

Tabellen zur Berechnung der mittleren Wind- Richtung nach der Formel von Lambert,

entworfen von **Dr. Benedict Ellner** in Bamberg.

A. Tabelle der multipla der in der Formel vorkommenden drei cosinus.

m	m cos. 22½°	m cos. 45°	m cos. 67½°	m	m cos. 22½°	m cos. 45°	m cos. 67½°
1	0,924	0,707	0,383	28	25,867	19,799	10,715
2	1,848	1,414	0,765	29	26,793	20,506	11,098
3	2,772	2,121	1,148	30	27,716	21,213	11,481
4	3,696	2,828	1,531	31	28,640	21,920	11,863
5	4,619	3,536	1,913	32	29,564	22,627	12,246
6	5,543	4,243	2,296	33	30,488	23,335	12,629
7	6,467	4,950	2,679	34	31,412	24,042	13,011
8	7,391	5,657	3,061	35	32,336	24,749	13,394
9	8,315	6,364	3,444	36	33,260	25,456	13,777
10	9,239	7,071	3,827	37	34,184	26,163	14,159
11	10,163	7,778	4,210	38	35,107	26,870	14,542
12	11,087	8,485	4,592	39	36,031	27,577	14,925
13	12,010	9,192	4,975	40	36,955	28,284	15,307
14	12,934	9,899	5,358	41	37,879	28,991	15,690
15	13,858	10,607	5,740	42	38,803	29,698	16,073
16	14,782	11,314	6,123	43	39,727	30,406	16,455
17	15,706	12,021	6,506	44	40,651	31,113	16,838
18	16,630	12,728	6,888	45	41,575	31,820	17,221
19	17,554	13,435	7,271	46	42,498	32,527	17,603
20	18,478	14,142	7,654	47	43,422	33,234	17,986
21	19,401	14,849	8,036	48	44,346	33,941	18,369
22	20,325	15,556	8,419	49	45,270	34,648	18,751
23	21,249	16,263	8,802	50	46,194	35,355	19,134
24	22,173	16,971	9,184	51	47,118	36,062	19,517
25	23,097	17,678	9,567	52	48,042	36,770	19,900
26	24,021	18,385	9,950	53	48,966	37,477	20,282
27	24,945	19,092	10,332	54	49,889	38,184	20,665

m	m cos. 22½°	m cos. 45°	m cos. 67½°	m	m cos. 22½°	m cos. 45°	m cos. 67½°
55	50,813	38,891	21,048	78	72,063	55,154	29,849
56	51,737	39,598	21,430	79	72,986	55,861	30,232
57	52,661	40,305	21,813	80	73,910	56,569	30,615
58	53,585	41,012	22,196	81	74,834	57,276	30,997
59	54,509	41,719	22,578	82	75,758	57,983	31,380
60	55,433	42,426	22,961	83	76,682	58,690	31,763
61	56,357	43,134	23,344	84	77,606	59,397	32,145
62	57,281	43,841	23,726	85	78,530	60,104	32,528
63	58,204	44,548	24,109	86	79,454	60,811	32,911
64	59,128	45,255	24,492	87	80,378	61,518	33,293
65	60,052	45,962	24,874	88	81,301	62,225	33,676
66	60,976	46,669	25,257	89	82,225	62,933	34,059
67	61,900	47,376	25,640	90	83,149	63,640	34,442
68	62,824	48,083	26,022	91	84,073	64,347	34,824
69	63,748	48,790	26,405	92	84,997	65,054	35,207
70	64,672	49,497	26,788	93	85,921	65,761	35,590
71	65,595	50,205	27,171	94	86,845	66,468	35,972
72	66,519	50,912	27,553	95	87,769	67,175	36,355
73	67,443	51,619	27,936	96	88,692	67,882	36,738
74	68,367	52,326	28,319	97	89,616	68,589	37,120
75	69,291	53,033	28,701	98	90,540	69,296	37,503
76	70,215	53,740	29,084	99	91,464	70,004	37,886
77	71,139	54,447	29,467	100	92,388	70,711	38,268

B. Tabelle über die Windrichtungen.

I.

