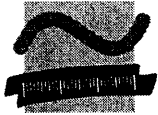


Technische Fachhochschule Berlin
University of Applied Sciences



Professor Dr.-Ing. Peter Marx
Labor für elektronische Messtechnik
Fachbereich VII
(Elektrotechnik und Feinwerktechnik)
Luxemburger Straße 10
13353 Berlin

BERLIN

Privat: Am Kleinen Wannsee 12J - 14109 Berlin - Telefon (030) 8051980

SICC GmbH
Thermoshield Europe
z. Hd. V. Herrn Voswinkel
Wackenbergstr. 78 - 82
13156 Berlin / Germany

GeschZ: Prof. Mx / P
(Bei Antwort bitte angeben)
Haus Gauß
Zimmer 140
Telefon (030) 45042310/15/40
Telefax (030) 45042958
e-mail marx@tfh-berlin.de
www.mx-electronic.com

Berlin, den 6.9.2005

Protokoll über Messung des thermischen Raumklimas

im Gebäude der Deutschen Welle in
53113 Bonn, Kurt-Schumacher-Str. 3

Am 1. und 2. September 2005 wurden in drei Büroräumen Messungen mit einem Raumklima-Analysator (vgl. Anlage 1) durchgeführt.

Raum A: Arbeitszimmer von Herrn Klein, mit weißem Thermoshield – Anstrich versehen. Meßort des Sensors: Schreibtisch.

Raum B: Arbeitszimmer von Herrn Kammerer, mit weißem Thermoshield – Anstrich versehen. Meßort des Sensors: unbesetzter Schreibtisch.

Raum C: Arbeitszimmer von Herrn Müller, mit normaler weißer Anstrichfarbe versehen. Meßort des Sensors: Schreibtisch.

Alle Räume liegen im Erdgeschoß und sind mit grauem Teppichboden ausgestattet.

Die Räume B und C liegen auf derselben Gebäudeseite und besitzen identische Grundrisse und in etwa gleiche Möblierung.

Der Abstand zwischen den Räumen B und C beträgt etwa 10 Meter.

Es wurden insgesamt in den drei Räumen 16 Raumklima-Analysen durchgeführt.

Die Fläche der mit weißer Wandfarbe gestrichenen Wände und Decken in den drei Arbeitsräumen entspricht in etwa 50% der gesamten Raumumschließungsflächen (Wände, Decken, Fußboden).

Die Meßergebnisse sind anhand der Auswerte-Nomogramme 1 – 16 in der Anlage beigefügt.

Drei Messungen (Nomogramme 1-3) beziehen sich auf den Raum A.

Messung 1 am 1.9.05, Meßzeit: 12:00 Uhr, 2 Fenster angekippt

Messung 2 am 1.9.05, Meßzeit: 12:25 Uhr, 2 Fenster weit geöffnet

Messung 3 am 1.9.05, Meßzeit: 13:45 Uhr, 2 Fenster weit geöffnet

Ergebnis:

Die Lufttemperatur blieb etwa gleich, die rel. Feuchte sank von 54% auf 47,5 %, das anfängliche Schwülegebiet wurde verlassen, obwohl t_u und t_e sich leicht erhöhten.

Sieben Messungen (Nomogramme 4,7,8,9,10,13,14) beziehen sich auf den Raum B.

Messung 4 am 1.9.05, Meßzeit 14:05 Uhr, 1 Fenster links, ab Dienstbeginn geöffnet

Messung 7 am 1.9.05, Meßzeit 15:55 Uhr, beide Fenster geschlossen, mit Heizlüfter 2kW von 15,20 Uhr bis 15,50 Uhr geheizt

Messung 8 am 1.9.05, Meßzeit 16:35 Uhr, nach 40 Minuten Durchlüftung, beide Fenster weit geöffnet, ohne Heizlüfter wurden zur Messung die Fenster geschlossen

Messung 9 am 2.9.05, Meßzeit 9:10 Uhr, Fenster waren über Nacht geschlossen

Messung 10 am 2.9.05, Meßzeit 9:50 Uhr, 2 Fenster waren vor der Messung 30 Minuten weit geöffnet

Messung 13 am 2.9.05, Meßzeit 11:10 Uhr, 2 Fenster waren vor der Messung 45 Minuten weit geöffnet

Messung 14 am 2.9.05, Meßzeit 13:10 Uhr, bei geschlossenen Fenstern wurde der Raum mit dem 2 kW-Heizlüfter vor der Messung 50 Minuten aufgewärmt

Sechs Messungen (Nomogramme 5,6,11,12,15,16) beziehen sich auf den Raum C.

Messung 5 am 1.9.05, Meßzeit 14:20 Uhr, 1 Fenster war seit 12:15 Uhr geöffnet

Messung 6 am 1.9.05, Meßzeit 15:30 Uhr, Fenster geschlossen, von 14:50 bis 15:20 wurde der Raum mit dem 2 kW-Heizlüfter aufgewärmt

Messung 11 am 2.9.05, Meßzeit 10:05 Uhr, die Fenster waren über Nacht geschlossen

Messung 12 am 2.9.05, Meßzeit 10:35 Uhr, 2 Fenster waren vor der Messung 30 Minuten weit geöffnet

Messung 15 am 2.1.9.05, Meßzeit 13:30 Uhr, beide Fenster waren geöffnet

Messung 16 am 2.9.05, Meßzeit 14:30 Uhr, bei geschlossenen Fenstern wurde der Raum 50 Minuten vor der Messung mit dem 2 kW-Heizlüfter aufgewärmt

Ergebnis:

Der Vergleich der Messungen 4 und 7 zeigt: Nach der Erwärmung von Raum B durch den Heizlüfter ist die rel. Feuchte von 53,5 % auf nur 49% gesunken, obwohl te von 24,5°C auf 27,4°C gestiegen ist.

Der Vergleich der Messungen 5 und 6 zeigt: Nach der Erwärmung von Raum C durch den Heizlüfter ist die rel. Feuchte auf 45 % abgesunken, obwohl te von 27,4°C auf 29,6°C gestiegen ist. (zu warm)

Der Vergleich der Messungen 13 und 14 zeigt: Obwohl nach der Erwärmung von Raum B durch den Heizlüfter tLtr von 25,4°C auf 28,6°C gestiegen ist, blieb tu

beinahe konstant, Anstieg nur von 26,3°C auf 26,4°C. Auch die rel. Feuchte fiel nicht unter 50%.

Der Vergleich der Messungen 15 und 16 zeigt: Nach der Erwärmung von Raum C durch den Heizlüfter stieg t_u von 26,8°C auf 28,2°C, t_e von 27,4°C auf 30,5°C, Die rel. Feuchte fiel von 43% auf 36%, d.h. dieser Raum wurde zu warm und zu trocken.

Zusammenfassende Beurteilung

Aus den durchgeführten Messungen ergibt sich eine positive Beeinflussung des thermischen Raumklimas in den Räumen (A+B) mit dem Thermoshield-Anstrich gegenüber dem Raum (C) mit normalem Anstrich.

