

Leidraad voor de berekening van de warmtebehoefte van ruimten met behulp van de Gerberschijf

(voorzijde van de schijf)

1. Geldigheidsbereik

Het gebruik van de Gerberschijf is in alle landen toegestaan, wanneer er in de offerte en in de bouwbeschrijving op wordt gewezen. Er kan een resultaat worden gegarandeerd, dat minstens gelijkwaardig is met de in betreffend land bestaande genormaliseerde berekening, indien zonder fout volgens onze richtlijnen wordt gerekend. (Zie foutbespreking in de brochure.)

De Gerberschijf mag in de navolgende gevallen **niet** worden gebruikt:

- voor kerken
- voor hallen, waarvan de som van lengte, breedte en hoogte 38 meter overtreft en die tevens met een tolerantie van minder dan $\pm 2^{\circ}\text{C}$ moeten worden verwarmd.
- voor alle hallen, waarvan de som van lengte, breedte en hoogte 76 meter overtreft.

2. Het leren van de rekenmethode

De Gerberschijf maakt in geen deele de kennis overbodig van het natuurkundig gebeuren bij de verwarming van ruimten, elk afzonderlijk geval dient grondig te worden behandeld. Er wordt aangenomen, dat men de warmtetransmissieberekening kent. Alvorens werkelijke berekeningen te maken, is een diepgaande studie van deze leidraad en het berekenen van verschillende voorbeelden noodzakelijk. De beoogde tijdsbesparing komt zeer spoedig en bedraagt:

bij de voorbereiding tot aan het begin van de berekening: $\frac{1}{2}$ tot $\frac{1}{3}$.

bij de berekening alleen: $\frac{1}{6}$ tot $\frac{1}{8}$.

totaal ongeveer $\frac{1}{4}$ van de benodigde tijd.

3. Normale ruimten

Hieronder vallen meer dan 90 % van alle ruimten. Voor alle normale ruimten wordt de schijf zonder uitzondering volgens «4. Leidraad voor de berekening van normale ruimten» gebruikt; alle overige noodzakelijke correcties volgens «5. Abnormale ruimten» (met uitzondering van de onder 1a tot 1c uitgezonderde).

Als «normaal» gelden alle ruimten met uitzondering van:

- uitzonderlijk gevormde ruimten.**
lengte: breedte = groter dan 1,5 bij slechts **een** buitenmuur.
lengte: breedte = meer dan 4.
breedte: hoogte = minder dan 0,8.
- ruimten met onrechthoekige plattegrond.**
- ruimten met onrechthoekige doorsnede** (verticale doorsnede).
- ruimten met zeer grote venster- en buitendeuropervlakken**, meer dan 20 m² totaal venster- en buitendeuropervlak.
- ruimten met uitzonderlijke bouwwijze.**
k-waarde van de binnenwanden meer dan 100 % verschillend met het buiten k-cijfer en tevens meer dan 15^oC temperatuurverschil.
Voor de noodzakelijke correcties in zulke speciale gevallen zie 5.

4. Leidraad voor de berekening van normale ruimten

Hiervoor wordt een speciaal formulier gebruikt (nadruk veroorloofd, vak rechts). Voor iedere berekening is een regel nodig.

Voorbereiding:

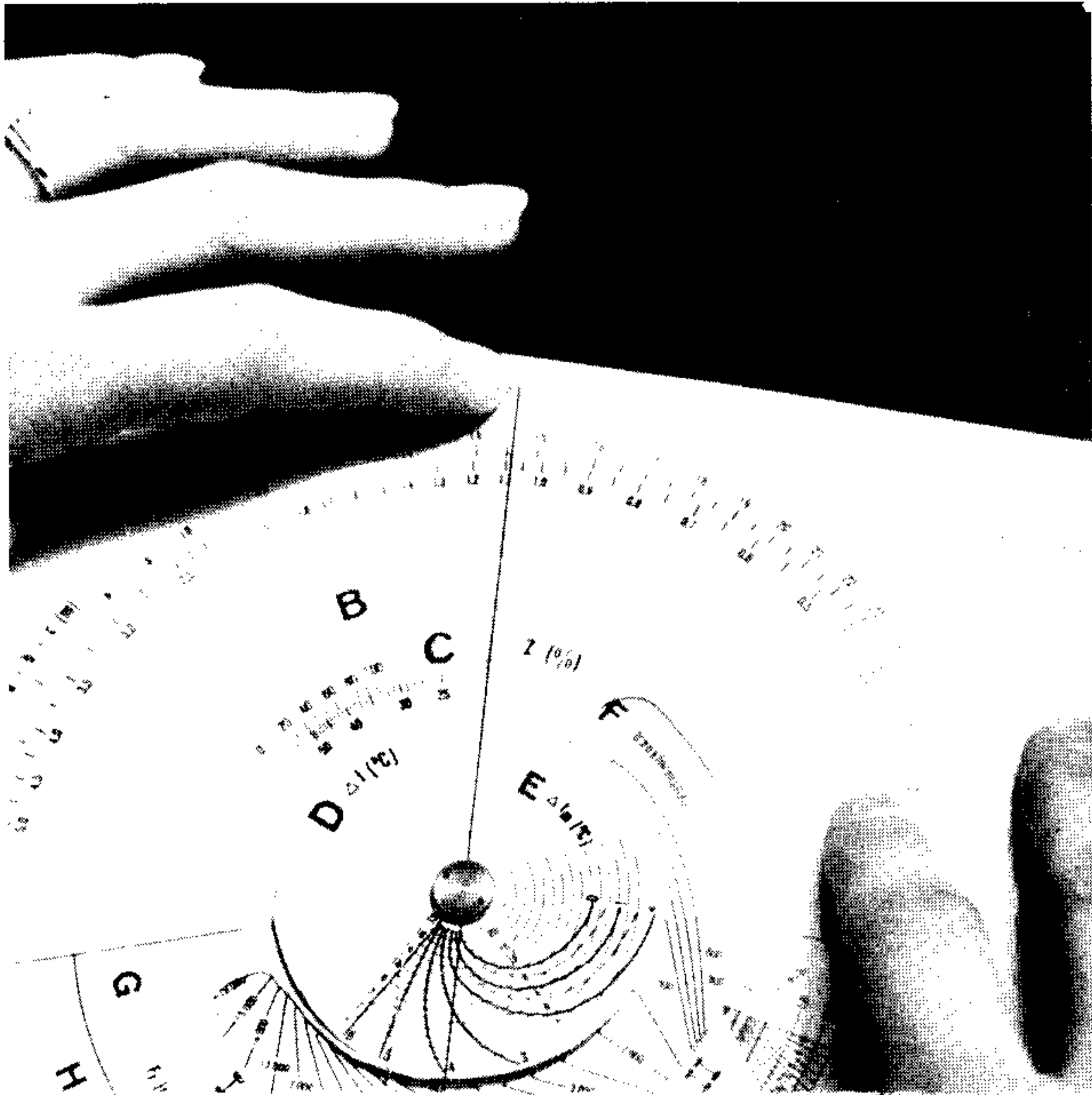
Eerst worden de eigenschappen van de ruimte op het formulier ingevuld:

