

22.3.1949

$A_K = 60$   $p = 6,5$

-E-

$S_1 \rightarrow P_1$

23.3.1949

$A_K = 28$   $p = 0$

15.00

21.00

22.00

24.3.1949

$A_K = 6$   $p = 0$

15.00

21.00

22.00



Stationsgebäude

**zum  
Observatorium für Ionosphärenforschung  
Kühlungsborn**

25.3.1949

$A_K = 12$   $p = 6$

-E-

15.00

16.00

21.00

22.00

26.3.1949

$A_K = 14$   $p = 6$

-E-

15.00

16.00

21.00

22.00

27.3.1949

$A_K = 3$   $p = 6$

-E-

aus der 80-jährigen Entwicklung der

Atmosphärenforschung im Norden Mecklenburgs

zusammengetragen von  
Günter Entzian

Der Universität Rostock gewidmet anlässlich ihres 600-jährigen Jubiläums  
2019

28.3.1949

$A_K = 19$   $p = 0$

-E-

$U_3$

21.00

22.00



**Von der Rostocker Luftwarte  
zum  
Observatorium für Ionosphärenforschung  
Kühlungsborn**

aus der 80-jährigen Entwicklung der  
Atmosphärenforschung im Norden Mecklenburgs

zusammengetragen von  
Günter Entzian

Der Universität Rostock gewidmet  
anlässlich ihres 600-jährigen Jubiläums  
2019

Zusätzlich gewidmet, meinem verehrten Lehrer  
Prof. Dr. Ernst-August Lauter (01.12.1920 – 21.10.1984)  
aus Anlass seines 100. Geburtstages im Erscheinungsjahr dieses Buches

## **Impressum**

### **Herausgeber**

Dr. Günter Entzian  
Wittenbecker Landweg 68 A  
18225 Kühlungsborn

### **Redaktion**

Dr. Günter Entzian  
Dipl.-Wirt.-Math. Corinna Schütt

### **Buchherstellung**

Schaffarzyk. Druck-und-Werbeagentur, Kühlungsborn

### **Fotos der Umschlagseite**

Oben: aus A. Hildebrandt und G. Kümmel, 1916  
Unten: Foto G. Entzian

©2020 Dr. Günter Entzian

€ 20,19

ISBN 978-3-00-064233-3

## Motivation

Die Idee zu dieser Arbeit stammt von Dr. Jürgen Jahncke, dem Redakteur des Kühlungsborner Jahrbuchs, welches Anfang 2008 erstmalig erscheinen sollte. Im Vorfeld fragte mich Dr. Jahncke, ob ich nicht bereit wäre, die Leser darüber zu informieren, wann und unter welchen Umständen das Observatorium Kühlungsborn hier in diese Stadt kam. Die Mitglieder des Vereins und die des wissenschaftlichen Beirats des Instituts für Atmosphärenphysik unterstützten dieses Vorhaben. Ich wurde gebeten, diese Aufgabe zu übernehmen, da ich derjenige noch lebende Zeitzeuge war, der am längsten dem Observatorium Kühlungsborn angehörte, bereits seit 1956. In den fünf Jahrbüchern von 2008 bis 2012 schrieb ich über die Entwicklung des Observatoriums von seinen Wurzeln (1912) bis zur Wende 1990. Das Interesse war groß, wie ich aus zahlreichen Diskussionen sowohl mit Kühlungsbornern und mit ehemaligen Mitarbeitern des Observatoriums als auch mit Fachkollegen (auch aus dem Ausland) entnehmen konnte.

Diese fünf Artikel litten allerdings unter den Bedingungen unter denen so ein Jahrbuch entsteht: Die Seitenzahl ist begrenzt. Wollte ich mehr Platz für meinen Text beanspruchen, mussten die Schriftgröße bzw. die Bildgröße oder -anzahl reduziert werden. Zu den wissenschaftlichen Ergebnissen, die am Observatorium erzielt wurden, konnte ich keine Zitate der Veröffentlichungen angeben, so dass fachlich Interessierte die Ergebnisse nicht nachvollziehen konnten.

Diese Nachteile sollten in der nun vorliegenden Veröffentlichung als Buch überwunden werden. Die Artikel der fünf Jahrbücher sind grundlegend überarbeitet und wo erforderlich, mit weiteren Bildern und vor allem Zitaten ergänzt worden. Die Zitate aller wissenschaftlichen Veröffentlichungen, die seit der Gründung der Luftwarte (1912) bis zur Auflösung des Observatoriums Kühlungsborn (1991) erschienen sind, sind im Anhang aufgelistet und auf die wesentlichen ist an den entsprechenden Stellen im Text verwiesen. Veröffentlichungen, die damals kurz vor der Vollendung standen bzw. bereits zum Druck eingereicht waren, sind mit erfasst, etwa bis 1993.

Dieser Bericht endet mit der Wende, in unserem Fall mit der Auflösung der Akademie der Wissenschaften der DDR Ende 1991 und damit des Observatoriums für Atmosphärenforschung in Kühlungsborn. In der durch den Einigungsvertrag [1990] geforderten Evaluierung wurden die wissenschaftlichen Erfolge und die Arbeiten der Mitarbeiter des Observatoriums positiv bewertet und die Neugründung eines Instituts für Atmosphärenphysik zum 1. Januar 1992 vorgeschlagen. Im vorliegenden Bericht werden noch die Vorbereitungen dazu beschrieben. Dieses Institut, heute Leibniz-Institut für Atmosphärenphysik e. V. an der Universität Rostock, existiert nun auch schon 28 Jahre weiterhin am Standort Kühlungsborn. Seine wissenschaftlichen Resultate werden in einem zwei-jährlich erscheinenden Institutsbericht beschrieben, mit kurzen Darstellungen der Ergebnisse aber mit ausführlichen Zitaten der international veröffentlichten wissenschaftlichen Arbeiten. Interessierte finden diese unter [www.iap-kborn.de/forschung](http://www.iap-kborn.de/forschung).

Diese Arbeit hier enthält drei verschiedene Publikationslisten:

- 1) Interne Literatur: Das sind die über 500 wissenschaftlichen Veröffentlichungen, die von den hier beschriebenen Einrichtungen (Luftwarte bis Observatorium Kühlungsborn) publiziert wurden. (Hinweise darauf werden im Text in runden Klammern dargestellt).
- 2) Externe Literatur: Sie erläutert die geschichtliche Entwicklung im Umfeld der Atmosphärenforschung in Deutschland. [Hinweise darauf werden in eckigen Klammern dargestellt].
- 3) Online zu findende Literatur erhält den Zusatz „online“.

Die Archiv-Fundstellen der Stadt und der Universität Rostock sind in Klammern hochgestellt angegeben.



## Vorwort

Erst der kenntnisreiche Blick zurück erlaubt, so schwierig es auch sein mag, den zielführenden Blick nach vorn. Zukunft braucht Herkunft. Die Mühe, Vergangenes zu erfassen, hilft dabei die Aufgeregtheit einer schnelllebigen Zeit besser zu ertragen.

Ein Jedes auf dieser Erde ist von Atmosphäre umgeben, aber nur Wenige versuchen ihre Bestandteile, ihre Dynamik und deren Wechselwirkungen wissenschaftlich zu verstehen und gegebenenfalls zu beeinflussen. Dies verblüfft, weil die Prozesse in der Atmosphäre nicht nur das Klima, sondern auch die Qualität der Nachrichtenübertragung und über ihren „Verschmutzungsgrad“ den Lebenswert auf der Erde mitbestimmen. Atmosphärenforschung ist also im besten Sinne Vorsorgeforschung und somit eine staatliche Aufgabe.

In der nun vorliegenden Schrift wird nachvollziehbar mit wieviel Fleiß, Ideenreichtum, Einsatzfreude, Beharrlichkeit und Teamarbeit diese Aufgabe im kleinen Mecklenburg über einen langen Zeitraum (über 100 Jahre) im Wesentlichen gestaltet und wahrgenommen wurde.

Neben den vielen gesellschaftlichen Veränderungen in dieser Zeit, mag die Wende von 1989/1990 und ihre Folgen einen eigenen Stellenwert haben. Schließlich galt es hier zwei „Wissenschaftskulturen“ in kurzer Zeit so „zusammenwachsen“ zu lassen, dass sie international wettbewerbsfähig blieben.

Das war keine triviale Aufgabe. Wesentliche Entscheider (Prof. Hans Zacher, damaliger Präsident der Max Planck Gesellschaft) beurteilten einzelne Wissenschaftsgebiete östlich der Elbe als „wissenschaftliche Wüste“, öde und wertlos. Dies mag als Charakterisierung im schnell beginnenden Ost-West-Verteilungskampf für eine der Seiten überaus hilfreich gewesen sein, mit der gebotenen mühsameren und zeitlich ausreichenden Analyse der tatsächlichen Situation hatte es allerdings nichts zu tun.

Es ist der Tatkräft und dem Weitblick der Wissenschaftler vor Ort (Prof. H. Hinzpeter, Prof. G. Schmitz und Prof. U. v. Zahn) sowie der Einsatz- und Gestaltungsfreude der verantwortlichen Bundes- und Landesbeamten zu verdanken, dass die Chancen der Wendezeit erkannt und gut genutzt wurden. Natürlich ist der Erfolg immer das Arbeitsergebnis von vielen Einzelleistungen. Aber es mag auch ein Glücksfall sein, dass sich in Kühlungsborn die Vorteile beider deutscher Wissenschaftssysteme harmonisch entfalten konnten.

So gab es möglicherweise durch die realen Umfeldbedingungen geprägt, auf der einen Seite mehr Zeit sich systematisch und in gebotemem Umfang mit den Spezifika einzelner wissenschaftlicher Fragestellungen vertraut zu machen. Wissenschaftliche und technische Geräte konnten auf Grund der Mangelwirtschaft nicht einfach bestellt und ausgetauscht werden. Sie mussten selbst entwickelt und in allen Details aufgebaut werden, bevor mit der eigentlichen wissenschaftlichen Arbeit begonnen werden konnte. Auf der anderen Seite gab es zweifellos international gut vernetzte, publikationsaktive, bürokratieerfahrene Wissenschaftler, die nahe am *Mainstream* der Kernprobleme ihrer Wissenschaftsgebiete standen.

Die Mischung machte es.

Die Zusammenführung der speziellen Eigenheiten beider „Kulturen“ am Standort Kühlungsborn erhöhte im Laufe der Zeit nicht nur den gegenseitigen Respekt und die Akzeptanz, sondern sie gab der wissenschaftlichen Leistungskraft des Instituts für Atmosphärenphysik einen Schub, der dasselbe auf einen Spitzensplatz in der internationalen Wertung der Atmosphärenforschung führte.

Bereits bei einer Evaluierung in der zweiten Hälfte der 90er Jahre, sagten mir schwedische und amerikanische Wissenschaftler: „Wir schauen erstmal, was Kühlungsborn in der mittleren Atmosphäre macht. Sollten sie ein Thema schon beackern, suchen wir uns etwas Anderes. Denn das IAP ist nicht zu toppen!“

Möge es noch lange so bleiben. Zum wissenschaftlichen Umfeld des IAP gehört die Universität Rostock, insbesondere ihre Physik. Es hat seinen eigenen Charme, dass die Zusammenarbeit zwischen den universitären und den außeruniversitären wissenschaftlichen Einrichtungen in Mecklenburg-Vorpommern so reibungslos funktioniert. Möge auch die so bleiben.

Die vorgelegte Chronik wurde mit akribischer Genauigkeit, mit viel Wissen des Fachgebietes sowie mit kleinen Beobachtungen innerhalb der Entwicklungshauptrichtungen verziert und ja, auch mit „Herzblut“ geschrieben. Dafür sei dem Autor besonders gedankt. Es ist ihm zu wünschen, dass seine Arbeit viele Leser findet.

Dr. Martin Dube  
Staatssekretär und MinRat a.D.



## Inhalt

1 So fing es an.....	1
2 Die Luftwarte – ein privates Unternehmen.....	4
2.1 Gründung der Rostocker Luftwarte.....	4
2.2 Die kurze Zeit der luftelektrischen Messungen.....	6
2.3 Messungen mit Hilfe von Ballons und Drachen .....	7
3 Die Schenkung .....	9
3.1 Großherzogliche Rostocker Luftwarte.....	11
3.2 Die Einwände der Post.....	11
3.3 Keine Wetterprognosen während des Krieges.....	12
4 Universitätluftwarte.....	12
4.1 Prof. Falckenberg – Leiter der Luftwarte.....	13
4.2 Die schwimmende Drachenstation .....	15
4.3 Strahlungsmessungen .....	16
4.4 Prof. Falckenberg – kommissarischer Leiter des Physikalischen Instituts.....	18
5 Meteorologischer Dienst in Mecklenburg.....	19
5.1 Prof. Falckenberg Leiter des meteorologischen Netzes.....	19
6 Observatorium Warnemünde .....	20
6.1 Funkwellenausbreitung als neue Atmosphären-Messmethode .....	20
6.2 Kriegsheimkehrer als Mitarbeiter gewonnen.....	21
6.3 Sonnenaktivitätsmaximum und Neuentdeckungen in der Funkwellenausbreitung.....	23
6.3.1 Nachwirkungseffekt.....	24
7 Observatorium Kühlungsborn .....	25
7.1 Umzug nach Kühlungsborn.....	25
7.2 UKW-Ausbreitung .....	27
7.3 Die 33-MHz-Radaranlage sieht Polarlicht, Meteore und sporadische E-Schicht .....	27
7.4 Die Ära künstlicher Erdsatelliten beginnt: 4. Oktober 1957.....	29
7.4.1 Schüler beobachten den Sputnik.....	29
7.4.2 Ein Funksender außerhalb der Ionosphäre .....	31
7.4.3 Sputnik 3 – Datenübermittlung nur im Überflug.....	32
7.4.4 Nachwirkungseffekt geklärt .....	33
7.4.5 Die Satellitenforschung geht nach Neustrelitz .....	33
7.4.6 Kosmosforschung in der DDR, zwei Vertreter bei der UNO .....	34
8 Atmosphärenforschung in Kühlungsborn – weltweit.....	35

8.1 Die Atmosphäre und die Bezeichnungen ihrer Schichten.....	35
8.1.1 Das Temperaturprofil .....	35
8.1.2 Das Elektronendichtheiprofil.....	35
8.2 Anzahl der Funkmessstrecken.....	36
8.3 Störungen, Schutzzone um das „Obs“.....	36
8.4 Messungen im Ausland .....	37
8.4.1 Whistler im Nordatlantik.....	38
8.4.2 Sonnenfinsternis und das unerwartete Verhalten der unteren Ionosphäre .....	39
8.4.3 Im ewigen Eis.....	39
8.4.4 Auf Spitzbergen .....	41
8.4.5 Ein Messnetz in Europa .....	41
8.4.6 Schiffsmessfahrten in die Nähe eines der Hauptgewitterzentren der Welt.....	42
8.5 Kühlungsborner Wissenschaftler in internationalen Fachorganisationen.....	42
9 Wieder in Kühlungsborn.....	43
9.1 Wieviel Funkwellen absorbiert die Ionosphäre?.....	43
9.2 Die Winteranomalie .....	43
9.3 In welcher Höhe wird der Funkstrahl reflektiert?.....	44
9.4 Großrechnern ist es zu heiß .....	45
9.5 Windmessungen in 95 km Höhe – wie geht das? .....	45
9.6 Die ersten Wettersatelliten-Bilder in der Antarktis .....	46
9.7 Wieder zu Hause und alles ist anders – die wissenschaftlichen Kräfte werden konzentriert ...	48
10 Auf neuen Wegen – Dynamik der mittleren Atmosphäre .....	49
10.1 Planetare Wellen.....	49
10.2 Kooperation mit der Akademie der Wissenschaften in Novosibirsk .....	51
10.3 Plötzliche Stratosphärische Erwärmungen .....	51
10.4 Dynamik der Stratosphäre wirkt auf unser Wetter.....	52
10.5 Grundlagen der Klimaentwicklung aus theoretischer Sicht.....	53
11 Leuchtende Nachtwolken.....	54
12 Funkwellenausbreitung theoretisch weiter entwickelt .....	54
13 Wie weit reicht die Winteranomalie? .....	55
14 Vergleich mit Raketenmessungen.....	56
15 Das Observatorium braucht Wohnraum! .....	58
16 Und wieder in die Antarktis.....	60
16.1 Die 14. Sowjetische Antarktisexpedition .....	60
16.2 Die 21. Sowjetische Antarktisexpedition .....	60

17 Ein internationales Programm entsteht - SESAME.....	64
18 Die Demontage eines Wissenschaftlers .....	65
19 Das internationale Programm SESAME wird MAP .....	67
20 Prof. Lauter wieder in Kühlungsborn.....	68
20.1 Klimafragen .....	68
21 Sonnenwind und Funkwellenabsorption.....	70
22 Meteore zeigen uns den Wind .....	71
22.1 Wie ändern sich Elektronendichte und Wind mit der Höhe? .....	73
23 Vertikale Verkopplung in der Atmosphäre.....	74
23.1 Stratosphärische Erwärmung .....	74
23.2 Wetterfronten und Strahlströme erzeugen Wellen.....	75
24 Datenverarbeitung .....	76
25 Noch einmal Antarktis .....	77
26 Ein anderer Name, neue Aufgaben .....	78
27 Unten wärmer – oben kälter .....	78
28 Wende, Evaluierung und Neugründung .....	79
Danksagung .....	83
A Abkürzungsverzeichnis.....	i
B Publikationsverzeichnis – Luftwarte bis Observatorium.....	iii
C Externe Literatur zur Historie.....	xxv
D Internetquellen zur Historie.....	xxvi
E Bilderverzeichnis.....	xxvii



## 1 So fing es an

Atmosphärenforschung? Die begann bereits, als unsere Urahnen vor ihre Hütte traten und nach den zu spürenden und sichtbaren Wetterelementen und nach dem, was sie aus langjähriger Erfahrung und Überlieferung für diesen Tag aus den Wetterelementen zu erwarten hatten, sich entschieden, heute zur Jagd zu gehen oder lieber in der Hütte zu bleiben, um vielleicht noch einige Pfeilspitzen aus einem Feuerstein zu schlagen. Dieses Wissen um die Folgen beobachteter Wetterelemente wurde im Laufe der Zeit immer wichtiger, insbesondere als unsere Vorfahren sesshaft wurden, um Ackerbau und Viehzucht zu betreiben.

Die Zahl derjenigen, die Wetterbeobachtungen durchführten, nahm Anfang des 19. Jahrhunderts deutlich zu. Häufig waren es Lehrer oder Geistliche, die sich mit den Wettererscheinungen beschäftigten. In Mecklenburg war der Großherzoglich Mecklenburg Schwerinsche Staatskalender, der diese Informationen als tägliche Meldung entgegennahm und veröffentlichte – wohlgemerkt, an jedem Tag des nächsten oder des übernächsten Jahres. Die Wetterinformationen erschienen in zu Buchstaben verkürzten Worten (Bild 1). Dazu gehörte dann jeweils eine Erläuterungstabelle der Abkürzungen (Bild 2).