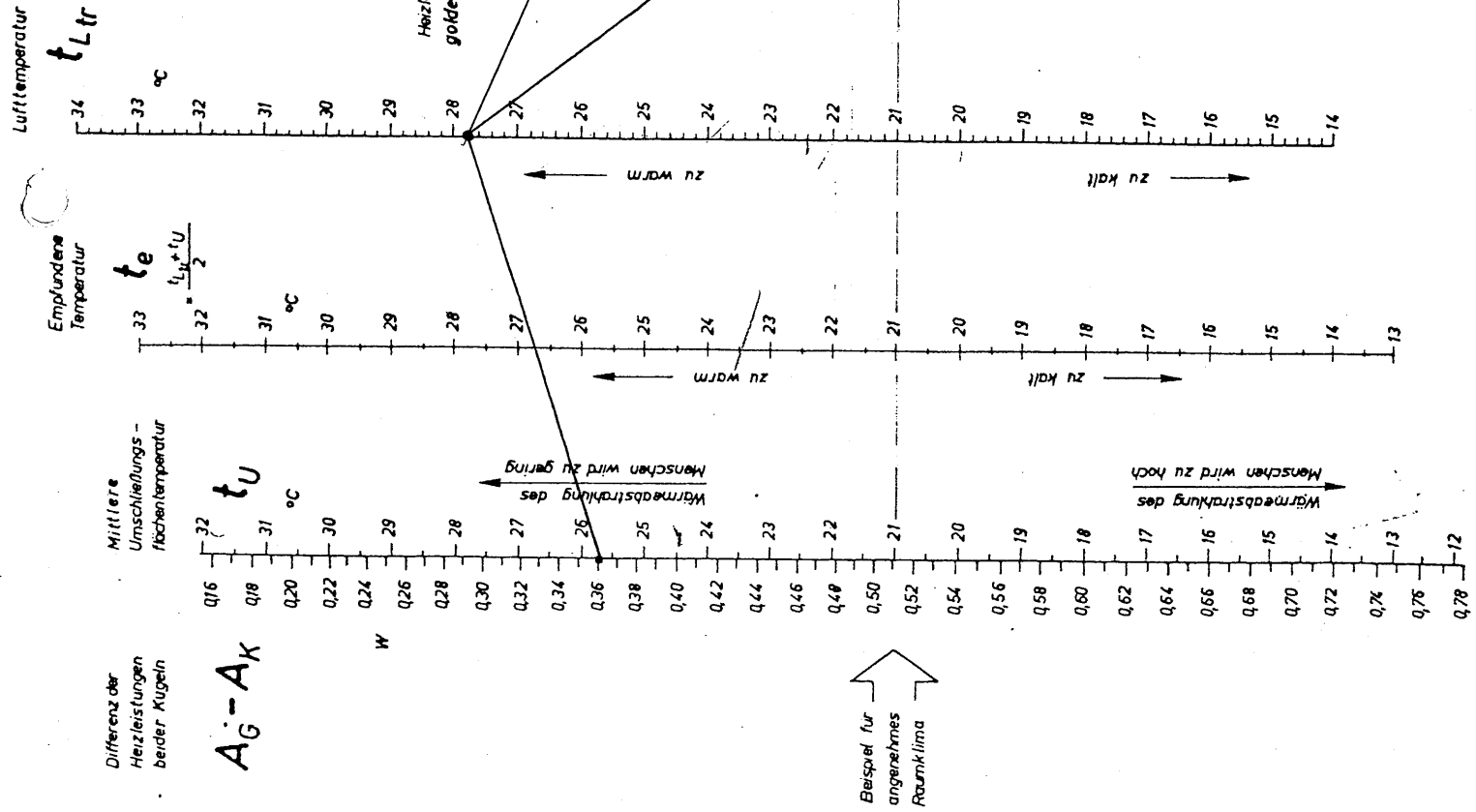


Prof. Dr.-Ing. P. Marx
Sachverständiger für Messtechnik

⑦

A

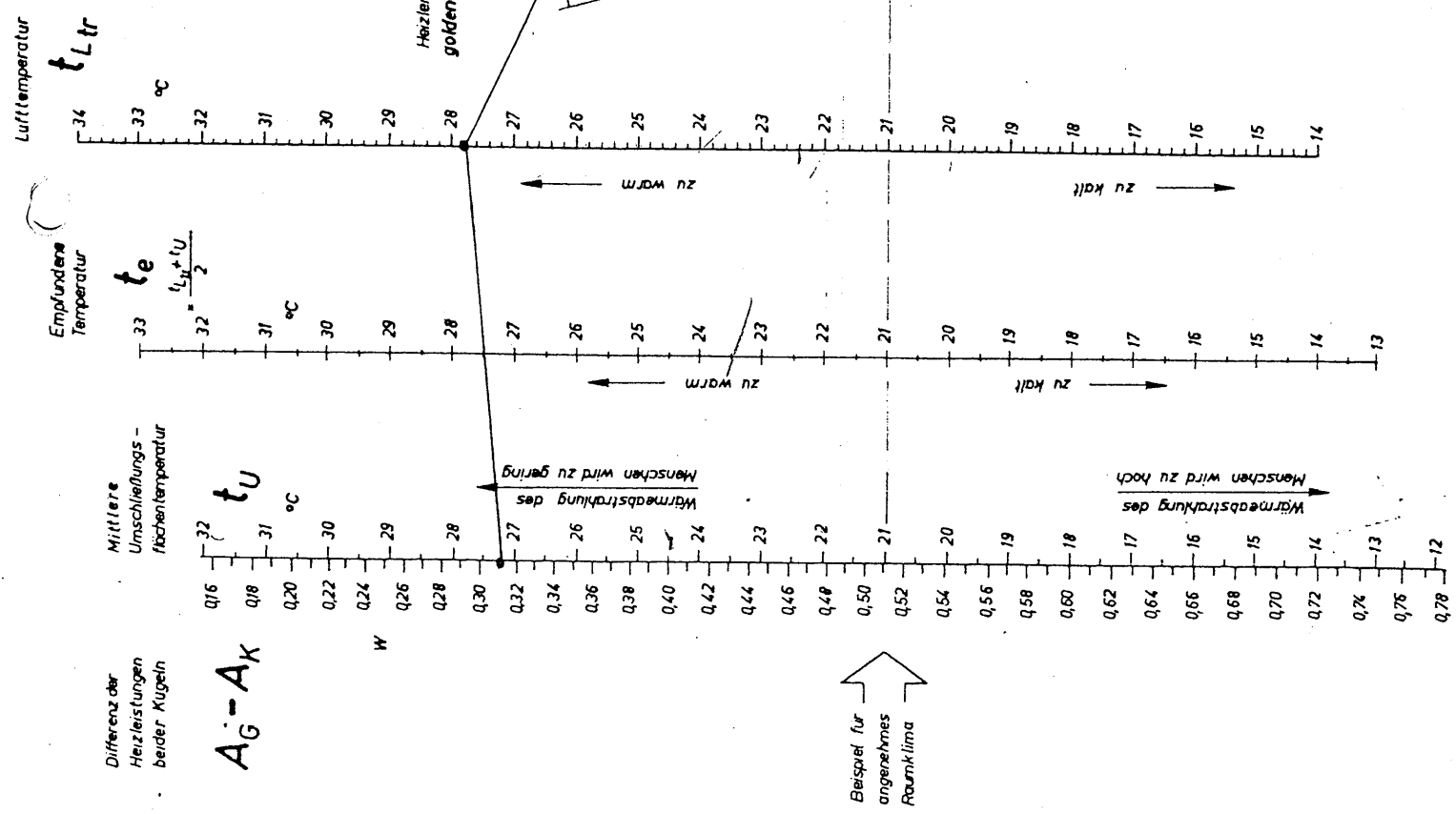
Anwendung: t_{Ltr} eintragen, Verbindung mit t_{Lr} ergibt p ; A_K eintragen, Verbindung mit t_{Ltr} ergibt V_L ; $A_G - A_K$ eintragen, ergibt t_u ; Verbindung mit t_{Ltr} ergibt t_e .



②

A

Anwendung: t_{Ltr} eintragen, Verbindung mit t_{Lf} ergibt p ; A_K eintragen, Verbindung mit t_{Ltr} ergibt v_L ; $A_G - A_K$ eintragen, ergibt t_u ; Verbindung mit t_{Ltr} ergibt t_e .

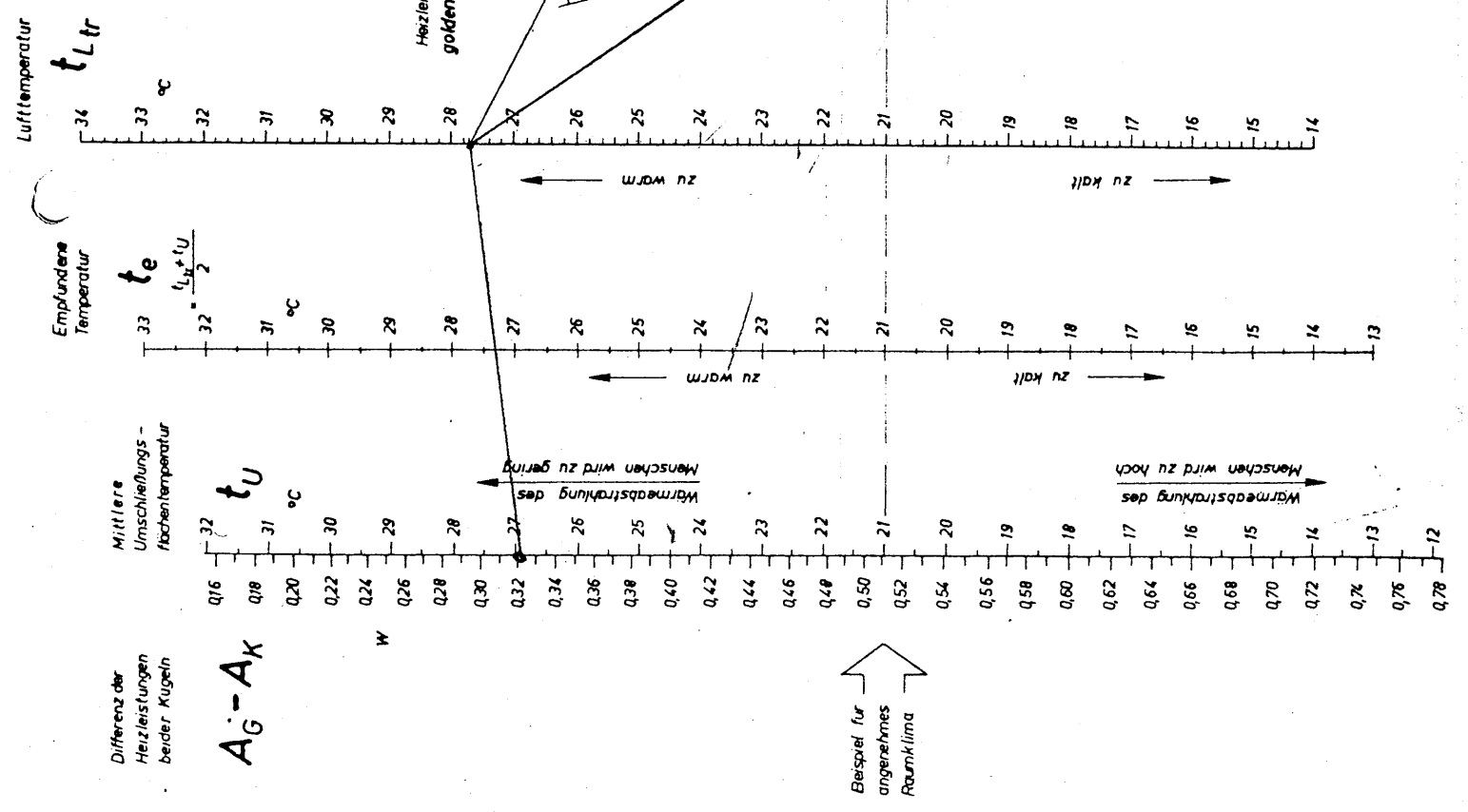


Beispiel für angenehmes Raumklima

Beispiel für angenehmes Raumklima

$t_{Ltr} = 27,8^\circ\text{C}$
 $t_{Lf} = 20,4^\circ\text{C}$
 $p = 51\%$
 $A_K = 0,475\text{ W}$
 $A_G = 0,725\text{ W}$
 $\Delta A = 0,31\text{ W}$
 $v_L = 9\text{ cm/s}$
 $t_u = 27,2^\circ\text{C}$
 $t_e = 27,5^\circ\text{C}$

Anwendung: t_{Lr} eintragen, Verbindung mit t_{Lf} , ergibt p ; A_K eintragen, Verbindung mit t_{Lr} , ergibt V_L ; $A_G - A_K$ eintragen, ergibt t_U ; Verbindung mit t_{Lr} , ergibt t_e .