- de binnenmaatse lengte, breedte en hoogte van de ruimte en het totaal van deze 3 hoofdafmetingen.
- De k-waarde van de buitenmuren. Deze waarden worden op de gebruikelijke wijze of met behulp van de achterzijde van de schijf bepaald.
- Het verschil tussen binnen- en buitentemperatuur. Voor de buitentemperatuur worden de geldige voorschriften gevolgd.
- De temperaturen van de nevenruimten. Indien deze ruimten onverwarmd zijn en er omtrent hun temperaturen twijfel bestaat, worden deze berekend volgens de hier ontworpen methode «De temperaturen van onverwarmde ruimten» (rechter vak) en wel het eenvoudigst grafisch. Alle 6 kolommen voor de ruimteafgrenzingen moeten worden ingevuld, bij buitenmuren wordt de letter «A», bij binnenmuren de temperaturen van de nevenruimten geschreven.
Het gemiddelde van de binnentemperaturen wordt uit het hoofd berekend en in kolom «E» het verschil tussen dit gemiddelde en de vereiste temperatuur ingevuld (5^oC).
- Het oppervlak van ieder venster afzonderlijk, het totale vensteroppervlak benevens de wijze van verglazing, de windsnelheid en de voegenkwaliteit worden ingevuld. Buitendeuren kunnen overeenkomstig hun kwaliteit als enkel- of dubbel verglaasd venster worden berekend. Wanneer vensters met verschillend soort verglazing of verschillende voegenkwaliteit of vensters en buitendeuren in de zelfde ruimte aanwezig zijn, dan heeft men voor de vensters resp. deuren van andere kwaliteit een tweede formulierregel nodig. – Richtlijnen voor de 3 voegenkwaliteiten:
Voegenkwaliteit 1: goede dubbele vensters, metalen vensters (zonder schuiframen), draaivleugelvenster.
Voegenkwaliteit 2: goede eenvoudige houten vensters, metalen schuifraam.
Voegenkwaliteit 3: houten schuifraam, oude houten enkele ramen. Een normale windbelasting is 4,5 m/s, een windbeschutte ligging ongeveer 2,2 m/s, terwijl voor de windbelasting in het vlakke land gewoonlijk met 6,5 m/s, in het gebergte met 9 m/s mag worden gerekend.
- Tenslotte wordt nog de ruimteinhoud in m³ bepaald, om later de specifieke warmtebehoefte snel bij de hand te hebben.

Het instellen van de schijf

Eerst nu neemt men de schijf ter hand en gebruikt deze als volgt:

De beginner kentekent eerst de punten op de scalas «E», «G» en «H» met potlood volgens de overeenkomstige kolommen van het formulier. In het begin kunnen deze tekens het instellen zeer vergemakkelijken.

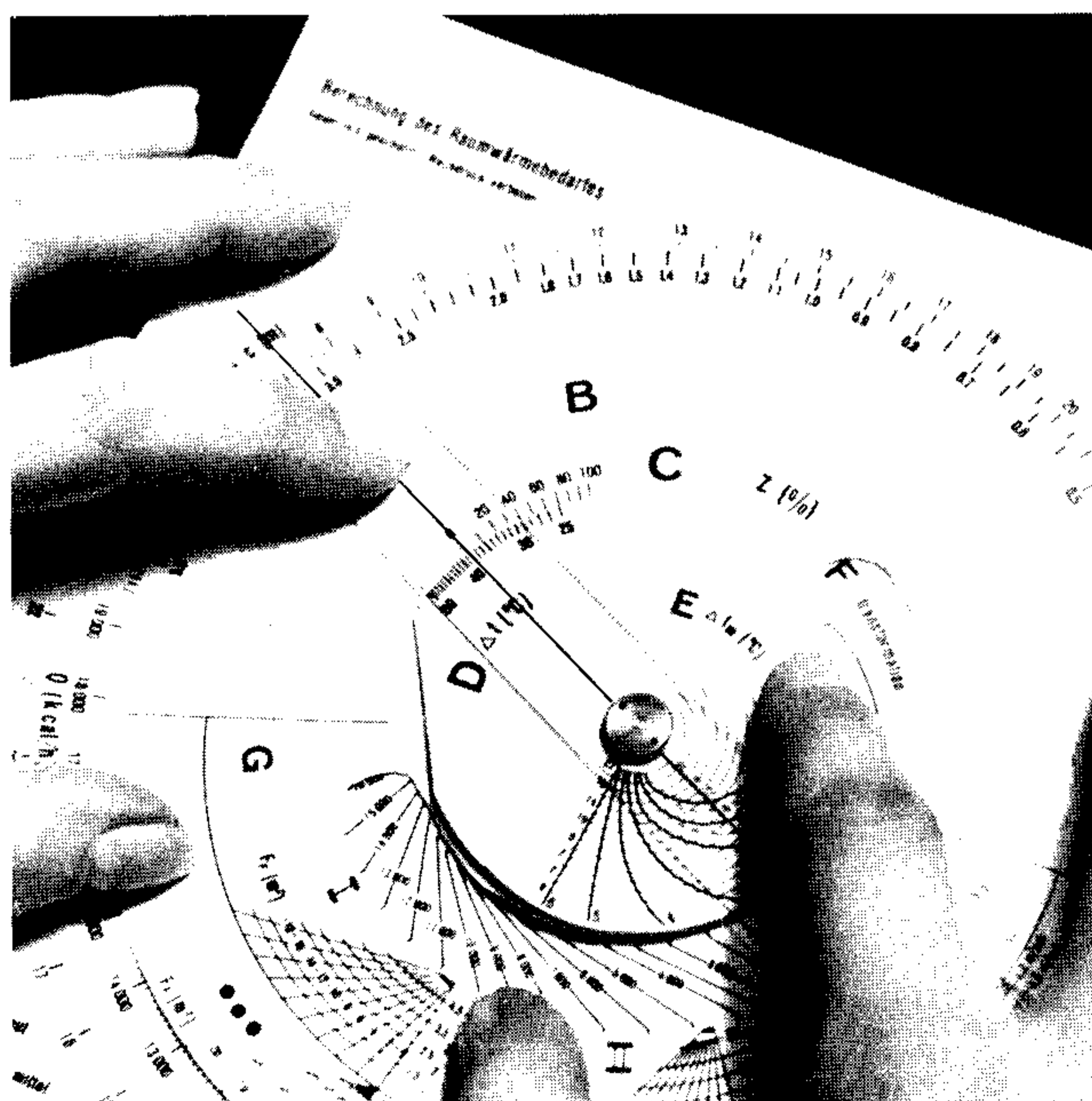


FIGUUR 1

g) De k-waarde van de buitenmuur in scala B wordt tegenover de som van de ruimteafmetingen op scala A geplaatst (14,6 m — 1,09 kcal/h m²°C). Hiervoor gebruikt men het beste de doorlopende zoeklijn van de celluloidloper (Fig. 1)

h) Nu wordt, zonder de scalas B en C te verschuiven, tegenover het teken «0%» op scala C het temperatuurverschil tussen de onderhavige ruimte en de minimale buitentemperatuur op scala D ingesteld (0%—38°C). (Fig. 2)

i) De schijf DE mag na het instellen niet meer worden bewogen. Het punt: 2 buitenmuren; 5°C overeenkomstig de aantekening op het formulier wordt op scala E gezocht en met behulp van de zoeklijn van de celluloidloper op scala F overgebracht. De concentrische cirkellijnen betekenen λ t gemiddeld; de spiraalvormige lijnen het aantal buitenmuren. Het door de zoeklijn op scala «F» bepaalde punt is een op het formulier in te vullen tussenresultaat: **Het ruimtewarmteverlies zonder in aanmerkingneming van vensters en buitendeuren** (2250 kcal/h) (Fig. 3)