Sind Z und N zugleich positiv, und z_N fällt	so ist die mittlere Wind-Richtung
zwischen 0 und 0,198	N
0,199 0,667	NNO
0,668 1,496	NO
1,497 5,026	ONO
„ 5,027 „ ∞	O

II.

Ist Z positiv, N negativ, und z_N fällt	so ist die mittlere Wind-Richtung
zwischen — ∞ und — 5,026	O
— 5,027 — 1,496	OSO
1,497 — 0,667	SO
— 0,668 — 0,198	SSO
„ — 0,199 „ — 0	S

III.

Sind Z und N zugleich negativ und z/N fällt	so ist die mittlere Wind-Richtung
zwischen 0 und 0,198	S
0,199 0,667	SSW
0,668 1,496	SW
1,497 5,026	WSW
„ 5,027 „ ∞	W

IV.

Ist Z negativ und N positiv und z/N fällt	so ist die mittlere Wind-Richtung
zwischen $-\infty$ und $-5,026$	W
$-5,027$ $-1,496$	WNW
$-1,497$ $-0,667$	NW
$-0,668$ $-0,198$	NNW
„ $-0,199$ „ -0	N

Specielle Fälle sind folgende:

	so ist die mittlere Wind-Richtg. genau	und der Winkel α
Wenn $Z = 0$ und N positiv ist,	N	0°
Wenn Z positiv und $N = 0$,	O	90
Wenn $Z = 0$ und N negativ ist,	S	180
Wenn Z negativ und $N = 0$,	W	270
Wenn Z und N quantitativ einander gleich und		
1) beide positiv sind,	NO	45
2) Z positiv, N negativ,	SO	135
3) beide negativ,	SW	225
4) Z negativ, N positiv,	NW	315
Wenn $z/N = 0,414$, und Z und N zugleich positiv sind,	NNO	$22\frac{1}{2}$
Wenn $z/N = 2,414$ und Z und N zugleich positiv sind,	ONO	$67\frac{1}{2}$
Wenn $z/N = -2,414$, Z positiv, N negativ ist,	OSO	$112\frac{1}{2}$
Wenn $z/N = -0,414$, „ „ „ „ „	SSO	$157\frac{1}{2}$
Wenn $z/N = 0,414$, und Z und N zugleich negativ sind	SSW	$202\frac{1}{2}$
Wenn $z/N = 2,414$, und Z und N zugleich negativ sind,	WSW	$247\frac{1}{2}$
Wenn $z/N = -2,414$, Z negativ, N positiv ist,	WNW	$292\frac{1}{2}$
Wenn $z/N = -0,414$, „ „ „ „ „	NNW	$337\frac{1}{2}$

„Gebrauchs-Anweisung.“

Die vollständige Formel ist:

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{O - W + (\text{ONO} + \text{OSO} - \text{WNW} - \text{WSW}) \cos 22\frac{1}{2}^\circ + (\text{NO} + \text{SO} - \text{NW} - \text{SW}) \cos 45^\circ + (\text{NNO} + \text{SSO} - \text{NNW} - \text{SSW}) \cos 67\frac{1}{2}^\circ}{N - S + (\text{NNO} + \text{NNW} - \text{SSO} - \text{SSW}) \cos 22\frac{1}{2}^\circ + (\text{NO} + \text{SO} - \text{NW} - \text{SW}) \cos 45^\circ + (\text{NNO} + \text{SSO} - \text{NNW} - \text{SSW}) \cos 67\frac{1}{2}^\circ}$$

Zur Abkürzung sei

$$\begin{aligned} \text{ONO} + \text{OSO} - \text{WNW} - \text{WSW} &= A \\ \text{NO} + \text{SO} - \text{NW} - \text{SW} &= B \\ \text{NNO} + \text{SSO} - \text{NNW} - \text{SSW} &= C \\ \text{NNO} + \text{NNW} - \text{SSO} - \text{SSW} &= D \\ \text{NO} + \text{NW} - \text{SO} - \text{SW} &= E \\ \text{ONO} + \text{WNW} - \text{OSO} - \text{WSW} &= F, \end{aligned}$$

so ist

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{O - W + A \cos 22\frac{1}{2}^\circ + B \cos 45^\circ + C \cos 67\frac{1}{2}^\circ}{N - S + D \cos 22\frac{1}{2}^\circ + E \cos 45^\circ + F \cos 67\frac{1}{2}^\circ}$$

Weiter sei zur Abkürzung

die Summe der Glieder des Zählers = Z

die Summe der Glieder des Nenners = N,

so ist $\operatorname{tg} \alpha = \frac{Z}{N}$.