Beispiel für angenehmes Raumklima

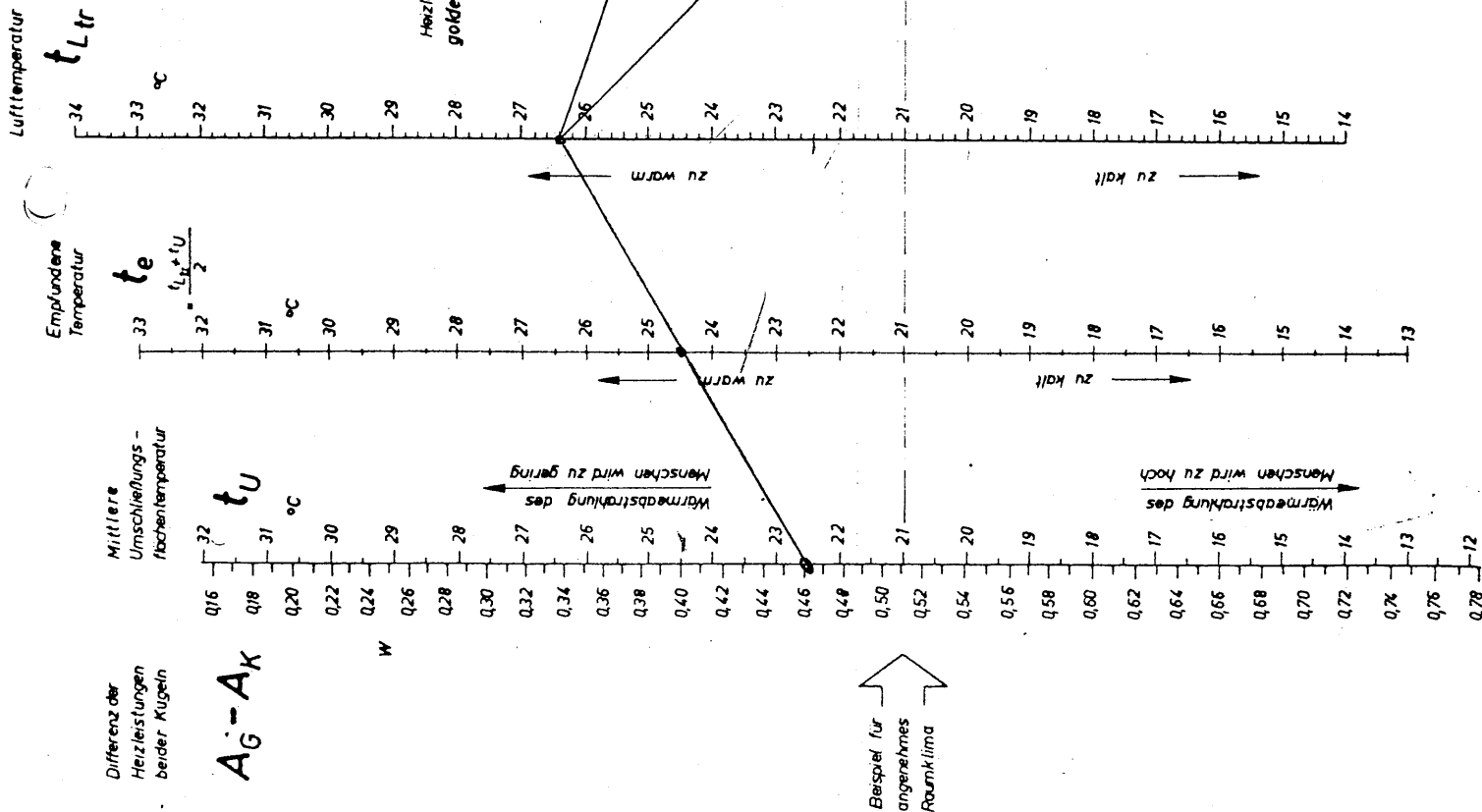
Beispiel für angenehmes Raumklima

$t_{Lr} = 27,7^\circ\text{C}$
 $t_{Lf} = 19,6^\circ\text{C}$
 $p = 47,5\%$
 $A_K = 0,44\text{ W}$
 $A_G = 0,76\text{ W}$
 $\Delta A = 0,32\text{ W}$
 $V_L = 13\text{ cm/s}$
 $t_U = 26,9^\circ\text{C}$

Auswertungsmomogramm für Raumklima-Analysator MS 01A

Prof. Dr. P. Marx

Anwendung: t_{Lr} eintragen, Verbindung mit t_{Lf} ergibt p ; A_K eintragen, Verbindung mit t_{Lr} ergibt V_L ; $A_G - A_K$ eintragen, ergibt t_u ; Verbindung mit t_{Lr} ergibt t_e .

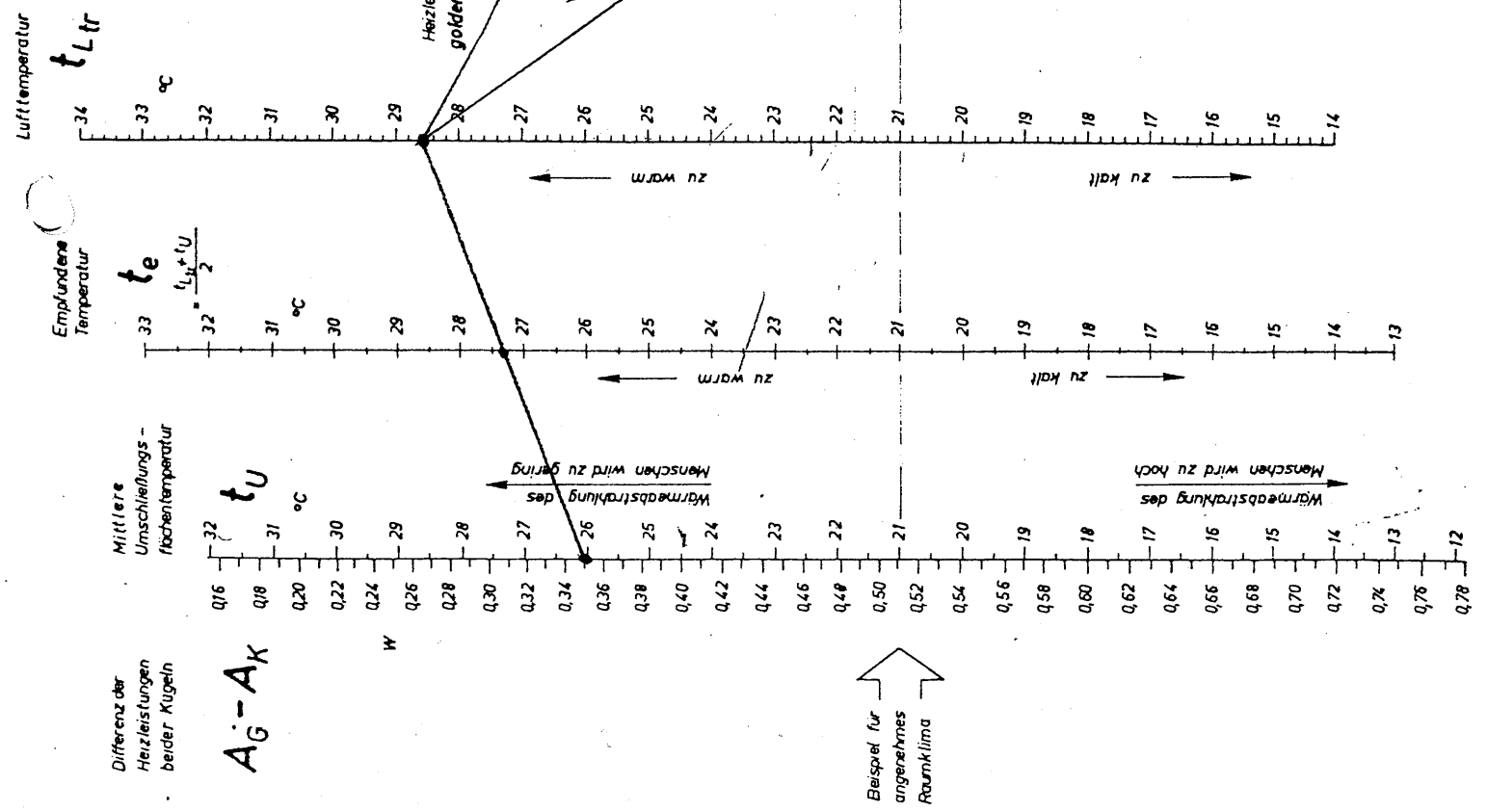


$t_{Lr} = 26,4^\circ\text{C}$
 $t_{Lf} = 19,6^\circ\text{C}$
 $p = 53,5\%$
 $A_K = 0,44\text{ W}$
 $A_G = 0,9\text{ W}$
 $\Delta A = 0,46\text{ W}$
 $V_L = 5\text{ cm/s}$
 $t_u = 22,5^\circ\text{C}$
 $t_e = 24,5^\circ\text{C}$

Auswertung nomogramm für Raumklima-Analysator MS 01A

7 B

Anwendung: t_{Lr} eintragen, Verbindung mit t_{Lf} ergibt p ; A_K eintragen, Verbindung mit t_{Lr} ergibt v_L ; $A_G - A_K$ eintragen, ergibt t_U ; Verbindung mit t_{Lr} ergibt t_e .