Witterungskalender 1824. XXIX vom Herrn Präpositus Schmidt zu Lübs.		
October.	November.	December.
1. wo. wi. v.	Sw. tr. v. r.	Sw. Wi. r.
2. Sw. wo. v. ang.	W. Nw. Wo. r.	Sw. Wo. Wi. r.
3. Sw. wi. kl. ang.	Nw. St. r. Wo.	Sw. Wi. wo. r.
4. Sw. ang. kl. wa.	Sw. St. tr. r.	So. - wi. v. tr.
5. So. wi. v. kl.	Sw. wi. wo. r.	So. - fr. wi. v. r.
6. So. tr. v. kl.	Sw. wo. v. v. r.	S. tr. wi. r.
7. So. tr. v. kl.	Sw. Wi. st. r.	Sw. Wo. tr. v.
8. So. wi. kl. ang.	Sw. wo. tr. v.	Sw. Wo. v. tr.
9. So. kl. ang.	So. wi. v. r.	Sw. tr. st.
10. So. Wi. tr. v.	So. Sw. Wi. wo. v.	Sw. Wi. v. wo.
11. So. wi. v. r.	S. Sw. - st. Wo. r.	Sw. Wo. tr. st.
12. So. kl. ang.	Sw. st. Wo. r.	Sw. wi. wo.
13. So. kl. ang.	Sw. Wi. R.	Sw. Wo. tr.
14. Sw. Wo. v. r.	Wnw. St. Gw. r.	Sw. St. Wo. gw.
15. Sw. Wi. v. r.	Wnw. St. wo.	Sw. Wi. tr. v.
16. W. Wo. wi. v.	Sw. st. wi. r.	Wnw. St. Wo. r.
17. Nw. wo. tr. r.	Sw. St. wo. r.	Nw. kl. fr. sch.
18. Sw. wo. r. v.	Sw. st. wo. r.	Sw. wo. fr. kl. eng.
19. Sw. Wo. Wi. r.	Sw. Wo. Wi. r.	Sw. Wo. tr. r.
20. W. Wi. wo. v.	Nnw. Wi. v. r.	Sw. st. wi. r.
21. Sw. Wi. v. wi.	Sw. Wi. r. v.	Sw. Wo. Wi. R.
22. O. wo. v. ang.	Sw. Wo. wi. r.	Sw. Wi. R.
23. So. v. tr.	S. Wo. tr. wa.	S. Wo. sch. r.
24. So. kl. ang.	S. wo. v. wa.	Sw. St. Wi. r.
25. So. wo. wi. v.	S. wo. ang. wa.	Sw. St. hs. (Erdst.)
26. S. Wo. wi. r.	S. wi. tr. wa.	W. W. st. r.
27. Sw. wo. tt. v.	S. wo. tr. r.	Sw. wo. st. r.
28. Sw. wi. wo. tr.	S. wi. kl. v.	Sw. st. wo. r.
29. Sw. Wo. r. v.	S. Wi. v. tr.	Sw. st. Wo. r.
30. Sw. Wo. v. r.	Sw. wi. fr. ang.	Sw. st. r.
31. Sw. Wi. r. wo.		Sw. Wo. Wi. r.

Bild 1 Witterungskalender Okt. bis Dez. 1824  
[online: Großherzoglich Mecklenburg Schwerinscher  
Staatskalender, 1826]

## Erklärung der Abkürzungen: S. IV — XXXII

○	Sonne.	●	Mond.
N.M.	Neuhond.	EV.	Erstes Viertel.
V.M.	Vollmond.	LV.	Letztes Viertel.
M. Morgen	12 - 12 U. Mittags.	A.	Abends 12 - 12 U. Nachts.
U. Uhr.		m.	Minuten.
kl.	Klarer Himmel.	Re.	Reif.
v.	veränderlich, abwechselnd.	RR.	Rauhreif.
wa.	warm.	ka.	Ka. kalt, sehr kalt.
he.	heis.	R.	R. Regen, viel Regen.
schw.	schwül.	sch.	Sch. Schnee, viel Schnee.
gl.	gelinde.	g.E.	Glatteis.
ang.	angenghm.	fr.	Fr. Frost, starker Frost.
G.	Gewitter.	wi.	Wi. windig, sehr windig.
NL.	Nordlich.	st.	St. stürmisod, sehr stürmisod.
f.	feucht.	wo.	wo. wolkig, durchbrochen.
Th.	Thauwetter.	W.	W. dickbewölkt, umzogen.
tr.	trübe.	No.	No. Nebel.
O.	Ostwind.	W.	W. Westwind.
S.	Südwind.	N.	N. Nordwind.
So.	No. Südost, Nordost.	Sw.	Nw. Südwest, Nordwest.
JM.	Jahrmarkt.	PV.	Paten-Verordnung.
Vmkt.	Viehmarkt.	Pfm.	Pferdemarkt.
GF.	GerichtsFerien.	UF.	UniversitätsFerien.

Bild 2 Erklärungen sämtlicher im Heft benutzter Abkürzungen, also auch nicht-meteorologische

Im Deutschen Reich übernahm das Königlich Preußische Meteorologische Institut in Berlin (gegründet 1847) [online: PMI] die Aufgabe der Sammlung der Wetterinformationen.

Gemessen an der Postkutsche beschleunigte sich die Informationsweitergabe erheblich mit der Erfindung von Telefon und Telegrafie Mitte bis Ende des 19. Jahrhunderts. Jetzt konnten die mehrmals am Tage durchgeführten Wetterbeobachtungen unmittelbar nach der Messung weitergegeben werden. Stationen, die die synoptischen Wetterinformationen (Wetterdaten mehrerer Standorte zur gleichen Tageszeit) sammelten, waren in der Lage, daraus schon relativ gute Wettervoraussagen zu ermitteln. Eins fehlte noch: Wetterinformationen aus größeren Höhen. Die bisherigen Informationen, die man aus größeren Höhen hatte, waren die Form und der Zug der Wolken. Man erkannte, dass die Wolken nicht unbedingt in die Richtung des Bodenwindes zogen. Mehr noch, wenn Wolken in zwei unterschiedlichen Höhen zu sehen waren, konnten sie auch dort in unterschiedliche Richtungen ziehen. Mit wachsender Höhe konnte sich die Windrichtung also mehrfach ändern. Über die anderen meteorologischen Elemente in der Höhe, wie Temperatur, Luftdruck und Luftfeuchtigkeit, konnte man nur Vermutungen anstellen. Man musste versuchen, in möglichst großen Höhen zu messen. Es lag nahe, die meteorologischen Parameter auf hohen Bergen zu erfassen. Die erste Bergstation der Welt wurde auf dem Hohen Peißenberg (977 m) 1781 eingerichtet, es folgten der Brocken (1141 m) 1895, die Schneekoppe (1603 m) und die Zugspitze (2960 m) beide 1900.

Aber immer noch musste man feststellen, dass man mit dem Berg den Einfluss des Bodens auf das Wetter mit nach oben nahm. W. Köppen [online: Köppen] von der Hamburger Seewarte meinte: „*Und so frei auch der Gipfel gelegen sein mag, immer ist eine Einwirkung der Bergmasse auf die Aufzeichnungen vorhanden in einem bis auf weiteres nicht genau bestimmmbaren Umfange. Soll die Meteorologie von dem Kleben am Boden sich befreien, so müssen unbedingt noch andere Mittel benutzt werden*“ (Zitat in Hildebrandt 1911) und Köppen wusste, wovon er sprach. Er war seit Ende des 19. Jahrhunderts Leiter des Seewetterdienstes der Deutschen Seewarte in Hamburg und nutzte seit 1898 Drachen, die er mit selbstschreibenden Messgeräten, Meteographen, ausrüstete.

Seit 1900 hatte Richard Assmann in Berlin-Reinickendorf auf dem Tegeler Schießplatz in seinem Aeronautischen Observatorium, wie Köppen in Hamburg, meteorologische Daten aus der freien Atmosphäre mit Hilfe von Drachen gewonnen, sie werden an dünnen Stahldrähten (0,7 mm – 0,9 mm) bis in 2000 m oder höher bis 4000 m emporgelassen. Das ging problemlos, solange die Berliner Straßenbahnen von Pferden gezogen wurden. Als Berlin aber den Betrieb elektrifizierte und außerdem Hochspannungsleitungen das Land durchzogen, wurde es kritisch: Wenn, was selten aber eben doch gelegentlich passierte, ein Drachen abriss und den langen Draht kilometerweit über das Land zog. Assmann suchte nach einer Stelle, in der der neue Zivilisationseinfluss noch nicht recht angekommen war – er fand sie in Lindenberg im Kreis Beeskow bei Berlin. 1905 zog er um. Am 16. Oktober 1905 wurde das Königlich-Preußische Aeronautische Observatorium Lindenberg in Gegenwart des Kaisers Wilhelm II. eröffnet [Assmann, 1915]. Es unterstand bis 1935 dem Preußischen Kultusministerium [Neisser, Steinhagen, 2005] und hatte damit keine wesentlichen finanziellen Sorgen im Gegensatz zu der im folgenden Kapitel beschriebenen, zunächst privat finanzierten Rostocker Luftwarte.

Als Assmanns Aeronautisches Observatorium noch in Reinickendorf war, wurde 1901 ein Offizier des Königlich Preußischen Luftschifferbataillons für einige Zeit zu ihm kommandiert [Kauther, Wirtz, 2011]. Es war Alfred Hildebrandt (Bild 3), der bereits große Erfahrung in der Nutzung wissenschaftlicher Drachen und Ballons hatte. Er hat schon selbst zahlreiche Freiballonfahrten mit meteorologischen Messinstrumenten absolviert. Er ist Autor zahlreicher Schriften zur Luftschiffahrt und Mitglied in der Internationalen Kommission für wissenschaftliche Luftschiffahrt, deren Präsident Prof. Hergesell ist [online: Wikipedia Hergesell]. 1905 wird Hildebrandt zum Hauptmann befördert und zum Lehrer am Königlich Preußischen Luftschifferbataillon. 1907 beendet Hildebrandt den Militärdienst nach zahlreichen folgenschweren Unfällen in der Luftschiffahrt bereits mit 37 Jahren. Aus diesem Anlass veröffentlicht die Wiener Luftschiffer-Zeitung [K. S., 1907] vom April 1907 seinen Luftfahrer-Lebenslauf und beginnt den Artikel mit den Worten: „*Hauptmann Hildebrandt, einer der verdienstvollsten Männer Deutschlands auf dem Gebiete militärischer, wissenschaftlicher und sportlicher Luftschiffahrt ...*“.



Bild 3 Hauptmann A. Hildebrandt  
[Quelle: Kauther, Wirtz, 2011]



Bild 4 Prof. Dr. G. Kümmell  
[online: cpr 1]

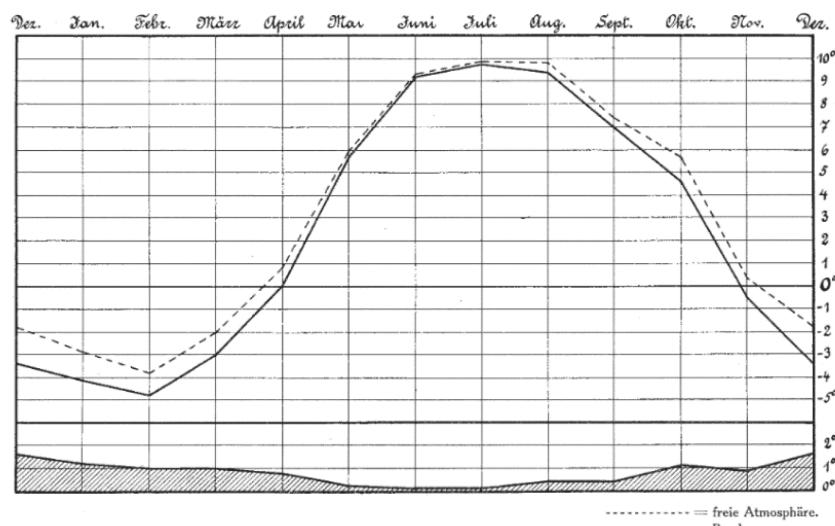


Bild 5 oben: Jährlicher Gang der Temperaturen auf dem Brocken und in der freien Atmosphäre in gleicher Höhe; unten: Differenz freie Atmosphäre minus Brocken; 3416 Einzelmessungen der Jahre 1903 – 1910 (Hildebrandt, 1911)

## **2 Die Luftwarte – ein privates Unternehmen**

### **2.1 Gründung der Rostocker Luftwarte**

Anlässlich eines Besuchs 1906 bei dem Aerologen Teisserence de Bort auf dessen privater Luftwarte in Trappes bei Paris erhielt Hildebrandt die Anregung zur Gründung einer Luftwarte an der Ostsee. Hildebrandt erinnert sich: „*Dieser Gelehrte führte schon damals aus, Luftwarten seien nicht nur für die allgemeine Wetterkunde, sondern besonders auch für die Sicherheit eines späteren Luftverkehrs von hoher Bedeutung, und es sei notwendig, eine größere Anzahl von ihnen auf dem Kontinent ins Leben zu rufen*“ (Hildebrandt, Kümmell, 1916). Nach seiner Promotion 1911 will Hildebrandt dieses Projekt verwirklichen. Den zunächst gefassten Plan, eine Luftwarte in Kolberg zu gründen, gibt er auf, als ihm Assmann mitteilt, dass er dort eine Luftwarte einrichten wolle. Hildebrandt und sein Doktorvater Prof. G. Kümmell suchen gemeinsam an der Ostseeküste etwa in die Mitte von Kolberg und der Hamburger Seewarte einen geeigneten Platz und halten das Gelände auf der Friedrichshöhe am westlichen Stadtrand von Rostock für geeignet. Er wird sich später erinnern: „*dass damals schon der Platz am Breitling bei Rostock als der geeignetste für einen Wasserflugzeugplatz vom Berichterstatter öffentlich bezeichnet wurde, obwohl vom Wasserflugzeugbau in der Welt noch nicht viel zu hören war.*“

Zum Aufbau einer solchen Einrichtung braucht man natürlich Geld, viel Geld. Hildebrandt aktivierte viele Unternehmen und einzelne Personen, die bereit waren Geld zu spenden. Erst als ein englischer Freund der Luftfahrt, Patrick Y. Alexander 20.000 Mark stiftet, konnte unmittelbar mit der Planung begonnen werden. Es fanden sich noch zahlreiche weitere Unternehmen und Persönlichkeiten die finanzielle Mittel zur Verfügung stellten: wie z. B. Generalleutnant Freiherr von Ries, Präsident der Deutschen Versuchsanstalt für Luftfahrt, Berlin, als auch Institutionen und Vereine, wie z. B. der Luftflottenverein Rostock und der Verkehrsverein Warnemünde, insbesondere der in Rostock bekannte Hoflieferant Balgé, er aktivierte auch in zukünftigen Jahren immer wieder neue Spender. Zur Unterhaltung der Luftwarte stiftet Hildebrandt wesentliche Anteile aus seinem Privatvermögen.

Hildebrandt beantragte nun beim Rat der Seestadt Rostock, „*einen etwa 100 m x 100 m großen Platz außerhalb der Stadt für zunächst 3 Jahre zur Verfügung zu stellen*“. Hildebrandt meint, innerhalb dieser Zeit den Nutzen einer Luftwarte nachweisen zu können und dem Staat das weitere Betreiben dieser Einrichtung zu überlassen, denn es sei einem Privatmann nicht zuzumuten, ein solches Unternehmen aus eigenen Mitteln länger zu finanzieren (Hildebrandt, Kümmell, 1916). „*Der Platz muss möglichst frei liegen zum Start von Ballonen und Drachen und die Luft soll ungestört über den Platz streichen können.*“ (Stadtarchiv Rostock, Signatur 126) Er begründet seinen Antrag: „*Seit 1898 besteht eine Internationale Kommission für wissenschaftliche Luftfahrt*“ (der er selbst angehört), die sich die Aufgabe gestellt hat, „*.... die höheren Schichten der Atmosphäre mit Hilfe von Ballonen und Drachen zu untersuchen*“. In Deutschland gibt es 3 ständige Observatorien, die solche Messungen bereits regelmäßig durchführen:

- ab 1903 Drachenstation der Seewarte Hamburg unter Leitung von Prof. Köppen [online: Köppen],
- Lindenberg bei Berlin, unter der Leitung von Prof. Assmann, ab 1905,
- Friedrichshafen am Bodensee, hat ab 1908 auf Anregung von Graf Zeppelin eine Drachenstation.

Er schreibt weiter: „*Bald werden in den verschiedenen Hafenstädten Flughäfen gegründet werden, an einigen Plätzen der Nord- und Ostsee müssen auch Luftschiffhäfen geschaffen werden. Mit Wasserflugzeugen beschäftigen sich die verschiedensten Konkurrenzen und er (Hildebrandt) weiß als Vorsitzender der Flugkommission des Deutschen Luftschifferverbandes, dass von den Behörden diesen Flügen das allergrößte Interesse entgegengebracht wird.*“ Dieses Gesuch unterschreiben beide: Dr. A. Hildebrandt, Hauptmann a. D., vormals Lehrer im Luftschieferbataillon und Prof. Dr. Kümmell.

Das in Aussicht genommene Gelände steht unter der Verwaltung der Hospitalien zum Heiligen Geist und Sankt Georg, die ihrerseits zur Verwaltung der Universität Rostock gehört. (Stadtarchiv Rostock, Signatur 829) Im Protokoll der Hospitalien vom 14.03.1912 steht: „Der Antrag von Prof. Dr. KÜMMELL und Hauptmann a. D. Dr. HILDEBRANDT, Berlin, wird dahin genehmigt, dass

1. eine Fläche von 2,2 ha auf 3 Jahre zu dem gedachten Zwecke unentgeltlich zur Verfügung gestellt wird,
2. das Errichten von Schuppenbauten gestattet wird,
3. zu den Kosten der Schuppenbauten stadtseitig ein einmaliger Zuschuss von 1.000,- Mark gezahlt wird,
4. auf der Fläche auf städtische Kosten eine elektrische Leitung gelegt wird.“

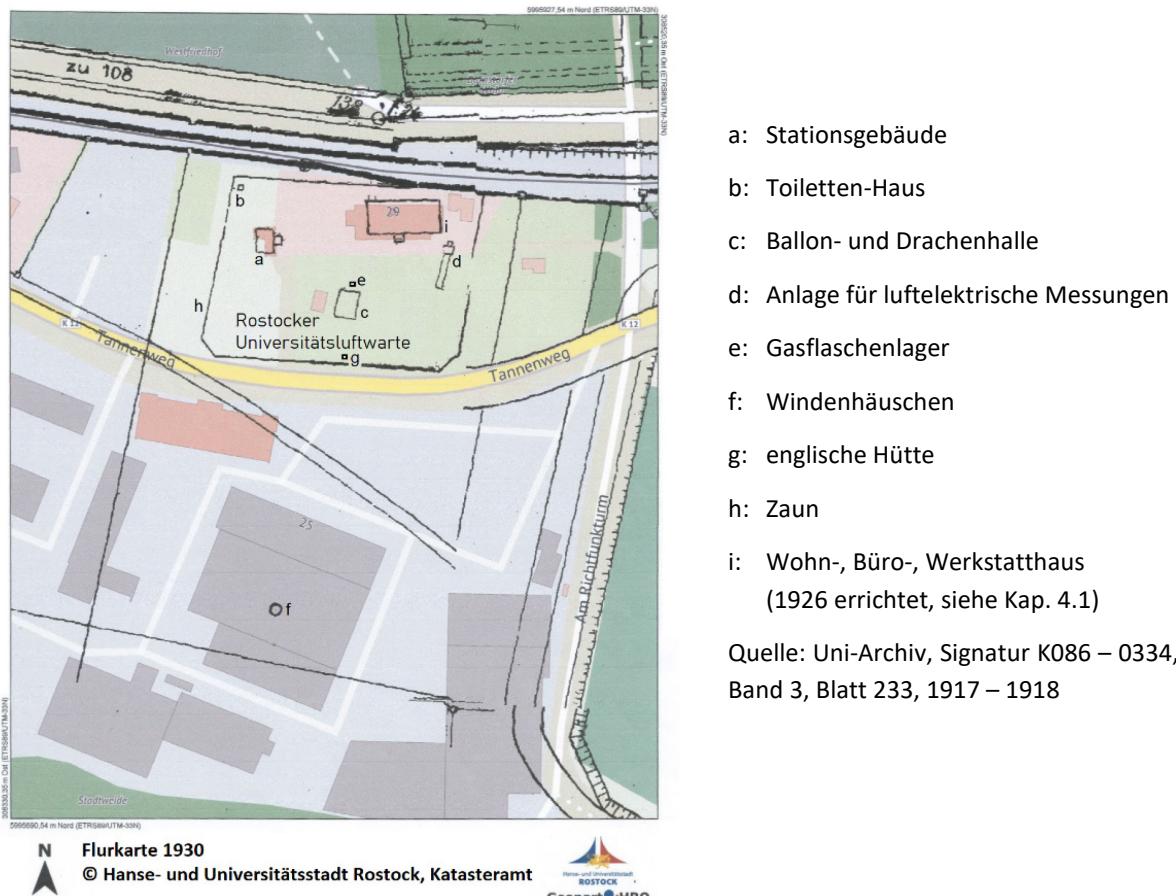


Bild 6 Lage und Gebäude der Rostocker Luftwarte am Tannenweg.  
Das Gebäude mit der Nummer 29 kam erst 1926 als Massivbau dazu.

