

SUOMEN METSÄTIETEELLINEN SEURA. — FINSKA FORSTSAMFUNDET.

ACTA
FORESTALIA FENNICA

8.

ARBEITEN
DER
FORSTWISSENSCHAFTLICHEN GESELLSCHAFT
IN
FINNLAND.

HELSINGFORSIAE 1918.

SUOMEN METSÄTIETEELLINEN SEURA — FINSKA FORSTSAMFUNDET.

ACTA
FORESTALIA FENNICA

8.

ARBEITEN
DER
FORSTWISSENSCHAFTLICHEN GESELLSCHAFT
IN
FINNLAND

HELSINGFORSIAE 1919

Acta forestalia fennica 8.

1. **Bonsdorff, A.**, Studien über die Sturmrichtungen in Finnland 1—105
2. **Bonsdorff, A. J.**, Beiträge zur Kenntnis der Sturmschäden in Finnland 1—55
3. **Heikinheimo, Olli**, Metsänhävityksen ja polton vaikutuksesta metsämaahan . 1—28

STUDIEN
ÜBER DIE
STURMRICHTUNGEN
IN FINNLAND

VON
A. J. BONSDORFF

HELSINKI, 1917

Vorwort.

Vorliegende Untersuchung über die Sturmrichtungen in Finnland stützt sich auf Beobachtungen der Meteorologischen Zentralanstalt, die in verschiedenen Gegenden des Landes an den meteorologischen Beobachtungsstationen gemacht worden sind.

Es sei mir hier gestattet, dem Herrn Professor Dr. A. K. CAJANDER, welcher mir die Anregung zu dieser Untersuchung gegeben hat, für die Ratschläge, die ich von ihm auch bei der Ausführung der Arbeit erhalten habe, meinen besten Dank auszusprechen. Dem Direktor der Meteorologischen Zentralanstalt, Herrn Professor Dr. G. MELANDER, welcher das meteorologische Beobachtungsmaterial wohlwollend zu meiner Verfügung gestellt und mir im Laufe der Arbeit viele wertvolle Ratschläge erteilt hat, erlaube ich mir meine tiefgefühlte Dankbarkeit zu bezeugen. Ferner ist es mir eine angenehme Pflicht, dem Assistenten der Meteorologischen Zentralanstalt, Herrn Dr. Osc. V. JOHANSSON, für seine wertvollen Ratschläge in bezug auf die Behandlung des Materials und für viele Mitteilungen zur Beleuchtung der Ortsverhältnisse, welches alles in hohem Grade die zweckmässige Ausführung meiner Arbeit erleichtert hat, hier meinen herzlichsten Dank auszusprechen. Dem Herrn Assistenten der Meteorologischen Zentralanstalt, Dr. W. W. KORHONEN, bin ich für wichtige Mitteilungen, die Schneeverhältnisse in Finnland betreffend, zu Dank verpflichtet.

Helsinki, Januar 1916.

A. J. Bonsdorff.

Einleitung.

In Finnland sind die Verwüstungen, welche der Sturm in den Wäldern angerichtet hat, bisher wenig beobachtet worden und von eigentlichen Vorbeugungsmassnahmen ist kaum die Rede gewesen. Deshalb ist auch der Umfang der Sturmschäden selbst in Gegenden, wo für den Wald gefährliche Stürme selten vorkommen, unverhältnismässig gross.

Die grösste Sturmgefahr besteht selbstverständlich in solchen Wäldern, welche schlagweise bewirtschaftet werden. Auf den zahlreichen Amtsgütern des Staates, wo Schirm- bzw. Kahlschlag hauptsächlich betrieben wird, habe ich bei den Wirtschaftsrevisionen recht häufig Gelegenheit gehabt wahrzunehmen, in wie hohem Grade diese Wälder oft sehr bedeutenden Sturmschäden ausgesetzt sind. Auch in den Staatsforsten, wo meistens Plänterbetrieb zur Anwendung gekommen ist, und wo die Sturmgefahr also im allgemeinen nicht so gross ist wie in den Wäldern der vorerwähnten Amtsgüter, sind die Sturmwirkungen, wie die Forststatistik deutlich darlegt, dennoch recht bedeutend.

Die Sturmgefahr ist in unseren Wäldern deshalb oft vergrössert, weil in vielen Fällen bei der Aufstellung der Wirtschaftspläne für die Forste keine vorhergehenden Lichtungs- und Vorbereitungshiebe ausgeführt worden sind, so dass die auf einer abgetriebenen Fläche einzeln stehenden Samenbäume sich gar nicht dazu entwickelt haben, den Stürmen Widerstand zu bieten, wobei der jeden einzelnen Baum treffende Winddruck mit der Vergrösserung der Hiebsfläche bedeutend zunimmt. Es ist ohne weiteres ersichtlich, dass bei einer solchen Anordnung den Winden freier Spielraum gelassen wird.

Äusserst wichtig ist auch die physiologische Bedeutung des Windes für die Samenbäume. Auf ausgedehnten Hiebsflächen, namentlich wenn sie sich auf hochgelegenen, dem Winde ausgesetzten Stellen befinden, bewirken die Winde das Verdorren der Bäume¹⁾, insbesondere der Fichten. Je windiger der Platz ist, um so stärker wird die Verdunstung der Bäume. Auf meinen Amtsreisen habe ich oft bemerkt, dass die Fichten-Samenbäume besonders auf windigen, grossen Hiebsflächen Anzeichen des Verdorrrens zeigen.

Nächst dem Waldfeuer kann man den Sturm mit Fug den gefährlichsten Feind der Wälder nennen, wenn man die vielfachen Schäden in Betracht zieht, die er ihnen bringt. Unsere Wälder verlangen sicher eine viel intensivere Pflege, wenn man die von den Naturkräften verursachten Störungen auf ein Minimum zu vermindern wünscht. Allerdings vermag nicht einmal eine allseitig vorzügliche Forstwirtschaft die Wälder vor den stärksten Orkanen zu schützen; das hebt aber keinesfalls die Tatsache auf, dass die vorherrschende Wirkung der Stürme durch eine entwickelte und den Ortsverhältnissen angepasste Betriebsweise bedeutend reduziert werden kann.

Vom Standpunkte der Forstwirtschaft wäre es äusserst wichtig zu wissen, welche die wichtigsten Sturmrichtungen in verschiedenen Landesteilen sind. Auf der Grundlage zuverlässiger meteorologischer Angaben könnte man in manchen Fällen in der forstwirtschaftlichen Hiebsregelung die vorherrschenden Sturmrichtungen berücksichtigen.

Im Hinblick auf die grosse Bedeutung, welche die Kenntnis der Sturmrichtungen für die Forstwirtschaft besitzt, habe ich, auf ein meteorologisches Material gestützt, näher untersuchen wollen, welche Sturmrichtungen für die Wälder Finnlands am gefährlichsten sind und deshalb bei der Aufstellung der Hiebspläne in erster Linie berücksichtigt werden müssen.

¹⁾ So wird z. B. aus dem Forstrevier Loppi mitgeteilt, dass der Sturm vom 13. August 1911 das Blauwerden und Verdorren des Kiefernwaldes bewirkte, so dass von gewissen Waldbeständen 1676 St. Sägebäume und 3,512 St. Derbholz gezeichnet werden mussten.

Aus dem Forstrevier Wiitasaari wird weiter mitgeteilt, dass ein Sturm im Jahre 1912 das Verdorren der Fichtenbestände auf grossen Gebieten bewirkte.

Ehe ich die Frage von den für unsere Wälder gefährlichsten Sturmrichtungen näher erörtere, will ich zuerst einen Blick auf die Hauptrichtungen werfen, aus welchen die Winde und insbesondere die stärksten Stürme in verschiedenen Gegenden Europas am häufigsten wehen. Die folgende Tabelle¹⁾ gibt eine Übersicht der Windrichtung in West- und Zentraleuropa. Wir finden dort die Prozentzahlen aller im jahreszeitlichen Mittelwert erscheinenden Winde ausgerechnet.

	Winter								Sommer							
	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW
Südschweden	12	10	11	9	14	20	13	11	11	8	9	9	16	17	18	14
Stykksholm, Island	2	18	24	14	11	13	6	1	4	18	26	12	11	11	9	9
Färöer und Shetland- Inseln	11	10	6	12	13	24	15	10	11	11	7	10	10	23	19	10
Greenwich	11	11	6	6	12	33	12	8	10	13	5	6	9	36	14	7
Brüssel	3	7	9	7	16	36	15	7	10	9	7	5	9	27	20	13
Paris	10	11	7	10	17	19	16	10	11	10	5	5	11	21	24	13
SW-Frankreich	9	12	14	11	13	17	13	10	9	10	8	5	5	15	27	21
Ostfrankreich 45° — 46° n. Br.	32	5	4	5	24	9	8	13	34	4	3	3	20	10	11	14
W- und N-Schweiz	13	13	5	5	10	32	16	6	23	15	7	4	11	16	13	11
Bayern	6	8	9	15	8	18	23	12	7	7	6	9	6	14	20	22
NW-Deutschland	2	7	13	15	4	28	19	12	3	7	6	10	3	24	23	23
Ebene von Mittel- deutschland	5	8	9	11	14	24	18	9	9	8	7	6	9	20	23	17
Norddeutschland	5	8	13	15	14	17	17	11	10	10	9	9	8	13	23	20
Prag und S-Mähren	11	9	7	14	10	15	18	16	15	13	7	8	9	10	18	20
Obirgipfel	21	12	5	3	7	18	16	19	13	12	4	11	9	28	12	12

Aus obenstehender Tabelle geht hervor, dass im nördlichen Zentraleuropa im Sommer eine etwas nördlichere Richtung der Winde als im Winter bemerkbar ist. In allen Teilen des betrachteten Gebiets zeigen die Frühlingsmonate, namentlich der April und Mai, eine nördlichere Windrichtung als die anderen Monate, weil zu dieser Zeit, namentlich im Mai, der Luftdruck nach N am langsamsten abnimmt, und weil Nord-

¹⁾ A. WOEIKOF: Die Klimate der Erde, II. Jena 1887.

und Nordwesteuropa den höchsten Luftdruck im Jahre haben, während im Süden häufige Depressionszentra vorüberziehen. Um einen gewissen Überblick über die Luftbewegung in den verschiedenen Teilen Deutschlands zu gewinnen, wird die folgende Tabelle ¹⁾ zusammengestellt, welche die Windrichtungen in Prozenten wiedergibt und sich auf langjährige, durchschnittlich etwa 20jährige Beobachtungen stützt.

Windgebiete.	Prozente								NEu.NW		Eu.W	
	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW	N inkl.	S inkl.		
1. Norddeutschland (vom nordwestl. Mitteleuropa zu trennen, da hier im Sommer, trotz sonst vorherrschender SW-Winde, die Summe der nördlichen die der südlichen übertrifft).												
Westl. und südl. Holland u. Rheinprovinz								38		62		
Nordholland u.												
NW-Deutschland	6.5	8.4	10.9	10.9	11.0	22.1	17.7	12.4	27.4	72.6		
Norddeutsches												
Übergangsgebiet	7.1	9.1	10.1	8.4	11.0	21.4	19.6	13.3	29.5	70.5		
Norddeutschland	9.4	8.4	9.5	10.3	12.6	14.7	20.0	15.1	32.9	67.1		
2. Süddeutschland.												
Mittel- und Oberrhein	7.1	18.4	10.2	7.2	12.5	27.1	10.2	7.3	32.8	67.1		
Württemberg und												
Bayern	4.5	13.3	10.4	9.7	4.5	26.4	22.0	9.2	27.0	73.0		

Aus dieser Zusammenstellung geht deutlich das starke Vorherrschen der südlichen Winde gegenüber den nördlichen hervor.

Hier folgt eine Tabelle über die Windrichtungen ²⁾ im Winter und Sommer in Nord- und Zentralrussland und Finnland.

¹⁾ Vgl. C. WAGNER: Die Grundlagen der räumlichen Ordnung im Walde, Tübingen 1907, S. 160, und SUPAN: Statistik der unteren Luftströmungen 1881.

²⁾ A. WOËIKOF: Die Klimate der Erde, II, S. 156.

	Winter								Sommer							
	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW
Gouv. Kurland	6	9	12	15	15	20	13	10	15	9	6	6	8	21	18	18
Dorpat	5	9	10	15	14	20	18	8	8	10	9	11	10	19	20	12
Petrograd	4	8	9	19	16	21	17	6	7	17	10	10	8	14	25	9
Åland	8	10	3	11	10	32	9	17	22	5	2	8	16	20	4	23
Inneres von Finnland	10	7	9	15	21	17	10	11	14	8	8	8	18	14	16	13
Archangelsk	6	5	11	18	13	20	21	6	19	13	14	14	8	9	8	15
Gouv. Wologda	7	6	6	13	15	26	13	13	11	12	10	10	10	18	16	14
Gouv. Wjatka	4	6	4	11	13	32	15	14	4	12	12	14	8	22	11	17
Kostroma u. Lehrferme Wologda	6	3	6	15	19	25	16	11	12	11	7	7	9	19	18	17
Moskau und Wladimir	12	6	8	11	18	15	19	12	15	8	8	9	11	15	20	14
Orel und Kursk	5	10	8	27	8	17	9	15	8	12	6	16	6	21	10	21
Charkow, Poltawa, Woltschansk	5	12	22	8	9	14	18	12	8	10	15	7	6	15	24	16

Bis zum 55.° n. Br. ist also in Russland die Windrichtung fast dieselbe wie in den westlichsten Teilen Europas (vgl. die Windrichtungstabelle S. 7), es herrschen nämlich auch dort die Westwinde vor. Wie im westlichsten Europa sind auch in Russland im Winter SW-Winde, im Sommer W- und NW-Winde vorherrschend; im Inneren Finnlands ist eine ähnliche Differenz weniger bemerkbar.

Die Schwankungen der Windrichtung sind in Finnland recht gross, was auf den dichten Veränderungen des Luftdrucks beruht. So schwankt der Luftdruck hierzulande durchschnittlich etwa 5 mm pro Tag (im Winter doppelt so viel wie im Sommer), und es gibt etwa 40 Tage im Jahre, wo diese Schwankung grösser ist als 10 mm. Gewöhnlich schwankt der Luftdruck im Laufe der Wintermonate etwa 40 mm.¹⁾

Ich füge hier eine Tabelle bei, die nach 25jährigen Beobachtungen in Helsinki (Helsingfors), Tampere (Tammerfors) und Oulu (Uleåborg) zusammengestellt ist:²⁾

¹⁾ Osc. V. JOHANSSON, in Oma maa IV, S. 829.

²⁾ " " " Op. cit.

	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW	Prozent
Winter .	12	9	11	13	17	15	13	10	
Sommer	12	9	12	10	12	18	14	13	"
Jahr . .	12	9	12	12	15	16	14	10	"

Wie ersichtlich, besteht kein grosser Unterschied zwischen den mitgeteilten Prozentzahlen. Doch kommen SW- oder S-Winde ungefähr doppelt so häufig vor wie die relativ seltenen NE-Winde.

Die vorstehenden Tabellen umfassen alle Winde, sowohl die schwachen als die stürmischen. Über die stürmischen Winde liegen auch aus den meisten Ländern Europas örtliche Untersuchungen vor. Ich füge nachstehend einen Auszug bei aus der Untersuchung KÖPPENS „Von der vorherrschenden Sturmrichtung in Mitteleuropa“. ¹⁾

Nach KÖPPEN enthält die folgende Zusammenstellung alle Berichte über Winde von der Stärke 8 Beauf. und darüber, welche an der Seewarte in den täglichen Depeschen der letzten 12 Jahre, 1876—1887, eingelaufen sind von den Orten Krefeld, Münster, Kassel, Hannover, Magdeburg, Leipzig—Chemnitz, Berlin, Grünberg und Breslau. Da an manchen dieser Orte nur während eines Teils dieser Zeit Beobachtungen gemacht wurden, so können die Zahlen nur als Relativwerte benutzt werden, unter sich sind sie jedoch genügend vergleichbar. Zur Zusammenstellung wurden die Listen der stürmischen Winde in der monatlichen Publikation der Seewarte benutzt; nur für die Jahre 1878 und 1879, wo diese Listen grösstenteils fehlen, wurden die stürmischen Winde direkt nach den täglichen Wetterberichten desselben Instituts ausgerechnet.

So ergab sich die umstehende Tabelle der Winde von 8—12 Beaufort. Wie aus ihr ersichtlich, weht der vorherrschende Sturmwind während aller Jahreszeiten aus W. Namentlich im Winter und danach im Herbst sind Westwinde häufiger als im Frühling und Sommer. Im Sommer gibt es am wenigsten Westwind. Wir ersehen ferner, dass die Zahl der Stürme im Winter am grössten, im Sommer am kleinsten ist.

¹⁾ Meteorologische Zeitschrift 1889, März, S. 114.

		N	NE	E	SE	S	SW	W	NW	Summe
Auf 8 Richtungen red.	Winter	6	4 ½	4	2	17	54	77 ½	33	198
	Frühling	9	6	9 ½	6	13	25 ½	43 ½	34 ½	147
	Sommer	1	0	1	½	6 ½	16 ½	25	15 ½	66
	Herbst	2	0	5	2 ½	14 ½	28	44 ½	6 ½	103
	Jahr	18	10 ½	19 ½	11	51	124	190 ½	89 ½	514
In 0/00 der Gesamtzahl	Winter	12	9	8	4	33	105	150	64	385
	Frühling	17	12	18	12	25	50	85	67	286
	Sommer	2	0	2	1	13	32	49	30	129
	Herbst	4	0	10	5	28	52	87	13	200
	Jahr	35	21	38	22	99	240	371	174	1,000

VON NASACKIN hat die Häufigkeit der Stürme an vielen Leuchttürmen und Küstenstationen der Ostsee studiert. Seine Untersuchung umfasst u. a. einige finnische Stationen. Die Sturmnormen werden an den einzelnen Stationen auf der Grundlage der Schiffbruchstatistik bestimmt. In der nachstehenden Tabelle ¹⁾ sind nur die finnischen Stationen berücksichtigt worden.

Verteilung der Stürme nach den Himmelsrichtungen und die Resultanten derselben.

Stationen	Gesamtzahl der Stürme	Zahl der Stürme								Sturm-Resultante		Allgemeine Wind-Resultante	
		N	NE	E	SE	S	SW	W	NW	q	R	q	R
Leuchtturm Säbbskär	221	44.5	13.0	0.5	2.0	17.5	57.0	36.5	50.0	N 73° W 48°	—	—	—
„ Sälskär	170	37.0	30.0	6.0	7.5	17.0	16.5	18.5	37.5	N 26° W 33°	S 66° W 14°	—	—
„ Märket	97	23.5	16.5	3.0	2.5	14.5	17.0	12.5	7.5	N 47° W 19°	—	—	—
„ Utö	381	61.5	15.5	15.0	21.5	72.5	116.0	37.5	41.5	S 58° W 33°	—	—	—
„ Hanko	480	39.0	18.5	50.0	24.5	119.0	63.5	107.5	58.0	S 52° W 30°	S 60° W 13°	—	—
Stadt Hanko	337	6.0	12.0	12.0	20.5	115.0	102.0	44.5	25.0	S 30° W 58°	—	—	—
Leuchtturm Söderskär	297	9.0	32.0	15.0	13.0	83.0	90.0	42.0	13.0	S 31° W 45°	S 40° W 14°	—	—

* * *

¹⁾ BERNHARD VON NASACKIN: Die Stürme der Ostsee. Repertorium für Meteorologie, Bd. XIV, N:o 2. St. Petersburg 1890.

Die Anzahl der Stürme ist bekanntlich recht gering, wenn man die im Jahresmittel vorkommenden Häufigkeitszahlen aller Winde in Betracht zieht. Die nachstehende Tabelle ¹⁾ legt dieses dar.

Häufigkeit verschiedener Windstärken zu Keitum (5 Jahre)
Windstärke Beaufort.

Stärke geschätzt	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Mittel
Häufigkeit in Prozenten .	3.0	21.8	20.7	23.5	15.3	9.3	3.8	1.8	0.6	0.2	2.8

¹⁾ J. v. HANN: Lehrbuch der Meteorologie. Leipzig 1915, S. 388.

Exposition der Beobachtungsstationen.

Bis zum Jahre 1880, dieses einbegriffen, sind die meisten meteorologischen Beobachtungen in Finnland von der Finnischen Gesellschaft der Wissenschaften organisiert, gesammelt und zum grossen Teil veröffentlicht worden. Die wichtigste ihrer unter dem Titel „Observations météorologiques publiées par la Société des Sciences de Finlande“ in 8 Bänden erschienenen Publikationen enthält Beobachtungen über die Lufttemperatur, den Luftdruck und zum Teil auch über die Feuchtigkeit der Luft; Windmessungen liegen aber bis zum Jahre 1880 nicht vor, abgesehen von einigen wenigen Stationen, deren Mitteilungen jedoch meistens unsicher und unanwendbar sind, wie z. B. die Messungen in Helsinki während der Jahre 1844—1880, weil die Reduktion der Angaben des alten Anemometers auf absolute Masse noch nicht bekannt war.

Im Beginn der 80er Jahre gab es nur sehr wenig Stationen, an denen Windmessungen eingeleitet wurden. Auch scheinen diese Messungen, nach allem zu schliessen, noch verhältnismässig ungenau gewesen zu sein, ausgenommen in Helsinki, aus welchem Orte seit 1884 zuverlässige Beobachtungen vorliegen. Schon 1885 hat sich die Anzahl der Stationen bedeutend vermehrt, obschon die Windmessungen noch grosse Schwankungen zeigen.

Meine Untersuchung stützt sich auf eine Reihe meteorologischer Beobachtungen, welche die Meteorologische Zentralanstalt der Finnischen Gesellschaft der Wissenschaften 1881—1900 unter dem Titel

„Observations météorologiques publiées par l'Institut Météorologique Central“ und seit 1901 unter dem Namen „Meteorologisches Jahrbuch für Finnland“ herausgegeben hat.

Um ein möglichst genaues Bild von den Richtungen und Stärkeverhältnissen der bei uns vorkommenden Sturmwinde zu erhalten, habe ich meteorologische Angaben von allen meteorologischen Stationen in Finnland, aus welchen die zuverlässigsten Beobachtungen vorlagen, einer Untersuchung unterworfen. Diese Stationen, die im Lande zerstreut umherliegen, sind:

Wiipuri (Wiborg), Helsinki (Helsingfors), Hanko (Hangö), Maarianhamina (Mariehamn), Waasa (Wasa), Oulu (Uleåborg), Tampere (Tammerfors), Lauttakylä, Sulkava, Sortavala (Sordavala), Wärtsilä, Kuopio, Kajaani (Kajana), Kuusamo, Sodankylä und Inari (Enare).

Aus der Meteorologischen Zentralanstalt in *Helsinki* liegt die längste Reihe von Windbeobachtungen vor, die selbst für eine längere Zeit sehr zuverlässig erscheinen. Doch zeigen sich die Windbeobachtungen aus den Jahren 1881—1883 zum Teil ungenau und von denjenigen der späteren Jahre abweichend, weshalb sie nicht berücksichtigt worden sind. Seit 1884 legen sie schon eine grössere Präzision dar. Ich habe die Jahre 1884—1911 zum Gegenstande meiner Untersuchung gemacht, so dass die auf Helsinki bezügliche Reihe 28 Jahre umfasst.

Das Beobachtungsmaterial aus *Hanko*, *Maarianhamina*, *Sortavala* und *Kajaani* bezieht sich auf 20 Jahre (1889—1908), aus *Lauttakylä* auf 20 Jahre (1895—1914), aus *Waasa* auf 18 Jahre (1897—1914), aus *Oulu* auf 17 Jahre (1898—1914) und aus *Tampere* auf 18 Jahre (1884—1901).

Die Windbeobachtungen in *Waasa* begannen schon im Jahre 1882. Die Windstärke wurde bis 1897 nach Beauforts Skala gemessen. Seit der Mitte der 90er Jahre fanden dort schon anemometrische Windstärkebestimmungen statt¹⁾, obwohl sie nicht in die meteorolo-

¹⁾ Vgl. OSC. V. JOHANSSON: Über die anemometrischen Windstärkemessungen in Finnland. Öfversikt af Finska Vetenskaps-Societetens Förhandlingar XLVII, 1905—1906, N:o 18.

gischen Jahrbücher aufgenommen wurden. Erst vom Jahre 1897 an stützen sich die veröffentlichten Beobachtungen auf anemometrische Messungen. Die Beobachtungen lassen sich vor 1897 nicht benutzen, weil sie den Anemometermessungen gar nicht vergleichbar sind.

Lauttakylä. Diese vollständige meteorologische Station wurde im September 1893 gegründet. Die Angaben der Windfahne und des Anemometers von Robinson werden im Zimmer, d. h. im Hause des Observators, abgelesen¹⁾. Die Ergebnisse der anemometrischen Windstärkemessungen werden hier erst seit 1895 in Jahrbüchern veröffentlicht, obwohl solche Messungen schon seit dem 20. Sept. 1893 ausgeführt worden sind.

Aus *Lauttakylä* sind seit 1909 die täglichen Windbeobachtungen nicht mehr „in extenso“ veröffentlicht worden, sondern nur in der Form von übersichtlichen Tabellen am Ende der Jahrbücher 1909, 1910 und 1911²⁾, aus welchen die Zahl aller Tage mit starkem Wind (auch Sturm) in den betreffenden Jahren hervorgeht.

Die Windbeobachtungen in *Oulu* beziehen sich auch schon auf eine längere Periode. Bis zum Jahre 1895 wurde hier die Windstärke schätzungsweise bestimmt. Zwar fanden hier schon im Jahre 1898 anemometrische Windstärkemessungen statt, doch waren die Beobachtungen wahrscheinlich keine vollständigen, da sie nicht veröffentlicht worden sind. Im April 1895 wurde ein Anemometer³⁾ aufgestellt, mit dessen Hilfe die Windstärke seither bestimmt worden ist. Die Jahre 1896 und 1897 sind zum Teil unvollständig und nicht homogen, zum Teil wurde die Windstärke während einiger Monate nach Beauforts Skala geschätzt, worauf eine Übertragung der erhaltenen Werte in Meter pro Sekunde stattfand. Erst von 1898 an gibt es regelmässige Beobachtungen, die sich ausschliesslich auf anemometrische Bestimmungen stützen.

¹⁾ Observations météorologiques publiées par l'Institut météorologique central de la Société des Sciences de Finlande 1893—1894. Helsingfors 1905.

²⁾ Bisher die letzte, im Jahre 1914 veröffentlichte Jahrespublikation der Meteorologischen Zentralanstalt.

³⁾ Vgl. Observations météorologiques 1895—1896. Helsingfors 1906.

Die Windbeobachtungen in *Tampere* umfassen auch eine längere Zeitspanne, mit dem Jahre 1881 beginnend. Von 1881 bis 1903 wurde die Windstärke nach Beauforts Skala geschätzt und seit 1884 mit Benutzung eines besonderen Apparats¹⁾ in Metern pro Sekunde. Man hätte hier eine 20jährige Serie zusammenstellen können, falls nicht die Beobachtungen von 1901 an etwas unzuverlässig wären, was von der im Laufe der letzten Jahre immer schlechter werdenden Exposition des Beobachtungsstations abhängt.

Das Material aus *Wiipuri* und *Wärtsilä* bezieht sich auf eine Periode von 14 Jahren; das erstere umfasst die Jahre 1895—1908, das letztere die Jahre 1891—1905. In *Wiipuri* beginnen die Windbeobachtungen im Jahre 1884, zeigen aber bis 1895 grosse Abweichungen und offenbar auch Fehler. So kommt man hier einige Jahre zu so hohen Werten, dass z. B. das Jahr 1888 105 Sturmtage von 7 Beauf. ergibt, was eine reine Unmöglichkeit ist. Seit 1895 scheinen die Beobachtungen viel gleichmässiger und sicherer zu sein.

In *Wärtsilä* begannen die Windbeobachtungen im August 1882. Die Station war zuerst mit einer einfachen Windfahne ausgestattet, und die Windstärke wurde teils in m p. S., teils nach Beaufort geschätzt. Die Beobachtungen aus den Jahren 1882—1886 sind sehr unvollständig; so wurde z. B. die Windstärke mitunter gar nicht vermerkt. Von 1887 bis 1891 wurde die Windstärke nach Beaufort geschätzt. Im Jahre 1892, von welcher Zeit an das Untersuchungsmaterial gesammelt ist, erhielt die Station eine Wildsche Windfahne mit einer Stärketafel. Seit jener Zeit wird die Windstärke regelmässig in m p. S. berechnet. Bei der Inspektion am 30. März und 1. April 1906 wurde die Wildsche Windfahne neu instandgesetzt, und seither finden keine detaillierten Berichte über die Terminbeobachtungen mehr statt. Die Station hat aber nicht mit ihren Beobachtungen aufgehört, sondern arbeitet nach dem alten Programm weiter.²⁾ Die

¹⁾ Die Windstärke wurde in *Tampere* nach dem s. g. Hagemannschen Sauganemometer bestimmt.

²⁾ Meteorologisches Jahrbuch für Finnland, 1906, Bd. VI. Helsingfors 1912.

Monats- und Jahresmittel sind daher auch in der „Übersicht“ des Jahrbuchs abgedruckt.

Das Beobachtungsmaterial von *Kuopio* und *Sulkava* bezieht sich auf eine Periode von 12 Jahren. Das erstere umfasst die Jahre 1897—1908, das letztere die Jahre 1891—1902.

Aus *Kuopio* liegen schon seit dem Oktober 1883 Windbeobachtungen vor. Die Windstärke wurde damals nach Beaufort geschätzt. Von 1884 bis 1897 bestimmte man sie in m p. S. und erst seit 1897 regelmässig nach Beaufort. Da bis zu dem erwähnten Jahre die Windstärkemessungen nicht mit denjenigen aus späterer Zeit vergleichbar gewesen wären, so habe ich jenes ältere Untersuchungsmaterial nicht benutzen können. In *Sulkava* sind tatsächlich seit 1883 Windbeobachtungen gemacht worden. Von 1883 bis zum Mai 1887 hat man auf der Station nur die Windrichtung verzeichnet, während die Windstärke unberücksichtigt blieb. Seit dem Mai 1887 wird die Windstärke nach Beaufort geschätzt. Bis zum Jahre 1891 sind aber die Beobachtungen recht unvollständig; die Windstärke ist mitunter gar nicht verzeichnet, und an manchen Tagen sind überhaupt keine Beobachtungen eingetragen worden. Mit dem Jahre 1891 beginnt eine regelmässige Beobachtung und Eintragung der Windrichtung und -stärke, doch sind gewisse Mangelhaftigkeiten in der Beobachtung auch später noch bemerkbar. Im Jahre 1903 hat wegen der Krankheit und des am Ende des Jahres erfolgten Todes des Beobachters, Grundbesitzer C. Ph. Lindfors¹⁾, die Tätigkeit der Station aufgehört.

Kuusamo. Das Beobachtungsmaterial von *Kuusamo* behandelt die Zeit 1910—1914. Diese Station wurde im Jahre 1908 eingerichtet,²⁾ und die Beobachtungen derselben sind in der Übersicht des Jahrbuchs 1908 gegeben. Die Terminbeobachtungen werden vom Jahre 1909 an „in extenso“ im Jahrbuch mitgeteilt. Leider sind die Beobachtungen des Jahres 1909 auch nicht vollständig, da sie für September sehr mangelhaft sind und für November fehlen. Infolgedessen sind die

¹⁾ Meteorologisches Jahrbuch für Finnland, 1903, Bd. III. Helsingfors 1910.

²⁾ Meteorologisches Jahrbuch für Finnland 1909, Band IX, Teil I. Helsingfors 1912.

Beobachtungsergebnisse erst vom Jahre 1910 an gesammelt worden, seit welchem vollständige Beobachtungen vorliegen.

Sodankylä. Am 14.—21. April 1905 wurde die Beobachtungsstation in Sodankylä eingerichtet.¹⁾ Zugleich wurde eine Wildsche Windfahne mit zwei Stärketafeln aufgestellt.²⁾ Die Beobachtungen hier sind erst in den Monats- und Jahresübersichten des Jahrbuchs 1907 veröffentlicht, wonach tägliche Beobachtungen für dieses Jahr nicht vorliegen, sondern erst für das folgende. Die im Jahre 1906 an dieser Station gemachten Beobachtungen sind wegen ihrer Lücken und Ungleichmässigkeiten nicht veröffentlicht worden. Die Sturmbeobachtungen sind hier für die 5jährige Periode 1908—1912 gesammelt.