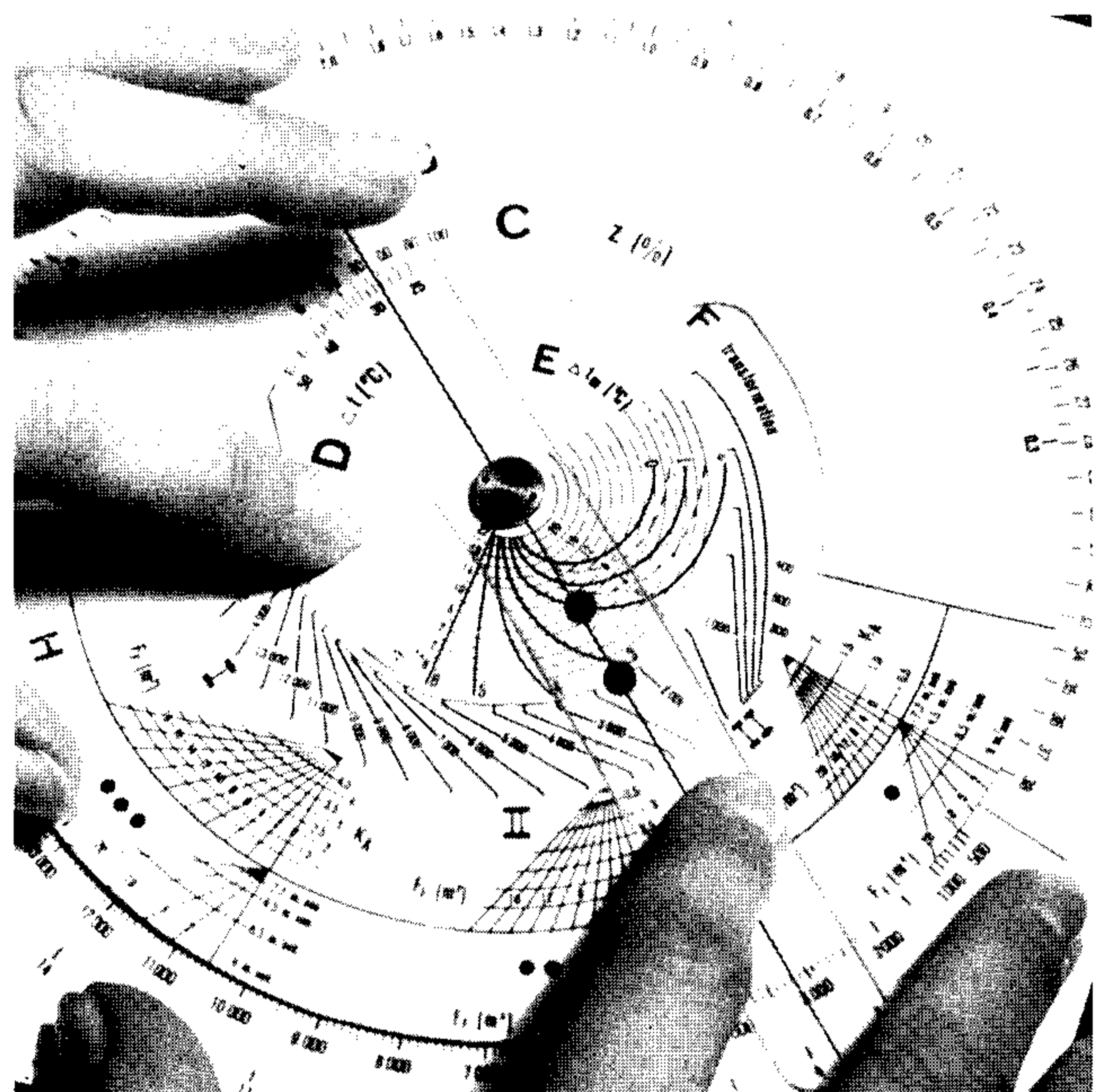


FIGUUR 2

k) Het instelmerk (zwarte spits) op scala «G» voor de onderhavige verglazing wordt tegenover de op scala «F» bepaalde tussenwaarde geplaatst en de schijf wordt vastgehouden. Met de zoeklijn van de celluloidloper wordt nu het snijpunt van het vensteroppervlak en de k-waarde van de buitenmuur bepaald (9,6—1,09). De zoeklijn van de looper levert nu op scala «J» een nieuw tussenresultaat, dat echter niet wordt opgeschreven: De benodigde warmte met vensterverliezen, maar zonder voegenverliezen). (Fig. 4)

l) Nu houdt men de celluloidloper aan het uiteinde vast en brengt het instelmerk (zwarte spits) van de onderhavige voegenkwaliteit onder de zoeklijn (Fig. 5). Nu houdt men wederom de schijf vast en bepaalt met de zoeklijn het snijpunt van vensteroppervlakte en windsnelheid overeenkomstig de aantekeningen op het formulier (voegenkwaliteit 2—4,5 m/s—9,6 m²). **Nu wijst de zoeklijn op het eindresultaat in kcal/h en in kW.** (3180 kcal/h) (Fig. 6)

m) Zijner verschillende venstersoorten en voegenkwaliteiten in dezelfde ruimte, dan wordt tweemaal na elkaar volgens k en l gehandeld, waarbij de toeslagen achtereenvolgens opgeteld worden.



FIGUUR 3

n) Het inmiddels op het formulier ingevulde eindresultaat wordt door het aantal m³ van de ruimteinhoud gedeeld en zomede als controlegetal van het specifieke warmtegebruik berekend. (29,3 kcal/h m³).

5. Correcties voor abnormale ruimten

a) uitzonderlijk gevormde ruimten

a) lengte: hoogte groter dan 4, breedte: hoogte minder dan 0,8

De berekingsgrondslag met de schijf is als volgt:

1 buitenmuur	= 14,5 % van het ruimteoppervlak
2 buitenmuren	= 29 % van het ruimteoppervlak
3 buitenmuren	= 43,5 % van het ruimteoppervlak
4 buitenmuren	= 58 % van het ruimteoppervlak
5 buitenmuren	= 79 % van het ruimteoppervlak
6 buitenmuren	= 100 % van het ruimteoppervlak

Indien nu de ruimteafmetingen zeer uitzonderlijk zijn, dan verschilt het aandeel aan buitenmuren van het totale ruimteoppervlak in het algemeen zo veel van de voor de schijf geldende grondslag, dat een correctie noodzakelijk is. Daartoe wordt het percentueele aandeel aan buitenwanden van de te berekenen ruimte bepaald en een gecorrigeerd aantal buitenmuren in de berekening opgenomen. — De prak-

tijk is veel eenvoudiger dan men denkt, bijv. $a = 12$ m, $b = 7$ m, $c = 2,4$ m (volgens de definitie een abnormale ruimte), 2 buitenwanden.

De correctie wordt als volgt uitgevoerd: ruimteoppervlak = 259,2 m², oppervlak van de twee buitenmuren = 45,6 m², d.w.z. 17,6% van 259,2 m². Derhalve wordt op het formulier ingevuld: 1 buitenmuur (17,6% \approx 14,5%).

β **Lengte: breedte groter dan 1,5 en slechts 1 buitenmuur.**
Ook hier is een correctie van het aantal buitenwanden nodig:

$$\text{aantal buitenwanden voor de schijf} = \frac{\text{aan de buitentemperatuur blootgestelde plattegrondlengte}}{1/4 \text{ omvang}}$$