Prof. KÜMMELL erklärte sich bereit, die wissenschaftliche Leitung der Luftwarte ehrenamtlich zu übernehmen. Er war es auch, der sich den Gebäudebedarf und die Raumeinteilung der Luftwarte überlegte und ermittelte. Ein Berliner Architekt gestaltete die Gebäude, ein Rostocker Baumeister führte die Bauten aus, alle aus Holz, die Isolation aus Torf. Für die Beschaffung zusätzlicher finanzieller Mittel sorgte HILDEBRANDT von seinem Wohnort Berlin aus, indem er weitere zahlreiche Spender gewann.

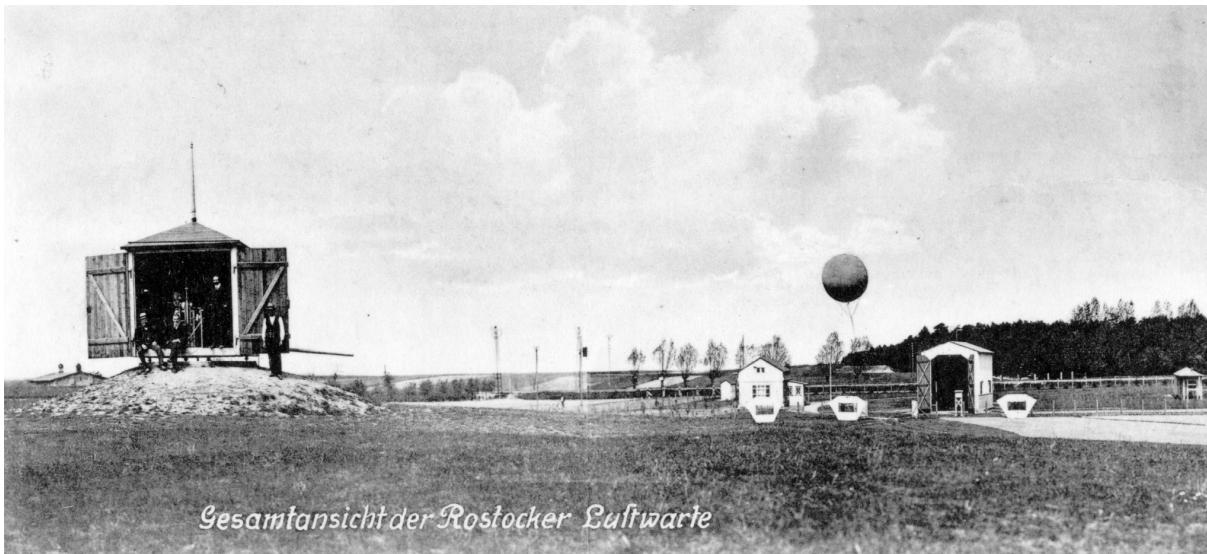


Bild 7 Gesamtansicht der Luftwarte: von links, das Windenhäuschen, das Stationsgebäude, die Ballon- und Drachenhalle, die Luftelektrische Anlage (Hildebrandt, Kümmell, 1916)



Bild 8 Besucher am Eröffnungstag vor der Rückseite der Ballon- und Drachenhalle [Schubert, 1999]

## 2.2 Die kurze Zeit der luftelektrischen Messungen

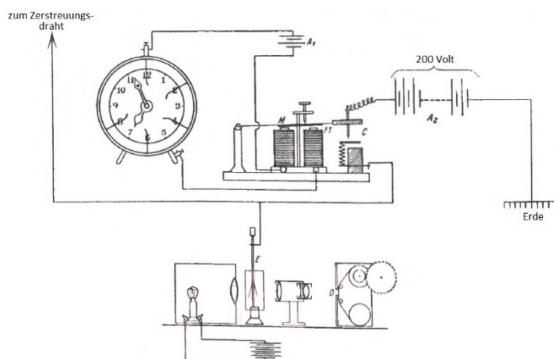


Bild 9 Schaltkizze des von Kümmell entwickelten Geräts zur Messung der Luftleitfähigkeit

Drahtnetz mit 50 cm Durchmesser umgeben ist, jede Stunde auf 200 V aufgeladen wird und der Spannungsabfall nach etwa 10 Minuten gemessen wird. Die Spannung misst er mit einem Elektroskop: zwei hauchdünne Aluminium-Plättchen, die sich durch die Spannung gegenseitig voneinander abstoßen. Entsprechend der Luftleitfähigkeit lässt die Spannung zwischen dem Zerstreuungsdräht und dem

Die wesentliche Aufgabe sollte die Messung luftelektrischer Eigenschaften in größeren Höhen sein.

Ende November 1912 werden die ersten Drachen gestartet. Am 5. Dezember 1912 wird die Luftwarte offiziell eröffnet in Anwesenheit von Honoratioren der Stadt und von Freunden der Luftwarte (Bild 8).

umgebenden Netz und damit auch zwischen den beiden Aluminium-Plättchen nach, die sich nun aneinander annähern. Diese Bewegung der beiden Plättchen registriert er auf einem vorbeigezogenen Film, auf dem man dann zwei sich asymptotisch nähern Linien erkennen kann. In der veröffentlichten, gedruckten Abbildung sind diese Linien leider nicht zu erkennen, aber er nennt Zahlenwerte. Für den 16. Juni 1913 („an einem schönen Sommernachmittag“) gibt er die Geschwindigkeit der Entladung für zwei Zeitpunkte an:

14:01 Uhr Spannungsabfall von 198 V innerhalb von 9 Minuten auf 124 V, also ein Spannungs-differenz von 74 V,

15:01 Uhr Spannungsabfall von 192 V innerhalb von 9 Minuten auf 122 V, also ein Spannungs-differenz von 70 V,

d. h. die Luftleitfähigkeit hat offensichtlich geringfügig abgenommen. Da Kümmell hier nur zeigen will, wie gut sein Gerät arbeitet, zieht er in dieser Arbeit keine weiteren Schlussfolgerungen aus seinem Ergebnis. 1922 promoviert W. Reiss mit den luftelektrischen Messergebnissen von 1913 bis 1914 nicht nur von der Luftwarte, sondern auch von Messungen im küstennahen Bereich der Ostsee (Reiss, 1922). Er findet einen Unterschied der Leitfähigkeit über See und über Land und einen Einfluss des Windes und der Luftfeuchtigkeit. Er erwähnt auch, dass die Leitfähigkeit der Luft durch die anwesenden Ionen (elektrisch geladene Teilchen der Luft) bedingt sind, kennt aber offensichtlich noch nicht die gerade in dieser Zeit entdeckte Kosmische Strahlung, die wesentlich die Zahl der Ionen in der Luft bestimmt, [Hess, 1911, Federmann, 2003]. Aber die luftelektrischen Messungen werden an der Luftwarte bald vernachlässigt, insbesondere deren Messungen in der Höhe werden gar nicht erst begonnen.

### 2.3 Messungen mit Hilfe von Ballons und Drachen

Die Messungen meteorologischer Größen mit Hilfe von Ballons und Drachen haben Vorrang. Zudem werden die an meteorologischen Stationen üblichen bodengebundenen Messungen, Lufttemperatur, -druck und relative Luftfeuchte, Windgeschwindigkeit und -richtung, Niederschläge und Witterungscharakter zunächst dreimal pro Tag gemessen. Die Daten werden unmittelbar telefonisch an das Königlich Aeronautische Observatorium Lindenberg und an die Hamburger Seewarte übermittelt. Kurz darauf stehen die Werte aller europäischen meteorologischen Stationen zur Verfügung. Kümmell empfängt sie auch und nutzt sie, um tägliche Wettervorhersagen im Rostocker Anzeiger zu veröffentlichen. Ballons werden dann gestartet, wenn die Windgeschwindigkeit für Drachen nicht ausreicht: zu geringer Wind für Drachen  $< 4,5 \text{ m/s}$ . Weder Drachen- noch Ballonstarts sind erlaubt bei Wind  $> 15 \text{ m/s}$ . Zur Messung der Windgeschwindigkeit in der Höhe werden bei jedem Wind die von Assmann eingeführten Pilotballons aufgelassen, kleine Gummiballons von 30 g Leergewicht, gefüllt mit 100 l Wasserstoffgas, so dass sie einen Auftrieb von 83 g erreichen. Aus Auftrieb und Zeit-dauer lässt sich die Höhe berechnen. Mit einem Theodolit wird der Ort des Ballons jede Minute ermittelt, so dass Windgeschwindigkeit und -richtung für jede Höhe bestimmt werden können. Graf Zeppelin hatte der Rostocker Luftwarte zwei Theodolite geschenkt (Bild 10). Sind die Startbedingungen für einen Drachen oder Ballon nicht geeignet, dann hat man wenigstens das Vertikalprofil des Windes.



Bild 10 Ausrichten des Theodoliten vor dem Start eines Pilotballons (Hildebrandt, Kümmell, 1916)

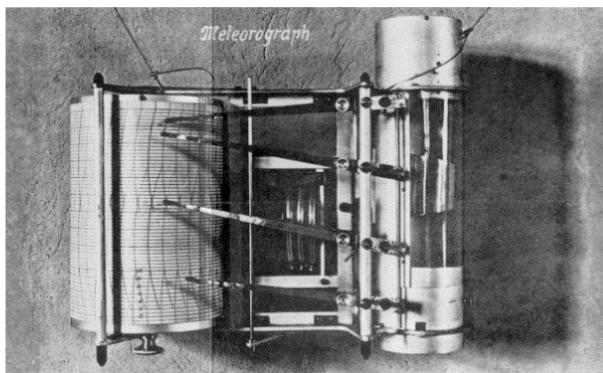


Bild 11 Meteograph (Hildebrandt, Kümmell, 1916)

- 1) Windgeschwindigkeit: Ein Flügelrad bewegt sich im Wind, nach einer bestimmten Zahl von Umdrehungen schreibt der Zeiger einen Zacken auf die Trommel. Die Zahl der Zacken pro Zeiteinheit ergibt die Windgeschwindigkeit.
- 2) Temperatur: Ein gebogenes Silberblech ändert je nach der Temperatur seine Krümmung, die von einem Zeiger auf die Trommel übertragen wird. Die Stärke der Krümmung wird vor dem Start in der Temperaturkammer absolut geeicht.
- 3) Luftdruck: Der Zeiger wird von einem Aneroidbarometer über Hebel bewegt.
- 4) relative Luftfeuchtigkeit: Der Zeiger wird von einem Haarhygrometer bewegt.

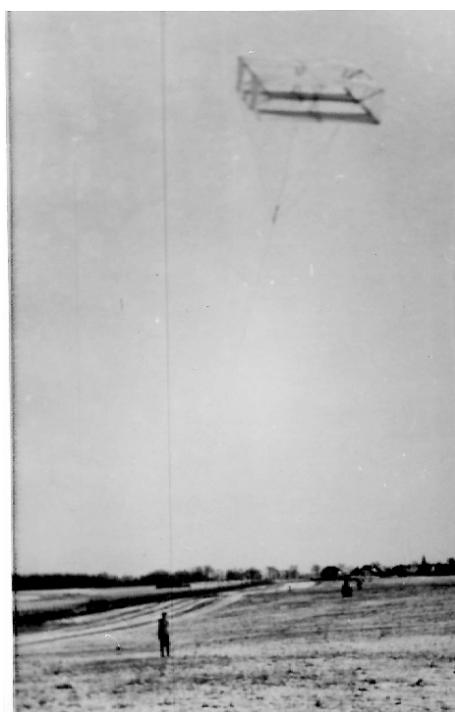


Bild 12 Start eines Kastendrachens (Hildebrandt, Kümmell, 1916), Foto: Krügler

Sind die Bedingungen geeignet, wird dem Drachen oder Ballon ein Meteograph (Bild 11) angehängt, das ist ein etwa 500 g schweres Messgerät, das im Drachen an einer der Querstreben eingehängt wird. Wie man an den vier Zeigern erkennen kann, ist es in der Lage, 4 meteorologische Elemente zu messen, die auf einer Trommel, die sich in 2 bzw. 4 Stunden einmal dreht, auf speziellem Registrier-Papierstreifen mittels Tinte aufgezeichnet werden:

Die Flugdrachen waren riesige, mit 12 qm bis 15 qm Leinwand bespannte Kastendrachen, sie trugen die Meteographen bis in 2800 m Höhe (Bild 12). Wenn die Drachen eingeholt wurden, konnte man an der Registrierung die Höhenabhängigkeit der jeweiligen Messgröße ablesen.

In einem Bericht über die Arbeiten der Rostocker Luftwarte im Jahre 1913 (Hildebrandt, Kümmell, 1916) werden 72 Drachenstarts angegeben, die Höhen von 680 m bis zu 2800 m erreichten. So ein Flug dauerte 1 bis 2 Stunden. Unmittelbar nach jedem Aufstieg werden die Daten des Meteographen ausgelesen und an die beiden Stationen Hamburg und Lindenberg telefonisch durchgegeben, während die Rostocker Luftwarte die entsprechenden Daten von diesen Stationen erhielt. Die Windgeschwindigkeiten lagen zwischen 6 m/s und 20 m/s. Einmal am 04.12.1913 wurden in 720 m Höhe 25 m/s gemessen, woraufhin der Drachen eingeholt wurde. In diesem Jahr gab es zwei Abreißer, die aber keinen Schaden verursachten, die Drachen waren nur gering beschädigt und die Messgeräte blieben unbeschädigt.

### **3 Die Schenkung**

Für das Sommersemester 1913 kündigt Prof. Kümmell an, dass er Vorlesungen über Meteorologie und Aerologie halten wird und dass er aerologische Übungen, d. h. den praktischen Gebrauch der Geräte und Instrumente, anbieten wird. (Uni-Archiv, Signatur K086 – 0424) Es hat sich also eine gewisse Normalität der Arbeit der Luftwarte eingestellt.

Die beiden wesentlichen aerologischen Observatorien, Lindenberg und Hamburg, aber auch die inzwischen zahlreichen Wetterstationen im Deutschen Reich erwarten mit großer Selbstverständlichkeit die regelmäßigen Meldungen aus Rostock. Aber es fehlt an finanziellen Mitteln und außerdem hatte ja Hildebrandt ohnehin gedacht, wenn die Luftwarte fachlich gut etabliert ist, sie dem Staat zu überlassen. Er schreibt also am 27. Februar 1914 an den Vizekanzler der Universität, Herrn Geheimrat Dr. Buchka, er wäre nun zeitlich und finanziell nicht mehr in der Lage die Luftwarte zu unterhalten. „*Ich würde die Luftwarte dem Mecklenburger Staat schenken.*“ Dr. Buchka reicht dieses Schenkungsangebot an das Großherzogliche Ministerium, Abteilung für Unterrichtsangelegenheiten in Schwerin weiter. So ein großes Geschenk nimmt der Großherzog natürlich nicht sofort an, er möchte zahlreiche Fragen geklärt haben: Wem gehört Grund und Boden, welche Kosten sind pro Jahr zum Unterhalt erforderlich, für Personal, für Gerät, zum Erhalt der Gebäude? Es geht ein zahlreicher Schriftwechsel zwischen Schwerin, Rat der Stadt Rostock und Universität Rostock hin und her. Wir erfahren daraus: Die Kosten der gesamten Luftwarte betragen bisher: 47.545,- M, davon Verwaltungskosten 6.000,- M. Da die Luftwarte nun voll ausgerüstet ist, wird die Unterhaltung nur noch 6.400,- M/Jahr betragen, davon 1.500,- M für den Assistenten und 1.200,- M für den Drachentischler und einen Arbeiter; der Leiter der Luftwarte, Prof. Kümmell, arbeitet nach wie vor ehrenamtlich. Kümmell erhält Nachricht aus Schwerin, die er am 22. Mai 1914 an den Rat der Seestadt Rostock weitergibt: „*Das Großherzogliche Ministerium zieht die Übernahme der Luftwarte in wohlwollende Erwägung, aber nicht vor dem 1. Oktober 1914.*“ Aber die Betriebsmittel reichen nur noch bis 30. Juni 1914. Kümmell schreibt: „*Zu diesem Zeitpunkt muss ich meinem Assistenten und dem Arbeiter kündigen und den Betrieb einstweilen einstellen ... das ist deshalb bedauerlich, weil ich nun nicht im Stande bin, während dieser Zeit vom 1. bis 10. August 1914 aerologische Messungen für den Flugzeugwettbewerb in Warnemünde anzustellen.*“ (Stadtarchiv, Signatur 829, Blatt 19)

Die Universität bittet den Direktor des Physikalischen Instituts, Prof. Heydweiller, um ein Gutachten zur Rostocker Luftwarte. (Uni-Archiv, Signatur K086 – 0424) Heydweiller schreibt am 24. Juni 1914 sinngemäß: Die Unsicherheiten der bisherigen Wettervorhersagen beruhen darauf, dass die Vorgänge in der freien Atmosphäre weitgehend unbekannt sind. Die Rostocker Luftwarte hat diesbezüglich gute Erfolge. Die Vermehrung der bisherigen Stationen zur Beobachtung der freien Atmosphäre ist dringend geboten. Er wünscht sich darüber hinaus, den Anschluss der Luftwarte an die Universität zur Erweiterung der Physikvorlesungen um das Fach Meteorologie.

Die Folgen einer Übernahme erst im Oktober werden Schwerin mitgeteilt. Alle Beteiligten hoffen, die nächste Mitteilung aus Schwerin kann doch nur die Bestätigung einer umgehenden Übernahme sein. Am 18. August 1914 kommt auch eine Mitteilung aus Schwerin an das Vizekanzleriat der Universität, allerdings mit der Aussage: „*Wegen Ausbruch des Krieges kann das Ministerium die Verhandlungen der Übernahme der Luftwarte nach Schwerin nicht weiter verfolgen.*“ (Uni-Archiv, Signatur K086 – 0424, Blatt 35) Ein schwacher Trost steht noch in diesem Schreiben, die Luftwarte soll weiterarbeiten, auf keinen Fall auflösen! Das Großherzogliche Ministerium, wäre bereit, für 1915 eine Summe von 1.000,- bis 1.200,- M zu bewilligen, damit die Luftwarte weiterarbeiten kann. Das Geld reicht natürlich bei Weitem nicht, aber Kümmell arbeitet in einem eingeschränkten Maße weiter.

