

## Vergleichende Untersuchungen zur Ermittlung der Genauigkeit bei der Ablotung von Kronenradien mit dem Dachlot und durch senkrecht Anvisieren des Kronenrandes (Hochblick-Messung)

Von H. RÖHLE

Lehrstuhl für Waldwachstumskunde der Universität München

### 1. Einleitung

Die Kronengrundfläche ist eine wichtige Kenngröße zur Charakterisierung der Konkurrenzbeziehungen in Waldbeständen. In Verbindung mit Stammverteilungskarten eignen sich zuverlässig erhobene Kronenkennwerte außerdem hervorragend zur Beurteilung der Standraumökonomie der Einzelbäume (ASSMANN, 1961). Zur Berechnung der Kronengrundfläche eines Baumes ist die Ablotung von Kronenradien unerlässlich. Bei der terrestrischen Messung von Kronenradien kommen hauptsächlich zwei Ablotungsverfahren zum Einsatz. So verwendeten R. MAYER (1958), PREUHSLER (1979) und LUTZ (1979) ein Verfahren, bei dem der Kronenrand durch senkrecht Anvisieren ermittelt wird, die sogenannte Tangential-Hochblick-Messung (PREUHSLER, 1979). ZÖHRER (1967) und HUBER (1981) hingegen bevorzugten das Dachlot-Verfahren. Während das von ZÖHRER und HUBER angewandte Dachlot-Verfahren recht genaue Meßwerte liefert, sind nach R. MAYER bei der Hochblick-Methode einseitige Meßabweichungen nicht auszuschließen, da bei diesem Verfahren der Kronenrand vom jeweiligen Aufnehmer nur geschätzt, nicht aber meßtechnisch exakt abgelotet wird. Die Ansicht von R. MAYER wird durch eigene Untersuchungen des Verfassers (vgl. RÖHLE, 1983) bestätigt. Außerdem wird in diesem Zusammenhang auf die Veröffentlichung von RÖHLE und HUBER (1985) verwiesen, die sich eingehend mit der Dachlot-Methode befaßt.

Neben dem weit verbreiteten Hochblick-Verfahren und der zeit-aufwendigen Dachlot-Messung kamen in letzter Zeit bei der Anfertigung von Kronenkarten und der Bestimmung der Kronenkennwerte verschiedentlich auch fotografische Methoden zum Einsatz (R. KENNEL, 1966; AKÇA, 1981). Diese zum Teil sehr kostenintensiven Meßverfahren (Luftbildauswertung) konnten im Rahmen der vorliegenden Untersuchung nicht auf ihre Genauigkeit hin überprüft werden. Außerdem können aus dem Luftbild nur für einschichtige Bestände Kronenkarten hergestellt werden. In mehrschichtigen Beständen oder bei starken Überlappungen im Kronenbereich ist eine zuverlässige Bestimmung einzelner Radien aus dem Luftbild nicht mehr möglich. Der unbestrittene Vorteil des Hochblick-Verfahrens liegt in dem relativ geringen Zeitaufwand und der einfachen Handhabung des Meßverfahrens. Insofern ist es von Interesse zu wissen, ob das Hochblick-Verfahren ähnlich genaue Meßergebnisse liefern kann oder ob es sich im Vergleich mit dem Dachlot-Verfahren als weniger gut geeignet erweist. Ziel der vorliegenden Untersuchung war es deshalb, die Meßgenauigkeit des Hochblick-Verfahrens zu analysieren und eine Empfehlung für ein bestmögliches Vorgehen bei der Kronenradienablotung zu geben.

### 2. Beschreibung des Probebestandes

Die Untersuchungen wurden in einem zweischichtig aufgebauten Stieleichen-Hainbuchen-Mischbestand in den Donauauen bei Neuburg durchgeführt. Zur Ermittlung der Kronengrundflächen

wurden die 48 Eichen des Oberstandes herangezogen. Die Eichen in der Oberschicht sind weitgehend frei von Seitendruck, stärkere Überlappungen im Kronenbereich kommen nicht allzu häufig vor. Dem steht eine dicht aufgebaute Unterschicht aus Hainbuche gegenüber, Überlappungen im Kronenraum sind hier die Regel. Ein gleichmäßiger Aufbau kennzeichnet Ober- wie Unterschicht, vorwüchsige Bäume sind nur selten anzutreffen. Die Bestandeshöhenkurve zeigt eine deutliche Abflachung im Bereich der stärkeren Durchmesser, wie sie für die Eiche in den südbayerischen Auewaldgebieten typisch ist (RÖHLE, 1982). Tabelle 1 gibt einen Überblick über die wichtigsten Bestandeskennwerte für den Stiel-eichen-Hauptbestand auf der Probefläche.

