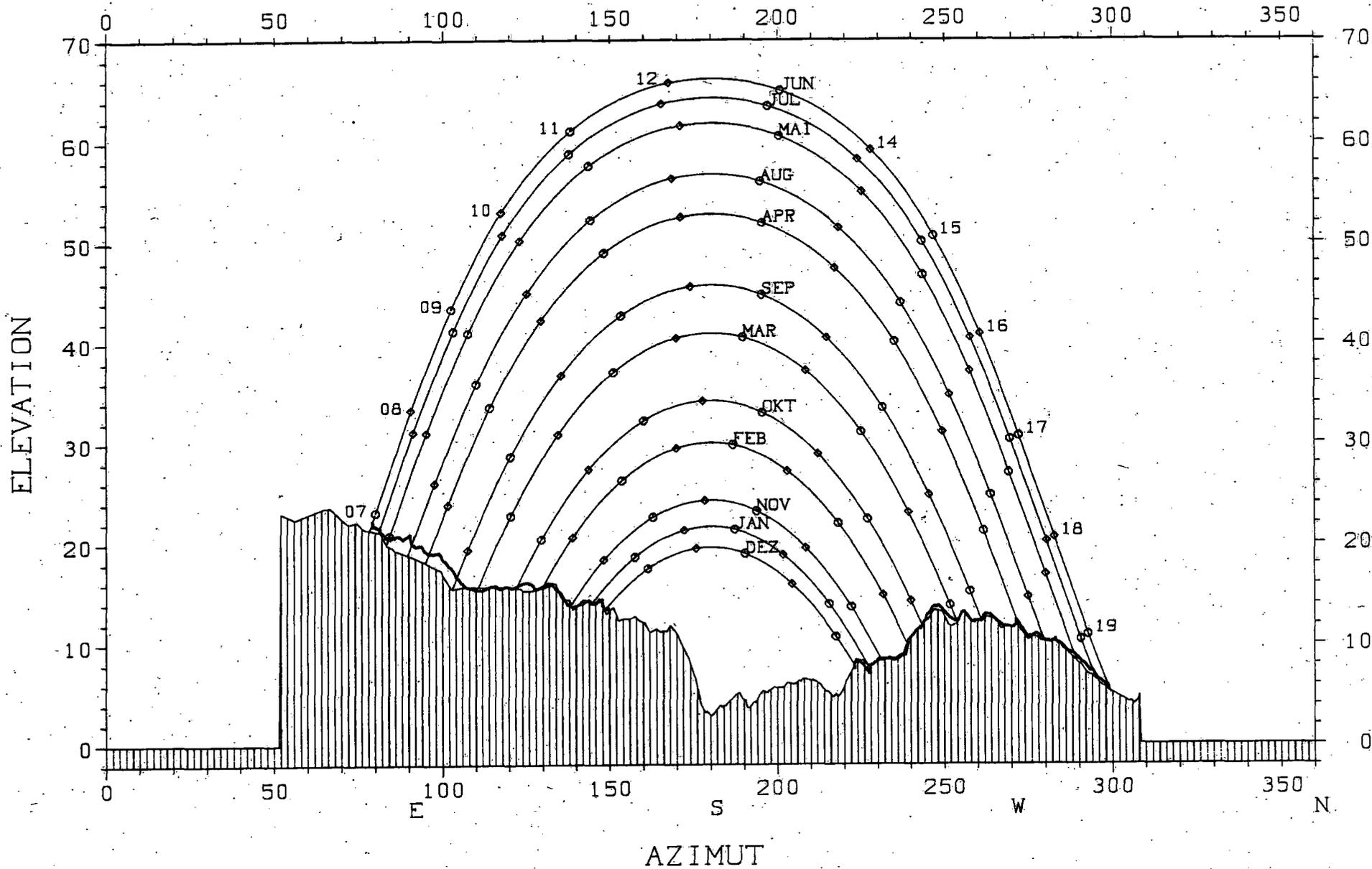
VADUZ

221.700/757.700

460.0 M.U.M.

SONNENBAHN FUER DEN 15. DES MONATS

STUNDENEINTEILUNG IN MEZ



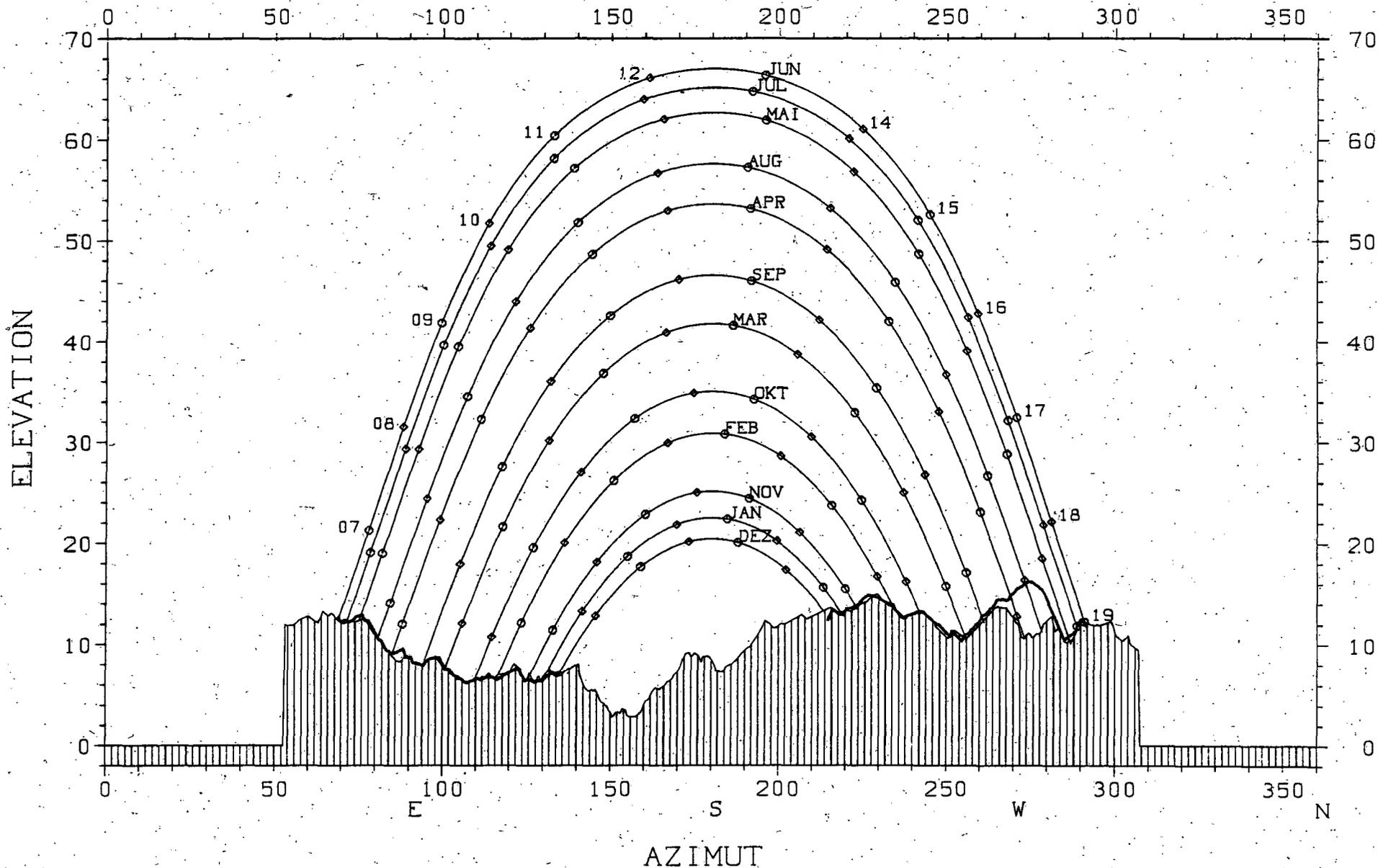
AIGLE

130.630/560.120

381.0 M.U.M.

SONNENBAHN FUER DEN 15. DES MONATS

STUNDENEINTEILUNG IN MEZ



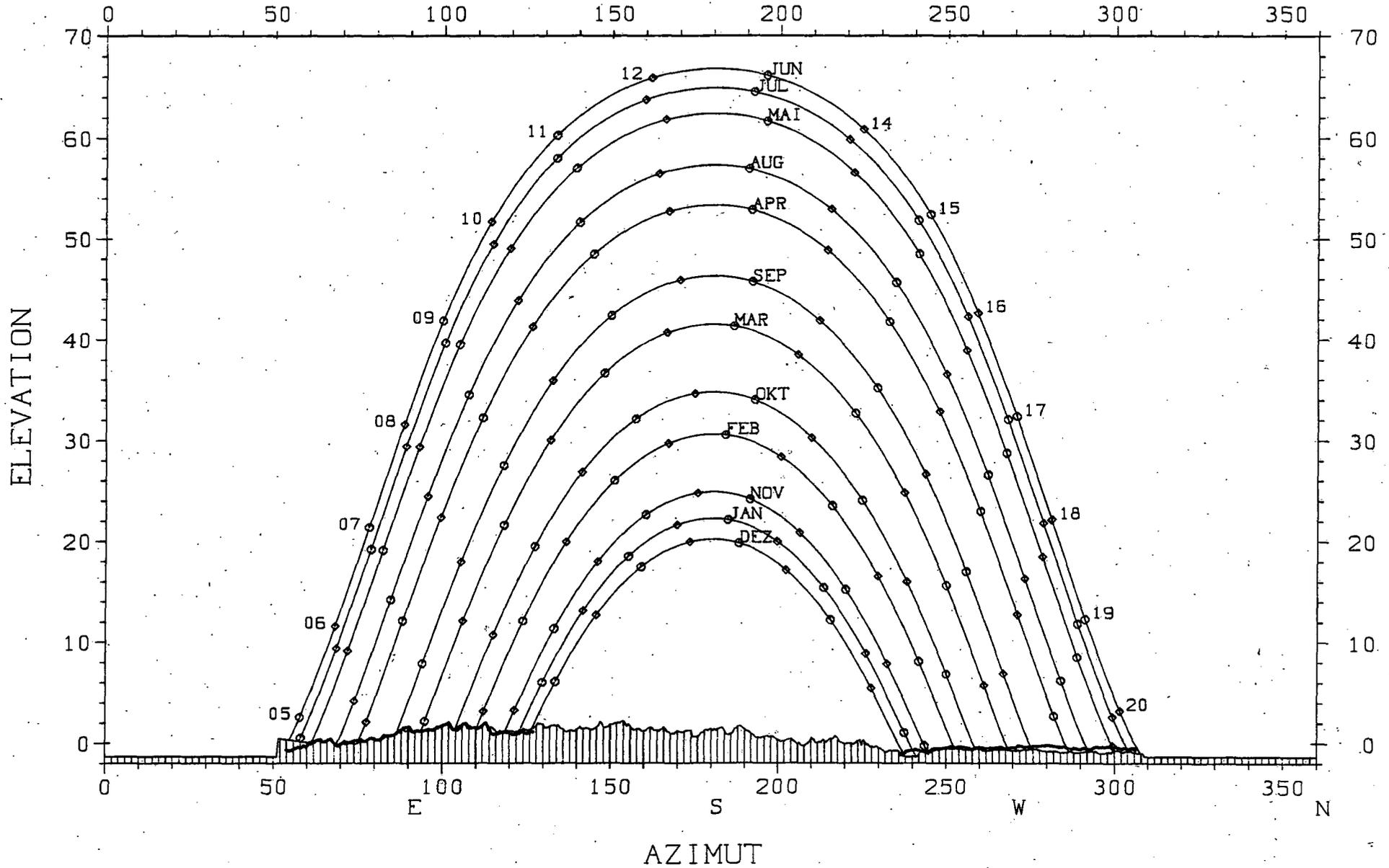
MOLESON

155.200/567.740

2000.0 M.U.M.

SONNENBAHN FÜR DEN 15. DES MONATS

STUNDENEINTEILUNG IN MEZ



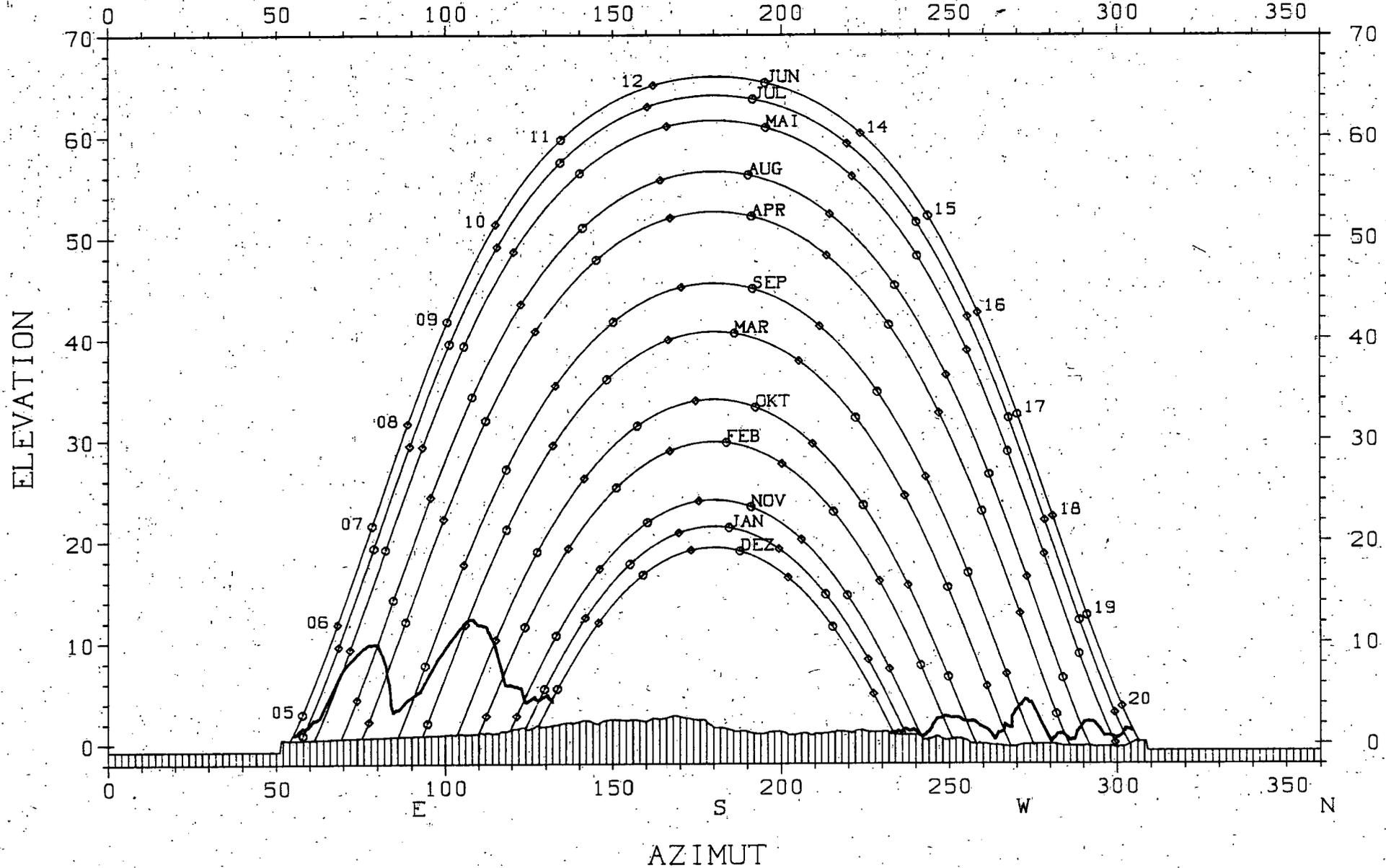
FAHY

252.650/562.460

596.0 M.U.M.

SONNENBAHN FUER DEN 15. DES MONATS

STUNDENEINTEILUNG IN MEZ



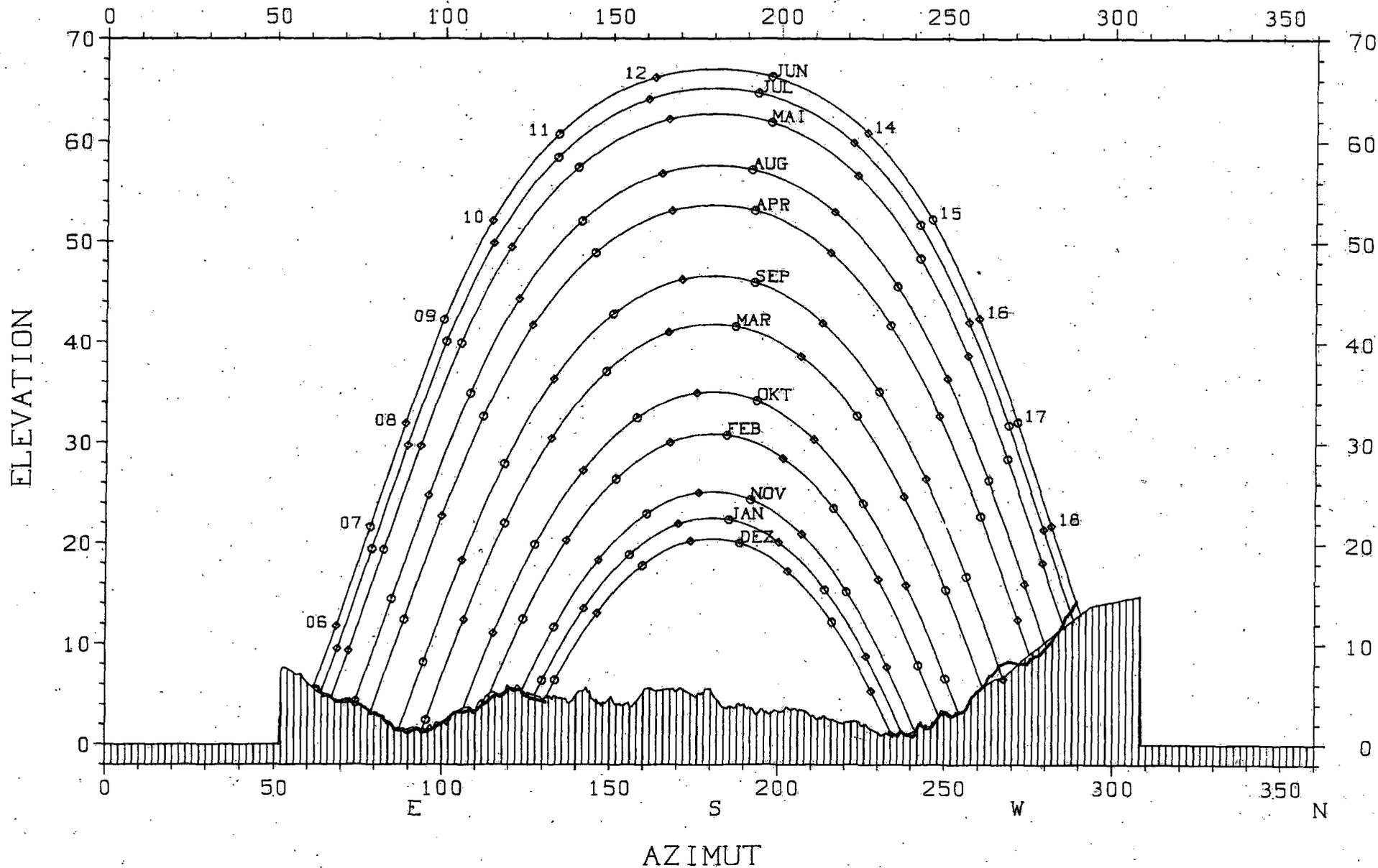
MONTANA

129.187/603.725

1512.0 M.U.M.

SONNENBAHN FUER DEN 15. DES MONATS

STUNDENEINTEILUNG IN MEZ



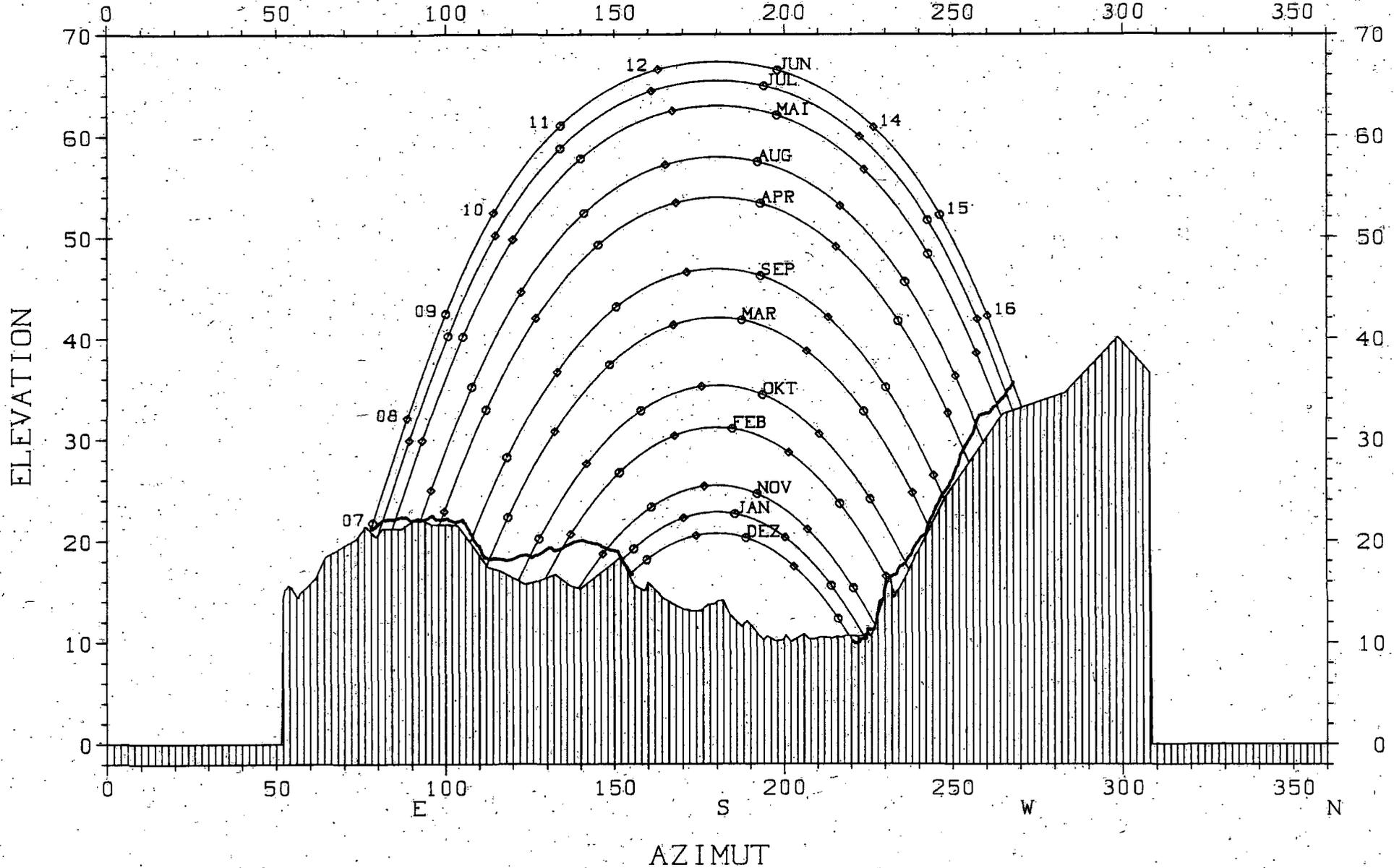
ZERMATT

97.575/624.287

1697.0 M.U.M.

SONNENBAHN FUER DEN 15. DES MONATS