Inari. Die Station wurde 1905 in Thule gegründet und dabei mit einer Wildschen Windfahne ausgerüstet.³⁾ Am 1. November wurde die Beobachtungsstation, welche die nördlichste in Finnland ist, in Ordnung gebracht. Seit dem Jahre 1906 liegen hier vollständige tägliche Windbeobachtungen vor. Das Beobachtungsmaterial stützt sich auf einen Zeitraum von 7 Jahren, 1906—1912.

Wie aus Obigem hervorgeht, hören an mehreren Stationen die für die Untersuchung ausgewählten Sturmbeobachtungen mit dem Jahre 1908 auf. Dass die Beobachtungsergebnisse der Stationen Wiipuri, Hanko, Maarianhamina, Sortavala, Kuopio und Kajaani nicht für die späteren Jahre berücksichtigt worden sind, beruht darauf, dass im Jahre 1909 verschiedene neue Instrumente an den erwähnten Stationen aufgestellt wurden. Die Stationen wurden mit Wildschen Windfahnen mit zwei Stärketafeln ausgerüstet, auch wurden die Apparate

¹⁾ In Sodankylä wurden anemometrische Windstärkemessungen schon während der Polarjahre 1882—1884 ausgeführt. Die im erwähnten Jahre unter wissenschaftlicher Leitung ausgeführten anemometrischen Messungen sind veröffentlicht in den Berichten der Polarexpedition: *Exploration internationale des régions polaires 1882—1883 et 1883—1884. Expédition polaire finlandaise. Tome I. Météorologie. Observations faites aux stations de Sodankylä et de Kultala par SELIM LEMSTRÖM et ERNST BEISE.* Helsingfors 1886.

²⁾ Meteorologisches Jahrbuch für Finnland 1905, Band V. Helsingfors 1911.

³⁾ Die schon im Frühjahr 1904 eingerichtete Station *Laanila* in Inari-Lappland ging am 21. Juni ein. Die Apparate der Station wurden in die Wohnung des Forstaufsehers M. W. Waenerberg in *Thule* übergeführt.

zum Teil auf neuen, passenderen Plätzen aufgestellt. Es wäre äusserst schwierig, bisweilen sogar unmöglich gewesen, die Windbeobachtungen an den Stationen von 1909 an mit denjenigen aus der früheren Periode vergleichbar zu machen, weil neue Faktoren die Windbeobachtungen vielfach beeinflusst haben. Diese Faktoren hätten sich nicht ganz eliminieren lassen und infolgedessen wären die Ergebnisse, statt noch grössere Genauigkeit zu gewinnen, vielmehr unsicher geworden.

* * *

Es hat mir grosse Schwierigkeiten bereitet, die Beobachtungen der einzelnen Stationen unter sich möglichst vergleichbar zu machen. Die Windmessungen sind mit verschiedenen Apparaten und nach verschiedenen Skalen ausgeführt, so dass die Windbeobachtungen unter sich nicht direkt vergleichbar sind; weiter ist die Stärke des Windes nach dessen Wirkung auf Bäume u. a. Gegenstände, nach dem Wellenschlage usw. geschätzt worden, so dass die Ergebnisse auf manchen Stationen in hohem Grade von der subjektiven Beurteilungsweise der Beobachter abhängig sind. Namentlich wenn die Beobachter oft gewechselt haben, ist in den Stundenbeobachtungen eine grosse Unregelmässigkeit bemerkbar. An manchen Stationen lässt sich deshalb auch Ungenauigkeit und Fehlerhaftigkeit der Windbeobachtungen wahrnehmen. Auch ist zu bemerken, dass die Lage der Beobachtungsstationen eine sehr verschiedene ist, so dass alle Windrichtungen nicht überall ihre Wirkung ausüben können. Die Einführung neuer Instrumente und Beobachtungsmethoden hat neben dem Wechsel der Beobachter ebenfalls die Ausführung der Beobachtungen in hohem Grade erschwert.

Da die Beobachtungen an den einzelnen Stationen mit sehr verschiedenartigen Apparaten ausgeführt worden sind und die Exposition der Beobachtungsstationen eine sehr verschiedenartige ist, sollen im Folgenden die während der erwähnten Perioden zur Anwendung gekommenen Apparate und die Lage der Stationen kurz erörtert werden.

Wiipuri.

Länge: 28° 47' E v. Gr. Breite: 60° 43' N. Höhe der Windfahne 1895—1900 15 m, 1901—1905 9.2 m, 1906 8.8 m und 1907—1908 8.5 m über dem Erdboden. Die Beobachtungsstation liegt auf einer kleinen Insel, Myllysaari, ganz in der Nähe der Stadt. Die Lage der Station ist verhältnismässig frei, nur einzelne Bäume stehen hier und da. Beobachter: 1895 Herr E. F. Adrian und C. M. Ramström, 1896—1897 Herr Ramström, 1898 Herr Ramström und vom 13. April desselben Jahres Gärtner K. T. Forstén, 1899—1905 Herr Forstén, 1906 Herr Forstén und Buchhalter J. Sipponen und 1907—1908 Herr J. Sipponen.

Die Station wurde am 4.—5. Juni 1909 inspiziert. Der neue Beobachter Herr O. Gardberg wurde eingeübt und eine Wildsche Windfahne mit zwei Stärketafeln statt der früheren mit einer Tabelle aufgestellt.

Helsinki.

Länge: 24° 57' 4" E v. Gr. Breite: 60° 10' 23" N. Die meteorologischen Windbeobachtungen in Helsinki begannen bereits im Jahre 1844, und damals schon wurden die Stundenbeobachtungen mit Hülfe eines Anemometers ausgeführt. Das Anemometer, welches von 1844 bis einschl. 1880 benutzt wurde, war ein solches mit Flügeln, konstruiert¹⁾ vom Mechaniker Wetzler, wahrscheinlich nach der Anleitung von Prof. NERVANDER. Das Anemometer war auf dem Dache des Observatoriums in verhältnismässig freier Lage aufgestellt. Etwa im Jahre 1874 wurde ein ungefähr 20 m hohes Steinhaus S—SW vom Observatorium erbaut. Infolgedessen verschlechterte sich die Lage der Station dermassen, dass die Beobachtungen seither recht unzuverlässig wurden.²⁾ Erst seit dem August 1882 sind die Windbeobachtungen wieder sicherer. Damals wurde ein Robinsonsches Anemometer auf dem Dache des erwähnten hohen Hauses 22.5 m über dem Erdboden angebracht.

Im Juni 1897, als die stündlichen direkten Beobachtungen durch selbstregistrierende Apparate ersetzt wurden, wurde das Anemometer mit einem Registrierapparat von Sprung-Fuess verbunden.

¹⁾ Observations faites à l'observatoire magnétique et météorologique de Helsingfors. Vol. I, section 1, p. III. Helsingfors 1850.

²⁾ Osc. V. JOHANSSON: Ueber die anemometrischen Windstärkemessungen in Finnland. Öfersikt af Finska Vetenskaps-Societetens Förhandlingar XLVII, 1905—1906.

Im Vorworte zu den „Observations météorologiques faites à Helsingfors 1900“¹⁾ teilte Direktor E. BIESE schon mit, dass die Registrierung der Windrichtung im Juli 1900 so verändert wurde, dass man statt der stündlichen, sprungweisen, eine ständige Registrierung einführte. Die Windfahne blieb jedoch unverändert.

Hanko.

Länge: 22° 56' E v. Gr. Breite: 59° 49' N. Höhe der Windfahne 1889—1907 8.6 m und 1908 10.2 m über dem Erdboden. Die meteorologische Station liegt beim Bahnhof, 0.5 Kilometer vom Hafen. Die Windfahne steht auf dem Dache des 7 m hohen Bahnhofs. Beobachter 1889—1907 Stationschef C. Appelgren, 1908 Herr Appelgren und Eisenbeamter W. Finnberg. Die Lage der Station ist im allgemeinen eine günstige, nur in der Richtung ESE war anfangs in geringer Entfernung ein Schornstein, der die Windfahne überragte.²⁾ Bis zum Jahre 1909 besass die Station eine sehr alte schlechte Windfahne, welche in der Werkstatt der Eisenbahn von Hanko verfertigt war. Bei einer im Auftrage der Meteorologischen Zentralanstalt am 17.—18. März ausgeführten Inspektion wurde konstatiert, dass die Windfahne verrostet, aber noch recht beweglich war. Dagegen war die Tafel rostig und gebrochen. Dr. Osc. V. JOHANSSON, welchem die Inspektion oblag, bemerkt, dass man diesem Apparat augenscheinlich keine Bedeutung bei der Schätzung des Windes in Beaufort beigemessen, sondern grösseres Gewicht auf das Gefühl und die allgemeinen Wirkungen gelegt hat.

Maarianhamina.

Länge: 19° 57' E v. Gr. Breite: 60° 6' N. Höhe der Windfahne 7.4 m über dem Erdboden. Beobachter die ganze Zeit Frau Rektor K. M. Kandolin und im Jahre 1908 auch Fräulein A. Rusk. Die Beobachtungen wurden bis zum Jahre 1910 in dem Hause der Frau Kandolin gemacht. Die Station besass bis zum Jahre 1910 nur eine Windfahne ohne Stärketafel. Die Windstärke wurde nach Beauforts Skala geschätzt. Das Gebäude, auf dessen Dach die Wetterfahne sich befand, war verhältnismässig niedrig. Viele Häuser in der Umgebung und der Wald im Norden der Stadt überragten die Windfahne.

¹⁾ Observations publiées par l'Institut Météorologique Central de la Société des Sciences de Finlande. Vol. XIX.

²⁾ Vgl. BERNHARD VON NASACKIN: Die Stürme der Ostsee, Repertorium für Meteorologie, Bd. XIV. St. Petersburg 1890.

Diese bestand aus einer 6 m 88 cm langen hohlen Achse, an deren unterem Ende die Windrose angebracht war, wo die in Farben angegebenen Himmelsgegenden die Richtung der Windfahne darlegten. Ein Berg, der zur Kuranstalt hinaufführt, hemmt ein wenig die Wirkung der NW-Winde. Alle anderen Winde haben freien Zutritt. Am 19.—20. September 1909 wurde eine Wildsche (mit zwei Stärketafeln versehene) Windfahne aufgestellt. Bei der Inspektion, welche Dr. W. W. KORHONEN am 19.—22. Sept. 1910 im Auftrage der Meteorologischen Zentralanstalt verrichtete, wurde die Station von Frau Rektor Kandolin zum Herrn Seekapitän W. Montell verlegt, und die Wildsche Windfahne auf dem Hausdache des neuen Beobachters aufgestellt. Sie steht nun 8.7 m über dem Erdboden, höher als ihre Umgebung, ausgenommen im Norden, wo die höchsten Bäume eines in 30—40 m Entfernung liegenden Wäldchens sie um einige Meter überragen.

Waasa.

Länge: $21^{\circ} 32'$ E v. Gr. Breite: $63^{\circ} 5'$ N. Beobachter seit dem Juli 1897 Fräulein Ida Pomelin, Lehrerin. Die Windbeobachtungen in Waasa begannen schon im Jahre 1881. Am Ende des Jahres 1883 wurde die Station nach einer neuen Stelle verlegt und von dieser Zeit an fanden die Beobachtungen dreimal täglich und nach demselben Plan wie auf den übrigen Stationen statt. Auf der Station war eine der Wildschen ähnliche Wetterfahne, aber ohne Stärketafel, auf einer Stange aufgestellt. Die Windstärke wurde schätzungsweise bestimmt. Nach dem 27. Februar 1897 wurden die Beobachterinnen I. und L. Alenius durch Fräulein Ida Pomelin ersetzt. Die Station wurde bei der ganz in der Nähe der bisherigen Beobachtungsstelle befindlichen schwedischen Mädchenschule aufgestellt. Ein Robinsonsches von Herrn Freiberg in Petrograd konstruiertes Anemometer wurde gleichzeitig für die elektrische Überführung der Notierungen angebracht. Die Windfahne war mit einer Windrose versehen, die zusammengesetzt war aus sechzehn horizontalen Armen, einem Sterne ähnlich, die Hauptrichtungen des Windes bezeichnend. Das Anemometer und die Wetterfahne wurden auf dem Dache der Schule, genügend hoch, um nicht durch naheliegende Häuser beeinflusst zu sein, aufgestellt. Das Anemometer wurde in einer Höhe von 20.4 m über dem Boden angebracht. Die Lage des Anemometers ist in solcher Höhe für städtische Verhältnisse sehr frei.¹⁾

Die von der Meteorologischen Zentralanstalt veranstaltete Inspektion i. J. 1910 ergab, dass das Anemometer mehrmals in Unordnung gewesen war. Dieselbe Mitteilung machte die Beobachterin in bezug

¹⁾ Vgl. Observations météorologiques 1897—1898 u. Osc. V. JOHANSSON, op. cit.

auf die Windfahne in gewissen Stellungen. Auch bei der Inspektion fungierte die W-Richtung gar nicht.

Am 29.—30. August 1912 wurde die Station im Auftrage der Meteorologischen Zentralanstalt inspiziert, weil die Beobachterin Frl. Ida Pomelin umgezogen und nicht mehr in der Lage war, sich mit den Beobachtungen zu befassen. Die Station wurde nun nach der Pitkäkatu Nr. 13 in das Haus des neuen Beobachters, des Hafenskapitän Victor Jurvelius, verlegt. Am 30. August wurde das Anemometer an seinem neuen Platz aufgestellt, und mit ihm zugleich eine für die Bestimmung der Windrichtung und -stärke abgesehene, mit zwei Stärketafeln versehene Wildsche Windfahne.

Oulu.

Länge: $25^{\circ} 27'$ E v. Gr. Breite: $65^{\circ} 1'$ N. Beobachter: 1898 Apotheker H. Hasselblatt, 1899 die Herren V. Nordström und V. Lundberg, 1900 die Herren V. Lundberg und G. Gratshoff, 1901—1906 wieder Apotheker Hasselblatt, 1907 Pharmazeut W. Kytöniemi und Pharm. M. Hyvönen, 1908 Pharm. M. Hyvönen, 1909 Apoth. Hasselblatt, Pharm. Y. J. Fonselius und Pharm. K. Laurin, 1910 Pharm. Y. J. Fonselius und Pharm. K. Laurin, 1911 bis Nov. 1912 Pharm. L. Björnström, Nov. 1912 bis Mai 1913 Herr A. W. Mikkonen, Juni S. Silen, Juli—Aug. A. W. Mikkonen, Sept.—Nov. J. E. von Schantz, Dez. 1913 bis März 1914 Herr A. W. Mikkonen und vom März bis zum Ende des Jahres 1914 Herr A. Silen.

Wie man sieht, ist ein Wechsel der Beobachter sehr oft vorgekommen, weil die Beobachtungen von Apothekerschülern besorgt wurden. Doch ist zu bemerken, dass der Apotheker Hasselblatt die ganze Zeit der Station vorgestanden hat. Die Windbeobachtungen in Oulu beginnen im Jahre 1881. Bis 1895 war auf der Beobachtungsstelle eine gewöhnliche Windfahne; die Windgeschwindigkeit wurde schätzungsweise bestimmt. Im April 1895 bekam die Station eine Windfahne, vom Mechaniker F. O. Henriksson in Helsinki konstruiert. Die Windfahne war mit elektrischer Transmission für 16 verschiedene Windrichtungen versehen. Gleichzeitig wurde ein Robinsonsches Anemometer Nr. 19 von Freiberg in Petrograd auch mit elektrischer Transmission versehen. Diese beiden Apparate wurden auf einem hohen Hause aufgestellt. Das Anemometer befindet sich 12.9 m über der Erde und 1.5 m über dem Dache eines gegenüber der alten Apotheke liegenden Gebäudes. Im allgemeinen überragt das Anemometer die umgebenden Gebäude und die Aufstellung muss als ziemlich gut betrachtet werden.¹⁾

¹⁾ Vgl. Observations météorologiques 1895—1896 u. Osc. V. JOHANSSON, op. cit.

Am 17. November 1906 wurde auf demselben Platze ein neues Anemometer angebracht. Etwa am 22. November war es schon zum ersten Mal in Tätigkeit. Es wurde aufgestellt, weil mit dem alten Anemometer zu niedrige Werte erhalten wurden.

Bei einer im Auftrage der Meteorologischen Zentralanstalt am 29. November 1912 bewerkstelligten Inspektion erhielt die Station einen neuen Apparat, nämlich eine Wildsche Windfahne mit zwei Stärke tafeln.

Tampere.

Länge: 23° 46' E v. Gr. Breite: 61° 30' N. Höhe der Windfahne 13.5 m über dem Erdboden. Beobachterin: die ganze Zeit 1884—1901 Frl. Th. Molin.

Auf der Station wurde ein sog. Hagemannsches Sauganemometer benutzt. Nach einer privaten Mitteilung von Prof. G. MELANDER war die Lage anfangs eine gute, verschlechterte sich aber allmählich deshalb, weil in der Umgebung Steinhäuser gebaut wurden. Am 1. Jan. 1910 wurde die Station nach einem freien Platze verlegt. Die Nordwinde waren in den letzten Jahren am unsichersten. In einem früheren Aufsatz¹⁾ habe ich die Zahl der Sturmtage in Tampere während der Jahre 1901—1908 gezählt und die folgenden Prozente pro Jahr erhalten:

N	NE	E	SE	S	SW	W	NW
23 %	3 %	8 %	9 %	26 %	8 %	11 %	12 %

Zeichnet man auf der Grundlage dieser Zahlen eine Windrose, so erhält sie eine sehr sternförmige Gestalt. Alle Windrosen aus verschiedenen Jahreszeiten sind ebenfalls sternförmig. So zeigt das Beobachtungsmaterial 1901—1908, dass aus den Haupthimmelsgegenden N, E, S und W eine bedeutend grössere Prozentzahl der Winde vorkommt als aus den übrigen Richtungen, was darauf hinzuweisen scheint, dass diese nicht genau genug beobachtet worden sind.²⁾ Da man also deutlich sieht, dass sich die Exposition von Tampere seit 1901 bedeutend verschlechtert hat, so wurden die späteren Jahre gar nicht berücksichtigt. Daraus, dass die Windrosen 1884—1901 keine eigentliche Sternförmigkeit darlegen, lässt sich schliessen, dass die Station bis zum erstgenannten Jahre eine ziemlich günstige Lage hatte. Die von JOHANSSON zusammengestellten Windrosen³⁾ beziehen sich auf die Periode 1886—1905 und umfassen somit auch die Jahre 1902—1905 mit verschlechterter Exposition.

¹⁾ A. J. BONSDORFF: Myrskyt ja niiden merkitys metsätalouden järjestelyissä. Suomen Metsänhoitoyhdistyksen julkaisu XXX, 1913.

²⁾ Vgl. auch in Atlas de Finlande 1910 Osc. V. JOHANSSON auf die Meteorologie bezügliche Schriftenserie III: Ilmanpaine ja tuulet. S. 30.

³⁾ Vgl. Atlas de Finlande, Karte 17.

Lauttakylä (Kirchspiel Huittinen).

Länge: 22° 37' E v. Gr. Breite: 61° 11' N. Beobachter die ganze Zeit 1895—1914 Probst Wilh. Lindstedt. Am 20. September 1893 wurde diese vollständige meteorologische Station eingerichtet. Gleichzeitig wurde eine Windfahne und ein Anemometer Robinsons in dem Hause des Beobachters, Probst Wilh. Lindstedt, aufgestellt. Im Jahre 1894 war die Station schon in Tätigkeit, obwohl Windbeobachtungen in dem Jahre noch nicht gemacht wurden. Erst von dem Jahre 1895 an hat man regelmässige Windbeobachtungen ausgeführt. Vom Januar bis zum 2. Oktober 1895 hat man dasselbe Anemometer Nr. 15, mit welchem in Waasa die ganze Zeit Observationen gemacht wurden, benutzt. Vom 2. Oktober 1895 bis zum 13. Juni 1901 wurde ein dem Beobachter Probst W. Lindstedt gehörendes Anemometer in Anwendung genommen. Dieses war dem Anemometer Nr. 15 ganz ähnlich¹⁾ und vom Mechaniker Snellman nach den Angaben Herrn Lindstedts angefertigt. Seit dem 13. Juni 1901 ist wiederum mit dem Anemometer Nr. 7470 beobachtet worden. Alle in Lauttakylä angewandten Anemometer können als identisch angesehen werden, weil sie gleichwertige Resultate gegeben haben.²⁾ Die Höhe der Windfahne war 1895—1900 11.8 m und, nachdem das neue Anemometer aufgestellt worden war, von 1901 an 14 m über dem Erdboden. Die Umgebung der Beobachtungsstelle dürfte sehr flach und frei von Wald sein.

Sulkava (Tiittala).

Länge: 28° 21' E v. Gr. Breite: 61° 48' N. Höhe der Windfahne 16.2. Beobachter 1891—1902 Grundbesitzer C. Ph. Lindfors. Auf der Station war eine einfache Windfahne auf einem sehr hohen Maste angebracht. Die Windstärke wurde durch Schätzung bestimmt. Die Station hatte im allgemeinen eine sehr hohe und gute Lage.

Wie schon erwähnt, hörte die Station im Jahre 1903 auf zu funktionieren. Am 12.—17. Januar 1904 wurden die Instrumente von Dr. A. HEINRICHS inspiziert und nach Helsinki übergeführt.

Sortavala.

Länge: 30° 41' E v. Gr. Breite: 60° 42' N. Über die Höhe der Windfahne liegen keine Meldungen aus den Jahren 1889—1891 vor. Erst im Jahre 1892 wird erwähnt, dass am 3. November bei der Verlegung

¹⁾ Nach JOHANSSON hat Lindstedt dieses Anemometer mehrmals mit No 15 verglichen und dieselbe Rotationsgeschwindigkeit an beiden gefunden. Johansson hat auch bei einer Inspektionsreise 1904 mit beiden Anemometern gleiche Ergebnisse erhalten, wobei aber Nr. 7470 als Vergleichsanemometer angewandt wurde.

²⁾ Vgl. Osc. W. JOHANSSON, op. cit.

der Station eine Windfahne 7.7 m über dem Erdboden aufgestellt wurde. Am 22. Juli 1893 erhielt die Windfahne einen anderen Platz, 8 m über dem Erdboden, wo sie bis 1908 verblieb.

Beobachter waren: 1889—1890 Herr O. Relander, 1891 Herr Fr. Haggrén, 1892 Herren Haggrén und O. Lojander, 1893—1898 Herr G. Lindberg, 1899 Herr G. Lindberg und Fräulein Hilma Pirinen, 1900—1901 Fräulein Pirinen, 1902 Hilma und Eino Pirinen, 1903—1907 Herr Eino Pirinen, 1908 Herren E. und W. Pirinen und Fräulein Hellä Partanen.

Die Station befand sich bis zum 2. Nov. 1892 im Apothekshause, dann auf dem Gute Sikiö unweit der Stadt. Seit dem 22. Juli 1893 befindet sie sich im Hause des Telegraphenamts. Im Jahre 1900 wurde die Station in das Haus von Frau Pirinen, und am 5. und 6. Aug. 1908 in dasjenige des Malermeisters Partanen verlegt, wo Fräulein Hellä Partanen die Beobachtungen übernahm. Die Station hat die ganze Zeit eine verhältnismässig freie Lage gehabt. Am 23.—25. Juni wurde die Station inspiziert und eine Wildsche Windfahne dabei aufgestellt. Bis dahin befand sich dort eine die Windstärke und -richtung angegebende Windfahne. Die Windstärke wurde in den Jahren, aus welchen das Material gesammelt ist, nach Beaufort geschätzt.

Wärtsilä.

Länge: 30° 39' E v. Gr. Breite: 62° 10' N. Höhe der Windfahne 8.1 m über dem Erdboden. Beobachter ist die ganze Zeit 1892—1905 Pfarrer J. Karsten gewesen.

Die Beobachtungsstation befindet sich in der Eisenfabrik von Wärtsilä und besass, wie erwähnt, bis zum Jahre 1892 eine einfache Windfahne, seither aber eine Wildsche Windfahne mit einer Stärketafel. Die Lage der Station ist ziemlich gut.

Kuopio.

Länge: 27° 40' E v. Gr. Breite: 62° 54' N. Höhe der Windfahne 14.6 m über dem Erdboden. Beobachter ist die ganze Zeit 1897—1908 Frau M. Malmström gewesen.

Die Station befand sich 1887—1900 in dem Hause des Probstes Granit, Vuorikatu Nr. 38. Am 3.—7. Juni 1901 wurde die Beobachtungsstation aus dem Hause des Herrn Granit in das Haus des Buchdruckers K. Malmström verlegt. Die Wildsche Windfahne mit ihren zwei beweglichen Tafeln wurde an dem Dachfirst des hohen Steinhauses festgeschraubt. Die neue Station ist in mancher Hinsicht vorteilhafter als die frühere,¹⁾ nur die N-Winde sind ein wenig unsicher.

¹⁾ Vgl. Meteorologisches Jahrbuch für Finland 1901, Bd. I. Helsingfors 1908.

Sonst ist zu bemerken, dass der Zutritt der Winde zur Beobachtungsstation ein wenig behindert sein dürfte.

1897—1900 war auf der Observationsstelle an einer hohen Stange eine einfache Windfahne ohne Stärketafel befestigt. Am 1. Juli 1909 wurde auf der Station eine Wildsche Windfahne mit zwei Stärketafeln aufgestellt.

Kajaani.

Länge: 27° 46' E v. Gr. Breite: 64° 13' N. Beobachterin die ganze Zeit 1889—1908 Fr. M. Renfors. Bis zum Juli 1909 war hier eine sich sehr schwerfällig drehende Windfahne ohne Stärketafel in Gebrauch, die Windstärke ist nach Beaufort abgeschätzt. Seit der Zeit wird eine Wildsche Windfahne mit zwei Stärketafeln benutzt. Die NW- und SE-Winde haben den freiesten Zutritt, sonst ist der Platz ein wenig geschützt.

Kuusamo.

Länge: 29° 13' E v. Gr. Breite: 65° 57' N. Höhe der Windfahne c. 12 m. Beobachter Probst A. Waltavaara. Diese Station wurde, wie oben erwähnt, im Jahre 1908 eingerichtet und mit einer Wildschen Windfahne ausgerüstet. Die Lage der Station ist gut.

Sodankylä.

Länge: 26° 36' E v. Gr. Breite: 67° 25' N. Höhe der Windfahne 10.4 m über dem Erdboden. Beobachter 1907—1908 Fr. A. Anneberg, 1909 Amtsvorsteher K. Gummerus, 1910 Postverwalter A. Mellenius. Die Station hat eine verhältnismässig freie Lage; auf der Ostseite könnte jedoch ein allmählich ansteigender Hügel die Windwirkung etwas behindern. Hier wurde die ganze Zeit eine Wildsche Windfahne benutzt.

Inari (Thule).

Länge: 27° 13' E v. Gr. Breite: 69° 6' N. Höhe der Windfahne 8.8 m über dem Erdboden. Beobachter 1907—1912 Forstaufseher M. W. Waenerberg. Auch hier ist eine Wildsche Windfahne in Gebrauch. Der Beobachtungsplatz liegt am Flusse Kaamasjoki in Thule. Das Flusstal hat die Richtung NE→SW. Infolgedessen ist die Station den NE- und SW-Winden am meisten ausgesetzt. Der Luftstrom folgt der Talrichtung und wird in der Talmulde zusammengepresst, da sich nordwestlich und südöstlich von der Station hohe Hügel befinden. Die Hügelkette südöstlich vom Flusstal in Thule ist nämlich 150—250 m

hoch, diejenige im Nordwesten 200—250 m und überdies erhebt sich in nordwestlicher Richtung, etwa 25 km von der Station entfernt, ein recht bedeutender Gebirgszug, darunter z. B. der Berg Peldoaivi, dessen Höhe 570 m beträgt. Diese Gebirgsgegenden im SE und NW hemmen in hohem Grade die SE- und NW-Winde. Wie aus den Windrosentabellen auf Seite 39 zu ersehen, ist der Südwestwind der vorherrschende. Diese Richtung ist auch bedingungslos die freieste. Der See Muddusjärvi, wo der erwähnte Fluss Kaamasjoki beginnt, liegt südwestlich von Thule und gibt also den Südweststürmen freie Bahn.

Das Material.

Die Resultate des Beobachtungsmaterials.

Was die Zusammensetzung des Beobachtungsmaterials betrifft, sei erwähnt, dass nicht die Zahl der Beobachtungen, wo der Sturmgrad angetroffen wurde, gezählt worden ist, sondern die Zahl der Sturmtage an den verschiedenen Beobachtungsstationen, abgesehen davon, ob der Sturm einmal, zweimal oder dreimal wahrgenommen wurde. Dabei wurde die beim Höhepunkt des Sturmes herrschende Windrichtung beachtet. Nur die 8 wichtigsten Himmelsgegenden kamen hierbei in Betracht. Die dazwischen liegenden Richtungen NNE usw. wurden auf gewöhnliche Art zwischen die Hauptrichtungen verteilt; wehte der Wind z. B. einen Tag aus NNE, so wurde er unter die nächsten Himmelsgegenden so verteilt, dass N und NE je einen halben Sturmtag bekamen usw. Ausserdem wurden an einem und demselben Tage vorkommende stürmische Winde von verschiedener Richtung und Stärke in der Weise berücksichtigt, dass, wenn z. B. in Maarianhamina am 13. Januar 1905 zwei Stürme von 8 Beaufort vorkamen, der eine aus NNW, der andere aus NNE, diese Richtungen unter die nächstliegenden so verteilt wurden, dass vom ersteren Sturme $\frac{1}{4}$ Tag der Richtung N und $\frac{1}{4}$ NW zugeführt wurde, vom letzteren wiederum $\frac{1}{4}$ Tag der Richtung N, $\frac{1}{4}$ der Richtung NE. Da die mittlere Himmelsgegend von NNW und NNE N ist, wurde im vorliegenden Falle bloss der Durchschnittswert N der beiden in einem gleich grossen Winkel voneinander abweichenden

	Anzahl der Sturmtage in folgenden Jahren:												
Inari 1906—1912	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
Sodankylä 1908—1912	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
Kuusamo 1910—1914	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
Kajaani 1889—1908	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	9	16	
Kuopio 1897—1908	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	12	15	
Wärtsilä 1892—1905	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	25	25	
Sortavala 1889—1908	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	19	13	
Sulkava 1891—1902	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	4	1	
Lauttakylä 1895—1914	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	3	23	
Tampere 1884—1901	7	17	10	27	9	23	17	16	18	18	15	23	
Oulu 1898—1914	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	5	9	
Waasa 1897—1914	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	4	1	
Maarianhamina 1889—1908	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	7	13	
Hanko 1889—1908	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	9	12	
Helsinki 1884—1911	28	25	16	22	12	17	33	47	28	31	33	13	
Wiipuri 1895—1908	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	8	16	
1884	28	25	16	22	12	17	33	47	28	31	33	13	
1885	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	8	16	
1886	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	11	14	
1887	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	7	8	
1888	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	8	11	
1889	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	16	11	
1890	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	14	12	
1891	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	5	10	
1892	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	11	12	
1893	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	12	11	
1894	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	14	12	
1895	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	7	26	
1896	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	14	18	
1897	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	11	14	
1898	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	7	17	
1899	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	32	7	
1900	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	5	10	
1901	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	12	11	
1902	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	12	11	
1903	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	17	14	
1904	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	19	20	
Summe	282	652	668	645	313	232	258	318	182	302	203	167	
													267
													80
													184

	Anzahl der Sturmtage in den einzelnen Monaten der Jahreszeiten.												
1905	17	28	14	23	19	17	17	13	24	10	8	—	—
1906	13	22	14	23	18	24	16	15	—	7	11	—	38
1907	23	11	14	17	19	14	12	10	—	12	9	—	50
1908	52	17	15	24	17	12	21	19	—	1	4	—	37
1909	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	28
1910	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	15
1911	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	10
1912	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	15
1913	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	13
1914	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	9
Summe	282	652	668	645	313	232	258	318	182	302	203	167	267
													80
													184
Winter: Dez.	38	112	97	80	22	23	30	29	15	36	16	9	20
Jan.	35	107	91	74	46	37	27	55	17	35	17	23	19
Febr.	30	66	61	51	36	22	25	55	11	31	21	10	9
Frühling: März	21	65	66	42	32	25	27	39	15	39	26	14	16
April	10	32	18	20	17	25	18	20	10	25	19	9	10
Mai	13	38	17	37	25	8	19	18	21	13	19	8	13
Juni	10	27	15	51	20	19	9	19	22	12	20	19	25
Juli	17	10	18	65	19	6	25	8	6	11	12	12	38
Aug.	20	21	42	64	17	7	12	11	10	14	10	23	34
Herbst: Sept.	25	35	63	49	18	23	20	12	23	25	16	11	38
Okt.	32	63	77	49	23	18	21	18	18	23	11	14	23
Nov.	31	76	103	63	38	19	25	34	14	38	16	15	22
Summe	282	652	668	645	313	232	258	318	182	302	203	167	267
													80
													184

	Inari 1906—1912	Sodankylä 1908—1912	Kuusamo 1910—1914	Kajaani 1889—1908	Kuopio 1897—1908	Wärtsilä 1892—1905	Sortavala 1889—1908	Sulkava 1891—1902	Lauttakylä 1895—1914	Tampere 1884—1901	Oulu 1898—1914	Waasa 1897—1914	Maarianhamina 1889—1908	Hanko 1889—1908	Helsinki 1884—1911	Wiipuri 1895—1908
Dasselbe in % der Jahressumme:																
Winter:																
Dez.	13	4	1	7	5	8	12	8	9	12	10	7	12	15	17	13
Jan.	12	18	5	7	14	9	11.5	9	17	10	16	15	11	14	16	12
Febr.	11	20	4	3	6	10	10	6	17	10	9	12	8	9	10	11
Summe	36	42	10	17	25	26	33.5	23	43	32	35	34	31	38	43	36
Frühling:																
März	7	12	8	6	8	13	13	8	12	10	11	10	7	10	10	7
April	4	12	18	4	5	9	8	5	6	7	11	5	3	3	5	4
Mai	5	2	9	5	5	9	4	12	6	7	3	8	6	3	6	5
Summe	16	26	35	15	18	31	25	25	24	24	25	23	16	16	21	16
Sommer:																
Juni	4	8	15	9	11	10	4	12	6	3	8	6	8	2	4	4
Juli	6	4	6	14	7	6	4	3	3	10	3	6	10	3	10	6
Aug.	7	6	6	13	14	5	5	5	3	5	3	5	10	6	7	7
Summe	17	18	27	36	32	21	13	20	12	18	14	17	28	11	9	17
Herbst:																
Sept.	9	2	9	14	7	8	8	13	4	8	10	6	7.5	9	5	9
Okt.	11	12	14	9	8	5	8	10	6	8	8	7	7.5	11	10	11
Nov.	11	—	6	8	9	8	12.5	8	11	10	8	12	10	15	12	11
Summe	31	14	29	31	24	21	28.5	31	21	26	26	25	25	35	27	31

Die Anzahl der Sturmtage und die Sturmrichtungen an den einzelnen Beobachtungsstationen.

