

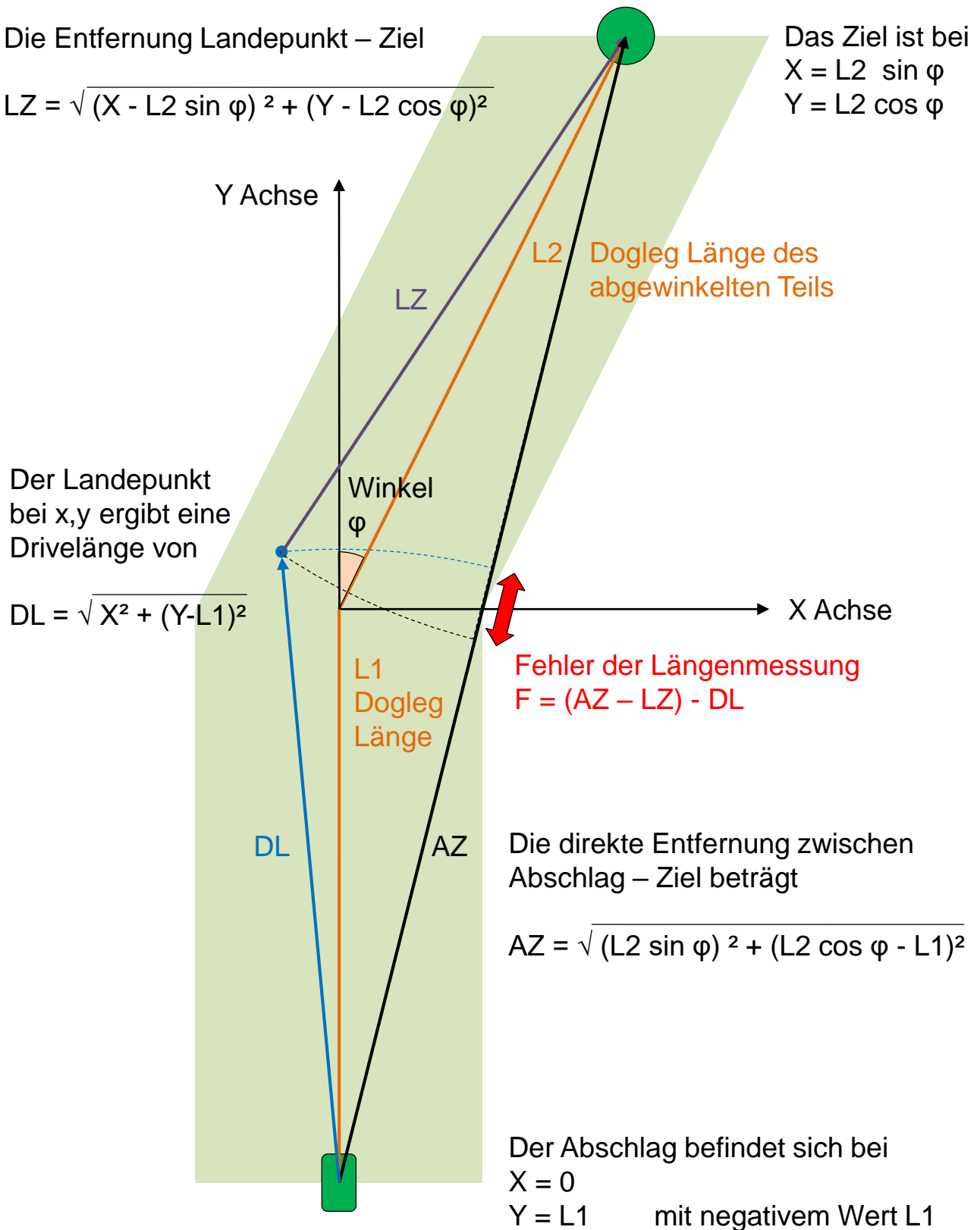
Entfernungsmessung eines Golfschlages mit Hilfe eines GPS Navigationssystems

Grundlagen
Fehlerbetrachtung

Abschlag auf eine abgewinkelte Bahn/ Dogleg
Grün in Form eines Kreises
Grün in Form einer gedrehten Ellipse

Grundlagen – Golfplatz Aufbau

Die Bahn eines Golfplatzes ist als Dogleg - z.B. nach rechts - unter einem beliebigen Winkel φ ausgerichtet. Die Gesamtlänge L teilt sich in den geraden Anteil $L1$ vom Abschlag und den gewinkelten Anteil $L2$ Richtung Ziel auf.