### 3. Verfahren zur Ablotung der Kronenradien

#### 3.1 Dachlot-Messung

Um der Frage nach dem erforderlichen Mindestaufwand bei Kronenradienablotungen auf den Grund zu gehen, wurden von HUBER (1981) auf einer Eichen-Probefläche des Lehrstuhles für Waldwachstumskunde intensive Kronenmessungen durchgeführt. Von jedem Baum wurden 32 Radien mit dem Dachlot abgelotet, wobei die einzelnen Meßrichtungen genau vorgegeben waren. Beginnend mit der Nordrichtung wurde fortschreitend gegen den Uhrzeigersinn alle 11.25 Grad eine Ablotung des Kronenrandes vorgenommen. Eine speziell für diesen Verwendungszweck konstruierte Meßeinrichtung wurde um jeden Stammfuß zentriert und genau auf Nord einjustiert. Zusammen mit der Meßlatte und dem Dachlot konnte eine Maßgenauigkeit von ein bis zwei Zentimetern erreicht werden. Ausgehend von diesen Meßdaten wurden für jeden Baum bei systematischer Reduzierung der Anzahl der in die Berechnung eingehenden Meßradien (32, 16, 8, 4 und 2 Meßradien/Baum) die den verschiedenen Radiendichten entsprechenden Kronengrundflächenwerte bestimmt und die Fehlergrößen bei den jeweiligen Radiendichten einzelbaum- und bestandesweise ermittelt. Den Ergebnissen zufolge sind in dem Untersuchungsbestand aufgrund der oft unregelmäßig ausgeformten Kronenränder der Alteichen mindestens acht Kronenradienablotungen je Baum erforderlich, um einen auf die Summe aller Kronengrundflächen bezogenen Fehler von fünf Prozent zu unterschreiten. Bei sehr unregelmäßig ausgeformten Bäumen können die auf den Einzelbaum bezogenen Fehlergrößen sogar bei acht Ablotungen die Fünf-Prozent-Schwelle deutlich überschreiten. Bei einigermaßen gleichmäßiger Kronenausformung dagegen sind zur Berechnung der Bestandes-Kronengrundfläche vier Radien und zur Bestimmung der Einzelbaum-Kronengrundflächen acht Radien ausreichend.

Tabelle 1: Ertragskundliche Kennwerte des Untersuchungsbestandes (verglichen mit den Werten der Eichen-Ertragstafel von JÜTTNER)

	Stieleiche Probefläche	Traubeneiche JÜTTNER (Bonität) II
Alter in Jahren	120-140	130
Mitteldurchmesser in cm	46,07	41,0
Mittelhöhe in m	25,28	25,8
Baumzahl/ha	141	188
Grundfläche/ha in qm	23,47	24,9
Vorrat/ha in Vfm	328,81	348

#### 3.2 Hochblick-Messung

Bei der Tangential-Hochblick-Messung (PREUHLER, 1979) wird auf den Einsatz optischer Meßgeräte verzichtet. Ein Meßgehilfe steht mit einem Maßband am Baum und weist den Aufnehmer mit einem Kompaß in die jeweilige Himmelsrichtung (Meßradius) ein. Die Begrenzung der Krone wird durch Anvisieren des Kronenrandes (senkrecht Hochblicken) eingeschätzt und der Wert der Projektion auf dem Maßband abgelesen.

Tabelle 2: Einzelbaum- und Bestandesdaten für die Hochblick-Messungen im unbelaubten Zustand (18 Meßpersonen)