	Inari 1906—1912	Sodankylä 1908—1912	Kuusamo 1910—1914	Kajaani 1889—1908	Kuopio 1897—1908	Wärtsilä 1892—1905	Sortavala 1889—1908	Sulkava 1891—1902	Lauttakylä 1895—1914	Tampere 1884—1901	Oulu 1898—1914	Waasa 1897—1914	Maarianhamina 1889—1908	Hanko 1889—1908	Helsinki 1884—1911	Wiipuri 1895—1908
Winter:																
N	4.5	—	—	—	3	1.5	1.5	1.5	8.5	17.5	1.5	17.5	8.5	7	13	7
NE	8.5	—	—	—	3	5.5	8	0.5	10.5	5.5	2	5.5	10.5	8	26.5	8
E	2.5	—	—	5	2.5	4.5	5	2.5	7	9	3	1	18.5	17.5	18.5	8
SE	5.5	—	—	—	5	11	12	7	10	8.5	7.5	4	8.5	28	8.5	28
S	15	—	—	—	5.5	15.5	23	11.5	17	17.5	8	23	22	78	22	78
SW	53.5	—	—	—	7.5	4.5	36.5	5.5	34.5	8.5	17.5	38	57	77.5	57	77.5
W	8	—	—	—	4	2.5	1	7.5	32	6	32.5	11.5	13	41	41	21
NW	5.5	—	—	—	11.5	7	13.5	7	19.5	9.5	10	10	26	12.5	26	10
Summe	103	21	29	48	42	54	101	43	139	82	82	104	205	249	285	103
Frühling:																
N	2.5	—	—	—	7.5	5	17	1.5	9	8.5	1.5	15.5	17	3.5	17	3.5
NE	4	4.5	2	5	7.5	16	4.5	1	5.5	1	4	18	21.5	1.5	18	4
E	1	—	—	—	0.5	7	2.5	7	5	6.5	2.5	1	18.5	18.5	1	18.5
SE	4	—	—	—	3	18	14.5	9.5	7	7.5	5	—	13.5	8.5	7	8.5
S	6	—	—	—	1	0.5	0.5	8.5	15.5	19.5	2	8.5	5.5	31.5	31.5	6
SW	17	—	—	—	3	4.5	4	3	15.5	3.5	3.5	10	26.5	24	10	26.5
W	4	—	—	—	1	1.5	2.5	9	9	5.5	4	3.5	3.5	5	5.5	4
NW	5.5	4.5	2.5	5	7.5	11.5	15.5	6.5	10.5	12	17	2.5	9.5	8	8	5.5
Summe	44	13	27	39	31	64	78	46	77	64	58	76	99	101	135	44

	Wiipuri 1895—1908	Helsinki 1884—1911	Hanko 1889—1908	Maarianhamina 1889—1908	Waasa 1897—1914	Oulu 1898—1914	Tampere 1884—1901	Lauttakylä 1895—1914	Sulkava 1891—1902	Sortavala 1889—1908	Wärtsilä 1892—1905	Kuopio 1897—1908	Kajaani 1889—1908	Kuusamo 1910—1914	Sodankylä 1908—1912	Inari 1906—1912
Sommer:	3.5 2 1 1 8 24 5 2.5	6 7 12.5 0.5 2.5 12.5 8 9	4 3 5.5 — 13.5 22.5 14.5 12	44 37.5 16.5 9.5 13.5 34 6 19	12 15 — 4.5 10 8 4.5	3.5 2 — 4 13 7.5 4.5	8 2 2 1 13 8 7.5 4.5	4 3.5 1 — 3 5.5 11.5 9.5	2 1.5 10 5.5 5.5 0.5 8.5 4.5	14 6 3 1 4.5 2 1 5.5	7.5 17 2.5 7 2.5 1 1 3.5	9.5 7.5 8.5 6.5 5 7.5 4.5 5	3.5 7 11.5 15.5 18.5 8 11.5 21.5	4.5 3 6.5 — 1 3.5 3 0.5	3 2 — — 0.5 0.5 1 2	10.5 8.5 1 — 0.5 9.5 10 4
	Summe	47	58	75	180	54	46	38	38	37	42	54	97	22	9	44
Herbst:	3.5 1 1 2.5 10.5 47.5 17 5	17.5 4 12 11.5 20.5 61.5 19.5 27.5	17 6 7.5 9 71 69.5 35.5 27.5	14.5 15.5 20.5 8.5 20 44.5 12.5 25	7.5 7.5 0.5 1 10 33 10 9.5	2.5 0.5 2 5.5 3 8.5 21 17	21.5 3.5 3 4.5 12.5 6 5.5 9.5	7.5 4 2 5.5 6 11 9.5 18.5	1.5 2.5 2.5 14.5 8.5 5 12.5 8	15 8 3.5 14.5 16 8.5 8.5 14.5	5 9 1.5 8.5 3 4.5 3 8.5	11 2 1 8 1.5 12 2 10	4 6 9.5 16 12 9 13.5	2.5 6 2 0.5 8.5 2.5 1.5	1 — — — 0.5 2.5 1 2	6.5 1 — — 3 22 10 1.5
	Summe	88	174	243	161	79	60	64	55	86	43	40	83	23	7	44
Jahressumme	282	652	668	645	313	232	258	318	182	302	203	167	267	80	50	184

Jahr:	14 15.5 5.5 13 39.5 142 34 18.5	60 46.5 84 30.5 72 205.5 53.5 100	31.5 18.5 49 45.5 194 173 96.5 60	88.5 101 74 40 61 166 35 79.5	46.5 45.5 2.5 5 46 107.5 33.5 26.5	9 8.5 7.5 22 13 31.5 87.5 53	55.5 12 20.5 21.5 62.5 26 24.5 35.5	29 23.5 15 22.5 41.5 66.5 62 58	6.5 5.5 22 36.5 34 14 37.5 26	182 302 182 302 49	182 302 203	167 267	80	50	184	
Kalte Jahreszeit:	4.5 6.5 2 8 18.5 45	22 18.5 37 12.5 28.5 80.5	6.5 5 14.5 25 73.5 48.5	14 23.5 20 15 49 49 11.5 23	15.5 11 1.5 4 28.5 52.5 11	3 5 3.5 9.5 8.5 17 48.5 18	24.5 4.5 8.5 13.5 16.5 7.5 7.5 17.5	11 12.5 8.5 13.5 22.5 39 32 23	2 0.5 5 10.5 25.5 12.5 6.5 10.5	27.5 10.5 7 25.5 52 14 3.5 23	27.5 14 10 39 4 8.5 2.5 13.5	3.5 8.5 3 9 11.5 14.5 7 8.5	1 2.5 4 — 1.5 1.5 3.5 1.5	6.5 0.5 1 1.5 7 10 2 4.5	11.5 3.5 1 0.5 11 50.5 18 4	
Summe	102	269	212	168	313	232	258	318	182	302	203	167	267	80	50	184
Warme Jahreszeit:	9.5 9 3.5 5 21 97	38 28 47 18 43.5 125	25 13.5 34.5 20.5 120.5 124.5	74.5 77.5 54 25 49 117	31 34.5 1.5 4 17.5 54.5 22.5 16.5	6 3.5 4 12.5 4.5 14.5 39 35	31 7.5 12 8 46 18.5 17 18	18 11 6.5 9 19 27.5 30 35	4.5 5 17 26 21.5 7.5 27 15.5	163 163 95	163 95	68 25.5	65	27	33	100
Summe	180	383	456	477	179	119	158	156	124	139	108	99	202	53	17	84

Inari 1906— 1912	11.5 3.5 1 0.5 11 50.5 18 4	21 14 1 — 4 30 23 7
Sodankylä 1908 —1912	20 2 3 5 21 30 6 14	24 12 — — 6 18 12 29
Kuusamo 1910— 1914	4 9 15 — 5.5 48 13 5.5	15 20 19 1 4 25 10 6
Kajaani 1889— 1908	2 4 11 18 22 11 20 13	4 8 12 19 18 9 13 17
Kuopio 1897— 1908	8 13 4 13 10 14 7 31	26 12 10 14 6.5 13 6.5 13
Wärtsilä 1892— 1905	3.5 15 10.5 41 4 9 3 14	14 31 6 16 6 6 5 16
Sortavala 1889— 1908	17 6 4 16 32 9 2 14	24 12 5 12 16 8 5 18
Sulkava 1891— 1902	3 1 9 18 22 11 18 18	4 4 14 21 17 6 22 13
Lauttakylä 1895 —1914	7 8 5 8 14 24 20 14	12 7 4 6 12 18 19 22
Tampere 1884— 1901	24.5 4.5 8.5 13.5 16.5 7.5 7.5 17.5	20 5 8 5 29 12 11 11
Oulu 1898— 1914	3 4 3 8 8 15 43 16	5 3 3 11 4 12 33 29
Waasa 1897— 1914	12 8 1 3 21 39 8 7	17 19 1 1 10 30 13 9
Maarianhamina 1889—1908	8 14 12 9 7 29 7 14	16 16 11 5 10 25 5 12
Hanko 1889— 1908	3 2 7 12 9 35 23 11 7	5 3 8 4 26 27 16 10
Helsinki 1884— 1911	8 7 14 5 10 30 7 19	10 7 12 5 11 33 9 13
Wiipuri 1895— 1908	5 6 2 8 18 44 8 9	5 5 2 3 12 54 14 5
	Kalte Jahreszeit: N NE E SE S SW W NW	Warme Jahreszeit: N NE E SE S SW W NW

Die Länge der s. g. kälteren Jahreszeit.

Wie bekannt, wird der Sturm den Wäldern fast ausschliesslich während der Vegetationsperiode verderblich; nur in seltenen Fällen kommen Sturmschäden auch im Winter vor, und auch dann eigentlich nur im Beginn der kalten Jahreszeit. Wenn der Erdboden gefroren und mit einer genügend dicken Schneeschicht bedeckt ist, ist ein Wald von normalem Schluss selbst vor starken Stürmen fast gänzlich geschützt. Die von mir zusammengestellte Sturmschadenstatistik, die sich teils auf die veröffentlichten Jahresberichte der Forstdirektion Finnlands, teils auf unveröffentlichte Mitteilungen der betreffenden Forstmeister stützt, legt deutlich dar, dass die Stürme, die nach meinen Untersuchungen gerade im Winter am häufigsten sind, dann keinen grösseren Schaden verursachen. Meine Statistik bezieht sich auf die Periode 1900—1915 und umfasst alle von den betreffenden Revierforstmeistern eingesandten Berichte über Sturmschäden in den Staatsforsten. Die umstehende Tabelle enthält nur die Angaben über das Datum, wann die letzten Sturmschäden am Ende eines Jahres und die ersten im Beginn eines Jahres stattgefunden haben; sie umfasst, genauer gesagt, die Monate November—Mai.

Man ersieht aus dieser Tabelle, dass die letzten Sturmschäden eines Jahres am 25.—27. Dezember eingetroffen sind. Darauf findet man keinen Sturmschaden — abgesehen vom 1.—10. Januar im Revier Pällilä — vor dem 11. April. Jener Sturm vom 1.—10. Januar ist also der einzige seiner Art, der mitten im Winter Schaden verursacht hat. Dass die Schneedecke und das Bodeneis den Wald zum Teil geschützt und vor grösseren Verwüstungen bewahrt haben, ist anzunehmen. Da indessen keine Mitteilungen über die Gewalt des Sturmes eingelaufen sind, lässt es sich natürlich nicht mit Gewissheit entscheiden, wie gross die Bedeutung der Schneedecke als schadenhemmender Faktor gewesen sein kann. Es geht nur aus der Mitteilung hervor, dass das vom Schaden betroffene Gebiet teils mit einer 0—1 cm dünnen Humusschicht bekleidet, teils feuchter Moorboden war. Im übrigen war der Sturmschaden hier nicht gross, da nur 130 Stämme auf

Jahr	Forstrevier	Forstdistrikt	Monat und Tag			
			November	Dezember		
1905	Parkano		November	Dezember		
"	Loppi			" 12-13		
"	Orivesi	XII. Schutzbezirk		" 14		
"	Aure			" 15		
1906	Puhos, Rauna, Kuhmo, Hyrynsalmi, Suomussalmi, Palojärvi und Suomusjärvi				April 11	
1908	Ladoga			" 25-27		
1912	Ladoga	Vernitsa		" 18		
1913	Süd-Ilomantsi				Mai 10-11	
"	Evo-Vesijako	Evo	"			
"	Suomusjärvi	Paihola, Nuijanperä	"			
"	Jalasjärvi	Staatwälder von Teuva		" 3-4		
"	Loppi	Pilpola		" 5		
1914	Süd-Ilomantsi	Liusvaara			" 24	
"	Kolari	I. Schutzbezirk	" 15-20			
"	Mikkeli	Punkaharju	" 28			
"	Pyhäjoki	Hanhela	" 28-29			
"	Palojärvi	Palojärvi		" 5		
"	Evo-Vesijako			" 14-15		
"	Kuohatti			"		
"	Pällilä	Leipäsuo, Saaretjoki, Tassiolampi			Jan. 1-10	
1915	Meltaus	I.—V. Schutzbezirk			"	
"	Turtola				" 28	
"	Kolari	II. III. Schutzbezirk			"	
"	Pyhäjoki	I. IV. und VI. Schutzbezirk			"	
"	Wilppula	Mäntymäki-Wuohijoki			" 15	
"	Wilppula	West-Suinula			" 15	
"	Saarijärvi				" 16	
"	Pyhäjoki	Hanhela	" 28-29			

einem 30 ha grossen Areal fielen. — Ein anderer Sturm, der auch zu einer Jahreszeit vorkam, wo Sturmschäden im allgemeinen unerwartet sind, war der vom 11. April. Er wütete im nördlichen und östlichen Teile des Landes und brach Stämme in grosser Anzahl ab. Dass ein Sturm in dieser Jahreszeit so grosse Verwüstungen anstellen konnte, lässt sich dadurch erklären, dass die abgebrochenen Bäume meistens schadhafte waren und deshalb weniger Widerstandsfähigkeit besaßen.

Da also die Sturmschäden fast ausschliesslich in der warmen Jahreszeit vorkommen, so muss der hemmende Einfluss der Schneedecke und des Frosts im Erdboden auf die Sturmschäden ein recht bedeutender sein. Der Einfluss des Frosts ist insbesondere früh im Herbst und spät im Frühjahr, wo die Schneedecke dünn ist, hervorzuheben. Da es nun bekannt ist, an welchen Tagen in den verschiedenen Teilen des Landes die letzten Stürme im Jahre vorzukommen pflegen, so können wir nach den Grenzwerten der Sturmschadentage am Ende des Jahres experimentell feststellen, welche mittlere Schneehöhe in den von Sturmschäden heimgesuchten Gegenden der Zeit vom Dezember bis zum April entspricht. Aus den in Dr. W. W. KORHONENS¹⁾ Untersuchung über die Ausdehnung und Höhe der Schneedecke mitgeteilten Schneehöhenmessungen für die Jahre 1892—1911 aus zahlreichen Stationen im ganzen Lande habe ich die Durchschnittszahlen für jene Gegenden, wo die während der Zeit Dezember—April von Sturmschäden betroffenen Staatsforsten liegen, ausgerechnet. In der erwähnten Untersuchung sind aus 11 Normalstationen, nämlich: *Inari, Kajaani, Waasa, Alastaro, Maarianhamina, Somero, Helsinki, Jyväskylä, Kuopio, Mikkeli* und *Wärtsilä*, die Schneehöhenbeobachtungen in Perioden von zehn Tagen oder Dekaden für jeden einzelnen Monat der kälteren Jahreszeit zusammengestellt. Für die Schneehöhenbeobachtungen an zahlreichen anderen Stationen werden Mittelwerte (11.—20. T.) nur für die mittlere Dekade der Monate angegeben. Die meteorologischen Beobachtungsstationen, an welchen jene Schneehöhenmes-

¹⁾ W. W. KORHONEN: Untersuchungen über die Schnee- und Eisverhältnisse in Finnland. I. Die Ausdehnung und Höhe der Schneedecke. Klimatologische Studie. Helsinki 1915.

sungen ausgeführt wurden, sind so zahlreich, dass die mittlere Höhe der Schneedecke in allen Staatsforstgebieten recht genau berechnet werden konnte. Mit Hilfe dieses Verfahrens erhält man für die Gebiete, wo in der Zeit Dezember—April Sturmschäden vorgekommen sind, folgende Schneehöhenwerte:

Monat.	Tag.	Forstrevier.	Schneehöhe cm (Durchschnittszahl aus 20 Jahren)
Dezember	12.—13.	Loppi	14
"	14.	Orivesi	20
"	15.	Aure	24
"	25.—27.	Ladoga	22
"	3.—4.	Jalasjärvi	12
"	5.	Palojärvi	19
"	14.—15.	Evo-Wesijako	16
Januar	1.—10.	Pällilä	28

Durchschnittszahl 19.4

Wie aus der Tabelle S. 42 ersichtlich, wird aus den Forstrevieren Loppi und Ladoga über Sturmschäden früheren Datums berichtet. Die diesen Tagen entsprechenden Schneehöhenwerte sind in vorstehender Zusammenstellung selbstverständlich nicht benutzt worden, da bei den später eingetroffenen Stürmen die Schneedecke höher war.

Da nun ein Vergleich zwischen den letzten Sturmschäden eines Jahres und der entsprechenden Schneehöhe für die Sturmtage in der kalten Jahreszeit eine mittlere Schneehöhe von c. 20 cm ergibt, so hat es den Anschein, als würden in Gegenden, wo die Schneehöhe dieses Mass übersteigt, Sturmschäden überhaupt nicht vorausgesetzt werden können. Wir besitzen keine genügenden Beobachtungen über die Tiefe des Frosts im Erdboden in Finnland, um zuverlässige Durchschnittszahlen in dieser Hinsicht zu erhalten, doch lässt es sich annehmen, dass die mittlere Tiefe des Frosts zugleich mit der Schneehöhe zunimmt und dass zu der Zeit, wo die Schneedecke schon eine Höhe von 20 cm erreicht, auch der Frost im Erdboden so mächtig ist, dass diese beiden Faktoren zusammen alle Sturmschäden fast gänzlich verhindern könnten. Im allgemeinen beruht ja die Zunahme der Schneedecke in erster Linie auf den Temperaturverhältnissen. Eine mittlere Schneehöhe von 20 cm setzt eine vorhergehende Kälteperiode

voraus, welche auch eine gewisse Menge von Bodenfrost erzeugt haben muss. Obwohl der Frost im Erdboden wie auch die Schneehöhe in den einzelnen Jahren bedeutende Schwankungen zeigen, so würden doch Mittelwerte einer längeren Periode über den Frost und die Schneehöhe ziemlich zuverlässige Zahlen liefern.

Die umstehende Tabelle ist aus den mittleren Schneehöhenzahlen der vorerwähnten Untersuchung KORHONENS zusammengestellt. Die angeführten Zahlen beziehen sich auf dieselben Orte, die meine Sturmuntersuchung umfasst. In den Diagrammen (S. 50—51) bilden die Mittelzahlen der Schneehöhe die Ordinate, die Monate und Tage vom Beginn der Schneedecke bis zur Schneeschmelze die Abszisse.

Die Zahlen für *Wiipuri* wurden durch Interpolation zwischen den Stationen Helsinki und Wärsilä, aus welchen vollständige Beobachtungsreihen vorliegen, erhalten. Die Schneehöhenangaben von *Helsinki* sind im allgemeinen an der Küste niedriger als an Stationen, welche weiter im Binnenlande liegen. Infolgedessen und da die Schneehöhe schon in Sipoo (Sibbo), unweit der Stadt Helsinki, grösser ist und die Schneesverhältnisse in den Wäldern besser wiedergibt, wurden bei der Interpolation die Schneehöhenzahlen von *Sipoo* statt Helsinki benutzt. Die Schneemessungen von *Hanko* liefern verhältnismässig niedrige Werte, so dass an ihrer Statt die Zahlen von *Tammisaari* und *Somero* zur Anwendung kamen. Die Durchschnittszahlen der Schneehöhe in Somero umfassen eine vollständige Beobachtungsreihe. Die fehlenden Zahlen von Tammisaari wurden durch Interpolation nach Somero erhalten. Da die Zahlen von Hanko und Tammisaari sich auf eine Küstengegend von geringer Ausdehnung beziehen, wo die Schneedecke aussergewöhnlich niedrig ist,¹⁾ so können wir mit guten Gründen die Ergebnisse aus der Binnenlandstation Somero benutzen, welche die betreffenden Zustände in den naheliegenden, eigentlichen Waldgebieten besser veranschaulichen. Die fehlenden Schneehöhenzahlen von *Oulu* wurden durch Interpolation nach Waasa erhalten, die fehlenden Angaben von *Tampere* in der Reihe *Tampere—Lauttakylä* durch Interpolation zwischen den vollständigen Sta-

¹⁾ W. W. KORHONEN: loc. cit., Karte 19.

Die Schneehöhe (in cm) für Dekaden (Mittel).

Beobachtungsstation	Oktober			November			Dezember			Januar			Februar			März			April			Mai		
	I	II		I	II		I	II		I	II		I	II		I	II		I	II		I	II	
	1-10	11-20	21-31	1-10	11-20	21-31	1-10	11-20	21-31	1-10	11-20	21-31	1-10	11-20	21-31	1-10	11-20	21-31	1-10	11-20	21-31	1-10	11-20	21-31
Sortavala und Wärsilä	1	1	1	6	13	20	26	30	37	43	50	59	65	68	70	73	73	50	27	5	0	0	0	0
Wiipuri	0	0	1	3	8	14	17	20	25	30	36	43	49	51	53	54	50	20	9	1	0	0	0	0
Helsinki	0	0	0	2	6	11	11	13	18	23	27	32	39	43	47	48	42	33	15	2	0	0	0	0
Helsinki—Sipoo	0	0	1	3	8	14	14	16	21	27	32	37	45	49	52	53	48	40	25	6	3	0	0	0
Hanko (Tammisaari)	0	0	0	2	6	10	12	15	19	24	28	36	43	48	52	54	49	40	26	11	1	0	0	0
Somero	0	0	0	2	3	4	4	3	9	10	12	15	17	16	19	19	16	10	3	1	0	0	0	0
Maarianhamina	0	0	0	5	7	11	11	14	16	20	23	29	34	35	37	38	33	24	10	3	0	0	0	0
Waasa	0	0	1	6	10	19	19	21	23	26	30	38	44	46	51	53	48	40	26	9	1	1	0	0
Oulu	0	0	0	3	9	15	16	18	24	27	31	39	45	49	53	55	52	42	28	10	3	1	0	0
Tampere, Lauttakylä	0	0	0	6	9	16	21	25	31	38	43	53	58	62	64	67	66	57	42	23	6	0	0	0
Sulkava (Mikkeli)	0	1	1	5	9	15	25	29	32	39	47	52	60	67	72	73	76	75	67	52	31	11	2	0
Kuusamo	0	1	3	4	9	15	25	29	32	39	47	52	60	67	72	73	76	75	67	52	31	11	2	0
Kuusamo	0	3	5	6	12	17	23	28	32	37	45	49	57	62	66	71	73	72	69	64	38	20	12	2
Sodankylä (Kittilä)	1	4	6	10	15	22	31	34	40	44	49	56	63	67	70	75	77	76	74	69	42	19	13	5
Inari	3	4	9	15	19	27	36	38	46	47	55	62	64	65	68	70	68	65	59	45	26	14	5	5

Die Werte der Dekaden I und III sind für die ergänzten Stationen durch Interpolation zwischen den nächsten Normalstationen, aus welchen vollständige Beobachtungsreihen vorliegen, erhalten.

tionen Alastaro und Jyväskylä, die Zahlen für Orivesi durch Interpolation nach Alastaro. Aus den solcherart erhaltenen Zahlen von Orivesi und Tampere wurde dann direkt der Mittelwert berechnet, welcher der Schneehöhenkurve der Gegend von Tampere ziemlich gut entsprechen dürfte. Die fehlenden Angaben von *Kuusamo* wurden durch Interpolation nach Kajaani erhalten. Von *Sodankylä* liegen keine Schneehöhenmittel vor, weshalb die Angaben aus dem nahen *Kittilä* benutzt wurden, welche durch Interpolation zwischen Kajaani und Inari erzielt sind.

Die Millimeterkurven legen deutlich das Datum dar, an welchem die Schneedecke eine Höhe von 20 cm erreicht hat. Danach lassen sich die folgenden Tage als die Schneehöhenlinie der einzelnen Stationen bezeichnen:

Wiipuri	25. Dezember
Helsinki (Sipoo)	1. Januar
Hanko (Somero)	8. "
Maarianhamina (erreicht nicht die Grenze von 20 cm; 15. III. 19 cm)	
Waasa	5. Januar
Oulu	15. Dezember
Tampere—Lauttakylä	29. "
Sortavala und Wärsilä	5. "
Sulkava (Mikkeli, St Michel)	14. "
Kuusamo	30. November
Kuusamo	30. November
Sodankylä (Kittilä)	22. "
Inari	16. "

In *Waasa* erreicht die Schneehöhe durchschnittlich am 15. Januar den Grenzwert von 20 cm. Die Umgegend der Stadt ist im allgemeinen arm an Schnee. Auf der nahe gelegenen Station Replot beträgt die Schneehöhe indessen schon am 25. Dezember 20 cm. Das Durchschnittsdatum wird hier also der 5. Januar. — Die sehr geringe mittlere Schneehöhe von *Maarianhamina* führt uns zu der Annahme, dass die Wälder in der Nähe der Stadt nicht einmal im Winter vor Sturmschäden geschützt sind in demselben Sinne wie im Binnenlande. Auch auf der Station Lumparland in der Nähe der Stadt ist die Schneehöhe

ebenso gering. Die Stürme sind ja in Maarianhamina, ganz wie in Hanko und Helsinki, äusserst zahlreich und heftig, ein Umstand, der namentlich die Wälder bei Maarianhamina sehr gefährdet. Um auch hier die Stürme der kalten Jahreszeit von denjenigen der warmen Jahreszeit zu unterscheiden, können wir den 8. Januar, d. h. denselben Tag wie in Hanko (Somero), als die Grenze betrachten, nach welcher Sturmschäden wahrscheinlich bedeutend seltener sind als im Sommer und Herbst und im Beginn des Winters. Die mittlere Schneehöhe ist hier am 8. Januar 9 cm, also nur ungefähr die Hälfte des eigentlichen Grenzwertes.

Aus dem Manuskript der eben druckfertigen Untersuchung KORHONENS, welche sich seinen früheren Untersuchungen über die Schnee- und Eisverhältnisse in Finnland anschliesst, habe ich detaillierte Angaben über die Zeit erhalten, wann der Schnee durchschnittlich an den betreffenden Stationen im Frühling verschwindet. Diese Angaben, die auf der 20jährigen Beobachtungsperiode 1892—1911 fussen, sind folgende:

Beobachtungsstation.	Der Schnee verschwindet auf dem Felde: im Walde:	
Wiipuri	25. April	7. Mai
Helsinki	15. "	3. "
Hanko	12. "	2. "
Maarianhamina	7. "	21. April
Waasa	24. "	10. Mai
Oulu	24. "	12. "
Tampere	21. }	8. }
Lauttakylä	13. }	5. }
Sulkava	29. "	11. "
Sortavala	27. "	6. "
Wärtsilä	27. "	11. "
Kuopio	2. Mai	14. "
Kajaani	8. "	18. "
Kuusamo	13. "	27. "
Sodankylä (Kittilä)	13. "	27. "
Inari	15. "	31. "

Da um die Zeit, wo der Schnee auf dem Felde geschmolzen ist, auch im Walde nur noch wenig Schnee liegt und auch der Frost im

Erdboden angefangen hat aufzutauen, kann man jenen Tag, an welchem der Schnee auf dem Felde durchschnittlich geschmolzen ist, als Grenze zwischen der kalten und der warmen Jahreszeit betrachten. Nachdem wir nun den Tag, an welchem die Schneehöhe im Mittel 20 cm erreicht, und den Tag der beendeten Schneeschmelze kennen gelernt haben, können wir eine Tabelle zusammenstellen, welche die Länge der s. g. kalten und warmen Jahreszeit an den einzelnen Stationen darlegt.