Beispiel für angenehmes Raumklima

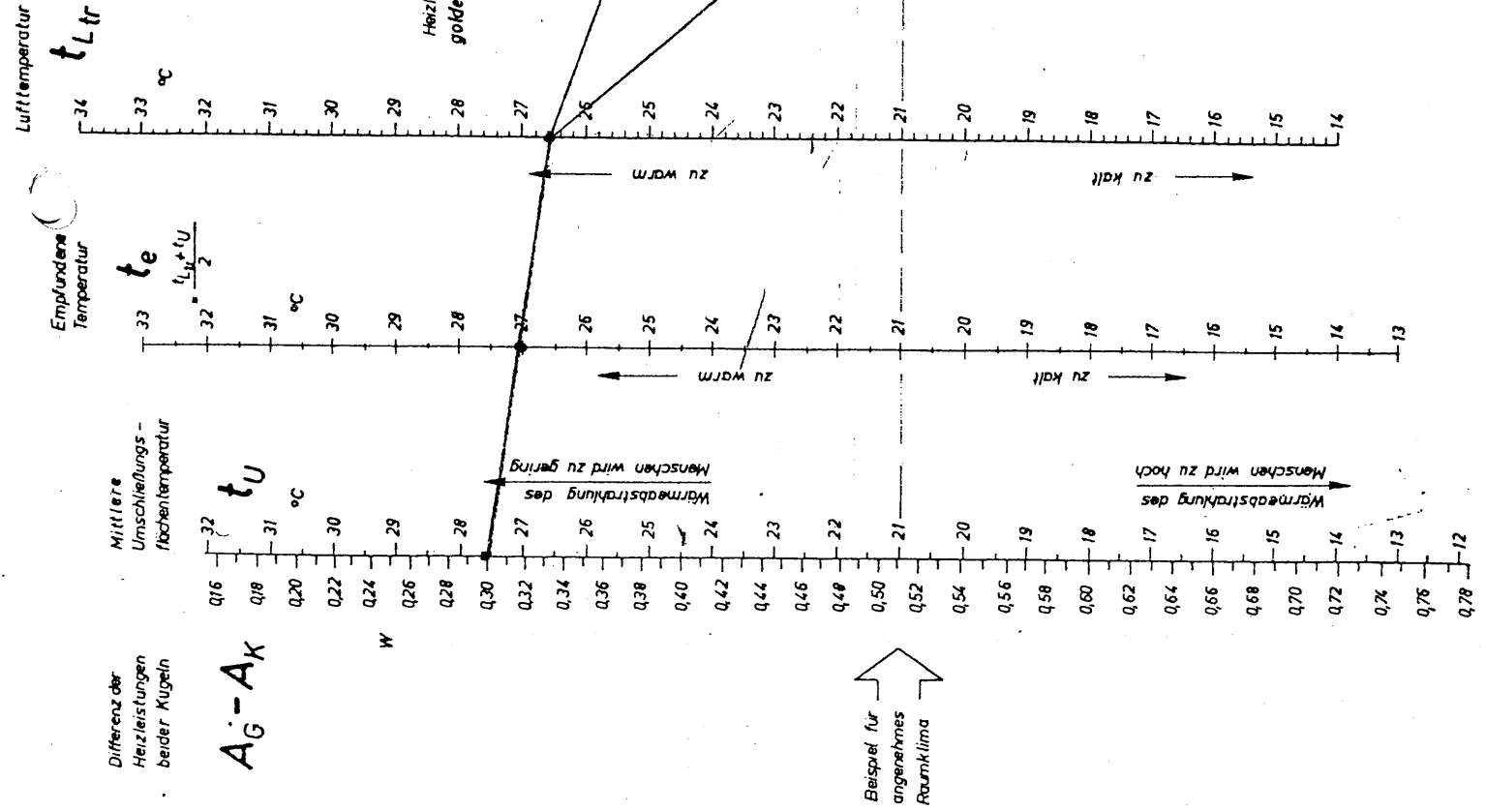
Beispiel für angenehmes Raumklima

$t_{Lr} = 28,6^\circ\text{C}$
 $t_{Lf} = 20,7^\circ\text{C}$
 $p = 49\%$
 $A_K = 0,35\text{ W}$
 $A_G = 0,7\text{ W}$
 $\Delta A = 0,35\text{ W}$
 $v_L = 7\text{ cm/s}$
 $t_U = 26^\circ\text{C}$
 $t_e = 27,4^\circ\text{C}$

Auswertnomogramm für Raumklima-Analysator MS 01A

Prof. Dr. P. Marx

Anwendung: t_{Ltr} eintragen, Verbindung mit t_{Lr} ergibt p ; A_K eintragen, Verbindung mit t_{Ltr} ergibt v_L ; $A_G - A_K$ eintragen, ergibt t_u ; Verbindung mit t_{Ltr} ergibt t_e .

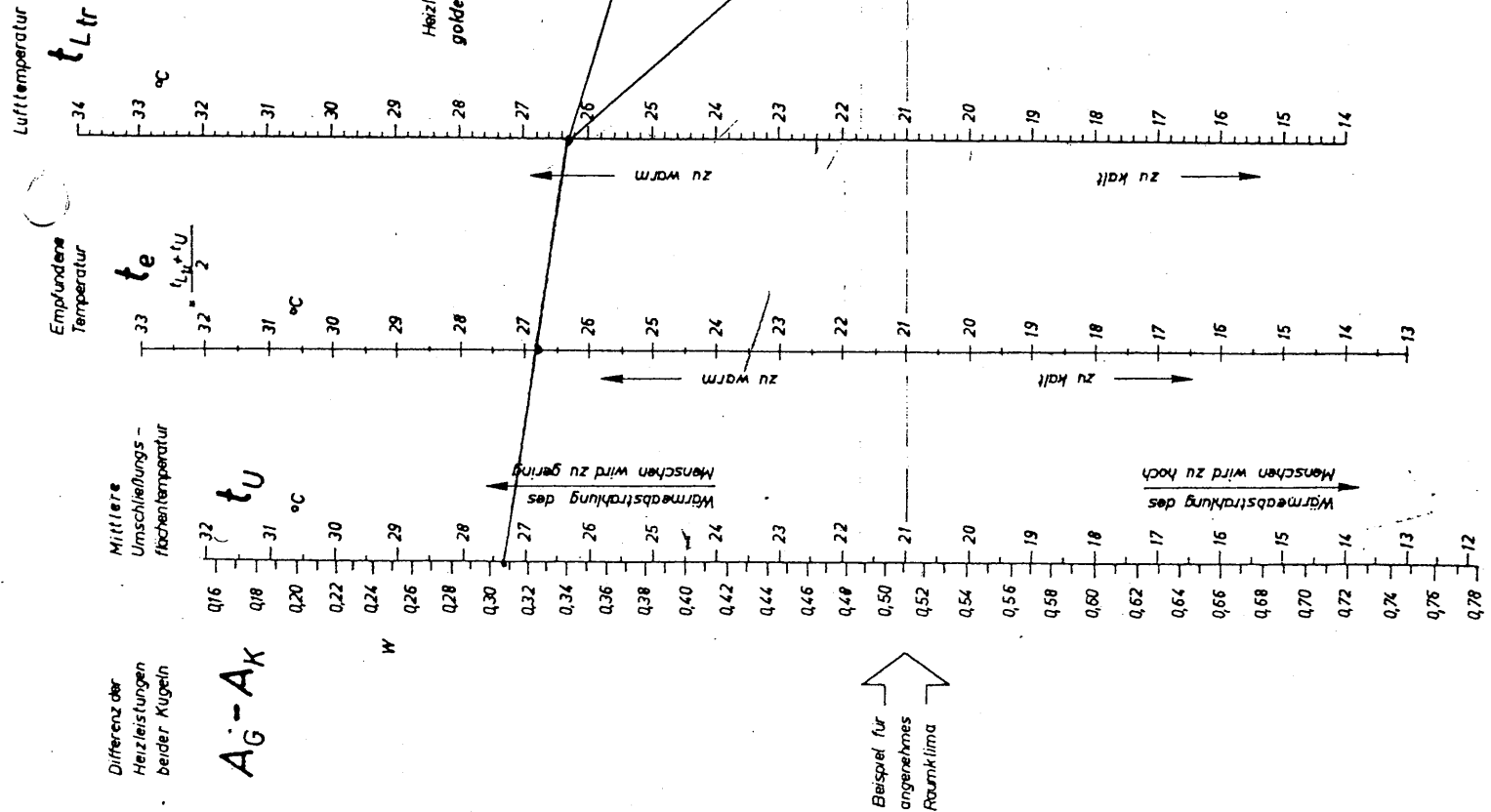


Beispiel für angenehmes Raumklima

Beispiel für angenehmes Raumklima

$t_{Ltr} = 26,8^\circ C$
 $t_{Lf} = 19,8^\circ C$
 $p = 53\%$
 $A_K = 0,487 W$
 $A_G = 0,783 W$
 $\Delta A = 0,297 W$
 $v_L = 10 cm/s$
 $t_u = 27,5^\circ C$
 $t_e = 27^\circ C$

Anwendung: t_{Lr} eintragen, Verbindung mit t_{Lr} ergibt p ; A_K eintragen, Verbindung mit t_{Lr} ergibt v_L ; $A_G - A_K$ eintragen, ergibt t_u ; Verbindung mit t_{Lr} ergibt t_e .



Beispiel für angenehmes Raumklima

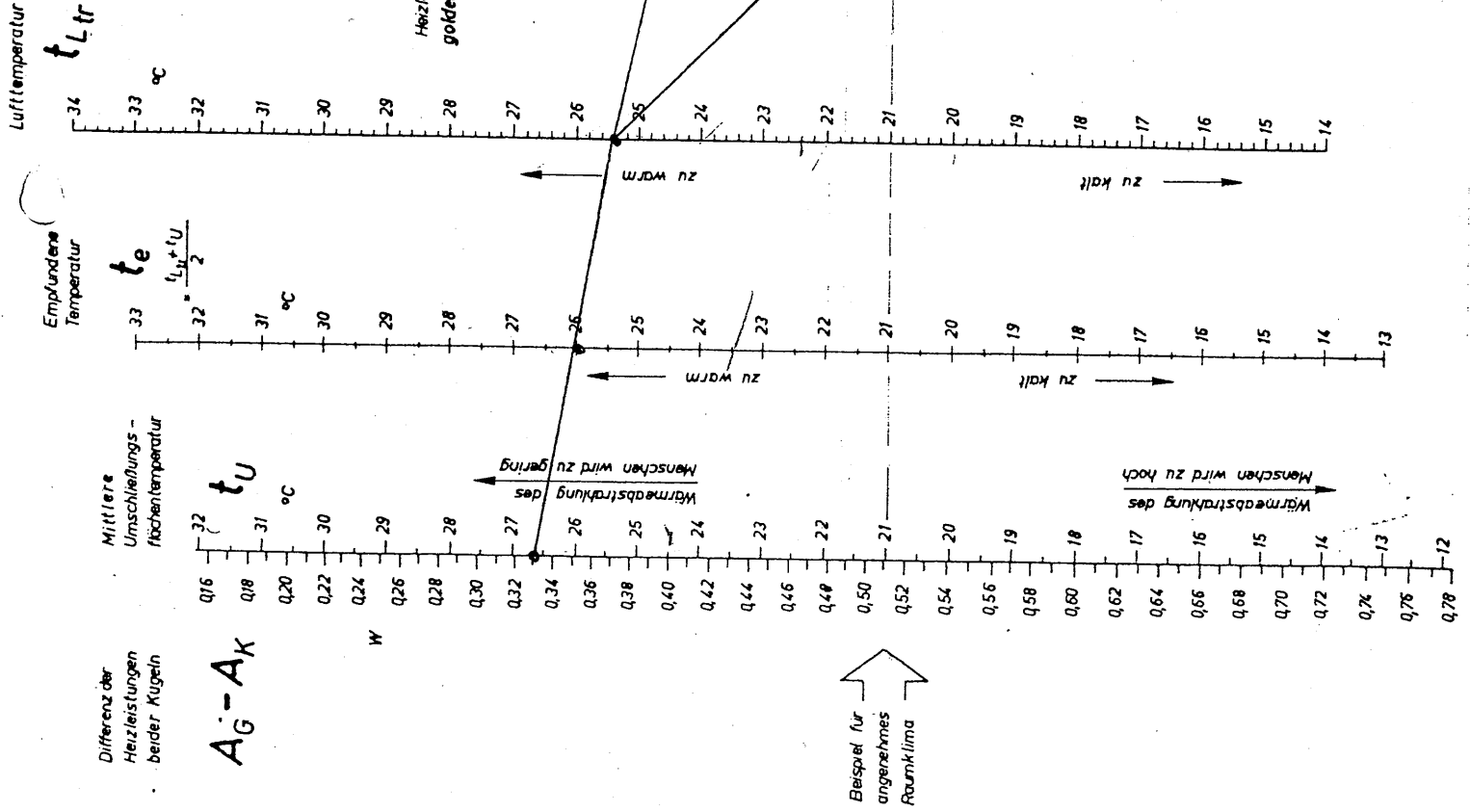
$t_{Lr} = 26,3^\circ\text{C}$
 $t_{Lf} = 20,4^\circ\text{C}$
 $p = 56,5\%$
 $A_K = 0,506\text{ W}$
 $A_G = 0,812\text{ W}$
 $\Delta A = 0,306\text{ W}$
 $v_L = 11\text{ cm/s}$
 $t_u = 27,4^\circ\text{C}$
 $t_e = 26,8^\circ\text{C}$

9 B

Anwendung: t_{Lr} eintragen, Verbindung mit t_{Lr} ergibt p ; A_K eintragen, Verbindung mit t_{Lr} ergibt v_L ; $A_G - A_K$ eintragen, ergibt t_U ; Verbindung mit t_{Lr} ergibt t_e .