STUNDENEINTEILUNG IN MEZ



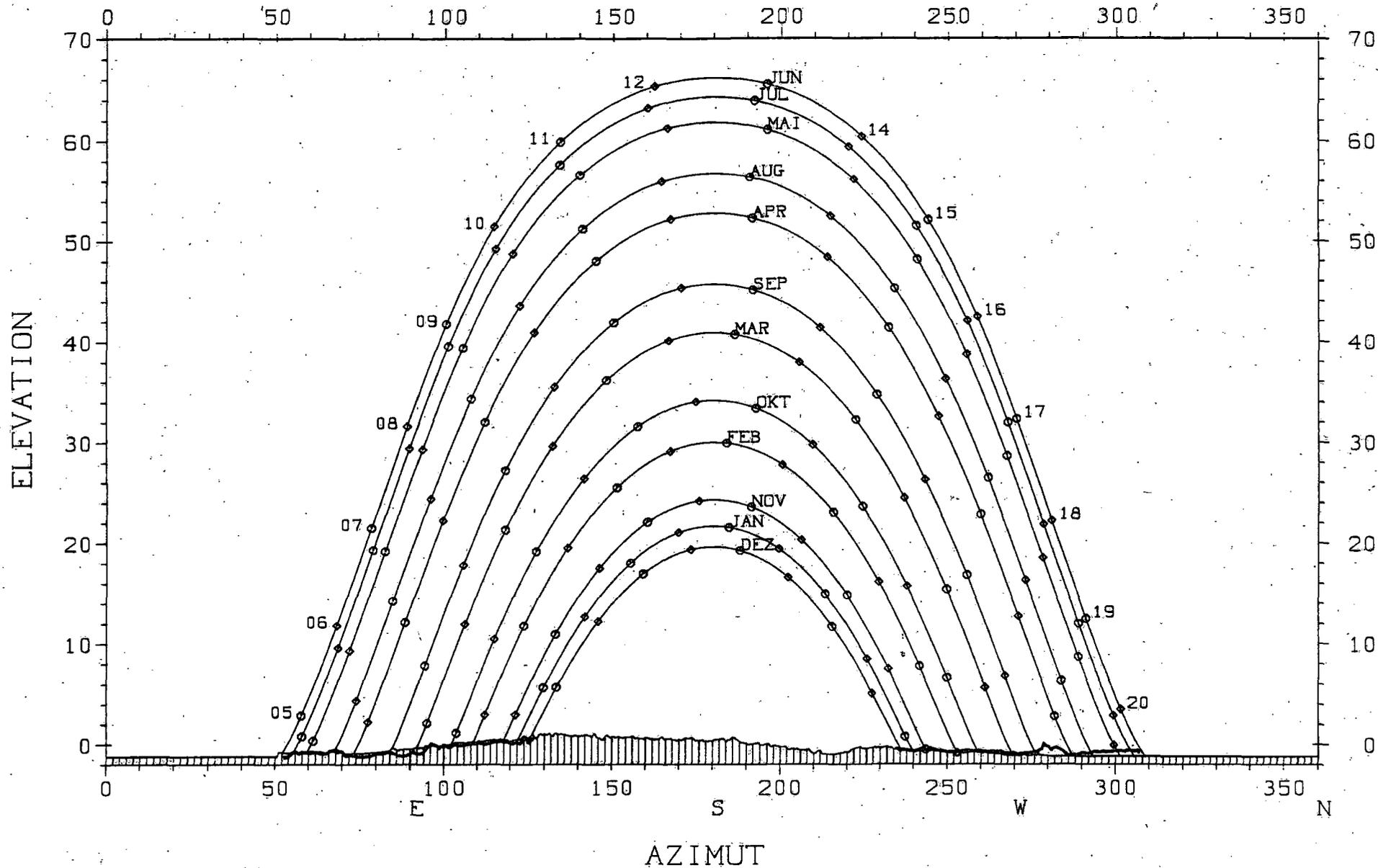
CHASSERAL

220.320/571.290

1610.0 M.U.M.

SONNENBAHN FUER DEN 15. DES MONATS

STUNDENEINTEILUNG IN MEZ



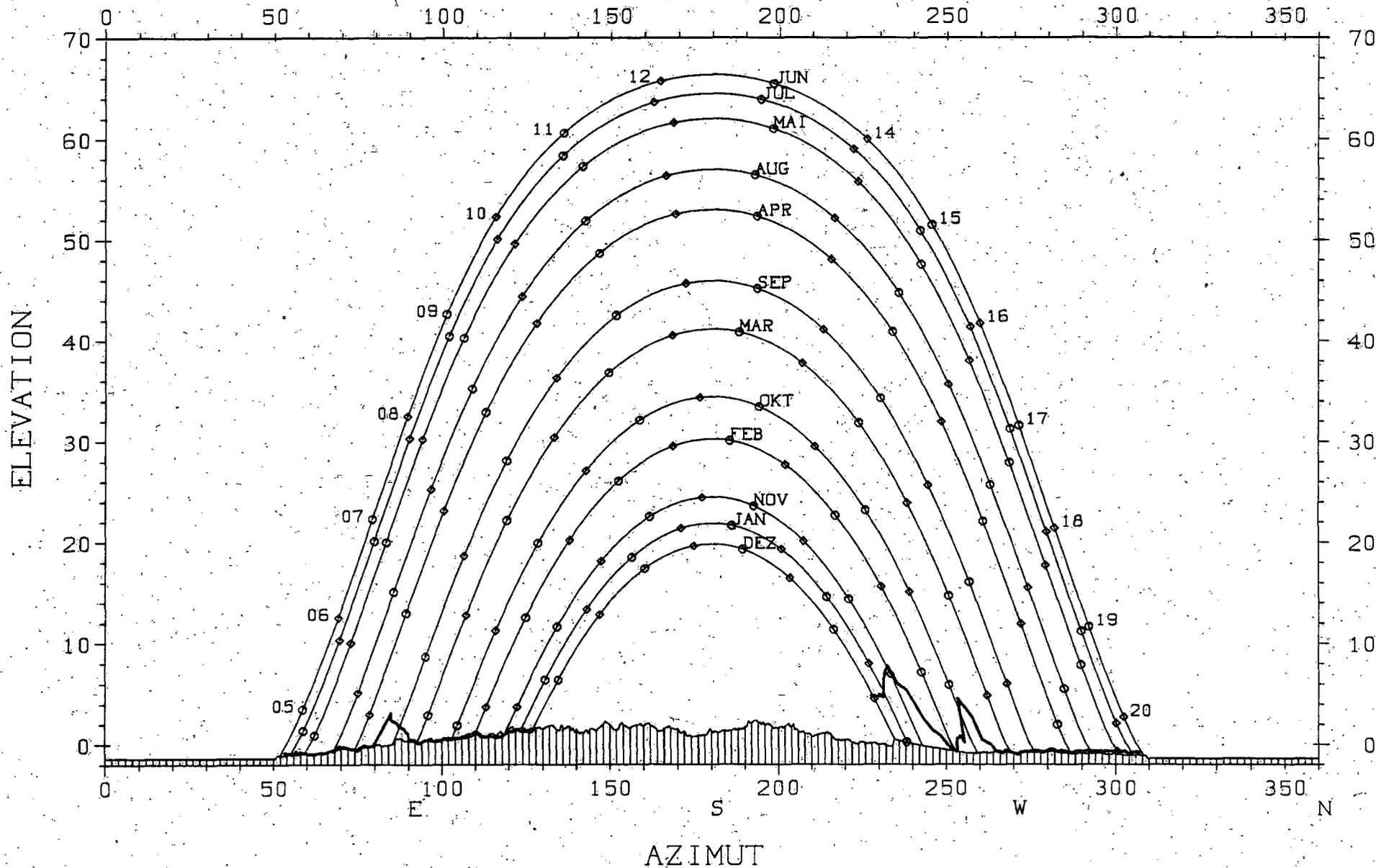
PILATUS

203.410/661.910

2120.0 M.U.M.

SONNENBAHN FUER DEN 15. DES MONATS

STUNDENEINTEILUNG IN MEZ



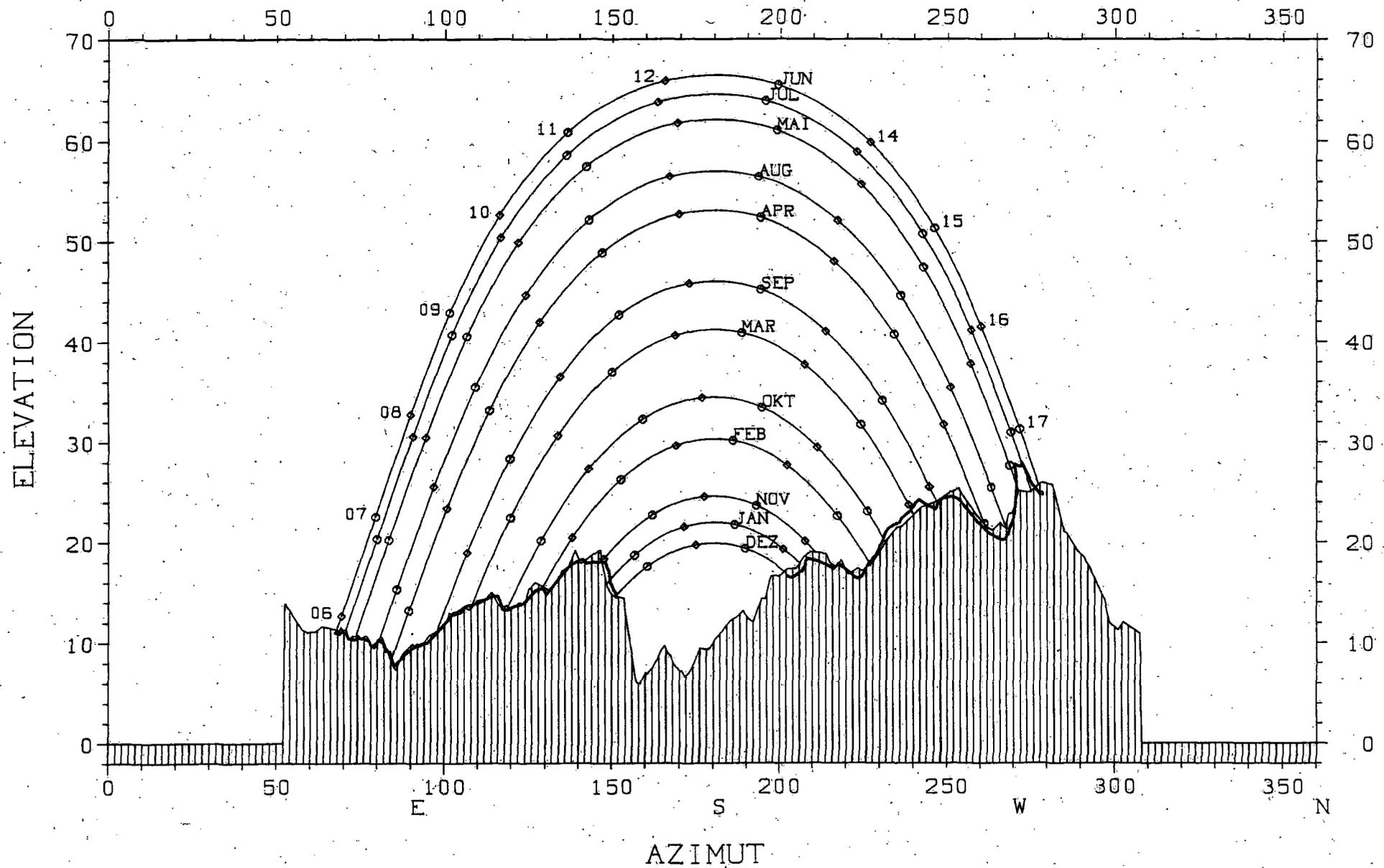
ALTDORF

191.700/690.960

449.0 M.U.M.

SONNENBAHN FUER DEN 15. DES MONATS

STUNDENEINTEILUNG IN MEZ

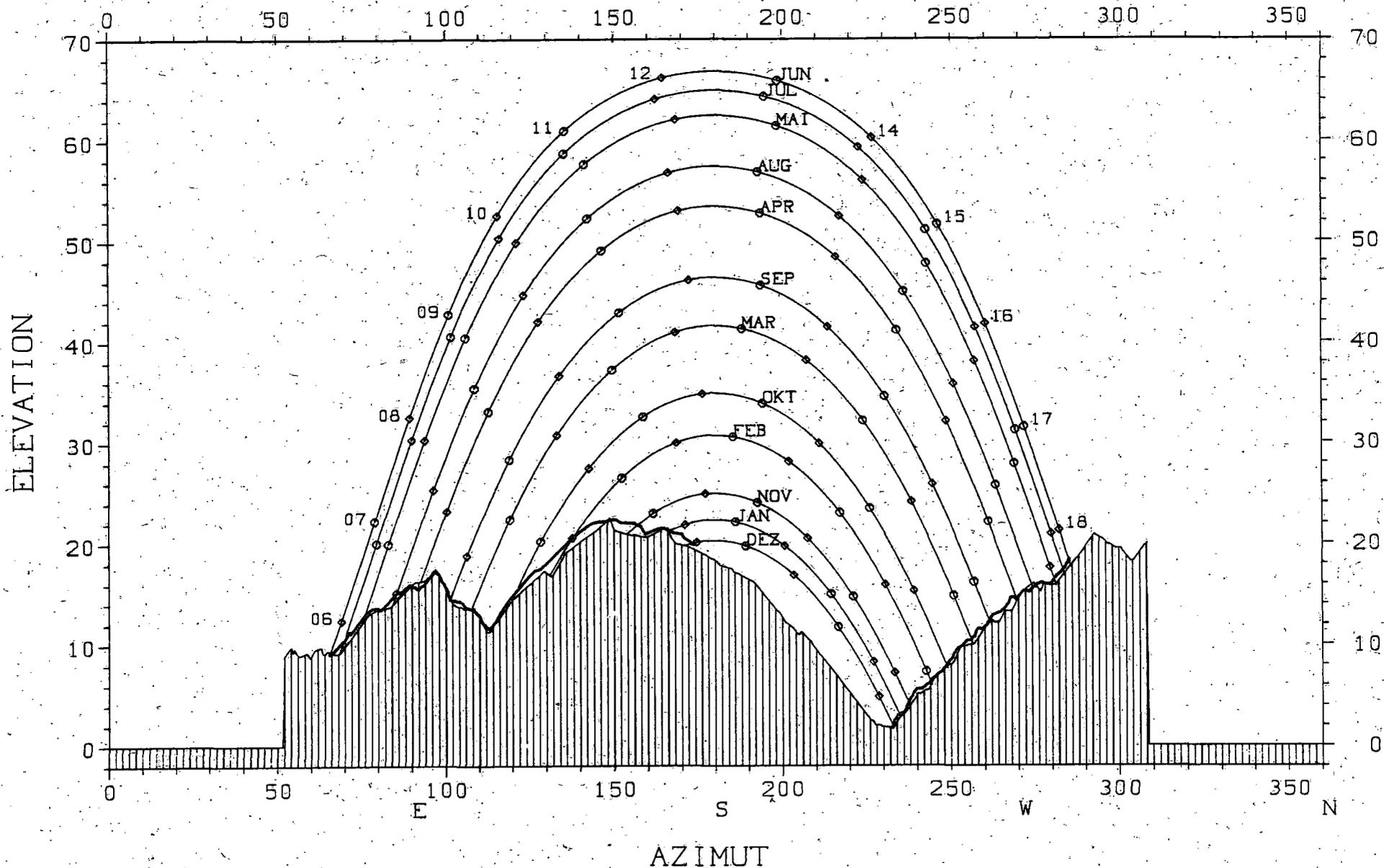


ULRICHEN

150.760/666.740 1345.0 M.U.M.

SONNENBAHN FUER DEN 15. DES MONATS

STUNDENEINTEILUNG IN MEZ

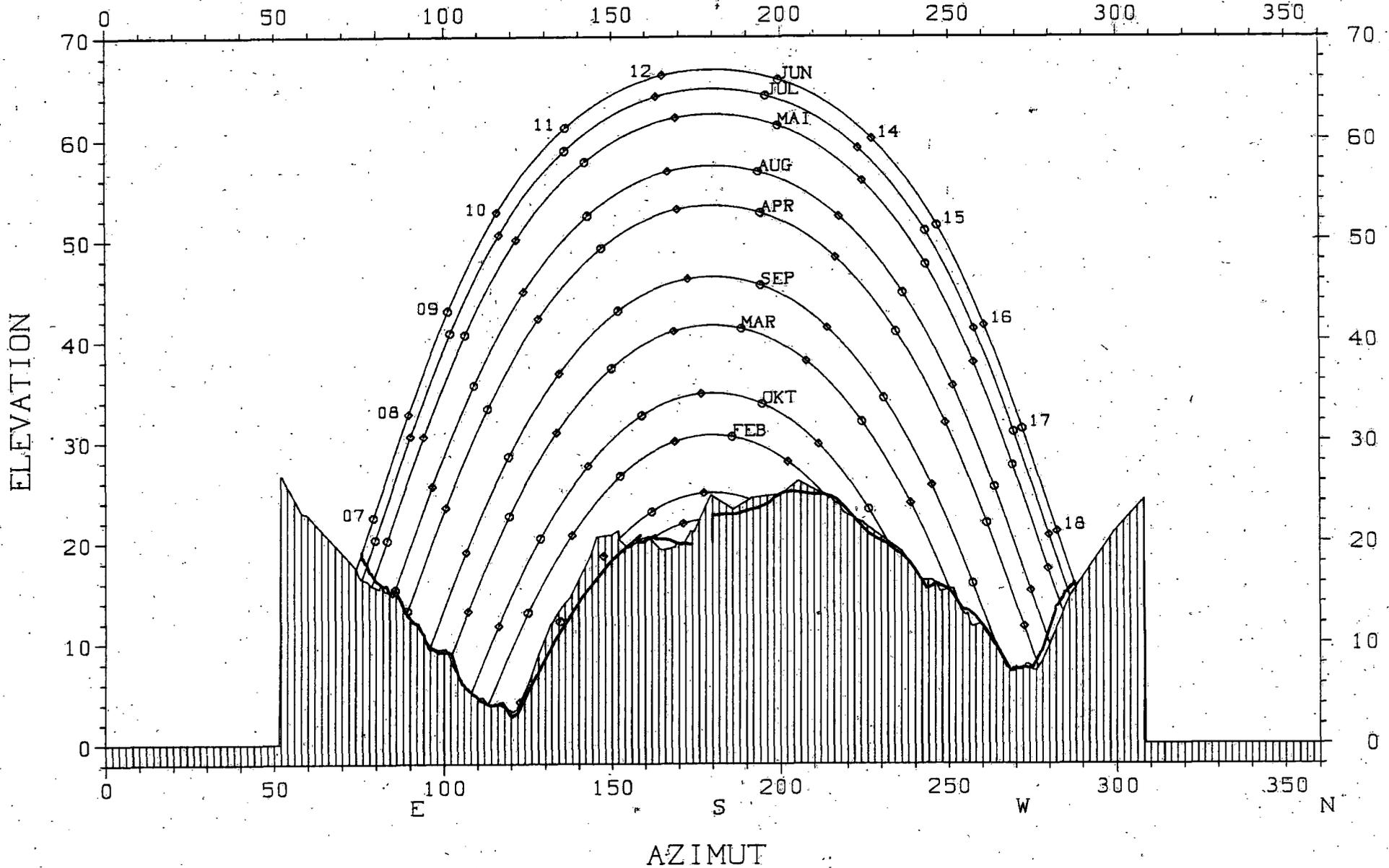


PIOTTA

152.500/694.930 1007.0 M.U.M.

SONNENBAHN FUER DEN 15. DES MONATS

STUNDENEINTEILUNG IN MEZ

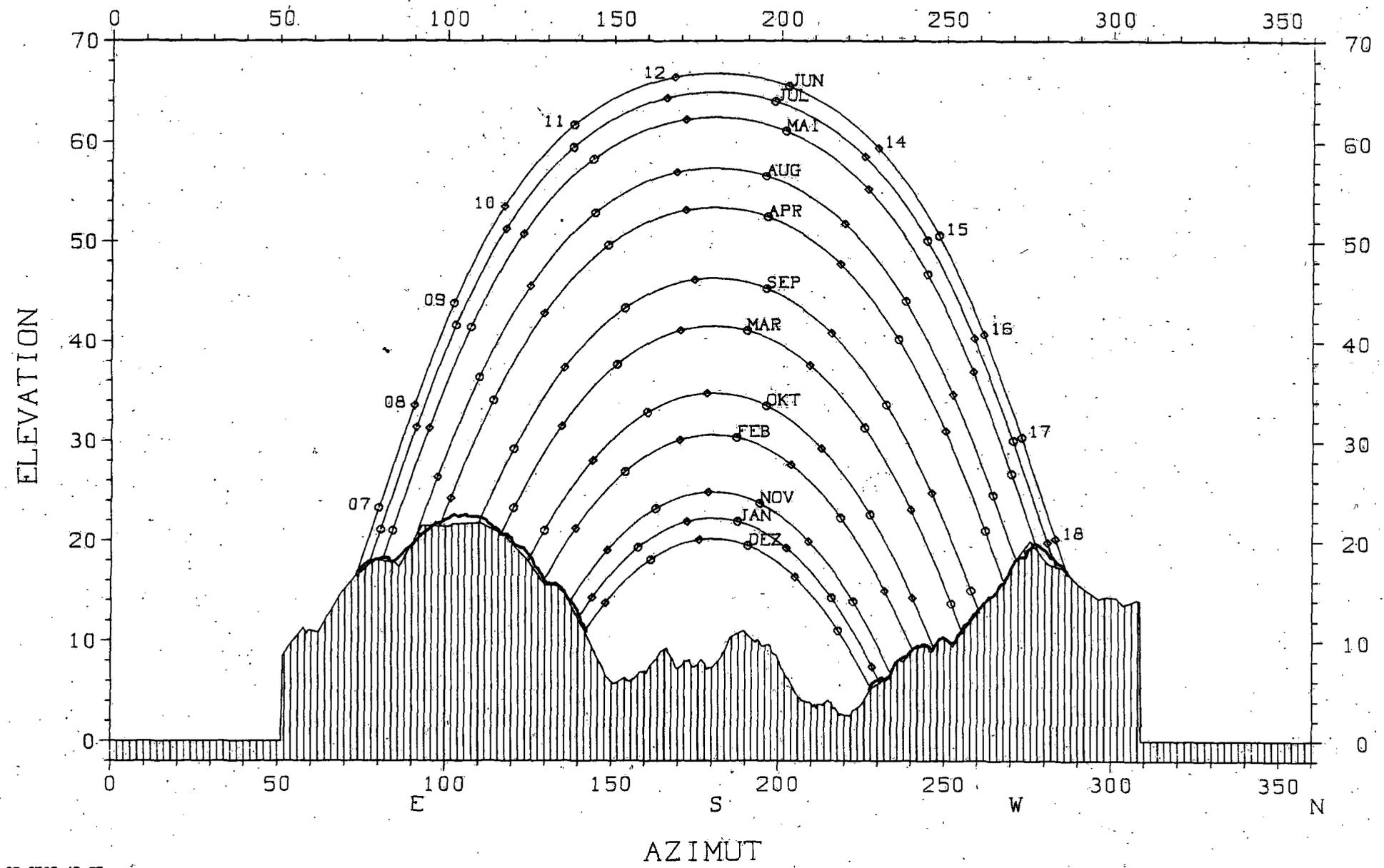


SAMEDAN-ST. MORITZ

156.040/787.150 1705.0 M.U.M.