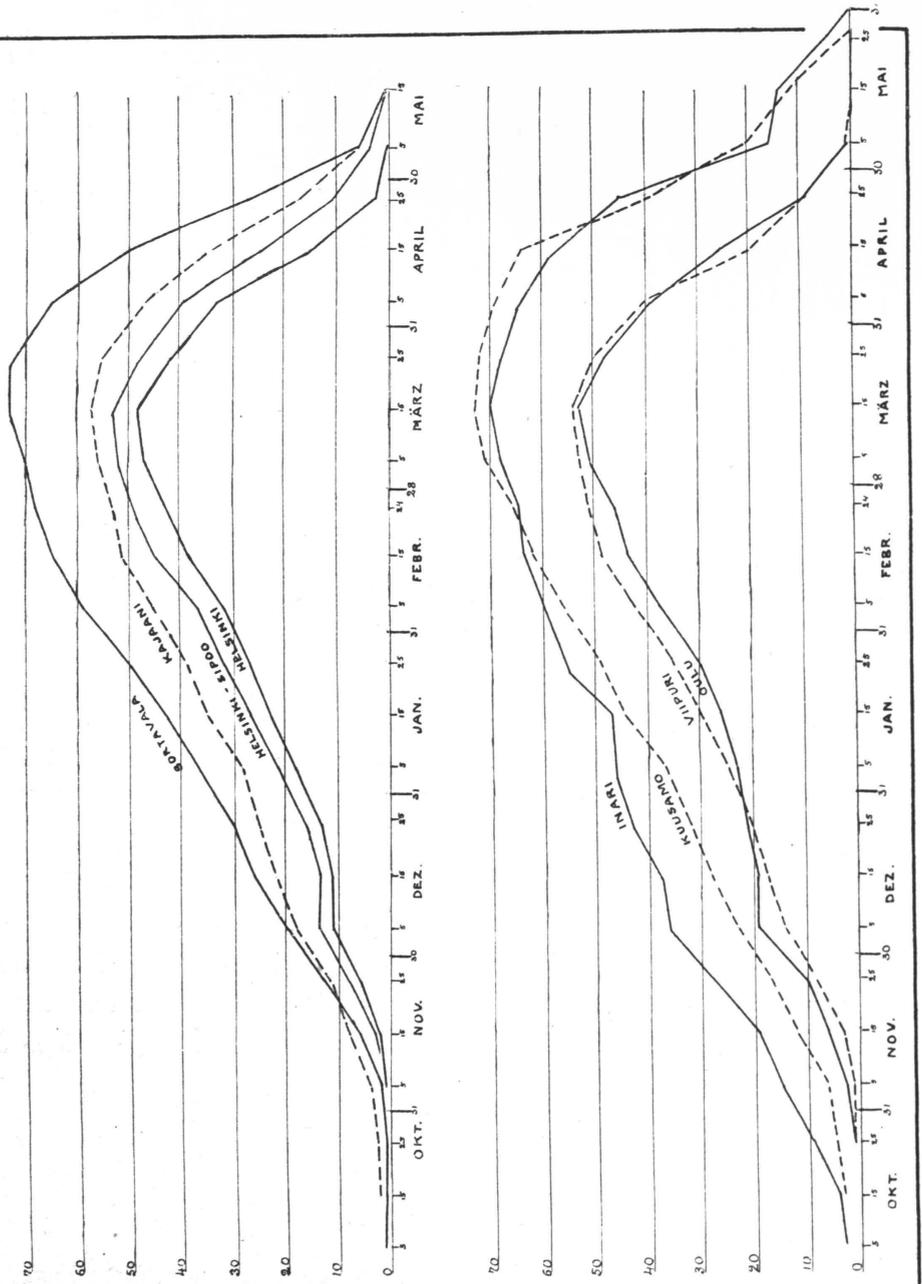
Beobachtungsstation.	Kalte Jahreszeit.	Warme Jahreszeit.
Wiipuri	25. Dezember—25. April	25. April—25. Dezember
Helsinki—Sipoo	1. Januar— 15. "	15. " 1. Januar
Hanko	8. " 12. "	12. " 8. "
Maarianhamina	8. " 7. "	7. " 8. "
Waasa	5. " 24. "	24. " 5. "
Oulu	15. Dezember—24. "	24. " 15. Dezember
Tampere—Lauttakylä	29. " 17. "	17. " 29. "
Sulkava	14. " 29. "	29. " 14. "
Sortavala u. Wärtsilä	5. " 27. "	27. " 5. "
Kuopio	29. November—2. Mai	2. Mai— 29. November
Kajaani	10. Dezember—8. "	8. " 10. Dezember
Kuusamo	30. November 13. "	13. " 30. November
Sodankylä	22. " 13. "	13. " 22. "
Inari	16. " 15. "	15. " 16. "

In der Windrosentabelle S. 37 u. 40 ist nach dieser Tabelle die Anzahl der Sturmtage an den einzelnen Stationen während der kalten und der warmen Jahreszeit berechnet. Die Windrosenkarten enthalten ferner die Anzahl der Sturmtage in Prozenten, auf diese beiden Jahreszeiten verteilt.

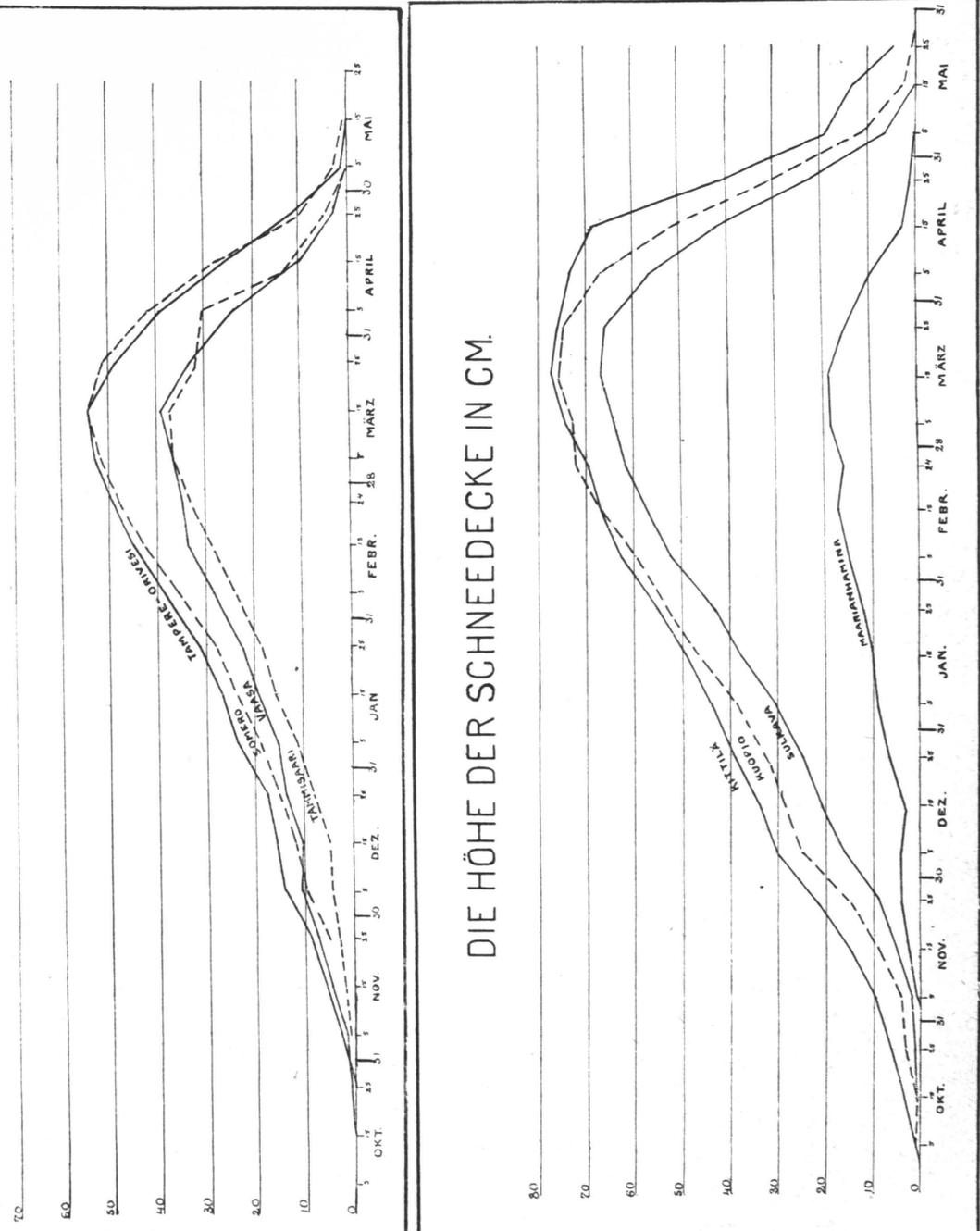
Kritik des Beobachtungsmaterials.

Ehe wir nun die Windbeobachtungen auf der Grundlage des vorliegenden Materials näher ins Auge fassen, sei folgendes erwähnt. Als Sturmnorm, d. h. als derjenige Stärkegrad, bei welchem ein Wind

DIE HÖHE DER SCHNEEDECKE IN CM.



DIE HÖHE DER SCHNEEDECKE IN CM.



Sturm genannt werden kann, gilt hier im allgemeinen die Stufe 7 Beaufort.¹⁾ Dies ist der Fall an den Stationen Wiipuri, Hanko, Sulka, Sortavala und Kajaani, während in Maarianhamina und Kuopio 8 Beauf. als Sturmnorm betrachtet werden. Auf anderen Stationen, wo die Windstärke in Metern pro Sekunde angegeben ist, wurde die Sturmgrenze mit Beachtung der Beaufortschen Skala bestimmt.

Die Bestimmung der Sturmgrade an den einzelnen Stationen ist in der Tat eine schwierige Aufgabe. Es lässt sich nicht ohne weiteres annehmen, dass die Windbeobachtungen, selbst wenn die Windstärke mit dem gleichen Apparat gemessen oder in Beaufort nach den Vorschriften der Meteorologischen Anstalt bestimmt worden sind, vollkommen gleichförmig ausgeführt sind. Das zur Untersuchung benutzte Sturmmaterial legt deutlich dar, dass diese Vermutung durchaus befügt ist.

An den Stationen des Binnenlandes werden die Sturmstufen hauptsächlich nach der Wirkung des Windes auf Bäume u. a. Gegenstände bestimmt. Nach den durch solche Experimente erhaltenen Werten wird dann hauptsächlich bestimmt, welche Ablesungen an den die Windstärke messenden Apparaten der Beaufortschen Skala entsprechen, die eine gegebene Wirkung auf die Bäume, den Wellenschlag usw. ausübt.

Nach einem Rundschreiben vom meteorologischen Ausschuss der Finnischen Gesellschaft der Wissenschaften an die Witterungsbeobachter wird die Windstärke in Beaufort nach folgender Skala geschätzt:²⁾

¹⁾ J. HANN: Lehrbuch der Meteorologie, 2 A, 1906, S. 279. C. WAGNER: Die Grundlagen der räumlichen Ordnung im Walde, S. 155—156 (Stufe 7 B: Sturm, der Äste bricht; Stufe 6 B: stürmischer Wind, der grössere Bäume bewegt). Die Stufe 7 B entspricht der vom meteorologischen Ausschuss der Finnischen Gesellschaft der Wissenschaften bei der Ausführung von Beobachtungen im Freien vorgeschriebenen Bezeichnung „starker Wind“.

²⁾ Nach J. VON HANN: Lehrbuch der Meteorologie, dritte Auflage 1915, Seite 384, könnten die Beobachtungen auf dem Lande so bezeichnet werden: 0 Windstille, 1 leiser Zug, Rauch steigt nicht mehr senkrecht auf, 2 leichter Wind, der bloss Blätter bewegt, 3 frischer Wind, der kleine Äste bewegt, 4 kräftiger Wind, der Staub aufwirbelt, stärkere Äste bewegt, 5 starker Wind, der die Bäume selbst bewegt, 6 stürmischer Wind, der grössten Bäume werden bewegt, 7 Sturm, der Äste bricht usw., 8 starker Sturm, der kleine Bäume bricht, Dächer beschädigt, 9 Orkan, der grosse Bäume bricht, Dächer abträgt usw., 10—12 Wirbelsturm, dem nichts widersteht.

- 0 B. — Still, der Rauch steigt gerade oder fast gerade empor, kein Blatt bewegt sich.
- 1 B. — Leiser Zug, mit einer bestimmten Richtung.
- 2 B. — Schwacher Wind, leichte Brise, mit dem Gefühl wahrnehmbar, bewegt einen Wimpel oder leichte Blätter.
- 3 B. — Leichter Wind, gleichmässige Brise.
- 4 B. — Mässiger Wind, frische Brise, streckt einen Wimpel, bewegt die Blätter und die schwächeren Zweige der Bäume.
- 5 B. — Frischer Wind, scharfe Brise.
- 6 B. — Starker Wind, harte Brise, bewegt die stärkeren Zweige der Bäume.
- 7 B. — Starker Wind.
- 8 B. — Stürmischer Wind, bewegt grössere Äste und schwächere Stämme, das Gehen im Freien ist gehemmt.
- 9 B. — Sturm, rüttelt ganze Bäume.
- 10 B. — Starker Sturm, Äste und schwächere Bäume werden gebrochen.
- 11 B. — Starker Sturm, schwächere Bäume werden entwurzelt, Schornsteine umgeworfen.
- 12 B. — Orkan, Häuser werden abgedeckt, starke Bäume gebrochen oder entwurzelt, ganze Waldungen niedergemäht.

Auf den Küstenstationen und Leuchttürmen kann man immer die Windstärke mit den auf dem Meere stattfindenden Schiffbrüchen vergleichen und die Sturmgrenze nach jenen Windstärkestufen, welche erfahrungsgemäss gewöhnlich Schiffbrüche verursachen, bestimmen.

Dass die Beobachter eine sehr verschiedene Auffassung davon haben, einem wie starken Winde die niedrigste Sturmgrenze 7 Beauf. in Wirklichkeit entspricht, geht aus der Untersuchung v. NASACKINS¹⁾ deutlich hervor. Er hat ein reichhaltiges Material von auf der Ostsee eingetroffenen Schiffbrüchen gesammelt und durch Vergleichung derselben mit der auf den nächsten Beobachtungsstationen vermerkten

¹⁾ Vgl. BERNHARD v. NASACKIN: op. cit. S. 25.

Windstärke die Sturmnorm bestimmt. Die erwähnte Untersuchung umfasst die 5-Jahrperiode 1883—1887.

Demnach ergeben sich für die finnischen Küstenstationen und Leuchttürme folgende Sturmnormen:

		Sturmnorm.		
Leuchtturm von	Säbbskär	7	Grad	nach Beauf.
"	" Sälskär	10	"	" "
"	" Märket	8	"	" "
"	" Utö	8	"	" "
"	" Hanko (Hangö)	9	"	" "
"	" Söderskär	8	"	" "
Stadt	Hanko (Hangö)	7	"	" "

Für die Stadt Hanko wurde also als Sturmnorm die Stufe 7 Beauf. festgestellt, die auch nach meinen Untersuchungen daselbst die niedrigste Sturmgrenze ausmacht. Wie ersichtlich, wurde die Windstärke an den Leuchttürmen im allgemeinen sehr hoch geschätzt. Wahrscheinlich haben die Beobachter, die an diesen Stationen die Windstärke u. a. nach dem Wellenschlage taxierten, sich durch die auf dem offenen Meere selbst bei schwächerem Sturm entstehende starke Wellenbewegung dazu verleiten lassen, die Windstärke zu hoch zu schätzen.

Das vorliegende Untersuchungsmaterial zeigt deutlich, dass die Zahl der Sturmtage auf den meisten Stationen während der einzelnen Jahre eine sehr verschiedene ist. Dieses kann in gewissen Fällen auch davon herrühren, dass die Beobachter in verschiedenen Jahren die Windstärke verschieden geschätzt haben. Namentlich bei einem häufigen Wechsel der Beobachter ist ein solcher Umstand sehr erklärlich. Aber auch an solchen Stationen, die mit anerkannt genauen Instrumenten ausgerüstet sind und wo die Windstärke nicht schätzungsweise, sondern mit Hilfe selbstregistrierender Apparate bestimmt wird, wie auf der Anemometerstation der Meteorologischen Zentralanstalt zu Hel-

sinki, kann die Zahl der Sturmtage in den einzelnen Jahren ansehnlich schwanken, was direkt davon abhängen muss, dass die Zahl der Sturmtage in verschiedenen Jahren im ganzen Lande wirklich sehr schwankend ist. Nach v. NASACKIN ist die jährliche Häufigkeit der Stürme auf den einzelnen Stationen in Finnland folgende:

Stationen.	Zahl der Sturmtage.					Mittel
	1883	1884	1885	1886	1887	
Leuchtturm von Säbbskär.	28	24	24	24	46	29.2
" " Sälskär	27	35	24	12	19	23.4
" " Märket	—	—	—	25	37	31.0
" " Utö	68	56	44	25	50	48.6
" " Hanko	74	60	71	27	60	58.4
Stadt Hanko	43	37	42	39	65	45.2

Also kann auch hier die jährliche Häufigkeit der Stürme nicht als konstante Grösse angesehen werden, sondern ist sie in den einzelnen Jahren sehr verschieden.

Die mittlere Zahl der Stürme auf den einzelnen Stationen ist gleichfalls sehr verschieden.

Auch die Forststatistik legt deutlich dar, dass die jährliche Zahl der Sturmschäden bedeutend schwankt. Diese Tatsache stützt die Behauptung, dass die Zahl der Sturmtage in den einzelnen Jahren sehr verschieden sein muss. Nach der von mir zusammengestellten Sturmstatistik war die Zahl der gestürzten Bäume in den Staatswäldungen 1911—1915 folgende:

Jahr	Anzahl der gestürzten Bäume.
1911	26,748
1912	483,805
1913	5,401
1914	10,238
1915	4,020

Diejenigen meteorologischen Stationen, auf welche meine Untersuchung sich stützt, können, wie aus Obigem hervorgehen dürfte, in 3 verschiedene Gruppen geteilt werden.

Gruppe I. Windstärke nach Beauf. geschätzt.	Gruppe II. Windstärke nach der Wild- schen Tafel berechnet (in Tampere nach dem Hage- mannschen Sauganemome- ter bestimmt).	Gruppe III. Windstärke nach anemo- metrischen Messungen bestimmt.
Wiipuri Hanko Sulkava Sortavala Kajaani Maarianhamina Kuopio	Tampere Wärtsilä Kuusamo Sodankylä Inari	Helsinki Waasa Oulu Lauttakylä

Im Folgenden, wo die Bestimmung der Sturmnorm auf den einzelnen Stationen auseinandergesetzt wird, wird die obige Einteilung der Stationen befolgt.

Gruppe I.

Wiipuri. Wie aus den vorstehenden Windrosentabellen zu ersehen, ist die Zahl der Sturmtage in Wiipuri durchschnittlich 20 im Jahr. Dieses Ergebnis erscheint allerdings verhältnismässig hoch. Nach der Mitteilung der Meteorologischen Zentralanstalt dürfte man sich in Wiipuri bei der Ausführung der Beobachtungen in den letzten Jahren in der Schätzung der Windstärke nach Beauforts Skala geirrt haben. Dass dieses wirklich der Fall gewesen sein muss, geht schon daraus hervor, dass Winde > 7 B. im Untersuchungsmaterial äusserst selten vorkommen. Nachstehend sehen wir die Anzahl der Winde > 7 B. in den Jahren, wo die Schwankungen am grössten sind.

	> 7 Beaufort (fast ausschliesslich Stürme von 8 B.)	7 Beaufort	≥ 7 Beaufort im ganzen
1901	9 Tage entspr. 60 %	6 Tage entspr. 40 %	15 Tage
1902	9 " " 69 "	4 " " 31 "	13 "
1903	3 " " 33 "	6 " " 67 "	9 "
1904	1 " " 13 "	7 " " 88 "	8 "
1905	9 " " 53 "	8 " " 47 "	17 "
1906	3 " " 23 "	10 " " 77 "	13 "
1907	0 " " —	23 " " 100 "	23 "
1908	0 " " —	52 " " 100 "	52 "
Mittel	4 Tage entspr. 31 %	15 Tage entspr. 69 %	19 Tage

Die Anzahl der stürmischen Tage mit Stürmen > 7 B. ist also ziemlich gering, durchschnittlich nur 4 Tage im Jahr. Von 1901 bis 1906 erscheint die Zahl der stürmischen Tage jedoch einigermaßen normal. In den Jahren 1907 und 1908 findet man dagegen keinen einzigen Sturm von 7 B., welches die Unzuverlässigkeit der Beobachtungen von 1907 ab deutlich darlegt. Wie schon erwähnt, wirkte seit dem genannten Jahre ein neuer Beobachter an der Station. Aus einem Schreiben desselben an die Meteorologische Zentralanstalt geht hervor, dass er die Anweisung zur Windmessung vollständig missverstanden hat. Er gab nämlich die Nummer des Stifts an der Wildschen Windplatte statt Beaufort an, so dass infolgedessen selbst die allerstärksten Stürme den Wert 7 B. erhielten. Als Sturmnorm mussten in Wiborg 7 B. betrachtet werden, obwohl die Zahl der stürmischen Tage somit verhältnismässig hohe Werte liefert, weil hier eine Grenzstufe von 8 B. im Vergleich zu anderen Stationen viel zu niedrige Resultate ergeben würde.

Das Observationsmaterial von 1895—1900 ist indessen recht homogen, auch kommen hier verhältnismässig viel Stürme > 7 B. vor.

Hanko. Auf der Station ist die ganze Zeit derselbe Observator tätig gewesen. Die Observationen scheinen demzufolge auch verhältnismässig gleichartig zu sein. Keine besonderen Abweichungen können wahrgenommen werden. Die Anzahl der Sturmtage ist 33 jährlich, also sehr gross. Zu bemerken ist jedoch, dass die Station den Winden sehr ausgesetzt ist.

Sulkava. Die Windbeobachtungen in Sulkava sind insofern unvollständig, als die Abendbeobachtungen (9 Uhr abends) im Winter sehr oft fehlen. Nach privater Mitteilung von Prof. G. MELANDER und Dr. OSC. V. JOHANSSON hat der Beobachter namentlich während der dunklen Jahreszeit deshalb keine Abendbeobachtungen machen wollen, weil die Aufzeichnung der Windrichtung und -stärke dann nicht mit so grosser Genauigkeit geschehen könne wie er es wünschte. In den Jahren 1896—1900 gibt es einige Tage, an welchen keine Beobachtungen eingetragen worden sind. Vom 22. November bis zum 31. Dezember 1899 liegen keine Beobachtungen vor. Bezüglich der Anzahl der Sturmtage dürfte dieser Mangel jedoch nicht nennenswert störend wirken, weil Stürme jedenfalls so selten vorkommen, dass das Mittel von 12 Jahren nicht viel beeinflusst wird, falls auch einige Tage weggeblieben wären. Das Ausbleiben der Abendbeobachtungen hat auch verhältnismässig wenig zu bedeuten, denn es kommt ziemlich selten vor, dass ein Sturm, den man am Tage nicht wahrgenommen hat, erst gegen 9 Uhr abends ausbricht.

Bei näherer Untersuchung des Materials nimmt man wahr, dass Stürme von 7 B. nicht bemerkt worden sind, — ausgenommen im Dezember 1894 — sondern nur Stürme von 8 B. Wie erwähnt, ist der Beobachter die ganze Zeit derselbe gewesen, und es ist sehr wahrscheinlich, dass er die niedrigsten Sturmgrade, in welchen also auch Stürme von 7 B. enthalten sind, ohne Ausnahme auf 8 B. geschätzt hat. Dass es sich so verhält, ist auch deshalb sehr wahrscheinlich, weil keine Sturmnotierungen von 9 B. in sämtlichen 12jährigen Beobachtungsergebnissen vorkommen, sondern nur Stürme von 10 B. Also müssten in derselben Weise, wie die Stürme von 7 u. 8 B. mit derselben Zahl 8 bezeichnet worden sind, auch die Stürme von 9 u. 10 B. mit derselben Zahl 10 bezeichnet werden.

Sortavaia. An der Beobachtungsstation haben die Beobachter häufig gewechselt, was aber nicht die Beobachtungen merkbar gestört zu haben scheint. Die verschiedenen Sturmgrade legen normale Verhältnisse dar. Doch machen die Beobachtungen aus den Jahren 1896 und 1898 einen unzuverlässigen Eindruck, weil die Zahl der Sturm-

tage nur je 1 ausmacht. Durchschnitt der Beobachtungsperiode sind 15 Tage für das Jahr.

Kajaani. Hier ist, wie gesagt, die ganze Zeit derselbe Observator tätig gewesen. In den Windbeobachtungen sind keine Fehlbeobachtungen zu bemerken.

Maarianhamina. Hier wurden 8 B. als Sturmnorm betrachtet, weil es den Anschein hat, als sei die Windstärke viel zu hoch geschätzt. Nähme man 7 B. als Sturmgrenze, erhielte man eine ganz unvergleichbar grosse Anzahl von Sturmtagen (z. B. in den Jahren 1895—1900 durchschnittlich 79 Tage pro Jahr). Also scheint es ganz sicher zu sein, dass die mit 7 B. bezeichneten Sturmtage in der Tat nicht dem erwähnten Grade entsprechen, sondern nur 6 B., ebenso wie die mit 8 bezeichneten Sturmtage 7 B. entsprechen. Die jährliche Durchschnittszahl der Sturmtage ist hier 32, oder fast dieselbe wie in Hanko (33).

Kuopio gibt verhältnismässig zahlreiche (14) Sturmtage an, wenn man in Betracht zieht, dass diese Station eine geschützte Lage im Innern des Landes hat, wo die mittlere Windgeschwindigkeit im Jahre sehr niedrig ist (bloss 1.5 Beaufort). Eine verhältnismässig grosse Anzahl von Sturmtagen (≥ 8 B.) dürfte darauf zurückzuführen sein, dass man den stürmischen Winden hier zu hohe Werte gegeben hat, so dass die Stürme von 8 B. wahrscheinlich auch mehrere solche von 7 B. umfassen. Es ist übrigens bemerkenswert, dass die Beobachtungen hauptsächlich gerade Zahlen wie 2, 4, 6, 8 enthalten. In den Jahren 1903, 1905—1908 finden sich ausschliesslich Stürme von 8 B. Daher dürfte es fast sicher sein, dass der Beobachter die gröbere Skala benutzt und die ungeraden Zahlen 1, 3, 5, 7 usw. nicht vermerkt hat. Das ist wahrscheinlich aus Bequemlichkeitsgründen geschehen, weil die Bewertung der Windstärke nach 0—12 B. viel einfacher wird, wenn man nur 6 Stufen unterscheidet. Somit erhält unsere Auffassung, dass die Stürme von 8 B. auch viele von 7 B. umfassen müssen, noch weitere Stütze. Aus diesem Grunde gelten hier 8 B. als Sturmnorm.

Gruppe II.

Tampere. Als Sturmgrenze hat man hier 14 m p. S. betrachtet, was nach Köppens neuer Reduktionsskala der Grenze zwischen 7 und 8 B. entspricht. Diese Skala ist folgende: ¹ u. ²)

Beaufort	7	8	9	10	11	12
M. p. S.	12—14	14—17	17—20	20—23	23—30	> 30

Wie schon erwähnt, hat sich die Station Tampere in den letzten Jahren bemerkbar verschlechtert. Doch scheint die 18-Jahrsperiode 1884—1901 recht zuverlässig zu sein. Die Zahl der Sturmtage ist hier 14 pro Jahr.

Wärtsilä. Ebenso wie in Tampere gelten auch hier 14 m p. S. als Sturmnorm, die alle anderen Jahre ausser 1898, 1899 und 1900 zur Anwendung gekommen ist. Wie aus der Tabelle S. 75 ersichtlich, welche die mittlere Windgeschwindigkeit in den einzelnen Jahren angibt, sind die betreffenden Zahlen für die Jahre 1898—1900 hier ungewöhnlich hoch. Sollte der sich aus ihnen ergebende Sturmgrad als Grenze betrachtet werden, so würde man für jene Jahre eine viel zu hohe Anzahl von Sturmtagen erhalten (1898 = 61 Tage, 1899 = 46 Tage, 1900 = 36 Tage), so dass diese Zahlen keineswegs mit

¹) Die Tabelle ist der Untersuchung OSC. V. JOHANSSONS „Über die anemometrischen Windstärkemessungen in Finnland“, S. 16, entlehnt.

²) Nach den Untersuchungen von RICHARD H. CURTIS (J. v. HANN: Lehrbuch der Meteorologie 1915, S. 385) entsprechen folgende Windgeschwindigkeiten den nach der 12teiligen Beaufort-Skala geschätzten Windstärken.

Hauptergebnisse der Vergleichen (korrigiert und reduziert, Meter pro Sekunde).

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Ozean	1.9	3.1	4.8	6.8	8.8	10.2	12.3	14.5	17.3	20.4
Englische Küste	1.4	2.7	4.6	6.9	9.2	11.5	14.3	17.8	21.2	25.1
Norwegische Küste	1.5	3.2	4.9	6.7	8.7	10.7	12.8	15.1	17.4	19.8
Deutsche Küste	1.8	3.4	4.9	6.5	8.3	10.0	12.0	14.0	—	—
Mittel (Köppen)	1.7	3.1	4.8	6.7	8.8	10.7	12.9	15.4	18.0	21.0
Jetzt in England üblich	0.8	2.4	4.3	6.7	9.4	12.3	15.5	18.9	22.6	26.4

Für den Stärkegrad 11 sind etwa 26 m anzunehmen, für 12 aber 40—50 m.

den anderen Jahreswerten vergleichbar wären. Für die Jahre 1898 und 1899 wurden 17 m p. S., für das Jahr 1900 16 m p. S. als Sturmgrenze betrachtet, weil es ganz klar ist, dass man in jenen Jahren die Windstärke unrichtig, d. h. zu hoch geschätzt hat.

Die Zahl der Sturmtage wurde somit 15, d. i. ebenso gross wie auf den benachbarten Stationen Sortavala und Sulkava.

Kuusamo. Insoweit man nach dem in kurzer Zeit gesammelten Observationsmaterial schliessen kann, scheinen die Windbeobachtungen regelmässig und zuverlässig zu sein. Als Sturmnorm wurden hier 14 m p. S. angenommen, nach der Reduktionsskala von Köppen die Grenze zwischen 7 und 8 B. Die jährliche Durchschnittszahl der Sturmtage ist 16.

In Sodankylä bilden 12 m p. S. die Sturmgrenze, was nach Köppens neuer Reduktionsskala 7 Beauf. entspricht.

In Inari ist die Sturmgrenze 20 m p. S., was nach Scotts alter Angabe zwischen 7 und 8 Beaufort ausmacht (siehe die Tabelle auf Seite 66, Spalte 1 und 2).

Die Zusammenstellung auf Seite 75 legt dar, dass sowohl in Sodankylä als auch in Inari die mittlere Windgeschwindigkeit von Jahr zu Jahr abnimmt; die betreffende Durchschnittszahl ist im Jahre 1912 in Sodankylä schon 46 % niedriger als im Jahre 1907, in Inari 41 %.

Die Abnahme der Windgeschwindigkeit seit 1907 in Inari und Sodankylä in Prozenten geht aus der folgenden Zusammenstellung hervor.

	Inari.			Sodankylä.		
	1908	14 %	Abnahme seit 1907	1908	18 %	Abnahme seit 1907
1909	24	„	„	21	„	„
1910	28	„	„	26	„	„
1911	35	„	„	28	„	„
1912	41	„	„	46	„	„

Wie ersichtlich, hat sich die Windgeschwindigkeitszahl an beiden Stationen in demselben Verhältnis vermindert. Wir wollen diesen

Gegenstand noch näher untersuchen. Die nachstehenden Ziffern zeigen uns, wieviel Mal die Windgeschwindigkeit in Inari höher ist als diejenige in Sodankylä während der entsprechenden Jahre.

		Inari.	
1907	2.1	1910	2.0
1908	2.1	1911	1.8
1909	1.9	1912	2.2

Die Tabelle auf Seite 75 legt dar, dass der Mittelwert der Windgeschwindigkeit während der erwähnten Jahre in Inari doppelt so gross ist wie in Sodankylä. Aus der obigen Zusammenstellung finden wir wieder, dass diese Verhältniszahl die ganze Zeit sehr konstant verbleibt. Diese eigentümliche Erscheinung einer regelmässig abnehmenden Windgeschwindigkeit an beiden Stationen deutet unbedingt darauf hin, dass die Windmessungsinstrumente irgendwie in Unordnung geraten sein müssen. Auch wäre es ja denkbar, dass die Beobachter sich beim Ablesen des Resultats geirrt haben. Doch müssen wir diesen Gedanken fallen lassen, weil die Ergebnisse durchaus keine Unregelmässigkeit zeigen, sondern stetig abnehmen. Neue Apparate wurden auch nicht eingeführt und in Inari war die ganze Zeit derselbe Beobachter tätig, so dass der Fehler am Apparate selbst liegen muss. Was die Station Sodankylä anbetrifft, so haben die Beobachter dort mehrmals gewechselt, was allerdings zur Unsicherheit der Beobachtungen beitragen kann.