### Was war in Warnemünde?

Wir entsinnen uns, dass Hildebrandt bei der Suche nach einem geeigneten Platz für die Luftwarte den Breitling und den schmalen Landstreifen Hohe Düne zwischen Breitling und Ostsee kennengelernt und als „geeignetsten“ Wasserflugzeugplatz benannte. August bis September 1912 wurde in Heiligendamm der erste Deutsche Wasserflugmaschinen-Wettbewerb durchgeführt. Er war nicht sehr erfolgreich, es konnten keine der angekündigten Preise vergeben werden, nur Trostpreise [Schubert, 1999]. Hildebrandt erfuhr davon und gab dem Veranstalter den Rat, den nächsten Wettbewerb, der vom 1. bis 10. August 1914 stattfinden sollte, am Breitling durchzuführen. Der Breitling und Umgebung waren inzwischen auch schon von Flugzeugfirmen als günstig erkannt worden. Der Vorschlag den 2. Deutschen Wasserflugzeugwettbewerb in Warnemünde stattfinden zu lassen, wurde angenommen und als „Ostseeflug Warnemünde 1914“ bekanntgemacht. Es meldeten sich zahlreiche Teilnehmer und Flugzeugbaufirmen an. Sie kamen rechtzeitig und bauten zusätzlich zu den schon inzwischen entstandenen Einrichtungen weitere Flugzeug- und Reparaturhallen und Unterkünfte für das technische Personal und für die Piloten. Prof. Kümmell war darauf vorbereitet, die Veranstaltung mehrmals täglich durch Wetterberichte und Wetterzustandsmeldungen aus der Höhe zu unterstützen. Zahlreiche prominente Gäste und unzählige Zuschauer waren angereist. Aber am ersten Tag der Veranstaltung kam die Mobilmachung, die Veranstaltung wurde sofort abgebrochen. Alle Flugzeuge wurden konfisziert und der Kaiserlichen Marine unterstellt. Alle Piloten und das technische Personal, insgesamt etwa 100 Personen, wurden zur Marine einberufen [Schubert, 1999]. Mit einem Schlag hatte die Kaiserliche Marine die besten Flugzeuge, die besten Piloten und das beste flugtechnische Personal Deutschlands einschließlich Flugzeughallen und Reparaturwerkstätten. Eine hervorragende Voraussetzung für die darauf einsetzende fast 3 Jahrzehnte währende Entwicklung der Deutschen Flugzeugindustrie in Rostock und Warnemünde. Wobei bemerkt werden muss, dass von hier aus der 1. und 2. Weltkrieg wesentlich unterstützt wurden, und dadurch auch Rostock im 2. Weltkrieg Ziel von Bombardierungen durch die Kriegsgegner Deutschlands wurde.

Im September 1914 erreichen zusätzliche kriegsbedingte Forderungen die Luftwarte: Die Marine Luftschiff-Abteilung möchte täglich zwei Pilotballonaufstiege und jeweils zu Sonnenauf- und -untergang einen Drachen- oder Fesselballonaufstieg. Obwohl ein Arbeiter zur Landwehr eingezogen wurde, bemüht sich Kümmell außerdem die normalen Aufstiege und Wetterbeobachtungen weiterzuführen. Er führt selbst technische Aufgaben bei Start und Landung durch. Er übernimmt den Frühdienst und übernachtet in der Luftwarte, den Spätdienst übernimmt sein Assistent Dr. Howitz. Schließlich gelingt es, dass der Arbeiter Meyer von der Landwehr zur Luftwarte abkommandiert wird. (Stadtarchiv, Bestand: 1.1.3.26, Signatur 126, Blatt 21) Die Marine zahlt keinerlei Vergütung, sie ist der Meinung, der Unterhalt einer Luftwarte ist Sache des Bundes (Mecklenburg-Schwerin ist Bundesstaat des deutschen Reiches). (Uni-Archiv, Signatur K086-0518, Blatt 80) Im Gegenteil, die Marine-Flugstation Warnemünde möchte weiterhin Drachenaufstiege, so oft wie möglich mit sofortiger Übermittlung der Ergebnisse.

Jetzt ist Kümmel auch an der Grenze seiner finanziellen Leistungsfähigkeit gekommen und schreibt im Mai 1915 an die Universität, er habe bisher unentgeltlich an der Luftwarte gearbeitet, in letzter Zeit 6 bis 9 Stunden täglich, hatte keine Zeit Vorlesungen zu halten, daher entfallen die Vorlesungsgebühren. Er bittet, für die Tätigkeit an der Luftwarte eine Vergütung zu gewähren. Im Übrigen verlangt die Marine jetzt noch eine ständige Bereitschaft, um nach telegrafischem Ersuchen, sofort Messungen durchzuführen.

Damit ist natürlich noch kein Geld da, aber in den Schreiben der Universität an das Großherzogliche Ministerium und von diesem an das Reichsmarineamt zur Finanzierung der Luftwarte erscheint ab jetzt immer ein Posten „Gehalt des Leiters der Luftwarte“.

Im Januar 1916 entspannt sich die Lage etwas, als zu den finanziellen Mitteln, die von Schwerin überwiesen werden, durch die Aktivitäten des Rostocker Geschäftsmannes Balgé, jetzt Schatzmeister des Deutschen Luftfottenvereins, weitere Spendengelder in Höhe von 3.600,- M fließen.

### 3.1 Großherzogliche Rostocker Luftwarte

Endlich am 24. Mai 1916 erfolgt die Übernahme der Rostocker Luftwarte in die landesherrliche Verwaltung, die Kopfbögen haben nun die Bezeichnung „Großherzogliche Luftwarte Rostock“. Prof. Kümmell wird vorläufig ersucht die Leitung und Verwaltung der Rostocker Luftwarte bis auf weiteres in bisheriger Weise fortzuführen. (Uni-Archiv, Signatur K086 – 0518, Blatt 100)

Die Frage der Eingliederung der Luftwarte in die Universität ist noch offengelassen. Immerhin wird ab 1. Juli 1916 eine besondere Kasse für die Luftwarte als Anhang zur Universitätskasse geführt. Für das Haushaltsjahr 1916/1917 taucht erstmalig das Gehalt des Direktors auf, es beträgt 2.000,- M in diesem Jahr. Als Mitarbeiter sind aufgeführt ein Assistent (660,- M Jahresgehalt), ein Arbeiter und ein Wächter, ebenfalls je 660,- M (Uni-Archiv, Signatur K086 – 0518, Blatt 111). Die Assistenten sind meistens Physikstudenten höheren Semesters, die sich an der Luftwarte bei Prof. Kümmel in Meteorologie qualifizieren wollen.

### 3.2 Die Einwände der Post

Während der zahlreichen, langwierigen Diskussionen zum finanziellen Überleben der Luftwarte läuft nach wie vor die Beschwerde der kaiserlichen Oberpostdirektion weiter. Alle Einwände (im zweijährigen Betrieb hat es lediglich zwei kleine Störungen gegeben mit einem Versicherungsschaden von insgesamt 55,- M) und Maßnahmen der Luftwarte (Schutz von Telefon- und Hochspannungsleitungen durch darüber angebrachte geerdete Schutzleitungen) reichen der Post nicht aus. Sie zählt ihrerseits die beiden gefährlichen Fälle auf (Stadtarchiv, Signatur 126, 31. Mai 1914), wo einmal ein Draht über der Eisenbahn-Signalleitung Rostock – Bad Doberan lag und der Zugverkehr gestört war, in einem anderen Fall stellte ein Drachendraht bei Kritzow eine Verbindung von einer Hochspannungsleitung (1,5 kV) zum Dach einer Molkerei her, wodurch ein Dachstuhlbrand begann. Die Reichstelegraphenverwaltung hatte schon 1913 verlangt, dass Drachenaufstiege vorläufig unterbleiben sollen, bis ausreichende Sicherheitsmaßnahmen getroffen sind.

Schließlich kommt es zu einer Beratung über die Vermeidung von Gefährdungen durch Drachendrähte am 28. Juni 1915 mit Vertretern aller betroffenen Institutionen (Post, Eisenbahn, Elektrizitätswerk, Universität, Luftwarte). Das Ergebnis ist eine Betriebsordnung (Uni-Archiv, Signatur K086 – 0518, Blatt 132) in der u. a. festgelegt wird:

- maximale Drahtlänge < 3000 m (Dadurch ist die Drachenflughöhe auf 2000 m begrenzt, die hohen Windgeschwindigkeiten, die zu einem Drahtbruch führen könnten, sind oberhalb 2000 m.),
- keine Aufstiege bei Bodenwindstärke  $\geq 11$  m/s,
- keine Aufstiege in Richtung SW bis ESE und N bis NNE.

Gegen die Sperrung der nördlichen Richtungen legt die Kaiserliche Marine Widerspruch ein: Die Höhenwettermessungen durch Drachen sind kriegswichtig, insbesondere in nördliche Richtungen.

Man einigt sich: während des Krieges – und nur während des Krieges – dürfen Drachen auch in nördliche Richtungen fliegen.

Als praktische Maßnahmen werden festgelegt: In die Sperr-Richtungen werden 1 m hohe, farbig gekennzeichnete Merkpfähle in den Boden geschlagen (im Krieg: rot mit weißem Kopf, für Friedenszeiten: blau mit weißem Kopf). Ein Drachen ist sofort einzuholen, wenn er in eine Sperrzone gerät.

### 3.3 Keine Wetterprognosen während des Krieges

Balgé, jetzt als Geschäftsführer des Deutschen Luftfottenverein und des Rostocker Aero-Clubs, hat wieder weiteres Geld für die Luftwarte zur Verfügung gestellt und wünscht sich, dass tägliche Wetterprognosen veröffentlicht werden. Dem kann nicht entsprochen werden, Befehl des Reichskanzlers: „*Wegen der Gefahr, dass unsere Feinde Nutzen davon ziehen könnten, ist jede Veröffentlichung meteorologischer Angaben verboten*“. Kümmell erklärt dazu weiter: Jetzt in Kriegszeiten fehlen für Wetterprognosen ohnehin synoptische Wetterberichte, insbesondere die englischen und französischen. Noch deutlicher wird es der Luftwarte in einem geheimen Befehl durch das Reichsmarine-Amt am 20. April 1917 mitgeteilt: „*Die deutschen Wetternachrichten in das Ausland (auch in das neutrale Ausland) sind so zu verzögern, dass sie für Vorhersagen nicht mehr gebraucht werden können. Die Rostocker Luftwarte soll öffentliche Bekanntgabe solcher Beobachtungen, insbesondere aus höheren Schichten, während des Krieges unterlassen*“.<sup>1</sup> (Uni-Archiv, Signatur K086 – 0334, Blatt 166 und 205)

Die Kaiserliche Marine holt im Oktober 1917 bei Prof. Köppen der Seewarte Hamburg ein Gutachten über die Rostocker Luftwarte ein. Köppen hält die Messungen der Luftwarte in 1000 m – 1500 m Höhe für außerordentlich wichtig für die Beurteilung der Wetterlage und für Prognosen für Mecklenburg, insbesondere jetzt, da die Drachenaufstiege in Hamburg wegen örtlicher Schwierigkeiten eingestellt werden mussten.<sup>1</sup> Er meint: „*Es ist zu vermuten, dass nach dem Kriege die Beobachtungen aus der freien Atmosphäre, die jetzt von militärischer Seite eine große Ausdehnung erhalten haben, in der einen oder anderen Weise einheitlich in Deutschland organisiert werden.*“ (Uni-Archiv, Signatur K086 – 0334, Blatt 232)

## 4 Universitätluftwarte

November 1918, der Krieg ist zu Ende, es gibt keinen Kaiser und keinen Großherzog mehr. Der „*Herr Kaiserliche Wirkliche Geheime Legationsrat und Konsistorialdirektor des Vizekanzeliariats der Universität Rostock Dr. von Buchka*“ trägt nun die offizielle Bezeichnung „*Bevollmächtigter der Volksregierung an der Universität Rostock Dr. von Buchka*“. Die Staatsministerien in Mecklenburg arbeiten weiter. Die Luftwarte ist wieder Rostocker Luftwarte. Am 25. April 1921 wird der Universität mitgeteilt, dass die Luftwarte in das Kapitel „Universität“ eingestellt ist, sie ist als Universitätsinstitut anzusehen. (Uni-Archiv, Signatur 2084, Blatt 6) Der Name der Luftwarte wird nie offiziell geändert, aber im Schriftverkehr taucht zunehmend der Begriff „Universitätluftwarte“ auf. Auch sie führt ihre täglichen Beobachtungen weiter durch. Die durch die Marine geforderte, nur während des Krieges erlaubte Flugrichtung der Drachen nach Norden, ist umgehend wieder gesperrt, die Flugrichtung in südliche Richtung bleibt nach wie vor gesperrt. Die Drachenmessungen in der Höhe sind für den Wetterdienst und für die Ausbildung der Studenten trotz der gesperrten Richtungen nach wie vor von Wert, erreichen aber nicht die ursprüngliche Bedeutung für die wissenschaftliche Forschung.

<sup>1</sup> In [online: Köppen] erfährt man, dass im Bereich der Hamburger Drachenstation die Bebauung zu eng wurde und daher deren Arbeit ab 1914 nach und nach eingestellt wurde.

Alles wird teurer: An der Luftwarte können nur noch wenige Pilotballon-Aufstiege durchgeführt werden, die Ballons sind zu teuer, früher 1,- M pro Ballon, jetzt das Doppelte. Erforderlich wären 80 bis 90 Ballons pro Monat. Die Messungen mit Ersatz-Papierballons sind von zweifelhaftem Wert, sagt Kümmell. Die wichtigste Tätigkeit ist der Höhenwetterdienst. In der ersten Hälfte 1922 erfolgten 42 Drachenaufstiege bis über 1000 m. Da die Landwirtschaftliche Versuchsstation ihre meteorologischen Messungen aufgegeben hat, steigen die Forderungen aus der Landwirtschaft nach Wetterinformationen stark an. Kümmel intensiviert den Bodenwetterdienst „*mit erheblichen Mehraufwand, es gibt ja niemand anders, der den Wetterdienst für Rostock gemacht hätte*“.  
(Uni-Archiv, Signatur K088 – 1147.1, Blatt 11)  
Außer seinem Assistenten, einem Diener und einem Arbeiter gibt es keine weiteren Mitarbeiter auf der Luftwarte. An der Luftwarte in Lindenberg würde Prof. Hergesell für Ballon- und Drachenstarts einschließlich der Auswertung der Messergebnisse 3 Meteorologen, 3 Funker, 3 Mann Drachenpersonal und einen Diener fordern.  
(Uni-Archiv, Signatur K087 – 0598, Bd.V, Blatt 454)

Kümmel muss nach wie vor überall selbst mit Hand anlegen, er geht an die Grenzen seiner körperlichen Leistungsfähigkeit. Er erkrankt – am 17. Juli 1922 stirbt Prof. Kümmell im frühen Alter von 56 Jahren.  
(Uni-Archiv, Signatur K088 – 1147.1, Blatt 13)

#### 4.1 Prof. Falckenberg – Leiter der Luftwarte

In einer Sondersitzung am 26. Juli 1922 stellt die Philosophische Fakultät die Bedeutung der Luftwarte für die verschiedenen Fachgebiete fest: angewandte Physik, Geographie, Klimatologie, Landwirtschaft, Wetterprognosen, Beratung des Luftverkehrs von Warnemünde nach Skandinavien und Erweiterung der Ausbildung der Studenten der Geographie, Mathematik und Physik um das Fach Meteorologie. Der zukünftige Leiter der Luftwarte müsste ebenso wie Kümmell meteorologische Vorlesungen und Übungen abhalten. Vertretungsweise übernimmt der Direktor des Physikalischen Instituts, Prof. Fürchtebauer, die Leitung der Luftwarte.  
(Uni-Archiv, Signatur K087 – 0598, Blatt 399 und 402)

Im Oktober 1922 schlägt die Philosophische Fakultät einstimmig den Privatdozenten Dr. Günther Falckenberg (geboren am 4. Juli 1879) als Leiter der Luftwarte vor (Bild 13). Dr. Falckenberg stimmt zu, er war bisher seit 1907 wissenschaftlicher Assistent am Physikalischen Institut. Am 12. November 1922 tritt er sein neues Amt an, verbunden mit einem Lehrauftrag für 5 Stunden Geophysik pro Woche. Für ihn ist der Sprung in der Aufgabenstellung gleichzeitig ein großer wirtschaftlicher Sprung, hatte er doch als Assistent monatlich 160,- RM verdient und jetzt waren es immerhin 715,- RM.



Bild 13 Prof. Falckenberg etwa 1930; Quelle: privat

Seine erste Anschaffung für die Luftwarte ist eine funktelegraphische Empfangs- und Sendeanlage. Während des 1. Weltkrieges war er Freiwilliger bei der Marine in Warnemünde und machte dort eine Ausbildung zum Funkmaat. Mit der Funkanlage empfing er jetzt selbst die internationalen Wettermeldungen zur Wetterlage Europas und sendete die Ergebnisse der Luftwarte an die jeweiligen Wetterstationen, so sparte er die Kosten für deren Übermittlung durch Posttelegramme. Er nutzte die Empfangsanlage gleichzeitig für die Klärung einer wissenschaftlichen Frage: Er ließ die Anlage an einem Peilrahmen laufen und wollte so den Einfluss meteorologischer Vorgänge auf Richtungsänderungen elektromagnetischer Wellen kennenlernen. Dazu werden wir nach 1945 noch mehr erfahren.

Im Juni 1924 wird ihm die Amtsbezeichnung eines außerplanmäßigen außerordentlichen Professors verliehen. Ebenfalls im Juni 1924 übernimmt er die Nachtflugberatung Warnemünde – Stockholm, was eine erhebliche Mehrbelastung bedeutet, seine tägliche Dienstzeit beträgt nun 14 Stunden. Aus den Studenten seiner Vorlesungen gewinnt er Praktikanten, die den Gebrauch der meteorologischen Geräte kennenlernen wollen, die ihm aber auch bei der Arbeit an der Luftwarte, z. B. bei Drachenstarts, helfen. Die Luftwarte ist jetzt auch nachts besetzt. Dreimal am Tag werden bodenmeteorologische Messungen durchgeführt und ab 06:00 Uhr beginnen Drachenaufstiege sooft möglich und erforderlich.

**Guntentelegraphische Wettervorhersage  
der Hamburger Seewarte**  
vom 13. Februar

Morgen schwache östliche Winde, wolfiges Bro.,  
weiter, zeitweise Schneefälle.

**Wetterbericht der Universitätluftwarte.**

	Temperat. Celsius	rel. Feucht- igkeit	Baro- meter	Wind m i. b. Get.	Bemerk. Rieberfall.
12. 2. 9 U. ab.	- 6,2	82 %	771,8	ONO 2	heft. Ost. Bro. Karf. Frost, fein Rieberfall
13. 2. 7 U. mg.	- 7,9	71 %	772,7	O 8	heft. Ost. und N. Bro. fein Rieberfall
13. 2. 14. mit.	- 5,3	82 %	771,9	O 4	bed. Ost. und N. Bro. fein Rieberfall

Höchste Temperatur des vergangenen Tages: - 3,0  
Tiefste Temperatur der vergangenen Nacht: Luft in 2 Meter  
Höhe - 9,0 (Windheit: Bodentemperatur - 12,0).  
Mittlere Tages-Temperatur am 12. 2. - 4,7°.  
Barometertendenz: heute Mittag keine Veränderung.  
Sonnenchein am 12. 2.: 7 Stunden.

**Wetterlage am 13. Februar, 8 Uhr morgens.**  
Luftdruckgebiet nordwestlich Nolland. Höchster  
Luftdruck über Nordosteuropa, langsam abnehmend.  
Ostvaranda melbt noch den sehr hohen Luftdruck von  
783 Millimetern. Über Mitteleuropa hoher Luft-  
druck. In 1000 Meter Höhe über Rostock wurden  
stetige Ostwinde bei - 10 Grad gemessen.