Nr. Baum	Bkl	Bhd in m	Höhe in m	Einzelbaumdaten					Variat. koeff.
				Kronen- ansatz in m	KRG 32-R in qm	KRG MIN in qm	KRG MAX in qm	KRG ar. Mitt. in qm	
1	2	0,488	27,0	15,0	57,15	35,19	71,91	54,75	82,12
2	3	0,425	23,0	15,5	27,74	17,84	45,79	33,61	98,04
3	2	0,588	27,7	18,0	79,18	39,81	113,23	72,77	111,49
4	2	0,482	27,3	15,8	58,02	38,65	81,06	60,11	81,47
5	2	0,357	23,5	17,8	21,82	18,89	41,10	25,94	86,64
6	2	0,397	25,5	15,8	41,62	28,43	58,68	41,95	83,08
7	2	0,387	26,5	14,5	36,49	24,80	59,63	39,64	101,74
8	2	0,460	27,2	16,5	51,99	35,78	94,03	60,04	86,63
9	2	0,454	26,0	14,5	50,10	39,60	77,88	51,49	99,25
10	3	0,358	23,5	15,0	24,35	16,27	50,98	30,17	123,77
11	2	0,351	22,7	15,5	27,15	21,17	44,95	31,40	92,99
12	2	0,457	26,5	16,0	35,93	30,13	54,83	39,04	70,84
13	2	0,360	24,9	17,0	15,51	12,34	37,01	18,68	129,18
14	2	0,395	25,2	16,5	38,39	24,31	54,15	39,21	78,10
15	2	0,448	26,0	16,2	61,24	41,58	114,71	72,92	113,97
16	3	0,337	22,0	14,5	16,35	12,19	26,86	18,53	98,31
17	2	0,442	25,0	16,7	40,26	32,17	55,80	42,43	74,10
18	2	0,647	27,5	17,0	98,60	80,97	132,86	96,37	61,47
19	2	0,473	26,5	15,5	53,30	48,98	78,11	60,04	52,60
20	2	0,375	23,7	16,2	28,46	20,62	41,20	29,72	82,19
21	3	0,467	23,0	15,5	50,47	44,96	79,73	64,00	57,60
22	2	0,480	23,0	15,0	36,01	24,53	77,52	40,21	116,33
23	2	0,524	25,2	16,0	56,92	32,09	109,16	65,16	96,14
24	2	0,407	25,0	16,0	45,36	36,29	80,72	46,92	103,43
25	2	0,685	27,5	11,7	56,84	42,79	98,84	60,45	92,73
26	2	0,330	25,5	16,5	34,84	32,27	85,50	47,08	106,39
27	2	0,715	26,8	14,5	77,59	58,84	138,65	91,92	95,67
28	2	0,403	25,0	14,0	36,84	28,03	78,63	43,18	112,37
29	1	0,877	29,0	13,5	115,19	65,49	180,07	118,99	85,46
30	2	0,463	25,0	15,5	55,66	54,02	102,87	71,96	77,75
31	2	0,421	25,0	17,5	39,46	23,45	74,12	47,99	100,95
32	2	0,382	23,3	13,5	34,20	23,78	64,02	37,48	103,66
33	2	0,457	26,0	15,5	44,78	38,41	81,49	52,30	79,89
34	2	0,405	26,2	16,0	25,72	23,03	50,49	34,98	91,28
35	3	0,335	24,8	15,2	29,71	21,08	64,02	36,61	102,56
36	2	0,419	24,8	16,3	48,43	39,52	91,76	57,45	88,89
37	2	0,347	23,7	14,0	32,15	24,90	60,34	38,64	104,74
38	3	0,356	22,0	14,0	21,90	14,24	38,05	24,32	104,77
39	2	0,383	26,6	15,8	33,85	26,04	65,17	43,38	104,31
40	2	0,633	26,4	17,0	92,14	60,92	156,06	93,85	94,87
41	3	0,372	22,7	14,8	29,45	26,04	65,82	41,62	104,10
42	2	0,360	24,2	15,5	30,52	24,30	43,56	34,61	69,59
43	2	0,380	22,7	16,7	28,15	15,87	47,12	31,96	105,07
44	3	0,378	21,5	13,5	36,30	25,88	49,02	38,09	63,89
45	2	0,423	26,5	17,2	40,47	24,07	62,04	43,96	81,21
46	2	0,387	26,2	17,5	37,17	20,01	56,99	39,74	95,00
49	2	0,406	24,5	14,5	51,49	49,56	82,56	65,79	65,47
50	1	0,650	28,5	14,0	100,83	78,19	165,75	115,69	79,66
Bestandesdaten					2186,10	1885,00	3530,20	2433,55	67,75

Um die Genauigkeit dieser Aufnahmemethode im Vergleich mit der Dachlot-Messung zu analysieren und die personenbezogenen Fehlerquellen zu erfassen, wurde der Probebestand von insgesamt 30 Meßpersonen aufgenommen. 18 Messungen wurden im unbelaubten Zustand erhoben, 12 Messungen bei voller Belaubung, um zusätzlich den Einfluß des Belaubungszustandes ermitteln zu können. Von jedem Aufnehmer wurden acht Kronenradien pro Baum abgelotet.

### 3.3 Berechnung der Kronengrundflächen

Da der Verlauf des Kronenrandes nur mit unendlich vielen Ablotungen lückenlos nachzubilden wäre, müssen die zwischen den Meßpunkten liegenden Abschnitte des Kronenrandes näherungsweise ausgeglichen werden. In der vorliegenden Untersuchung wurden die Einzelbaum-Kronengrundflächen nach einem vom Autor vorgestellten Ansatz (RÖHLE, 1982) aus Teilellipsen berechnet.