SONNENBAHN FUER DEN 15. DES MONATS

STUNDENEINTEILUNG IN MEZ



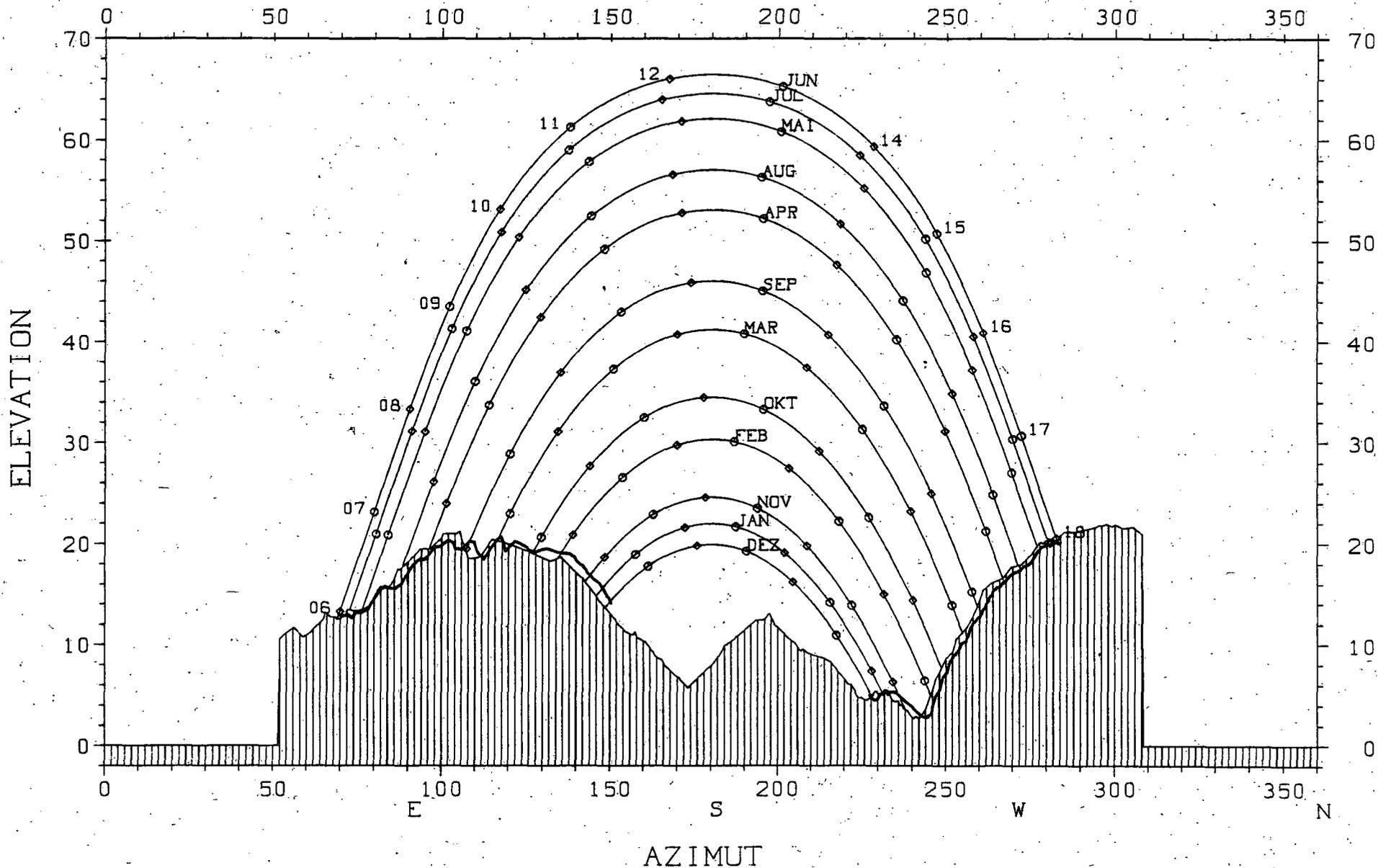
CHUR-EMS

193.170/759.488

555.0 M.U.M.

SONNENBAHN FUER DEN 15. DES MONATS

STUNDENEINTEILUNG IN MEZ



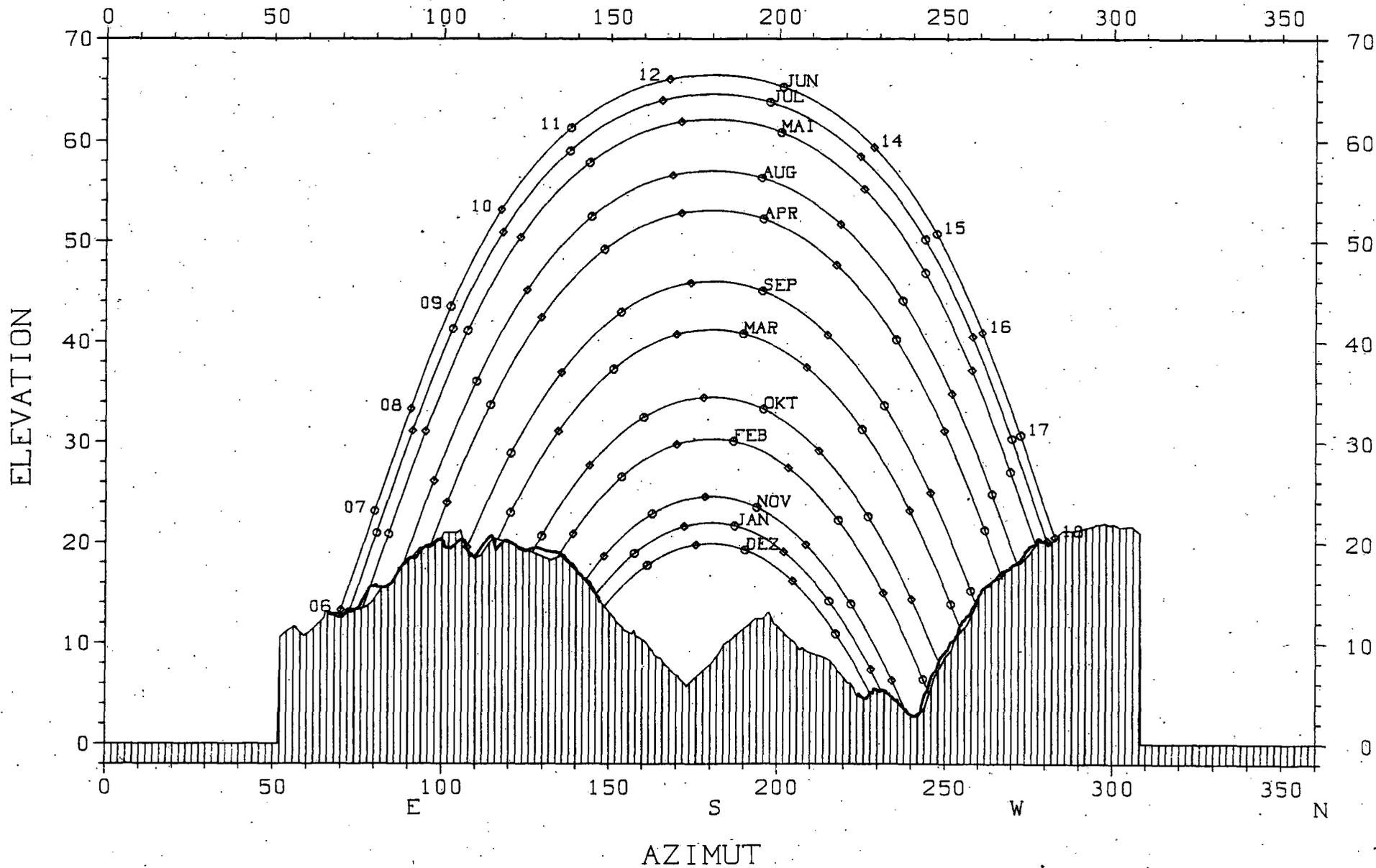
CHUR-EMS

193.170/759.488

555.0 M.U.M.

SONNENBAHN FUER DEN 15. DES MONATS

STUNDENEINTEILUNG IN MEZ

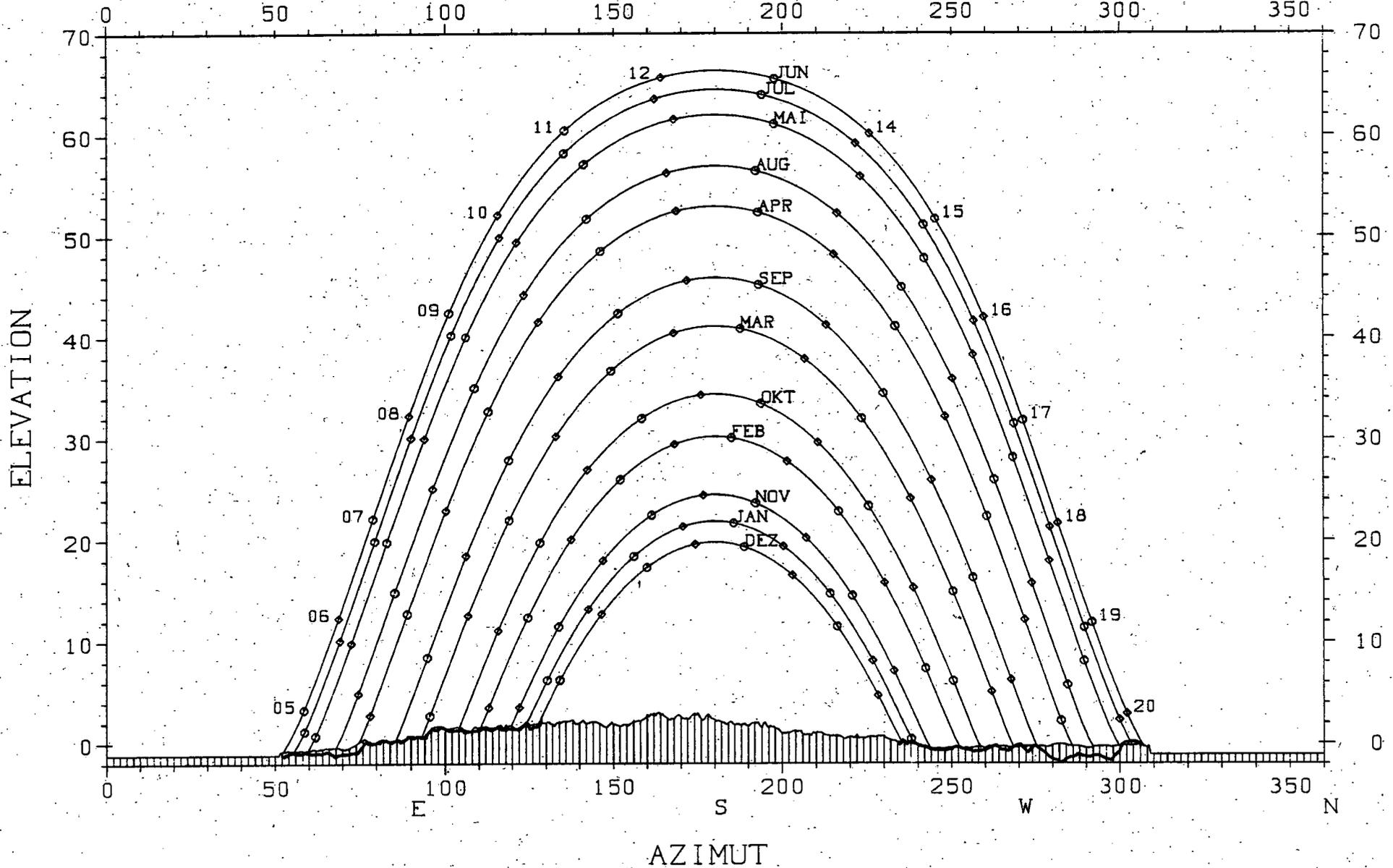


NAPF

205.970/638.130 1407.0 M.U.M.

SONNENBAHN FUER DEN 15. DES MONATS

STUNDENEINTEILUNG IN MEZ



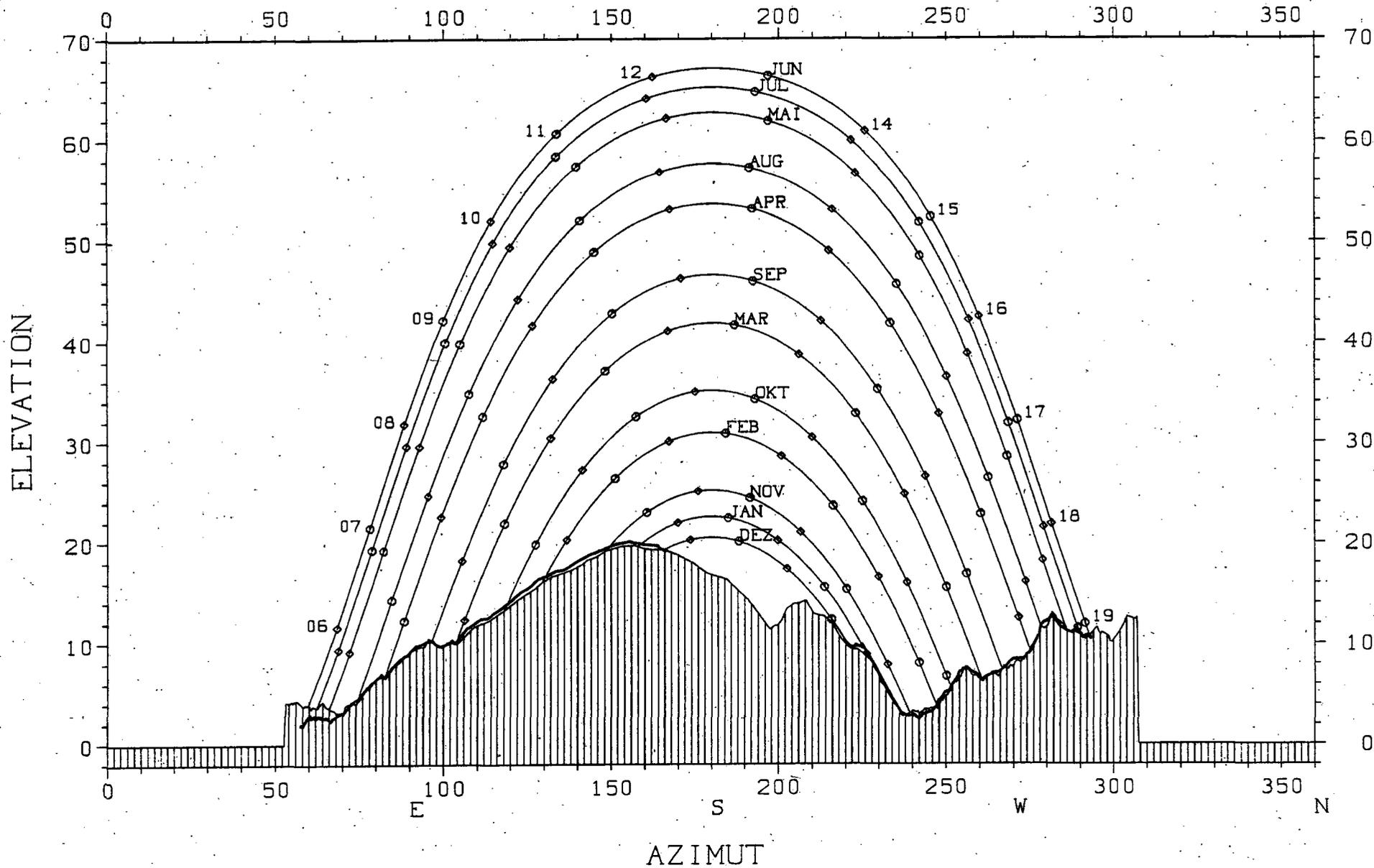
SION

118.625/592.200

482.0 M.U.M.

SONNENBAHN FUER DEN 15. DES MONATS

STUNDENEINTEILUNG IN MEZ



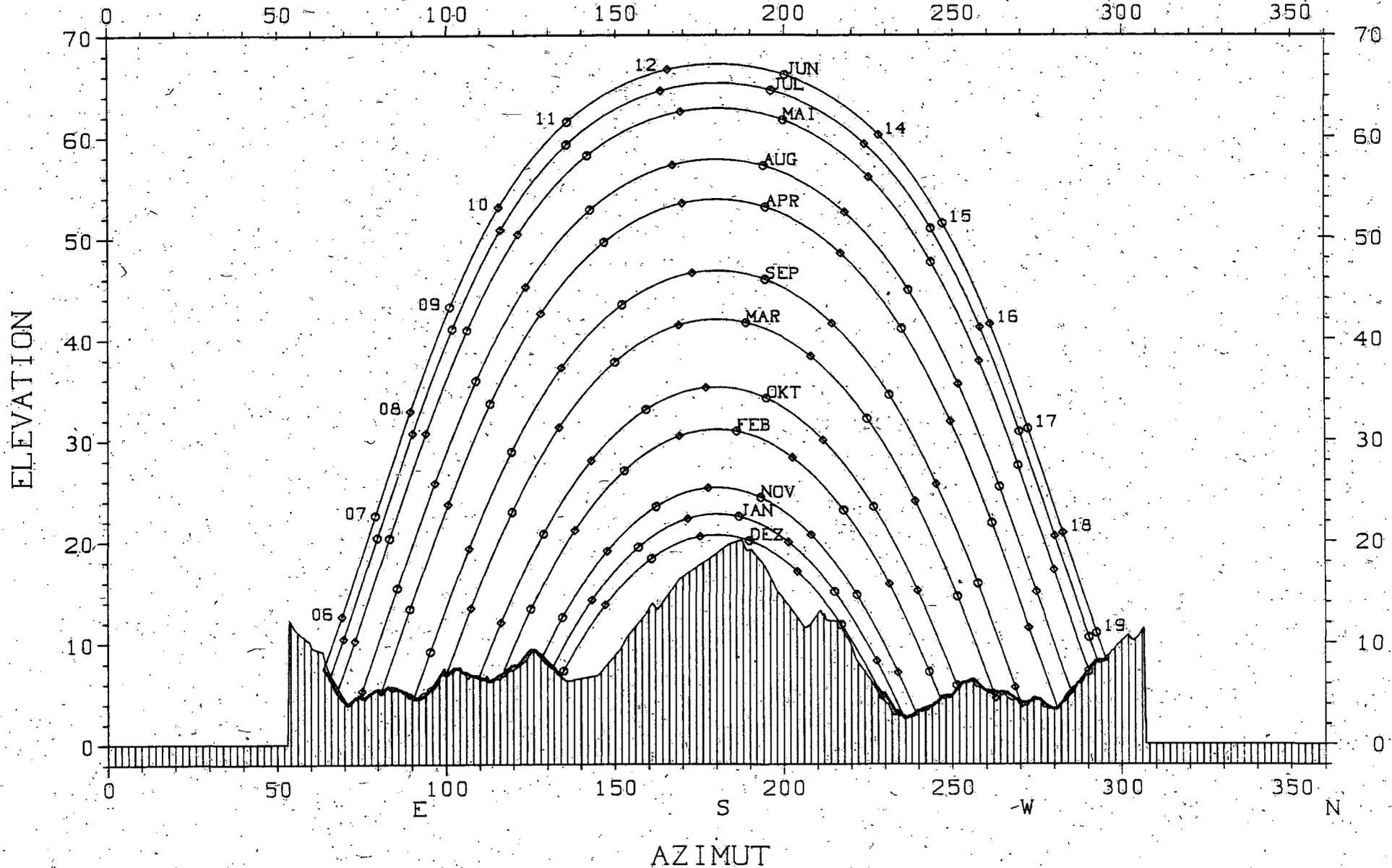
LOCARNO-MAGADINO

113.540/711.160

197.0 M.U.M.

SONNENBAHN FUER DEN 15. DES MONATS

STUNDENEINTEILUNG IN MEZ



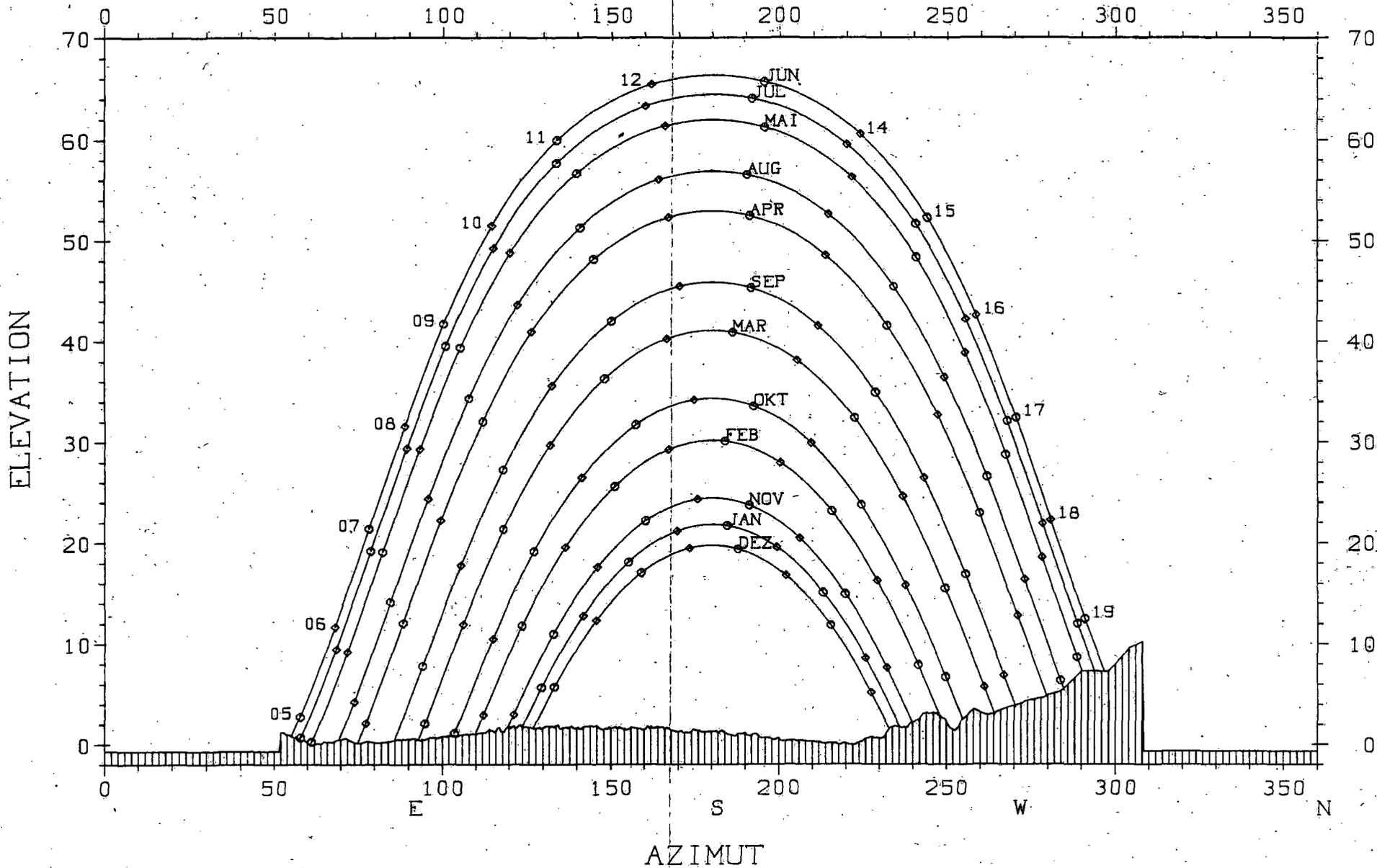
NEUCHATEL

205.555/563.100

505.0 M.U.M.

SONNENBAHN FUER DEN 15. DES MONATS

STUNDENEINTEILUNG IN MEZ

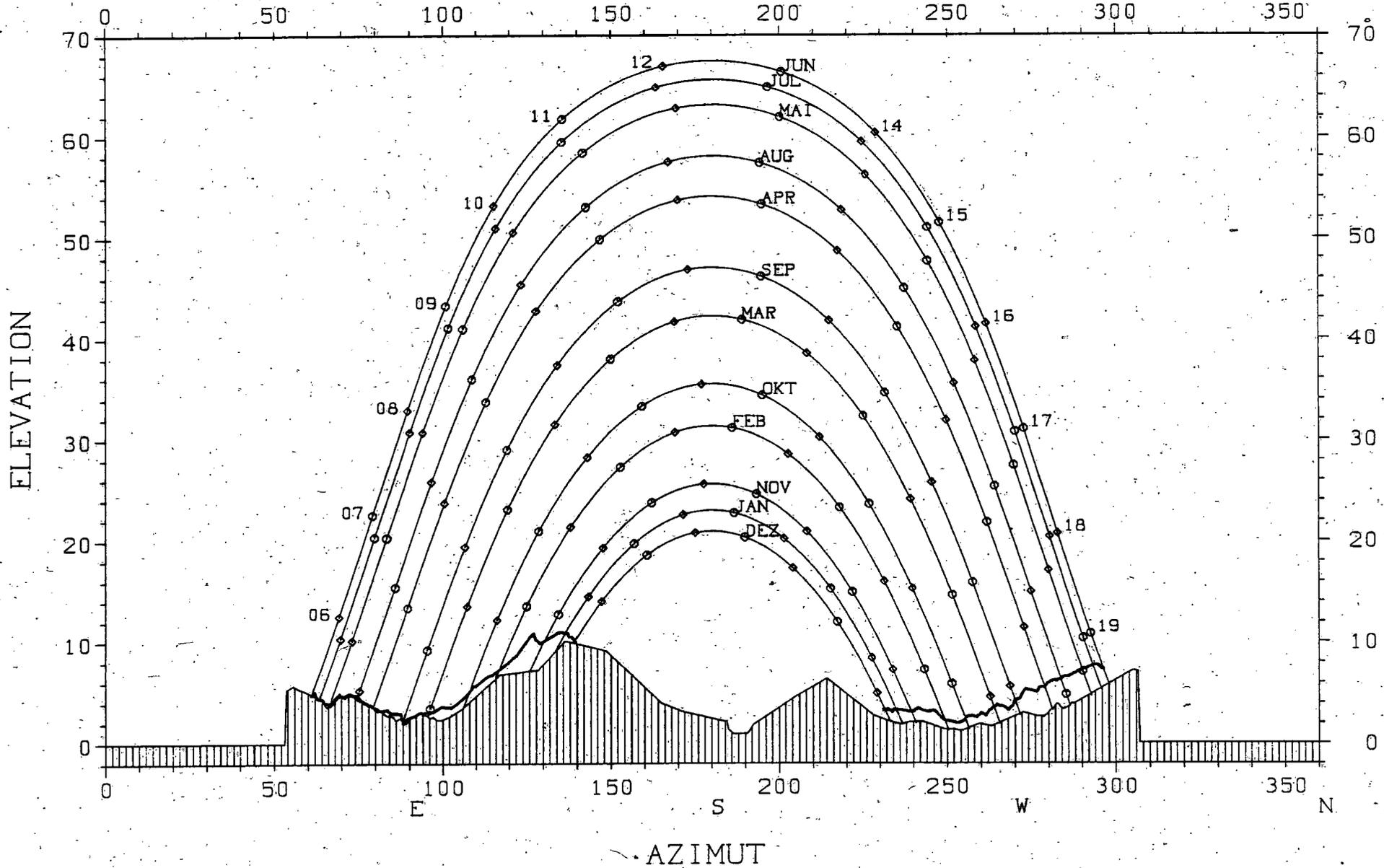


STABIO

77.970/716.040 353.0 M.U.M.