In Sodankylä und Inari sind ja die Windbeobachtungen mit Hilfe einer Wildschen Windfahne, die gleichzeitig die Stärke und Richtung des Windes angibt, gemacht worden. Diese Windfahne hat wie bekannt zu beiden Seiten der Hauptachse zwei gleich grosse, sich um eine wagrechte Achse schwingende Platten. Wahrscheinlich haben diese Platten, die natürlich sehr beweglich sein müssen, um die Windstärke richtig messen zu können, angefangen, infolge irgend eines Schadens oder vielleicht durch Verrostung zu niedrige Werte zu geben. Wäre die Anzahl der Stürme in Sodankylä und Inari während der letzten Jahre grösser geworden oder selbst nur ebenso gross geblieben wie

in den ersten Jahren meines Untersuchungsmaterials, so wäre es noch denkbar, dass der Fehler im Instrumente vor allem auf die schwachen Winde eingewirkt hätte, doch zeigt die Tabelle auf Seite 33, dass auch die Sturmzahl beeinflusst worden ist. Wir ersehen nachstehend, wieviel Prozent die Zahl der stürmischen Tage in Inari 1908—1912 von derjenigen i J. 1907 ausmacht.

		Inari.	
1907	= 100	1910	= 30
1908	= 74	1911	= 26
1909	= 56	1912	= 6

In Sodankylä nimmt seit 1910 die Anzahl der Sturmtage auch bedeutend ab. Die nachstehende Übersicht zeigt diese Abnahme während der Jahre 1910—12 in Prozenten von der Zahl der stürmischen Tage 1909.

		Sodankylä.	
1909	= 100	1911	= 60
1910	= 67	1912	= 20

Wir dürfen also mit Bestimmtheit annehmen, dass die Windmessungen der späteren Jahre an den genannten Stationen fehlerhaft gewesen sind.

Gruppe III.

Helsinki. Wie schon erwähnt, existieren seit 1884 für Helsinki brauchbare Windbeobachtungen. Die Windgeschwindigkeit hat N. K. NORDENSKIÖLD anfangs auf empirischem Wege bestimmt. Er hat wahrscheinlich gleichzeitig die Windstärke anemometrisch gemessen und nach den Wirkungen auf Bäume usw. in Beaufort geschätzt. Diese Komparationen hat er zusammengestellt und dabei die Beaufortgrade in absolutes Mass nach der Skala von Scott verwandelt. Mit

Anwendung der Methode der kleinsten Quadrate hat NORDENSKIÖLD aus diesen Beobachtungen folgende Formel erhalten:

$$v = 0.4 + 0.229 n + 0.00075 n^2,$$

wo v die Windgeschwindigkeit und n die Anzahl der Kontakte des Anemometers pro Stunde bedeutet.¹⁾

Die Reduktionstafel²⁾ NORDENSKIÖLDS für das alte Robinsonsche Anemometer³⁾ in Helsinki war folgende:

Grade des Anemometers in der Stunde	Windgeschwindigkeit in m p. S.	Grade des Anemometers in der Stunde	Windgeschwindigkeit in m p. S.	Grade des Anemometers in der Stunde	Windgeschwindigkeit in m p. S.	Grade des Anemometers in der Stunde	Windgeschwindigkeit in m p. S.
0	0	33—35	9	63—65	18	89—91	27
1—4	1	36—39	10	66—68	19	92—93	28
5—8	2	40—42	11	69—71	20	94—96	29
9—12	3	43—45	12	72—74	21	97—99	30
13—16	4	46—49	13	75—77	22	100—101	31
17—20	5	50—52	14	78—79	23	102—104	32
21—24	6	53—55	15	80—82	24	105—107	33
25—28	7	56—58	16	83—85	25	108—	34
29—32	8	59—62	17	86—88	26		

OSC. V. JOHANSSON ist auf Grund dieser Reduktionstabelle durch Vergleichung zu dem Resultat gekommen, dass die Windge-

¹⁾ Vgl. OSC. V. JOHANSSON, op. cit.

²⁾ Mit Zuhilfenahme der Theorien von DOHRANDT und THIESEN (Repertorium für Meteorologie; von H. WILD, Bd. IV u. V) hat man die absoluten Windgeschwindigkeiten, die den Umlaufzahlen des Anemometers entsprechen, zu berechnen versucht, man hat aber nicht auf diese Weise verwendbare Resultate bekommen. An ihrer Stelle hat man auf empirischem Wege die obenstehende Reduktionstafel zur Bestimmung der Windgeschwindigkeit ausgerechnet (vgl. Observations publiées par l'Institut Météorologique Central, faites à Helsingfors en 1882).

³⁾ Nach 80 Rotationen des Schalenkreuzes wird ein Kontakt in dem Anemometer hervorgerufen und dadurch der Zeiger des Zählwerks um einen Grad vorwärts gerückt. Die konkaven Schalen des Anemometers haben einen Durchmesser von 102.8 mm und die Mittelpunkte derselben befinden sich 381.8 mm von der Achse des Anemometers. Die Dicke der Arme ist 5.5 mm und die Breite 16.3 mm. Das Schalenkreuz mit beweglicher Achse hat ein Gewicht von 1,478.42 g.

windigkeit nach den NORDENSKIÖLDSchen Angaben doppelt so gross ist wie nach seinen Berechnungen. Im Jahre 1901 liess die Meteorologische Zentralanstalt 3 Anemometer (Nr. 102, 103 und 104) vom Mechaniker Falck-Rasmussen in Helsinki herstellen. Diese wurden

Entsprechende Werte der alten Skala von Nordenskiöld und der neuen, absoluten Skala.

Kontakte	m p. S.										
	Alte	Neue									
0	0	0									
1	0.6	0.8	31	8.2	5.1	61	17.2	8.8	91	27.4	12.1
2	0.9	1.0	32	8.5	5.2	62	17.5	9.0	92	27.8	12.2
3	1.1	1.2	33	8.8	5.4	63	17.8	9.1	93	28.2	12.3
4	1.3	1.4	34	9.0	5.5	64	18.1	9.2	94	28.6	12.4
5	1.6	1.5	35	9.3	5.6	65	18.4	9.3	95	28.9	12.5
6	1.8	1.7	36	9.6	5.8	66	18.8	9.4	96	29.3	12.6
7	2.0	1.8	37	9.9	5.9	67	19.1	9.5	97	29.7	12.7
8	2.3	1.9	38	10.2	6.0	68	19.4	9.6	98	30.0	12.8
9	2.5	2.1	39	10.5	6.2	69	19.8	9.8	99	30.4	12.8
10	2.8	2.2	40	10.8	6.3	70	20.1	9.9	100	30.8	12.9
11	3.0	2.4	41	11.0	6.4	71	20.4	10.0	101	31.2	13.0
12	3.3	2.5	42	11.3	6.5	72	20.8	10.1	102	31.6	13.1
13	3.5	2.6	43	11.6	6.7	73	21.1	10.2	103	32.0	13.2
14	3.8	2.8	44	11.9	6.8	74	21.5	10.3	104	32.4	13.3
15	4.0	2.9	45	12.2	6.9	75	21.8	10.4	105	32.7	13.4
16	4.2	3.0	46	12.5	7.0	76	22.1	10.5	106	33.1	13.5
17	4.5	3.2	47	12.8	7.2	77	22.5	10.6	107	33.5	13.6
18	4.8	3.3	48	13.1	7.3	78	22.8	10.7	108	33.9	13.7
19	5.0	3.4	49	13.4	7.4	79	23.2	10.8	109	34.3	13.8
20	5.3	3.6	50	13.7	7.5	80	23.5	10.9	110	34.7	13.9
21	5.5	3.7	51	14.0	7.7	81	23.9	11.0	111	35.1	14.0
22	5.8	3.9	52	14.3	7.8	82	24.2	11.1	112	35.4	14.0
23	6.1	4.0	53	14.6	7.9	83	24.6	11.2	113	35.9	14.1
24	6.3	4.1	54	15.0	8.0	84	24.9	11.4	114	36.3	14.2
25	6.6	4.3	55	15.3	8.2	85	25.3	11.5	115	36.6	14.3
26	6.9	4.4	56	15.6	8.3	86	25.6	11.6	116	37.0	14.4
27	7.1	4.6	57	15.9	8.4	87	26.0	11.7	117	37.5	14.5
28	7.4	4.7	58	16.2	8.5	88	26.4	11.8	118	37.9	14.6
29	7.7	4.8	59	16.5	8.6	89	26.7	11.9	119	38.3	14.6
30	8.0	5.0	60	16.8	8.7	90	27.1	12.0	120	38.7	14.7

im Jahre 1902 mit den Apparaten in Petrograd verglichen; dabei wurden auch ihre Konstanten bestimmt. Das Anemometer Nr. 104 erhielt im Mai 1903 seinen Platz neben dem alten Beobachtungsanemometer der Anstalt, und wurde nunmehr als Kontroll- und Reserveanemometer benutzt. Auf diese Weise wurde es möglich, die Angaben der beiden Anemometer zu vergleichen und eine richtige Reduktion für das alte zu bekommen. Die Kontaktzahlen der beiden Anemometer wurden für 3 Monate, Mai bis August 1903, abgelesen und nach den Kontaktzahlen des alten Anemometers geordnet. Die Vergleichsberechnungen zwischen dem Beobachtungsanemometer und dem Anemometer Nr. 104 bildeten die Grundlage, auf welcher JOHANSSON die Tabelle ¹⁾ auf S. 65 zusammengestellt hat.

Wie wir sehen, sind die alten Windstärkeangaben von 19 m p. S. aufwärts mehr als doppelt, die von 35 m p. S. aufwärts mehr als 2.5 mal zu hoch. In Helsinki hat man zufolge des Kongress-Beschlusses

Die alten und neuen Windstärkeangaben aus Helsinki in Beaufort.				
Die alten Angaben		Die entsprechenden neuen Angaben		
In Beaufort	In m p. S. nach SCOTT	In m p. S.	In Beaufort nach SCOTT	In Beaufort nach KÖPPEN
1	2	3	4	5
0	(1.5)	1.5	0	0.9
1	3.5	2.6	0.6	1.6
2	6.0	4.0	1.2	2.5
3	8.0	5.0	1.6	3.1
4	10.0	5.9	2.0	3.6
5	12.5	7.0	2.5	4.1
6	15.0	8.0	3.0	4.6
7	18.0	9.2	3.6	5.2
8	21.5	10.3	4.1	5.8
9	25.0	11.4	4.6	6.3
10	29.0	12.5	5.0	6.8
11	33.5	13.6	5.4	7.3
12	40	(15.2)	6.1	7.9

¹⁾ OSC. V. JOHANSSON: loc. cit.

zu Utrecht 1878 die Scottsche Reduktion für die Verwandlung von Stärkeangaben in m p. S. in Beaufortgrade benutzt.

In der vorstehenden Tabelle ¹⁾ geben die zwei ersten Kolonnen die Beaufortgrade und die entsprechenden Windgeschwindigkeiten in m p. S. nach Scott an. Vergleicht man die Beaufortgrade nach den Kolonnen 1 und 4, so kommt man zu dem Ergebnis, dass die alten Beaufortwerte, welche z. B. in den Depeschen aus Helsinki enthalten sind, gerade doppelt so hoch sind, unter der Annahme, dass die Scottsche Reduktion fortwährend benutzt wird.

Monats- und Jahresmittel der Windstärke in Helsinki 1884—1911 nach den Angaben in den Jahrbüchern.

	Jan.	Febr.	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Okt.	Nov.	Dez.	Jahr
1884	9.3	5.3	5.3	5.1	7.4	7.2	4.7	4.7	6.8	9.2	7.5	7.7	6.7
1885	7.0	8.9	5.9	6.7	7.0	7.8	5.8	6.9	7.2	8.7	7.2	9.9	7.4
1886	7.8	7.5	6.4	7.1	6.4	5.5	5.7	4.9	6.6	6.5	7.0	9.0	6.7
1887	9.5	9.9	7.9	6.9	7.2	7.0	6.1	6.0	7.3	9.0	7.5	8.4	7.7
1888	7.2	4.8	5.9	6.3	6.4	6.4	5.8	5.6	6.6	8.2	7.2	8.5	6.6
1889	8.3	8.3	6.3	5.2	4.6	4.7	7.1	6.5	7.3	7.5	7.9	8.8	6.9
1890	7.5	4.2	5.2	7.0	6.6	5.5	6.3	7.0	5.9	9.6	8.2	6.7	6.6
1891	7.2	8.5	6.4	4.6	6.2	6.0	6.3	7.7	8.1	8.3	9.1	8.4	7.2
1892	7.0	6.3	7.6	6.4	7.1	7.6	6.0	6.3	8.1	6.9	6.8	9.0	7.1
1893	8.2	5.4	9.0	8.4	6.6	5.4	6.5	5.9	7.9	8.6	7.9	9.4	7.4
1894	10.3	9.5	8.3	5.1	7.3	5.9	7.6	6.6	7.4	6.7	8.3	9.1	7.7
1895	4.6	6.1	7.9	6.3	6.7	6.0	7.1	7.4	6.6	7.6	8.2	7.8	6.9
1896	9.5	7.5	9.1	5.6	6.4	5.5	5.9	7.3	6.8	7.8	7.5	9.2	7.3
1897	6.1	8.1	9.2	7.2	6.2	7.5	5.9	6.0	8.7	6.4	10.1	8.3	7.5
1898	9.2	8.2	9.6	7.1	5.6	6.4	6.6	7.2	7.5	6.5	8.3	9.7	7.7
1899	9.0	6.4	8.4	7.3	6.7	7.4	5.4	7.1	7.7	9.5	9.6	7.3	7.6
1900	8.1	7.9	7.8	8.5	6.5	6.3	7.0	5.3	7.4	7.8	7.0	8.8	7.4
1901	4.7	4.4	4.4	4.2	4.4	4.1	3.6	3.6	3.3	5.5	5.6	4.8	4.4
1902	5.2	4.5	4.5	3.5	4.5	4.6	4.1	4.0	4.6	4.6	5.0	4.1	4.4
1903	4.9	6.1	5.0	4.7	3.9	3.9	4.1	4.7	3.9	4.5	5.3	4.8	4.7
1904	5.0	4.3	4.2	4.2	5.0	4.8	4.5	4.4	3.4	4.9	5.1	4.5	4.5
1905	5.3	5.1	3.5	4.4	3.9	3.8	4.2	4.6	4.2	4.4	5.5	5.9	4.5
1906	5.1	5.0	5.2	4.5	4.1	4.1	3.9	4.1	4.0	4.7	4.6	5.2	4.5
1907	4.8	4.8	4.0	3.5	4.5	3.7	3.8	4.2	4.0	3.4	4.3	4.2	4.1
1908	4.6	5.2	4.5	3.6	4.2	4.1	3.5	4.4	3.7	4.0	4.6	5.6	4.3
1909	5.2	3.5	4.3	4.7	4.5	4.0	4.0	4.0	3.8	4.6	4.4	5.3	4.4
1910	5.3	4.9	4.5	3.9	4.1	3.8	4.4	4.4	4.5	4.4	5.5	4.0	4.5
1911	5.2	5.4	3.9	4.3	3.5	4.0	4.1	3.6	3.7	4.9	4.8	4.3	4.3

¹⁾ OSC. V. JOHANSSON: loc. cit.

Für die in den Jahren 1884—1900 ausgeführten Windbeobachtungen können die alten Angaben nach der Scottschen Reduktionsskala in Beaufortgrade umgewandelt werden. Seit dem Jahre 1901, in welchem die Meteorologische Zentralanstalt das erwähnte Kontrollanemometer Nr. 104 erhielt, lassen sich die Windbeobachtungen nach JOHANSSONS neuer Reduktionsskala in Beaufortgrade verwandeln (siehe die Tabelle, Spalte 1 und 3).

In der Tabelle auf S. 67 haben wir die Monats- und Jahresmittel der Windstärke in Helsinki für die Jahre 1884—1911. Von

Reduzierte Monats- und Jahresmittel der Windstärke in Helsinki
(1884—Aug. 1890 um 15 Proz. erhöht).

	Jan.	Febr.	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Okt.	Nov.	Dz.	Jahr
1884	6.4	4.1	4.1	4.0	5.4	5.3	3.8	3.8	5.1	6.4	5.4	5.5	4.9
1885	5.2	6.2	4.5	4.9	5.2	5.6	4.5	5.1	5.3	6.1	5.3	6.8	5.4
1886	5.6	5.4	4.8	5.2	4.8	4.3	4.4	3.9	4.9	4.8	5.2	6.3	5.0
1887	6.6	6.8	5.6	5.1	5.3	5.2	4.6	4.6	5.3	6.3	5.4	6.0	5.6
1888	5.3	3.8	4.5	4.7	4.8	4.8	4.5	4.4	4.9	5.9	5.3	6.0	4.9
1889	5.9	5.9	4.7	4.0	3.7	3.8	5.2	4.8	5.4	4.8	5.6	6.2	5.0
1890	5.4	3.4	4.0	5.2	4.9	4.3	4.7	5.2	3.9	5.8	5.1	4.3	4.7
1891	4.6	5.2	4.2	3.2	4.1	4.0	4.1	4.8	5.0	5.1	5.5	5.2	4.6
1892	4.5	4.1	4.8	4.2	4.5	4.8	4.0	4.1	5.0	4.4	4.4	5.5	4.5
1893	5.1	3.6	5.5	5.2	4.3	3.6	4.2	3.9	4.9	5.3	4.9	5.7	4.7
1894	6.2	5.7	5.1	3.5	4.6	3.9	4.8	4.3	4.7	4.3	5.1	5.5	4.8
1895	3.2	4.0	4.9	4.1	4.3	4.0	4.5	4.7	4.3	4.8	5.1	4.9	4.4
1896	5.7	4.7	5.5	3.8	4.2	3.7	3.9	4.6	4.4	4.9	4.7	5.6	4.6
1897	4.0	5.0	5.6	4.6	4.1	4.7	3.9	4.0	5.3	4.2	6.1	5.1	4.7
1898	5.6	5.1	5.8	4.5	3.8	4.2	4.3	4.6	4.7	4.2	5.1	5.8	4.8
1899	5.5	4.2	5.2	4.6	4.3	4.7	3.6	4.5	4.8	5.7	5.8	4.6	4.8
1900	5.0	4.9	4.9	5.2	4.2	4.1	4.5	3.5	4.7	4.9	4.5	5.4	4.6
Mittel	5.3	4.8	4.9	4.5	4.5	4.4	4.3	4.4	4.9	5.2	5.2	5.6	4.8
1901	4.7	4.4	4.4	4.2	4.4	4.1	3.6	3.6	3.3	5.5	5.6	4.8	4.4
1902	5.2	4.5	4.5	3.5	4.5	4.6	4.1	4.0	4.6	4.6	5.0	4.1	4.4
1903	4.9	6.1	5.0	4.7	3.9	3.9	4.1	4.7	3.9	4.5	5.3	4.8	4.7
1904	5.0	4.3	4.2	4.2	5.0	4.8	4.5	4.4	3.4	4.9	5.1	4.5	4.5
1905	5.3	5.1	3.5	4.4	3.9	3.8	4.2	4.6	4.2	4.4	5.5	5.9	4.5
1906	5.1	5.0	5.2	4.5	4.1	4.1	3.9	4.1	4.0	4.7	4.6	5.2	4.5
1907	4.8	4.8	4.0	3.5	4.5	3.7	3.8	4.2	4.0	3.4	4.3	4.2	4.1
1908	4.6	5.2	4.5	3.6	4.2	4.1	3.5	4.4	3.7	4.0	4.6	5.6	4.3
1909	5.2	3.5	4.3	4.7	4.5	4.0	4.0	4.0	3.8	4.6	4.4	5.3	4.4
1910	5.3	4.9	4.5	3.9	4.1	3.8	4.4	4.4	4.5	4.4	5.5	4.0	4.5
1911	5.2	5.4	3.9	4.3	3.5	4.0	4.1	3.6	3.7	4.9	4.8	4.3	4.3
Mittel	5.0	4.8	4.4	4.1	4.2	4.1	4.0	4.2	3.9	4.5	5.0	4.8	4.4

1884 bis 1900 wurde in der Meteorologischen Zentralanstalt, wie schon erwähnt, ein Robinsonsches Anemometer benutzt. Die Zahlen für diese Jahre sind direkt den Jahrbüchern der Zentralanstalt entnommen und nach der Reduktionstabelle NORDENSKIÖLDS reduziert.

Wie aus der Tabelle auf S. 67 ersichtlich, sind die Jahresmittel 1884—1890 niedriger als 1891—1900. Für jene Zeitperiode beträgt die mittlere Windgeschwindigkeit durchschnittlich 6.94 m p. S., für diese 7.38 m p. S. Daraus dürfte hervorgehen, dass eine grössere Veränderung des Anemometers um das Jahr 1890 eingetroffen sein muss. Auch legen die Anmerkungen in den Beobachtungsheften dar, dass das Anemometer im Aug. 1890 repariert wurde. Während des starken Sturmes am 28. Aug. 1890 wurde das Schalenkreuz heruntergeblasen und fiel, in horizontaler Richtung gerechnet, etwa 30 m von seinem Platze auf den Boden. Bei der Ausbesserung des Apparats fand keine eigentliche Veränderung daran statt, doch scheint er seit jener Zeit etwas verschiedenartige Resultate zu geben. Nach JOHANSSON sind die in der betreffenden Tabelle zusammengestellten Mittel für die Jahre 1884—1890 ungefähr um 15 % zu niedrig.

Um die Mittelwerte für die Jahre 1884—1900 mit denjenigen für die Zeitperiode 1901—1911, die nach der neuen Reduktionsskala (siehe Tab. S. 65) bestimmt sind, homogen zu machen, werden alle Durchschnittszahlen nach der neuen Reduktionsskala reduziert. Man kann für die Umwandlung der älteren Monats- und Jahresmittel der Windstärke in die neue Skala die Formel: ¹⁾

$$\text{Reduzierte Werte} = 0.9 + 0.51 \times \text{alte Werte}^2)$$

benutzen.

Wie aus der Tabelle S. 68 zu ersehen, sind die Jahresmittel 1884—1900 grösser als 1901—1911. Obwohl es theoretisch wahrscheinlich ist, dass die Jahresmittel 1884—1890 zu niedrig sind, wenn man sie mit der späteren Beobachtungszeit 1891—1900 vergleicht, so verändert

¹⁾ Meteorologisches Jahrbuch für Finland, 1901, Helsingfors 1908.

²⁾ Die Windstärke nach der Reduktion von NORDENSKIÖLD.

sich die Sache bei einem Vergleich zwischen den Jahresmitteln 1884—1900 und 1901—1911. Lässt man die erwähnte Erhöhung von 15 % unberücksichtigt, so erhalten wir folgende Mittelwerte der Windstärke:

1884	4.3	m p. S.
1885	4.7	" " "
1886	4.3	" " "
1887	4.8	" " "
1888	4.3	" " "
1889	4.4	" " "
1890	4.3	" " "
Mittel 4. 4.		" " "

Die Durchschnittszahl 1884—1900 wird dann 4.6 m p. S. und stimmt somit gut mit der Durchschnittszahl 1901—1911 4.4 m p. S. überein.

Die Tabelle S. 66 legt dar, dass 18 m p. S. nach Scott 7 Beaufort entsprechen. Für die Periode 1884—1900 wäre also die Sturmgrenze (nach den alten Angaben) 18 m p. S., für 1901—1911 (nach den neuen Angaben) 9.2 m p. S. Von der wenigstens theoretisch richtigen Annahme ausgehend, dass die Häufigkeitszahl der Stürme von der Grösse der mittleren Windstärke abhängt, müsste nach JOHANSSONS Berechnungen für die Jahre 1884—1890 eigentlich auch die Sturmgrenze um 15 % erhöht werden, also 15 m p. S. sein. Wie schon erwähnt, legt jedoch die Tabelle nicht die Notwendigkeit einer solchen Erhöhung dar, wenn man das ganze Material 1884—1911 (nicht nur 1884—1900) betrachtet. In keinem Fall scheint jedoch Grund vorzuliegen, die Sturmgrenze für die Jahre 1884—1890 zu senken. Hätte sich auch das Anemometer zur Zeit des Sturmes im August 1890 irgendwie verändert, was JOHANSSON mit ziemlich grosser Wahrscheinlichkeit annimmt, so scheint sich diese Veränderung doch nicht bei stärkerem Sturm geltend zu machen. Das geht aus der folgenden Zusammenstellung, welche die Anzahl der Sturmtage während verschiedener Jahre wiedergibt, deutlich hervor.

Sturmgrenze 18 m p. S.

1884.	29	Sturmtage
1885.	25	"
1886.	16	"
1887.	22	"
1888.	12	"
1889.	17	"
1890.	24	"
Mittelwert .	20.7	"

1891.	27	"
1892.	28	"
1893.	25	"
1894.	39	"
1895.	20	"
1896.	35	"
1897.	24	"
1898.	33	"
1899.	38	"
1900.	21	"
Mittelwert .	29.0	"

Sturmgrenze 15 m p. S.

1884.	51	Sturmtage
1885.	57	"
1886.	37	"
1887.	62	"
1888.	30	"
1889.	32	"
1890.	44	"
Mittelwert .	44.7	"

Sturmgrenze 16 m p. S.

1884.	45	Sturmtage
1885.	44	"
1886.	26	"
1887.	47	"
1888.	21	"
1889.	29	"
1890.	28	"
Mittelwert .	34.2	"

Sturmgrenze 9.2 m p. S.

1901.	34	Sturmtage
1902.	21	"
1903.	20	"
1904.	19	"
1905.	28	"
1906.	22	"
1907.	11	"
1908.	17	"
1909.	12	"
1910.	15	"
1911.	19	"
Mittelwert .	19.8	"

Allgemeiner Mittelwert 23.1

Monats- und Jahresmittel der Windstärke m p. S.

Jahr	Jan.	Febr.	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Okt.	Nov.	Dez.	Jahr
1897	3.0	5.0	4.7	4.1	4.4	4.0	3.9	4.1	4.6	4.4	5.7	4.4	4.4
1898	6.0	4.7	4.6	4.0	4.5	4.4	4.1	4.7	3.6	3.9	4.8	4.9	4.5
1899	4.3	2.8	5.1	4.6	5.6	4.7	4.2	5.2	3.8	6.0	6.5	4.2	4.8
1900	4.1	4.4	5.0	4.8	5.1	3.9	4.2	4.1	4.9	3.8	4.3	3.8	4.4
1901	4.2	4.6	4.4	4.0	3.8	3.7	3.4	3.7	3.4	4.6	4.6	3.4	4.0
1902	4.2	3.3	3.4	3.0	4.1	4.5	3.8	3.2	4.2	3.9	4.6	3.4	3.8
1903	4.0	5.9	5.5	3.4	3.9	4.8	4.0	3.5	2.5	4.3	4.1	3.7	4.1
1904	5.3	2.8	3.7	3.8	4.7	3.9	4.1	2.9	2.9	4.9	4.6	3.3	3.9
1905	5.8	5.1	3.3	3.6	3.4	2.9	3.5	3.0	3.7	3.5	3.9	4.8	3.9
1906	4.3	4.9	4.9	5.0	4.4	3.5	3.0	3.1	3.1	4.0	3.7	4.2	4.0
1907	4.8	5.9	4.7	3.1	4.4	3.5	4.5	3.3	5.0	3.2	4.1	3.2	4.1
1908	4.3	5.3	4.3	3.7	3.3	4.7	3.4	3.0	3.1	3.4	4.3	4.9	4.0
1909	5.4	4.0	3.3	3.0	3.5	2.7	3.8	3.4	2.9	3.7	2.8	4.2	3.6
1910	3.6	4.2	3.2	3.5	3.2	3.6	3.4	3.4	3.7	3.8	3.2	3.4	3.5
1911	4.7	4.2	2.9	3.6	2.8	4.1	3.6	3.3	2.6	3.7	4.2	3.3	3.6
1912	4.6	3.6	2.9	4.7	3.9	2.7	1.9	1.7	2.9	2.3	2.4	2.1	3.0
1913	3.7	4.0	4.3	3.9	4.1	5.2	3.3	3.7	3.8	3.8	4.1	3.5	4.0
1914	4.6	4.4	3.7	4.9	4.2	4.5	3.1	4.2	5.1	3.1	4.2	4.2	4.2
Mittel	4.5	4.4	4.1	3.9	4.1	3.9	3.6	3.5	3.7	3.9	4.2	3.8	4.0

Wie ersichtlich, würde die Sturmgrenze 15 m p. S. zu einer viel zu grossen Anzahl stürmischer Tage 1884—1890 führen, die mit den Ergebnissen der anderen Jahre nicht vergleichbar wäre. Selbst eine Sturmgrenze von 16 m p. S. wäre noch zu hoch. Wir finden, dass die Durchschnittszahlen der Windstärke 1884—1890 und 1901—1911 fast in demselben Verhältnis zueinander stehen wie die auf S. 71 angeführten Mittelwerte der Sturmtage.

Dieser Umstand stützt noch mehr die Annahme, dass die Sturmnorm 18 m p. S. 1884—1890 richtig und mit der Sturmnorm 1901—1911, 9.2 vergleichbar ist.

Waasa. In Waasa begann man, wie schon erwähnt, die anemometrischen Windbeobachtungen im Jahre 1897, und zwar wurde das Anemometer Nr. 15 die ganze Zeit angewandt. In der obenstehenden Tabelle werden zunächst die Zahlen der mittleren Windgeschwindigkeit aus den Beobachtungsjahren, für welche das Material gesammelt worden ist, angeführt.

Die Zahlen der mittleren Windgeschwindigkeit scheinen hier ganz regelmässig zu sein. Nur das Jahr 1899 zeigt grössere Abweichungen von dem Mittelwerte. Die Anzahl der Sturmtage scheint in diesem Jahre im Maximum 29 zu sein. Die Sturmnorm ist hier 11 m p. S., also höher als in Oulu, was unter anderem damit motiviert wird, dass das Anemometer in Waasa in gewisser Beziehung anders als dasjenige in Oulu war.¹⁾

Die Anzahl von 17 Sturmtagen jährlich, die bei dieser Sturmnorm erhalten ist, scheint akzeptabel zu sein. Hauptsächlich deshalb, weil alle Beobachtungen von ein und derselben Person gemacht worden sind, haben keine bemerkbaren Störungen die Werte beeinflusst. Die anemometrischen Windstärkemessungen hörten in Waasa i. J. 1912 auf, als eine Wildsche Windfahne aufgestellt wurde. Von 1913 an wird die Windstärke mit Hilfe dieser Windfahne bestimmt. Auch 1913—1914 werden 11 m p. S. als Sturmnorm betrachtet, weil die Windmes-

Monats- und Jahresmittel der Windstärke m p. s.

Jahr	Jan.	Febr.	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Okt.	Nov.	Dez.	Jahr
1898	4.2	3.3	3.1	2.1	3.0	2.3	2.6	3.5	3.2	2.6	3.6	2.4	3.0
1899	1.9	1.7	2.3	2.0	3.3	3.6	2.9	3.7	3.4	4.3	4.2	3.1	3.0
1900	3.1	2.5	3.7	3.6	3.7	3.2	4.0	3.5	3.8	3.6	3.5	2.8	3.4
1901	2.8	2.6	3.3	2.7	3.1	2.7	3.3	2.3	2.3	2.7	2.4	2.3	2.7
1902	3.6	3.3	3.1	2.6	4.2	3.9	3.2	3.5	3.9	4.0	3.8	3.1	3.5
1903	3.8	4.5	5.0	3.6	3.0	3.8	3.6	3.6	3.2	3.5	3.7	3.8	3.8
1904	5.0	3.0	4.0	4.0	3.8	4.2	4.1	3.6	3.3	4.2	3.8	2.6	3.8
1905	3.8	3.9	3.1	3.0	3.3	3.4	3.1	3.0	3.1	3.3	2.9	3.4	3.3
1906	3.1	4.4	3.6	4.0	3.2	3.6	2.7	3.4	3.4	3.6	2.6	3.9	3.5
1907	4.0	4.9	3.7	2.9	3.1	3.1	3.3	2.9	4.3	3.3	3.1	2.5	3.4
1908	2.6	3.4	2.3	2.5	2.5	3.1	2.6	2.4	2.6	3.5	2.6	3.0	2.8
1909	4.4	1.6	2.6	1.5	3.1	2.6	2.1	2.9	2.5	3.4	1.9	3.6	2.7
1910	2.7	4.1	2.0	2.7	2.2	2.7	2.4	2.3	2.9	2.9	2.6	2.6	2.7
1911	3.6	3.5	3.3	3.7	3.0	3.0	3.0	2.8	3.5	3.3	3.2	2.8	3.2
1912	2.9	2.5	3.4	3.7	3.3	3.3	3.4	3.6	3.7	3.6	3.5	4.5	3.4
1913	3.4	4.4	4.6	3.5	3.3	4.1	2.6	3.2	2.8	3.0	3.1	2.7	3.4
1914	3.6	3.1	3.5	4.7	4.5	4.7	2.6	4.2	5.1	3.6	4.5	4.0	4.0
Mittel	3.5	3.3	3.3	3.1	3.2	3.4	3.0	3.2	3.4	3.4	3.2	3.1	3.3

¹⁾ Vgl. Osc. V. JOHANSSON, op. cit.

sungen in diesen beiden Jahren nicht verändert zu sein scheinen. Auch die mittlere Windgeschwindigkeit zeigt keine Veränderung.