### 4. Vergleichende Beurteilung von Dachlot- und Hochblick-Messung

Die Aufbereitung der Meßwerte erfolgte mit einem EDV-Programm, das für jede Meßperson die Kronengrundflächen der 48 Alteichen einzelbaumweise als Absolut- wie als Prozentgrößen (gemessen am „wahren“ Wert) ausgibt. Der „wahre“ Wert ergab sich aus den Untersuchungen von HUBER und wurde für jeden Baum aus der 32-Radien-Dachlot-Messung hergeleitet.

#### 4.1 Einzelbaumbezogene Fehlergrößen

Tabelle 2 gibt am Beispiel der Messungen im unbelaubten Zustand (18 Aufnehmer) einen Überblick über die Fehlergrößen für die Einzelbaum-Kronengrundflächen und den Bestandeswert. Die Variationskoeffizienten für die Kronengrundflächen der Einzelbäume liegen bei der Messung im unbelaubten Zustand fast durchweg bei Werten zwischen 70 und 110 Prozent. Im Einzelfall werden Höchstwerte bis zu 129 Prozent erreicht (Baum Nr. 13, tatsächliche Kronengrundfläche 15,51 qm, bei der Aufnahme abgeloteter Minimalwert 12,34 qm, Maximalwert 37,01 qm). Die niedrigsten Fehlergrößen liegen bei 52 Prozent (Baum Nr. 19, tatsächliche Kronengrundfläche 53,30 qm, Minimalwert 48,98 qm, Maximalwert 78,11 qm). Ausreichend genaue Kronenradienablotungen lassen sich demzufolge durch die Hochblick-Messungen nicht gewinnen. Auffallend ist allerdings, daß die im belaubten Zustand gemessenen Werte (ohne Tabelle) weniger streuen und eher niedriger angesetzt werden als die im unbelaubten Zustand erhobenen Daten. Dies erscheint aber nicht weiter verwunderlich, wenn man bedenkt, daß im laubfreien Zustand jeder Punkt des Kronenrandes einwandfrei erkannt und somit auch anvisiert werden kann. Sollte nun bei einem Aufnehmer ein systematischer Fehler auftreten, so wird dieser mit hoher Wahrscheinlichkeit auf jede Messung durchschlagen und zu einer mehr oder minder gleichmäßigen Über- oder Unterschätzung aller Kronenradien führen. Im belaubten Zustand dagegen lassen sich die überlappten Teile der Kronen nicht zweifelsfrei ansprechen, sondern können nur gutachtlich festgelegt werden, wodurch sich das Auftreten systematischer Fehler verringert.

#### 4.2 Bestandeswerte

Der prinzipielle Unterschied zwischen der Messung im belaubten und im unbelaubten Zustand wirkt sich natürlich auch auf die Variation der von jedem Aufnehmer gemessenen Bestandes-Kronengrundfläche aus. Der Schwankungsbereich reicht – wie aus Tabelle 3 zu ersehen ist – im belaubten Zustand von 1716,1 qm (79 % des „wahren“ Wertes) bis 2463,8 qm (113 %). Im unbelaubten Zustand dagegen streuen die Werte zwischen 1885,0 qm (86 %) und 3530,2 qm (162 %). Derart ungenau erhobene Meßwerte sind als Eingangsgrößen zur Berechnung von Überschirmungsprozenten oder zur Beurteilung von Leistung und Standraumausnutzung verschiedener Baumarten ungeeignet. Allerdings darf nicht unerwähnt bleiben, daß die Hälfte der Meßpersonen dem „wahren“ Wert bis auf sechs Prozent nahekam. Dies gilt jedoch nur für die aufsummierte Kronengrundfläche des Bestandes. Für die Einzelbäume konnte durch die Hochblick-

Tabelle 3: Variation der Bestandes-Kronengrundfläche bei den Hochblick-Messungen im belaubten und unbelaubten Zustand

Bestandes-KRG der 32-R-Dachlot-Messung: 2186,1 qm („wahrer“ Wert)					
Aufnahme Sommer 1982 belaubt (12 Meßpersonen)			Aufnahme Herbst 1982 unbelaubt (18 Meßpersonen)		
Meßperson	KRG in qm	% des „wahren“ Wertes	Meßperson	KRG in qm	% des „wahren“ Wertes
1	1716,1	79	1	1885,0	86
2	1849,4	85	2	1949,9	89
3	1926,0	88	3	2057,3	94
4	1939,1	89	4	2059,3	94
5	2017,8	92	5	2166,4	99
6	2087,7	96	6	2267,6	104
7	2245,1	103	7	2295,2	105
8	2273,5	104	8	2319,9	106
9	2288,5	105	9	2322,8	106
10	2339,4	107	10	2371,9	109
11	2376,3	109	11	2378,5	109
12	2463,8	113	12	2496,5	114
			13	2598,7	119
			14	2675,8	122
			15	2715,3	124
			16	2753,4	126
			17	2960,3	135
			18	3530,2	162

Messungen bei keinem Aufnehmer ein insgesamt befriedigendes Resultat erzielt werden.