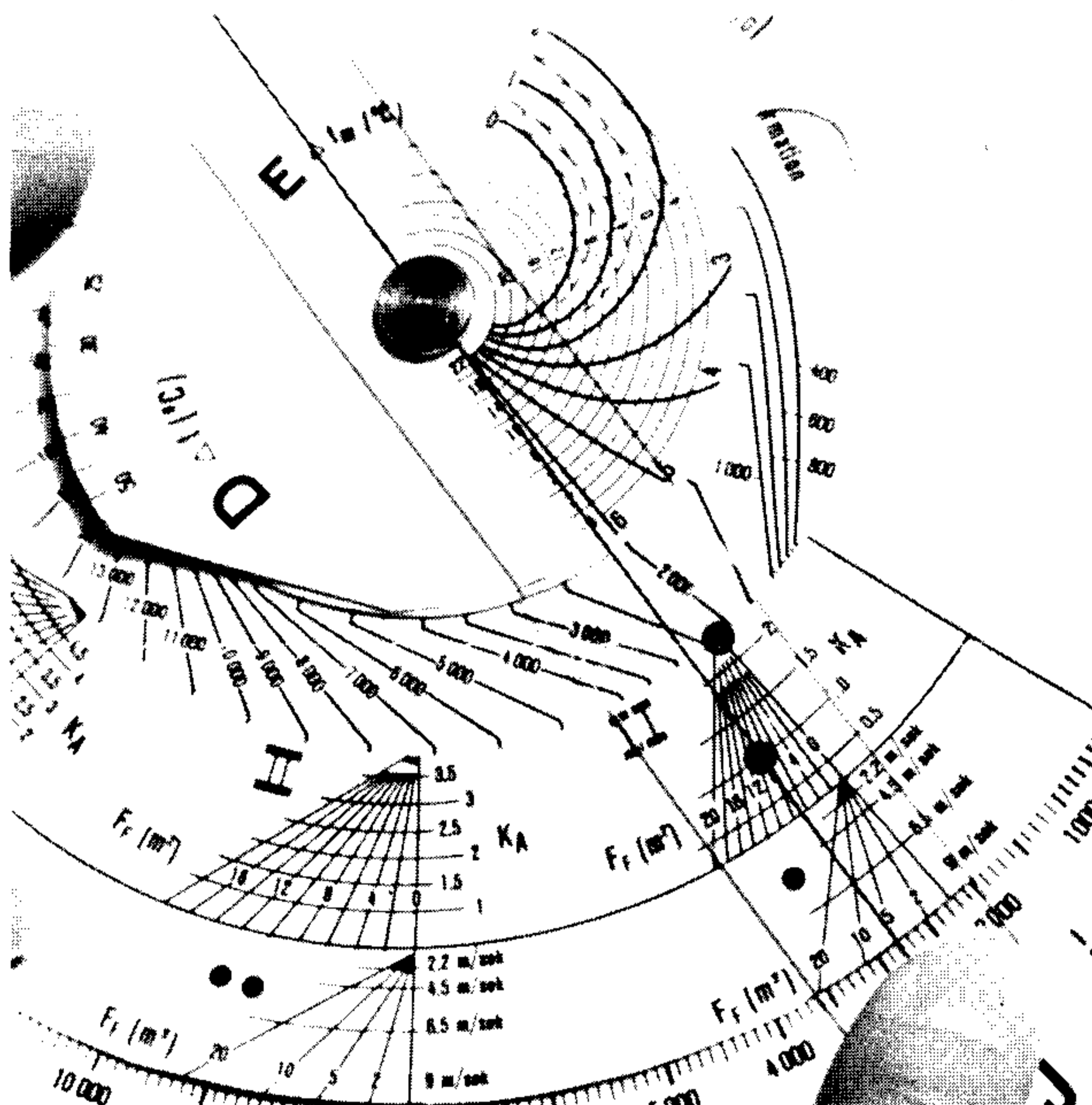
De punten voor bijv. 0,7 of 1,4 buitenmuren zijn op de schijf door interpolatie gemakkelijk te vinden.

b) niet rechthoekige plattegrond.

Het totaal $a+b+c$ in de kolom A van het formulier kan door invoering van de omvang U ook als volgt worden uitgedrukt:

$$a+b+c = \frac{U}{2} + c$$

Derhalve dient in kolom A voor een niet rechthoekige plattegrond diens halve omvang te worden berekend en bij de hoogte van de ruimte opgeteld.



FIGUUR 4

c) onrechthoekige doorsnede (bijv. dakruimten).

Daartoe vormt men een hulpruimte met rechthoekige doorsnede en een gelijk groot oppervlak. Bij schuine daken is dit makkelijk mogelijk, indien men een gemiddelde hoogte c_{III} invoert, berekend uit $\frac{c_1+c_2}{2}$ (eenvoudig schuin) of

$$\frac{\frac{c_1+c_3}{2} + \frac{c_2+c_3}{2}}{2} \quad (\text{dubbel schuin})$$

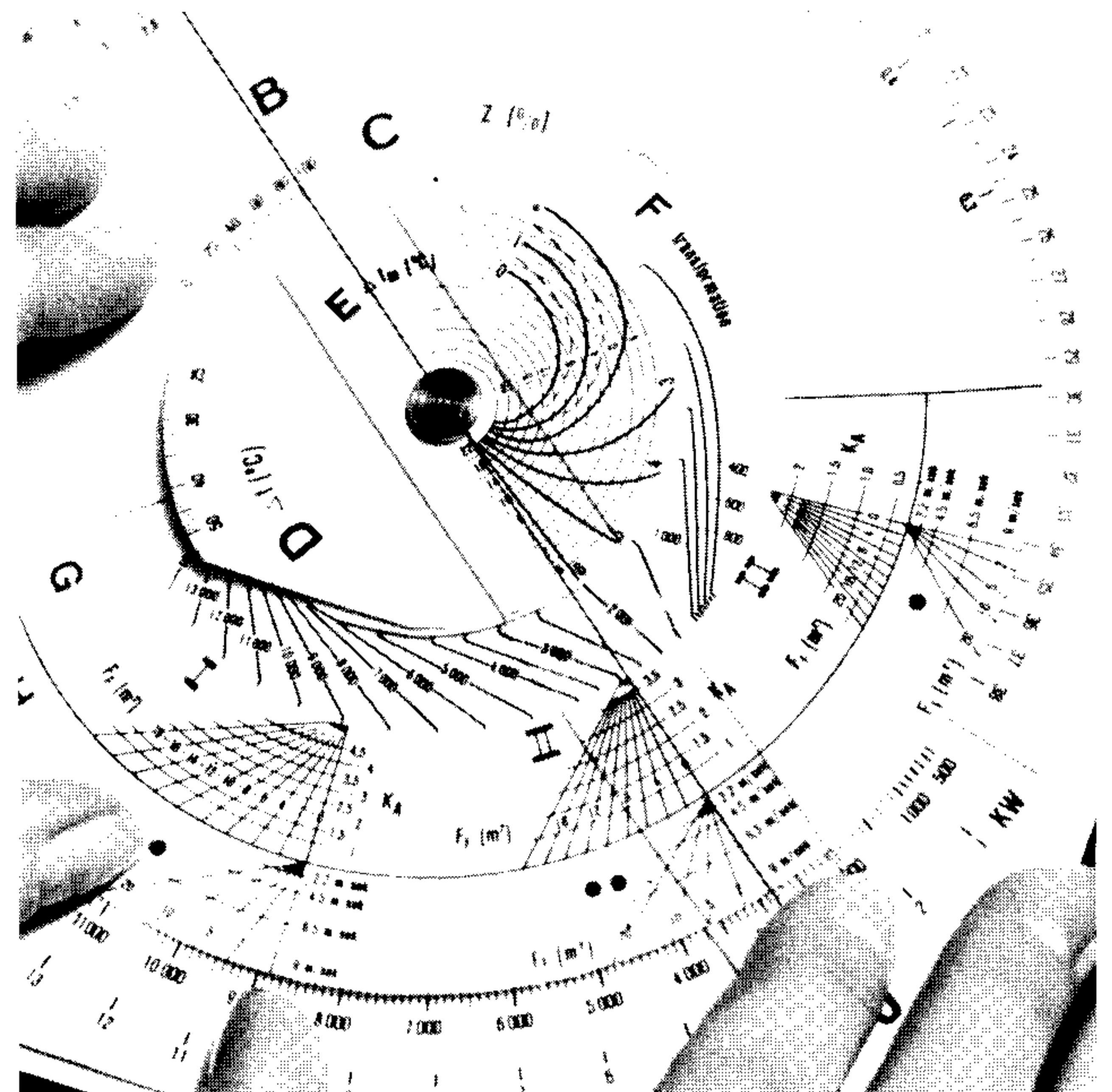
Het verkregen c_{III} wordt in plaats van c bij de berekening gebruikt.

d) ruimten met zeer grote vensters (totaal meer dan 20 m²).

Tot aan scala «F» wordt normaal de vensterloze ruimte berekend en de venstertoeslag in twee keer uitgevoerd. Bij 27 m² vensteroppervlak bijv. eerst een toeslag voor 20 m², daarna voor 7 m² of, wat tot hetzelfde resultaat voert, voor 13 m² en 14 m².

e) ruimten met een uitzonderlijke bouwwijze.

(k -waarde van de binnenwanden met meer dan 15°C temperatuurafval meer dan 100% verschil met de k -waarde van de buitenmuur.)