10

B



Beispiel für angenehmes Raumklima

Beispiel für angenehmes Raumklima

$$t_{Lr} = 25,4^{\circ}\text{C}$$

$$t_{Lf} = 19,6^{\circ}\text{C}$$

$$p = 58\%$$

$$A_K = 0,545 \text{ W}$$

$$A_G = 0,87 \text{ W}$$

$$\Delta A = 0,33 \text{ W}$$

$$v_L = 12 \text{ cm/s}$$

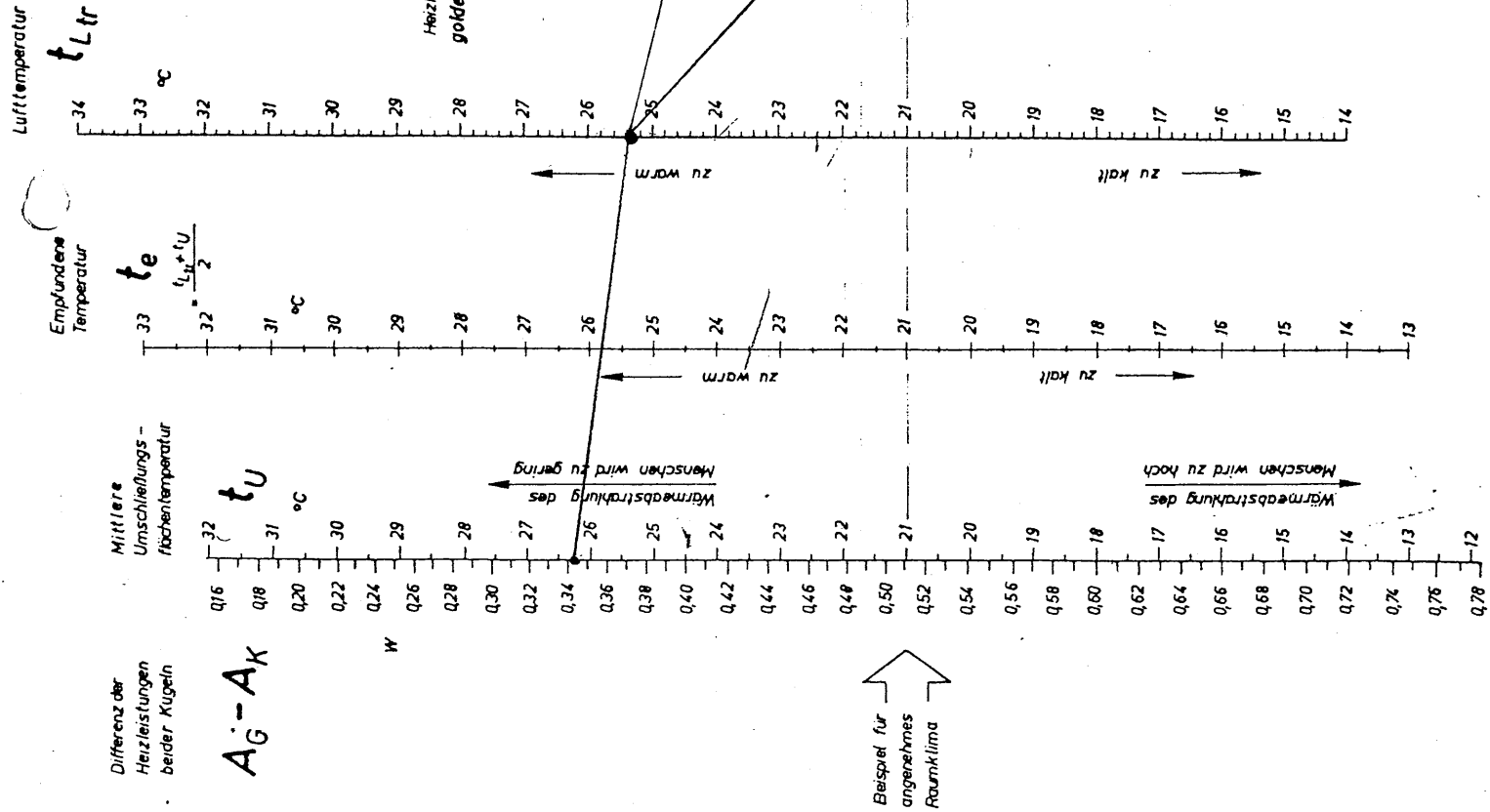
$$t_U = 26,6^{\circ}\text{C}$$

$$I = 760 \text{ r}$$

Anwendung: t_{Ltr} eintragen, Verbindung mit t_{Lf} ergibt p ; A_K eintragen, Verbindung mit t_{Ltr} ergibt v_L ; $A_G - A_K$ eintragen, ergibt t_u ; Verbindung mit t_{Ltr} ergibt t_e .

73

B



Beispiel für angenehmes Raumklima

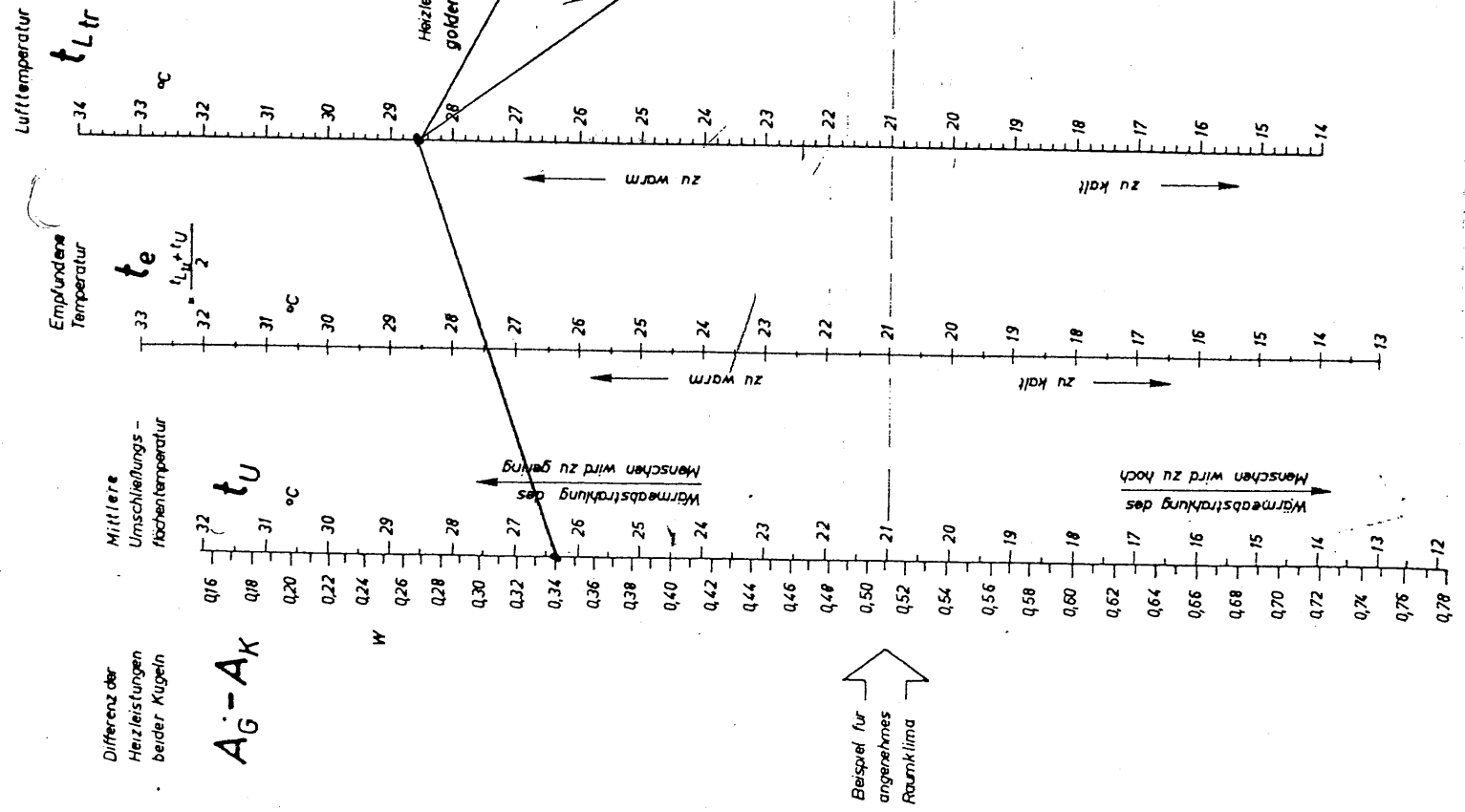
Beispiel für angenehmes Raumklima

$t_{Ltr} = 25,4^\circ\text{C}$
 $t_{Lf} = 19,1^\circ\text{C}$
 $p = 56\%$
 $A_K = 0,524\text{ W}$
 $A_G = 0,886\text{ W}$
 $\Delta A = 0,342\text{ W}$
 $v_L = 8\text{ cm/s}$
 $t_u = 26,3^\circ\text{C}$
 $t_e = 25,4^\circ\text{C}$

Anwendung: t_{Ltr} eintragen, Verbindung mit t_{Lf} ergibt p ; A_K eintragen, Verbindung mit t_{Ltr} ergibt v_L ; $A_G - A_K$ eintragen, ergibt t_U ; Verbindung mit t_{Ltr} ergibt t_e .