#### 4.3 Ermittlung des Winkelfehlers bei der Hochblick-Messung

Weichen die Ablotungen mehrerer Aufnehmer vom „wahren“ Wert ab, so müssen bei den Meßpersonen zwangsläufig unterschiedliche Auffassungen über die Position des Kronenrandes und dessen Projektion bestehen. Bei den Messungen haben die Aufnahmepersonen also keine senkrechte Projektion (einen 90-Grad-Winkel), sondern eine mehr oder weniger schräge Projektion mit einem entsprechenden Winkelfehler abgelotet. Der Winkelfehler läßt sich leicht errechnen, wenn man die Kronenansatzhöhe, den „wahren“ Wert des Kronenradius und den dazugehörigen Meßwert kennt. Unter dem Winkelfehler ist dann die Abweichung von der senkrechten Ablotung (90-Grad-Winkel) in Grad zu verstehen. Bei der Bestimmung der Winkelfehler wurden aus naheliegenden Gründen (vgl. Abschn. 4.1) nur die Messungen im unbelaubten Zustand untersucht, bei der jeder Punkt im Kronenraum einwandfrei zu erkennen war. Mit Werten zwischen 1.1 und 4.5 Grad scheinen die Winkelfehler der einzelnen Meßpersonen nicht allzu hoch zu liegen. Ein einfaches Rechenexempel verdeutlicht jedoch die Auswirkungen dieser, absolut gesehen recht kleinen Fehlergrößen auf die Berechnung der Kronengrundfläche: Für einen Baum mit einem mittleren Kronenradius von 4 m, einer Kronenansatzhöhe von 15 m und einer tatsächlichen Kronengrundfläche (KRG<sub>at</sub>) von 50,2 qm errechnen sich für einen Winkelfehler von einem bzw. fünf Grad folgende kleinste (KRG<sub>min</sub>) und größte (KRG<sub>max</sub>) Kronengrundflächen:

Winkel- fehler	R <sub>min</sub> in m	R <sub>max</sub> in m	KRG <sub>min</sub>		KRG <sub>max</sub>	
			in qm	in % KRG <sub>at</sub>	in qm	in % KRG <sub>at</sub>
1 Grad	3.74	4.26	43.9	88	57.0	114
5 Grad	2.69	5.31	22.7	45	88.6	177

Ändert man die angenommene Kronenansatzhöhe des Baumes von 15 m auf 7,5 m oder 22,5 m, so ergeben sich bei Vorgabe der Winkelfehler von einem bzw. fünf Grad in Abhängigkeit von der Kronenansatzhöhe stark abweichende Werte für die Kronengrundfläche:

Winkel- fehler	Kronen- ansatz in m	Rmin in m	Rmax in m	KRGmin		KRGmax	
				in qm	in % KRGtat	in qm	in % KRGtat
1 Grad	7.5	3.87	4.13	47.1	94	53.6	107
	22.5	3.61	4.39	40.9	81	60.6	121
5 Grad	7.5	3.35	4.65	35.3	70	67.9	135
	22.5	2.04	5.96	13.1	26	111.6	222

Der Fehler der errechneten Kronengrundfläche wird also bei gleichem Winkelfehler und gleichem mittleren Kronenradius um so größer, je höher der Kronenansatz ist. Befinden sich nun die Kronenansätze innerhalb eines Bestandes in sehr unterschiedlichen Höhen (Abb. 1 und 2), so führt dies zu einer bedeutenden Verzerrung der Werte zwischen den einzelnen Bäumen. Das heißt, daß bei gleichen positiven (negativen) Winkelfehlern die Kronengrundflächen großer Bäume mit entsprechend hohen Kronenansätzen stärker überschätzt (unterschätzt) werden als die Grundflächen niedrigerer Bäume und damit auch die Effektivität der Standraumausnutzung im Sozialgefüge eines Bestandes falsch interpretiert wird.



Abb. 1: Eiche in Bildmitte mit exzentrischer Krone und hohem Kronenansatz: Winkelfehler bei der Hochblick-Messung ziemlich bedeutend.