FIGUUR 5

Zulke binnenmuren eisen een correctie van het buitenmuur- k -cijfer, dat immers bij de berekening met de schijf de gehele omvatting van de ruimte vertegenwoordigt. – Er bestaat een eenvoudige formule, om de berekening met de schijf ook in dergelijke gevallen evenzo nauwkeurig te verrichten. Stel:

i = aantal nevenruimten met meer dan 15°C temperatuurafval en een meer dan 100% van de buitenwand verschillend k

k_i = k -waarde van deze binnenmuren

k_k = gecorrigeerde k -waarde voor de schijfberekening

n = aantal buitenmuren

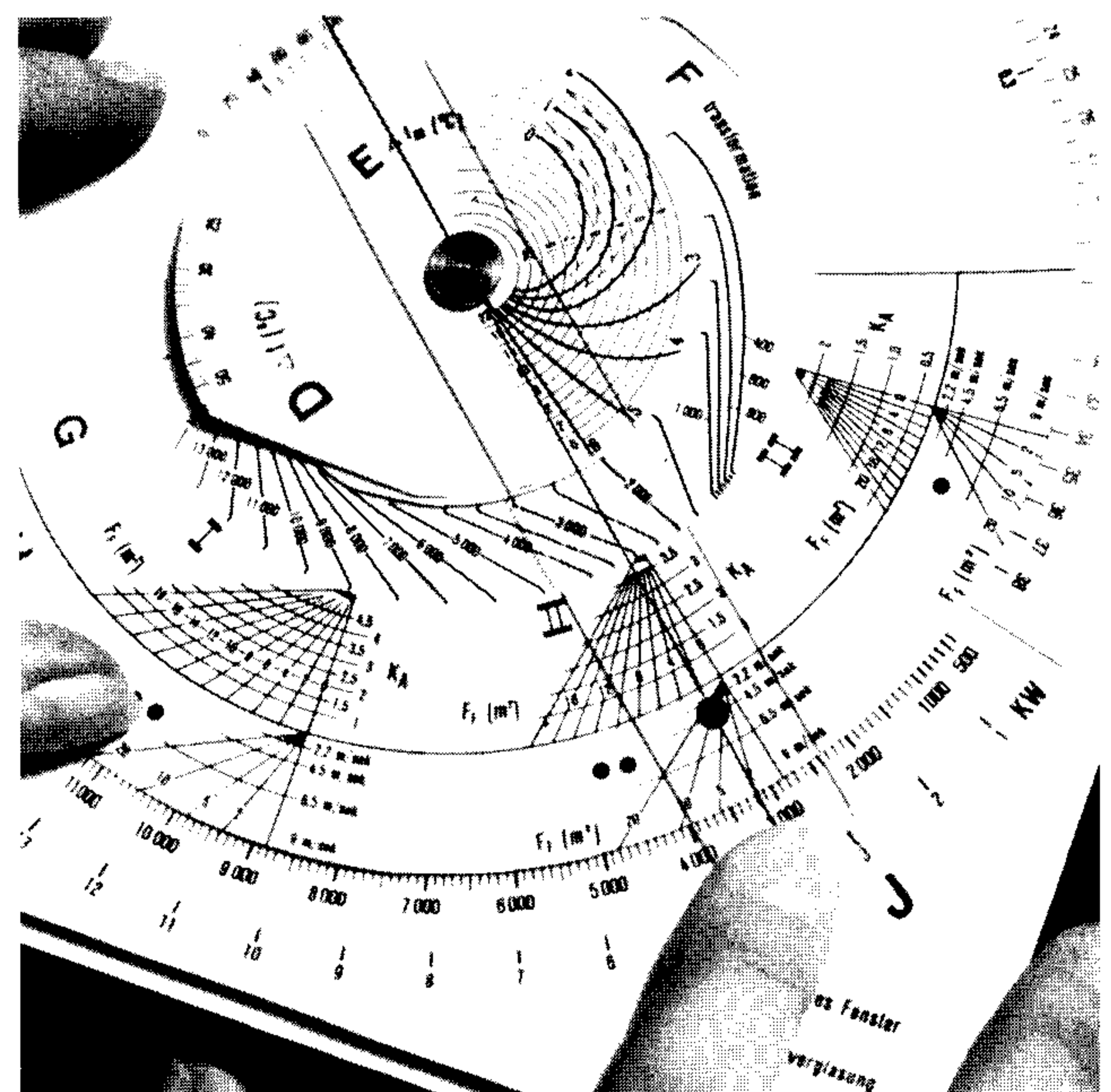
k_{-1} = k -waarde der buitenmuren

dan wordt:

$$k_k = \frac{2k_{-1}n + k_i i}{2n + i}$$

f) Zeer grote ruimten ($a+b+c$ = groter dan 38 m of Q = meer dan 20 000 kcal/h).

Zulke ruimten worden in gedachte op geschikte wijze in tweeën gedeeld en beide helften afzonderlijk berekend. De scheidingswand wordt als binnenmuur met een temperatuurafval 0 behandeld. De beide resultaten worden opgeteld.