Drivelänge und verbleibende Länge zum Ziel

	-200	Dogleg Länge 1					400,00	Dogleg Gesamtlänge				
	200	Dogleg Länge 2					398,48	Entfernung Abschlag-Ziel				
Delta-XY	10	Winkel Phi in Grad					34,73	Ziel X-Abweichung				
5	X-Achse											
Y Achse	-25	-20	-15	-10	-5	0	5	10	15	20	25	
50	251,25	250,80	250,45	250,20	250,05	250,00	250,05	250,20	250,45	250,80	251,25	
45	246,27	245,81	245,46	245,20	245,05	245,00	245,05	245,20	245,46	245,81	246,27	
40	241,30	240,83	240,47	240,21	240,05	240,00	240,05	240,21	240,47	240,83	241,30	
35	236,33	235,85	235,48	235,21	235,05	235,00	235,05	235,21	235,48	235,85	236,33	
30	231,35	230,87	230,49	230,22	230,05	230,00	230,05	230,22	230,49	230,87	231,35	
25	226,38	225,89	225,50	225,22	225,06	225,00	225,06	225,22	225,50	225,89	226,38	
20	221,42	220,91	220,51	220,23	220,06	220,00	220,06	220,23	220,51	220,91	221,42	
15	216,45	215,93	215,52	215,23	215,06	215,00	215,06	215,23	215,52	215,93	216,45	
10	211,48	210,95	210,54	210,24	210,06	210,00	210,06	210,24	210,54	210,95	211,48	
5	206,52	205,97	205,55	205,24	205,06	205,00	205,06	205,24	205,55	205,97	206,52	
0	201,56	201,00	200,56	200,25	200,06	200,00	200,06	200,25	200,56	201,00	201,56	
-5	196,60	196,02	195,58	195,26	195,06	195,00	195,06	195,26	195,58	196,02	196,60	
-10	191,64	191,05	190,59	190,26	190,07	190,00	190,07	190,26	190,59	191,05	191,64	
-15	186,68	186,08	185,61	185,27	185,07	185,00	185,07	185,27	185,61	186,08	186,68	
-20	181,73	181,11	180,62	180,28	180,07	180,00	180,07	180,28	180,62	181,11	181,73	
-25	176,78	176,14	175,64	175,29	175,07	175,00	175,07	175,29	175,64	176,14	176,78	
-30	171,83	171,17	170,66	170,29	170,07	170,00	170,07	170,29	170,66	171,17	171,83	
-35	166,88	166,21	165,68	165,30	165,08	165,00	165,08	165,30	165,68	166,21	166,88	
-40	161,94	161,25	160,70	160,31	160,08	160,00	160,08	160,31	160,70	161,25	161,94	
-45	157,00	156,28	155,72	155,32	155,08	155,00	155,08	155,32	155,72	156,28	157,00	
-50	152,07	151,33	150,75	150,33	150,08	150,00	150,08	150,33	150,75	151,33	152,07	
	Drive Länge											
	X-Achse											
Y Achse	-25	-20	-15	-10	-5	0	5	10	15	20	25	
50	158,64	156,82	155,15	153,62	152,24	151,01	149,94	149,03	148,28	147,70	147,28	
45	163,28	161,52	159,89	158,41	157,07	155,88	154,84	153,96	153,24	152,67	152,27	
40	167,94	166,23	164,65	163,21	161,91	160,76	159,75	158,90	158,20	157,65	157,26	
35	172,62	170,96	169,42	168,02	166,76	165,64	164,67	163,84	163,16	162,63	162,25	
30	177,32	175,70	174,21	172,85	171,62	170,54	169,59	168,78	168,12	167,61	167,24	
25	182,04	180,46	179,01	177,68	176,49	175,43	174,51	173,73	173,09	172,59	172,24	
20	186,77	185,23	183,82	182,53	181,37	180,34	179,44	178,68	178,06	177,57	177,23	
15	191,51	190,01	188,63	187,38	186,25	185,25	184,37	183,63	183,03	182,56	182,22	
10	196,27	194,81	193,46	192,24	191,14	190,16	189,31	188,59	188,00	187,54	187,21	
5	201,04	199,61	198,30	197,10	196,03	195,08	194,25	193,55	192,97	192,53	192,21	
0	205,82	204,42	203,14	201,98	200,93	200,00	199,19	198,51	197,95	197,51	197,20	
-5	210,61	209,25	207,99	206,86	205,83	204,93	204,14	203,47	202,92	202,50	202,20	
-10	215,41	214,08	212,85	211,74	210,74	209,86	209,09	208,43	207,90	207,49	207,19	
-15	220,22	218,91	217,72	216,63	215,65	214,79	214,04	213,40	212,88	212,47	212,18	
-20	225,03	223,76	222,59	221,52	220,57	219,72	218,99	218,37	217,86	217,46	217,18	
-25	229,86	228,61	227,46	226,42	225,49	224,66	223,94	223,33	222,84	222,45	222,17	
-30	234,69	233,47	232,35	231,33	230,41	229,60	228,90	228,30	227,82	227,44	227,17	
-35	239,53	238,33	237,23	236,23	235,34	234,55	233,86	233,28	232,80	232,43	232,17	
-40	244,37	243,20	242,12	241,15	240,27	239,49	238,82	238,25	237,78	237,42	237,16	
-45	249,22	248,07	247,02	246,06	245,20	244,44	243,78	243,22	242,76	242,41	242,16	
-50	254,08	252,95	251,92	250,98	250,14	249,39	248,74	248,20	247,75	247,40	247,15	
	Länge vom Landepunkt bis zum Ziel											