Titl. Herren!

Zuerst berechnen Sie die Factoren der cosinus, nämlich die Grössen A, B, C, D, E, F, dann die Summe der Glieder des Zählers und des Nenners; dabei setzen Sie der Reihe nach $m = A, B, C, D, E, F$, und schreiben aus der einschlägigen Columnne der Tabelle A das Multiplicum des zu A, B . . . F gehörenden cosinus heraus. In den allermeisten Fällen braucht der Quotient $\frac{Z}{N}$ nicht mehr als 2 Ziffern zu bekommen, weil man sogleich daraus ersieht, zwischen welche Grenzen in der Tabelle B er hineinfällt. Besondere Aufmerksamkeit haben Sie zu richten auf die Vorzeichen der Grössen A, B, C, D, E, F und auf die Unterscheidung der 4 Fälle, ob in $\frac{Z}{N}$ Zähler und Nenner zugleich positiv, oder beide zugleich negativ, oder einer von ihnen und welcher negativ ist; sonst würden Sie in einen ganz falschen Quadranten hineingerathen.

Zur Berechnung der Resultante, wovon Kämtz S. 165 und 166 spricht ist nothwendig, die Summe der

16 bzhgsw: 8 Wind-Richtungen herzustellen; diese Summe sei Z ; dann ist die Resultante die Hypotenuse eines Dreiecks, dessen Catheten $\frac{Z}{M}$ u. $\frac{N}{M}$ sind, also $= \frac{\sqrt{(Z^2 + N^2)}}{M}$

Beispiele.

1) Im October 1866 sind beobachtet worden: (Bamberger Witterungs-Beobachtung.)
 O 13 Mal ONO 8 Mal NO 6 Mal NNO 11 Mal
 W 3 OSO 16 SO 11 SSO 1
 N 9 WNW 0 NW 4 NNW 3
 S 5 WSW 0 SW 3 SSW 0
 ONO + OSO = 24 NO + SO = 17 NNO + SSO = 12 NNO + NNW = 14
 -WNW - WSW = -0 -NW - SW = -7 -NNW - SSW = -3 -SSO - SSW = -1
 A = 24 B = 10 C = 9 D = 13

NO + NW = 10 ONO + WNW = 8
 -SO - SW = -14 -OSO - WSW = -16
 E = -4 F = -8

O - W = 10 N - S = 4
 A $\cos 22\frac{1}{2}^\circ = 24 \cos 22\frac{1}{2}^\circ = 22,173$ Tab. A. Col. 1 u. 2, D $\cos 22\frac{1}{2}^\circ = 13 \cos 22\frac{1}{2}^\circ = 12,011$ Tab. A. Col. 1 u. 2
 B $\cos 45^\circ = 10 \cos 45^\circ = 7,071$ Col. 1 u. 3, $\frac{16,011}{-5,889}$
 C $\cos 67\frac{1}{2}^\circ = 9 \cos 67\frac{1}{2}^\circ = 3,444$ „ Col. 1 u. 4, $\frac{N = 10,122}{-5,889}$
 Z = 42,688

E $\cos 45^\circ = -4 \cos 45^\circ = -2,828$ Col. 1 u. 3
 F $\cos 67\frac{1}{2}^\circ = -8 \cos 67\frac{1}{2}^\circ = -3,061$ Col. 1 u. 4
 -5,889

Hiernach wird $\operatorname{tg} \alpha = \frac{Z}{N} = \frac{42,688}{10,122} = +4,2..$

Zähler und Nenner zugleich positiv, und der Quotient 4,2.. fällt zwischen 1,497 und 5,026, daher nach Tab. B I mittlere Wind-Richtung im Oct. 1866 ONO.