Abb. 2: Eiche in Bildmitte mit gleichmäßiger Krone und niedrigem Kronenansatz: Winkelfehler bei der Hochblick-Messung relativ gering.

#### 4.4 Personenspezifische Abweichungen

Der Winkelfehler allein ermöglicht noch keine Angabe darüber, ob die Abweichungen für einen Aufnehmer systematisch zu kleine oder zu große Kronengrundflächenwerte liefern, oder ob sich die positiven und die negativen Abweichungen nur zufällig ergeben. Mit Hilfe des Zeichentestes nach WILCOXON (in DIXON, 1977) lassen sich derartige, einseitig gerichtete Meßfehler leicht feststellen.

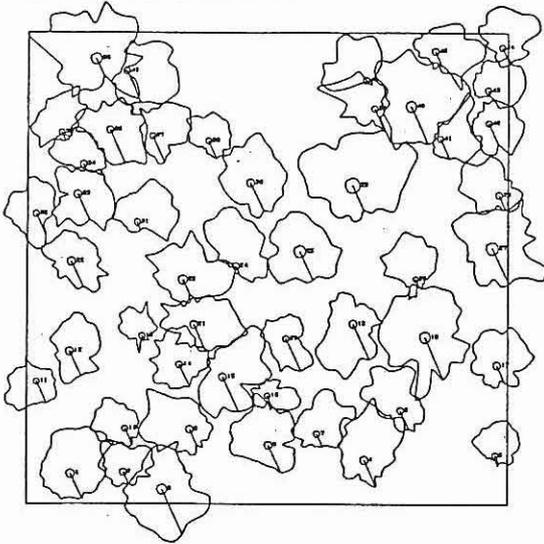
Interessanterweise waren nur bei der Aufnahme im unbelaubten Zustand für den Großteil (72 Prozent) der Meßpersonen systematische, statistisch signifikante Fehler nachweisbar. Von insgesamt 18 Aufnehmern loteten drei regelmäßig zu geringe Kronenradien ab, zehn Aufnehmer ermittelten jeweils zu große Kronenradien. Bei den fünf Personen, bei denen kein einseitig gerichteter Fehler gefunden wurde, streuen die Werte für die Kronengrundflächen dann auch nur wenig um den „wahren“ Wert, d. h. diese Aufnehmer loteten die Kronenradien aller Bäume mit relativ geringen, teils positiv, teils negativ gerichteten Fehlern ab. Bei der Ablotung im belaubten Zustand ergeben sich nur in drei von zwölf Fällen (d. h. bei 25 Prozent der Meßpersonen) statistisch nachweisbare Einseitigkeiten in der Abweichung. Das im Vergleich zur Aufnahme im unbelaubten Zustand relativ seltene Auftreten systematischer Fehlergrößen läßt sich hier durch die besondere Schwierigkeiten bei der Ansprache der teilweise überdeckten Kronenbereiche erklären (vgl. Abschn. 4.1).

Abbildung 3 veranschaulicht die Ergebnisse der Kronenradienablotung des Untersuchungsbestandes im unbelaubten Zustand beispielhaft für zwei Meßpersonen. Die beigefügte „wahre“ Kronenkarte (32-Radien-Dachlot-Messung nach HUBER, obere Darstellung) gestattet den Vergleich mit den tatsächlich herrschenden Verhältnissen und verdeutlicht, daß die Ablotungen der beiden Meßpersonen die spezifischen Konkurrenzsituationen der Einzelbäume nur völlig unzureichend wiedergeben. Meßperson 1 lotete bei fast allen Bäumen zu kleine Kronenradien ab. Die Kronenkarte (mittlere Darstellung) vermittelt deswegen den Eindruck eines relativ geringen Gesamtüberschirmungsprozentes. Meßperson 2 dagegen lotete jeweils zu große Kronenradien ab. Die Kronenkarte (untere Darstellung) täuscht starken Konkurrenzdruck und damit die Dringlichkeit einer Pflegemaßnahme vor, um den für Eiche wichtigen Kronenfreiraum wiederherzustellen.