Relativer Fehler der GPS Entfernungsmessung

10 Grad Dogleg
Für Dogleg Länge
von jeweils 200 m

Y Achse	X-Achse										
	-25	-20	-15	-10	-5	0	5	10	15	20	25
5	-4,5%	-3,6%	-2,8%	-2,1%	-1,5%	-1,0%	-0,6%	-0,3%	-0,1%	0,0%	0,0%
50	-4,5%	-3,6%	-2,8%	-2,1%	-1,5%	-1,0%	-0,6%	-0,3%	-0,1%	0,0%	0,0%
45	-4,5%	-3,6%	-2,8%	-2,1%	-1,5%	-1,0%	-0,6%	-0,3%	-0,1%	0,0%	0,0%
40	-4,5%	-3,6%	-2,8%	-2,1%	-1,5%	-0,9%	-0,6%	-0,3%	-0,1%	0,0%	0,0%
35	-4,4%	-3,5%	-2,7%	-2,0%	-1,4%	-0,9%	-0,5%	-0,2%	-0,1%	0,0%	0,0%
30	-4,4%	-3,5%	-2,7%	-2,0%	-1,4%	-0,9%	-0,5%	-0,2%	-0,1%	0,0%	-0,1%
25	-4,4%	-3,5%	-2,7%	-2,0%	-1,4%	-0,9%	-0,5%	-0,2%	0,0%	0,0%	-0,1%
20	-4,4%	-3,5%	-2,7%	-1,9%	-1,3%	-0,8%	-0,5%	-0,2%	0,0%	0,0%	-0,1%
15	-4,4%	-3,5%	-2,6%	-1,9%	-1,3%	-0,8%	-0,4%	-0,2%	0,0%	0,0%	-0,1%
10	-4,4%	-3,5%	-2,6%	-1,9%	-1,3%	-0,8%	-0,4%	-0,2%	0,0%	0,0%	-0,1%
5	-4,4%	-3,5%	-2,6%	-1,9%	-1,3%	-0,8%	-0,4%	-0,2%	0,0%	0,0%	-0,1%
0	-4,4%	-3,5%	-2,6%	-1,9%	-1,3%	-0,8%	-0,4%	-0,1%	0,0%	0,0%	-0,1%
-5	-4,4%	-3,5%	-2,6%	-1,9%	-1,2%	-0,7%	-0,4%	-0,1%	0,0%	0,0%	-0,2%
-10	-4,5%	-3,5%	-2,6%	-1,9%	-1,2%	-0,7%	-0,4%	-0,1%	0,0%	0,0%	-0,2%
-15	-4,5%	-3,5%	-2,6%	-1,8%	-1,2%	-0,7%	-0,3%	-0,1%	0,0%	0,0%	-0,2%
-20	-4,6%	-3,5%	-2,6%	-1,8%	-1,2%	-0,7%	-0,3%	-0,1%	0,0%	-0,1%	-0,2%
-25	-4,6%	-3,6%	-2,6%	-1,8%	-1,2%	-0,7%	-0,3%	-0,1%	0,0%	-0,1%	-0,3%
-30	-4,7%	-3,6%	-2,7%	-1,8%	-1,2%	-0,7%	-0,3%	-0,1%	0,0%	-0,1%	-0,3%
-35	-4,8%	-3,6%	-2,7%	-1,9%	-1,2%	-0,6%	-0,3%	-0,1%	0,0%	-0,1%	-0,3%
-40	-4,8%	-3,7%	-2,7%	-1,9%	-1,2%	-0,6%	-0,3%	-0,1%	0,0%	-0,1%	-0,4%
-45	-4,9%	-3,8%	-2,7%	-1,9%	-1,2%	-0,6%	-0,2%	0,0%	0,0%	-0,1%	-0,4%
-50	-5,0%	-3,8%	-2,8%	-1,9%	-1,2%	-0,6%	-0,2%	0,0%	0,0%	-0,2%	-0,5%