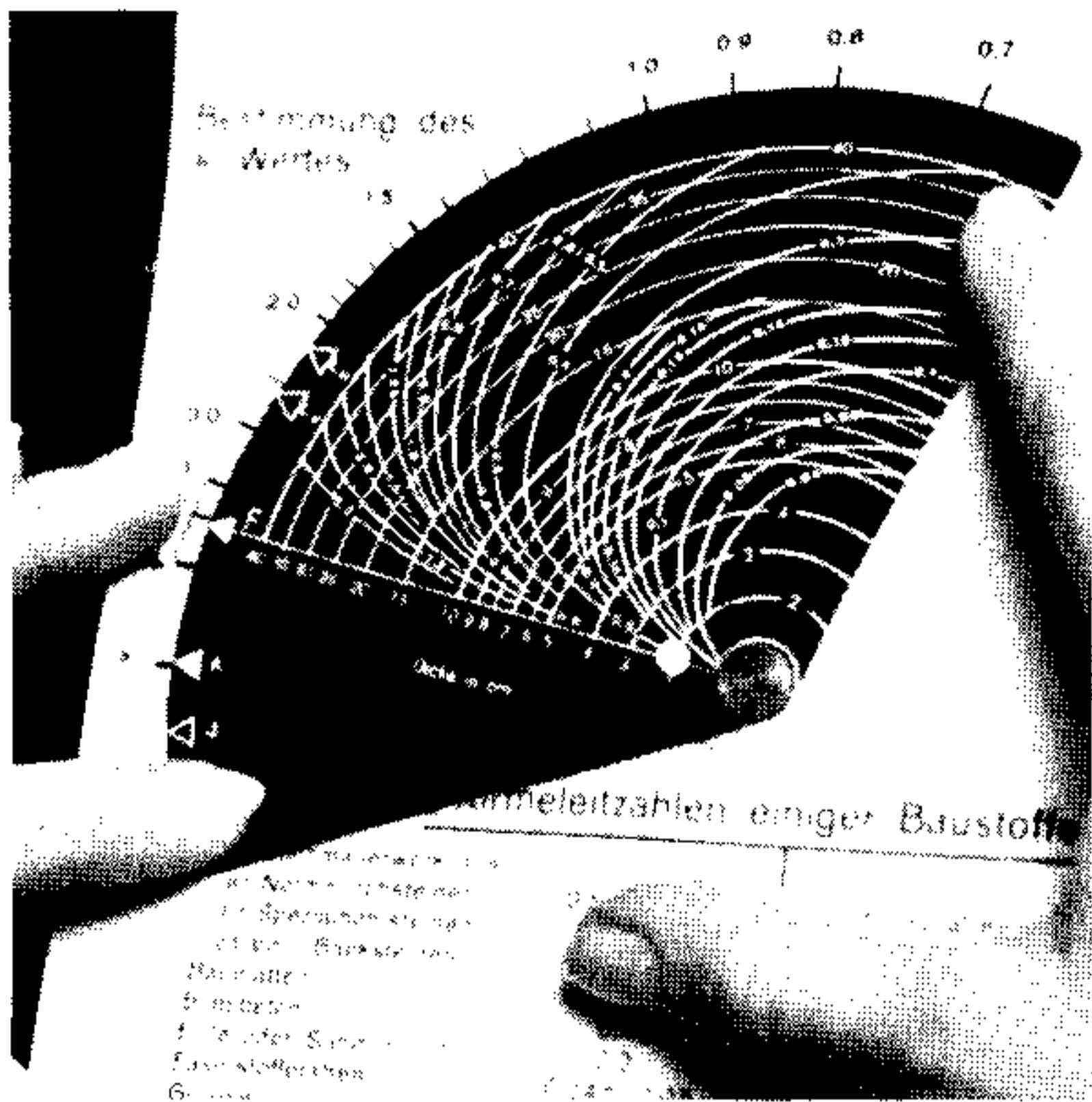


FIGUUR 6

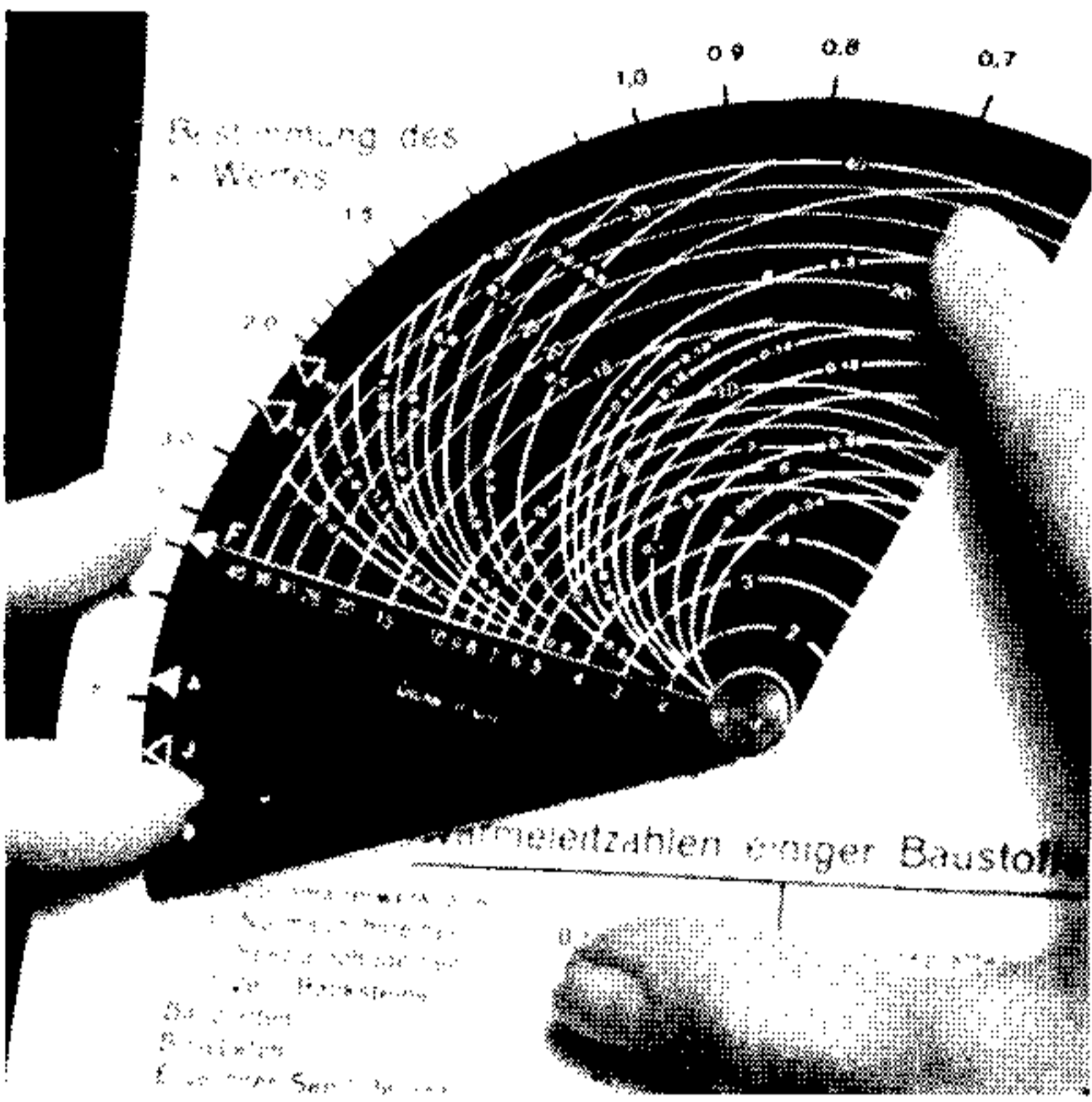
Leidraad voor de bepaling van k-getallen

(achterzijde van de warmtebehoefte-schijf)