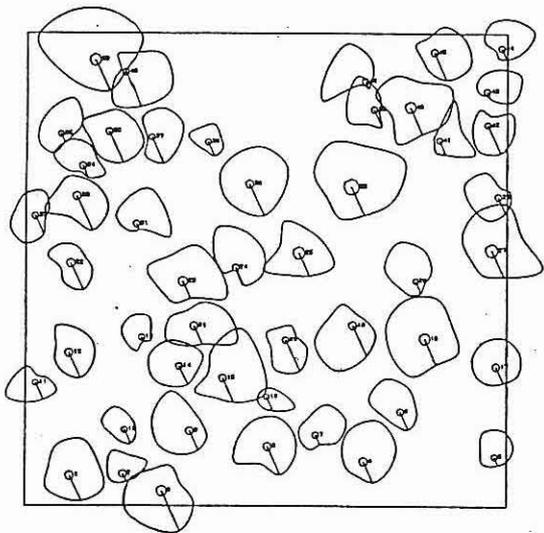
#### 5. Diskussion der Ergebnisse

Die starken Variationen der Bestandes- wie auch der Einzelbaum-Kronengrundflächen bei der Ablotung mit der Hochblick-Methode lassen dieses Verfahren für eine ausreichend exakte Herleitung der Kronengrundflächen als nicht geeignet erscheinen. Genaue Vergleichsdaten, wie sie vor allem zur Einschätzung von Kronenreaktionen auf Eingriffe in die Bestandesstruktur oder zum Nachweis von Kronenreaktionen auf veränderte Umwelteinflüsse notwendig sind, erfordern mehrere Aufnahmen desselben Objektes über längere Beobachtungsperioden hinweg. Will man etwa den Zeitraum bis zum Erreichen des vollen Kronenschlusses nach einer starken Hochdurchforstung ermitteln und fertigt deswegen von dem Untersuchungsbestand eine Kronenkarte an, so kommt man je nach subjektiver Anschätzung durch den Aufnehmer zu völlig unterschiedlichen Ergebnissen: Lotet z. B. die mit der Erstaufnahme unmittelbar nach dem Durchforstungseingriff betraute Meßperson systematisch die Kronenradien ab, der Zweitaufnehmer jedoch regelmäßig zu große Werte, so wird man fälschlicherweise auf eine sehr starke Kronenreaktion schließen. Vertauscht man in dem Beispiel den Erst- und Zweitaufnehmer, so wird man zur gegenteiligen Aussage, also zur Feststellung einer äußerst langsamen Kronenreaktion kommen. Deswegen kann für derartige Fragestellungen nur das objektive, jederzeit nachvollziehbare und von personenspezifischen Einflüssen weitgehend freie Dachlot-Meßverfahren angewandt werden. Der Einsatz des Hochblick-Verfahrens sollte aufgrund der festgestellten Fehlerquellen auf einmalig zu erhebende Daten mit geringeren Ansprüchen an die Mindestgenauigkeit beschränkt bleiben.

32-R-Kronenkarte nach HUBER



8-R-Kronenkarte, Messperson 1



8-R-Kronenkarte, Messperson 2

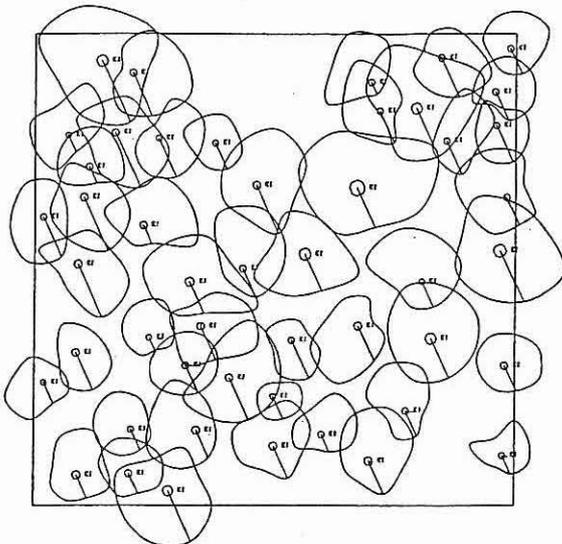


Abb. 3: Kronenkarten des Untersuchungsbestandes  
Darstellung oben: 32-Radien-Kronenkarte nach HUBER  
Darstellung Mitte: 8-Radien-Kronenkarte, Meßperson 1  
Darstellung unten: 8-Radien-Kronenkarte, Meßperson 2.

## 6. Zusammenfassung

In der vorliegenden Untersuchung wird die Genauigkeit von zwei Meßverfahren (Dachlot- und Hochblick-Messung) bei der Ablotung von Kronenradien untersucht. Die Erhebungen wurden in einem zweischichtig aufgebauten Stieleichen-Hainbuchen-Mischbestand an den 48 Eichen des Oberstandes im unbelaubten Zustand sowie bei voller Belaubung durchgeführt. Je Baum wurden acht Kronenradien abgelotet. Der „wahre“ Wert für die Einzelbaum-Kronengrundflächen ergab sich aus den Untersuchungen von HUBER (1981).