30 Grad Dogleg

50	-16,1%	-14,5%	-13,0%	-11,6%	-10,2%	-8,9%	-7,7%	-6,6%	-5,5%	-4,5%	-3,6%
45	-15,8%	-14,3%	-12,8%	-11,3%	-10,0%	-8,7%	-7,4%	-6,3%	-5,3%	-4,3%	-3,4%
40	-15,6%	-14,0%	-12,5%	-11,1%	-9,7%	-8,4%	-7,2%	-6,1%	-5,0%	-4,1%	-3,2%
35	-15,4%	-13,8%	-12,3%	-10,8%	-9,5%	-8,2%	-7,0%	-5,9%	-4,8%	-3,9%	-3,0%
30	-15,2%	-13,6%	-12,1%	-10,6%	-9,2%	-8,0%	-6,8%	-5,6%	-4,6%	-3,7%	-2,9%
25	-15,0%	-13,4%	-11,8%	-10,4%	-9,0%	-7,7%	-6,5%	-5,4%	-4,4%	-3,5%	-2,7%
20	-14,8%	-13,2%	-11,7%	-10,2%	-8,8%	-7,5%	-6,3%	-5,2%	-4,2%	-3,3%	-2,5%
15	-14,6%	-13,0%	-11,5%	-10,0%	-8,6%	-7,3%	-6,1%	-5,1%	-4,1%	-3,2%	-2,4%
10	-14,5%	-12,9%	-11,3%	-9,8%	-8,5%	-7,2%	-6,0%	-4,9%	-3,9%	-3,0%	-2,2%
5	-14,4%	-12,7%	-11,2%	-9,7%	-8,3%	-7,0%	-5,8%	-4,7%	-3,7%	-2,8%	-2,1%
0	-14,3%	-12,6%	-11,0%	-9,5%	-8,1%	-6,8%	-5,6%	-4,5%	-3,6%	-2,7%	-2,0%
-5	-14,2%	-12,5%	-10,9%	-9,4%	-8,0%	-6,7%	-5,5%	-4,4%	-3,4%	-2,5%	-1,8%
-10	-14,1%	-12,4%	-10,8%	-9,2%	-7,8%	-6,5%	-5,3%	-4,2%	-3,2%	-2,4%	-1,7%
-15	-14,1%	-12,3%	-10,7%	-9,1%	-7,7%	-6,4%	-5,1%	-4,1%	-3,1%	-2,3%	-1,6%
-20	-14,0%	-12,2%	-10,6%	-9,0%	-7,5%	-6,2%	-5,0%	-3,9%	-3,0%	-2,1%	-1,4%
-25	-14,0%	-12,2%	-10,5%	-8,9%	-7,4%	-6,1%	-4,9%	-3,8%	-2,8%	-2,0%	-1,3%
-30	-14,0%	-12,1%	-10,4%	-8,8%	-7,3%	-5,9%	-4,7%	-3,6%	-2,7%	-1,9%	-1,2%
-35	-14,0%	-12,1%	-10,4%	-8,7%	-7,2%	-5,8%	-4,6%	-3,5%	-2,5%	-1,7%	-1,1%
-40	-14,0%	-12,1%	-10,3%	-8,6%	-7,1%	-5,7%	-4,4%	-3,3%	-2,4%	-1,6%	-1,0%
-45	-14,1%	-12,1%	-10,3%	-8,6%	-7,0%	-5,6%	-4,3%	-3,2%	-2,3%	-1,5%	-0,9%
-50	-14,2%	-12,1%	-10,3%	-8,5%	-6,9%	-5,5%	-4,2%	-3,1%	-2,1%	-1,4%	-0,8%