**Wettervorhersage für den 14. Februar.**  
Fortdauer des Frostwetters. Leichte Schneefälle  
nicht ausgeschlossen.

Bild 14 Wettervorhersage der Hamburger Seewarte sowie Wetterbericht und -vorhersage der Universitätluftwarte im Rostocker Anzeiger vom 14. Februar 1923

Observatorien Lindenbergs (bei Berlin), Potsdam und der Deutschen Seewarte in Hamburg weiteres Wissen und auch einige Geräte, was wichtig war, denn er musste sehr sparsam mit den nach wie vor nicht sehr reichlichen Institutsmitteln umgehen. Vermutlich auch aus Sparsamkeitsgründen ersetzte er die Tintenregistrierungen der Meteographen durch Registrierungen auf berußtem Papier. Das Berußen des Papiers konnte und durfte nur er selbst durchführen! Er benutzte dazu eine auf starkes Ruß eingestellte Petroleumlampe. Er leistete gute Öffentlichkeitsarbeit, außer den täglichen Witterungsberichten in der Rostocker und Schweriner Zeitung beschrieb er in einer populären Arbeit sehr anschaulich den täglichen Arbeitsablauf in seiner Luftwarte (Falckenberg, 1925) und im Rahmen des Rostocker Volksbildungswerkes hielt er, wie in der Presse betont wurde, „einen volkstümlichen und sehr verständlichen“ Vortrag: „Über das Geschehen in der Lufthülle und die Wettervorhersage“. (Rostocker Anzeiger, 26.10.1937)

Die Ergebnisse werden sofort an die Hamburger Seewarte und an das Aerologische Observatorium Lindenbergs funktelegraphisch durchgegeben. Täglich liefert er Wettervoraussagen an die Rostocker Zeitungen, was pro Monat etwa 25,- RM einbringt (Bild 14). Falckenberg gelingt es 1924, dass die von der Mecklenburgischen Radiovereinigung geplante Sendestation in der Luftwarte aufgebaut wird, sie nimmt nur einen kleinen Raum ein. Die Aufnahmeräume bleiben in der Stadt, die Aufnahmen werden über Telefonkabel zur Luftwarte übertragen, die Sendungen erfolgen dann aus der Luftwarte. Wer noch kein Radio besitzt, kann sich bei der Luftwarte das Hören eines Konzerts über Telefon gegen eine Gebühr kaufen. Dadurch kommen insgesamt pro Monat 100,- RM bis 200,- RM ein.

Für die vor ihm liegende meteorologische Beobachtungspraxis holte er sich auf Informationsreisen zu den

Da das hölzerne Stationsgebäude schon altersschwach wird und der Nachtdienst eine feste Bleibe braucht, beantragt Falckenberg im Mai 1923 den Bau eines massiven Wohnhauses mit 1 bis 2 Zimmern für den Leiter der Luftwarte, einer Dienerwohnung und Werkstatträumen.

Das wird für 24.000,- RM genehmigt, 1926 ist es bezugsfertig.



Bild 15 Das neue, 1926 massiv gebaute Werkstatt-, Büro- und Wohnhaus; ursprünglich Tannenweg 20, heute 29 (Foto: Krügler)

#### 4.2 Die schwimmende Drachenstation

Die Drachenaufstiege werden weitergeführt, aber die starken Richtungseinschränkungen verringern den wissenschaftlichen Nutzen der Messergebnisse. Falckenberg hat anderes vor, er ist ein langjähriger begeisterter Segler, er war Mitglied im Großherzoglich Mecklenburgischen Yacht Club und Ehrenmitglied im heute noch existierenden Akademischen Seglerverein zu Rostock (ASVzR), der 1919 gegründet wurde. Im Laufe seines Lebens besaß er mehrere Segelschiffe, die er immer wieder „Frosch“ taufte (Frosch I bis Frosch V), weshalb ihn seine Segelfreunde auch den „Froschdoktor“ nannten. Alle waren etwas behäbige Boote, eher mit einem Kutter vergleichbar. Er versucht, Drachen von Bord seines Segelbootes Frosch IV steigen zu lassen. Das gelingt mit großem Erfolg! Er beschreibt die Vorteile einer schwimmenden Drachenstation (Falckenberg, 1928 a) und stellt sein Boot der Luftwarte kostenlos zur Verfügung:

- die Flughöhen können jetzt höher sein als an Land, wegen fehlender Gefahr von Hochspannungs-Überlandleitungen,
- die Gefahr des Abreißens des Drachen ist verringert, bei erhöhtem Zug wird der Kurs des Bootes in Richtung Drachen gesetzt, was die Windgeschwindigkeit um bis zu 7 m/s verringert,
- es sind mehr Aufstiege möglich, auch bei schwachem Wind, dann kann nämlich der Zug des Drachens durch die Eigengeschwindigkeit des Bootes erhöht werden,
- die Startmannschaft ist an Bord und steht immer und sofort zur Verfügung.



Bild 16 Drachenstart von Bord der „Frosch IV“ (Foto: Falckenberg)



Bild 17 Die Größe der Schiffsschraube macht die Ausmaße von „Frosch V“ deutlich. (Foto: Falckenberg)



Bild 18 Falckenbergs Segelyacht Frosch V in Subbeköbing (Foto: Falckenberg)

Da für diese Arbeiten das Boot „Frosch IV“ doch etwas zu klein war, insbesondere das Bergen des Drachens war nicht ungefährlich, beschließt er 1932 ein größeres Boot bauen zu lassen und zwar in Schweden (Bild 17, Bild 18). Die Universität wird dafür sofort vom Landtag gerügt, jetzt in der Zeit höchster Arbeitslosigkeit in Deutschland könne man doch nicht einen solchen staatlichen Auftrag ins Ausland geben! Darauf antwortet Falckenberg sinngemäß: Ein Bau eines staatlichen Drachenbootes ist nicht geplant. Ich habe für wissenschaftliche Aufgaben meine Segelyacht zur Verfügung gestellt, sie ist aber zu klein für ein ungefährdetes Steigenlassen und Bergen von Drachen. Ich lasse auf meine Kosten ein größeres und schnelleres Boot bauen. In Schweden werden nur der Bootskörper und der Mast von einer Firma hergestellt, die darauf spezialisiert ist. Das kostet dort 7.000.- RM, die Neptunwerft Rostock verlangt dafür 26.000,- RM. Das stehende und laufende Gut (Dieselmotor, Anker, Ketten, Segel, Inneneinrichtung usw.) sind deutsche Fabrikate. Frosch V war 16 m lang, 6 m breit und hatte einen Tiefgang von 2,40 m bei einer Gesamtsegelfläche von 174 m<sup>2</sup>. Es besaß einen 18 PS Motor und bot Schlafplätze für 16 Personen. Zu den „Hochsee Segel Colleg“ genannten Bootseinsätzen nahm er seine Studenten mit. Sie halfen bei den Drachenstarts. Bei den 15- bis 20-stündigen Überfahrten nach Kopenhagen oder Südschweden hörten sie seine Vorlesungen zur Meteorologie, aber auch zur Navigation und Seemannschaft (Falckenberg, 1928 a). Die Bootseinsätze gehen von März bis Oktober, im Winter werden die Drachenaufstiege nur an der Luftwarte weitergeführt.

#### 4.3 Strahlungsmessungen

Wissenschaftlich wandte er sich der Infrarot-Strahlungsmessung zu, um sowohl das Klima bodennaher Luftsichten als auch die über den Himmel einfallende Strahlung zu ermitteln. Er war ein hervorragender Experimentator, er ersann Messanordnungen, die es ihm ermöglichen, auch geringe Temperatur- bzw. Strahlungsunterschiede zu erfassen. Das hierzu erforderliche Messinstrument, ein Röhrenvoltmeter, baute er selbst und trieb dessen Empfindlichkeit im Laufe der Jahre bis auf  $10^{-8}$  (Falckenberg, 1938). Wollte man die gleiche Genauigkeit bei einer Längenmessung erreichen, müsste man die Länge von 1 km auf 1/100 mm genau messen! Bei der kritischen Auseinandersetzung mit gängigen Strahlungsmessgeräten stellte er nicht zu tolerierende Ungenauigkeiten fest und gab Verbesserungen an oder baute lieber gleich selbst neue Geräte, wie z. B. das Wechselstrompyrgeometer

(Falckenberg, 1931 d), ein Gerät zur Bestimmung der Bodentemperatur durch Strahlungsmessung. Bei der Messung der Absorptionskonstanten einiger meteorologisch wichtiger Körper kam er u. a. zu dem verblüffenden Ergebnis, dass sich Schnee nahezu wie ein idealer schwarzer Strahler verhält und damit durchaus zur Eichung von Strahlungsmessgeräten verwendet werden kann (Falckenberg, 1928b).

Im Rahmen seiner Untersuchungen klärte er auch die Erscheinung des Muldenfrostes auf. Bisher war man der Meinung, dass aus der Umgebung einfließende Kaltluft tiefer liegende Bodenlagen abkühlt. Er konnte nachweisen, dass die durch die Randabdeckung fehlende Himmelseinstrahlung die Bodenfrostgefahr in Mulden erzeugt (Falckenberg, 1931b).

Bei der Untersuchung von Temperaturinversionen, das sind Höhenbereiche, in denen die Temperatur nicht wie erwartet mit zunehmender Höhe abnimmt sondern zunimmt, fand R. Steiner (1926), einer seiner Doktoranden, in halbstündlich durchgeführten Drachenaufstiegen jeweils kurze Zeit nach Sonnenuntergang in 250 m – 300 m Höhe die Ausbildung von Wärmeinseln. Dem ging Falckenberg selbst mit seinem Boot nach und fand diese Erscheinung auch über der See. Falckenberg führte die bisher unbekannte Erscheinung auf dynamische Vorgänge zurück, die in Form einer Welle der Dämmerungsgrenze folgt (Falckenberg, 1927).

1931 erhält Falckenberg Geld von der Notgemeinschaft Deutscher Wissenschaft. (Uni-Archiv, Signatur K087 – 1008, Jahresbericht 1930/1931) Das setzt er für seine Strahlungsuntersuchungen ein. Er entwickelt und baut einen hochempfindlichen Infrarot-Strahlungsmesser, der Messungen bis in 20 km Höhe ermöglicht. Dafür gibt es weitere Interessenten. Falckenberg baut Strahlungsmesser für die Wetterdienststelle Hamburg und danach auch für andere Forschungsinstitute. Den Gewinn steckt er gleich in die Vervollkommnung seines Drachenbootes, dass er auch für die Nebelforschung durch Strahlungsmessung einsetzen möchte. An den Ergebnissen der Nebelforschung und an dem Messgerät selbst ist die Deutsche Verkehrsfliegerschule interessiert, (Uni-Archiv, Signatur K087 – 1008, 30.6.1934, Blatt 625) an den Untersuchungen, Schiffe nachts durch infrarote Strahlung wahrnehmbar zu machen, zeigen das Reichsluftfahrtministerium und die Torpedo-Inspektion Kiel großes Interesse und haben Unterstützung dieser Versuche zugesagt. (Uni-Archiv, Signatur K088 – 1147.1, Blatt 35, 24.6.1935)

„Unter diesen veränderten Verhältnissen wird die Luftwarte bestehen bleiben können“ schreibt die Universität an das Schweriner Ministerium, das am 28.04.1934 wieder einmal angekündigt hat, die Luftwarte mangels finanzieller Mittel aufzulösen. Die Universität schreibt weiter: „Überdies wird die Forschung (der Luftwarte) für die im Lande befindliche Luftfahrtindustrie von Bedeutung sein, mithin ein Verbindungsglied zwischen Universität und Wirtschaft darstellen.“

1934 hat sich der Reichswetterdienst formiert und stellt fest, die Wettervorhersagen sind aus wirtschaftlichen und militärischen Gründen erforderlich und daher zu verbessern: „... die meteorologischen Universitätsinstitute haben das Problem der Wettervorhersagen vordringlich zu behandeln“. In Zukunft werden nur diejenigen Meteorologen in den Flug- und Wirtschaftswetterdienst eingestellt werden, „die über eine Frage der synoptischen Meteorologie promoviert haben“. (Uni-Archiv, Signatur: K087 – 1008, Blatt 646) Falckenberg richtete nicht nur seine Vorlesungen danach aus, sondern auch das Praktikum, das er seinen Studenten anbietet.

In der Erkenntnis, dass die Bodenbeschaffenheit einen wichtigen Einfluss auf den Energieinhalt der Luft hat, beschäftigte sich ein anderer Doktorand, Friedrich Krügler, mit dem Wärmehaushalt der Luft an der Oberfläche einer grasbewachsenen Ebene (Krügler, 1937). Die sehr diffizilen Messungen in nur wenigen Zentimetern vom Erdboden bis zur Grasoberfläche gelingen nur durch die sehr empfindlichen Strahlungsmessgeräte von Falckenberg. Dr. Friedrich Krügler war im Übrigen der erste Meteorologe der am 23. November 1951 in Hamburg die erste Wetterkarte im deutschen Fernsehen vorführte.

Übrigens, ab Oktober 1939 erscheinen keine Wettermeldungen mehr in den Rostocker Zeitungen, da Wetternachrichten aus militärischen Gründen nicht mehr veröffentlicht werden dürfen. Das ist für die Luftwarte ein monatlicher Verlust von 25.- RM.

Falckenbergs Wunsch, die Eigenstrahlung der Atmosphäre vom Flugzeug aus zu messen, ging 1940 und 1941 in Erfüllung. Seine Ergebnisse, vom Flugzeug aus in 1000 m Höhe gemessen, waren für ihn verblüffend, er erhielt unerwartet hohe Strahlungswerte. Da er die Messungen zwischen Juli 1940 bis Juni 1941 mehrfach ausführte, nach jeweiliger Überprüfung der Apparatur und immer die gleichen Ergebnisse erhält, schließt er Messfehler aus und musste eine unbekannte Strahlungsquelle oberhalb der unteren Stratosphäre annehmen (Stratosphäre ist der Höhenbereich zwischen ca. 12 km und 50 km). Er schreibt „*es ist zweckmäßig, weitere Erklärungsversuche zu verschieben, bis neue jetzt infolge der Kriegsverhältnisse nicht durchführbare Messergebnisse am Tage und in der Nacht auch von größeren Höhen vorliegen*“ (Falckenberg, 1941). Leider sind ihm weitere Flugzeugmessungen nicht vergönnt gewesen, obwohl sie ihm später mehrfach sowohl von der sowjetischen Besatzungsmacht und danach von den DDR-Behörden versprochen wurden.

Für seinen Messgerätepark erhielt er Verstärkung durch ein Geschenk der Dampfschiffreederei August Cords, die ihm im Juli 1941 eine komplette Funkstation nach Neuausstattung ihres MS „Charlotte Cords“ überließ. (Uni-Archiv, Signatur 246, Blatt 386 und 392)

Bei einem Fliegerangriff Ende April 1942 wird die Wohnung von Falckenberg, Rostock Strandstraße 62, von Brandbomben getroffen und brennt aus. Falckenberg zieht in das feste Institutsgebäude, Tannenweg 20. Gegen Ende des Krieges wurden die Bedingungen an der Luftwarte immer schwieriger, die Mittel wurden gekürzt und auf Hilfe durch Studenten konnte er nicht mehr im gewohnten Umfang zurückgreifen, da die meisten zur Wehrmacht eingezogen waren.

Zu Kriegsende wurden die Arbeiten an der Luftwarte dann ganz eingestellt.

#### 4.4 Prof. Falckenberg – kommissarischer Leiter des Physikalischen Instituts

Nach der Kapitulation (8. Mai 1945) wurde Falckenberg als einer der wenigen Hochschullehrer, die nicht der Nazipartei angehörten, am 25. Mai 1945 durch den Rektor der Universität mit der kommissarischen Leitung des Physikalischen Instituts beauftragt. Er bezieht ein Zimmer im Physikalischen Institut. Den Lehrbetrieb im Physikalischen Institut vorzubereiten, war mit gewaltigen Schwierigkeiten verbunden, zumal im Rahmen der Reparationsleistungen von Juni 1945 bis März 1946 physikalische Geräte im Wert von 56.000 RM aus dem Physikalischen Institut in die Sowjetunion abtransportiert wurden [D. Hecht, R. Mahnke, 1990]. Da sich Falckenberg am Physikalischen Institut, also im Zentrum der Stadt, aufzuhalten musste, konnte er nicht in der am Stadtrand befindlichen Luftwarte sein. So konnte er nur noch am 20. Juli 1945 an den Dekan der philosophischen Fakultät mitteilen, „*dass an der Luftwarte alle Instrumente für den Wetterdienst und die Mehrzahl der Fachzeitschriften von einem russischen Meteorologen mit einem Lastkraftwagen abgefahren wurden.*“ Das feste Gebäude der Luftwarte wurde durch eine Einheit der Roten Armee belegt. Seine kostbaren Strahlungsmessgeräte allerdings konnte Falckenberg noch rechtzeitig in das Physikalische Institut retten.

Am 12. November 1945 erließ die Sowjetische Militäradministration für Deutschland (SMAD) den geheimen Befehl Nr. 088 „*zur Errichtung einer Organisation des hydrometeorologischen Dienstes in den Territorien der Sowjetzone in Deutschland*“. Bereits am 28. November 1945 wurde der Befehl mit

ausführlichen Anweisungen an den Vizepräsidenten des Landes Mecklenburg-Vorpommern weitergegeben. (Archiv IAP) Darin wird angegeben, in welchen Orten meteorologische Observatorien und Stationen einzurichten und welche Mitarbeiterstellen vorzusehen sind. An einem Observatorium sollen 5 Wissenschaftler und 5 Arbeitskräfte eingestellt werden, an jeder Beobachtungsstation 3 bis 5 Arbeitskräfte. Auch die Gehälter werden vorgegeben: Der Leiter eines Observatoriums soll 9000 RM, ein wissenschaftlicher Mitarbeiter 6000 RM, ein Ingenieur 5500 RM und ein Beobachter 2500 RM erhalten, wohlgernekt - pro Jahr!

## **5 Meteorologischer Dienst in Mecklenburg**

### 5.1 Prof. Falckenberg Leiter des meteorologischen Netzes

Mit Wirkung vom 15. Januar 1946 wird Falckenberg durch den Präsidenten des Landes Mecklenburg-Vorpommern als Direktor des Observatoriums Rostock eingestellt, er ist damit gleichzeitig Leiter des Meteorologischen Netzes in Mecklenburg-Vorpommern. Er wird am 16. April 1946 von seinem Amt als Leiter der Luftwarte entbunden. Drachenaufstiege zur Messung meteorologischer Daten sind nun ohnehin nicht mehr erforderlich, da seit etwa 2 Jahrzehnten Radiosonden erfunden und immer wieder verbessert wurden. Radiosonden sind Ballone, an denen Sensoren meteorologische Werte erfassen und über einen Radiosender zur Bodenstation schicken. Sie erreichen eine Höhe von 25 km bis 30 km, ein enormer Fortschritt gegenüber Messungen mit Drachen oder Fesselballons!

Übrigens wurde Falckenbergs Boot „Frosch V“ 1945 konfisziert, zum Fischkutter umgebaut und zum Fischfang eingesetzt. Er erhielt dafür Deputat Fisch, den er unter seinen Mitarbeitern aufteilte: Verheiratete 2 Fische, Alleinstehende 1 Fisch pro Fangtag.