SONNENBAHN FUER DEN 15. DES MONATS

STUNDENEINTEILUNG IN MEZ



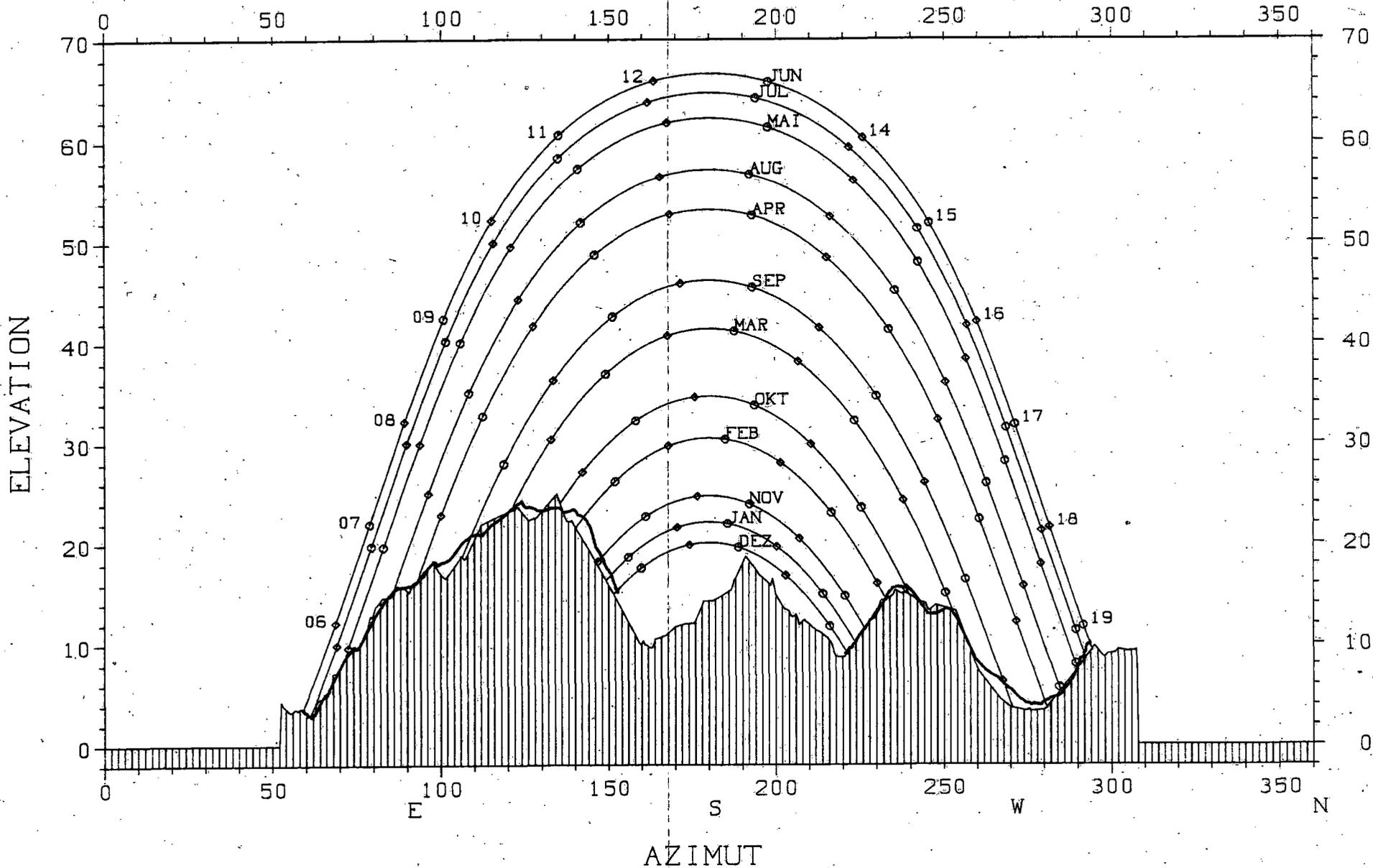
INTERLAKEN

169.120/633.070

580.0 M.U.M.

SONNENBAHN FUER DEN 15. DES MONATS

STUNDENEINTEILUNG IN MEZ

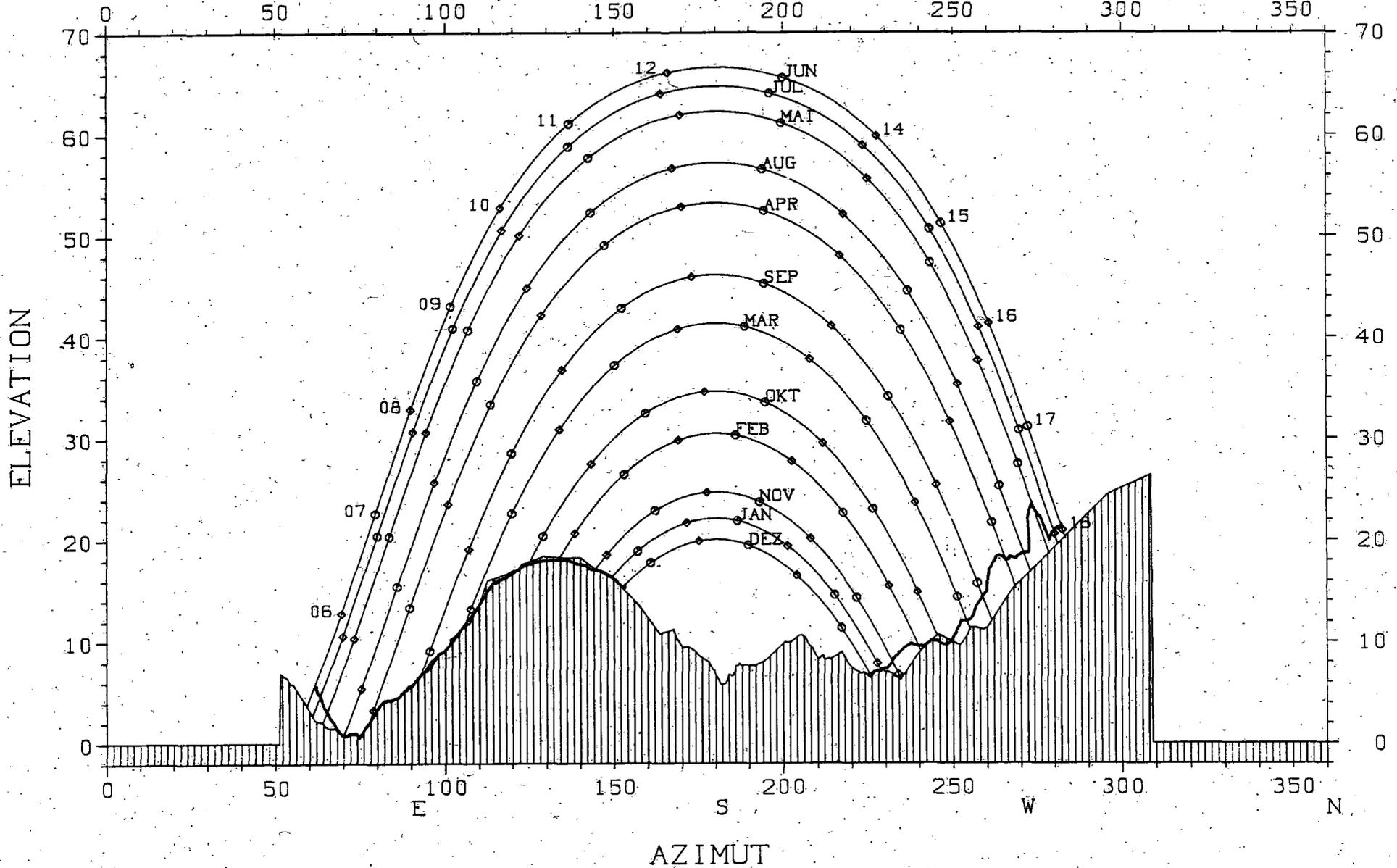


DISSENTIS

173.780/708.230 1190.0 M.U.M.

SONNENBAHN FUER DEN 15. DES MONATS

STUNDENEINTEILUNG IN MEZ

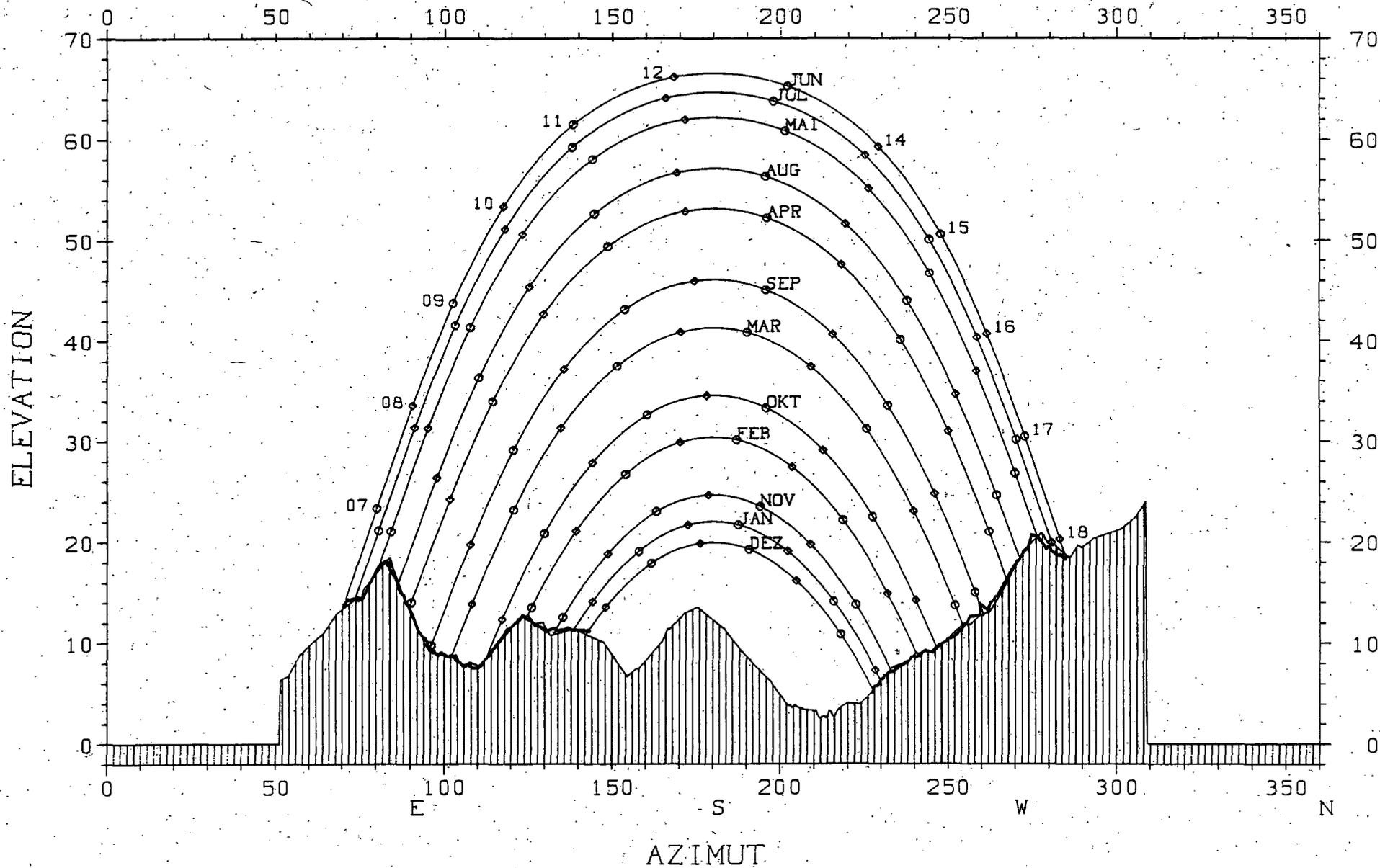


DAVOS

187.480/783.580 1590.0 M.U.M.