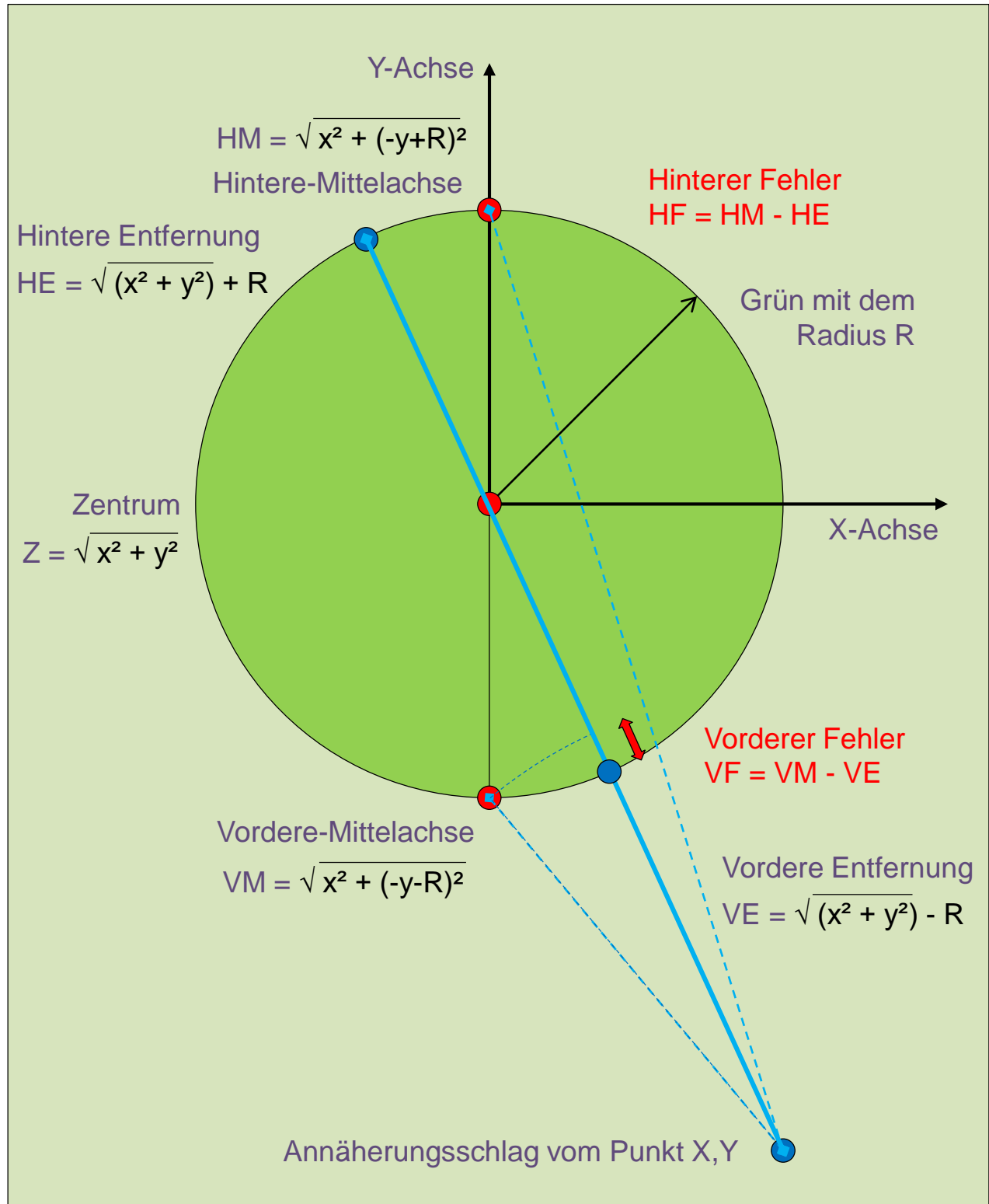
Der GC Ulm hat beim Loch 2 ca. 40 Grad, beim Loch 8 ca. 25 Grad und beim Loch 16 ca. 50 Grad

Ab 30 Grad sind die Fehler i.a. größer als 5 %

Annäherung auf ein kreisförmiges Grün

Bei der Annäherung ans Grün ergibt sich folgende Situation.

Die Annäherung erfolgt vom Punkt X,Y Richtung dem zentralen Loch bei 0,0



Wichtig: die Entfernungsmessung zum **Zentrum ist fehlerfrei** (bis auf GPS Fehler).

Wenn man denn wüsste ob die Fahne in der Mitte steckt !

Fehler der Grün Entfernungsmessung

Beispiel: Grünradius = 10 m

Y Achse	X-Achse										
	-25	-20	-15	-10	-5	0	5	10	15	20	25
0	80%	124%	261%						261%	124%	80%
-5	65%	94%	172%	847%				847%	172%	94%	65%
-10	48%	62%	87%	141%	324%		324%	141%	87%	62%	48%
-15	33%	37%	41%	39%	22%	0%	22%	39%	41%	37%	33%
-20	22%	22%	20%	14%	5%	0%	5%	14%	20%	22%	22%
-25	15%	14%	11%	7%	2%	0%	2%	7%	11%	14%	15%
-30	10%	9%	6%	3%	1%	0%	1%	3%	6%	9%	10%
-35	7%	6%	4%	2%	1%	0%	1%	2%	4%	6%	7%
-40	5%	4%	3%	1%	0%	0%	0%	1%	3%	4%	5%
-45	4%	3%	2%	1%	0%	0%	0%	1%	2%	3%	4%
-50	3%	2%	1%	1%	0%	0%	0%	1%	1%	2%	3%
Vorderer relativer Fehler											

Y Achse	X-Achse										
	-25	-20	-15	-10	-5	0	5	10	15	20	25
0	-23%	-25%	-28%						-28%	-25%	-23%
-5	-18%	-18%	-18%	-15%				-15%	-18%	-18%	-18%
-10	-13%	-13%	-11%	-7%	-3%		-3%	-7%	-11%	-13%	-13%
-15	-10%	-9%	-7%	-4%	-1%	0%	-1%	-4%	-7%	-9%	-10%
-20	-7%	-6%	-4%	-2%	-1%	0%	-1%	-2%	-4%	-6%	-7%
-25	-5%	-4%	-3%	-1%	0%	0%	0%	-1%	-3%	-4%	-5%
-30	-4%	-3%	-2%	-1%	0%	0%	0%	-1%	-2%	-3%	-4%
-35	-3%	-2%	-1%	-1%	0%	0%	0%	-1%	-1%	-2%	-3%
-40	-2%	-2%	-1%	0%	0%	0%	0%	0%	-1%	-2%	-2%
-45	-2%	-1%	-1%	0%	0%	0%	0%	0%	-1%	-1%	-2%
-50	-1%	-1%	-1%	0%	0%	0%	0%	0%	-1%	-1%	-1%
Hinterer relativer Fehler											