Im Mai 1946 bittet Falckenberg auf Grund der beiden neuen Funktionen, ihn von der kommissarischen Leitung des Physikalischen Instituts zu entbinden und dachte nun über das neu einzurichtende Observatorium nach. Es auf dem Universitätsgelände hinter dem Physikalischen Institut aufzubauen, verwirft er wieder, da im Zentrum der Großstadt seine Strahlungsmessungen unmöglich wären. Er sucht ein Reinluftgebiet und findet es natürlich an der Küste. Er mietet schließlich in Warnemünde die Villa des Rostocker Spirituosenfabrikanten Conrad Lehment und bezog auch dort wieder seine Wohnung (Bild 19). Er wollte hier seine Strahlungsmessungen weiterführen, richtete aber zusätzlich „auf Anordnung des russischen Chefs des hydrometeorologischen Dienstes in Potsdam eine kleine Wetterdienstabteilung ein, welche die Warnemünder Fischerei-Flotte und die benachbarte Industrie und Landwirtschaft berät“. (Die Station existiert heute noch, aber als unbemannte Station; alle Geräte arbeiten vollautomatisch und werden vom Wetterdienst Hamburg aus überwacht.)



Bild 19 Villa von Conrad Lehment in Warnemünde, durch den Meteorologischen Dienst 1945 angemietet, Seestr. 15a (Foto etwa Mitte der 40er Jahre)

Nach Informationen von Prof. Kunze (Physikalisches Institut) berichtet der Dekan im August 1949 dem Rektor der Universität, die Universität hat keine Lehrkraft für Geophysik oder Meteorologie. Experimentelle und theoretische Physik allein langen nicht aus, um physikinteressierte Studenten nach Rostock zu holen. Früher hat der Leiter der Universitäts-Luftwarte Prof. Falckenberg eine Meteorologie-Vorlesung gehalten. Jetzt ist Prof. Falckenberg Leiter des Observatoriums Warnemünde, das dem Meteorologischen Dienst (der DDR, ab Oktober 1949) untersteht. Vorschlag: Falckenberg neben seiner Direktorenstelle am Observatorium in Warnemünde eine Professorenstelle mit Lehrauftrag der Universität anzubieten. Der Unterrichtsbetrieb könnte in Warnemünde im Observatorium stattfinden. Die Universität müsste allerdings Einfluss auf die Besetzung dieser Stelle haben, um zu sichern, dass neue Bewerber die Fähigkeit zur Ausbildung von Studenten haben. Diesen Vorschlag unterbreitet Prof. Kunze im Dezember 1949 dem Leiter des Zentralobservatoriums Potsdam, Prof. Dr. Phillipps, <sup>(Uni-Archiv, Signatur 355, Math-Nat-Fak, 22.12.1949)</sup> der antwortet postwendend <sup>(27.01.1949)</sup>: Eine solche Zusammenarbeit von Meteorologischem Dienst und Universität wird von uns in „*jeder erdenklichen Weise gefördert*“. Allerdings, die Besetzung dieser Stelle muss alleiniges Verfügungsrecht des Meteorologischen Dienstes bleiben. Das Ministerium für Volksbildung hält den Vorschlag für begrüßenswert. Seit dieser Zeit halten die Leiter und Abteilungsleiter des Observatoriums und seiner Nachfolgeeinrichtungen Vorlesungen zur Atmosphärenphysik am Physikalischen Institut und wie zu Zeiten der Luftwarte, werden Praktika zur Weiterbildung der Physikstudenten und die Möglichkeit zu promovieren angeboten.

## **6 Observatorium Warnemünde**

### **6.1 Funkwellenausbreitung als neue Atmosphären-Messmethode**

Während des 1. Weltkriegs hatte Falckenberg als Kriegsfreiwilliger in der Marine-Seeflieger-Abteilung in Warnemünde gearbeitet. Hier wurde er Funkmaat und lernte die Funkwellenausbreitung kennen. Daran entsinnt er sich jetzt. Funkwellen überwinden große Entfernung, indem sie in die Atmosphäre eindringen und dort an der Ionosphäre reflektiert werden (die Ionosphäre ist eine Schicht in 60 km bis 300 km Höhe, in der die Luft durch die Sonnenstrahlung zu einem geringen Teil ionisiert ist und dadurch die Eigenschaft bekommt, elektromagnetische Wellen vom Lang- bis zum Kurzwellenbereich durch Absorption zu schwächen und unter bestimmten Bedingungen zu reflektieren). Auf diesem Wege durchdringen die reflektierten Funkwellen zweimal die Troposphäre (0 km bis 12 km), den gesamten für die Wetterentstehung wichtigen Höhenbereich. Der zurückkehrende Funkstrahl, meinte er, müsste doch auch meteorologische Informationen tragen, die man gegebenenfalls zur Wettervorhersage nutzen könnte. Das war vorausschauend gedacht, denn die meteorologischen Ballons (Radiosonden) kamen bestenfalls bis in eine Höhe von 30 km, Raketen gab es zwar schon, aber sie waren noch nicht für meteorologische Zwecke entwickelt und an künstliche Erdsatelliten war noch nicht zu denken. Er richtete an seinem Warnemünder Observatorium Funkempfangsmessungen ein und zwar setzte er auf sparsame Weise keine eigenen Sender ein sondern nutzte existierende Rundfunksender, Kalundborg (245 kHz, 178 km in Richtung Norden entfernt) in Dänemark und den Deutschlandsender (185 kHz, 182 km in Richtung Süden entfernt). Das sind Langwellensender, deren Wellen an den untersten Schichten der Ionosphäre (ca. 90 km) reflektiert werden, also den Höhen noch am nächsten, in denen wetterbedingte Atmosphärenänderungen stattfinden.

Als Empfänger benutze er zunächst EZ6, (Bild 20) das sind Zielfluegempfänger, wie sie die deutsche Luftwaffe in ihren Flugzeugen benutzte. In dem Maße, wie die Bauelemente nach dem Krieg wieder zur Verfügung standen, wurden die benötigten Spezialempfänger durch die Elektronikingenieure des Observatoriums selbst entworfen und gebaut. Die Empfänger wurden an Rahmenantennen betrieben, mit denen man die Richtung, in der ein Sender stand, sehr präzise anpeilen konnte – genau die Eigenschaft, die jetzt benötigt wurde. Mit Hilfe der Rahmenantenne konnte man nämlich die starke, aber unerwünschte, über die Erdoberfläche einfallende Bodenwelle unterdrücken (auspeilen) und erst am Abend mit untergehender Sonne, wenn sich die absorbierenden unteren Schichten der Ionosphäre auflösten, konnte man die erwünschte Raumwelle, die an der Ionosphäre reflektiert wurde, mit langsam ansteigender Amplitude empfangen.

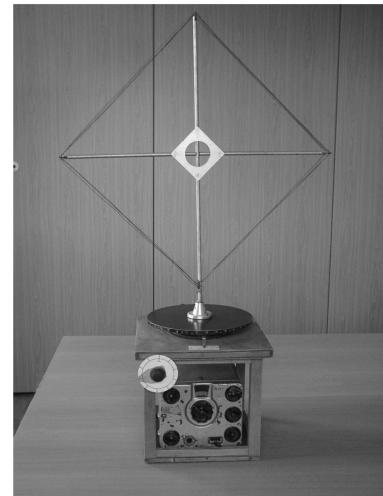


Bild 20 Zielfluegempfänger EZ6 mit Rahmenantenne

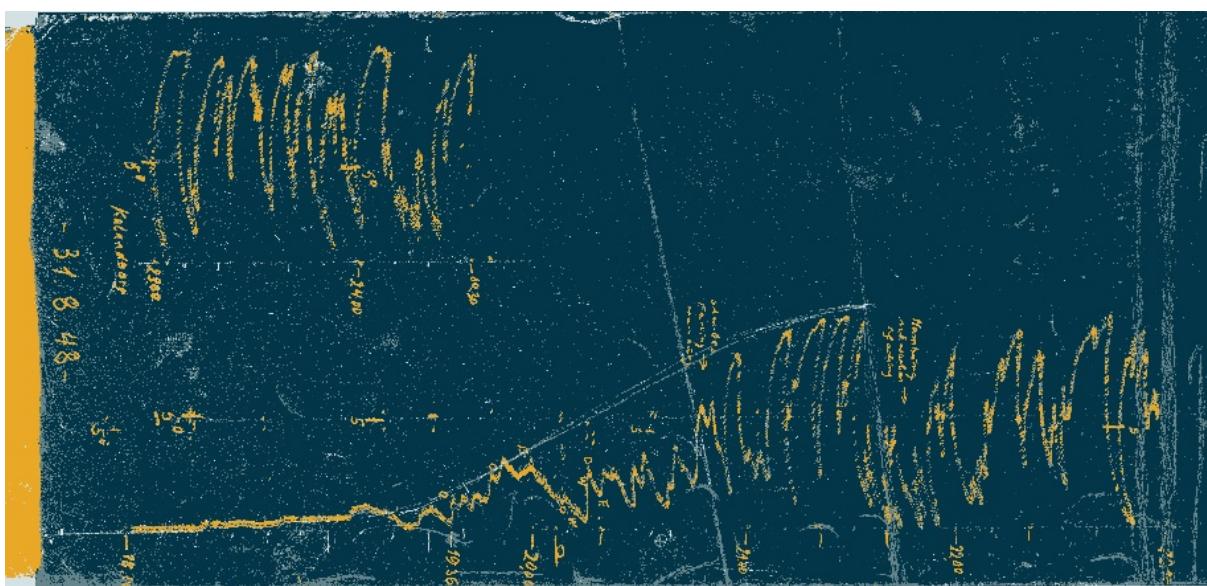


Bild 21 Feldstärkeregistrierung auf berußtem Registrierpapier

Falckenberg registrierte wie vormals bei den Meteographen auch jetzt die Funkwellenfeldstärke auf berußten Registrierstreifen. Bild 21 zeigt die Mess-Strecke Kalundborg (245 kHz) – Warnemünde vom 31.08.1948. Die Registrierung beginnt am frühen Abend (18:00 Uhr, unterer Bereich der Registrierung) und zeigt zunächst wegen starker ionosphärischer Absorption keinen Ausschlag, erst mit untergehender Sonne wächst die Amplitude der Raumwelle langsam an. Die starken Fluktuationen (Fading) röhren von der wolkigen Struktur der Ionosphäre her, wobei diese Wolken von Ionen und Elektronen durch den Wind vorwärts getrieben werden. Später wurde diese Eigenschaft zur Windmessung in ca. 90 km Höhe genutzt. Am Ende der Registertrommel musste der Beobachter den Registrierstreifen an den Anfang und nach oben versetzen (23:00 Uhr). Sendeschluss von Kalundborg ist hier 00:30 Uhr.

## 6.2 Kriegsheimkehrer als Mitarbeiter gewonnen

Inzwischen kehrten so nach und nach die überlebenden Männer aus dem Krieg zurück, teils direkt aus der Gefangenschaft oder aus Arbeitsverhältnissen, in denen sie zunächst für sich und ihre Familien erst einmal die Versorgung sichern mussten, so auch der junge Meteorologe Ernst-August Lauter, den

Falckenberg 1947 zu sich an das Observatorium Warnemünde holte. Lauter war zu Beginn des Krieges in der sogenannten 1. Studienaktion (zur Ausbildung von Diplom-Meteorologen) zunächst vom Kriegsdienst freigestellt, um die Ausbildung zum Meteorologen abzuschließen, danach war er in der Wetter-Erkundungsstaffel in Norwegen eingesetzt. Nach dem Krieg arbeitete er an der Wetterstation in Husum als Beobachter zusammen mit seinem Studienfreund der gleichen Studienaktion Ludwig Klinker, der im Krieg ebenfalls in einer Wetter-Erkundungsstaffel eingesetzt war, aber an der Ostfront. Falckenberg übertrug Lauter die Leitung der neuen Abteilung „Ionosphärenforschung“. Klinker kam gleichzeitig in die Ostzone und übernahm die bisher noch unter sowjetischer Aufsicht stehende Radiosonden-Station Greifswald als Leiter, bis er 1952 ebenfalls zu Falckenberg nach Warnemünde ging.

Um aktuelle Wetter- und Sonnenaktivitätsmeldungen über Funk zu empfangen, brauchte Falckenberg dringend einen Funker, bisher erledigte er diese Aufgabe selbst. Er meldete diesen Bedarf beim Rostocker Arbeitsamt an. Der gerade 20-jährige Marinefunker Fritz Dudek war 1946 eben erst aus der Gefangenschaft nach Rostock entlassen worden und fand Arbeit in einer Ziegelei. Bei einer Routinenachfrage auf dem Arbeitsamt erfuhr er von Falckenbergs Suche nach einem Funker. Er wurde sofort noch 1946 eingestellt. Er ist ein Glücksfall für das Observatorium. Fritz Dudek ist einer von den vielseitig und hochbegabten jungen Menschen, die durch den Krieg von einem Studium abgehalten wurden. Über seine Tätigkeit als Funker hinaus arbeitete er bald auch als Beobachter und Elektroniker und wurde später wegen seiner hervorragenden Fähigkeiten als Organisator der Verwaltungsleiter des Observatoriums und blieb das bis zu seinem Ruhestand 1981.

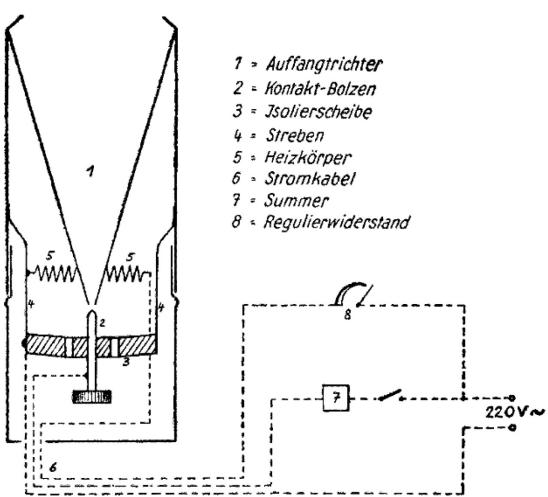


Bild 22 Niederschlagsmeldegerät nach Sprenger, 1948: Bereits die ersten Tropfen des Niederschlags schließen einen Stromkreis, der einen Summer einschaltet.

1948 wies der Stellenplan des Observatoriums 34 Planstellen aus, von denen 23 besetzt waren, davon 5 Wissenschaftler. Einer der Wissenschaftler war der Diplom-Ingenieur Klaus Sprenger, der bis Kriegsende in der Luftwaffenerprobungsstelle Rechlin/Mecklenburg gearbeitete hatte und 1946 in den Landeswetterdienst als Leiter der Meteorologischen Station Dargun, später Teterow aufgenommen wurde. Falckenberg wurde vermutlich auf diesen Diplom-Ingenieur aufmerksam, als Sprenger ein automatisches Niederschlagsmeldegerät entwickelte und das in einer Fachzeitschrift veröffentlichte (Bild 22, Sprenger, 1948). Solche

1948 stellte ihn Falckenberg in Warnemünde ein. Das war wieder ein guter Griff von Falckenberg,

denn im Laufe der Zeit hat Sprenger noch zahlreiche weitere Verbesserungen an technischen Geräten erfunden und vielfältige rechentechnische Vereinfachungen bei der Umrechnung von primären Funkwellendaten in die benötigten wissenschaftlichen Parameter erarbeitet. Man bedenke, die Rechenmaschinen, die es damals gab, waren mit der Hand zu bedienende Kurbelmaschinen, eine Multiplikation zweier längerer Zahlen dauerte damit 3 bis 5 Sekunden, in der gleichen Zeit schafft einer unserer heutigen Rechner mehrere Billionen Rechenoperationen!

Die mechanische Genauigkeit der Raumwellen-Peilung konnte Sprenger durch ein verspanntes Gewinde auf einem Schneckentrieb so weit treiben, dass eine Peilungsänderung von weniger als 1/10 Winkelgrad mit einem Drehknopf eindeutig eingestellt werden konnte. Die Empfindlichkeit der

Empfänger ist durch Falckenbergs Elektroniker mittlerweile so groß, dass diese kleine Peiländerung bereits einen deutlichen Ausschlag auf der Registrierung ergab.

Beide, Lauter und Sprenger, absolvieren an der Universität Rostock noch ein Zusatzstudium der Physik, Sprenger auch der Meteorologie. Lauter promoviert 1950 an der Universität Rostock (Lauter, 1950), Sprenger 1958 an der Karl-Marx-Universität in Leipzig (Sprenger, 1958).

Nach dem Krieg setzte der Physikstudent Günter Bartels sein Studium fort und schloss es im Juli 1948 an der Universität Greifswald ab. Er wurde im August 1948 von Falckenberg im Observatorium Warnemünde eingestellt, mit der Aufgabe, Messungen der Kosmischen Strahlung (engl.: cosmic noise, CN) durchzuführen. Die Kosmische Strahlung ist eine im Weltraum existierende hochenergetische Partikelstrahlung, sie ist die Strahlungssumme aller Strahlungsquellen (Fixsterne) im Weltall. Die Erde schwimmt sozusagen in diesem Strahlungsfeld. Trifft eines dieser hochenergetischen Partikel auf ein Luftteilchen in der Erdatmosphäre, dann erzeugt das nun seinerseits ein Bündel schwächerer Partikelstrahlung, die schließlich am Erdboden gemessen werden kann. Das Interesse von Falckenberg war zweierlei: Einerseits ist die Natur dieser Strahlung noch weitgehend unbekannt, andererseits schwankt die Intensität der Strahlung wegen der Wechselwirkung mit der Luft erheblich mit dem Luftdruck und der Lufttemperatur. Und er möchte möglichst alles über die Atmosphäre wissen, was zur Verbesserung der Wettervorhersage beitragen könnte. 1956 promovierte Bartels mit den Ergebnissen der langjährigen Messungen der Kosmischen Strahlung an der Universität Rostock (Bartels, 1956 a).

### 6.3 Sonnenaktivitätsmaximum und Neuentdeckungen in der Kurzwellenausbreitung

Da 1947 ein Jahr maximaler Sonnenaktivität war und die Ionosphäre sehr empfindlich darauf reagierte, wurden zahlreiche neue Erscheinungen in den Registrierungen entdeckt.

Unmittelbar nach einer Sonneneruption sinkt die zu empfangende Feldstärke eines Kurzwellensenders abrupt fast auf null. (Eine Sonneneruption ist eine gewaltige Explosion auf der Sonne, bei der die Sonne große Mengen von Sonnenmaterie in den Weltraum schleudert. Als „Mündungsfeuer“ dieser Explosion strahlt die Sonne UV- und Röntgenstrahlung ab.) Diese Strahlung breitet sich mit Lichtgeschwindigkeit aus und wenn sie in die Richtung der Erde zielt, trifft sie nach wenigen Minuten die Erdatmosphäre und ionisiert die Ionosphäre in einer Höhe, die von den Kurzwellen durchquert werden muss (ca. 120 km) und dämpft dabei diese Kurzwellen, bis zur vollständigen Absorption. Das war schon länger bekannt als Mögels-Dellinger-Effekt, er kann eine halbe bis zu zwei Stunden dauern. Aber dass ein gleicher Effekt auch im Langwellenbereich auftritt, war neu, diese zusätzliche solare Strahlung musste also auch bis in die untersten Schichten der Ionosphäre vordringen, d. h. bis in den Bereich zwischen 80 km und 90 km Höhe.

Die solare Materiewolke der Sonneneruption braucht etwas mehr Zeit, ehe sie bis zur Erdbahn kommt. Aber nach ein oder zwei Tagen trifft sie auch hier ein. Da diese Materie elektrisch geladen ist, wird sie vom erdmagnetischen Feld zu den magnetischen Polen der Erde abgelenkt und kann dort bis in die dichtere Erdatmosphäre vordringen. Dadurch werden weitere Effekte ausgelöst, der schönste ist das Polarlicht. Die beiden unangenehmsten sind, dass das Erdmagnetfeld stark gestört wird, man spricht von einem erdmagnetischen Sturm, mit all den gefährlichen Folgen für die Navigation mit Magnetkompassen und Überspannung auf Überlandleitungen und dass die Kurzwellenausbreitung über den Pol zum Erliegen kommen kann (engl.: polar black out). Neu – aber erwartet – war, dass diese mit einem magnetischen Sturm zusammenhängende übernormale Kurzwellenabsorption auch bei der Langwellenausbreitung auftritt.