Oulu. In Oulu ist dasselbe Anemometer Nr. 19 die ganze Zeit in Anwendung gewesen.

Nach der Scottschen Skala¹⁾ entsprechen 9.2 m 7 B; gerade dieser Wert wurde als Sturmgrenze bei den Windbeobachtungen in Helsinki benutzt. Die Anemometer in Helsinki und Oulu funktionieren ebenso, so dass die Zahl 9 auch an der meteorologischen Station in Oulu als Sturmnorm betrachtet werden kann. Trotz alledem scheint hier die Anzahl der stürmischen Tage, wenn 9 m p. S. als Sturmnorm gelten, auch verhältnismässig gering, nämlich 14 im Jahre zu sein.

Die mittlere Windgeschwindigkeit 3.3 m p. S.²⁾ ist hier viel kleiner als auf den übrigen Anemometerstationen, Helsinki, Waasa und Lauttakylä. Dies kann kaum darauf beruhen, dass die stürmischen Winde

Monats- und Jahresmittel der Windstärke m p. S.

Jahr	Jan.	Febr.	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Okt.	Nov.	Dez.	Jahr	Abweichung vom Mittel
1895	2.6	3.6	3.7	4.0	3.5	3.5	3.6	3.5	3.7	3.4	3.6	3.9	3.6	-0.6
1896	4.9	4.4	4.8	3.6	3.9	3.4	2.9	3.4	3.2	4.6	3.6	4.3	3.9	-0.3
1897	2.8	4.8	4.3	3.5	3.2	4.3	—	3.0	4.2	3.6	5.2	4.0	(3.9)	-0.3
1898	4.9	4.4	4.7	—	4.1	3.5	3.3	4.1	4.0	3.6	4.2	4.6	(4.1)	-0.1
1899	4.3	2.8	4.8	4.6	4.5	4.2	3.4	4.5	3.7	5.0	5.6	3.1	4.2	± 0
1900	3.7	3.9	4.0	4.9	4.2	3.1	4.3	3.4	4.3	4.1	3.7	3.7	3.9	-0.3
1901	3.8	3.6	3.8	4.0	4.3	3.3	3.4	3.0	2.5	4.3	4.7	3.9	3.7	-0.5
1902	4.7	4.0	4.3	2.9	4.4	4.2	3.0	3.4	4.8	4.7	4.3	4.5	4.1	-0.1
1903	4.9	7.2	5.7	4.5	3.7	3.6	3.3	4.0	3.7	5.3	5.8	5.5	4.8	+0.6
1904	5.7	4.5	5.3	5.8	4.7	4.6	5.0	4.5	3.0	4.8	4.4	3.9	4.7	+0.5
1905	5.3	5.3	3.3	3.9	4.2	3.5	3.5	3.8	3.6	3.7	4.6	5.3	4.2	± 0
1906	4.8	4.9	5.7	5.0	4.0	3.9	3.3	3.5	3.2	4.1	3.8	4.5	4.2	± 0
1907	4.7	5.6	4.6	4.0	4.8	3.6	3.5	3.6	4.0	3.4	3.8	3.5	4.1	-0.1
1908	4.4	5.6	5.0	4.1	4.6	4.9	3.8	4.0	3.8	3.8	4.4	5.3	4.5	+0.3
1909	4.4	3.4	4.4	4.9	4.7	3.9	4.3	4.4	3.7	4.8	4.0	5.3	4.4	+0.2
1910	4.7	5.8	4.8	4.9	4.3	4.6	4.4	3.9	4.4	4.5	5.6	4.0	4.7	+0.5
1911	5.4	5.2	4.5	5.1	3.9	4.6	4.0	—	4.0	5.0	4.5	4.2	(4.6)	+0.4
1912	3.8	—	4.1	5.2	4.3	3.4	3.7	4.1	4.2	4.3	4.8	5.0	(4.3)	+0.1
1913	4.3	4.8	—	—	4.2	5.2	3.6	4.0	3.6	4.6	4.9	3.7	(4.3)	+0.1
1914	5.6	5.1	4.9	5.3	4.9	3.8	3.6	4.6	6.1	3.0	4.1	6.2	4.8	+0.6
Mittel	4.5	4.4	4.3	4.0	4.2	4.0	3.5	3.6	3.9	4.2	4.5	4.4	4.2	

¹⁾ Siehe die Tabelle auf S. 66, Spalte 1 und 3.

²⁾ Siehe die Tabelle S. 73.

in Oulu so viel seltener wären als z. B. in Waasa, sondern können die niedrigen Werte direkt auf die Fehlerhaftigkeit des Anemometers zurückführt werden. So wird in dem Meteorologischen Jahrbuch „Observations météorologiques 1897—1898“ gesagt, dass das Anemometer Nr. 19, welches in Petrograd kontrolliert worden ist, den Strom nach je 50 Umdrehungen schliesst, statt nach 100 Umdreh-

Jahr	Wiipuri	Helsinki	Hanko	Maarianhamina	Waasa	Oulu	Tampere	Lauttakylä	Sulkava	Sortavala	Wärtsilä	Kuopio	Kajaani	Kuusamo	Sodankylä	Inari	
	Beaufort	m p. S.	Beaufort	Beaufort	m p. S.	m p. S.	m p. S.	m p. S.	Beaufort	Beaufort	m p. S.	Beaufort	Beaufort	m p. S.	m p. S.	m p. S.	
1884	—	6.7	—	—	—	—	4.3	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
1885	—	7.4	—	—	—	—	5.2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
1886	—	6.7	—	—	—	—	5.2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
1887	—	7.7	—	—	—	—	6.1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
1888	—	6.6	—	—	—	—	4.7	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
1889	—	6.9	3.7	2.7	—	—	5.4	—	—	1.6	—	—	2.0	—	—	—	
1890	—	6.6	3.6	2.8	—	—	5.1	—	—	1.5	—	—	2.0	—	—	—	
1891	—	7.2	3.2	2.8	—	—	4.8	—	3.4	2.1	—	—	2.1	—	—	—	
1892	—	7.1	2.9	2.8	—	—	5.5	—	3.2	2.3	3.3	—	2.1	—	—	—	
1893	—	7.4	3.1	3.0	—	—	6.1	—	(3.4)	2.3	3.5	—	2.4	—	—	—	
1894	—	7.7	3.6	3.0	—	—	5.5	—	3.3	2.1	3.2	—	2.4	—	—	—	
1895 (2.7)	—	6.9	3.2	2.8	—	—	4.8	3.6	2.9	1.9	3.0	—	2.0	—	—	—	
1896	2.8	7.3	3.3	2.9	—	—	4.5	3.9	(3.0)	1.8	3.2	—	2.2	—	—	—	
1897	2.7	7.5	3.2	3.0	4.4	—	4.1	(3.9)	(2.7)	1.8	4.0	(2.0)	2.0	—	—	—	
1898	2.4	7.7	3.3	3.2	4.5	3.0	4.2	(4.1)	(3.0)	1.7	5.5	2.4	2.2	—	—	—	
1899	2.1	7.6	3.3	3.1	4.8	3.0	4.3	4.2	(2.8)	1.8	5.5	2.7	2.0	—	—	—	
1900	2.6	7.4	3.1	2.8	4.4	3.4	(4.7)	3.9	(2.7)	2.1	4.8	2.1	2.0	—	—	—	
1901	2.6	Mittel 7.2	3.0	2.7	4.0	2.7	4.8	3.7	—	1.9	3.6	1.4	1.8	—	—	—	
1902	2.6	4.4	3.1	2.6	3.8	3.5	—	4.1	—	2.1	3.6	1.2	1.9	—	—	—	
1903	2.5	4.7	3.2	2.9	4.1	3.8	—	4.8	—	1.9	3.1	1.3	2.3	—	—	—	
1904	2.2	4.5	2.9	2.8	3.9	3.8	—	4.7	—	2.0	3.1	1.3	2.0	—	—	—	
1905	2.5	4.5	2.5	2.9	3.9	3.3	—	4.2	—	1.8	2.8	1.0	1.9	—	—	—	
1906	2.2	4.5	2.6	2.8	4.0	3.5	—	4.2	—	2.1	—	0.9	2.3	—	—	—	
1907	2.2	4.1	2.2	2.9	4.1	3.4	—	4.1	—	1.9	—	0.9	2.2	—	3.9	7.9	
1908	2.7	4.3	2.5	2.7	4.0	2.8	—	4.5	—	2.2	—	1.0	2.2	—	3.2	6.8	
1909	—	4.4	—	—	3.6	2.7	—	4.4	—	—	—	—	—	—	3.1	6.0	
1910	—	4.5	—	—	3.5	2.7	—	4.7	—	—	—	—	—	—	4.6	2.9	5.7
1911	—	4.3	—	—	3.6	3.2	—	(4.6)	—	—	—	—	—	—	4.1	2.8	5.1
1912	—	—	—	—	3.0	3.4	—	(4.3)	—	—	—	—	—	—	4.2	2.1	4.7
1913	—	—	—	—	4.0	3.4	—	(4.3)	—	—	—	—	—	—	3.7	—	—
1914	—	—	—	—	4.2	4.0	—	4.8	—	—	—	—	—	—	3.8	—	—
Mittel	2.5	4.4	3.1	2.9	4.0	3.3	4.9	4.3	3.0	1.9	3.7	1.5	2.1	4.1	3.0	6.0	

ungen einen Kontakt zu bilden. Darum hat man angenommen, dass eine Veränderung des Anemometers Nr. 19 nach dessen Verifikation in Petrograd stattgefunden habe. Die Kontaktzahlen des Anemometers sind also doppelt zu klein und hierdurch hat man als annäherndes Verhältnis zwischen den richtigen und den nach der Petrograder Tafel gebildeten Windstärkewerten die Zahl 0.55 gefunden. Die Jahre 1913—1914 weichen von den vorhergehenden ab. Damals fanden die Windstärkemessungen mit der Wildschen Windfahne statt. Als Sturmnorm gelten i. J. 1914 12 m p. S., ein Wert, der nach KÖPPENS Reduktionstabelle (s. S. 60) 7 Grad nach Beaufort entspricht.

Lauttakylä.

Wie aus der Tabelle S. 74 hervorgeht, sind die Abweichungen der Jahre 1895—1902 von dem Mittelwerte negativ, während im Gegenteil die Abweichungen von dem Jahre 1903 an überhaupt positiv sind. Darum sieht es so aus, als wären die Werte der Jahre 1895—1903 ein wenig zu niedrig. Wie erwähnt, wurde auf der Beobachtungsstation im Juni 1901 ein neues Anemometer Nr. 7470 aufgestellt. Das Snellman—Lindstedtsche Anemometer hat, seitdem das Anemometer Nr. 7470 eingeführt wurde, in fortwährender elektrischer Verbindung mit einem zweiten Zählwerke gestanden und ist jeden Abend um 9 Uhr abgelesen worden. In solcher Weise ist es gelungen, die beiden Anemometer miteinander zu vergleichen und auf Grund verschiedener Umstände hat JOHANSSON angenommen, dass das neue Anemometer Nr. 7470 zuverlässiger als das vorher angewandte, an Ort und Stelle gebaute sei. Weiter ist er zu dem Schluss gekommen, dass das Snellman—Lindstedtsche Anemometer in den Jahren vor 1902 im allgemeinen und besonders während der Wintermonate zu niedrige Angaben geliefert hat.

Indessen scheint die Fehlerhaftigkeit des Anemometers in jenen Jahren keinen nennenswerten Einfluss auf die Zahl der Sturmtage ausgeübt zu haben. Wenn man 11 m p. S. als Sturmnorm betrachtet, wird allerdings die Zahl der Sturmtage 1895—1901 kleiner als in der späteren Periode; es liegt aber doch kein sicherer Beweis dafür vor, dass die mit dem Snellman—Lindstedtschen Anemometer erzielten, zu

niedrig aussehenden Werte einen erwähnenswerten Fehler bei der Berechnung der Sturmtage verursacht hätten, namentlich weil eine Annahme von 10 m p. S. als Sturmgrenze eine unverhältnismässig hohe Anzahl ergeben würde, die auch nicht mit den Werten der späteren Periode vergleichbar wäre.

Die Windstärkemessungen sind in Lauttakylä überhaupt mit sehr grosser Sorgfalt ausgeführt; auch gehört die Station zu den allerbesten, so dass ihre Ergebnisse ohne weiteres als so sicher betrachtet werden können, wie es bei solchen Messungen überhaupt möglich ist.

Die jährliche Zahl der Sturmtage ist hier 16. An der nahen Station Tampere, die eine geschütztere Lage hat, gab es durchschnittlich 14 Sturmtage im Jahr.

Die vorhergehende Tabelle gibt die Windstärke der verschiedenen Observationsstationen nach den Angaben der Jahrbücher wieder.

* Die Feststellung der Sturmnorm für die Beobachtungsstationen könnte auch darin eine gewisse Stütze finden, dass die Sturmnorm im allgemeinen der jährlichen mittleren Windgeschwindigkeit fast proportional zu sein scheint. Wenn man die Mittelwerte der obenstehenden Windgeschwindigkeitszahlen für jede einzelne Station mit 3 multipliziert, so erhält man die auf folgender Seite angeführten Ergebnisse:

Die Lage der genannten Stationen ist, wie wir uns erinnern, eine sehr verschiedenartige. Auf einige derselben können die Winde unbehindert einwirken, andere liegen dagegen geschützt, so dass die Wirkung der Winde gehemmt wird. Jede einzelne Wind- und Sturmgrenze ist abhängig von der Lage der Station, und auch die jährliche Windgeschwindigkeitszahl beruht zum grossen Teil darauf, ob der Wind freien Zugang zur Beobachtungsstelle hat oder nicht. Multipliziert man die jährlichen Durchschnittszahlen der Windgeschwindigkeit verschiedener Stationen mit einer gewissen Verhältniszahl, 2, 3, 4 usw., so erhält man Zahlen, die zur mittleren Geschwindigkeit jedes einzelnen Windes wie auch zur Wind- und Sturmgrenze in einem

Station	Beobachtungsjahr	3 × mittlere Windgeschwindigkeit		Sturmnorm	
		m p. S.	Beaufort	m p. S.	Beaufort
Wiipuri	1895—1908	—	7.5	—	7
Helsinki	1884—1900	21.6	—	18	—
	1901—1911	13.2	—	9.2	—
Hanko	1889—1908	—	9.3	—	7
Maarianhamina	1889—1908	—	8.7	—	8
Waasa	1897—1914	12.0	—	11	—
Oulu	1898—1913	9.9	—	9	—
	1914	12.0	—	12	—
Tampere	1884—1901	14.7	—	14	—
Lauttakylä	1895—1914	12.9	—	11	—
Sulkava	1891—1902	—	9.0	—	7
Sortavala	1889—1908	—	5.7	—	7
Wärtsilä	1892—1897	9.9	—	14	—
	1901—1905	9.9	—	14	—
	1898—1899	16.5	—	17	—
	1900	14.4	—	16	—
Kuopio	1897—1908	—	4.5	—	7
Kajaani	1889—1908	—	6.3	—	7
Kuusamo	1910—1914	12.3	—	14	—
Sodankylä	1908—1912	9.0	—	12	—
Inari	1906—1912	18.0	—	20	—

bestimmten Verhältnis stehen. Die obenerwähnten Sturmnormen, nach den verschiedenen Skalen und unter Erwägung besonderer Umstände erhalten, finden dadurch eine gewisse Stütze, dass die dreifachen Mittelgeschwindigkeitszahlen ziemlich gut den auf verschiedene Art gewonnenen Sturmgrenzen zu entsprechen scheinen.

Wie aus der Zusammenstellung hervorgeht, liefert *Kuopio* aus vorerwähnten Gründen eine abweichend niedrige Durchschnittszahl der Windgeschwindigkeit. An den 4 Anemometerstationen *Helsinki*, *Waasa*, *Oulu* und *Lauttakylä* ist die Sturmnorm durchweg etwas niedriger als die dreifache Mittelzahl der Windgeschwindigkeit.

Dass die oben passend gefundene Sturmnorm auf diesen Stationen durchgehend etwas niedriger ist als die dreifache Windstärke, lässt sich u. a. auch dadurch erklären, dass diese Anemometermessungen eine mittlere Windstärke pro 10 Minuten betreffen, während

sich die Schätzung nach Beaufort meist auf momentane Windstöße beziehen dürfte. Daraus ergibt sich, dass der Mittelwert im Laufe der erwähnten Zeit geringer wird, als wenn man die plötzlichen Windstöße berücksichtigen würde. Die Schätzung nach Beaufort und die Messungen mit dem Wildschen Apparat gründen sich wiederum meist auf momentane Windstöße, weshalb die diesbezüglichen Zahlen selbstverständlich grösser werden als die durch Anemometermessungen erhaltenen.

* * *

Im Vorigen haben wir unsere Aufmerksamkeit auf Stürme $\bar{7}$ (8) B. gerichtet, ohne den stärkeren Stürmen besondere Beachtung zu schenken. Vom Standpunkte der Forstwirtschaft ist es jedoch wichtig zu wissen, aus welcher Himmelsgegend die stärksten Stürme zu erwarten sind. Als solche sind die auf der Stufe $\bar{9}$ (10) Beauf. stehenden Stürme zu betrachten. Obschon solche Stürme so gewaltsam sein dürften, dass man den Wald kaum vor ihnen zu schützen vermag, so ist es doch unbedingt nötig, ihnen in der forstwirtschaftlichen Hiebansordnung gebührende Beachtung zu schenken. Stürme ≥ 9 Beauf. sind überhaupt sehr selten und wehen hauptsächlich aus der herrschenden Windrichtung. Im Folgenden ist die gleiche Einteilung wie früher angewandt.

Gruppe I.

In *Wiipuri*, *Hanko*, *Sulkava*, *Sortavala*, *Kajaani* *Maarianhamina*, und *Kuopio* wurden, wie erwähnt, die Beobachtungen nach Beauforts Skala berechnet. Auf diesen Stationen mit Ausnahme von *Maarianhamina* und *Kuopio* war ja die unterste Sturmstufe 7 B., weshalb nur Stürme von 9 B., als der genannten höchsten Sturmstufe entsprechend, ausgewählt wurden. In *Maarianhamina* und *Kuopio*, wo die Sturmnorm 8 B. betrug, kommen Stürme von 10 statt 9 B. in Betracht.

Gruppe II.

In *Tampere*, *Wärtsilä* und *Kuusamo* waren 14 m p. S. die 7 B. entsprechende Sturmnorm, die nach Köppens neuer Reduktionsskala

(vgl. S. 60) den Grenzwerten von 7 und 8 B. entsprach; den Grenzwerten zwischen 9 und 10 B. nach derselben Skala entsprachen 20 m p. S., ein Wert, der an den Stationen Tampere und Wärtsilä als die 9 B. entsprechende Sturmnorm gilt. Für den letzteren Ort wurde für die Jahre 1898 und 1899, als 7 B. = 17 m p. S., für das Jahr 1900, als 7 B. = 16 m p. S. ausmachen, die Sturmnorm dementsprechend erhöht, nämlich 1898—1899 auf 23 m p. S., 1900 auf 22 m p. S. In Kuusamo erscheint die Zahl 20 so oft, dass sie, als Sturmnorm betrachtet, zu ungewöhnlich hohen Werten führen würde. Deshalb gelten hier 22 m p. S., die einer Windstärke von 10 B. entsprechen, als Sturmnorm. In *Sodankylä* haben die stärksten Stürme offenbar zu niedrige Werte erhalten, da eine Windstärke von 17 m p. S. (entspricht 9 B. nach Köppen) überhaupt nicht vorkommt und da während der ganzen 5jährigen Periode nur 2 Tage Stürme vermerkt wurden, deren Geschwindigkeit 18 m p. S. ausmachte. Deshalb wurden hier 16 m p. S. zur Norm genommen. In *Inari* war die Sturmgrenze 20 m p. S. Hier dürften 30 m p. S. einer Windstärke von 9 B. entsprechen.¹⁾

Gruppe III.

In *Helsinki* war 1884—1900 die 7 B. entsprechende Sturmnorm nach den alten Windstärkeangaben 18 m p. S., die 9 B. entsprechende (nach der Tabelle S. 66) 25 m p. S., in den Jahren 1901—1911 die 9 B. entsprechende Sturmnorm nach den neuen Angaben 11.4 m p. S. Nach diesen Werten ist denn auch die Häufigkeitszahl der Stürme von 9 B. für die Perioden 1884—1900 und 1901—1911 berechnet. In *Oulu* wie in *Helsinki* (1901—1911) ist die 7 B. entsprechende Sturmnorm 9 m p. S. Nach der erwähnten Tabelle sind hier also 9 B. = 11.4 m p. S. Da die anemometrischen Messungen in *Oulu* nicht wie an der meteorologischen Station zu *Helsinki* mit der Genauigkeit von Bruchteilen eines Meters ausgeführt sind, so können in *Oulu* nur ganze Zahlen in Betracht kommen. Liesse man 11 m p. S. hier für einen 9 B. ent-

¹⁾ Nach der Tabelle, S. 66, Spalte 1 u. 2 entsprechen 30 m p. S. dem Stärkegrad 10 Beaufort.

sprechenden Wert gelten, so würde man eine unverhältnismässig hohe Anzahl von stürmischen Tagen erhalten, weshalb 12 m p. S. zur Norm genommen sind. Im Jahre 1914, als eine Wildsche Windfahne mit zwei Stärketafeln auf der Station im Gebrauch war, wurde die Sturmnorm 7 B. = 12 m p. S., 9 B. = 17 m p. S. Dieser letztere Sturmgrad ist auch bei den Berechnungen für das erwähnte Jahr berücksichtigt.

In *Waasa* und *Lauttakylä* gelten, wie erwähnt, 11 m p. S. als Norm. Nach Köppens Reduktionsskala wäre die unterste Stufe für Stürme von 9 B. 17 m p. S. Die Skala hat ihren Grund darin, dass 7 B. 12 m p. S. entsprechen sollten. Da indessen 11 m p. S. (6 B. nach dieser Skala) zur Sturmnorm gewählt wurden, entspräche der Stufe 9 B. hier eine Windgeschwindigkeit von 14—17 m p. S. oder durchschnittlich 15 1/2 m p. S. Ich habe hier 15 m p. S. als 9 Beauf. entsprechend betrachtet.

Station	Beobachtungsjahr	4 × mittlere Windgeschwindigkeit		9 B. entsprechende Sturmnorm	
		m p. S.	Beaufort	m p. S.	Beaufort
Wiipuri	1895—1908	—	10	—	9
Helsinki	1884—1900	28.8	—	25	—
	1901—1911	17.6	—	11.4	—
Hanko	1889—1908	—	9.3	—	9
Maarianhamina	1889—1908	—	11.6	—	10
Waasa	1897—1914	16.0	—	15	—
Oulu	1898—1913	12.8	—	12	—
	1914	16.0	—	17	—
Tampere	1884—1901	19.6	—	20	—
Lauttakylä	1895—1914	12.0	—	15	—
Sulkava	1891—1902	—	9	—	9
Sortavala	1899—1908	—	7.6	—	9
Wärtsilä	1892—1897	13.2	—	20	—
	1901—1905	13.2	—	20	—
	1898—1899	22.0	—	23	—
	1900	19.2	—	22	—
Kuopio	1897—1908	—	6	—	10
Kajaani	1889—1908	—	8.4	—	9
Kuusamo	1910—1914	16.4	—	22	—
Sodankylä	1908—1912	12.0	—	16	—
Inari	1906—1912	24.0	—	30	—

Diese, einer Windstärke von 9 B. entsprechenden Werte finden auch eine gewisse Bestätigung darin, dass sie im allgemeinen zu der mittleren Windstärke auf jenen Stationen in einem gewissen Verhältnis stehen. Die mittlere Windstärke, mit 4 multipliziert, gibt nämlich, wie aus der Tabelle S. 81 hervorgeht, einen Sturmgrad von etwa 9 Beaufort.

Das Verhältnis zwischen der mittleren Windgeschwindigkeit und der Sturmnorm ist allerdings kein so gleichförmiges wie in der Tabelle S. 78, was darauf hindeutet, dass die Beobachtungen über die höheren Sturmstufen nicht ebenso zuverlässig sind wie in bezug auf Stürme ≥ 7 B.

Die vorstehende Tabelle umfasst die Gesamtzahlen der Stürme in den Beobachtungsjahren und während der warmen Jahreszeit, sowie die Zahlen für die letztgenannte Jahreszeit in Proz. berechnet.

Auf der Grundlage der Tabelle S. 82—83 ist nachstehend die Anzahl der 9 B. entsprechenden Stürme in Tagen für die einzelnen Stationen ausgerechnet.

Anzahl der Sturmtage von ≥ 9 (10) B. nach den verschiedenen Jahreszeiten und Monaten.

		Wiipuri	Helsinki	Hanko	Maarianhamina	Waasa	Oulu	Tampere	Lauttakylä	Sulkava	Sortavala	Wärtsilä	Kuopio	Kajaani	Kuusamo	Sodankylä	Inari
Winter:	Dezember . . .	—	19	2.5	7	2	5	—	4	5	7	7	—	2	—	—	2
	Januar . . .	3	16	4	4	6	9	—	5	7	7	1	1	—	—	1	3
	Februar . . .	3	10	5	2	3	1	1	7	3	4	3	—	—	1	—	4
Frühling:	März . . .	1	8	2	3	4	4	1	2	9	8	2	—	—	2	—	—
	April . . .	1	5	2	—	2	4	—	1	3	2	3	—	1	—	1	4
	Mai . . .	—	1	—	1	—	3	—	—	2	—	2	—	1	2	1	—
Sommer:	Juni . . .	1	2	—	1	2	—	—	—	7	3	2	—	3	—	—	1.5
	Juli . . .	—	—	—	2	—	1	2	—	1	3	3	—	1	—	—	2.5
	August . . .	1	4	1	5	1	2	—	—	2	2	1	—	1	—	—	—
Herbst:	September . . .	3	4	2	3	1	3	—	2	9	4	2	—	—	—	—	3
	Oktober . . .	1	12	0.5	3	—	2	1	—	9	4	4	—	—	3	1	1
	November . . .	1	13	6	6	1	2	2	1	5	3	5	3	2	—	—	—
		15	94	25	37	22	36	7	22	62	47	35	4	10	8	4	21

In der folgenden Tabelle sind die besprochenen Sturmtage nach den Monaten, in welchen sie vorkamen, geordnet.

Wird auf Grund der obigen Zahlen ausgerechnet, an wieviel Tagen durchschnittlich in einem Jahre stärkere Stürme vorgekommen sind, so ergibt sich folgendes Resultat.

Wiipuri	1	Sulkava	4
Helsinki	3 ¹ / ₂	Sortavala	2
Hanko	1	Wärtsilä	2 ¹ / ₂
Maarianhamina	2	Kuopio	1 ¹ / ₂
Waasa	1	Kajaani	1 ¹ / ₂
Oulu	2	Kuusamo	1 ¹ / ₂
Tampere	1 ¹ / ₂	Sodankylä	1
Lauttakylä	1	Inari	3

Auf Grund der Tabellen S. 37 u. 82—83 wurde unter Berücksichtigung der Sturmrichtung ausgerechnet, wieviel Prozent Stürme von ≥ 9 B. (10 B.) in der Summe der Stürme von ≥ 7 B. (8 B.) enthalten sind.

	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW	
	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0
Wiipuri	3.6	9.7	27.3	—	3.8	3.9	5.9	13.5	5.3
Helsinki	5	13	13	16	13	14	23	18	14.4
Hanko	—	—	2	3.2	5.4	2.3	6.7	2.5	3.7
Maarianhamina	3.9	5.4	7.4	7.5	8.1	5.7	5.7	3.7	5.7
Waasa	7.5	5.4	40	20	9.7	5.1	8.9	3.7	7
Oulu	22.2	—	—	20.4	7.6	17.4	14.8	18.8	15.5
Tampere	1	—	2.4	2.3	2.4	3.8	6.1	4.2	2.7
Lauttakylä	1.7	2.1	—	8.8	6	5.2	14	6.8	6.9
Sulkava	30.7	36.3	22.7	38.3	35.2	28.5	38.6	32.6	34
Sortavala	14.6	9.4	14.8	9.6	21.4	32.6	9	9.1	16
Wärtsilä	15.7	21.2	18.7	16.8	47.6	12.8	—	8.1	12.3
Kuopio	6.4	2.5	4	—	—	—	8.6	—	2.3
Kajaani	5.2	13.8	—	2	5.9	1.9	3.8	2.2	3.3
Kuusamo	—	8	8	—	28	17	6	—	10
Sodankylä	9.5	20	—	—	6.3	3.8	—	15.8	8
Inari	6.9	12.9	—	—	21.4	9.9	14.7	10.5	11.4

Über die Stürme nach den Angaben des Beobachtungsmaterials.

Häufigkeit, Stärke und Richtung der Stürme.

Im folgenden sind in kurzen Zügen die Hauptresultate angeführt, welche sich aus unserem Beobachtungsmaterial ergeben. Zuerst zeigt sich da, dass die Anzahl der stürmischen Tage, sowohl einzeln als auch in Prozenten der Summe für die verschiedenen Jahreszeiten berechnet, mit Ausnahme von Wärtsilä, Kuopio, Kajaani und Kuusamo, im Winter (an einigen Stationen im Herbst) am grössten war. Das Sommermaximum an den Binnenlandstationen Kuopio und Kajaani dürfte grösstenteils auf Veränderlichkeit der Beobachtungsweise während der verschiedenen Jahreszeiten zurückzuführen sein. Bewirkt ja doch z. B. die recht schwankende Widerstandskraft der Laubbäume, dass die Beobachter, welche die Windstärke in Beaufort nach der Bewegung der Stämme, Äste und Blätter schätzen, einen ebenso starken Sturm im Sommer, wenn die Bäume belaubt sind, leicht höher bewerten als im Herbst nach dem Laubfall. Dieses Sommermaximum kann zum Teil auch natürliche Ursachen haben, z. B. mit Gewitter verbundene Tromben über dem warmen Binnenlande. In Kuusamo hat man 2 Maxima, im Frühling und im Herbst. In Wärtsilä haben wir ein Frühlingsmaximum.