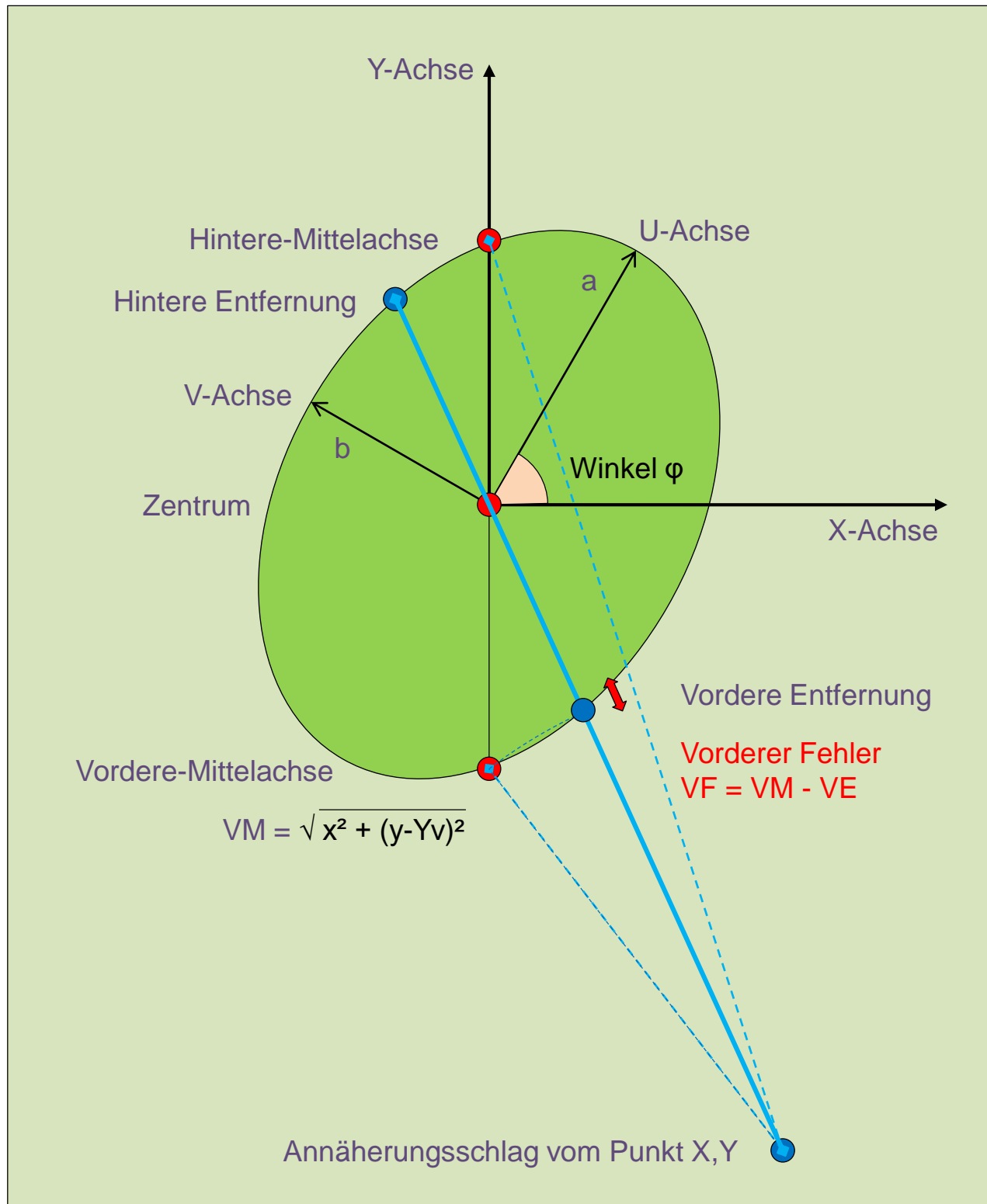
Im Nahbereich, d.h. der Abstand ist in der Größe des Gründurchmesser, ist eine korrekte Messung mit einem Laserentfernungsmesser absolut notwendig.

Annäherung auf ein elliptisches Grün

Bei der Annäherung ans Grün ergibt sich folgende Situation.

Das Grün wird hier durch eine um den Winkel Phi gedrehte Ellipse angenähert.