SONNENBAHN FUER DEN 15. DES MONATS

STUNDENEINTEILUNG IN MEZ



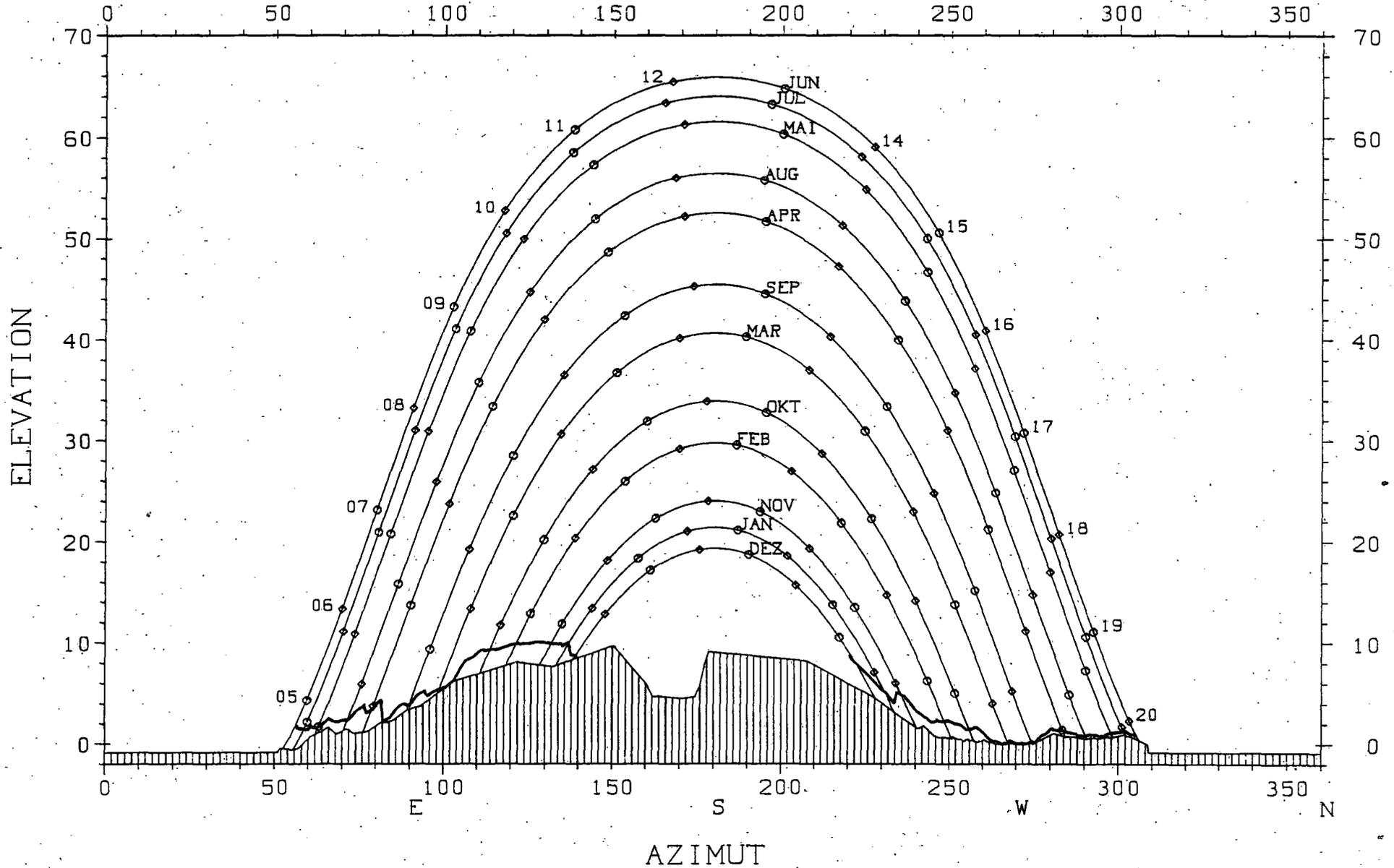
ST. GALLEN

254.455/747.725

787.0 M.U.M.

SONNENBAHN FUER DEN 15. DES MONATS

STUNDENEINTEILUNG IN MEZ



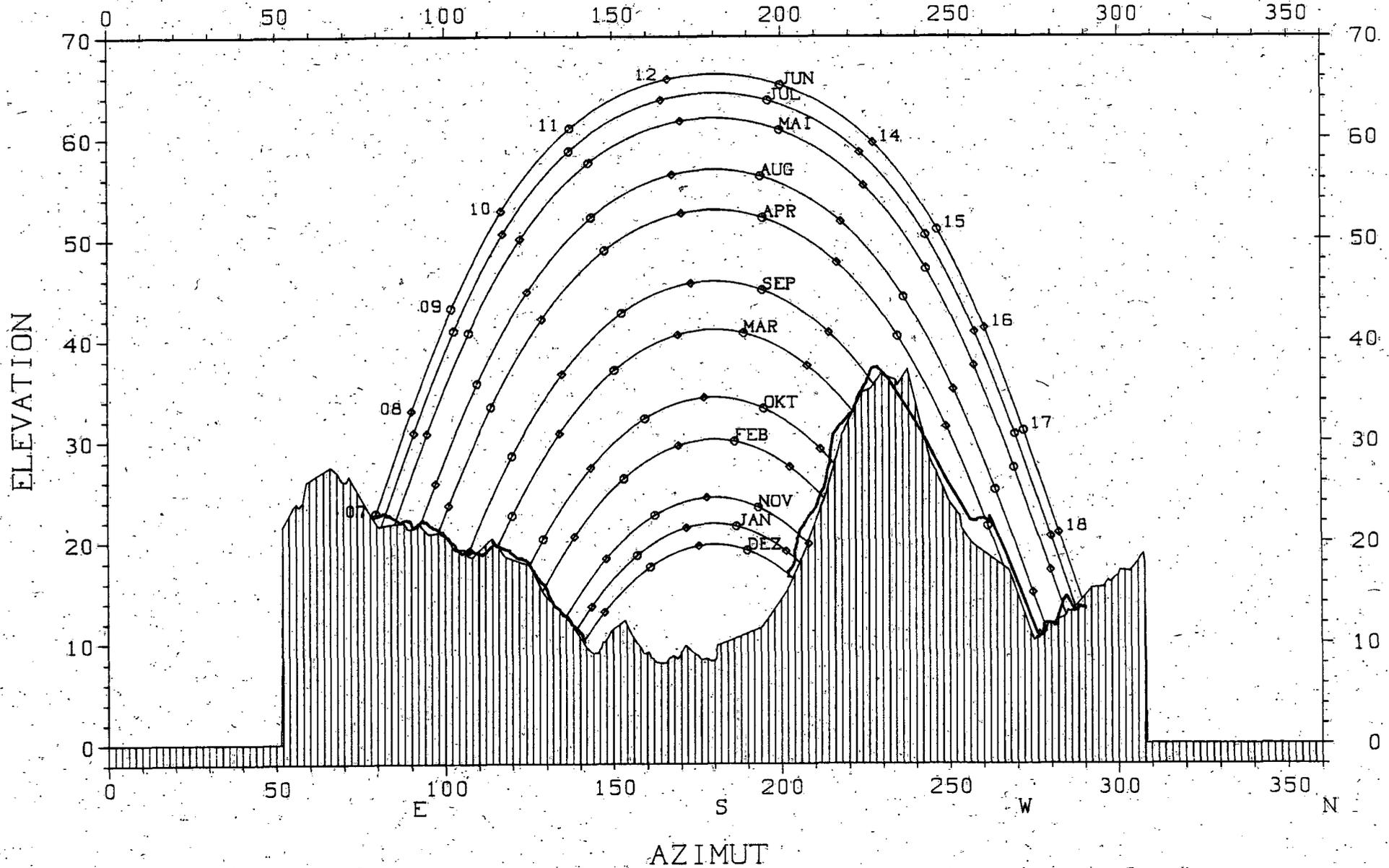
GLARUS

210.580/723.750

515.0 M.U.M.

SONNENBAHN FUER DEN 15. DES MONATS

STUNDENEINTEILUNG IN MEZ



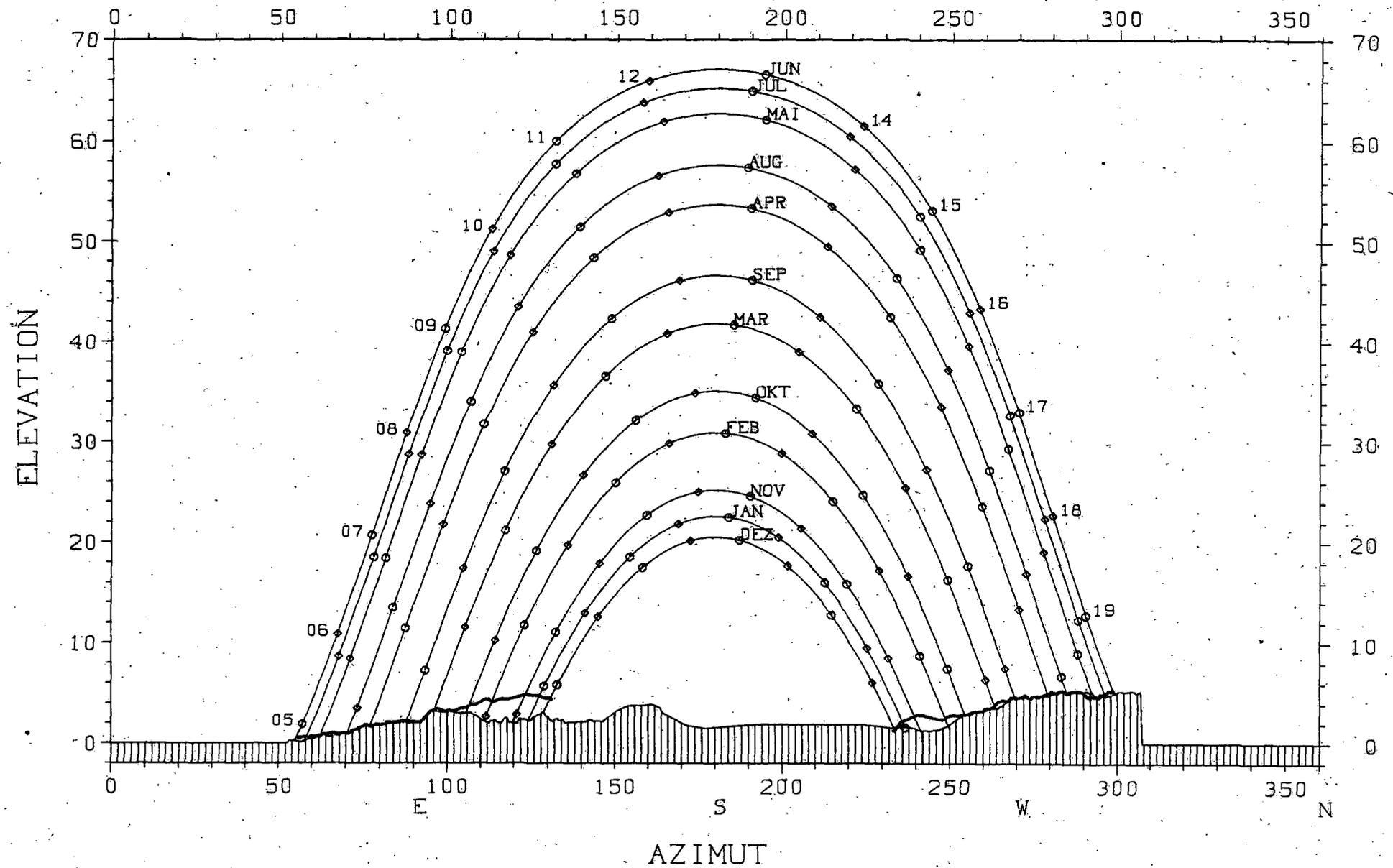
GENEVE-COINTRIN

122.320/498.580

420.0 M.U.M.

SONNENBAHN FUER DEN 15. DES MONATS

STUNDENEINTEILUNG IN MEZ



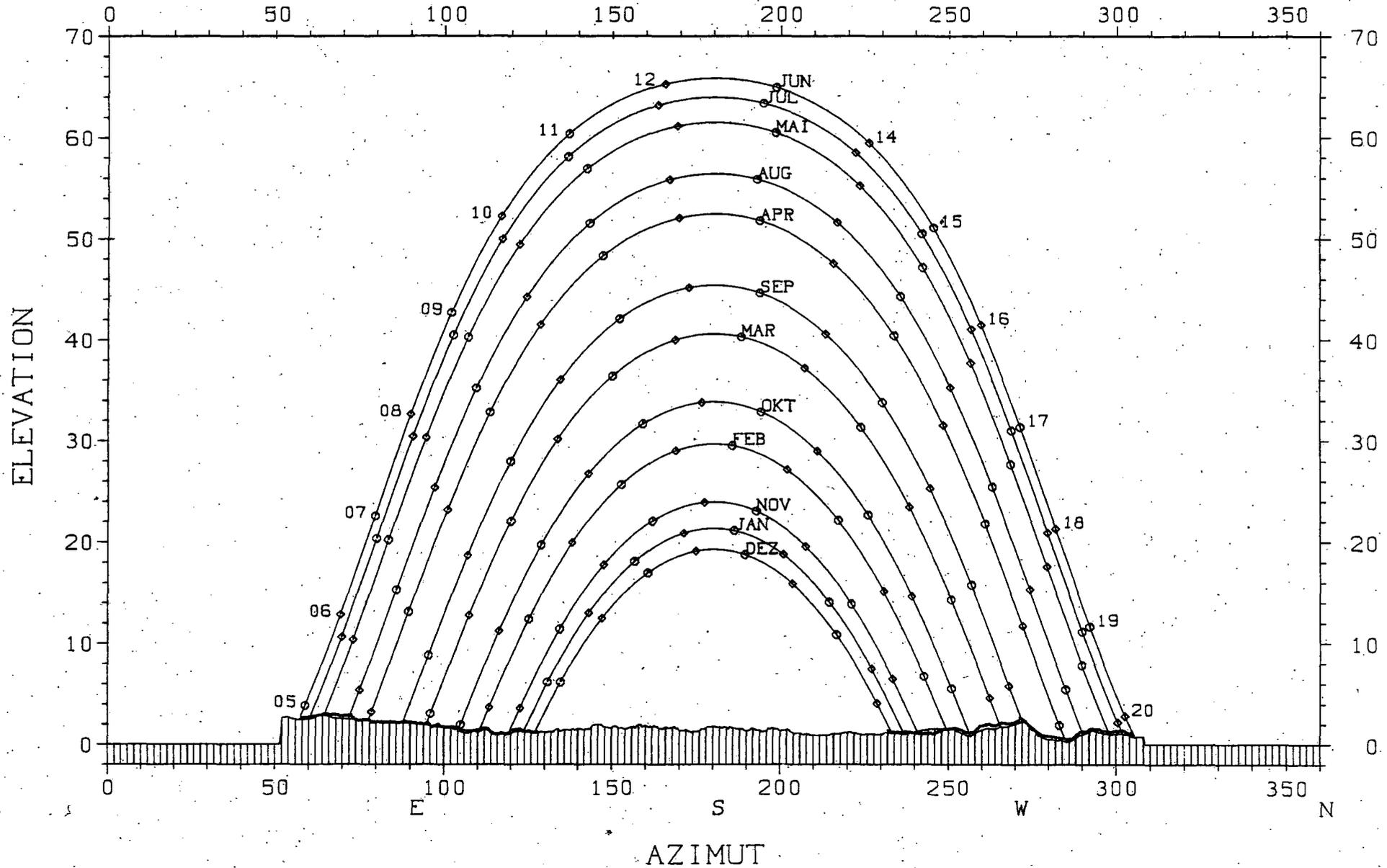
ZUERICH-KLOTEN

259.220/682.280

440.0 M.U.M.

SONNENBAHN FUER DEN 15. DES MONATS

STUNDENEINTEILUNG IN MEZ



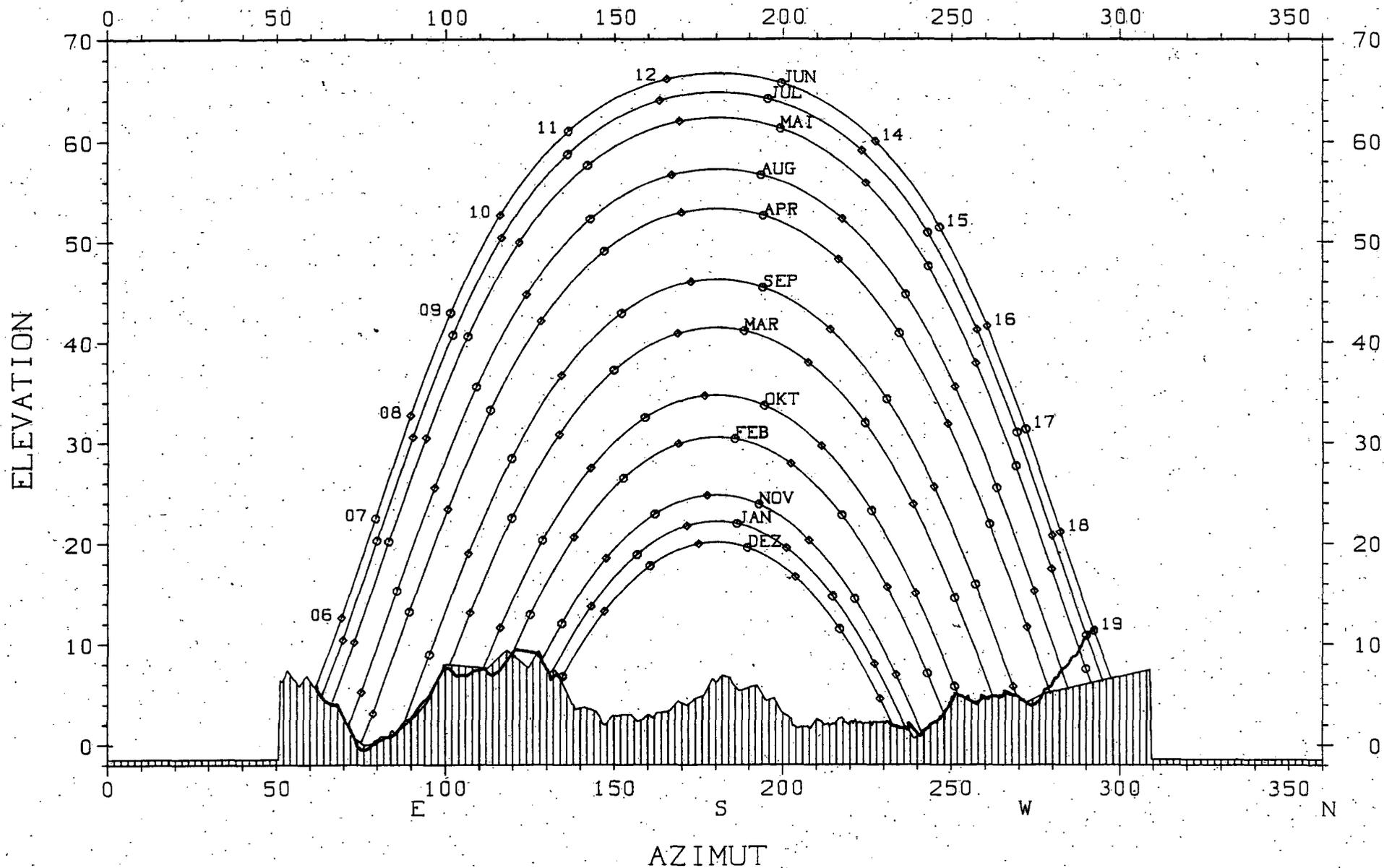
GUETSCH

167.490/690.090

2292.0 M.U.M.

SONNENBAHN FUER DEN 15. DES MONATS

STUNDENEINTEILUNG IN MEZ



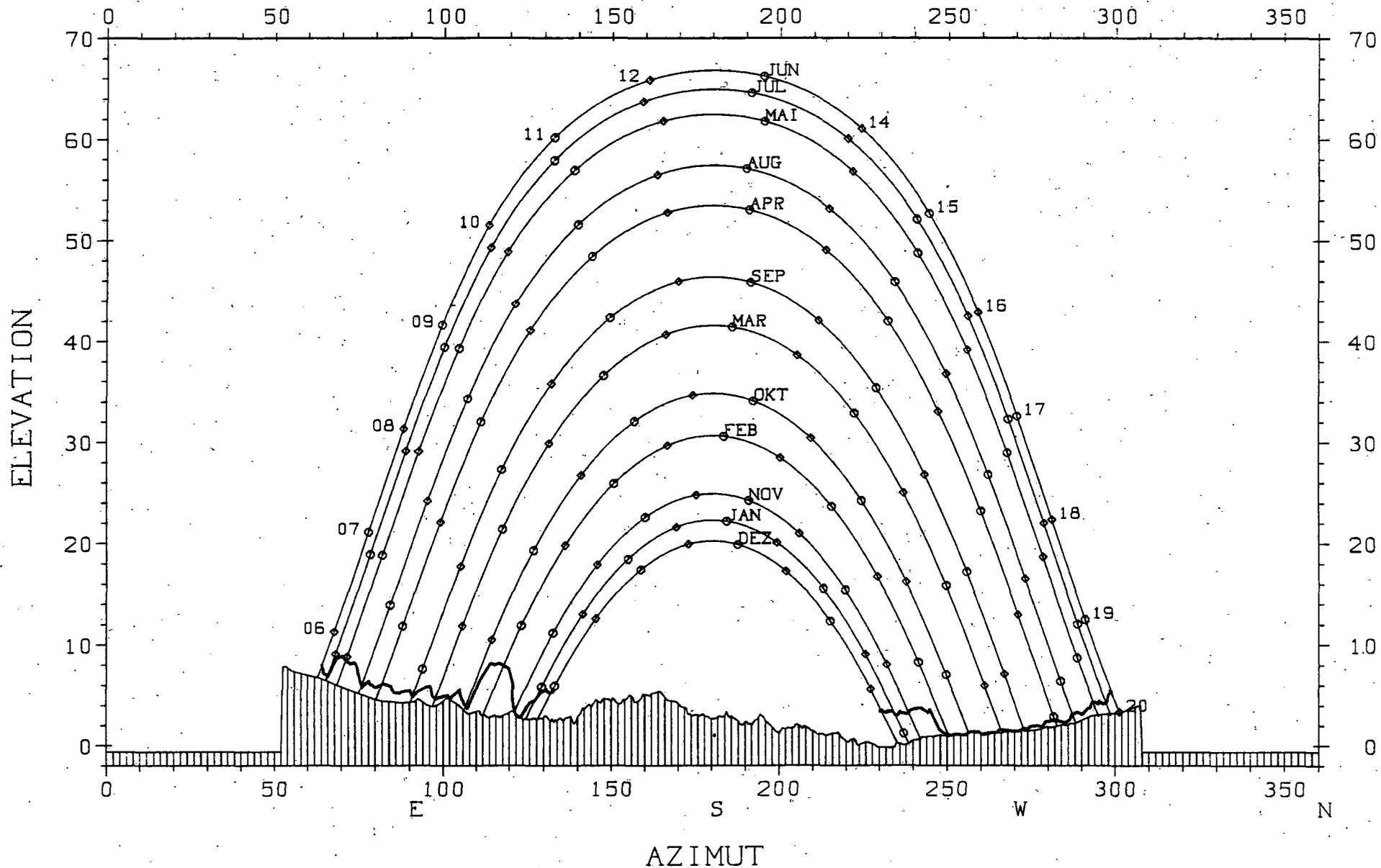
PULLY

151.570/540.820

461.0 M.U.M.

SONNENBAHN FUER DEN 15. DES MONATS

STUNDENEINTEILUNG IN MEZ



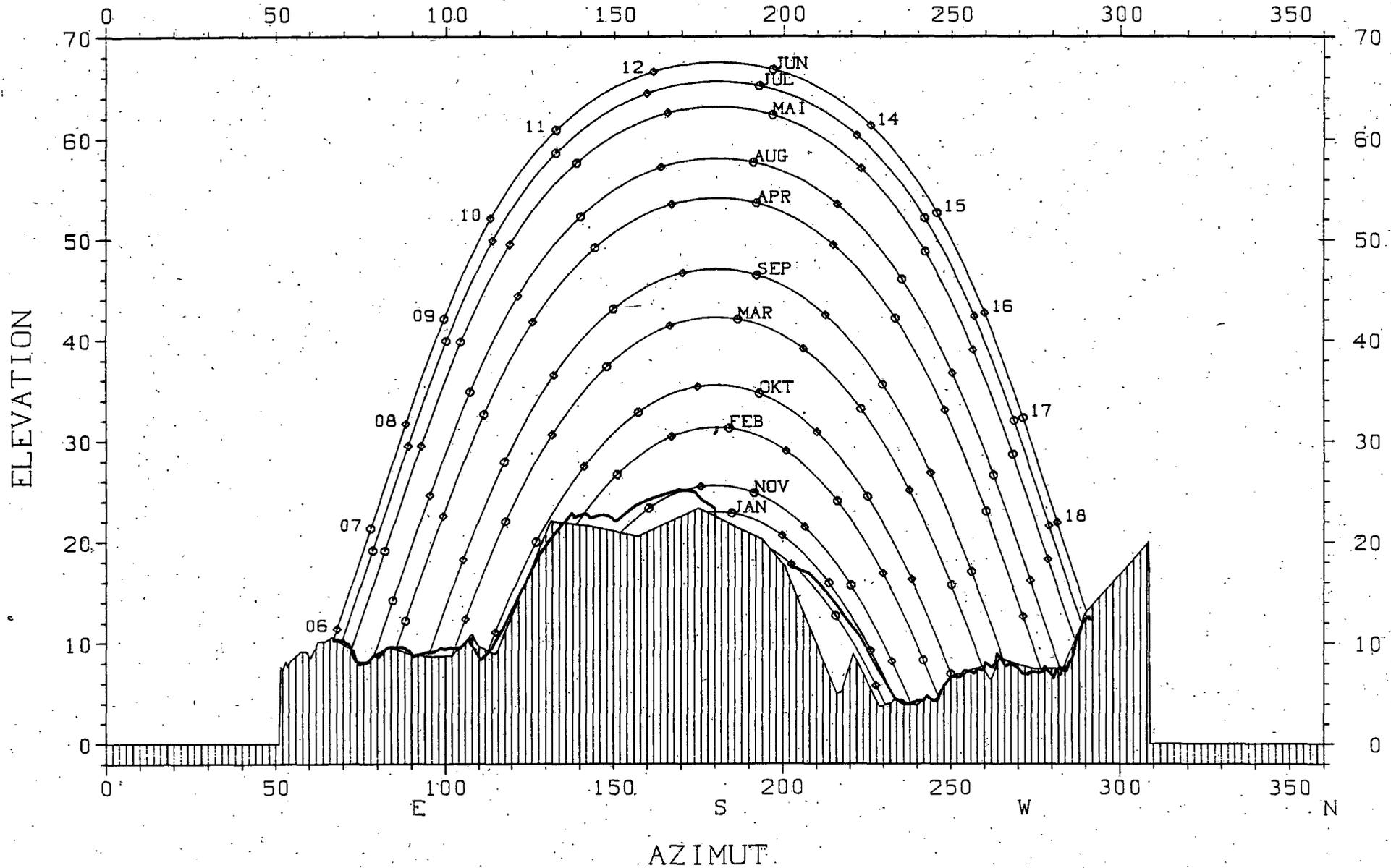
GRAND ST. BERNARD

79.750/579.188

2496.0 M.U.M.

SONNENBAHN FUER DEN 15. DES MONATS

STUNDENEINTEILUNG IN MEZ

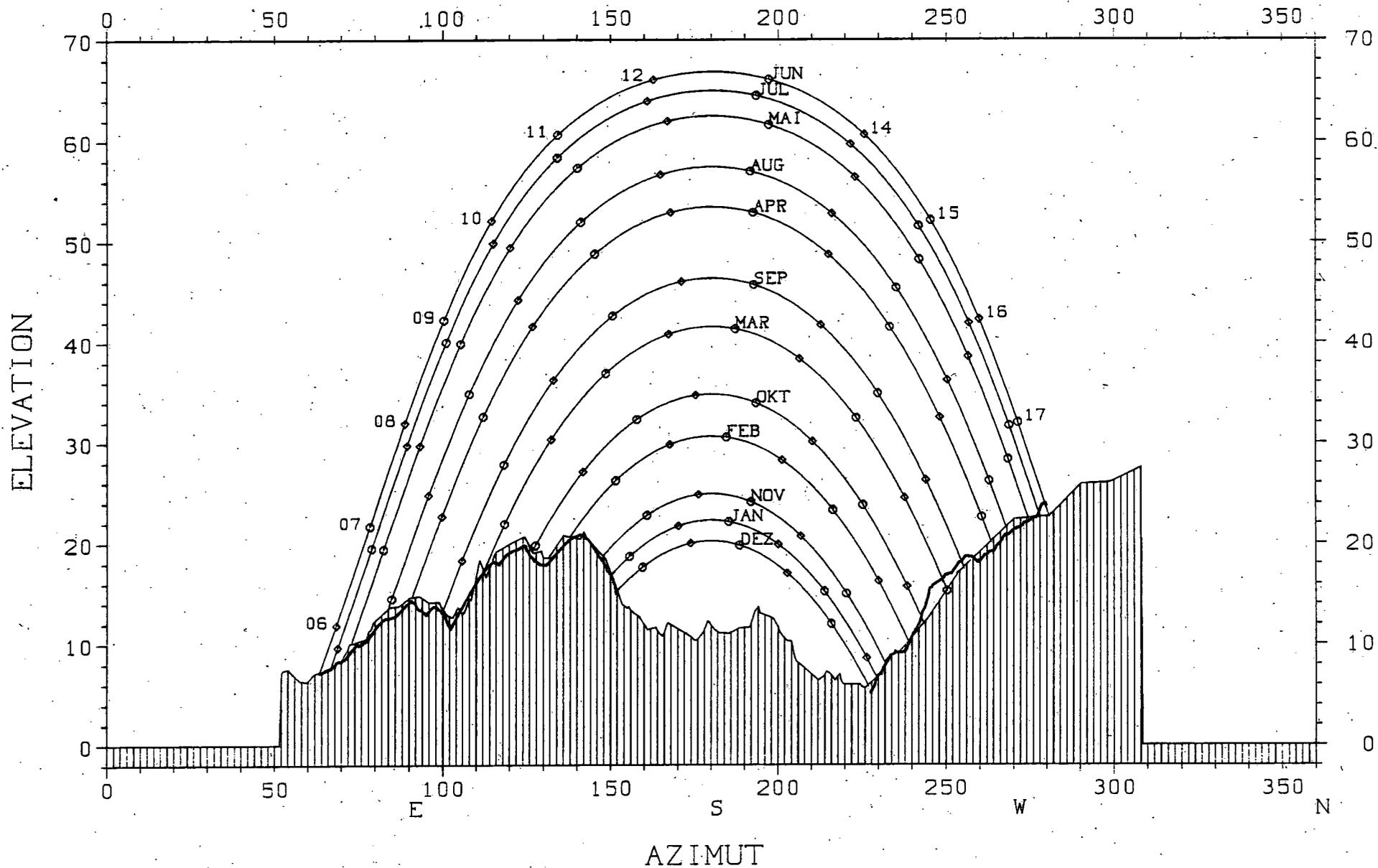


ADELBODEN

149.000/609.350 1327.0 M.U.M.

SONNENBAHN FUER DEN 15. DES MONATS

STUNDENEINTEILUNG IN MEZ



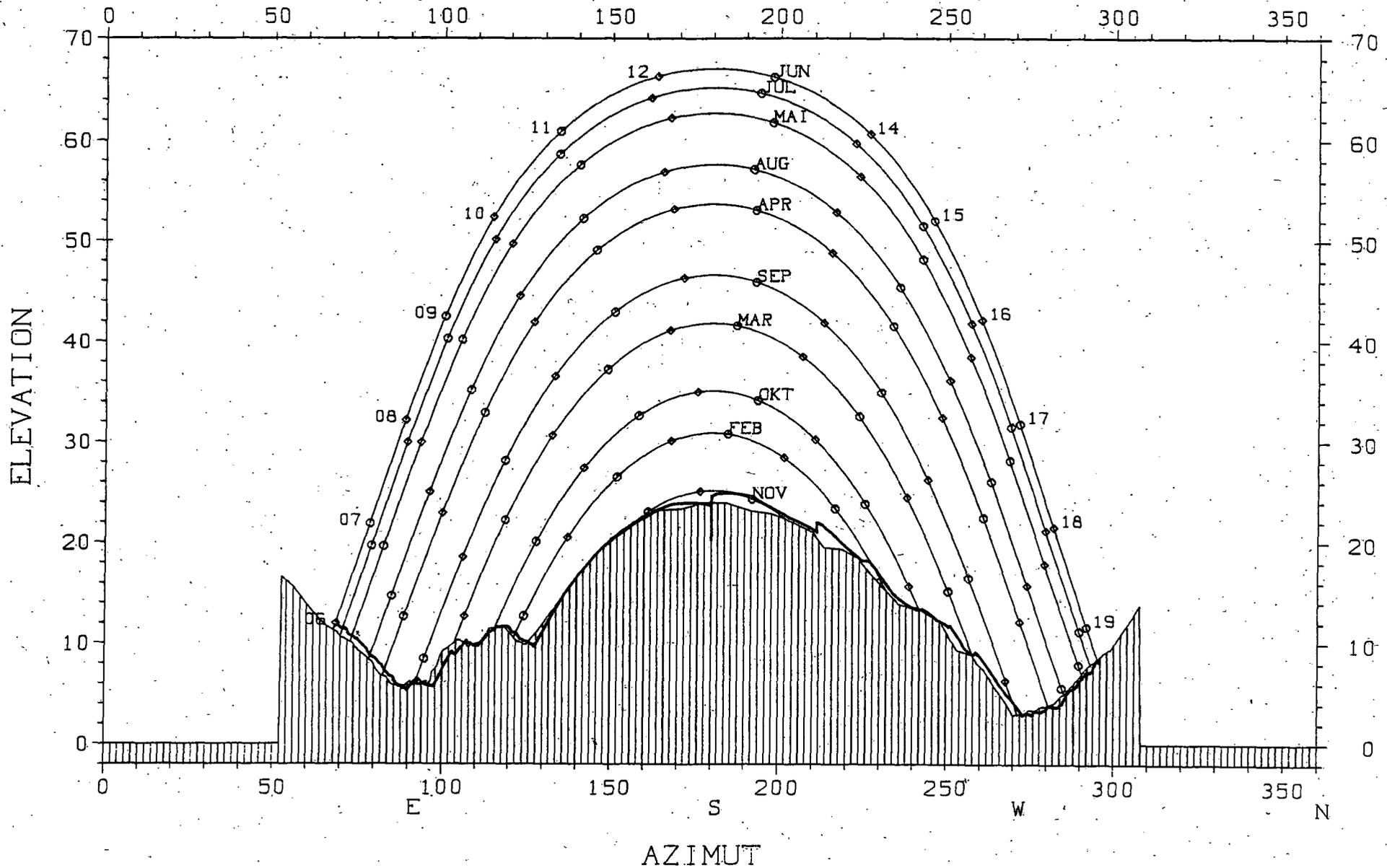
VISP.

128.020/631.150

643.0 M.U.M.

SONNENBAHN FUER DEN 15. DES MONATS

STUNDENEINTEILUNG IN MEZ

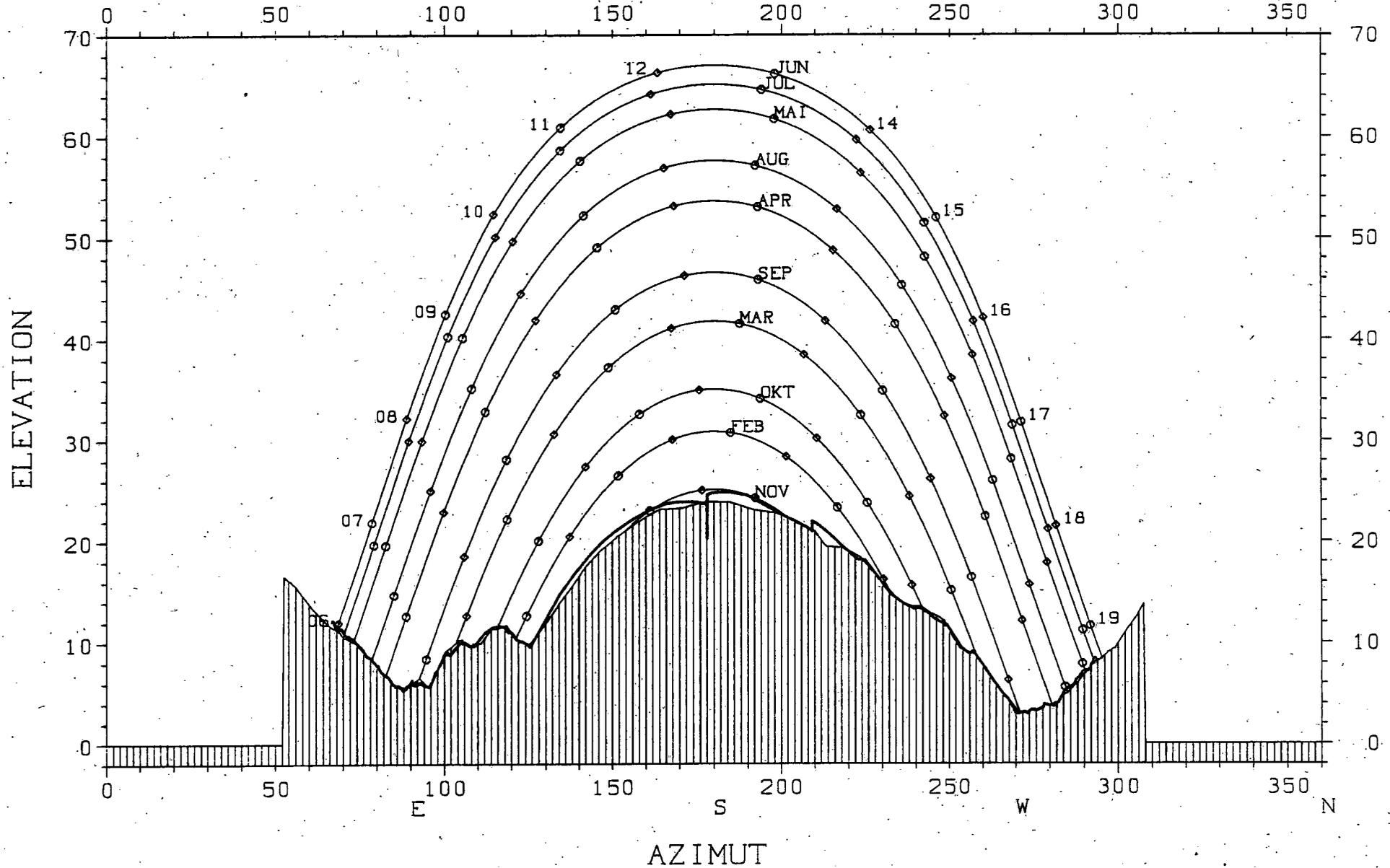


VISP

128.020/631.150 643.0 M.U.M.