Nachstehende Tabelle enthält zum Vergleich eine Statistik die zusammengestellt ist aus jenen Stürmen, welche die Schifffahrt an unseren Küsten gefährden. Es ergeben sich dabei folgende Sturmzahlen für

die unten aufgezählten Orte an der Küste und im Inselmeer des Bott-nischen und des Finnischen Meerbusens.¹⁾

	Winter	Frühling	Sommer	Herbst	Jahr
Suursaari (Hogland)	12	2	3	9	26
Länge: 27° E v. Gr. Breite 60° 5' N					
Söderskär	18	5	3	15	41
Leuchtturm, Länge: 25° 26 E. v. Gr. Breite 60° 7' N					
Helsinki, (Helsingfors)	15	4	4	8	31
Länge: 24° 57' E v. Gr. Breite 60° 10' N					
Hanko, Hangö	24	10	4	20	58
Leuchtturm, Länge: 22° 58' E v. Gr. Breite 59° 46' N					
Hanko	18	7	4	16	45
Stadt, Länge: 22° 56' E v. Gr. Breite 59° 49' N					
Utö	21	7	4	17	49
Leuchtturm, Länge: 21° 22' E v. Gr. Breite 59° 47' N					
Sälskär	9	2	4	8	23
Leuchtturm, Länge: 19° 35' E v. Gr. Breite 60° 25' N					
Säppi (Säbbskär)	11	4	3	11	29
Leuchtturm, Länge: 21° 21' E v. Gr. Breite 61° 29' N					
Ulkokalla	10	2	3	11	26
Leuchtturm, Länge: 23° 27' E v. Gr. Breite 64° 20' N					
Marjaniemi	15	6	5	15	41
Leuchtturm, Länge: 24° 34' E v. Gr. Breite 65° 3' N					

Wenn wir die obenstehende Tabelle näher betrachten, so finden wir, dass die Anzahl der Stürme durchgehends grösser ist als in der

¹⁾ Die Werte für Helsinki, Ulkokalla und Marjaniemi sind von Osc. V. JOHANSSON, diejenigen der anderen Stationen von B. VON NASACKIN berechnet. Vergl. Osc. V. Johansson: Atlas de Finlande I 1910, Meteorologische Aufsatzserie III: Ilmanpaine ja tuulet. N:o 17 S. 34 und Oma maa IV. S. 832. B. v. Nasackin: Die Stürme der Ostsee, Repert. f. Meteor. XIV N:o 2 St. Petersburg 1890. Das Beobachtungsmaterial umfasst die 5-jahrs-Periode 1883—1887.

Tabelle Seite 31. Es ist zunächst zu bemerken, dass mehr als die Hälfte der Stationen, welche mein Untersuchungsmaterial umfasst, im Binnenlande liegen, wo Stürme überhaupt viel seltener sind als in den Küstengegenden. Ferner ist anzunehmen, dass Beauforts Seeskala höher ist als die entsprechende Landskala. ¹⁾ In der obenstehenden Tabelle gibt es nur zwei Orte, nämlich Helsinki und Hanko, die sich auch in meinem Material finden. Helsinki hat 31 und Hanko 45 Sturmtage im Jahr. Wie aus der Tabelle Seite 39 zu ersehen, bilden in Helsinki die S- und SW-Stürme jährlich im Durchschnitt 43 % und in Hanko 55 % oder ung. die Hälfte aller 7 B. Stürme, so dass also die meisten Stürme hier aus der Richtung des Meeres wehen (wahrscheinlich wären die Prozente noch höher, falls man 6 B. als Sturmnorm betrachten würde). Möglicherweise ist auch der Wellenschlag von dieser Seite am stärksten und bei Schätzung der Windstärke zu viel berücksichtigt worden. Vergleicht man die Ergebnisse aus Helsinki und Hanko, nach beiden Tabellen in bezug auf die jährliche Durchschnittszahl der Sturmtage prozentisch berechnet, so ergibt sich folgendes Resultat:

	Winter	Frühling	Sommer	Herbst
<i>Helsinki.</i>				
I. Nach meinem Material	43 %	21 %	9 %	27 %
II. Nach der vorigen Tabelle	48 %	13 %	13 %	26 %
<i>Hanko.</i>				
I. Nach meinem Material	38 %	16 %	11 %	35 %
II. Nach der vorigen Tabelle	40 %	16 %	9 %	35 %

Die Prozentzahlen weichen, wie ersichtlich, nicht sehr von einander ab.

¹⁾ Wie auf S. 54 schon erwähnt, ist die Sturmnorm auf den Stationen Säbbskär, Sälskär, Märket, Utö, Hanko und Söderskär, welche man auf Grund des Einflusses von Stürmen auf die Schifffahrt erhalten hat, sehr hoch geschätzt (z. B. Säbbskär auf 10 B.). Die Skala der betreffenden Küstenstationen und Leuchttürme, die sich auf von Stürmen der Schifffahrt zugefügte Schäden stützt, gibt natürlich ganz andere Werte als die an den Binnenlandstationen erhaltene Skala, die sich wie bekannt auf die Wirkung von Stürmen auf den Wald stützt.

Vergleichen wir noch die Resultate aus Marjaniemi mit denjenigen aus der ziemlich nahe liegenden Station Oulu, so ergeben sich folgende Zahlen:

		Winter.	Frühling.	Sommer.	Herbst.
Tab. I Oulu	Länge: 25° 27'. Breite: 65° 1' N.	35 %	25 %	14 %	26 %
Tab. II Marjaniemi.	Länge: 24° 34'. Breite: 65° 3' N.	37 %	14 %	12 %	37 %

Der Unterschied zwischen den Prozentzahlen der Stürme im Winter ist sehr gering, während der anderen Jahreszeiten hingegen grösser. Die Abweichungen im Frühling und Herbst sind natürlich, weil die Wellenhöhe als Norm auf dem Meere benutzt wird und dieses im Frühjahr mit Eis bedeckt ist. Der Leuchtturm Marjaniemi, mitten im Meere liegend, ist den Winden natürlich viel ausgesetzt als Oulu. In Oulu ist der Seewind W der vorherrschende und erreicht sogar 38 %. Ihm am nächsten kommen die Winde aus NW und SW, die auch vom Meere wehen. Ihre Prozentzahl ist 37. Die Seewinde bilden also die überwiegende Mehrzahl, und namentlich die Westwinde wehen im Bottnischen Meerbusen vollkommen ungehemmt, wenigstens bei Marjaniemi, wo sie natürlich auch viel kräftiger auftreten als in Oulu, welches ja viel geschützter liegt.

In der Tabelle S. 38—39 finden wir ferner die Anzahl der Sturmtage mit verschiedener Windrichtung aus der ganzen Summe der Stürme prozentisch berechnet. Wir wollen zunächst die Sturmverhältnisse der einzelnen Stationen in verschiedenen Jahreszeiten betrachten.

Winter.

Die Küstenorte *Wiipuri, Helsinki, Hanko, Maarianhamina, Waasa* und *Oulu* bilden eine besondere Gruppe. Hier herrschen Seewinde vor. In *Wiipuri* macht die Richtung SW 52 % aus, in *Helsinki* SW 38 %, in *Hanko* S 31 %, in *Maarianhamina* SW 38 %, in *Waasa* SW 36 % und in *Oulu* W 40 %. Die Sturmtage sind an der Küste zahlreicher als im Binnenlande, und ist die Windstärke dort überhaupt auch grösser. Vergleicht man diese vorherrschenden Windrichtungen mit den Isobaren im Atlas der Finnischen Geographischen Gesellschaft, Karte 17, so zeigt es sich, dass die mittlere Windrichtung auf der

Winterkarte im allgemeinen zwischen S und W verläuft, was also mit den Sturmverhältnissen der eben erwähnten Stationen übereinstimmt. In *Sortavala*, am Ufer des grossen Ladogasees belegen, ist die vorherrschende Sturmrichtung aus S 36 %.

JOHANSSON hat seinerzeit ¹⁾ die mittlere Windrichtung am Ladoga im warmen Sommer 1901 und im vorhergehenden Winter graphisch dargestellt und die Pfeile zeigen deutlich, dass überall an den Ufern des Sees im Winter die kalte Landluft seewärts weht, während wiederum im Sommer die kalte Seeluft landwärts strömt, — also eine Monsunerscheinung. Aus der von mir zusammengestellten Windrose von *Sortavala* geht jedoch nicht hervor, dass dort eine solche Monsunerscheinung vorkommt.

Auch die Windrose von *Sortavala* im Atlas der Finnischen Geographischen Gesellschaft legt keinen solchen Wintermonsun dar. In der späteren Untersuchung JOHANSSONS über die Erscheinung der Monsunwinde in Fennoskandia ²⁾ ist erwähnt, dass in *Sortavala*, an der Nordküste des Ladogasees, kein deutlicher Landmonsun vorkommt, wohl aber an den anderen Küsten mit Resultanten von 11—16 %. Auf dem Ladoga und dem Weissen Meer hat man einen ziemlich bedeutenden Monsun von 10—18 % aus SW, also gegen das Weisse Meer. ³⁾ Da in meiner Untersuchung keine Beobachtungsstation zwischen *Sortavala* und dem Weissen Meer vorkommt, so kann ich durch mein Material nicht bestätigen, ob das Weisse Meer einen Wintermonsun in *Sortavala* bewirkt; die grosse Häufigkeit der Südstürme hier im Winter deuten jedoch hierauf.

Wärtsilä. SE-Stürme kommen hier sehr häufig (43 %) vor. Auch hier scheint der Ladoga keinen Landmonsun hervorzurufen. Möglicherweise ist die SE-Richtung im Winter ähnlich wie die NE im Sommer als ein lokal abgelenkter Eismeermmonsun aufzufassen.

In *Tampere*, *Lauttakylä*, *Sulkava*, *Kajaani*, *Kuusamo*, *Sodankylä*

¹⁾ Atlas de Finlande 1910, N:o 17 und Oma maa IV: Ilmanpaine, tuulet ja myrskyt Suomessa (Luftdruck, Wind und Stürme in Finland) S. 825.

²⁾ Osc. V. JOHANSSON: Vindförhållandena i Fennoskandia, Geografiska Förenings tidskrift, årg. 27, 1915. S. 268.

³⁾ Ibidem S. 269.

und *Inari* herrschen ebenfalls südliche Stürme im Winter vor. *Tampere* bildet freilich in der Beziehung eine Ausnahme, dass die nördlichen Winde hier fast ebenso häufig sind wie die südlichen.

Vergleicht man auch die vorherrschenden Sturmrichtungen an den erwähnten Stationen mit den mittleren Windrichtungen im Atlas der Finn. Geogr. Gesellschaft, so zeigt es sich, dass diese im grossen und ganzen ungefähr dieselben sind. Auch die Windrosen im genannten Atlas legen dar, dass an jenen Stationen, namentlich in *Sodankylä* und *Inari*, südliche Winde vorherrschen.

Im finnischen Binnenlande gibt es also durchgehends einen Winterwind von der Südseite, der gegen Norden immer ausgeprägter wird.

In *Kajaani* kommen die S und SE-Winde reichlich vor.

Das häufige Auftreten von SW-Windem in *Sodankylä* und *Inari* wird unzweifelhaft durch den Wintermonsun verursacht, den das Nördliche Eismeer bedingt. An den Küsten des Nördl. Eismees werden die Luftdrucklinien bedeutend zusammengedrängt, was zur Folge hat, dass sich der Monsun im allgemeinen gut entwickelt. Es ist die kalte Luft in Lappland, die hier gegen das Meer hinausgepresst wird. Derselbe Eismeermmonsun kommt mehr oder weniger deutlich im ganzen Lande vor.

Frühling.

Im Frühling zeigen die Windverhältnisse grössere Schwankungen. In *Wiipuri*, *Hanko*, *Waasa* und *Oulu* haben sich jedoch die Windrichtungen nicht viel verändert. Wir finden dort noch immer dieselben vorherrschenden Richtungen; doch haben die nördlichen Winde an jenen Stationen ein wenig zugenommen. Die Windverhältnisse von *Helsinki* und *Maarianhamina* sind stärker verändert. In *Helsinki* haben sich die Stürme nach Osten und Norden gekehrt; die E-Richtung bildet hier das Maximum. Auch in *Maarianhamina* sind die Winde nördlicher geworden; NE-Winde sind hier nunmehr in 22 % vertreten.

Ebenso wie an der Meeresküste werden auch im Binnenlande die Stürme immer nördlicher. Doch bilden die Stationen *Tampere* und *Lauttakylä* in dieser Beziehung eine Ausnahme, insofern als hier süd-

liche Winde immer vorherrschender werden. Namentlich in *Tampere* ist ihre Anzahl schon bedeutend grösser als im Winter. In *Sulkava* lässt sich eine grössere Häufigkeit der SE und E-Winde wahrnehmen. Dies deutet auf einen durch die im Osten liegenden Gewässer hervorgerufenen, früh entwickelten Sommermonsun hin. In *Sortavala*, *Wärtsilä*, *Kuopio*, *Kajaani*, *Kuusamo*, *Sodankylä* und *Inari* ist im allgemeinen eine mehr oder weniger nördlich werdende Richtung der Winde bemerkbar. In *Kajaani* und *Kuusamo* kommen ausserdem viel E-Winde vor.

Sommer.

In *Wiipuri* gleichen die Windverhältnisse im Sommer sehr denjenigen im Winter. Die SW-Windrichtung herrscht vor, 51 %. S und W-Winde findet man jetzt häufiger als im Frühling. Die Winde aus N und NW haben ein wenig abgenommen, so dass die südlichen Winde jetzt vorherrschender sind als im Frühling.

Die SW-Winde werden in *Helsinki* zahlreicher. E-Winde kommen ebenso häufig vor. Das häufigere Auftreten von SW-Winden deutet den Sommermonsun an. In *Hanko* werden die nördlichen Winde allmählich häufiger, doch sind die südlichen Winde immer noch die vorherrschenden. W-Winde sind jetzt etwas häufiger als im Winter und im Frühling. Dieses weist auf einen unbedeutenden W-Monsun hin. Nach JOHANSSON¹⁾ zeigt sich von Stockholm nach Turku und Hanko ein schwacher W-Monsun von 5—10 %. In *Maarianhamina* haben sich die Windrichtungen seit dem Frühling ein wenig verändert; die nördlichen Winde zeigen eine weitere Zunahme. Wie im Winter, so fehlt hier auch im Sommer ein von Åland verursachter Monsun. In *Oulu* verhalten sich die Windrichtungen ungefähr ebenso zu einander wie im Frühling. W ist auch jetzt die vorherrschende Richtung, 36 %, darauf folgt NW mit 28 %. In *Tampere* werden südliche Winde ein wenig häufiger. S bildet jetzt wie auch im Frühling das Maximum. In *Lauttakylä* kehren sich die Winde immer mehr nach Westen.

¹⁾ Osc. V. JOHANSSON: Vindförhållandena i Fennoskandia. Op. cit. S. 272.

W und NW herrschen vor. In *Sortavala* zeigt sich keine vom Ladoga bedingte Monsunwirkung. Man findet im Gegenteil eine dem Sommermonsun ganz entgegengesetzte Erscheinung, die in der grossen Häufigkeit der Nordwinde (38 %) zum Ausdruck kommt. Nach JOHANSSON fehlt an den Nordküsten des Ladogasees während der Sommerperiode ein Monsun, der aber an der Südküste entschieden etwa in 20 % vorkommt. Dieser Gegensatz in den Windverhältnissen von *Sortavala* im Winter und im Sommer könnte wieder darauf hinweisen, dass das Weisse Meer oder auch das Nördl. Eismeer, welches einen sehr grossen Einfluss auf die Windverhältnisse in Fennoskandia auszuüben scheint, auch einen Sommermonsun in *Sortavala* hervorruft. In *Wärtsilä* bilden die nördlichen Winde ebenfalls ein kräftiges Maximum. In *Sulkava* ist ein immer reichlicheres Auftreten der Ostwinde zu bemerken. Seit dem Frühling haben sich jedoch die Windverhältnisse wenig geändert. Die Winde sind auch jetzt wie im Frühling verhältnismässig wechselnd. Doch ist durch die Zunahme der E-Winde ein schwacher Sommermonsun angedeutet.

In *Kajaani*, *Kuusamo*, *Sodankylä* und *Inari* wird die Windrichtung immer nördlicher. In *Kajaani* ist NW jetzt die vorherrschende Richtung. Im Winter wird eine entgegengesetzte Erscheinung bemerkbar. Hier zeigt sich also ein ziemlich deutlicher Monsun, den der See Oulujärvi teilweise verursacht. In *Kuusamo* herrschen jetzt E-Winde vor, 29 %, dann folgen N-Winde mit 20 %. Im Winter kamen den E-Winden fast entgegengesetzte SW-Winde bis zu 69 % vor. Möglicherweise ist diese monsunartige Erscheinung auch hier durch das Weisse Meer bedingt. In *Sodankylä* und *Inari* ruft das Nördl. Eismeer einen Sommermonsun hervor, der aber nicht ebenso stark entwickelt ist wie im Winter. In *Kuopio* schwanken die Winde mehr als im Winter und im Frühling; doch sind die N-Winde vorherrschend, obschon E-Winde fast ebenso häufig sind.

Herbst.

Die Windverhältnisse nehmen einen immer mehr winterlichen Charakter an. Auf den Küstenstationen *Wiipuri*, *Helsinki*, *Maarian-*

hamina, Waasa und *Oulu* mahnen sie schon stark an den Winter. Die Seewinde herrschen überall vor. In *Tampere* sind die nördlichen Winde absolut vorherrschend. So auch in *Lauttakylä*, wo sie ebenso wie in *Tampere* im Winter häufiger als in den übrigen Jahreszeiten vorkommen. In *Sulkava* sind die Sturmwinde auch jetzt verhältnismässig veränderlich. Südliche Winde (SE) gibt es jedenfalls viel mehr, was auf einen beginnenden Wintermonsun hindeutet. Doch ist diese Monsonerscheinung schwach entwickelt.

In *Sortavala* und *Wärtsilä* sind die stürmischen Winde sehr schwankend, so dass irgend welche eigentlich vorherrschenden Windrichtungen nicht bemerkbar sind. In *Kuopio* herrschen immer noch die nördlichen Winde vor. In *Kajaani* prädominieren SE-Winde. Das könnte auf eine monsunartige Erscheinung deuten.

In *Kuusamo, Sodankylä* und *Inari* herrschen die SW-Winde vor. Der Einfluss des Nördlichen Eismeereres auf die Windverhältnisse verursacht wieder den winterlichen Charakter.

Jahr.

In den Jahresmitteln überwiegen, in Übereinstimmung mit der Verteilung des Luftdruckes, die südlichen Winde. An allen Küstenstationen prädominieren sie. SW-Winde sind vorherrschend in *Wiipuri, Helsinki, Maarianhamina* und *Waasa*. S-Winde in *Hanko* und W-Winde in *Oulu*. Überall herrschen also gegen die Meeresküste rechtwinkelig gestellte Richtungen vor.

An den Binnenlandstationen *Tampere* und *Lauttakylä* überwiegen S und SW-Winde. In *Tampere* ist allerdings die Prozentzahl der S-Winde nur unbedeutend grösser als diejenige der N-Winde. Auch in *Sulkava* und *Sortavala* herrschen südliche Winde vor, namentlich an der vorgenannten Station. In *Wärtsilä* ist die Windrichtung schwankend, doch bilden die SE-Winde hier das Maximum. In *Kuopio* überwiegen die nördlichen Winde, obwohl auch südliche Winde ziemlich häufig vorkommen. In *Kajaani, Kuusamo, Sodankylä* und *Inari* herrschen überall südliche Winde vor. Der winterliche Charakter übt also einen

bestimmenden Einfluss auch auf das Jahresmittel aus und drückt seinen Stempel auf die Windverhältnisse an den erwähnten Stationen.

Die Tabelle S. 40 gibt die Häufigkeitszahlen der Stürme während der kalten und warmen Jahreszeit wieder. Für die Forstwirtschaft ist ja die Kenntnis der Stürme der sogen. warmen Jahreszeit von entscheidender Bedeutung. Deshalb wollen wir im folgenden die diesbezüglichen Beobachtungsergebnisse näher ins Auge fassen. Um eine möglichst vielseitige Antwort auf die Frage zu erhalten, welches die vorherrschendsten und dem Walde gefährlichsten Windrichtungen sind, sei auch die sogen. *mittlere Windrichtung* berücksichtigt.

Die Berechnung der mittleren Windrichtung nach der sogen. Lambertschen Formel ist von erheblichem Nutzen. Werden die Prozentzahlen der verschiedenen Windrichtungen auf die Gerade W—E und S—N projiziert, und die so erhaltenen Resultanten mit einander geteilt, bekommt man die Tangente des Winkels α , den die resultierende Richtung mit der S—N Linie bildet,

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{W + (NW + SW) \cos 45^\circ - [E + (NE + SE) \cos 45^\circ]}{S + (SW + SE) \cos 45^\circ - [N + (NE + NW) \cos 45^\circ]}$$

Beachtet man die Vorzeichen des Zählers und Nenners, kann die Richtung der Resultante erhalten werden. Berechnet man nach dieser Formel die mittlere Windrichtung an den einzelnen meteorologischen Stationen während der warmen Jahreszeit auf Grund der betr. Windrosentabelle, so ergibt sich folgendes Resultat:

Wiipuri	W 40° S
Helsinki	W 33° S
Hanko	W 50° S
Maarianhamina	W 41° N
Waasa	W 11° N
Oulu	W 9° N
Tampere	W 39° S
Lauttakylä	W 45° N
Sulkava	W 80° S
Sortavala	W 85° N
Wärtsilä	E 54° N

Kuopio	E 79° N
Kajaani	W 89 S
Kuusamo	E 80° N
Sodankylä	W 43° N
Inari	W 16° N

Um die Grösse der Resultanten zu finden, hat man die Formel

$R = \sqrt{(W-E)^2 + (S-N)^2}$ zu benutzen. Man bekommt somit für die einzelnen Stationen in Prozenten ausgedrückt folgende Werte:

Wiipuri	63	Sulkava	20
Helsinki	25	Sortavala	15
Hanko	45	Wärtsilä	32
Maarianhamina	7	Kuopio	19
Waasa	26	Kajaani	16
Oulu	50	Kuusamo	11
Tampere	16	Sodankylä	50
Lauttakylä	34	Inari	40

Die Sturmrichtungen werden also nach dem Masse ihrer Häufigkeit und Stärke als Kräfte betrachtet und nach bekannten Sätzen der Mechanik ihre Resultanten nach Richtung und Stärke gesucht.

An jenen Stationen, wo recht kräftige vorherrschende Sturmrichtungen bemerkbar sind, wie z. B. an den Küstenstationen, geben selbstverständlich die direkten Beobachtungen eine richtigere Vorstellung von der herrschenden Richtung, als eine derartige theoretische Berechnung. An solchen Stationen aber, wo keine besondere Sturmrichtung mit grösserer Bestimmtheit als vorherrschend und namentlich für den Wald gefährlicher als irgend eine andere, vielleicht entgegengesetzte Richtung betrachtet werden kann, liefert die erwähnte Formel unbedingt ein theoretisch richtiges Bild von jener mittleren Windrichtung, welche an dem betreffenden Orte hinsichtlich der Sturmgefahr eine entscheidende Bedeutung besitzt.

Wir ersehen aus obenstehender Tabelle, dass an denjenigen Stationen, wo die Resultanten am grössten sind, sich ebenfalls die Mittelwindrichtungen ungefähr mit den vorherrschenden Richtungen decken.¹⁾ Je grösser also der Wert des Resultanten ist, mit um so

¹⁾ Vgl. die Tabelle S. 40.

grösserer Sicherheit darf man die, sowohl den direkten Beobachtungen als auch den erwähnten theoretischen Berechnungen zufolge erhaltenen Sturmrichtungen für richtig ansehen. Nehmen wir 25 als denjenigen niedrigsten Resultantwert an, dessen entsprechende Richtung wir als einigermassen bestimmt ansehen können, so gelangen wir zu dem Schluss, dass die mittlere Windrichtungen von *Wiipuri*, *Oulu*, *Sodankylä*, *Hanko*, *Inari*, *Lauttakylä*, *Wärtsilä*, *Waasa* und *Helsinki* die genauesten sind. Bei einem Vergleich der vorherrschenden Windrichtungen mit den Mittelwindrichtungen, bemerken wir, dass die Mittelwindrichtungen, mit Ausnahme von *Inari* und *Waasa*, mit den durch direkte Beobachtungen erhaltenen Prävalenten gut übereinstimmen. An den Stationen *Sulkava*, *Kuopio*, *Tampere*, *Kajaani*, *Sortavala*, *Kuusamo* und *Maarianhamina*, an denen die Resultanten kleiner sind, zeigt sich, dass die von ihnen angegebenen Richtungen von den Beobachtungsrichtungen schon bedeutend abweichen. Speziell an den Stationen *Kuusamo* und *Maarianhamina*, wo die Resultanten am kleinsten sind, bemerken wir, dass die Mittelwindrichtung E 80° N und W 41° N sich schon vollständig von den vorherrschenden Richtungen SW 25 % und SW 25 % unterscheidet. Allerdings überwiegen in *Kuusamo* die N und NE-Winde zusammengenommen die S und SW-Winde, wengleich die SW-Winde hier ein schwaches Maximum bilden. In *Maarianhamina* ist der Resultant sehr klein und weicht die mittlere Windrichtung stark von der recht ausgeprägten vorherrschenden Windrichtung ab, weshalb der Mittelwindrichtung hier nicht, wie an den meisten anderen Stationen, eine entscheidende Bedeutung beigelegt werden kann.

Ausser durch die Lambertsche Formel lässt sich die mittlere Windrichtung auch dadurch bestimmen, dass man die Differenzen der entgegengesetzten Richtungen als bestimmende Faktoren betrachtet, worauf die Richtung, deren Differenz die grösste ist, die vorherrschende wird. Wenn man die Differenzen der entgegengesetzten Sturmrichtungen berechnet, bekommt man die Komponenten in der Lambertschen Formel. Wenn irgend eine dieser Differenzen verhältnissmässig gross ist, kann man ihr eine grössere Bedeutung beilegen, jedoch nur in dem

Falle, dass zugleich die Prozentzahl des entgegengesetzten Windes verhältnissmässig klein ist.

Aus der Tabelle geht hervor, dass die Differenzen entgegengesetzter Richtungen in *Wiipuri*, *Helsinki*, *Hanko*, *Oulu*, *Wärtsilä*, *Sodankylä* und *Inari* am grössten sind.

Alle die durch oben beschriebene Berechnung erhaltene Werte geben also die Hauptrichtung der erwähnten Stationen als zuverlässig an und stimmen diese Werte, mit Ausnahme desjenigen für *Inari*, mit den durch direkte Beobachtungen erhaltenen vorherrschenden Richtungen überein.

Station	N —S	NE —SW	E —W	SE —NW	Haupt- richtung
Wiipuri	- 7	-49	-12	- 2	SW
Helsinki	- 1	-26	4	- 8	SW
Hanko	-21	-24	- 8	- 6	SW u. S
Maarianhamina	6	- 9	6	- 7	SW
Waasa	7	-11	-12	- 8	W u. SW
Oulu	1	- 9	-30	-18	W
Tampere	- 9	- 7	- 3	- 6	S
Lauttakylä	0	-11	-15	-16	NW u. W
Sulkava	-13	- 2	- 8	8	S
Sortavala	8	4	0	- 6	N
Wärtsilä	8	25	1	0	NE
Kuopio	19.5	- 1	3.5	1	N
Kajaani	-14	- 1	- 1	2	S
Kuusamo	11	- 5	9	- 5	N
Sodankylä	18	- 6	-12	-29	NW
Inari	17	-16	-22	7	W

Hauptergebnisse für die Forstwirtschaft.

Da die Sturmbeobachtungen, welche die vorliegende Untersuchung umfasst, ja von vielen lokalen Umständen und von verschiedenen, die Windverhältnisse beeinflussenden Faktoren abhängig sind, habe ich es für nötig erachtet, die Beobachtungsstationen erst in verschiedene Gruppen einzuteilen, je nachdem ob und in welchem Masse ihre Beobachtungen, insoweit sie sich auf die Sturmrichtungen beziehen, von örtlichen Verhältnissen abhängig sind. Nach der auf S. 20—28 be-

findlichen Beschreibung der Exposition der Beobachtungsstationen lassen sich diese folgendermassen einteilen.

Gruppe I Verhältniss- mässig freie u. gute Lage	Gruppe II Verhältnissmässig gute Lage, nur eine Richt. unsicher.	Gruppe III Vor Winden etwas geschützte Lage.	Gruppe IV Ungünstige u. ge- schützte Lage.
Wiipuri Helsinki Hanko Waasa Oulu Lauttakylä Sulkava Sortavala Wärtsilä Kuusamo	Maarianhamina (NW ein wenig unsicher) Sodankylä (Ostseite ein wenig unsicher) Waasa (W Richt. ein we- nig unsicher)	Kajaani Tampere	Kuopio Inari

Obige Einteilung berücksichtigt ausschliesslich die Exposition des Beobachtungsplatzes. An einzelnen Stationen beziehen sich jedoch die Beobachtungen nur auf eine sehr kurze Periode, und aus einigen Stationen liegen wiederum nur unvollständige Beobachtungen vor. Da aber bei der Entscheidung der Frage nach den gefährlichsten Sturmrichtungen, ausser der Lage des Beobachtungsplatzes auch die Länge der Beobachtungsperiode und die Genauigkeit, mit welcher die Beobachtungen im allgemeinen ausgeführt worden sind, berücksichtigt werden muss, so können wir, mit Beachtung dieser Umstände, die Stationen endgültig in folgende Gruppen einteilen.

Zu der *I. Gruppe* sind hier alle diejenigen Stationen gezählt, an denen die Sturmrichtung ziemlich zuverlässig bestimmt worden ist und wo ihre Lage den Einfluss der Stürme nicht hemmt. Obwohl an den Stationen *Maarianhamina* und *Waasa* die Richtungen NW und W ein wenig geschützt sind, so kann man doch die dortigen Beobachtungen als genügend zuverlässig betrachten, und zwar vor allem deshalb, weil es sich um Stürme handelt, bei welchen kleine Hinder-

Gruppe I Beobachtungsmaterial recht zuverlässig	Gruppe I Beobachtungsmaterial ziemlich unzuverlässig	Gruppe III Beobachtungsmaterial unvollständig	Gruppe IV Beobachtungsmaterial aus einer sehr kurzen Periode oder sonstwie unzuverlässig
Helsinki Hanko Maarianhamina Waasa Oulu Lauttakylä Sortavala Wärtsilä Kajaani	Wiipuri Tampere	Sulkava	Kuopio Kuusamo Sodankylä Inari

nisse nicht viel bedeuten, und weil sich das Beobachtungsmaterial auf eine sehr lange Periode bezieht.

Zur II. Gruppe gehören die Stationen *Wiipuri* und *Tampere*. In *Wiipuri* waren, wie schon erwähnt, die Beobachtungen in gewissen Jahren unrichtig ausgeführt. Betreffend *Tampere* ist zu beachten, dass die Lage der Station anfangs eine gute war, sich jedoch allmählich dadurch verschlechterte, dass in der Umgebung Steinhäuser erbaut wurden. Auch waren die N-Winde etwas unsicher.

Zur III. Gruppe wurde hier nur die Station *Sulkava* gezählt. Die Beobachtungen sind sonst zuverlässig, doch fehlen hier, wie schon mitgeteilt wurde, oft die Abendbeobachtungen. Deshalb kann die Sturmrichtung nicht als sicher betrachtet werden.

Die IV. Gruppe umfasst *Kuopio* und die lappländischen Stationen, an welchen Sturmbeobachtungen erst seit den letzten Jahren stattfinden. Die Beobachtungsperiode von den lappländischen Stationen ist zu kurz, um zuverlässige Zahlen in bezug auf die Sturmrichtung zu geben. Die Station *Inari*, an der die Gestalt der Windrose ausserdem von lokalen Umständen, von dem Flusstal des Kaamasjoki und den umgebenden Bergen abhängt, ist deshalb auch in mancher Beziehung unzuverlässig. Aus *Kuopio* liegt zwar eine längere Beobachtungsreihe vor; da aber die Station eine sehr geschützte Lage

hat und die Stürme aus der Richtung N unsicher sind, so kann man die dortigen Beobachtungen nicht als zuverlässig betrachten, obwohl sie immerhin zuverlässiger sind als diejenigen der lappländischen Stationen.

Nachstehende Tabelle enthält alle vorerwähnten Ergebnisse in betreff der Häufigkeitszahlen der Stürme in der warmen Jahreszeit.