B

74



Beispiel für angenehmes Raumklima

Beispiel für angenehmes Raumklima

$t_{Ltr} = 28.6^\circ\text{C}$

$t_{Lf} = 20.8^\circ\text{C}$

$p = 50\%$

$A_K = 0.348 \text{ W}$

$A_G = 0.688 \text{ W}$

$\Delta A = 0.34 \text{ W}$

$v_L = 5 \text{ cm/s}$

$t_U = 26.4^\circ\text{C}$

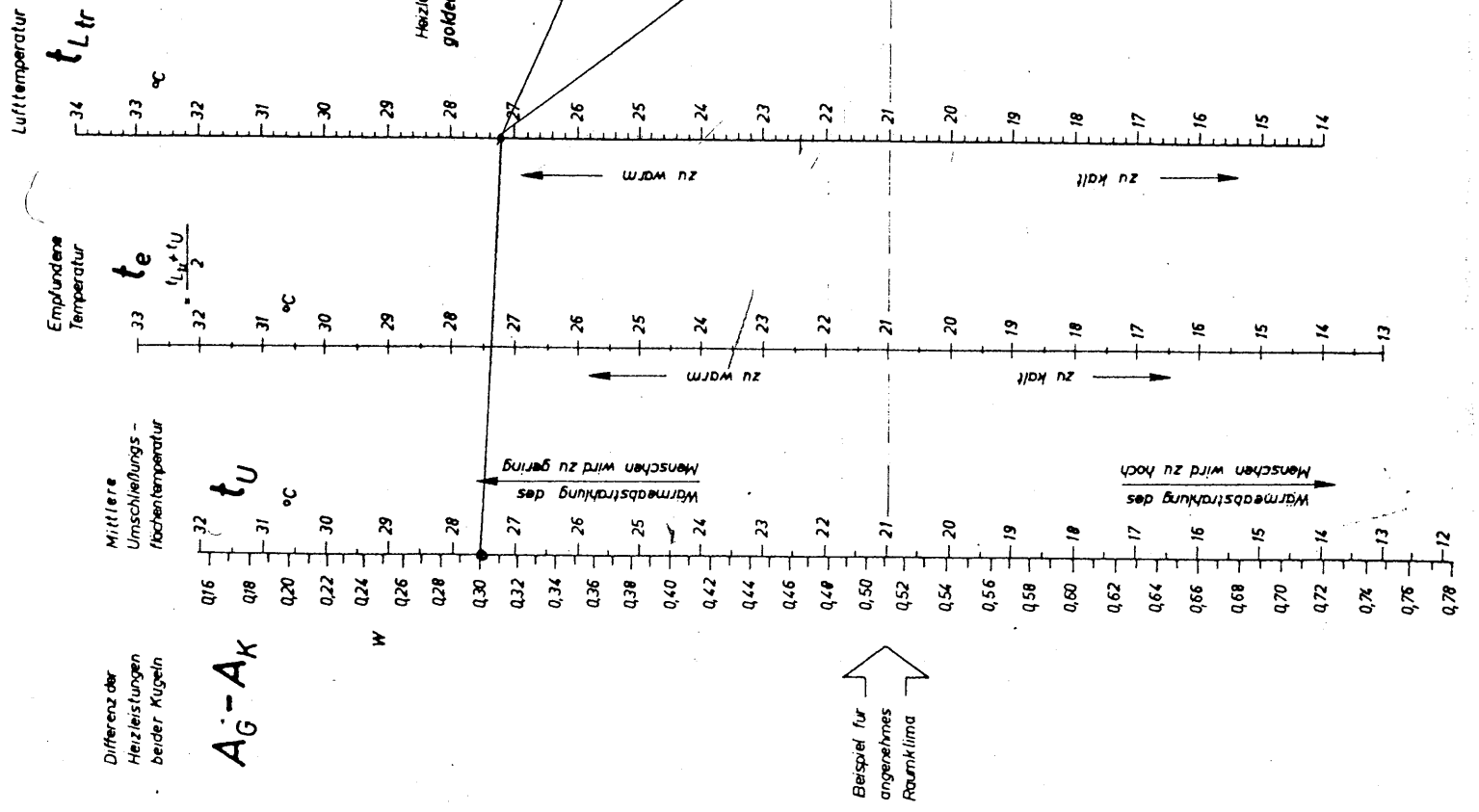
$t_e = 27.5^\circ\text{C}$

Auswertnomogramm für

Raumklima-Analysator MS 01A

5 C

Anwendung: t_{Lr} eintragen, Verbindung mit t_{Lf} , ergibt p ; A_K eintragen, Verbindung mit t_{Lr} , ergibt v_L . $A_G - A_K$ eintragen, ergibt t_U , Verbindung mit t_{Lr} ergibt t_e .

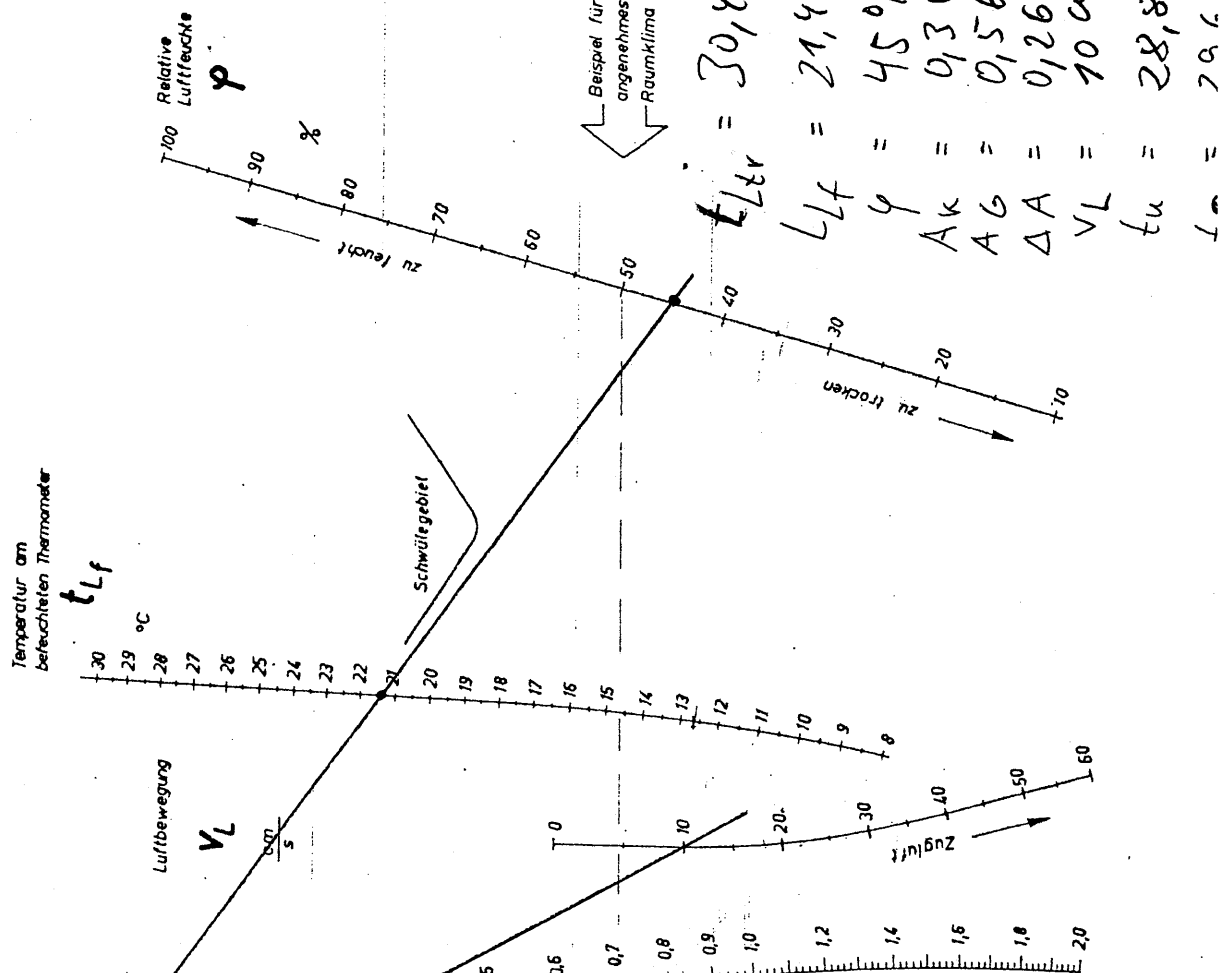
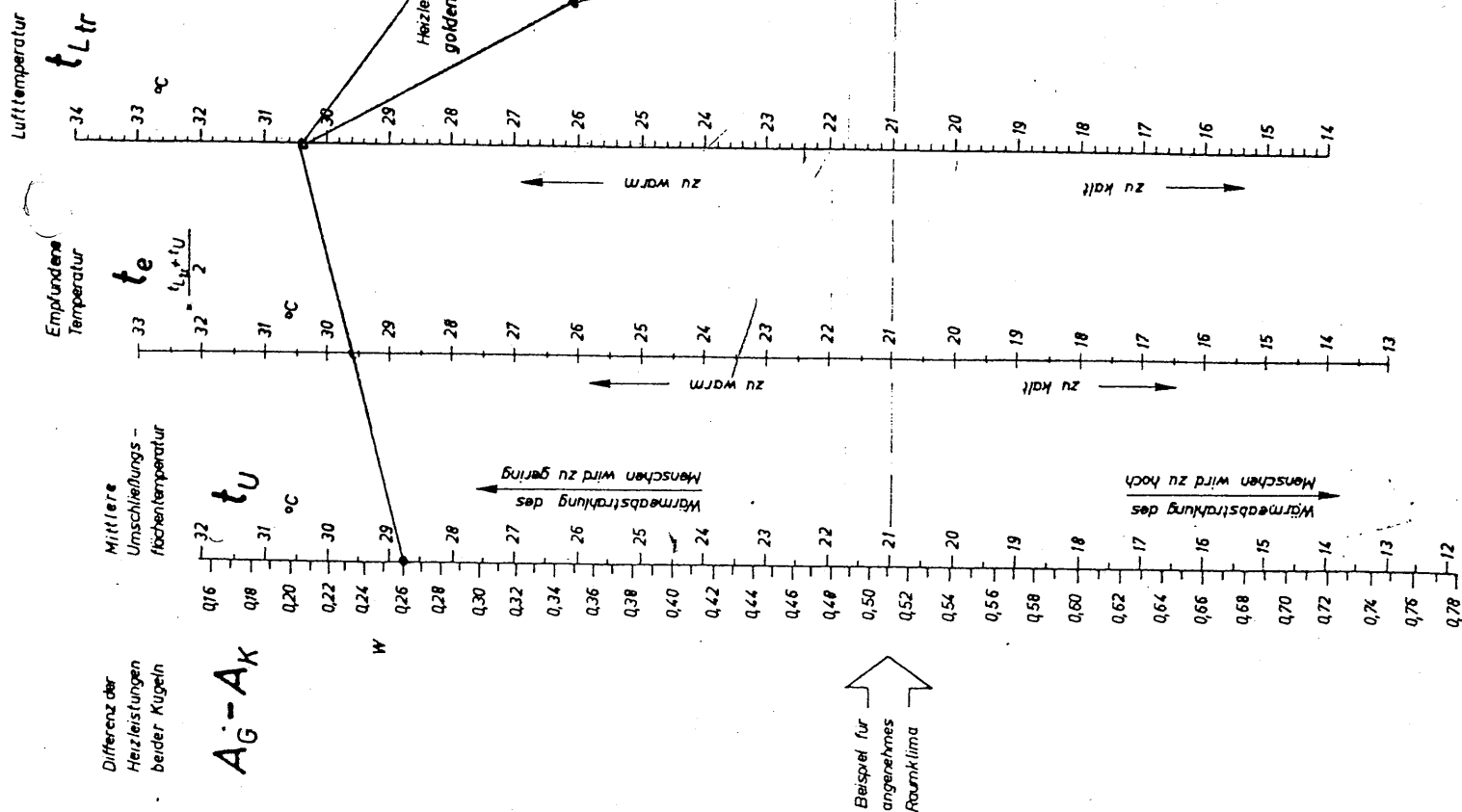