(Ob diess Resultat wahrscheinlich ist, nachdem OSO, O, SO, NNO und N häufiger als ONO vorgekommen sind?)

2) Mittlere Wind-Richtung im J. 1861. (Bamberger Witterungs-Beobachtung S. 23.

O 66	ONO 32	NO 112	NNO 71	ONO + OSO = 59	NO + SO = 242	NNO + SSO = 188
W 42	OSO 27	SO 130	SSO 117	-WNW - WSW = -57	-NW - SW = -177	-NNW - SSW = -108
				A = 2	B = 65	C = 80
N 73	WNW 41	NW 75	NNW 48	NNO + NNW = 119	NO + NW = 187	ONO + WNW = 73
S 83	WSW 16	SW 102	SSW 60	-SSO - SSW = -177	-SO - SW = -232	-OSO - WSW = -43
				D = -58	E = -45	F = 30

$$\begin{aligned}
 O - W &= 24 & N - S &= -10 & & + 102,4 & = -1,2.. \\
 A \cos 22\frac{1}{2}^\circ &= 1,848 & D \cos 22\frac{1}{2}^\circ &= -53,585 & \text{tg} \alpha &= \frac{83,9}{-83,9} & \\
 B \cos 45^\circ &= 45,962 & E \cos 45^\circ &= -31,820 & & & \\
 C \cos 67\frac{1}{2}^\circ &= 30,615 & & & & & \\
 \hline
 Z &= 102,425 & F \cos 67\frac{1}{2}^\circ &= +11,481 & \text{Tab. B II.} & & \\
 N &= -83,924 & & & & &
 \end{aligned}$$

Z positiv, N negativ, und der Quotient -1,2.. fällt zwischen -1,497 und -0,667, daher nach

mittlere Wind-Richtung im J. 1861 SO.
 (Zufällig stimmt dieses günstige Resultat mit dem Umstand überein, dass im J. 1861 wirklich SO am häufigsten vorgekommen ist.)

Berechnung der Resultante.

$$\begin{aligned} Z^2 &= (102,4)^2 = 10486 & \sqrt{17525} &= 132 \\ N^2 &= (83,9)^2 = 7039 & \frac{132}{1095} &= 0,121. \end{aligned}$$

Also, um wie Kämtz mich auszudrücken:

$\Sigma = 1095$ (Bamberger Witterungs-Beobachtung S. 23.)