Station	Mittlere Sturmrichtung nach Lamberts formel	Mittlere Sturmrichtung, erhalten durch Differenz der verschied. entg. Richt.	Warme Jahreszeit.		Grösse der Sturmestanten, R.
			Vorherrschende Sturmricht. nach direkten Observat. Angaben		
			≧ 7 (8) b	≧ 9 (10) b	
Wiipuri	W 40° S	SW	SW 54 0/0	SW 58 0/0	63 0/0
Helsinki	W 33° S	SW	SW 33 0/0	SW 35 0/0	25 0/0
Hanko	W 50° S	SW u. S	SW 27 0/0 u. S 26 0/0	S 28 0/0 u. SW 25 0/0	45 0/0
Maarianhamina	W 41° N	SW	SW 25 0/0	SW 29 0/0	7 0/0
Waasa	W 11° N	W u. SW	SW 30 0/0	SW 32 0/0	26 0/0
Oulu	W 9° N	W	W 33 0/0	NW 38 0/0 u. W 34 0/0	50 0/0
Tampere	W 39° S	S	S 29 0/0	S 30 0/0	16 0/0
Lauttakylä	W 45° N	NW u. W	NW 22 0/0	W 42 0/0	34 0/0
Sulkava	W 80° S	S	W 22 0/0 u. SE 21 0/0	SE 22 0/0	20 0/0
Sortavala	W 85° N	N	N 24 0/0	N 26 0/0	15 0/0
Wärtsilä	E 54° N	NE	NE 31 0/0	NE 43 0/0	32 0/0
Kuopio	E 79° N	N	N 26 0/0	N 67 0/0	19 0/0
Kajaani	W 89° S	S	SE 19 0/0 u. S 18 0/0	S 38 0/0	16 0/0
Kuusamo	E 80° N	N	SW 25 0/0	SW 38 0/0	11 0/0
Sodankylä	W 43° N	NW	NW 29 0/0	NW 50 0/0	50 0/0
Inari	W 16° N	W	SW 30 0/0	N, NE u. W 25 0/0	40 0/0

Da die Verjüngungshiebe in unseren Wäldern, vor allem an solchen Stellen, wo die Sturmgefahr gross ist, unbedingt gegen die herrschende Sturmrichtung geführt werden müssen, wollen wir in der nachstehenden Tabelle diejenige Hiebordnung anführen, welche auf Grund der obigen Tabelle und mit Berücksichtigung aller vorerwähnten Umstände am besten einer richtigen Hiebführung entspricht.

In *Kuusamo*, *Sodankylä* und *Inari* sind die Beobachtungen aus vorerwähnten Gründen unsicher, und sogar noch unzuverlässiger als in *Kuopio*. Um zu erfahren, welche Sturmrichtung hauptsächlich den Wäldern jener Gegenden geschadet hat, habe ich in der Forstverwal-

	Hiebrichtung
Wiipuri	NE → SW
Helsinki	NE → SW
Hanko	NE → SW u. N → S
Marianhamina	NE → SW
Waasa	NE → SW u. E → W
Oulu	E → W
Tampere	N → S
Lauttakylä	SE → NW u. E → W
Sulkava	N → S u. NE → SW
Sortavala	S → N
Wärtsilä	SW → NE
Kuopio	S → N
Kajaani	N → S
Kuusamo	E → W
Sodankylä	SE → NW
Inari	E → W u. SE → NW

zung zu Helsinki statistische Angaben über die vom Sturm verursachten Schäden in den Staatsforsten, wo Sturmschäden vorgekommen sind, gesammelt. Es wurde dabei die 5-jahrs-Periode 1911—1915, aus welcher die Sturmschäden der Staatsforsten mit grösserer Genauigkeit mitgeteilt worden sind, zum Gegenstande der Untersuchung gemacht. Die folgende Tabelle enthält die Angaben über Sturmschäden in denjenigen Staatsforsten, welche den genannten meteorologischen Stationen Lapplands am nächsten liegen.

1911—1915

Beobachtungsstation	Forstrevier	Datum des eingetroffenen Sturmschadens	Sturmrichtung	Klimatische Beschaffenheit des Sturmes
Kuusamo	Kuusamo	27/VI 1911	SE und SW	Wirbelsturm
		2—3/VIII 1912	NE → SW	
Sodankylä	Kitinen	September 1914	NW → SE	Sehr starker Orkan Starker Sturm
Inari	Inari	August 1914	NW → SE	
		2/X 1914	W → E	
		1/X 1913	N → S	
	Utsjoki	1—2/VIII 1914	NW → SE u. N → S	

In *Kuusamo* finden wir nur 2 Sturmschäden und in *Sodankylä* nur einen, so dass wir hieraus nichts in bezug auf die Sturmrichtung schliessen können. Für *Inari* dagegen, wo 5 verschiedene Sturmschäden eingetroffen sind, können schon etwas sichere Schlüsse gezogen werden. Die Hiebrichtung wäre nach der Tabelle:

in 2 Fällen SE → NW
 „ 2 „ S → N und
 „ 1 Fall E → W.

Da die Forststatistik keine Sturmschäden aus anderen Richtungen als den vorerwähnten darlegt, so dürfte diese 5-jährige Beobachtungsperiode, obwohl sie recht kurz ist, zeigen, dass wenigstens für Inari die auf S. 102 erwähnte Hiebrichtung SE → NW richtig wäre.

* * *

Die lokalen Sturmrichtungen weichen oft von den vorherrschenden ab. In bezug auf jeden einzelnen Wald sind natürlich die lokalen Sturmrichtungen, insoweit sie nicht mit den allgemeinen zusammenfallen, zu berücksichtigen. Die vorherrschenden Sturmrichtungen können sich ja infolge der Ortsverhältnisse oft bedeutend verändern.

So folgt z. B. in Gebirgsgegenden der Luftstrom der Talrichtung, wenn er auch ursprünglich eine andre Richtung hatte. In Tälern erhöht sich die Windgeschwindigkeit ansehnlich infolge der Pressung des Luftstroms, so dass die Sturmgefahr in solchen Gegenden zunimmt, falls die vorherrschenden Stürme der Talrichtung folgen. Verlaufen sie winkelrecht gegen dieselbe, so vermindert sich die Gefahr im Vergleich zum Flachlande. Der Winddruck ist bekanntlich dem Quadrat der Windgeschwindigkeit proportional, infolgedessen ist es begreiflich, dass eine derartige Luftpressung dem Walde unberechenbaren Schaden verursachen kann. Zwar liegen bisher keine Untersuchungen über die Zunahme der Windgeschwindigkeit in einer Mulde oder einem Passe vor, so dass keine genauen Ziffern in dieser Beziehung angeführt werden können.

Ausserdem können in Gebirgsgegenden, infolge der Einwirkung der Oberflächenkonfiguration auf den herrschenden Sturm oft diesem entgegengesetzte Sturmbewegungen entstehen. Es ist ja bekannt, dass in Tälern und auf Bergen derselben Gegend häufig ganz verschiedene und von der gewöhnlichen Sturmrichtung bisweilen durchaus abweichende Luftströmungen vorkommen. Dass Ablenkungen von den gewöhnlichen Richtungen in Bergländern nicht selten sind und dass der Sturm durch die mit der Ablenkung verbundenen Pressung gerade hier besondere Gewalt zeigt, geht deutlich aus einem Sturm im Schwarzwald am 10. August 1905 hervor, den C. WAGNER folgenderweise schildert: ¹⁾

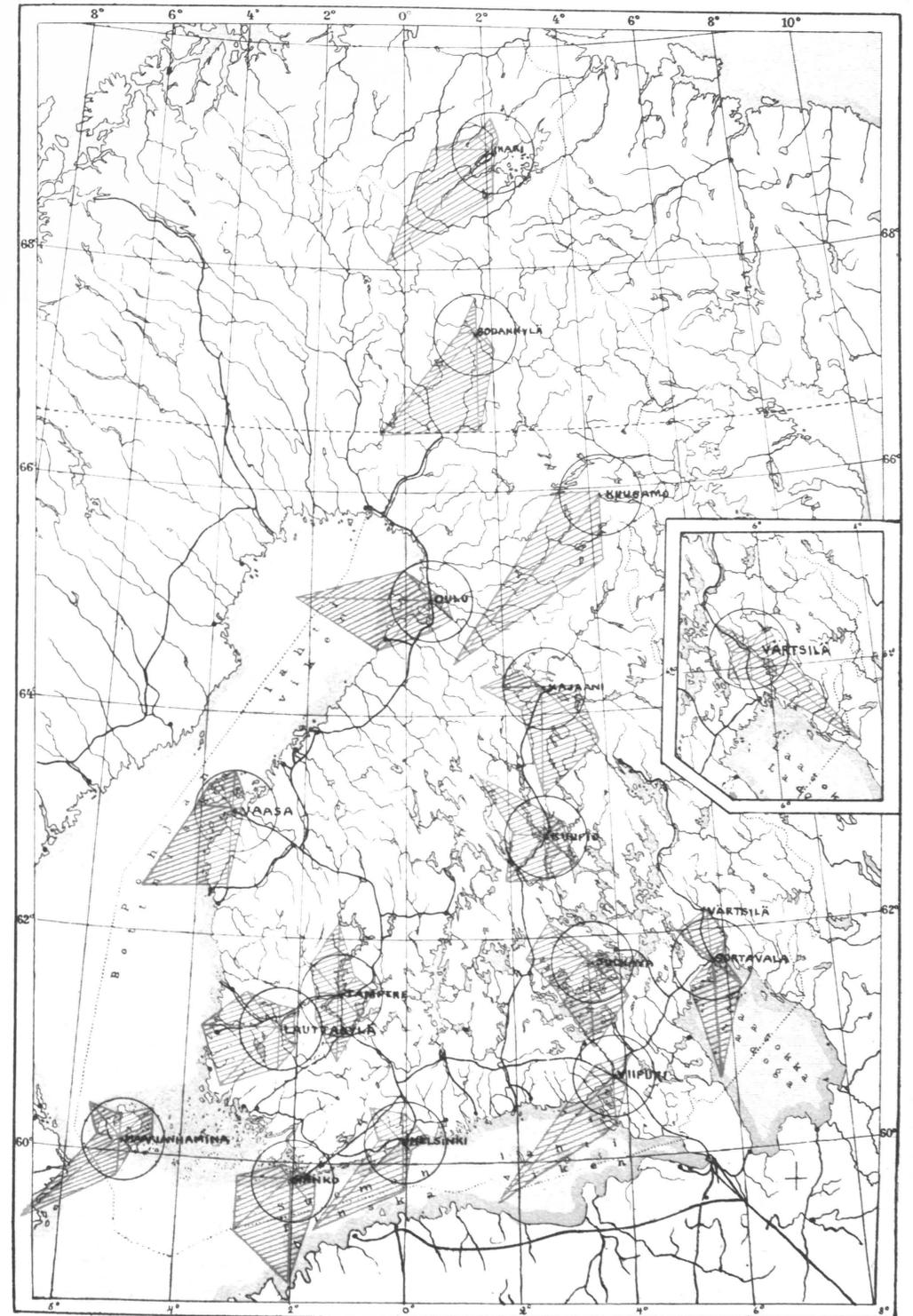
„Am 10. August 1905 fegte ein heftiger Gewittersturm in böigen Stössen mit Hagel verbunden (also ganz den Charakter einer Gewitterböe tragend) aus WSW vom Rheinthal her über den Kamm des Schwarzwalds. Weg und Richtung des Phänomens waren auf der Schwarzwaldhöhe überall durch geworfene Einzelstämme bezeichnet. In einer gegen diese Richtung vollständig gedeckten Mulde entstand, offenbar durch Anrallen der Luft am gegenüberliegenden Berggrat, eine so heftige, dem herrschenden Sturm fast genau entgegengesetzte örtliche Sturmbewegung, dass derselben eine Fläche von etwa $\frac{1}{2}$ ha. vollständig zum Opfer fiel, wobei der Sturm starke festwurzelnde Fichten teils entwurzelte, teils abriss, während in unmittelbarer Umgebung weitere zahlreiche Einzelstämme und Gruppen geworfen wurden. Der Tatbestand wies auf besonders grosse Kraftentwicklung in der Mulde hin. Hier und in der Umgebung, soweit sich dieselbe in direktem Schutz des gegen Westen vorstehenden Berggrats befand, lagen sämtliche Stämme fast genau der allgemeinen Sturmrichtung entgegen, also gegen W und WSW, während sie am anschliessenden SW—Hang, je weiter sie von der Hauptwurffläche und vom deckenden Grat entfernt bzw. tiefer lagen, um so mehr eine nach Süden weisende Fallrichtung zeigten. Es weist dies auf ein seitliches Ausweichen der örtlich gepressten Luft gegen Süden und ein Abfliessen derselben in der Richtung des stärksten Gefälls hin.“

In Finnland gibt es keine so hohen Gebirgszüge, dass man sie mit dem Schwarzwald vergleichen könnte; nur im nördlichsten Teile des Landes findet man ähnliche Gegenden. In der Nähe der meteorologischen Station Inari erheben sich einige höhere Berge. Etwa $3\frac{1}{2}$ Meilen westlich vom Flusstal Thule liegt der c. 586 m. hohe

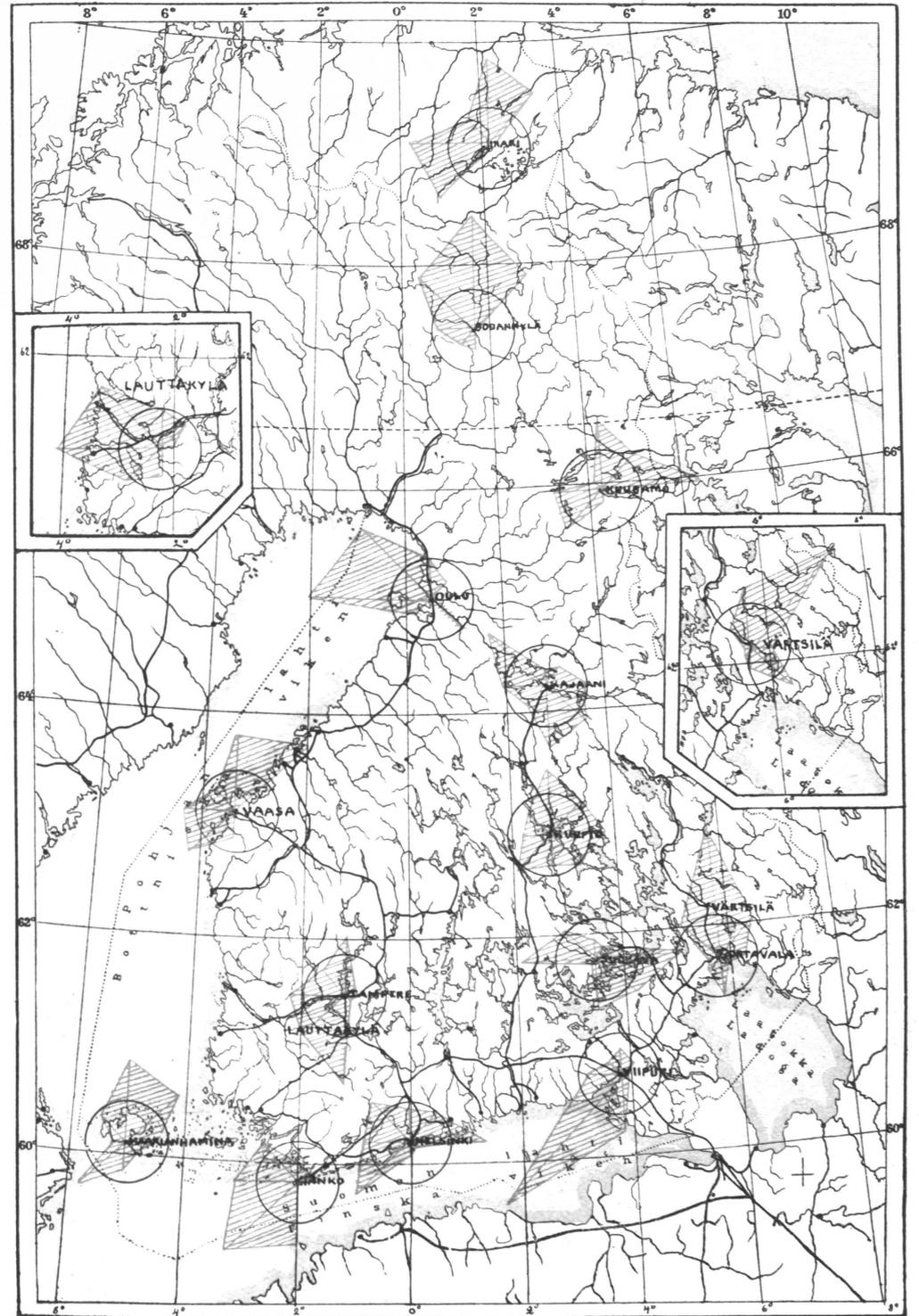
¹⁾ C. WAGNER: Die Grundlagen der räumlichen Ordnung im Walde S. 163—4.

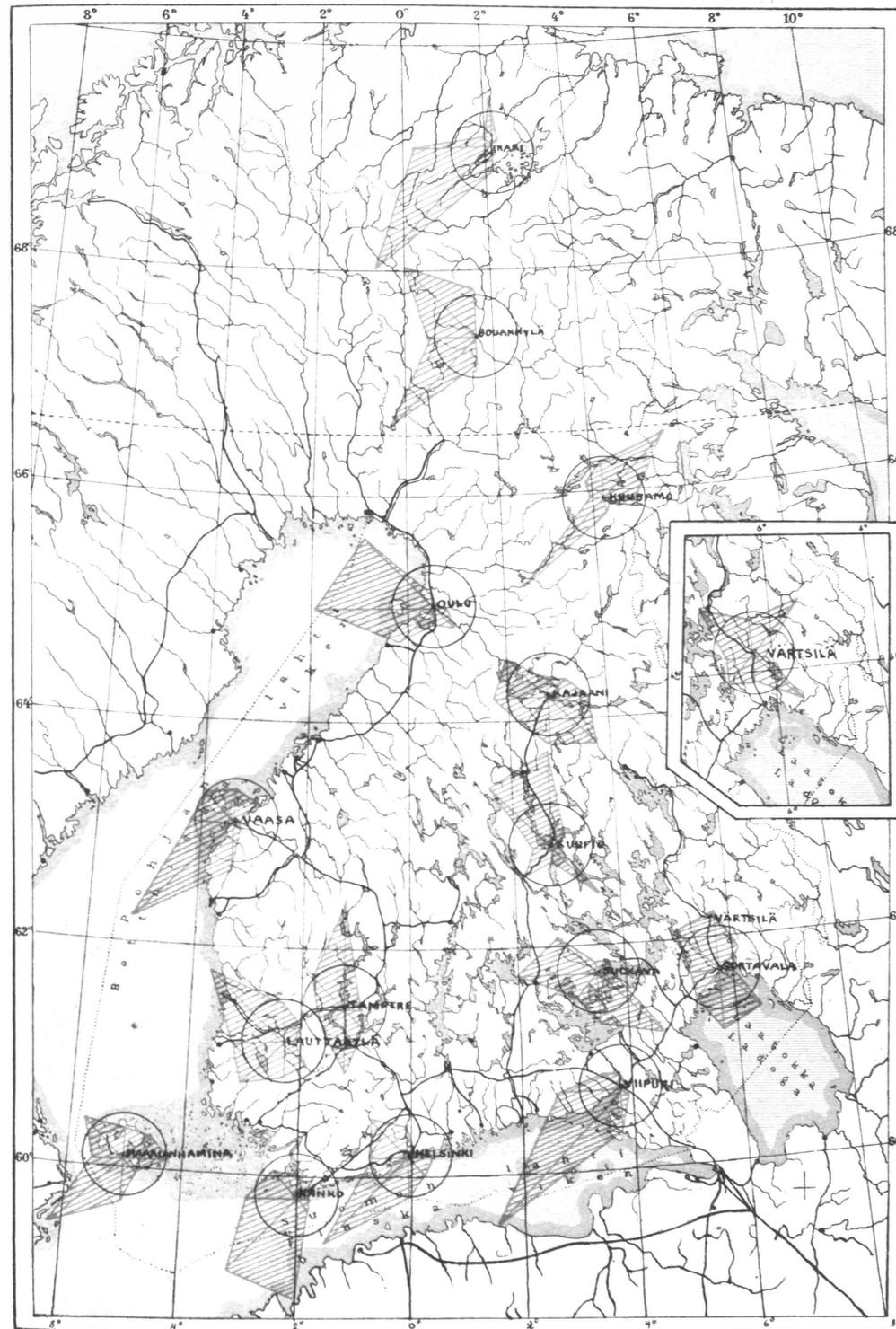
Berg Galgoaivi. Nordwestlich von der Station, in einer Entfernung von etwa $2\frac{1}{2}$ Meilen finden wir den Peldoaivi, c. 570 m hoch. Im Nordwesten, nahe der norwegischen Grenze, liegen die höchsten Berge Finnlands: Saana 1086 m, Kahperusvaara, 1218 m und Halditschokko, 1353 m hoch.

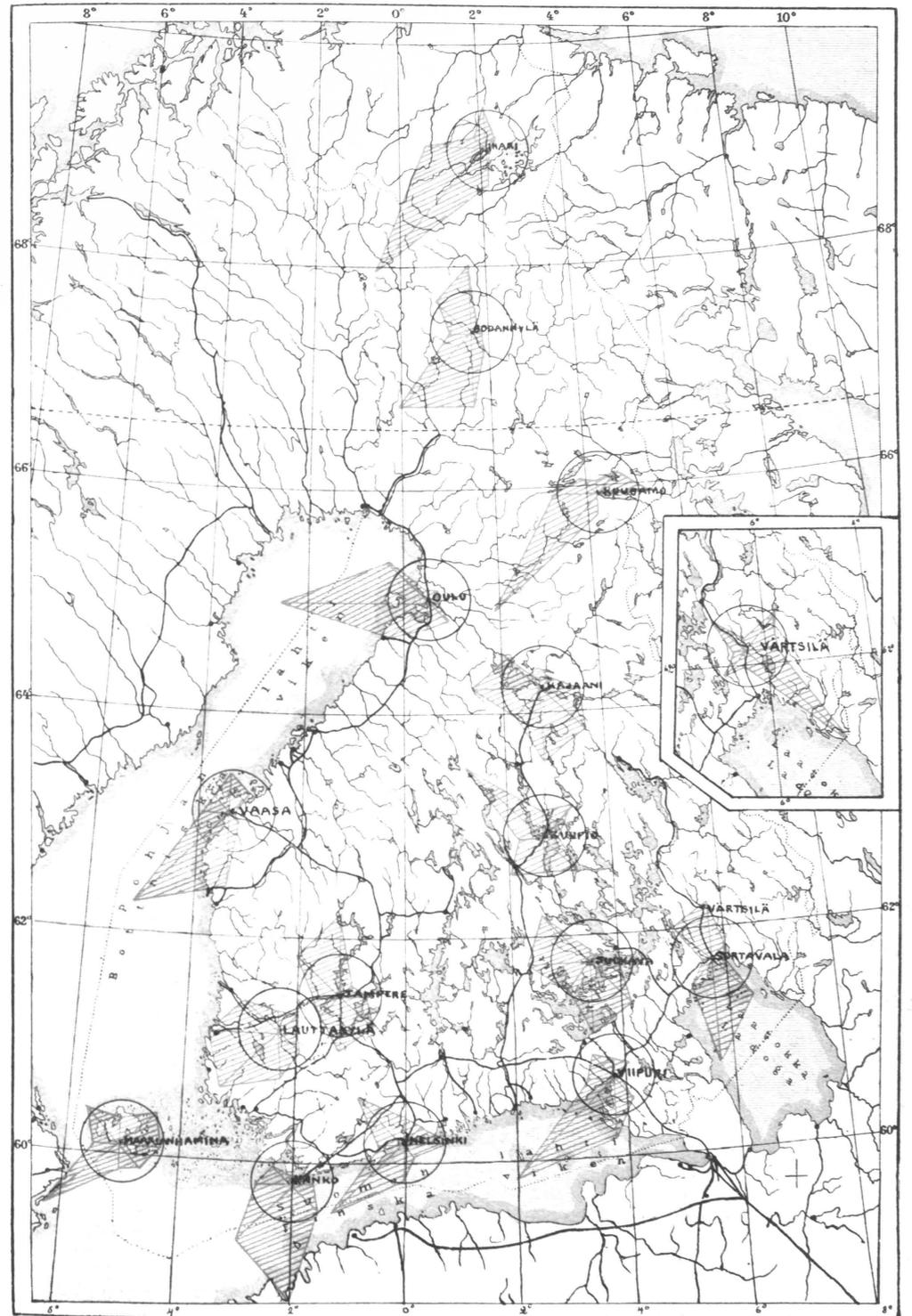
In so bergigen Gegenden, wie man sie speziell im nördlichsten Teil unseres Landes, in Lappland, häufig findet, wirkt natürlich das Gebirge mit seinen Tälern und Hügeln, ebenso wie im Schwarzwald, in hohem Masse auf die Luftströmung ein.

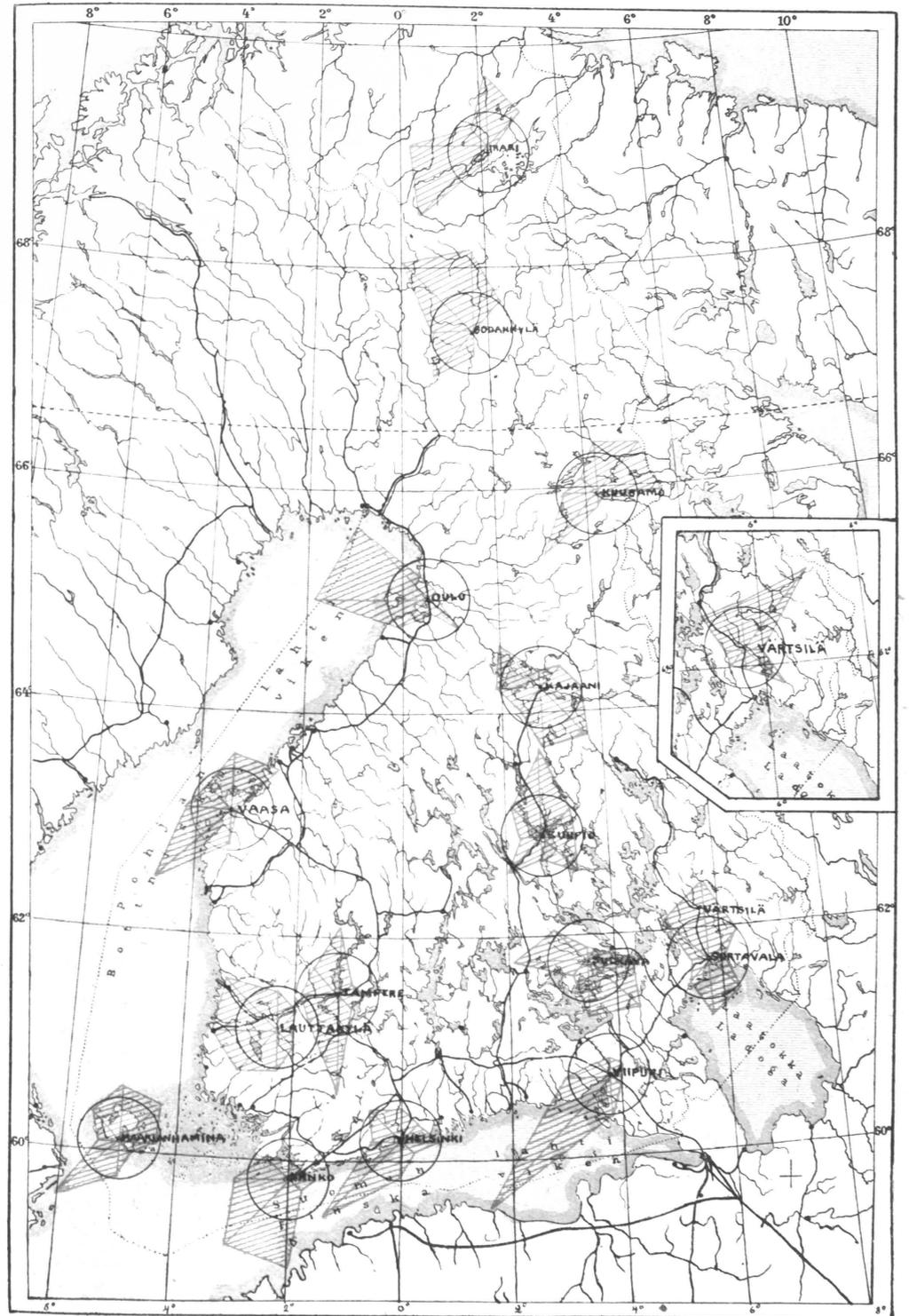


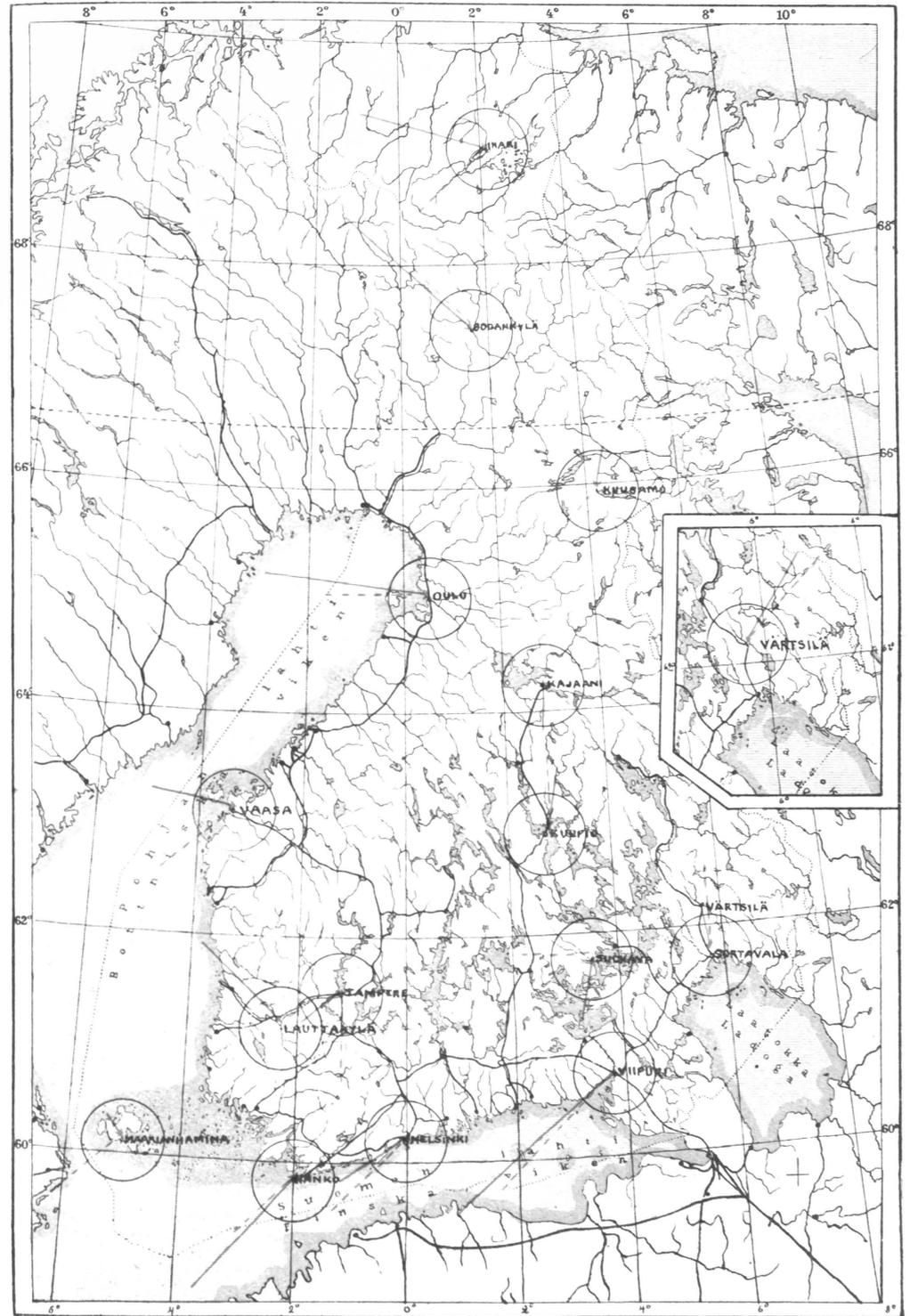
Anm.: Die Kreise in diesen sowie in den folgenden Windrosentabellen geben an dass, wenn es für alle Himmelsrichtungen gleich viel Stürme geben würde, die die Häufigkeit der Stürme bezeichnenden Linien sich mit den Radien der Kreise decken würden.











—→ Mittlere Sturmrichtung nach Lamberts Formel.

- - - - - → Vorherrschende Sturmrichtung nach direkten Beobachtungen.