### 6.3.1 Nachwirkungseffekt

Einen Effekt fanden Lauter und Sprenger, der völlig unerklärlich schien. Einige Tage nach dem magnetischen Sturm, als das Magnetfeld längst wieder ruhig und die Langwellenausbreitung normal war, erlosch regelrecht die über die Ionosphäre eintreffende abendliche und nächtliche Feldstärke von Langwellensendern für mehrere Tage, ohne dass das Erdmagnetfeld gestört war.

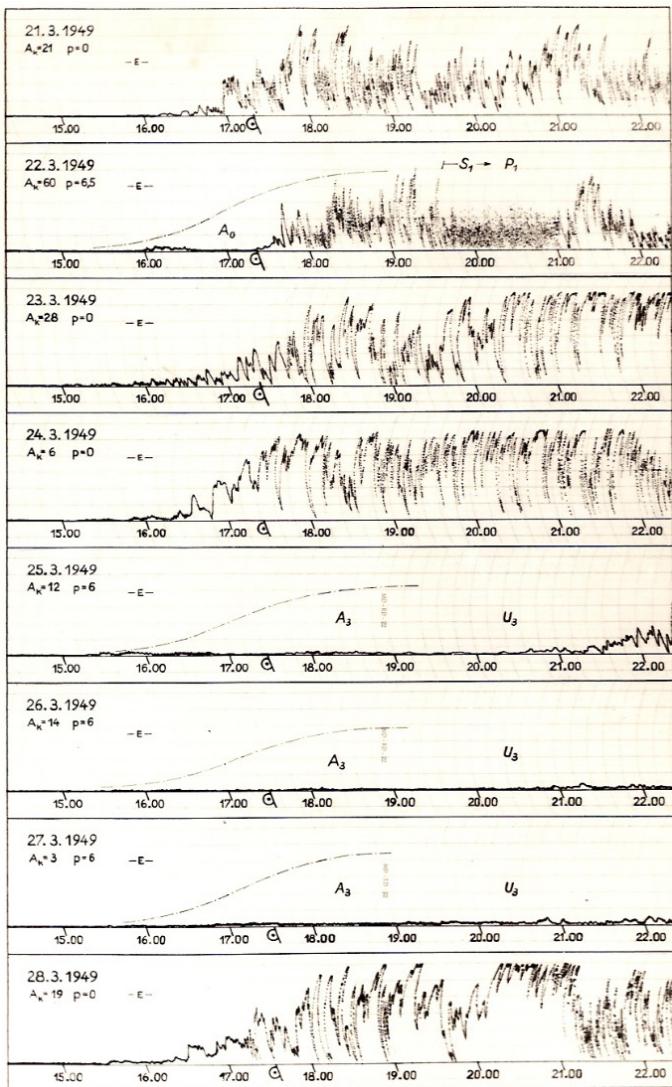


Bild 23 Nachwirkungseffekt

Diese, „Nachwirkungseffekt“ genannte, Erscheinung konnte bis zu 15 Tagen andauern. Im Bild 23 sind die abendlichen Raumwellen-Feldstärke-Registrierungen des dänischen Langwellensenders Kalundborg (245 kHz) von 8 aufeinanderfolgenden Tagen im März 1949 gezeigt. Die erste Registrierung (21.03.1949) ist normal. Am 22. März setzt ein starker magnetischer Sturm ein, der die Funkwellenamplitude stark dämpft und die für magnetische Störungen charakteristischen sehr schnellen Amplituden-Schwankungen verursacht. Ab dem 23. März ist die magnetische Störung beendet und, wie zu erwarten, sind die Registrierungen wieder ganz normal. Ab dem 25. März ist plötzlich für 3 Tage die Raumwellen-Feldstärke vollständig absorbiert, obwohl das Erdmagnetfeld völlig ruhig ist, erst danach ist die Registrierung wieder normal. Lauter und Sprenger vermuteten, dass diese Erscheinung auf ein verspätetes Einfallen der hochenergetischen solaren Teilchen, eine Art stille Entladung, die das Magnetfeld nicht stört, zurückzuführen sein könnte.

Es sollten noch 10 Jahre vergehen, ehe mit Hilfe künstlicher Erdsatelliten nachgewiesen werden konnte, dass sie mit ihrer Vermutung gar nicht so weit von der Wahrheit entfernt waren.

1950 kam eine weitere Messmethode der Funkwellenausbreitung hinzu: Der Empfang von Gewitterblitz-Impulsen. Jeder kennt die „Atmospherics“ genannten störenden Knackgeräusche im Radio bei einem Nahgewitter. Lauter und seine Techniker trieben die Empfindlichkeit der Empfangsanlagen so hoch, dass die Atmospherics im Längstwellenbereich bei 25 kHz aus den Hauptgewitterzentren der Welt, Südafrika und Südamerika, empfangen werden konnten. Die Bedeutung dieser Messung liegt darin, dass bei so großen Entfernungen der Raum zwischen Ionosphäre und Erdoberfläche als ein relativ dünner Wellenleiter angesehen werden kann, dessen „Wand-Abstand“ Aussagen über die atmosphärischen Bedingungen ermöglichen sollte. Außerdem war über die Atmospherics als eine der Einschränkungen der Verständigung über Funkkanäle, nur wenig bekannt.

Zur gleichen Zeit führte die Warnemünder Warnow-Werft das elektrische Schweißen ein. In zunehmendem Maße wurden dadurch die hochempfindlichen Funkwellen-Ausbreitungsmessungen gestört, ja unmöglich gemacht, bis schließlich beschlossen wurde, die Abteilung Ionosphärenforschung in ein, elektro-magnetisch gesehen, reines Gebiet umzusiedeln. 1951 wurden Probemessungen im weiten Umkreis um Warnemünde durchgeführt. Schließlich wurde man in Kühlungsborn fündig. In der Kühlung südlich von Kühlungsborn fand man ein solches ruhiges Gebiet und außerdem wurde hier durch den Gastwirt Prüter die Gaststätte „Steineiche“ in der Schlossstr. 4 zum Kauf angeboten. (Bild 24)



Bild 24 Restaurant „Steineiche“, Schlossstr. 4 in Kühlungsborn, seit 7. Mai 1951 Observatorium Kühlungsborn, ab 1957 Observatorium für Ionosphärenforschung Kühlungsborn (OIF).

## 7 Observatorium Kühlungsborn

### 7.1 Umzug nach Kühlungsborn

Als feststand, dass die Abteilung „Ionosphärenforschung“ umziehen sollte, ging alles sehr schnell. Die Proberegistrierungen liefen dort ja schon seit geraumer Zeit, die restlichen Geräte wurden nach Kühlungsborn gebracht, die mitkommenden 14 Kollegen mussten umziehen und brauchten in Kühlungsborn Wohnraum. Am 7. Mai 1951 wurde das Gebäude mit allem Inventar zunächst angemietet. „*Im Falle der Eignung wird der Meteorologische Dienst den Kauf des Grundstücks für das Jahr 1952 einplanen*“ so heißt es im Mietvertrag. Der zuständige Bauingenieur hielt aber noch erhebliche Investitionen für nötig, denn „*das Grundstück muss jedoch mit einer eigenen Brunnenanlage und einer Kläranlage erschlossen werden... Das nur zeitweise vorhandene Wasser ist Regenwasser, welches in einer Zisterne und einem Bassin gesammelt wird. Die Aborte sind nicht mit Wasserspülung, sondern mit Eimern ausgerüstet... In dem jetzigen Laborraum steht der Heizkessel. Dieser Kessel soll in den Keller eingebaut werden. Im Zusammenhang damit wird ein zusätzlicher Kellerraum für Brennstoff notwendig*“. Die Trinkwasserversorgung wurde schließlich von dem Brunnen der benachbarten Villa eines ehemaligen Ziegeleibesitzers gesichert, in dem sich zu dem Zeitpunkt ein Kinderheim befand. Damit war die Liste der notwendigen Investitionen noch nicht abgeschlossen, aber es gelang, den Meteorologischen Dienst von diesem Aufwand zu überzeugen, außerdem verliefen alle Probemessungen erfolgreich, so dass schließlich am 27. Juni 1952 Grundstück und Gebäude der Gaststätte „Steineiche“ gekauft wurden.

Die Messgeräte stehen zunächst auf den Restauranttischen (Bild 25). Später baute Tischlermeister Walter Ohrt spezielle Tische für die geplanten Registrierungen (Empfänger mit Peilantenne und Punktschreiber),

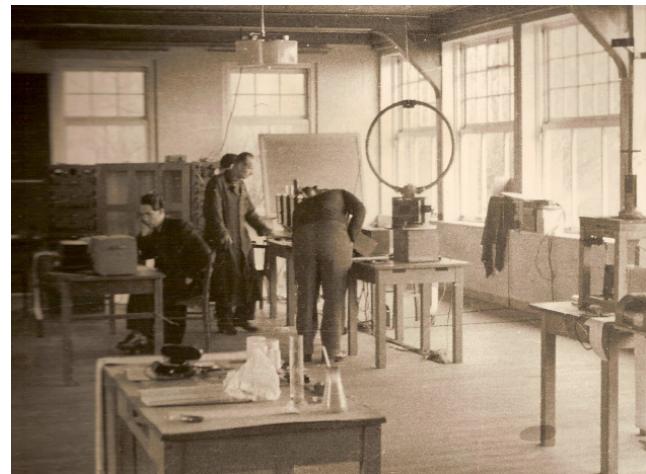


Bild 25 Mai 1951, Probemessungen im Mess-Saal, dem ehemaligen Tanzsaal des Restaurants



Bild 26 Mess-Saal (etwa 1954)



Bild 27 Sprenger (links) und Falckenberg im Gemüsegarten

Beitrag zur Ergänzung der sehr schmalen Lebensmittelkarten-Rationen. (Bild 27)

In Kühlungsborn leitete Prof. Falckenberg weiterhin seine Abteilung Strahlungsforschung, während Dr. Lauter die Leitung des Observatoriums Kühlungsborn insgesamt übernahm, Dipl.-Ing. Sprenger wurde sein Stellvertreter. Falckenberg erhielt Unterstützung für seine „Sondergruppe für spezielle Forschungsaufgaben“, die die Strahlungsmessungen vom Flugzeug aus vorbereiten sollte. Für die Aufgabe scheint der Elektromechaniker Dietrich Meyenburg, der 1941 in den Dornier Werken in Wismar ausgebildet wurde und in den Heinkelwerken seine Abschlussprüfung absolvierte, der Richtige zu sein. Er kam auch gerade aus der Gefangenschaft. Für das Observatorium war er wieder ein Glücksgriff, er ist Funkamateuer und wurde bald mit komplizierten elektronischen Aufgaben betraut. 1973 stellte er, der Autodidakt, sein Können unter Beweis und legte die Ingenieurprüfung als Externer an der Ingenieurschule in Berlin-Lichtenberg ab. Wie weiter oben schon gesagt, kam die Wiederholung der 1941 durchgeführten Flugzeugmessungen leider nicht mehr zustande.



Bild 28 Falckenbergstraße in Rostock

für die anderen Registrierungen baute die Institutswerkstatt unter der Leitung von Meister Kraeske, ab 1957 von Feinmechanikermeister Wolfgang Probst, Stahlgestelle mit glatten Frontplatten, die Kabel wurden unsichtbar verlegt.

Innerhalb der „Steineiche“ mussten die Elektrotechniker Richard Steinert und Helmut Bull, nach 1956 auch der Fernmeldehandwerker Bernhard Meyer, hunderte Meter Kabel ziehen zur Stromversorgung der Messgeräte, von den Antennen zu den Empfängern und von dort zu den Registriergeräten, zum Anschluss einer Telefonanlage und eines Fernschreibers. Ein 12 m hoher Holzturm und mehrere Holzmasten wurden errichtet, um die zahlreichen erforderlichen Antennen aufzunehmen. So nach und nach kam alles in Gang und der ehemalige Tanzsaal präsentierte sich als ganz ansehnlicher Mess-Saal (Bild 26).

Das Gelände hinter dem Observatorium war in kleine Gärten für die Mitarbeiter aufgeteilt. Das war in der Nachkriegszeit ein willkommener

Prof. Falckenberg führte seine Strahlungsmessungen weiter bis zu seiner Emeritierung 1953. Seine Leistung wurde durch eine ausführliche Laudatio in der Zeitschrift für Meteorologie gewürdigt. Diesen Artikel hatte der bekannte Potsdamer Meteorologe Dr. Hans Hinzpeter<sup>2</sup> [Hinzpeter, 1953] verfasst. Prof. Falckenberg starb am 17. Juli 1963. Die Stadt Rostock hat diesem verdienstvollen Wissenschaftler eine Straße gewidmet (Bild 28), sie durchquert den Seehase-Ring, der nördlich der Tychsenstraße liegt.

<sup>2</sup> Dr. Hinzpeter kam genau 38 Jahre später wieder persönlich an die Wirkungsstätte von Falckenberg, um dort im fachlichen Evaluierungsgremium entscheidende Weichen für die Zukunft zu stellen.

Im Observatorium Kühlungsborn hat es Prof. Lauter zur Tradition werden lassen, dass allmonatlich die Registrierungen einschließlich der Wetterelemente von allen Wissenschaftlern gemeinsam begutachtet werden. Durch diese Zusammenschau aller Registrierungen eines Monats konnten viele bisher noch unbekannte Zusammenhänge zwischen geophysikalischen Ereignissen wie z. B. Sonneneruptionen und ihre Folgen mit den unterschiedlichen Erscheinungen in den verschiedenen Registrierungen entdeckt werden.

Es stellt sich aber bald heraus, dass sich Falckenbergs Hoffnungen, aus der Funkwellenausbreitung könnte man wetterwirksames Verhalten der Atmosphäre ablesen, nicht so einfach verwirklichen lassen. Zunächst stellte die Funkwellenausbreitung selbst noch mehr Fragen als sie beantwortete und damit wurde klar, die Funkwellenausbreitung selbst musste zunächst noch erforscht werden, ehe man möglicherweise meteorologische Parameter aus ihr bestimmen konnte.

## 7.2 UKW-Ausbreitung

Der Messbereich wurde noch einmal weiter ausgedehnt. Der Ultrakurzwellenbereich (UKW) wurde in das zu untersuchende Funkwellenspektrum mit aufgenommen. Im Oktober 1952 kam der Diplom-Meteorologe Ludwig Klinker an das Observatorium und übernahm den UKW-Arbeitsbereich. Die von ihm erforschte UKW-Ausbreitung zeigte interessante Effekte im Zusammenhang mit meteorologischen, thermischen und dynamischen Erscheinungen (Promotion: Universität Leipzig, Klinker, 1954; Klinker, 1964). Aber weniger die Meteorologen interessierten sich dafür, als vielmehr die Rundfunkversorger. Sie hatten damals möglichst schnell die Bevölkerung mit sicherem UKW-Empfang zu versorgen. Bereits 1955 wurde zwischen der Abteilung Entwicklung und Forschung des Ministeriums für Post- und Fernmeldewesens der DDR (MPF) und dem Observatorium eine enge Zusammenarbeit vereinbart. Auf einem internationalen Seminar für UKW-Ausbreitung, das durch das Observatorium für Ionosphärenforschung (OIF) in Kühlungsborn 1956 ausgerichtet wurde, kam eine ähnliche enge Zusammenarbeit mit Kollegen aus der Tschechoslowakischen Republik zustande. Schriftliche Anfragen aus Amerika und Frankreich zu den Ergebnissen von Dr. Klinker zeigten, dass diese Länder an der gleichen Aufgabe der UKW-Versorgung der Rundfunkhörer arbeiteten. Die wissenschaftlichen Ergebnisse von Dr. Klinker wurden schließlich in ein Lehrbuch zur UKW-Ausbreitung durch den tschechoslowakischen Autor Dr. Petr Beckmann [Beckmann, 1963] mit aufgenommen. Mindestens ein Ergebnis allerdings haben die Meteorologen aufgegriffen, die Erkenntnis des Einflusses von Niederschlag auf die UKW-Ausbreitung, sie wird heute in Radaranlagen zur Ortung von Niederschlagsgebieten genutzt – und Sie nutzen es sicher häufiger, wenn Sie aus den Wetterinformationen auf Ihrem Smartphone oder Computer wissen wollen, wann und wo es heute regnet oder regnen wird.



Bild 29 Monatliche Auswertung der Registrierungen, von links: Lauter, Klinker, Bartels (stehend), Sprenger

## 7.3 Die 33-MHz-Radaranlage sieht Polarlicht, Meteore und sporadische E-Schicht

Für alle Geophysiker der Erde gab die Vorbereitung auf das Internationale Geophysikalische Jahr (IGJ) und schließlich seine Durchführung in den Jahren 1957 und 1958 einen großen Antrieb. Zu dieser Zeit wurde die Villa neben dem bisherigen Observatoriumsgebäude, das bereits zu eng geworden war,

durch die Auflösung des Kinderheims frei und konnte 1956 vom Meteorologischen Dienst der DDR erworben werden. Hier zogen jetzt die Institutsleitung ein, der Leiter des Observatoriums, Dr. Ernst-August Lauter, und sein Stellvertreter, Dipl.-Ing. Klaus Sprenger, zusammen mit der Verwaltung, die damals und für lange Zeit nur aus zwei Personen bestand, aus dem Verwaltungsleiter Fritz Dudek und einer Sachbearbeiterin, Dorothea Krey. Im Dachgeschoss wurde die Bibliothek untergebracht und im Keller wurden außer der Zentralheizung das Materiallager und das Fotolabor eingerichtet. Das Fotolabor war unentbehrlich zur Entwicklung der Filme fotografisch erfasster Messwerte und um aus ausgeliehenen wissenschaftlichen Büchern und Zeitschriften, die uns nur leihweise zur Verfügung standen, wichtige Artikel zu kopieren und um für Vorträge der Wissenschaftler auf wissenschaftlichen Tagungen die Diapositive herzustellen. In zwei Räume der untersten Etage zog das elektronische Labor ein. Jetzt war Raum, um neue Messverfahren zu entwickeln und zu installieren.