Mittlere Luft-Strömung in Bamberg im J. 1861 SO und ihre Stärke 0,121, oder die Verrückung der untern Luft-Masse durch 1000 Winde beträgt eben so viel, als ob 121 Winde aus der Richtung SO geweht hätten, S. 216, oder: unter 1000 Winden, welche in diesem Zeit-Raume in Bamberg geweht und in demselben Momente die Atmosphäre dieses Ortes zu verrücken gestrebt haben, sind 121 aus der Richtung SO gekommen, S. 166. Lehrbuch der Meteorologie von Kämtz Halle 1831.

~~~~~

Wenn sie die von Kämtz S. 153 vorgeschriebene Reduction der 16 Wind-Richtungen auf 8 vornehmen, so wird die ursprüngliche Formel:  $\operatorname{tg} \alpha = \dots$  allerdings einfacher; es fallen 4 Glieder hinweg, und bleiben nur mehr je 2 im Zähler und im Nenner übrig. Ich lasse jedoch dahin gestellt sein, ob durch die Reduction viel an Genauigkeit und an Zeit gewonnen wird, — an Zeit schwerlich; denn auch das Reduciren nimmt Zeit hinweg, vielleicht gerade so viel, als die Berechnung der 4 Glieder  $A \cos 22\frac{1}{2}^\circ$ ,  $C \cos 67\frac{1}{2}^\circ$ ,  $D \cos 22\frac{1}{2}^\circ$ ,  $F \cos 67\frac{1}{2}^\circ$ . Wenn statt 16 Wind-Richtungen nur 8 angenommen werden, so bekommen natürlich der Winkel  $\alpha$  und die Resultante ganz andere Werthe als in dem Falle, wenn 16 Wind-Richtungen angenommen werden; besonders die Resultante kann merklich sich ändern, wenn gleich die Wind-Richtung die nämliche bleibt. Damit Sie eine Vergleichung anstellen können, will ich das vorhin gewählte Beispiel ad 2 auch für den Fall bearbeiten, dass 8 statt 16 Wind-Richtungen angenommen werden.





Ferner wenn Sie, — sei es unter Annahme von 16 oder von 8 Wind-Richtungen, — die Bezeichnungsweise bei Kämtz S. 165 Zeile 24 bis 28, S. 218 und an mehreren anderen Stellen -- gebrauchen wollen, so ist die trigonometrische Berechnung des Winkels  $\alpha$  unerlässlich, und Sie müssen zu diesem Zwecke entweder mit einer Tabelle der natürlichen Tangenten und Cotangenten oder mit einer Tabelle der Logarithmen dieser Functionen versehen sein.

In dem Beispiele über den Monat October 1866 ist bei Annahme von 16 Windrichtungen der Winkel  $\alpha = 76^{\circ}57'$   
 „ „ „ 8 „ „ „ „  $\alpha = 79^{\circ}26'$   
 und die mittlere W. R. wäre zu bezeichnen mit N  $76^{\circ}57'$  O,  
 „ „ „ „ „ „ „ „ N  $79^{\circ}26'$  O.

In dem Beispiele über das Jahr 1861 ist bei Annahme von 16 Wind-Richtungen der Winkel  $\alpha = 90^{\circ} + 50^{\circ}40'$  und die mittlere Wind-Richtung wäre zu bezeichnen mit O  $50^{\circ}40'$  S;  
 bei Annahme von 8 Wind-Richtungen der Winkel  $\alpha = 90^{\circ} + 43^{\circ}40'$  und die mittlere Wind-Richtung wäre zu bezeichnen mit O  $43^{\circ}40'$  S. ~

Ein grosser Uebelstand, welchen die Formel von Lambert mit sich führt und dessen Kämtz S. 166 ausdrücklich erwähnt, ist der, „dass es sich treffen kann — [und zwar man mag 16 oder 8 Wind-Richtungen annehmen] — dass die mittlere Wind-Richtung nach einer Gegend fällt, aus welcher der Wind gar nicht oder höchst selten gekommen ist.“

Die Formel gibt z. B. für das Jahr 1862 als mittlere Wind-Richtung WNW, während diese in Beziehung auf oftmaliges Vorkommen unter den 16 Wind-Richtungen in jenem Jahre die 5. letzte Stelle einnimmt und dieses offenbar unwahrscheinliche Resultat wird auch nicht verbessert dadurch, dass man die 16 Wind-Richtungen auf 8 reducirt, wie man sich bei eigenem

Nachrechnen überzeugen wird. Für die ersten Jahre 1863 und 1864 sind die Resultate nach den täglich dreimal verzeichneten wirklich geweht-habenden Winden erträglich:

1863 SW, 1864 SW. Ganz gut aber ist, wie wir vorhin gesehen haben, das Resultat für 1861 ausgefallen: SO.

Leider ist die Formel nicht eine solche, dass man von ihr rühmen könnte: „sie ist niemals en défaut.“ Ob diese auch von Kämtz gerügte üble Eigenschaft der Formel dadurch beseitigt oder auch nur vermindert wird; dass, wie er S. 166 empfiehlt, das Verhältniss zwischen östlichen und westlichen, zwischen nördlichen und südlichen Winden aufgestellt wird, muss ich der Beurtheilung geehrter Leser überlassen.

Möge diese Arbeit jenen Herren Beobachtern einige Erleichterung bringen, die nicht Mathematiker sind. —



# ZOBODAT - [www.zobodat.at](http://www.zobodat.at)

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Bericht der naturforschenden Gesellschaft Bamberg](#)

Jahr/Year: 1868

Band/Volume: [8](#)

Autor(en)/Author(s): Ellner Benedict

Artikel/Article: [Tabellen zur Berechnung der mittleren Wind-Richtung nach der Formel von Lambert, entworfen von Dr. Benedict Ellner in Bamberg 40-49](#)