Die Hochblick-Messungen gestatten keine ausreichend genaue Ermittlung der Kronengrundflächen. Die Variationskoeffizienten für die Grundflächen der Einzelbäume liegen fast durchwegs bei Werten zwischen 50 und 100 Prozent. Dadurch kommt es zu bedeutenden Verzerrungen bei der Bestimmung der Effektivität der Standraumausnutzung einzelner Bestandesglieder. Auffallend ist allerdings, daß die im belaubten Zustand gemessenen Werte weniger streuen als die im unbelaubten Zustand erhobenen Daten. Diese Zusammenhänge gelten für die Bestandeswerte in analoger Weise.

Mit Hilfe des Zeichentestes nach WILCOXON konnte das Auftreten systematischer Fehler bei den einzelnen Meßpersonen nachgewiesen werden. Allerdings waren solche Fehler nur bei der Aufnahme im unbelaubten Zustand feststellbar.

Angesichts der Bedeutung der Kronengrundfläche für die Beurteilung der Standraumökonomie von Einzelbäumen und der Notwendigkeit einer möglichst exakten Erfassung bei der Analyse von Veränderungen der Kronenmerkmalsstruktur sollte die Anwendung eines zwar zeitaufwendigeren, aber wesentlich genaueren Meßverfahrens selbstverständlich sein. Dabei kann nach den Ergebnissen der vorliegenden Untersuchung nur ein Ablotungsverfahren mit einem optischen Meßgerät, wie z. B. dem Dachlot, empfohlen werden. Der Einsatz des Hochblick-Verfahrens sollte aufgrund der zahlreichen Fehlerquellen auf einmalig zu erhebende Daten mit geringeren Ansprüchen an die Mindestgenauigkeit beschränkt bleiben.

## Verwendete Abkürzungen

Bhd: Brusthöhendurchmesser  
Bkl: soziale Baumklasse nach KRAFT  
Rmin: kleinster gemessener Radius  
Rmax: größter gemessener Radius  
KRG: Kronengrundfläche  
KRGtat: tatsächliche Kronengrundfläche eines Baumes („wahrer Wert“)  
KRGmin: kleinste berechnete Kronengrundfläche eines Baumes  
KRGmax: größte berechnete Kronengrundfläche eines Baumes  
ar. Mitt.: arithmetisches Mittel

## Literatur

AKÇA, A., 1983: Aerophotogrammetrische Messungen der Baumkrone, AFZ 30/1983, S. 772-773. - ASSMANN, E., 1961: Waldertragskunde, BLV Verlagsgesellschaft, München-Bonn-Wien. - DIXON, W. J., 1977: BMDP-77, Biomedical Computer Series, University of California Press, Berkeley and Los Angeles. - HUBER, W., 1981: Vergleichende Untersuchungen zur Ermittlung der Kronenschirmfläche in einem südbayerischen Stieleichen-Hainbuchen-Bestand, Diplomarbeit LMU München, MWW-DA 27. - KENNEL, R., 1966: Soziale Stellung, Nachbarschaft und Zuwachs, Forstw. Cbl., 85. Jahrgang, S. 193-204. - MAYER, R., 1958: Kronengröße und Zuwachsleistung der Traubeneiche auf süddeutschen Standorten, AFZ, 129. Jahrgang, S. 105-114, 151-163, 191-201. - PREUHSLER, T., 1979: Ertragskundliche Merkmale oberbayerischer Bergmischwald-Verjüngungsbestände auf kalkalpinen Standorten im Forstamt Kreuth, erschienen als Heft 45 der Forschungsberichte der Forstlichen Forschungsanstalt München. - RÖHLE, H., 1982: Struktur und Wachstum von Stieleichen-Mischbeständen auf grundwasserbeeinflussten Standorten in den Auwaldgebieten Südbayerns., erschienen als Heft 52 der Forstlichen Forschungsberichte München. - RÖHLE, H., 1983: Untersuchungen über die Genauigkeit der Ablotung von Kronenradien und der Berechnung von Kronengrundflächen, Deutscher Verband Forstlicher Forschungsanstalten, Sektion Ertragskunde, Tagungsbericht 1983, S. 2/1-2/25. - RÖHLE, H., HUBER, W., 1985: Untersuchungen zur Methode der Ablotung von Kronenradien und der Berechnung von Kronengrundflächen, Forstarchiv, 56. Jahrgang (1985), Heft 6, S. 238-243.

Verfasser: Dr. Heinz RÖHLE, Lehrstuhl für Waldwachstumskunde, Universität München, Amalienstraße 52, 8000 München 40.