Beispiel für angenehmes Raumklima

Beispiel für angenehmes Raumklima

$t_{Lr} = 27,2^\circ\text{C}$
 $t_{Lf} = 19,7^\circ\text{C}$
 $p = 50\%$
 $A_K = 0,46\text{ W}$
 $A_G = 0,76\text{ W}$
 $\Delta A = 0,3\text{ W}$
 $v_L = 11,5\text{ cm/s}$
 $t_U = 27,5^\circ\text{C}$
 $t_e = 27,4^\circ\text{C}$

Anwendung: t_{Ll} eintragen, Verbindung mit t_{Li} ergibt p ; A_K eintragen, Verbindung mit t_{Ll} ergibt v_L . $A_G - A_K$ eintragen, ergibt t_{Uj} , Verbindung mit t_{Ll} ergibt t_e .

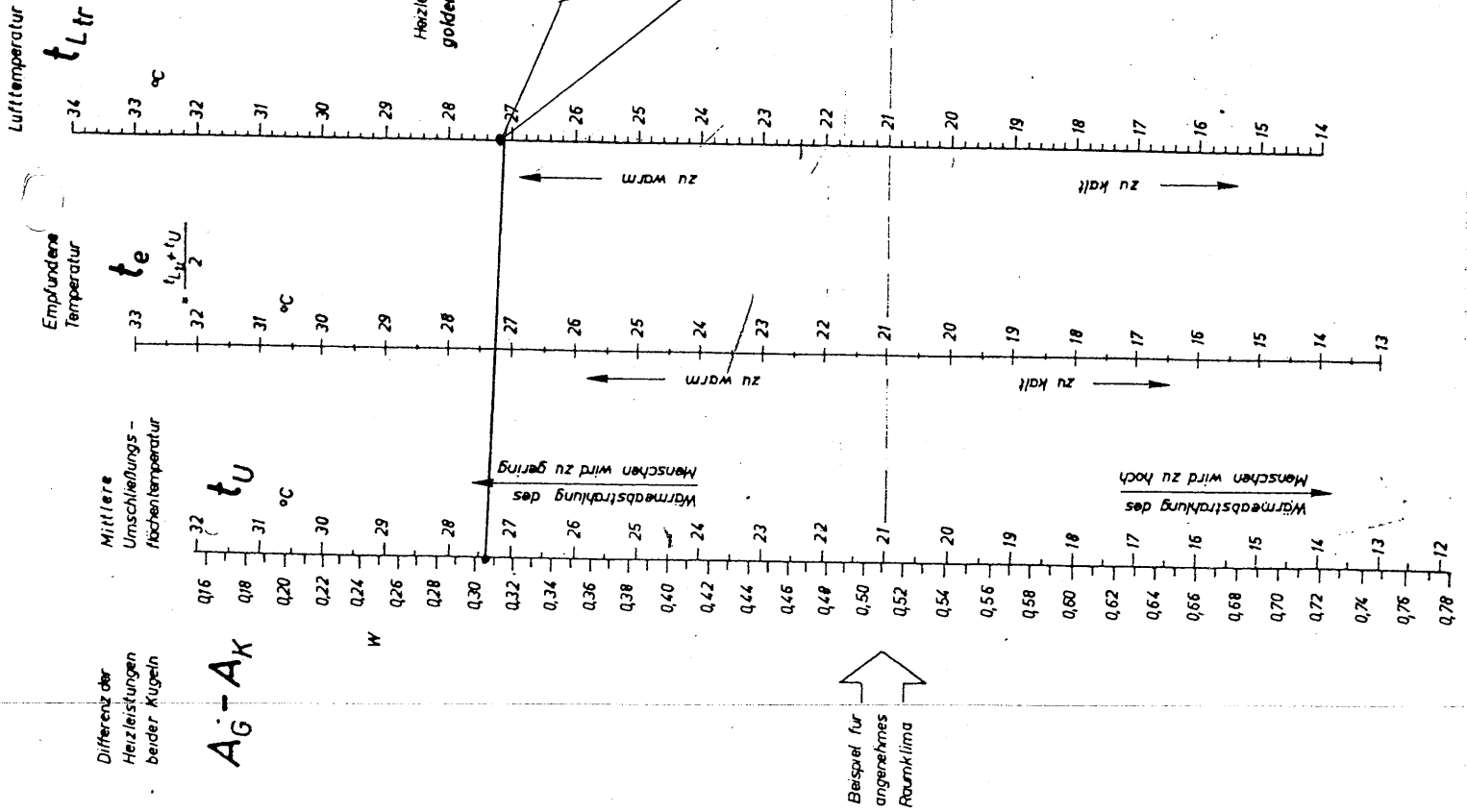


Auswertnomogramm für Raumklima-Analysator MS 01A

Prof. Dr. P. Marx

Anwendung: t_{Lr} eintragen, Verbindung mit t_{Lf} , ergibt p ; A_K eintragen, Verbindung mit t_{Lr} , ergibt V_L ; $A_G - A_K$ eintragen, ergibt t_U ; Verbindung mit t_{Lr} ergibt t_e .

11 C



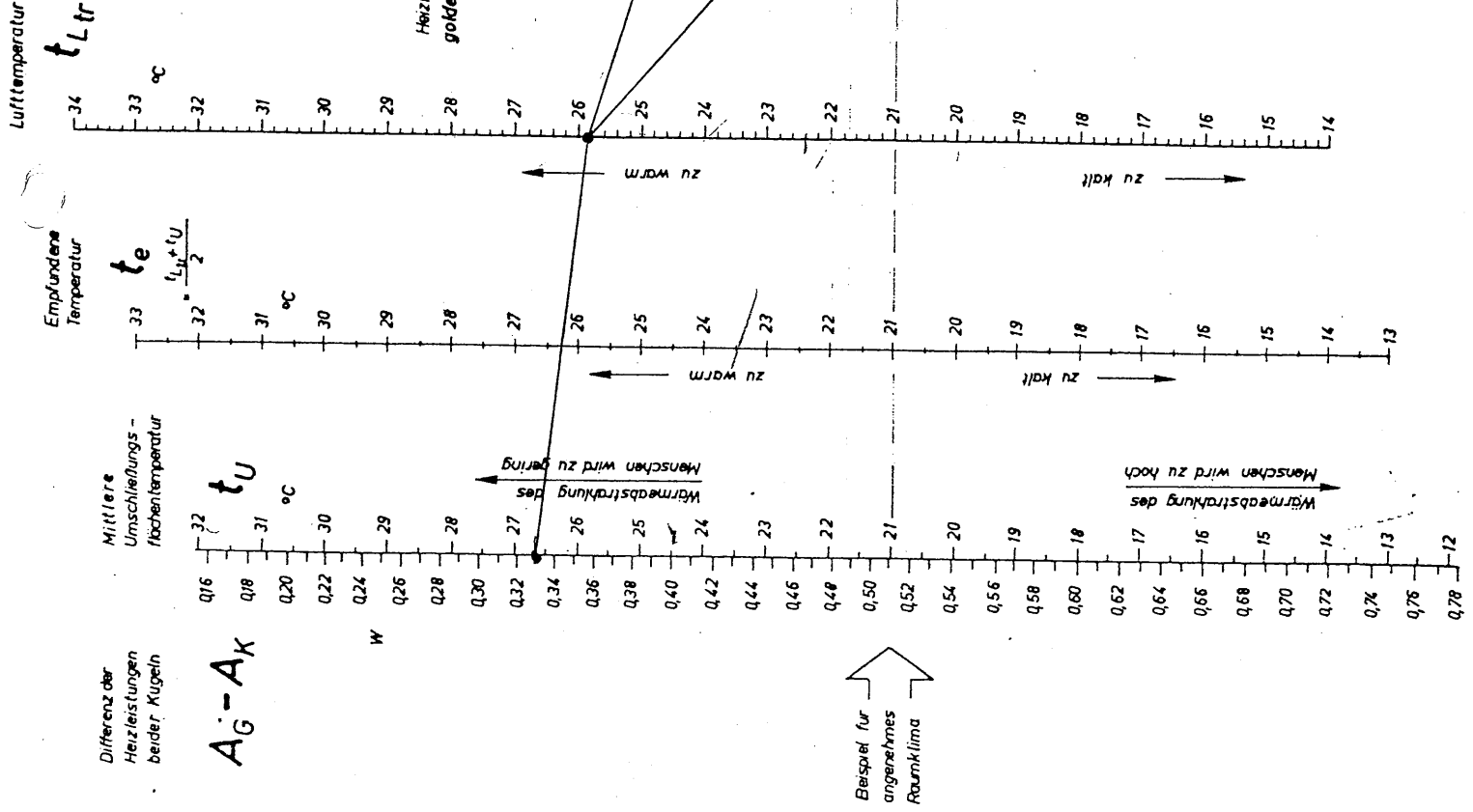
Beispiel für angenehmes Raumklima

$t_{Lr} = 27,2^\circ\text{C}$
 $t_{Lf} = 20^\circ\text{C}$
 $p = 52\%$
 $A_K = 0,444\text{ W}$
 $A_G = 0,748\text{ W}$
 $\Delta A = 0,304\text{ W}$
 $V_L = 8\text{ cm/s}$
 $t_U = 27,4^\circ\text{C}$
 $t_e = 27,2^\circ\text{C}$

12

C

Anwendung: t_{Lr} eintragen, Verbindung mit t_{Lf} ergibt p ; A_K eintragen, Verbindung mit t_{Lr} ergibt v_L ; $A_G - A_K$ eintragen, ergibt t_U ; Verbindung mit t_{Lr} ergibt t_e .