Die Annäherung erfolgt vom Punkt X,Y Richtung dem zentralen Loch bei 0,0



Wichtig: die Entfernungsmessung zum **Zentrum ist fehlerfrei** (bis auf GPS Fehler)

Koordinatentransformation der Ellipse

Die Ellipse in den u,v Koordinaten wird wie folgt definiert

$$\frac{U^2}{a^2} + \frac{V^2}{b^2} = 1$$

Dabei sind a und b die große bzw. kleine Halbachse der Ellipse.

Die Ellipse in den u,v Koordinaten wird in die x,y Koordinaten wie folgt transformiert

Dabei gilt folgende Transformationsbedingung für u,v in x,y bzw. umgekehrt.

$$x = U \cos \varphi - V \sin \varphi$$

$$U = x \cos \varphi + y \sin \varphi$$

$$y = U \sin \varphi + V \cos \varphi$$

$$V = -x \sin \varphi + y \cos \varphi$$

Einsetzen in die Ellipsengleichung ergibt

$$\frac{(x \cos \varphi + y \sin \varphi)^2}{a^2} + \frac{(-x \sin \varphi + y \cos \varphi)^2}{b^2} = 1$$

$$b^2 (x^2 \cos^2 \varphi + 2xy \cos \varphi \sin \varphi + y^2 \sin^2 \varphi) + a^2 (x^2 \sin^2 \varphi - 2xy \cos \varphi \sin \varphi + y^2 \cos^2 \varphi) = a^2 b^2$$

X und Y Terme separieren

$$X^2 (a^2 \sin^2 \varphi + b^2 \cos^2 \varphi) - 2XY (a^2 - b^2) \cos \varphi \sin \varphi + Y^2 (a^2 \cos^2 \varphi + b^2 \sin^2 \varphi) = a^2 b^2$$

Dies ist eine quadratische Gleichung für Y = Fkt (X) bzw. X = Fkt'(Y)

$$X^2 - 2XY \underbrace{\frac{(a^2 - b^2) \cos \varphi \sin \varphi}{a^2 \sin^2 \varphi + b^2 \cos^2 \varphi}}_{K^*} + Y^2 \underbrace{\frac{a^2 \cos^2 \varphi + b^2 \sin^2 \varphi}{a^2 \sin^2 \varphi + b^2 \cos^2 \varphi}}_{K^{**}} = \underbrace{\frac{a^2 b^2}{a^2 \sin^2 \varphi + b^2 \cos^2 \varphi}}_{K^{***}}$$

Mit den Konstanten folgt die allgemeine Gleichung einer gedrehten Ellipse

$$X^2 - 2XY K^* + Y^2 K^{**} = K^{***}$$

$$X^2 - 2XY K^* + Y^2 K^{*2} - Y^2 K^{*2} + Y^2 K^{**} = K^{***}$$

$$X^2 - 2XY K^* + Y^2 K^{*2} = K^{***} - Y^2 (K^{**} - K^{*2})$$

$$(X - Y K^*)^2 = K^{***} - Y^2 (K^{**} - K^{*2})$$

Somit folgt X als Funktion von Y

$$X_{1,2} = \pm \sqrt{K^{***} - Y^2 (K^{**} - K^{*2})} + Y K^*$$

Einige wichtige Punkte auf dem elliptischen Grün.

Die Punkte der Mittelachse ergeben sich für $X = 0$ aus der Gleichung direkt zu

$$Y_{1,2} = \pm \sqrt{K^{***} / K^{**}}$$

Die vordere Mittelachse liegt beim negativen y-Wert, die hintere Mittelachse somit beim positiven y-Wert

$$Y_{v,h} = \pm \sqrt{a^2 b^2 / (a^2 \cos^2 \varphi + b^2 \sin^2 \varphi)}$$

TEST: für einen Kreis mit dem Radius R folgt $a = b = R$ und somit $Y_{v,h} = \pm R$

Beispiel: mit $a = 15$ m, $b = 10$ m, $\varphi = 60$ Grad ergibt sich ein $Y_{v,h} = \pm 13,093$ m

Der Annäherungsschlag vom Punkt x,y zum Zentrum des Grüns wird durch folgende Geradengleichung durch den Koordinaten Nullpunkt beschrieben.

$$Y = m X \quad \text{mit der Steigung} \quad m = Y_a / X_a$$

Wobei sich die Steigung m aus den Koordinaten des Abschlagpunktes X_a, Y_a ergibt. Der Schnittpunkt der Geraden mit der gedrehten Ellipse ergibt sich durch einsetzen

$$X^2 - 2 X m X K^* + (m X)^2 K^{**} = K^{***}$$

$$X^2 - X^2 2 m K^* + X^2 m^2 K^{**} = K^{***}$$

$$X^2 (1 - 2 m K^* + m^2 K^{**}) = K^{***}$$

Somit direkt die vorderen und hinteren Schnittpunkte mit dem Grün.

$$X_{v,h} = \pm \sqrt{K^{***} / (1 - 2 m K^* + m^2 K^{**})}$$

$$Y_{v,h} = m X_{v,h}$$

Wichtig: Fallunterscheidung für unterschiedliche Annäherungen aus dem linken/ rechten unteren Quadranten beachten:

Quadrant links unten:

X_a und Y_a negativ, also Steigung m positiv
dann X_v negative Wurzel und somit Y_v negativ
daher X_h positive Wurzel und Y_h positiv

Quadrant rechts unten:

X_a positiv und Y_a negativ, also Steigung m negativ
dann X_v positive Wurzel und somit Y_v negativ
daher X_h negative Wurzel und Y_h positiv

Beispiel einer gedrehten Ellipse

Beispiel einer gedrehten Ellipse mit

A = 15 m B = 10 m Phi = 60 Grad

Y Achse	X-Achse										
	-25	-20	-15	-10	-5	1E-06	5	10	15	20	25
0	28,22	23,90	19,91	16,48	14,02	13,09	14,02	16,48	19,91	23,90	28,22
-5	26,28	21,58	17,04	12,86	9,51	8,09	9,51	12,86	17,04	21,58	26,28
-10	25,19	20,24	15,32	10,47	5,88	3,09	5,88	10,47	15,32	20,24	25,19
-15	25,07	20,09	15,12	10,18	5,35	1,91	5,35	10,18	15,12	20,09	25,07
-20	25,94	21,16	16,51	12,15	8,53	6,91	8,53	12,15	16,51	21,16	25,94
-25	27,69	23,28	19,15	15,55	12,91	11,91	12,91	15,55	19,15	23,28	27,69
-30	30,18	26,19	22,60	19,64	17,63	16,91	17,63	19,64	22,60	26,19	30,18
-35	33,24	29,66	26,55	24,08	22,47	21,91	22,47	24,08	26,55	29,66	33,24
-40	36,73	33,53	30,81	28,71	27,37	26,91	27,37	28,71	30,81	33,53	36,73
-45	40,53	37,66	35,26	33,44	32,30	31,91	32,30	33,44	35,26	37,66	40,53
-50	44,58	41,98	39,84	38,24	37,24	36,91	37,24	38,24	39,84	41,98	44,58
Abstand zur vorderen Mittelachse											

Y Achse	X-Achse										
	-25	-20	-15	-10	-5	1E-06	5	10	15	20	25
0	14,22	9,22	4,22	0,78	5,78	10,78	5,78	0,78	4,22	9,22	14,22
-5	14,01	8,92	3,76	1,59	7,34	8,09	3,12	1,17	5,70	10,40	15,20
-10	14,59	9,59	4,59	0,27	3,79	3,09	0,21	3,95	8,02	12,35	16,87
-15	15,97	11,27	6,80	3,07	1,17	1,91	4,31	7,43	11,02	14,96	19,15
-20	18,12	13,88	10,13	7,39	6,28	6,91	8,77	11,39	14,54	18,09	21,95
-25	20,95	17,22	14,16	12,11	11,37	11,91	13,43	15,66	18,43	21,63	25,16
-30	24,32	21,09	18,57	16,99	16,45	16,91	18,19	20,12	22,57	25,46	28,70
-35	28,10	25,31	23,21	21,92	21,51	21,91	23,01	24,71	26,90	29,52	32,50
-40	32,18	29,75	27,97	26,89	26,55	26,91	27,88	29,39	31,37	33,75	36,50
-45	36,48	34,35	32,80	31,88	31,59	31,91	32,77	34,13	35,93	38,12	40,65
-50	40,94	39,04	37,67	36,87	36,62	36,91	37,69	38,92	40,57	42,58	44,93
Korrektur Abstand zum vorderen Grünrand											

Y Achse	X-Achse										
	-25	-20	-15	-10	-5	1E-06	5	10	15	20	25
0	98%	159%	371%						371%	159%	98%
-5	88%	142%	353%						199%	107%	73%
-10	73%	111%	234%	3824%				165%	91%	64%	49%
-15	57%	78%	122%	232%	356%	0%	24%	37%	37%	34%	31%
-20	43%	52%	63%	64%	36%	0%	-3%	7%	14%	17%	18%
-25	32%	35%	35%	28%	14%	0%	-4%	-1%	4%	8%	10%
-30	24%	24%	22%	16%	7%	0%	-3%	-2%	0%	3%	5%
-35	18%	17%	14%	10%	4%	0%	-2%	-3%	-1%	0%	2%
-40	14%	13%	10%	7%	3%	0%	-2%	-2%	-2%	-1%	1%
-45	11%	10%	7%	5%	2%	0%	-1%	-2%	-2%	-1%	0%
-50	9%	8%	6%	4%	2%	0%	-1%	-2%	-2%	-1%	-1%
Relativer Fehler beim vorderen Grünrand											

Es ergeben sich schnell Fehler von größer 10 %, sodass eine Nachmessung mit einem Laserentfernungsmesser die notwendige Folge ist.