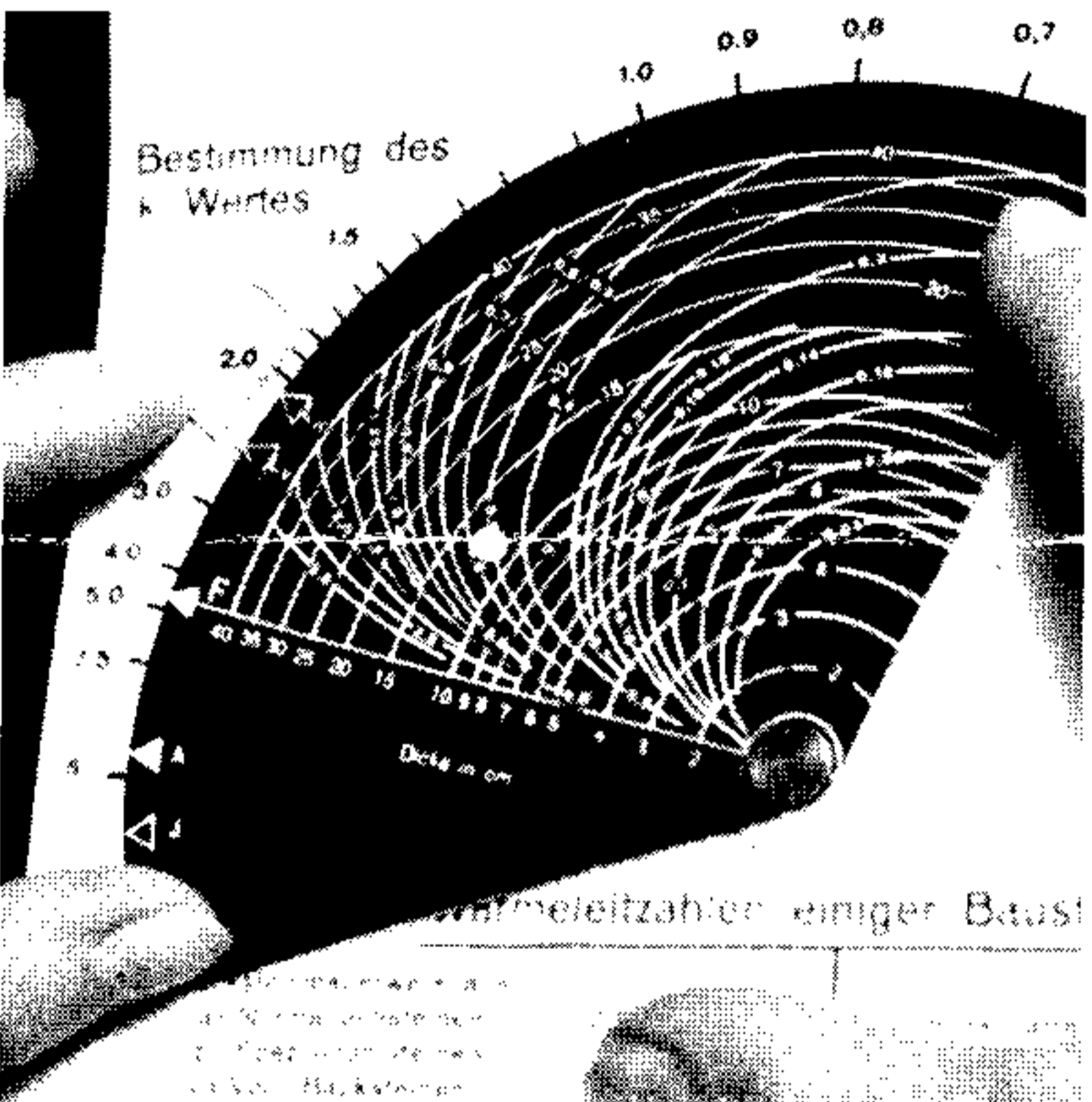
1. INSTELLING



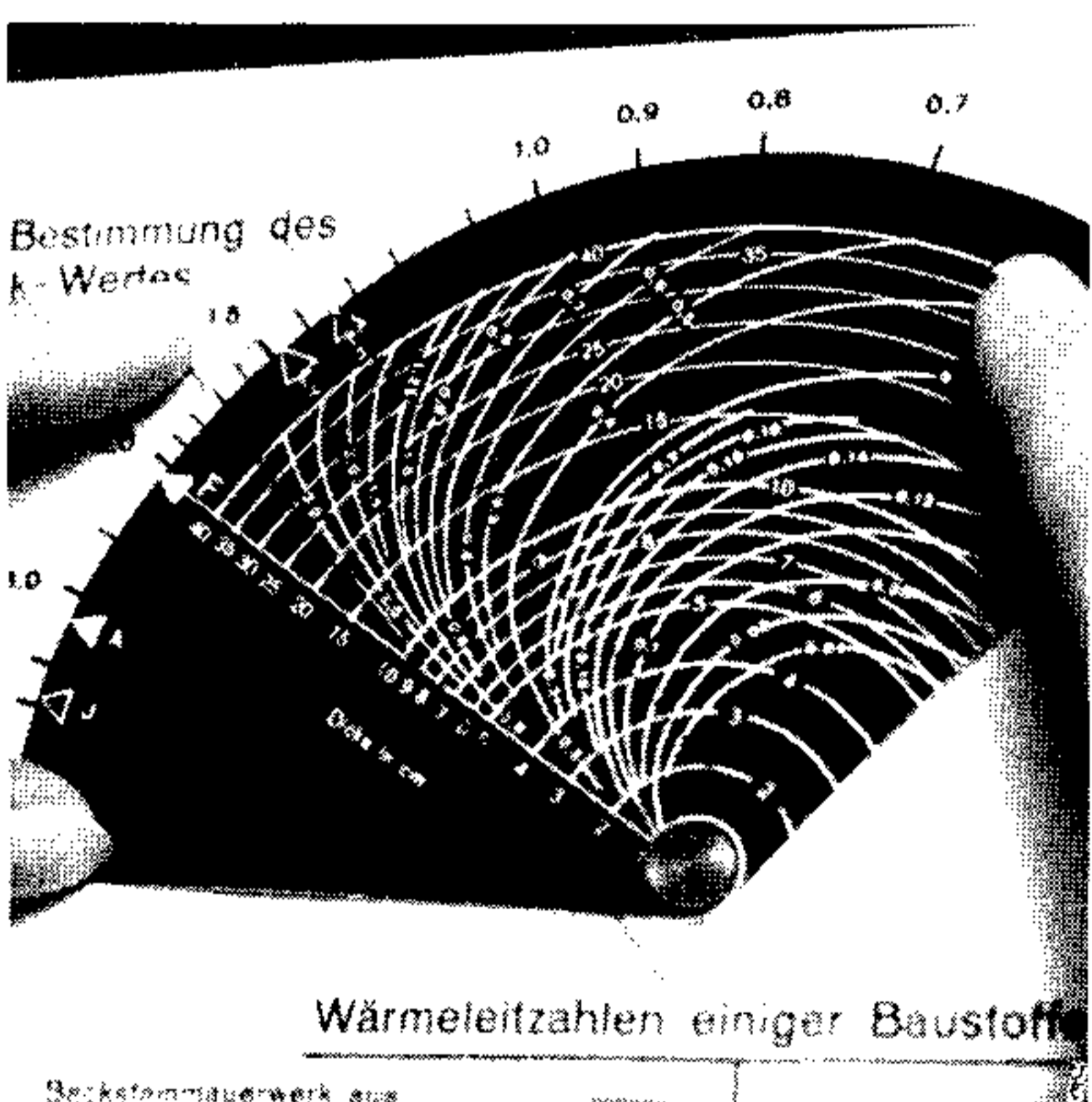
2. INSTELLING



3. INSTELLING



4. INSTELLING



1. Inleiding

De moderne bouwwijze kent alleen nog uit **verschillende** materialen bestaande buitenwanden, opdat de gestelde eisen ten opzichte van het uiterlijk, de sterkte en de warmteisolatie worden vervuld. De veelzijdigheid is tegenwoordig zo groot, dat het onmogelijk is, met vaste *k*-waarden tabellen te werken. Deze schijf is voor de bepaling van *k*-waarden van eenvoudige en van willekeurig samengestelde muren even eenvoudig te gebruiken, zij levert direct en zonder berekening een voldoende nauwkeurig resultaat.

2. Grondslag van de schijf

Deze rekenschijf is de grafische toepassing van de formule voor het warmte-doorlatingsgetal *k*

$$\frac{1}{k} = \frac{1}{\alpha_a} + \frac{d_1}{\lambda_1} + \frac{d_2}{\lambda_2} + \frac{d_3}{\lambda_3} + \dots + \frac{1}{\alpha_i}$$

overeenkomstig de studie van Ingold (12).

3. Leidraad

De grondschijf bevat boven een scala voor de resulterende *k*-waarden en onder een tabel van de belangrijkste warmtegeleidingsgetallen. Het schijfsegment bevat de warmtedoorgangsweerstanden, die grafisch opgeteld worden

$$\frac{1}{\alpha_i} + \frac{1}{\alpha_a}$$

benevens een net, gevormd uit warmtegeleidingsgetallen en materiaaldikten (λ -*d*-net).

De warmtedoorgangsweerstanden zijn voor buitenmuren als de lengte A-F, voor de binnenmuren en plafonds de lengte I-F en voor de vloeren de lengte B-F weergegeven. De warmtegeleidingsweerstand voor ieder afzonderlijk materiaal volgen uit de hoek, die wordt gevormd tussen punt F en de straal door het snijpunt in het λ -*d*-net. Lucht tussenruimten breder dan 3 cm geven een erbij op te tellen lengte

F-L_v bij verticale wanden

F-L_h bij horizontale wanden.

Moet dus de *k*-waarde van een eenvoudige wand worden bepaald, dan wordt het punt van uitgang A, I of F van het segment tegenover punt S van de grondschijf ingesteld. Nu wordt het segment vastgehouden en het snijpunt uit de wanddikte en het warmtegeleidingsgetal onder de zoeklijn van de celluloidloper genomen. Zodoende worden de bij

$$\frac{1}{\alpha_i}, \frac{1}{\alpha_a} \text{ en } \frac{d}{\lambda}$$

behorende lengten automatisch opgeteld, men leest de ontstane *k*-waarden direct op de resultaattabel af.

Moet de *k*-waarde van een **samengestelde** muur worden bepaald, dan handelt men in gelijken zin. Afwisselend wordt de celluloidloper na het instellen van een muurmateriaal vastgehouden, het voortzettingspunt F van het segment onder de zoeklijn ingesteld, het segment vastgehouden en de celluloidloper op het volgende materiaal gedraaid. Er ontstaat een grafische opstelling van hoeken voor ieder materiaal.