SONNENBAHN FUER DEN 15. DES MONATS

STUNDENEINTEILUNG IN MEZ



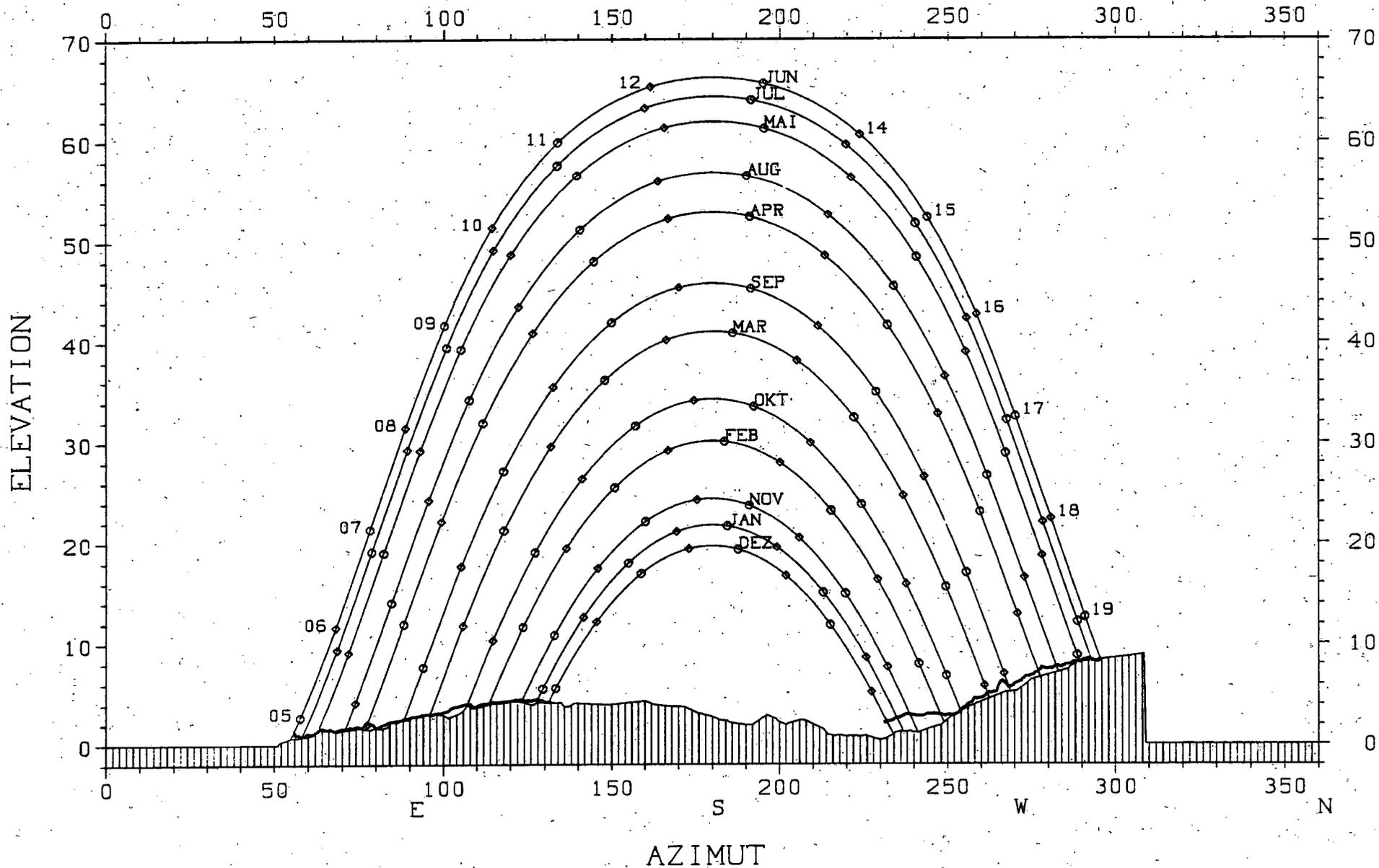
LA CHAUX-DE-FONDS

215.075/551.250

1023.0 M.U.M.

SONNENBAHN FUER DEN 15. DES MONATS

STUNDENEINTEILUNG IN MEZ



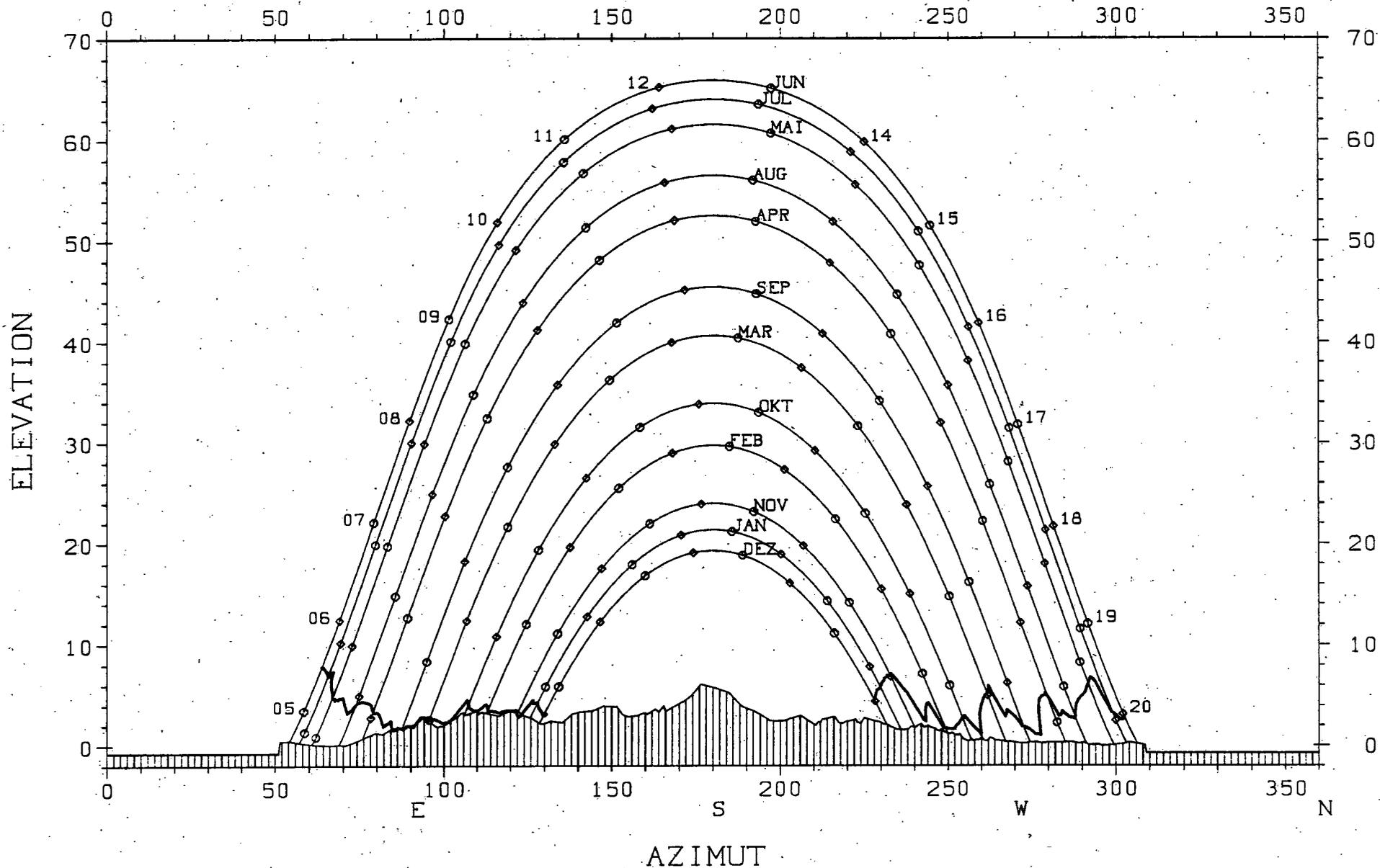
RUENENBERG

253.840/633.250

610.0 M.U.M.

SONNENBAHN FUER DEN 15. DES MONATS

STUNDENEINTEILUNG IN MEZ



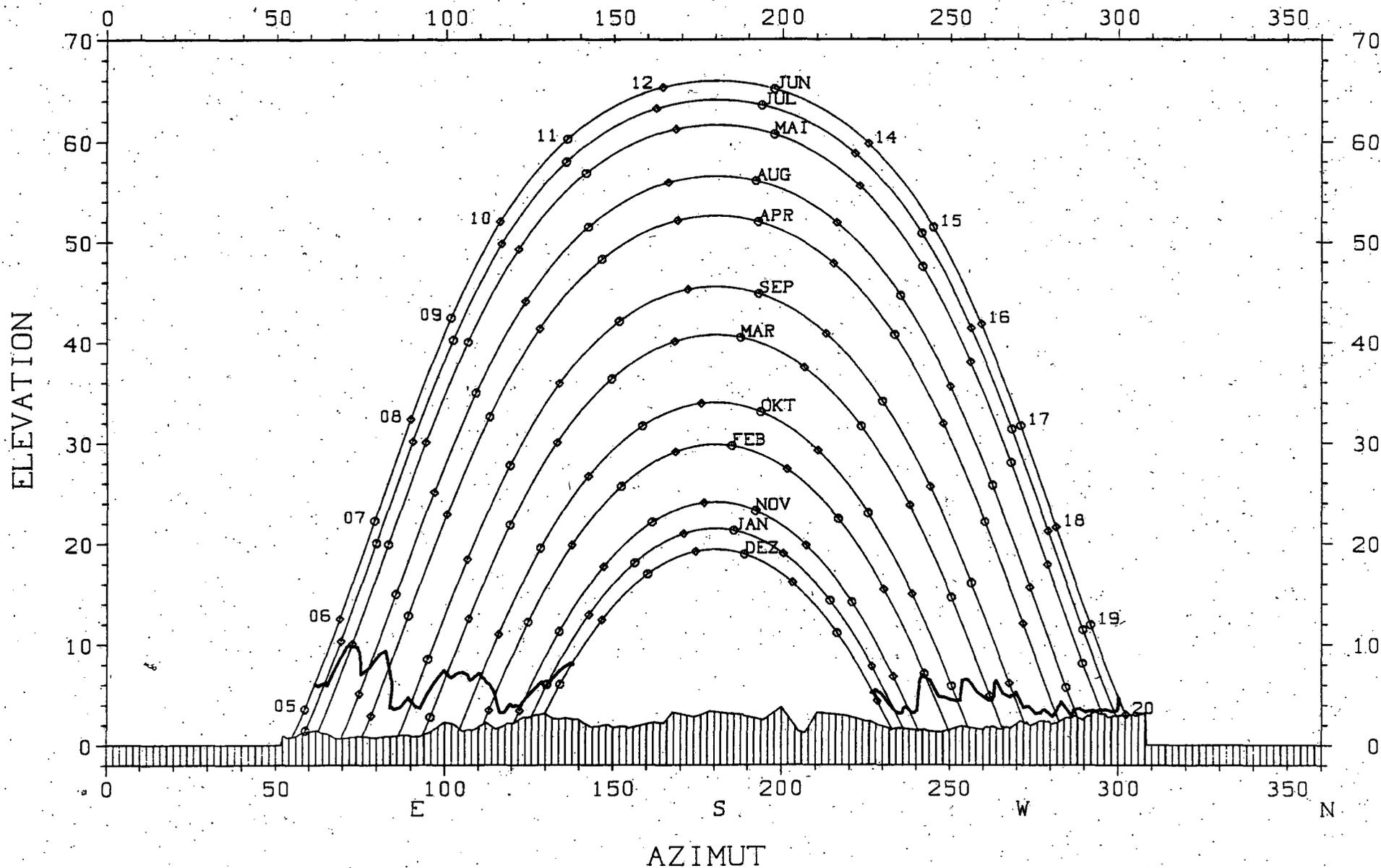
BUCHS-SUHR

248.380/648.400

387.0 M.U.M.

SONNENBAHN FUER DEN 15. DES MONATS

STUNDENEINTEILUNG IN MEZ



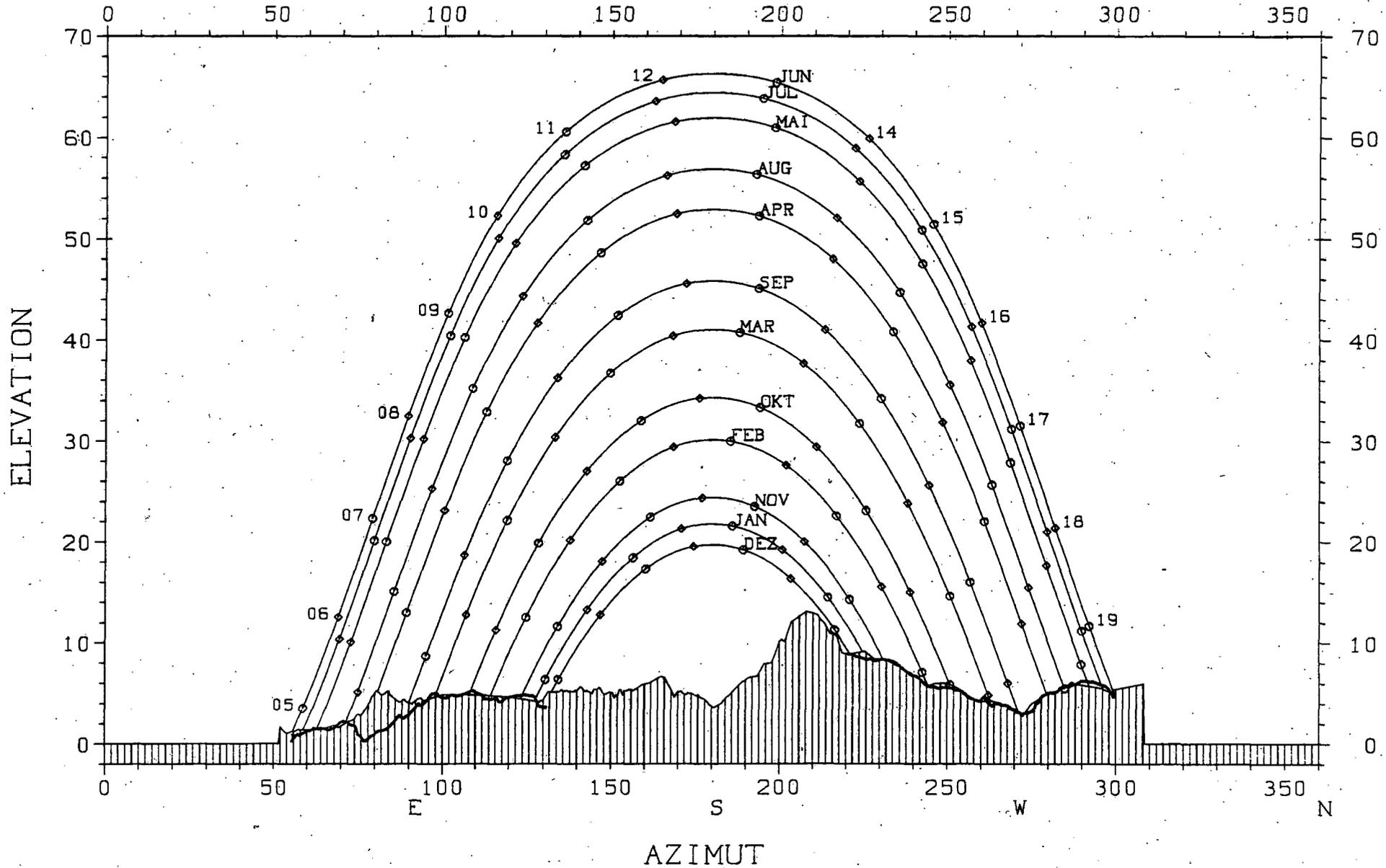
LUZERN

209.710/665.470

470.0 M.U.M.

SONNENBAHN FUER DEN 15. DES MONATS

STUNDENEINTEILUNG IN MEZ



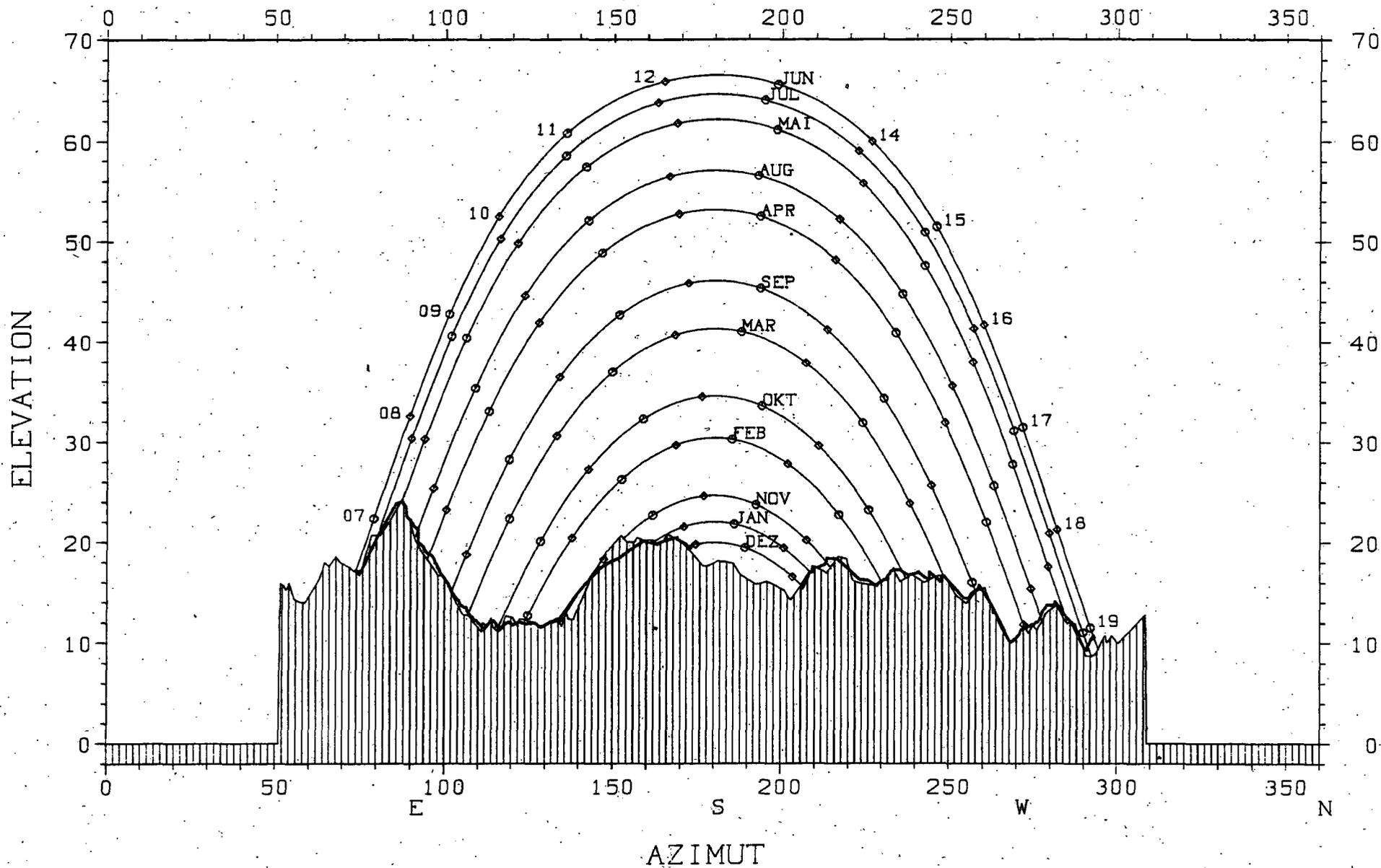
ENGELBERG

186.060/674.050

1045.0 M.U.M.

SONNENBAHN FUER DEN 15. DES MONATS

STUNDENEINTEILUNG IN MEZ



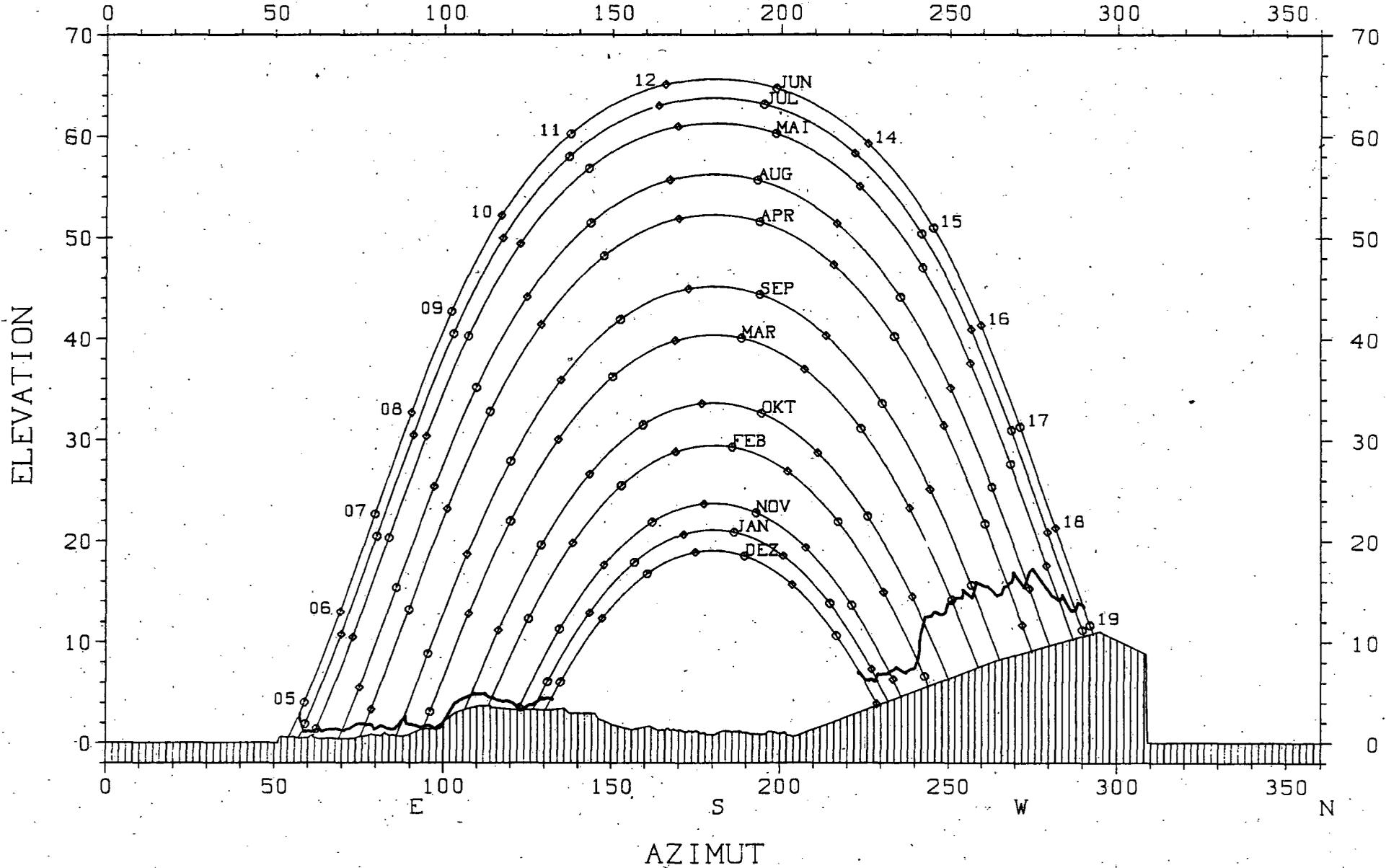
SCHAFFHAUSEN

282.800/688.700

440.0 M.U.M.

SONNENBAHN FUER DEN 15. DES MONATS

STUNDENEINTEILUNG IN MEZ



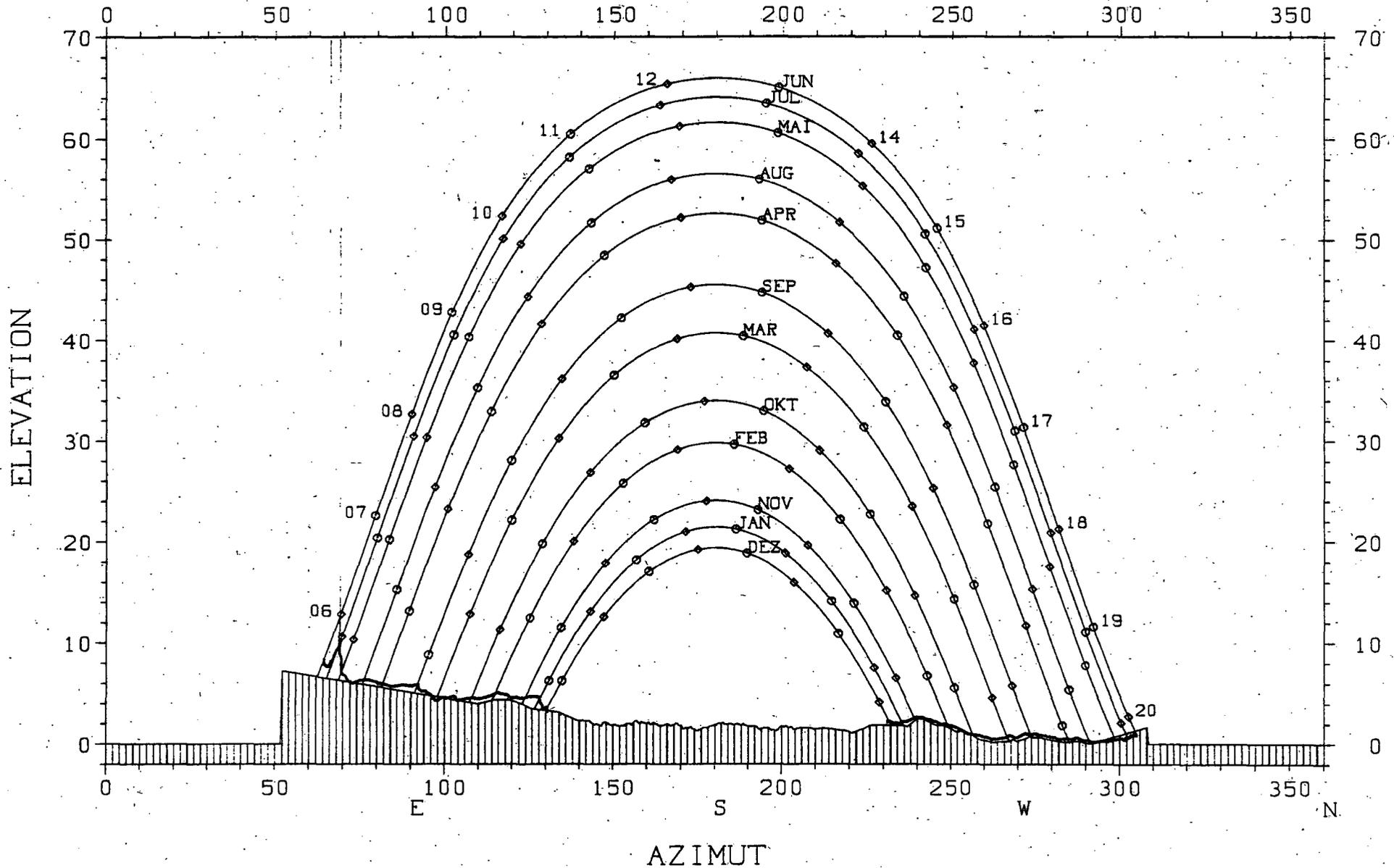
ZUERICH SMA

248.100/685.125

580.0 M.U.M.

SONNENBAHN FUER DEN 15. DES MONATS

STUNDENEINTEILUNG IN MEZ

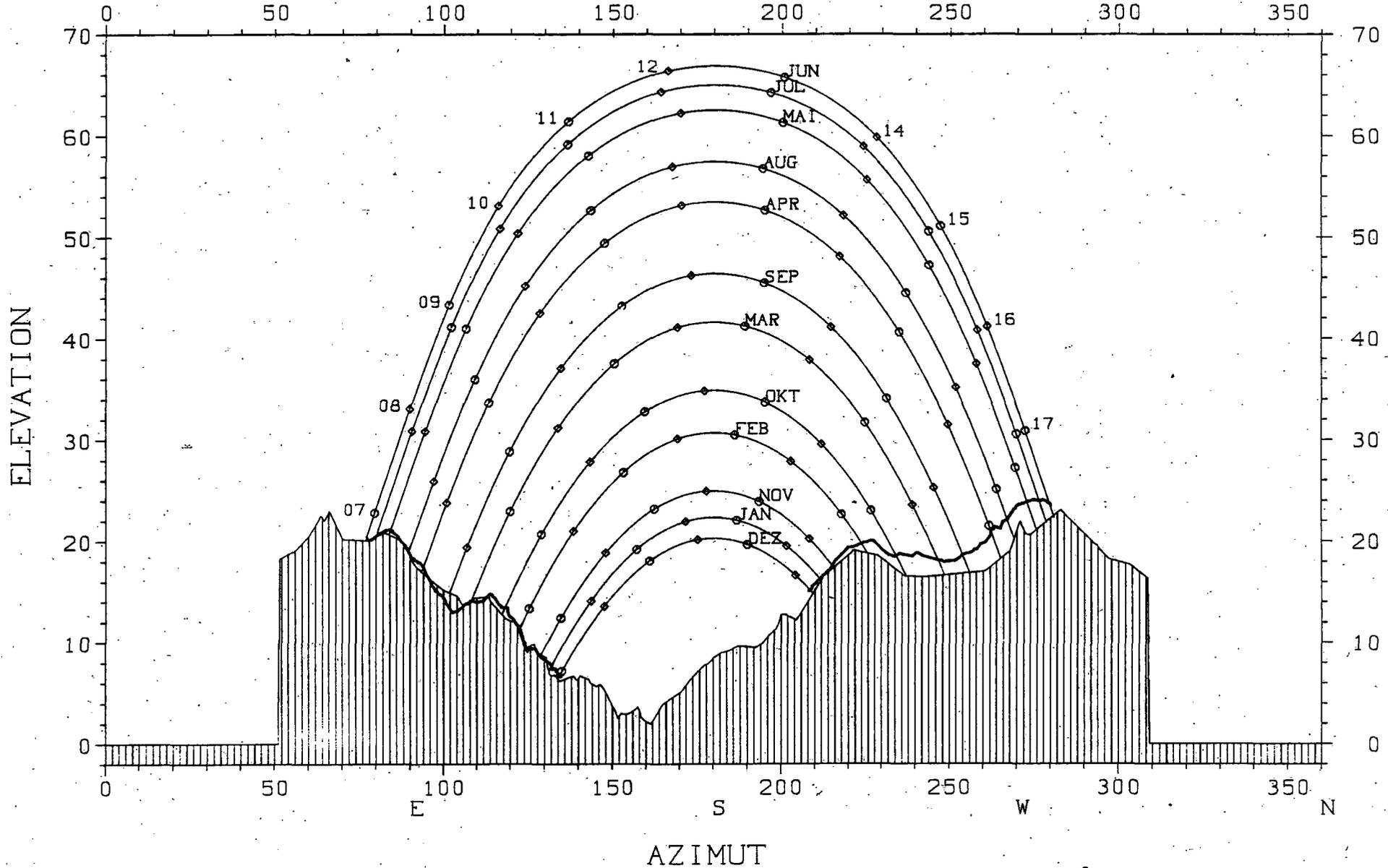


SAN BERNARDINO

147.270/734.120 1646.0 M.U.M.