Beispiel für angenehmes Raumklima

$$t_{Lr} = 25,9^{\circ}\text{C}$$

$$t_{Lf} = 19^{\circ}\text{C}$$

$$p = 53\%$$

$$A_K = 0,479\text{ W}$$

$$A_G = 0,80\text{ W}$$

$$\Delta A = 0,329\text{ W}$$

$$v_L = 5\text{ cm/s}$$

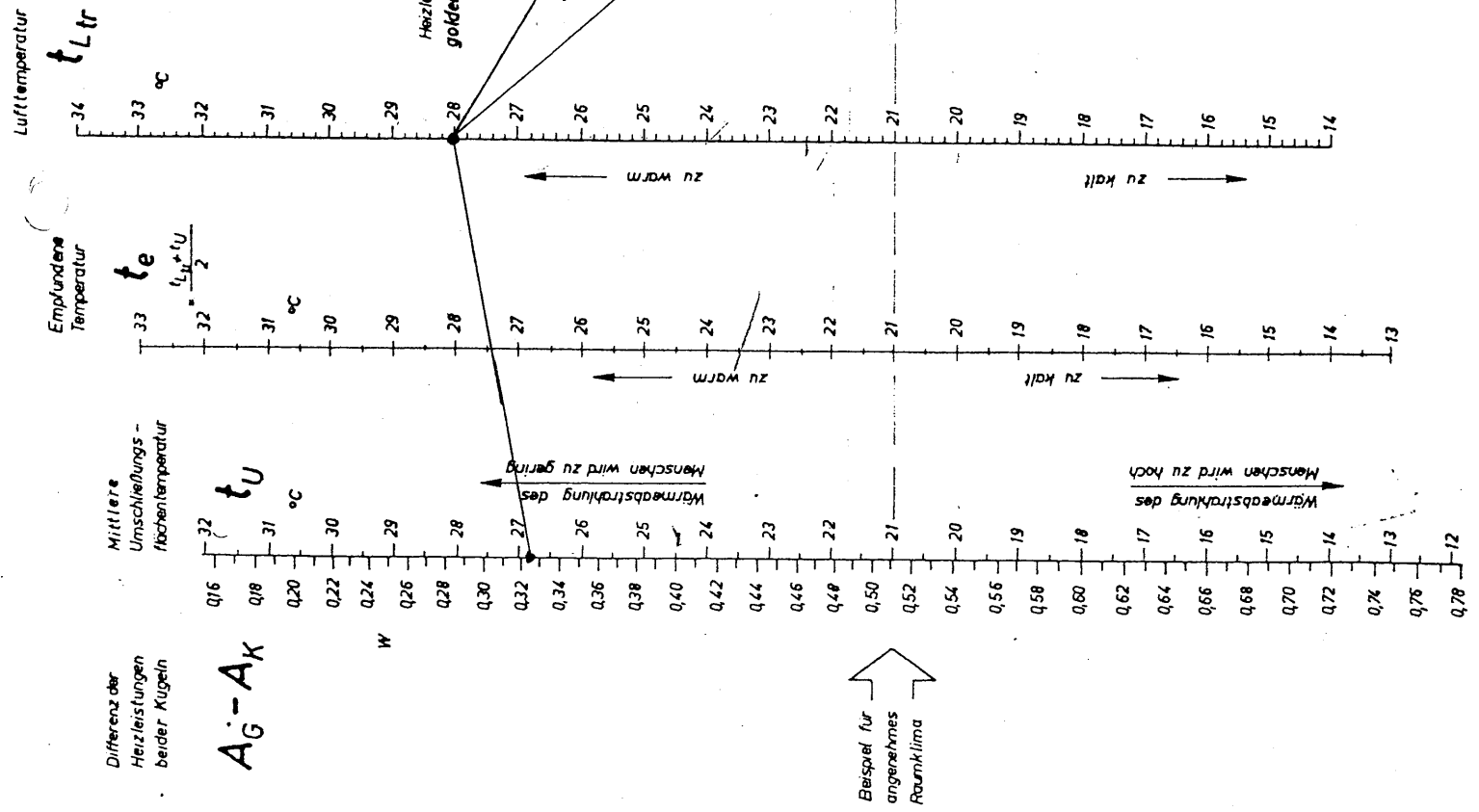
$$t_U = 26,7^{\circ}\text{C}$$

$$I = 74701$$

Auswertnomogramm für Raumklima-Analysator MS 01A

15

Anwendung: t_{Lr} eintragen, Verbindung mit t_{Lf} ergibt p ; A_K eintragen, Verbindung mit t_{Ltr} ergibt V_L ; $A_G - A_K$ eintragen, ergibt t_u ; Verbindung mit t_{Ltr} ergibt t_e .



Beispiel für angenehmes Raumklima

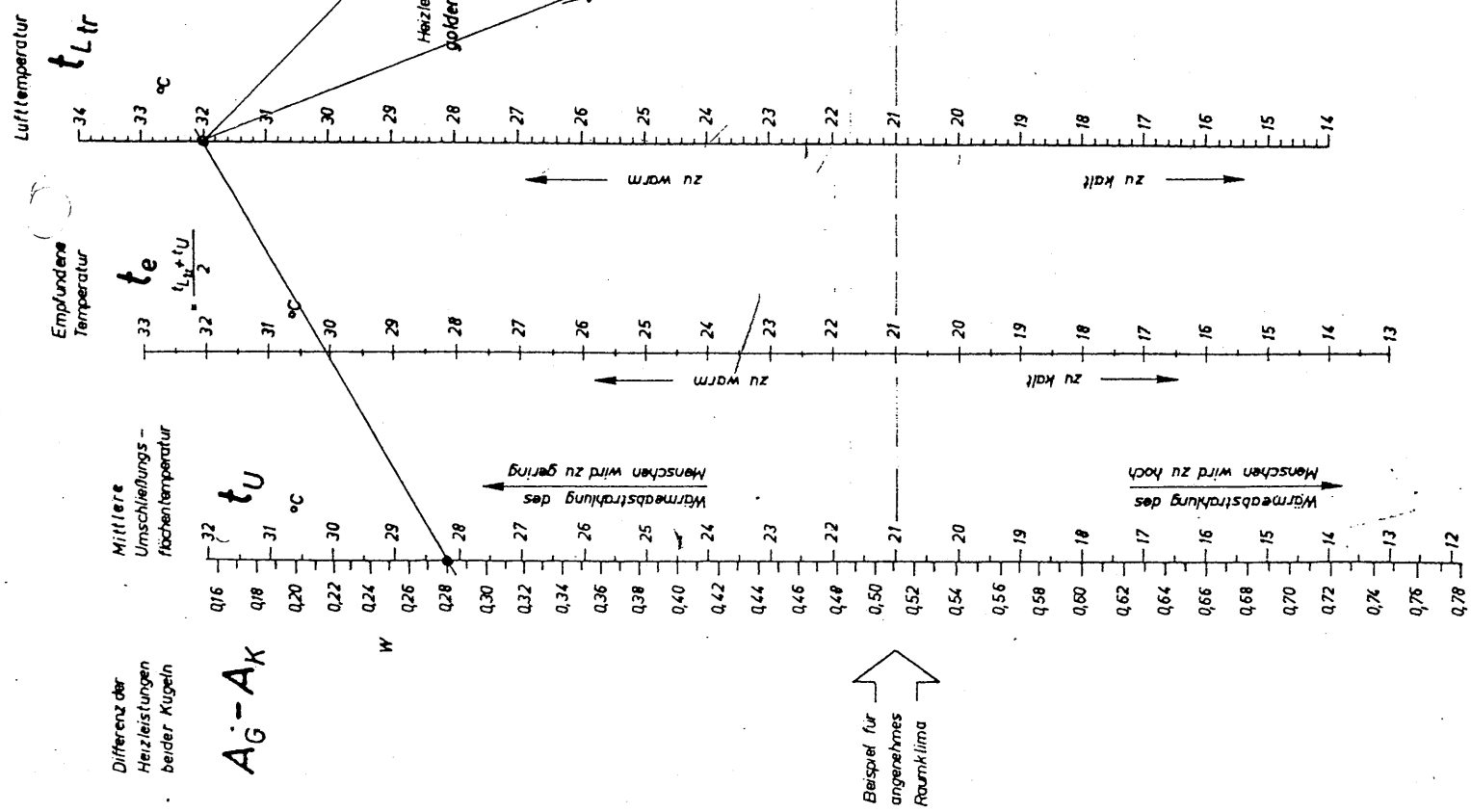
Beispiel für angenehmes Raumklima

$t_{Ltr} = 28^\circ\text{C}$
 $L_{Lf} = 13,20\text{ W}$
 $\varphi = 43\%$
 $A_K = 0,1352\text{ W}$
 $A_G = 0,674\text{ W}$
 $\Delta A = 0,322\text{ W}$
 $V_L = 4\text{ cm/s}$
 $t_u = 26,8^\circ\text{C}$
 $t_e = 27,4^\circ\text{C}$

Auswertonomogramm für Raumklima-Analysator MS 01A

Anwendung: t_{Lr} eintragen, Verbindung mit t_{Lf} , ergibt p ; A_K eintragen, Verbindung mit t_{Lr} , ergibt v_L ; $A_G - A_K$ eintragen, ergibt t_u ; Verbindung mit t_{Lr} , ergibt t_e .

16



Beispiel für angenehmes Raumklima

Beispiel für angenehmes Raumklima

$t_{Lr} = 32^\circ C$
 $t_{Lf} = 21^\circ C$
 $\varphi = 36\%$
 $A_K = 0,313$
 $A_G = 0,593$
 $\Delta A = 0,28$
 $v_L = 26 \frac{cm}{s}$
 $t_u = 28,2^\circ C$
 $t_e = 30,5^\circ C$