Voorbeeld

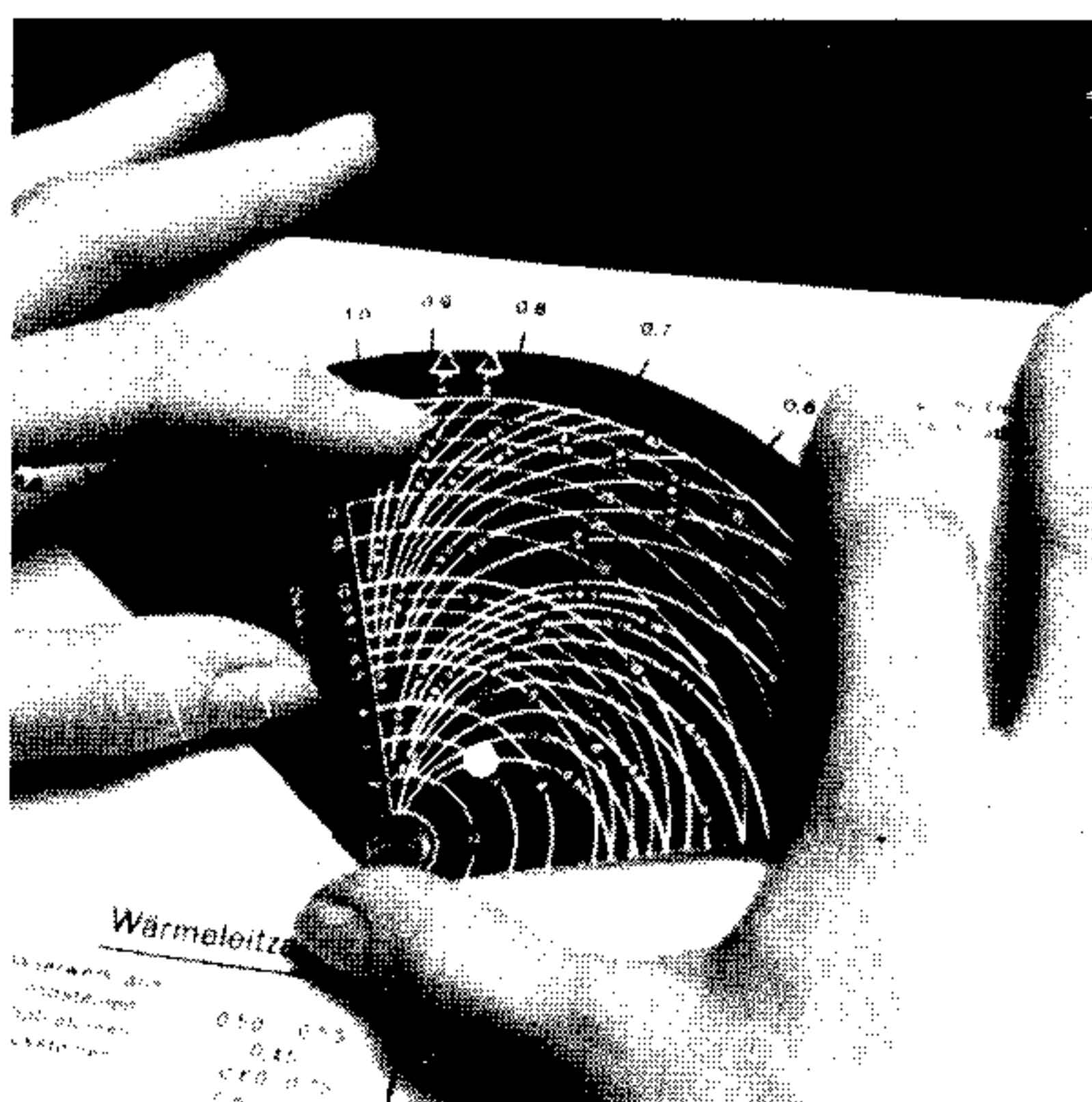
De *k*-waarde van de volgende buitenmuurconstructie is te bepalen. Eerst wordt de volgende hulptabel genoteerd:

2 cm cementlaag	$\lambda = 0,7$	12 cm normale baksteen . . .	0,5
12 cm normale baksteen	0,5	3 cm kurk	0,04
6 cm luchtlaag	(L _v)	3 cm houtbekleding	0,3

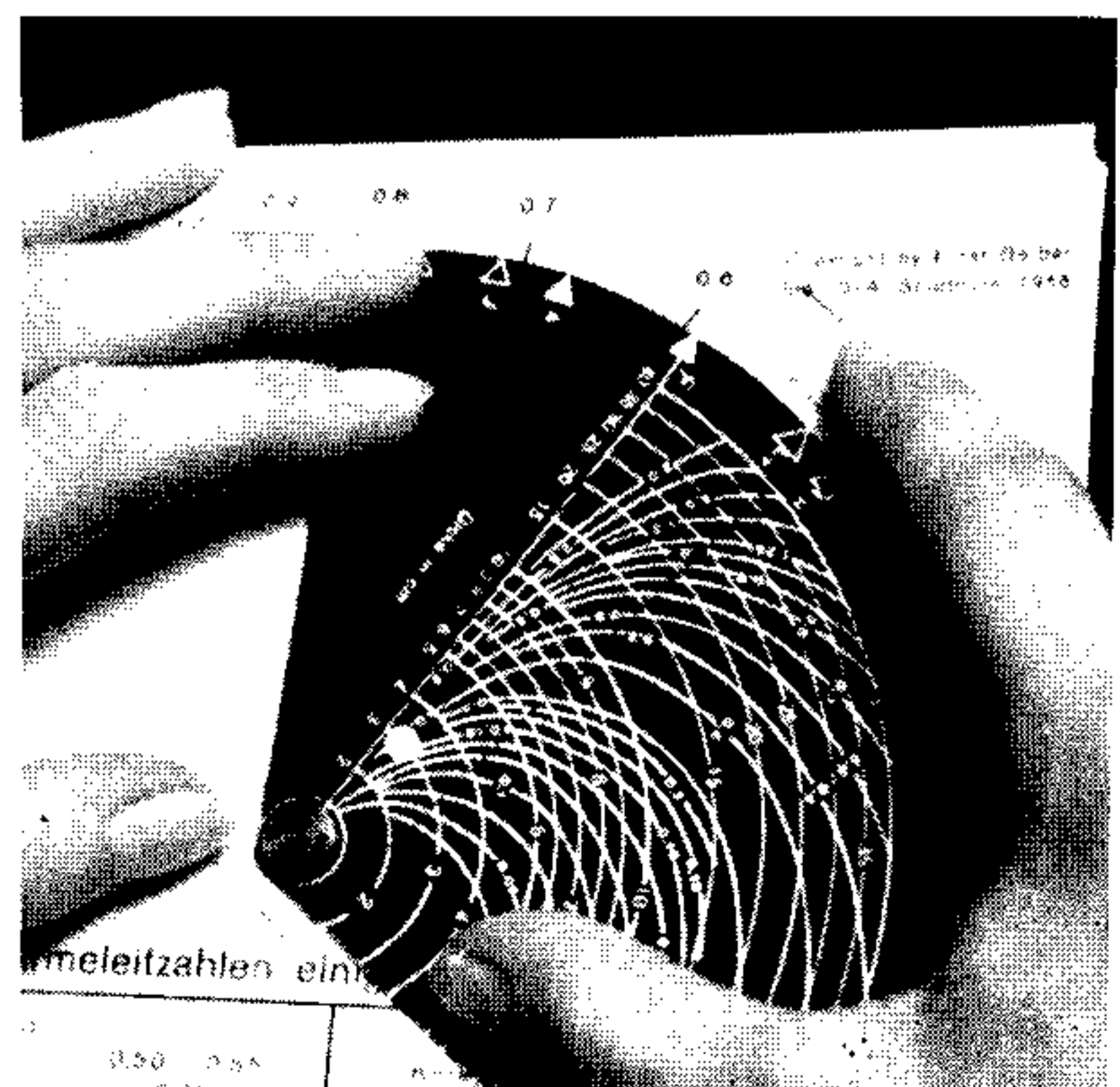
Zie verder de op de figuren weergegeven instellingen!

Bijlage van: „Warmtebehoefteberekening van ruimten“. Nadruk en vertaling verboden. Alle rechten: Ernst Gerber, Ingenieur S.I.A., Solothurn (Zwitserland). Schijf internationaal wettelijk beschermd. Uitgeverij Rascher, Zürich (Zwitserland)

5. INSTELLING



6. INSTELLING



Het resultaat wordt direct afgelezen met $k = 0,57$, wordt afgerond op $0,6 \text{ kcal} \cdot \text{h} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{°C}$.