SONNENBAHN FUER DEN 15. DES MONATS

STUNDENEINTEILUNG IN MEZ



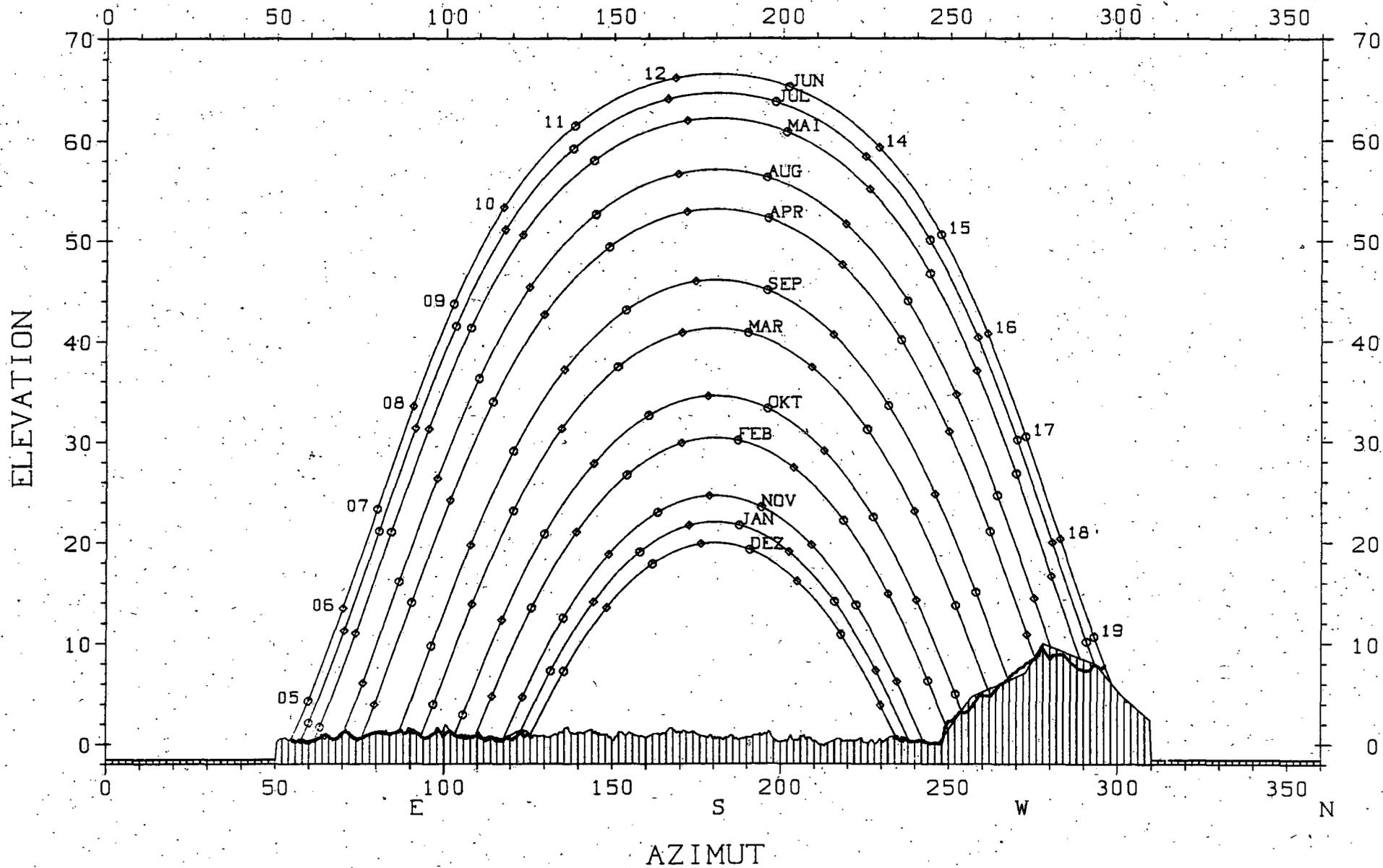
WEISSFLUHJOCH

189.660/780.600

2693.0 M.U.M.

SONNENBAHN FUER DEN 15. DES MONATS

STUNDENEINTEILUNG IN MEZ



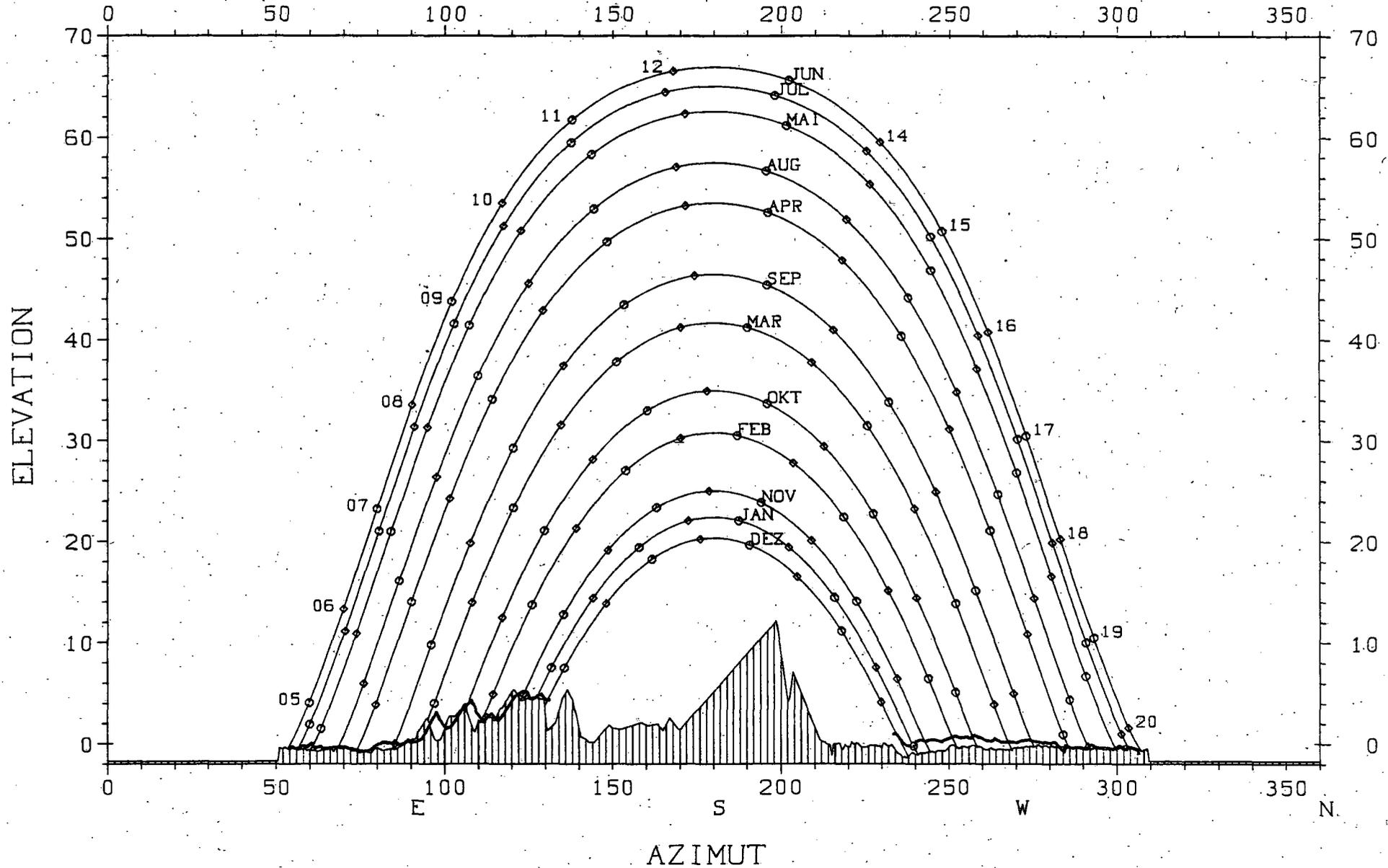
CORVATSCH

143.525/783.160

3315.0 M.U.M.

SONNENBAHN FUER DEN 15. DES MONATS

STUNDENEINTEILUNG IN MEZ



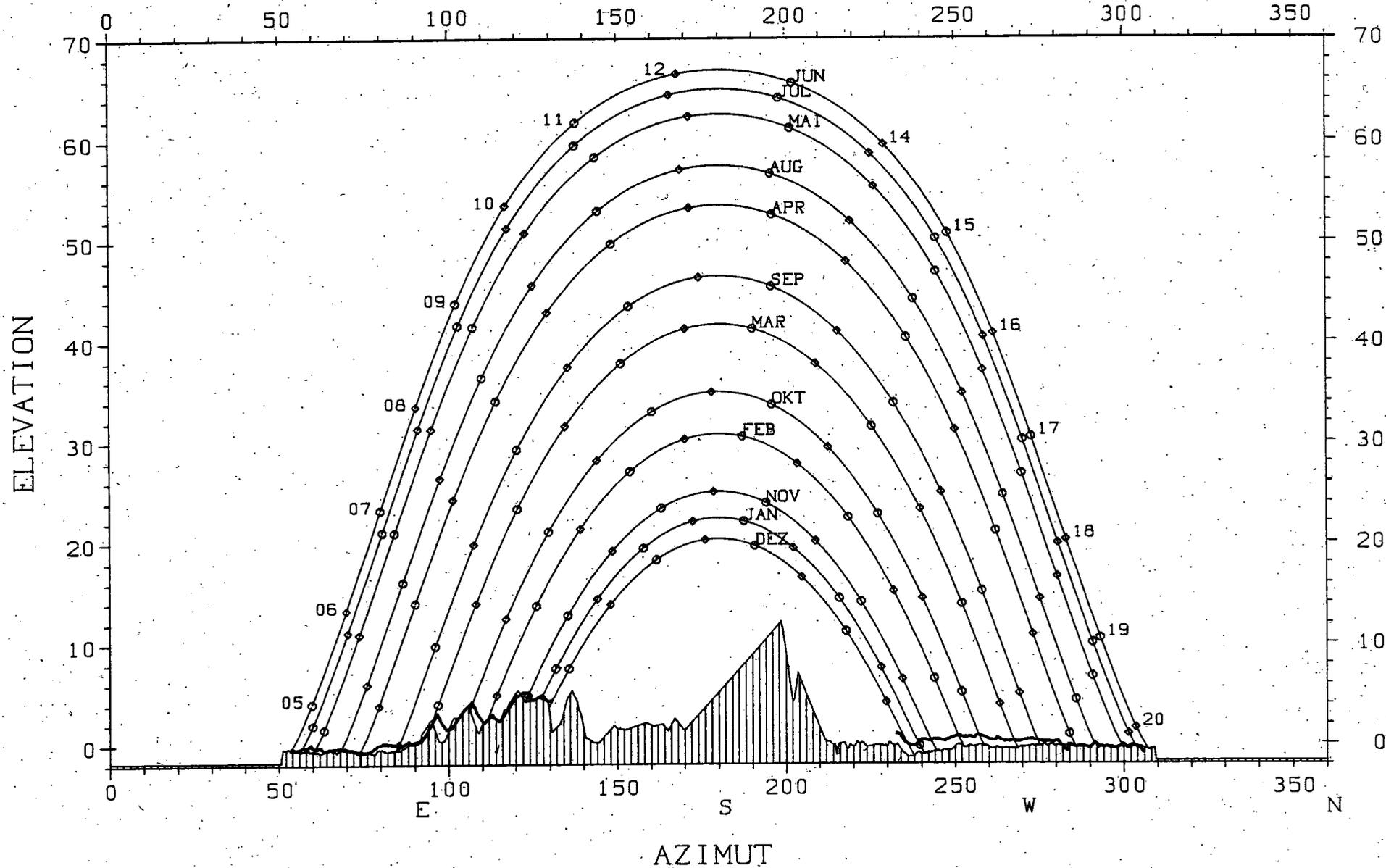
CORVATSCH

143.525/783.160

3315.0 M.U.M.

SONNENBAHN FUER DEN 15. DES MONATS

STUNDENEINTEILUNG IN MEZ



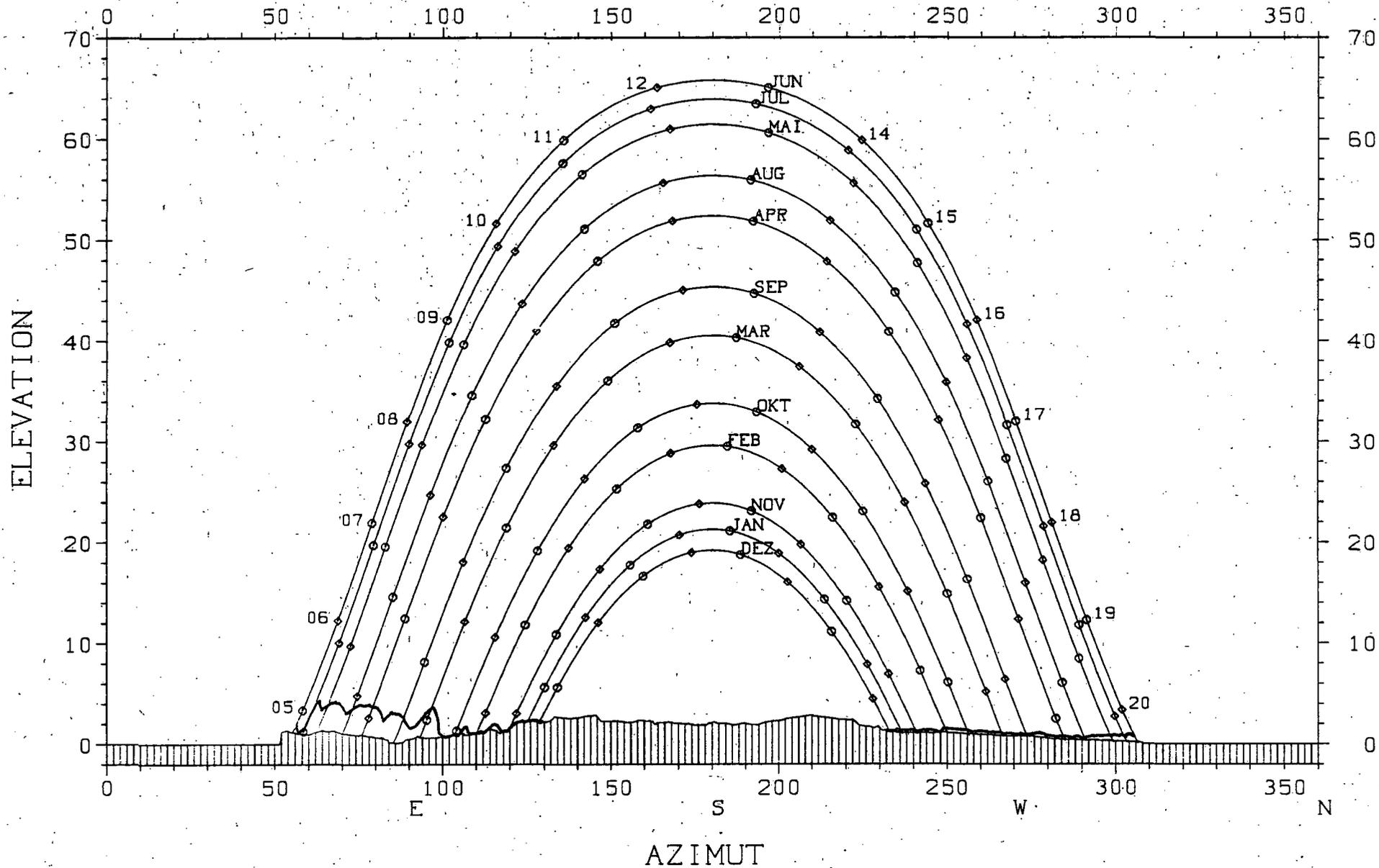
BASEL-BINNINGEN

265.620/610.850

316.0 M.U.M.

SONNENBAHN FUER DEN 15. DES MONATS

STUNDENEINTEILUNG IN MEZ



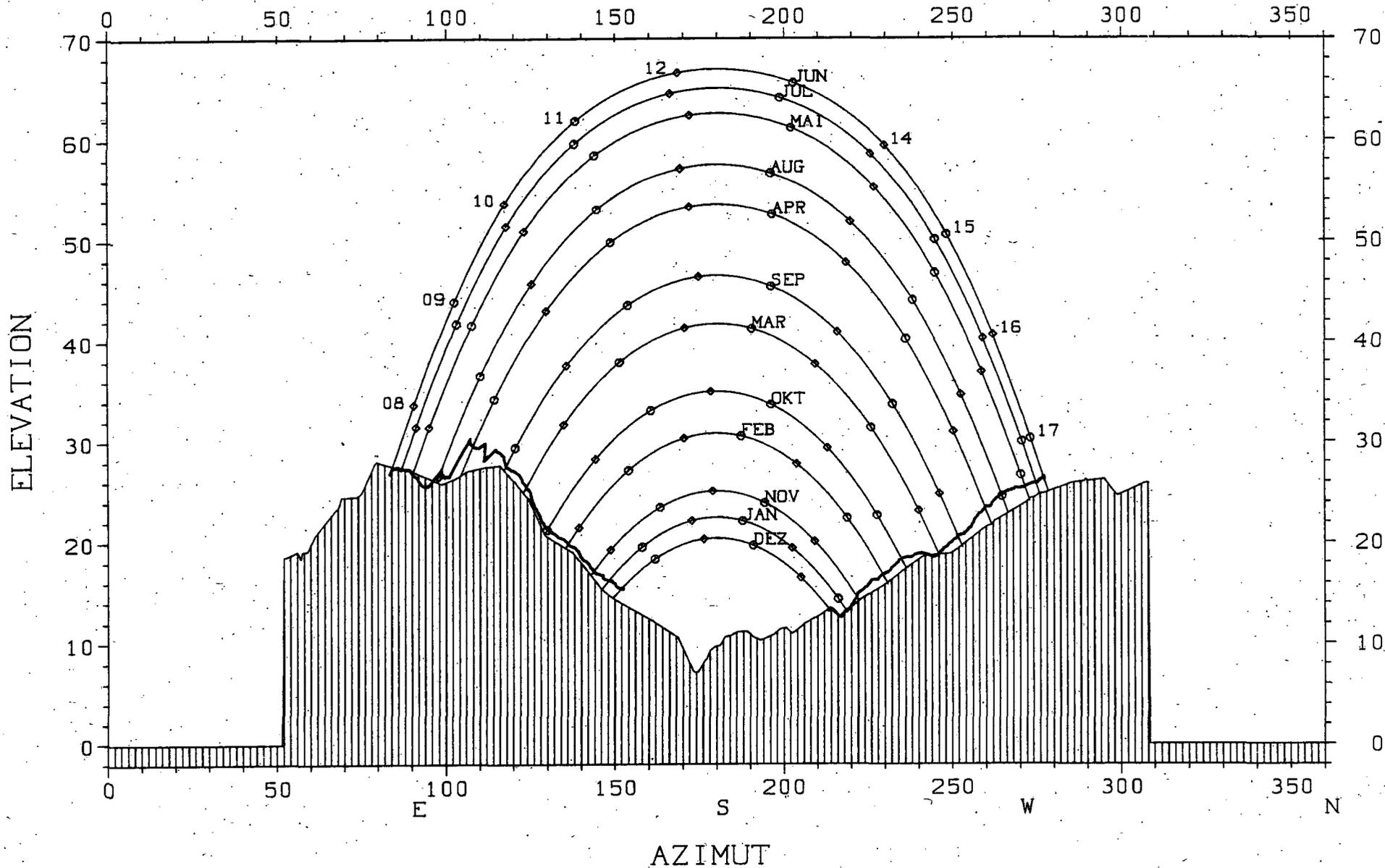
ROBBIA

136.180/801.850

1078.0 M.U.M.

SONNENBAHN FUER DEN 15. DES MONATS

STUNDENEINTEILUNG IN MEZ



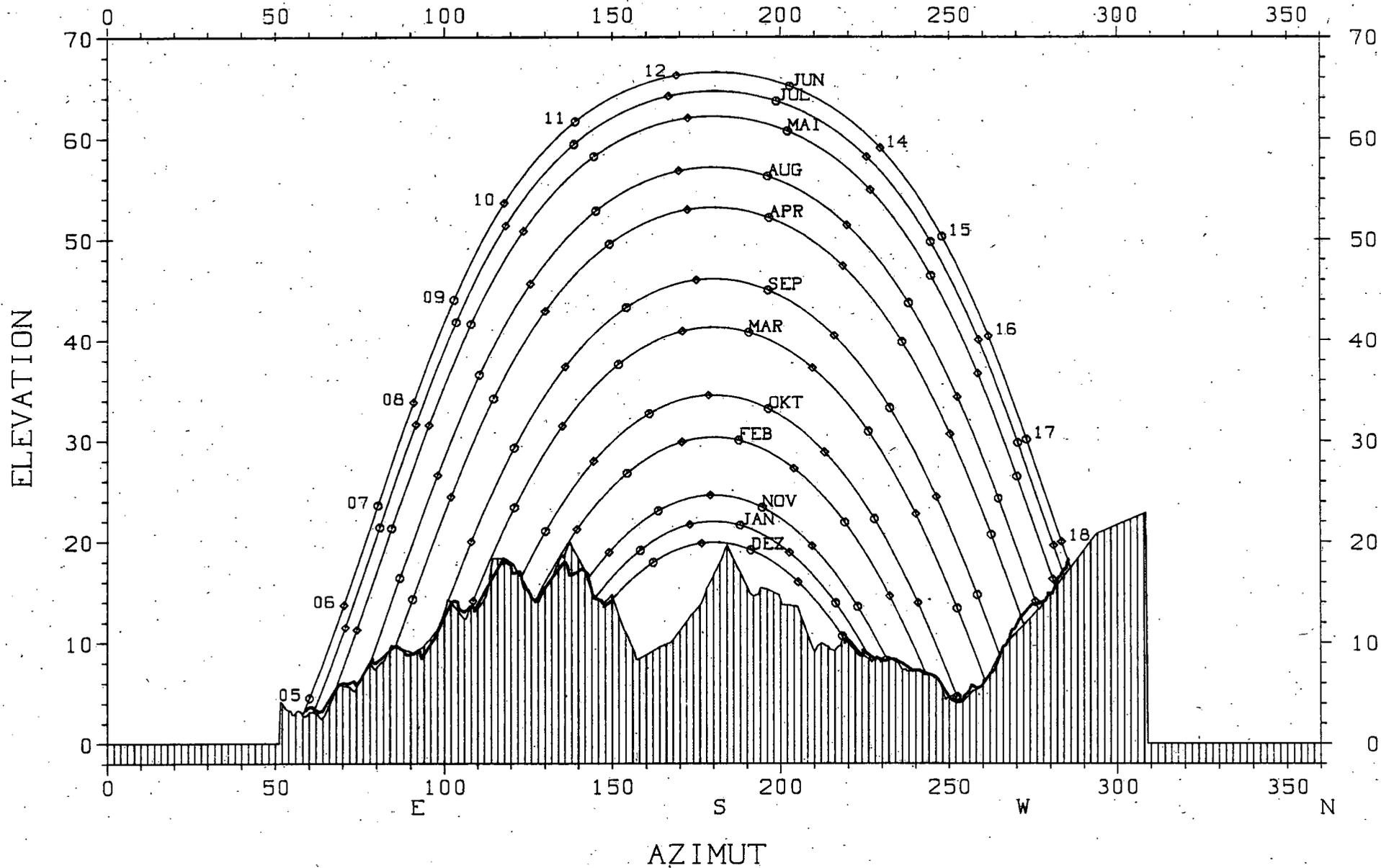
SCUOL

186.400/817.130

1305.0 M.U.M.

SONNENBAHN FUER DEN 15. DES MONATS

STUNDENEINTEILUNG IN MEZ



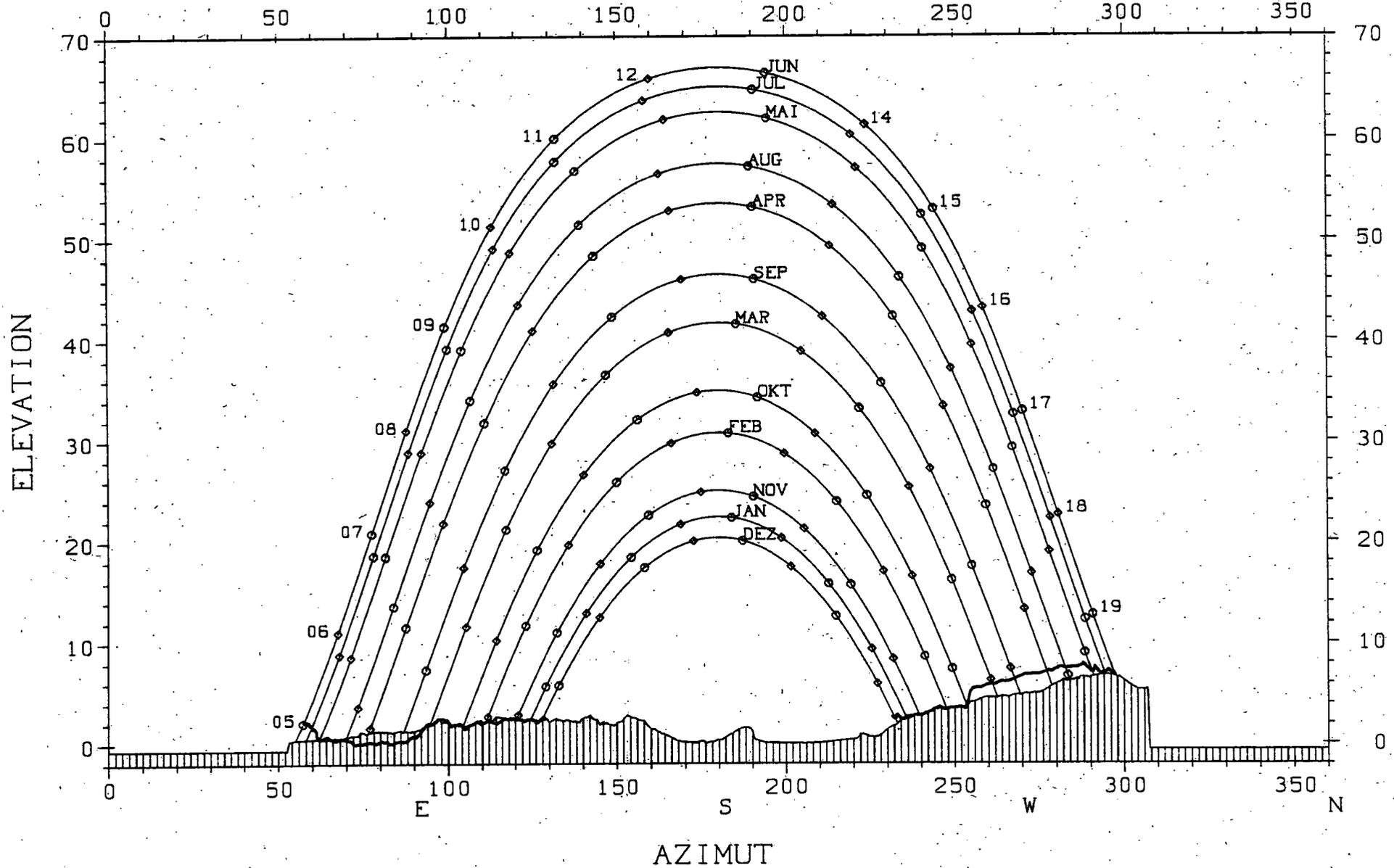
CHANGINS

139.170/507.280

432.0 M.U.M.

SONNENBAHN FUER DEN 15. DES MONATS

STUNDENEINTEILUNG IN MEZ

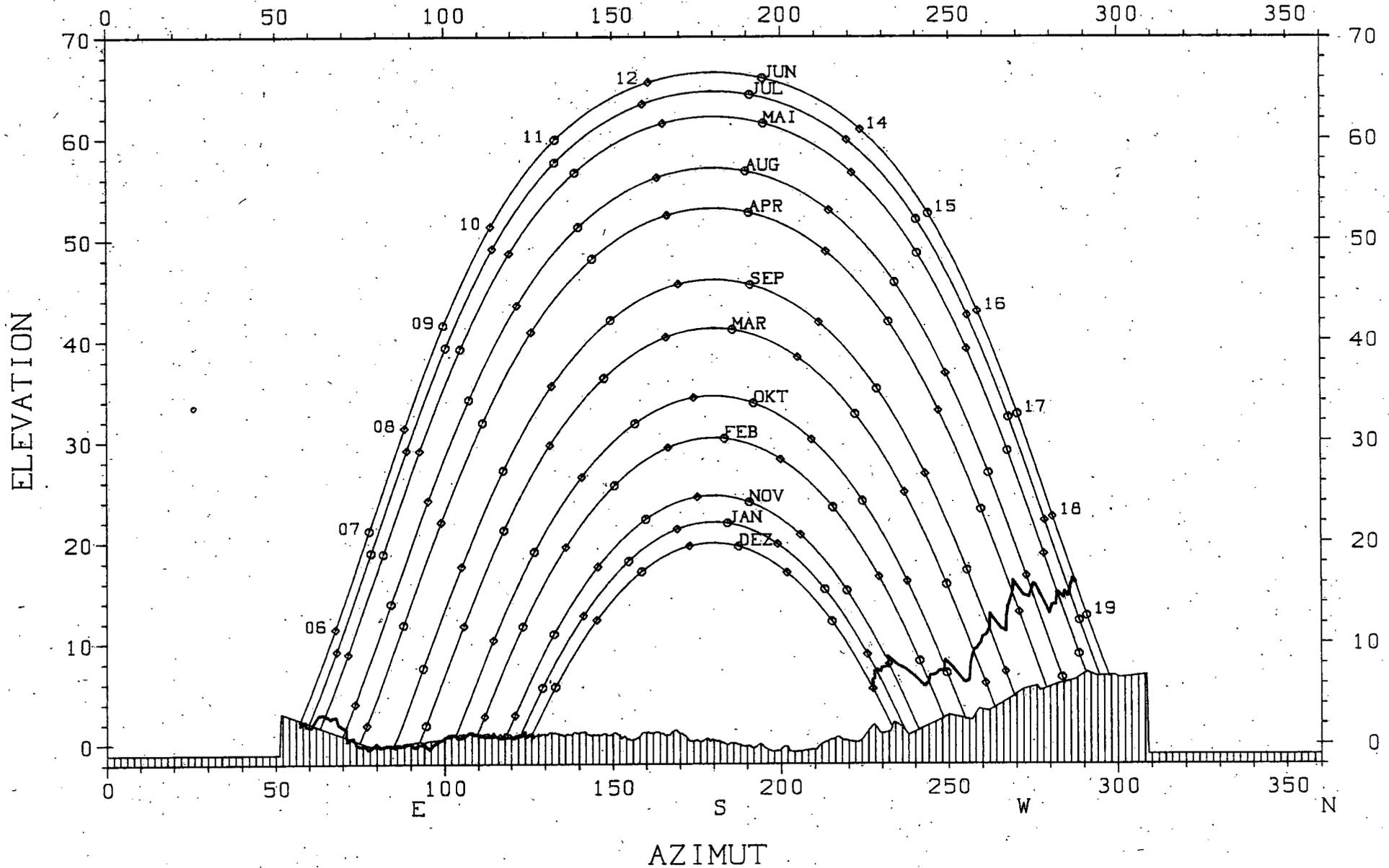


LA FRETAZ

188.080/534.230 1208.0 M.U.M.

SONNENBAHN FUER DEN 15. DES MONATS

STUNDENEINTEILUNG IN MEZ



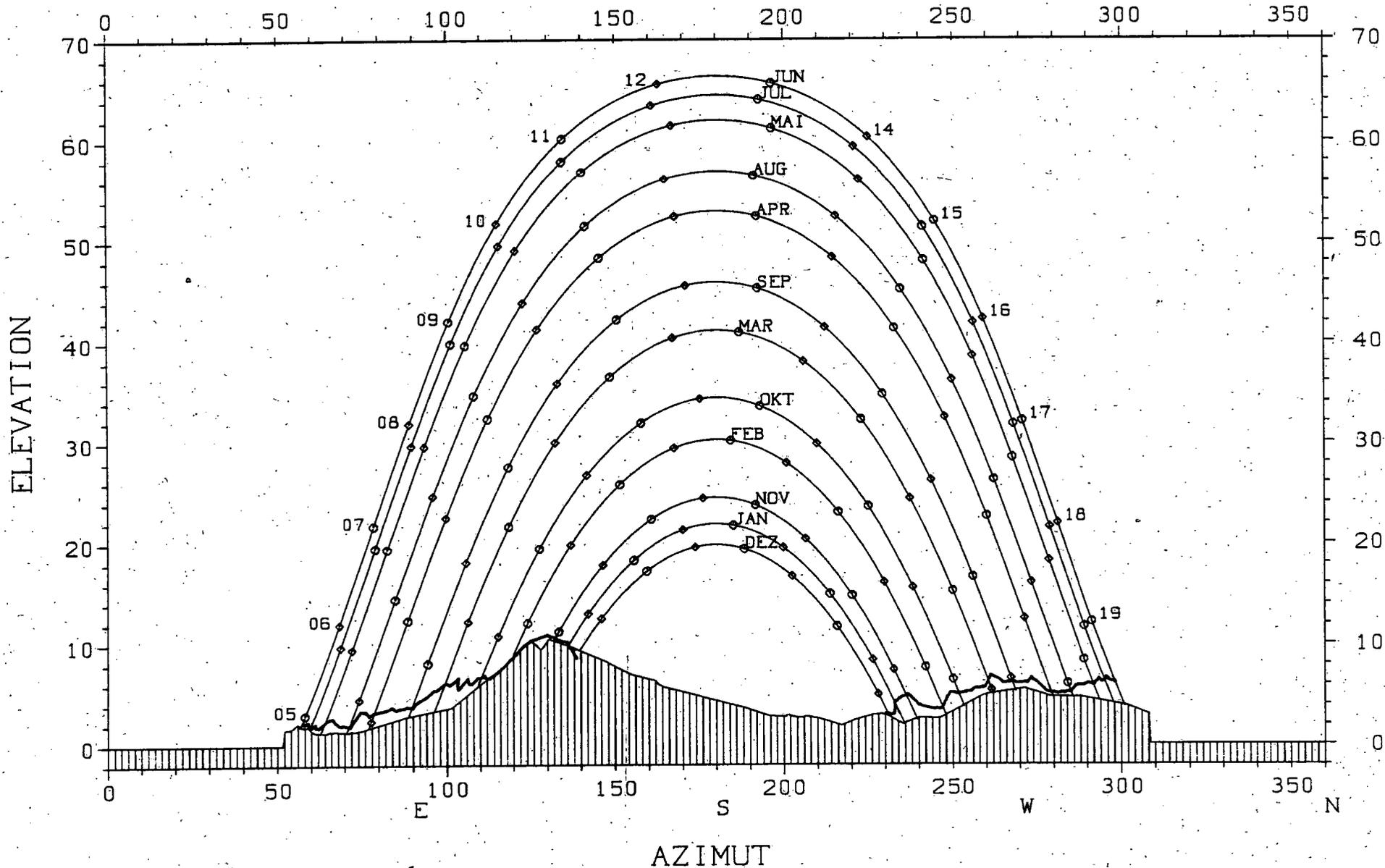
BERN-LIEBEFELD

197.470/598.610

568.0 M.U.M.

SONNENBAHN FUER DEN 15. DES MONATS

STUNDENEINTEILUNG IN MEZ



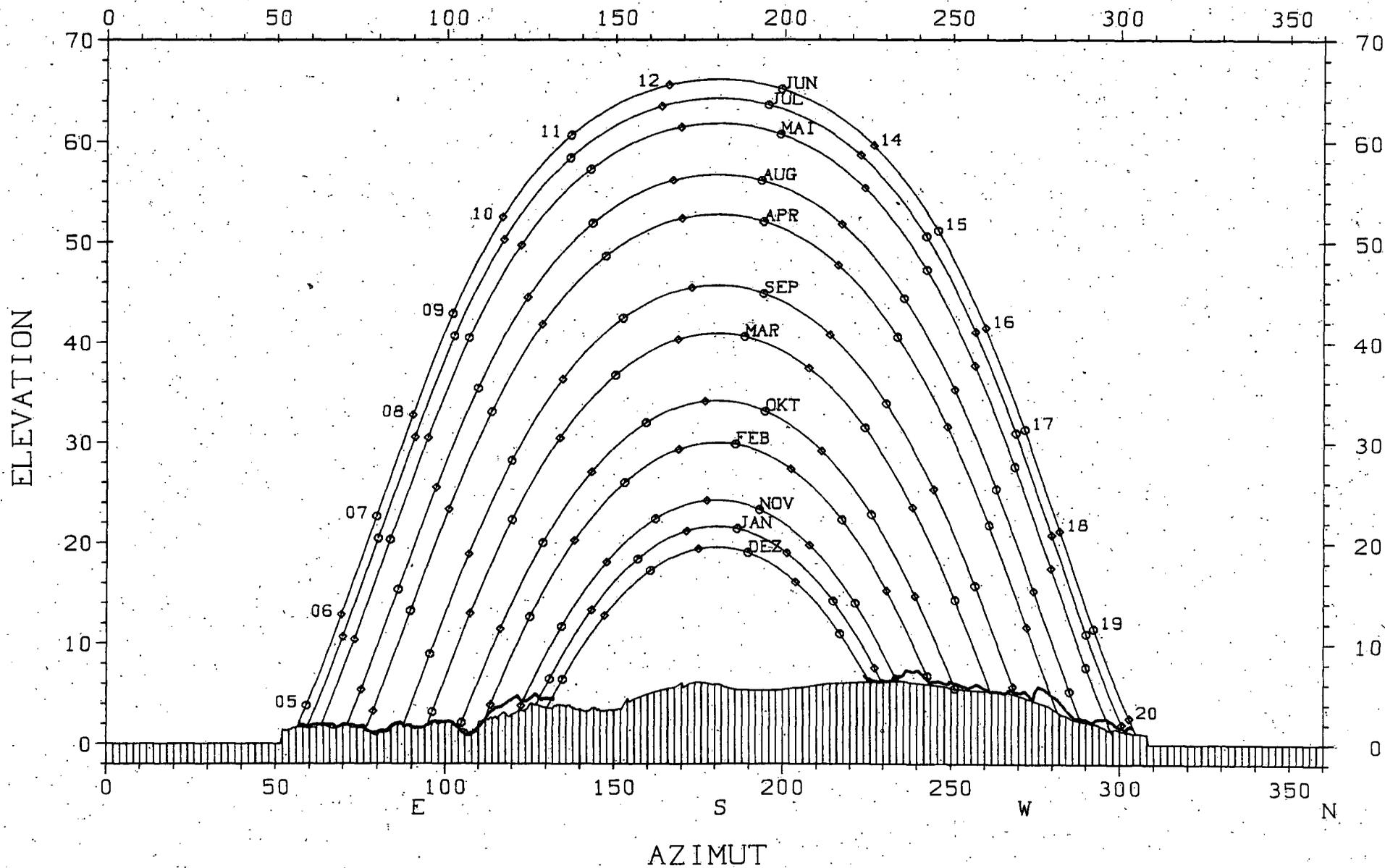
WAEDENSWIL

230.825/693.790

496.0 M.U.M.

SONNENBAHN FUER DEN 15. DES MONATS

STUNDENEINTEILUNG IN MEZ



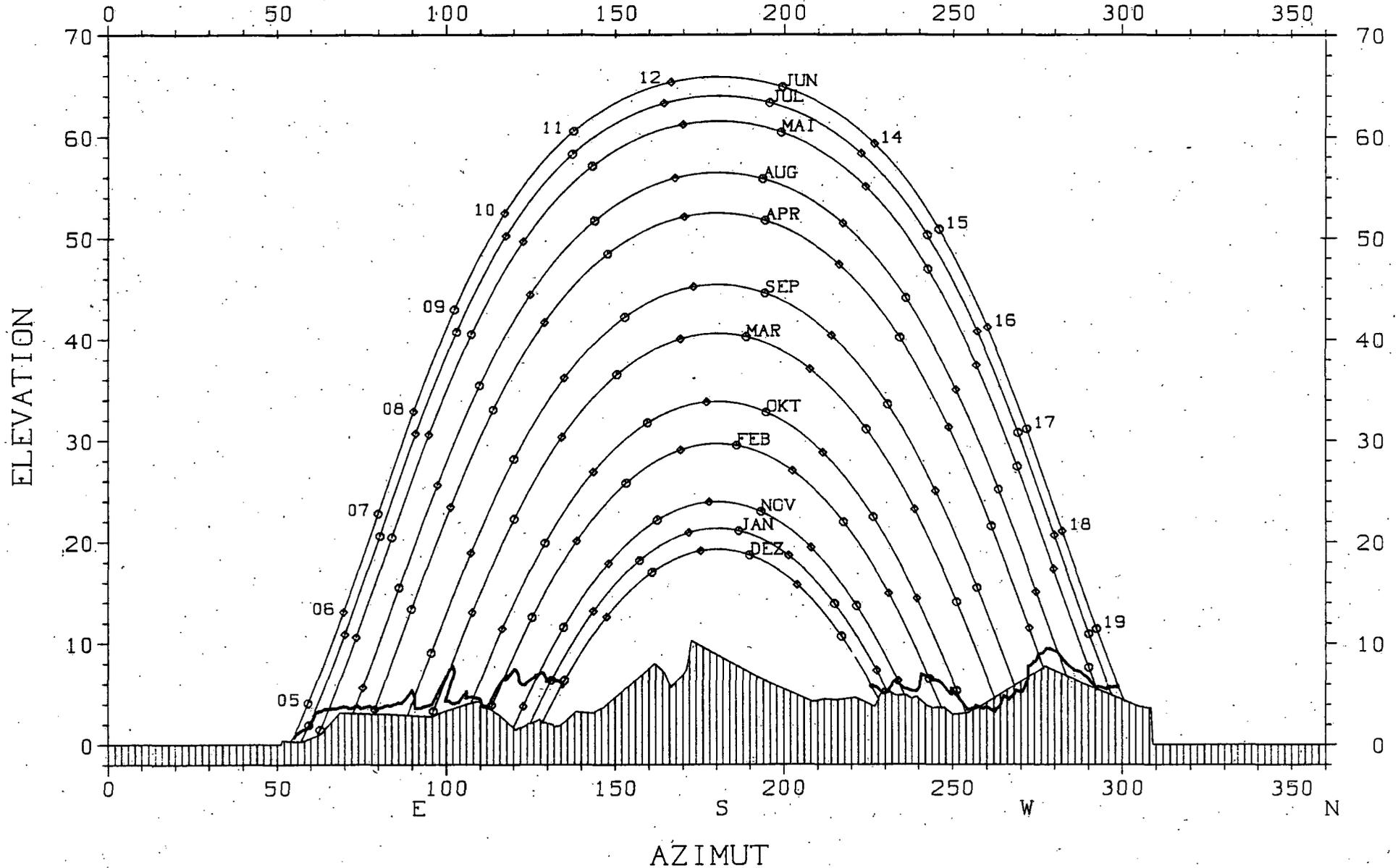
TAENIKON

259.920/710.500

539.0 M.U.M.

SONNENBAHN FUER DEN 15. DES MONATS

STUNDENEINTEILUNG IN MEZ



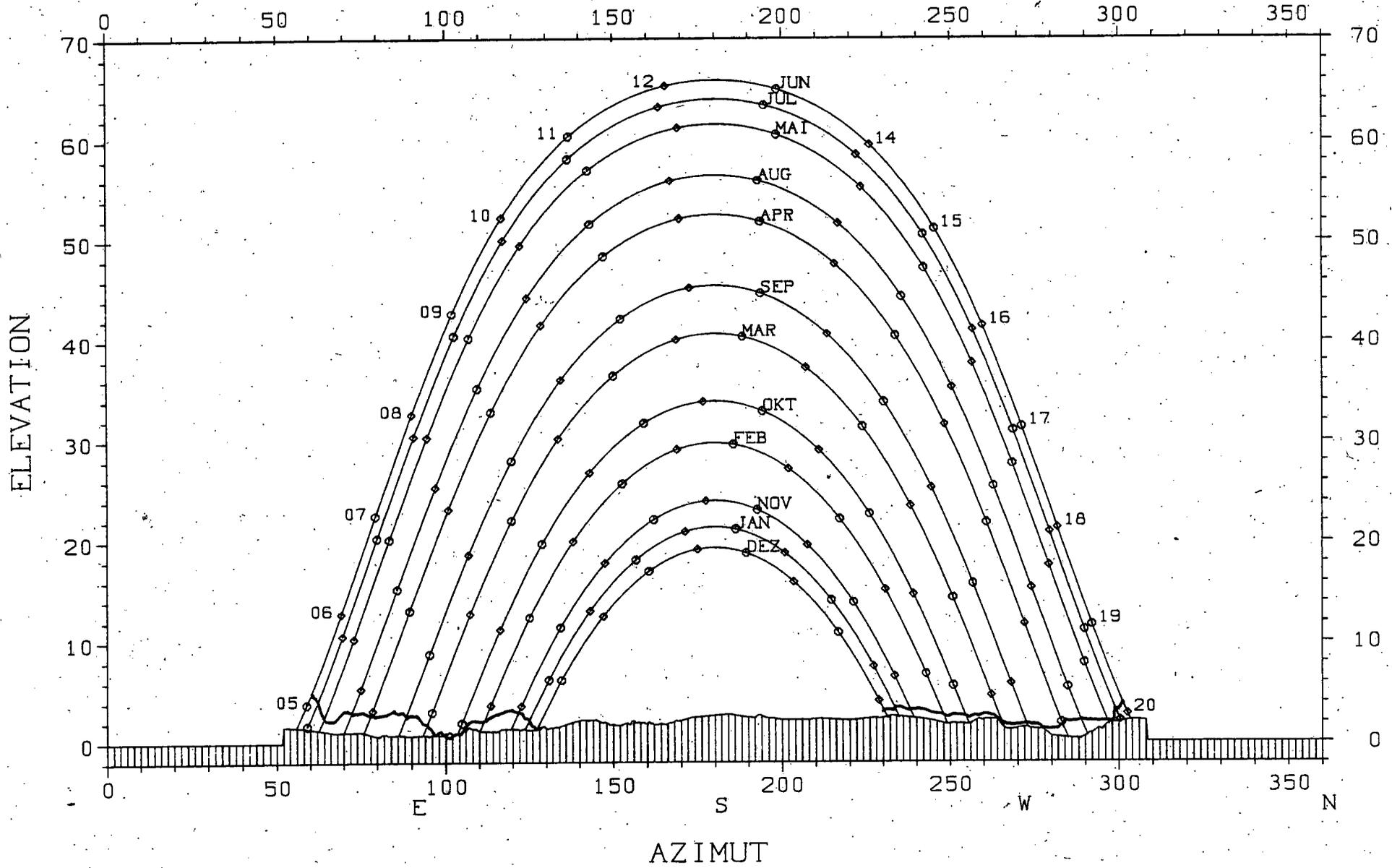
RECKENHOLZ

253.550/681.400

443.0 M.U.M.

SONNENBAHN FUER DEN 15. DES MONATS

STUNDENEINTEILUNG IN MEZ



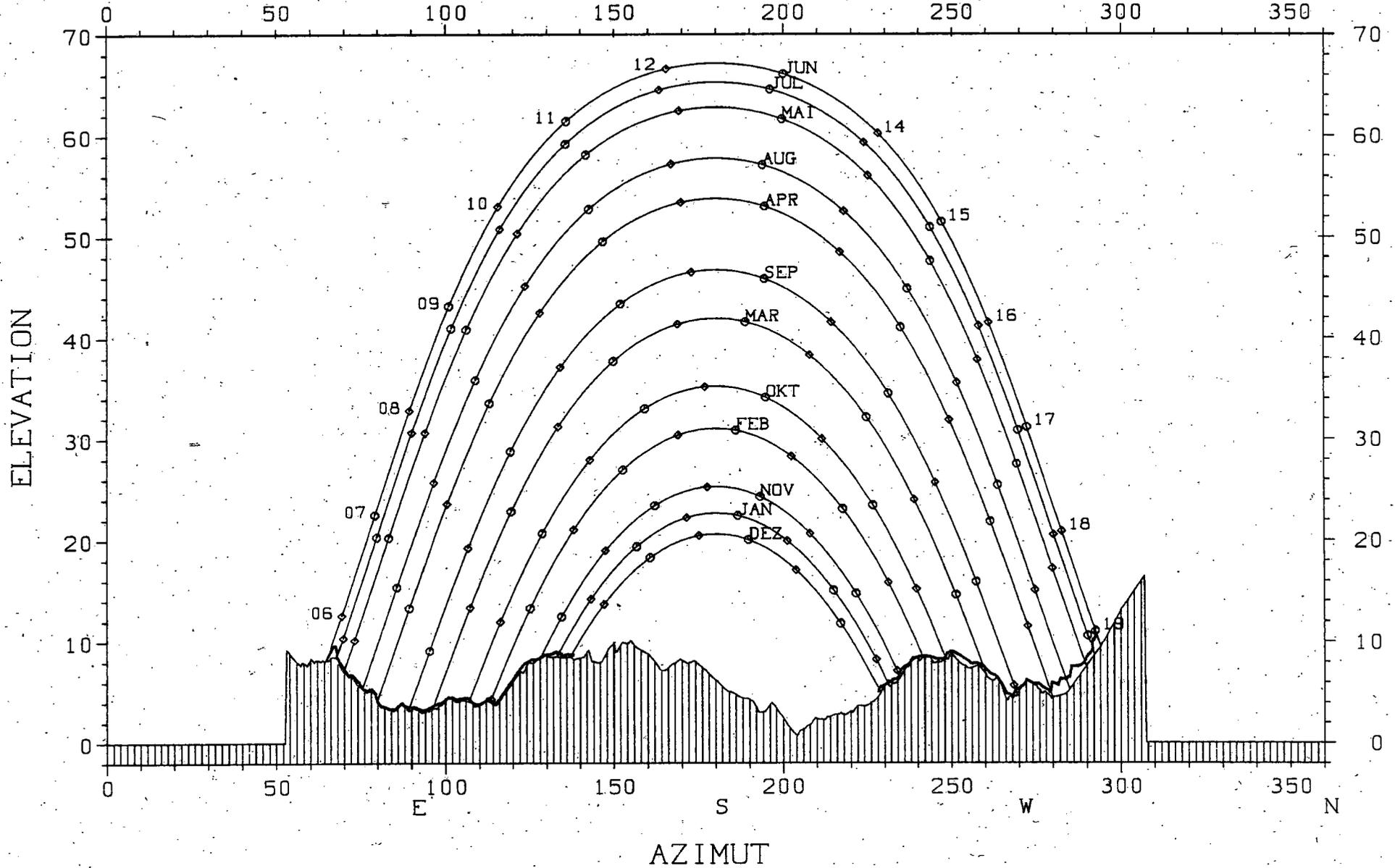
LOCARNO-MONTI

114.350/704.160

388.0 M.U.M.

SONNENBAHN FUER DEN 15. DES MONATS

STUNDENEINTEILUNG IN MEZ



CIMETTA

117.495/704.380

1672.0 M.U.M.

SONNENBAHN FUER DEN 15. DES MONATS

STUNDENEINTEILUNG IN MEZ