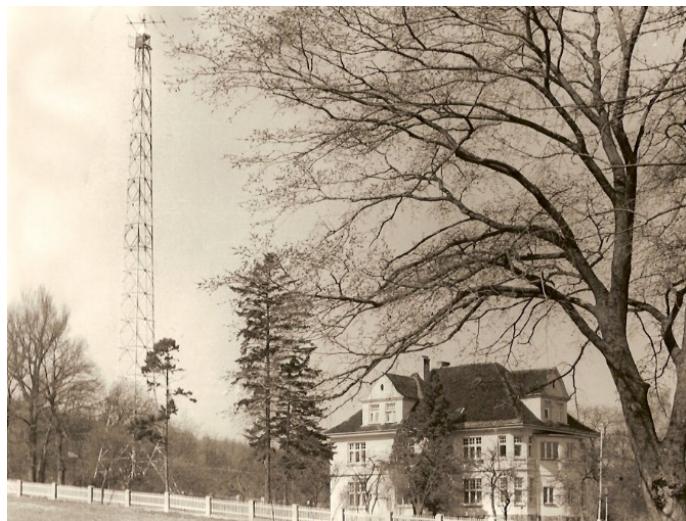


Bild 30 Der 50 m hohe Antennenturm der 33-MHz-Radar anlage

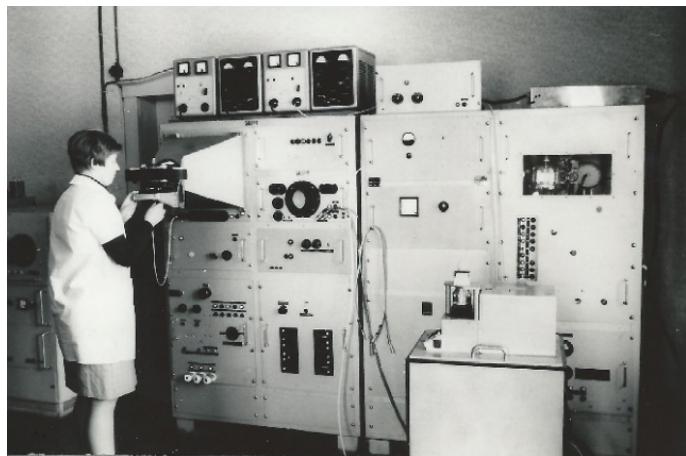


Bild 31 33-MHz-Radarsender (rechts) und -empfänger (links); Karin Möller beim Wechsel des 50 m langen Registrierfilms

spiel von Einfallsrichtung der energetischen Materie, dem Erdmagnetfeld und dem Radarstrahl. Aus diesen lassen sich wichtige Hinweise über die einfallende Materie und die Atmosphäre am Ort der Wechselwirkung ableiten. Die Radar anlage kann auch im Bereich der tagsüber existierenden E-Schicht der Ionosphäre eine sporadisch auftretende Ionisation (sporadische E-Schicht) erkennen, die die Funkwellenausbreitung beeinträchtigt. Die Ursachen sind noch weitgehend unbekannt, aber durch die regelmäßige Überwachung konnte die statistische Häufigkeit dieser Erscheinung ermittelt werden.

Das von außen deutlichste, sichtbare neue Messverfahren war die Errichtung einer 33-MHz-Radar anlage zur Ortung von Polarlichtern und Meteorspuren. Die rotierende Yagi-Antenne (2 Umdrehungen pro Minute) wurde hinter der Villa auf einem 50 m hohen Stahlgittermast montiert, der im Sommer 1957 erbaut und für mehr als drei Jahrzehnte ein Wahrzeichen für Kühlungsborn war (Bild 30). Peter Glöde, der gerade seine Prüfung zum Diplomphysiker mit der Entwicklung einer Anlage zur Erfassung des atmosphärischen Funkstörpegels (Atmospherics) abgelegt hatte (Glöde, 1957), übernahm die neue Anlage. Mit ihr konnte die Ionisation der Luft geortet werden, die durch die solare hochenergetische Partikelstrahlung bzw. durch die mit hoher Geschwindigkeit in die Erdatmosphäre eindringenden Meteore erzeugt wurde. Die Lage dieser Ionisationsspuren kann in 500 km bis 1000 km vom Beobachtungsort entfernt lokalisiert werden. Das Radarbild, das bei jeder Antennenumdrehung fotografisch festgehalten wurde (Bild 31), ergibt sich aus einem recht komplizierten Zusammen-



Bild 32 Bildschirm-Bild eines Polarlichts des 33-MHz-Senders, Ringabstand: 500 km (4.9.1958, 16:41 UT)

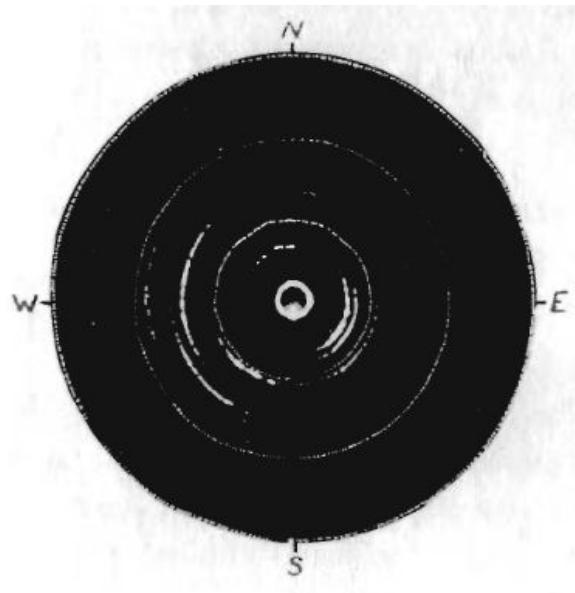


Bild 33 In 30 Sekunden 8 Meteorospuren! (16.11.1965, Meteorstrom: Leoniden)

In Bild 32 ist das Radarecho von freien Elektronen zu sehen, die von der solaren hochenergetischen Partikelstrahlung aus den Luftmolekülen herausgeschlagen sind; die Luft wird dadurch zum Leuchten, zu sehen als Polarlicht, angeregt. Im Bild 33 ist eine Radaraufnahme von Meteoren zu sehen. Die Aufnahme erfolgte während des Durchgangs der Erde durch den Meteorstrom der Leoniden (6. – 30. November)

und erfasste innerhalb von 30 Sekunden 8 Meteor. Der Tagesgang der Meteorhäufigkeit (Bild 34) erklärt sich dadurch, dass sich die Erde mit der Vormittagsseite bei ihrer Bahn um die Sonne nach vorn bewegt und dabei mehr Meteor aufsammelt als am Nachmittag auf ihrer Rückseite.

Den Kühlungsbornern ist diese Radaranlage in nicht so guter Erinnerung: Immer wenn der Radarstrahl in normalerweise stündlich 10-minütigem Betrieb, manchmal aber auch in 24-stündigem Dauerbetrieb über Kühlungsborn strich (zweimal pro Minute!), war der Fernsehempfang gestört. Es hagelte Beschwerden. Die Post forderte Verbesserungen am Sender und bis dahin eine Sendepause in der Hauptfernsehzeit von 20:00 Uhr bis 22:00 Uhr. Dietrich Meyenburg verbesserte den Sender, indem er die störenden Frequenzen herausfilterte. Danach durfte die Sendepause beendet werden und die Anlage ganztägig laufen.

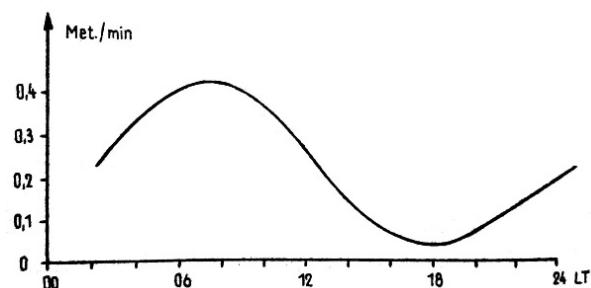


Bild 34 Tagesgang der Meteorhäufigkeit

## 7.4 Die Ära künstlicher Erdsatelliten beginnt: 4. Oktober 1957

### 7.4.1 Schüler beobachten den Sputnik

Am 4. Oktober 1957 eröffnete die Sowjetunion (SU) mit dem Start des Sputnik 1 die Satelliten-Ära. Sowohl die SU als auch die USA hatten erklärt, im IGJ künstliche Erdsatelliten starten zu wollen. Alle erwarteten den ersten Start nicht vor Mitte 1958, die westliche Welt schon gar nicht, dass die SU den ersten Satelliten starten würde. So war dieses Ereignis – obwohl angekündigt – für alle eine große Überraschung.

Dr. Lauter, 1957 zum Professor für Atmosphärenphysik an der Universität Rostock berufen [online: cpr 2], hatte schon lange vorher seine Wissenschaftler aufgefordert, sich Experimente zu überlegen, die von Raketen oder Satelliten aus durchgeführt werden können, denn eines Tages würden wir bestimmt von der SU eingeladen, uns an Experimenten vom Kosmos aus zu beteiligen. Eine Bitte kam tatsächlich bald an verschiedene wissenschaftliche Einrichtungen, aber auch an Schulen in den sozialistischen Ländern, nämlich die Bahn von Sputnik 2 (Start: 03.11.1957) und später von Sputnik 3



Bild 35 Optische Sputnikbeobachtung

(Start: 15.05.1958) optisch zu verfolgen und auszumessen. Erste Beobachtungen zeigten, dass die Abbremsung der Satelliten stärker war als erwartet, d. h. die Luftdichte im Perigäum (Punkt größter Erdnähe, ca. 200 km bis 300 km) war größer als man bisher vermutete. Etwa zehn Fernrohre vom Typ AT-1 wurden gleich mitgeliefert, bei denen man mit geneigtem Kopf über einen Spiegel nach oben sehen konnte (Bild 35).

Den Sputnik kann man am dunklen aber sternklaren Himmel deutlich als helles Pünktchen erkennen, sofern er von der Sonne beschienen wird. Der Durchgang des Sputniks durch das Fadenkreuz im Fernrohr musste durch Knopfdruck einer Zeitzeichenanlage gemeldet werden, und danach mussten der Durchgang der hellsten Sterne und die Lage der Sterne selbst auf ein Blatt Papier übertragen werden, auf dem genauso ein Fadenkreuz wie im Fernrohr vorgedruckt war. Für diese personalintensive Aufgabe organisierte Dr. Sprenger über den Chemielehrer Bodo Michels und den Physiklehrer Günther Boeldt interessierte Schüler aus der Goethe-Oberschule in Kühlungsborn. Diese Schüler kamen fast zwei Jahre lang Nacht für Nacht, mit dem Fahrrad in das „Obs“, um die Beobachtung durchzuführen (Bild 35). Geregnet oder geschneit hat es nie, aber kalt war es immer. Für diese beachtliche Leistung sollen hier alle genannt werden, es waren: Stefanie Dahmen, Brigitte Dubiel, Dieter Felske, Karin Garber, Wolfgang Gloede, Peter Janus, Jürgen Keil, Herbert Knechtel, Manfred Knorr, Helga Kröger, Ernst Löbel, Jürgen Lucka, Regina Lüders, Kurt Radde, Peter Steußloff und Winfried Waack. Während die Schüler und die beiden Lehrer nach der Beobachtung dem heimatlichen Bett zustrebten, musste der WvD (Wissenschaftler vom Dienst) die mit den Fernrohren erfassten Azimut- und Höhenwinkel in Himmelskoordinaten umrechnen, auf Lochstreifen übertragen und dann über das Fernschreibnetz des Meteorologischen Dienstes an den Astronomischen Rat der UdSSR senden. Etwa 2 Stunden nach der Beobachtung waren die Ergebnisse dort.

Einer der Schüler, Dieter Felske, kam nicht aus Kühlungsborn, sondern aus dem noch einmal 5 km weiter entfernten Kägendorf. Er fand an der Arbeit im Observatorium so viel Gefallen, dass er nach seinem Abitur an der Universität in Rostock Physik studierte.

Übrigens, damals hatten die wenigsten Familien ein Telefon. Die Schüler wurden deshalb über einen oben am Turm befestigten rot leuchtenden Scheinwerfer informiert, dass in dieser Nacht die Sputnikbeobachtung günstig sein würde. Sie mussten also von ihrem Zuhause aus oder einem günstigen Platz zum „Obs“ schauen, ob sie losradeln mussten oder sich zur Ruhe legen können.

#### 7.4.2 Ein Funksender außerhalb der Ionosphäre

Der Theoretiker Dr. Karl-Heinz Schmelovsky, der im Dezember 1957 gerade mit Problemen der Funkwellenausbreitung an der Universität Rostock promoviert hatte (Schmelovsky, 1957), wandte sich umgehend der interessanten Tatsache zu, dass erstmalig ein Funksender außerhalb der Ionosphäre stationiert war und von dort Funksignale von 20 MHz und 40 MHz auf die Erde sandte. Bisher konnte die Ionosphäre von der Erde aus prinzipiell nur bis zu dem Maximum der Elektronendichte (ca.  $10^6$  Elektronen/cm<sup>3</sup>) in etwa 250 km bis 300 km Höhe beobachtet werden. Dr. Schmelovsky nutzte ein Verfahren, bei dem bereits die Funksignale allein, nicht die in ihnen verschlüsselten Messwerte, ausreichten, um die Kenntnis der Ionosphäre nach oben hin zu erweitern. Linear polarisierte elektromagnetische Wellen erfahren bei ihrer Ausbreitung durch ein Magnetfeld eine Drehung. Bei feststehender Empfangsantenne wird dadurch je nach Lage der Schwingungsebene der Welle abwechselnd ein starkes und schwaches Signal in der Antenne erzeugt. Diese Amplitudenschwankungen (Fading) werden nach Faraday benannt, der 1845 diese Erscheinung an Lichtwellen entdeckte. Die senkrechten Striche im Bild 36 (Oszillographen-Bildausschnitt) sind die einzelnen Impulse, die Sputnik 3 aussandte.

Bei jedem Überflug konnten zunächst ca. 10 Minuten lang Signale empfangen werden. Auf Vorschlag von Dr. Schmelovsky erhöhten die Ingenieure Dietrich Meyenburg und Horst Bardey die Empfängerempfindlichkeit, indem sie die Empfängerbandbreite auf unter 100 Hz senkten. Horst Bardey erreichte, dass Frequenzänderungen durch den Dopplereffekt des bewegten Satelliten (ca.  $\pm 400$  Hz), vom Empfänger automatisch kontinuierlich nachgestellt wurden, so dass der Empfänger immer im Maximum seiner Empfindlichkeitskurve blieb (Bild 37). Die Werkstatt unter Wolfgang Probst baute mit einer ausgemusterten Flak-Lafette eine automatisch nachgeführte Antenne (Bild 38). So konnten dann bis zu 20 Minuten eines jeden Durchgangs auswertbare Signale empfangen werden.

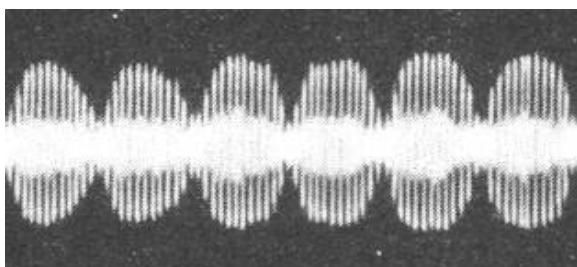


Bild 36 Faraday-Fading auf 40 MHz (Ausschnitt ca. 20 sec.)

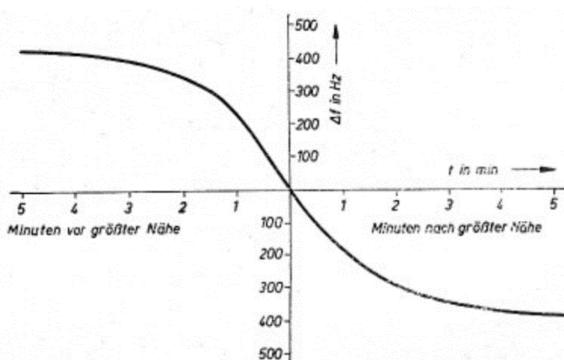


Bild 37 Der Dopplereffekt ändert die Empfangsfrequenz innerhalb von 10 Minuten um + 400 Hz bei Annäherung des Satelliten und bis - 400 Hz bei Entfernung.

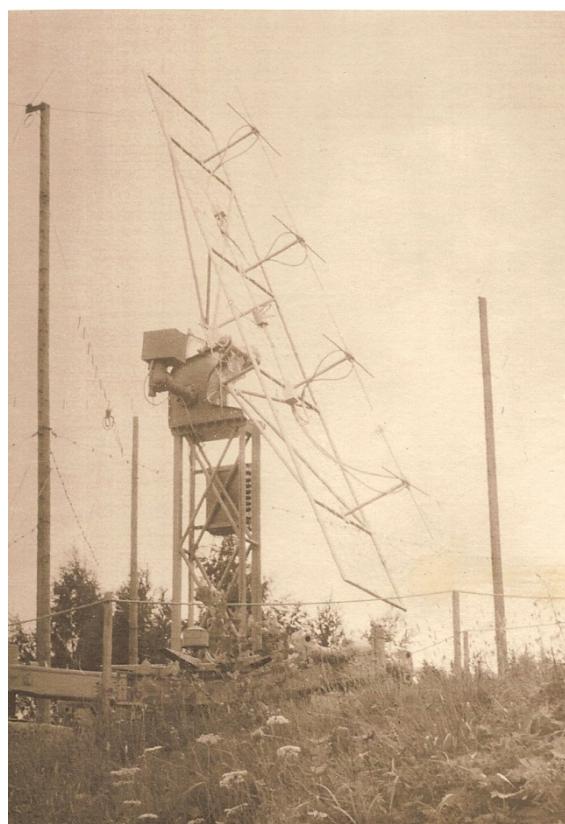


Bild 38 Empfangsantenne auf einer Flak-Lafette

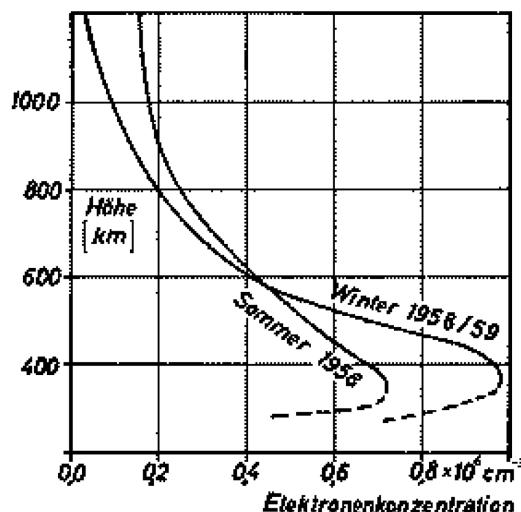


Bild 39 Elektronendichte-Höhenprofil oberhalb des F-Schicht-Maximums für Sommer und Winter (Schmelovsky, 1961 a)

Aus diesen Messungen konnte erstmalig mit Hilfe der von Dr. Schmelovsky entwickelten komplexen mathematischen Modelle die Höhenabhängigkeit der Elektronendichte oberhalb des Ionosphärenmaximums bestimmt werden (Bild 39). Die Kenntnis dieses Verlaufs ist die Voraussetzung für eine exakte Signalübertragung vom Satelliten zur Erde und umgekehrt, insbesondere auch für die Kommunikation mit bemannten Raumstationen. Die Leitung der Satelliten-Arbeitsgruppe übernahm Dr. Klinker, nach Abschluss der Arbeiten zur UKW-Ausbreitung. Später kamen Dr. Gerd Cumme von der Universität Rostock dazu und 1958 stellte Prof. Lauter den jungen Physiklehrer Robert Knuth ein, der lieber in der Forschung arbeiten wollte, sein Arbeitsgebiet wurde die Auswertung der Sputnik-3-Messungen.

#### 7.4.3 Sputnik 3 – Datenübermittlung nur im Überflug

Sputnik 3 hatte Messinstrumente an Bord, die die hochenergetische Partikelstrahlung im erdnahen interplanetaren Raum messen sollten. Doch es gab ein Problem: Gleich zu Anfang der Messungen war das Datenspeicher-Tonbandgerät an Bord ausgefallen (Start 15.05.1958) und so war es nicht möglich, abgespeicherte erdumfassende Messungen zu erhalten. Es standen nur die jeweiligen Überflug-Messungen zur Verfügung, die der Satellit ständig zur Erde sendete und die lagen in Kühlungsborn dank der Faraday-Fading-Messungen vor – mehr als 100 km Tonband! Die Information der Messungen steckte in der Dauer der einzelnen Impulse (Impulslängen-Codierung). Wie sich später herausstellte, gab es weltweit offenbar nur einen Wissenschaftler, der sich die Mühe gemacht hatte, aus den Überflug-Messungen die Impulslängenänderungen auszuwerten und das war Robert Knuth. Er wertete über 400 Satellitendurchgänge aus, die im Zeitraum von Mai bis August 1958 aufgenommen wurden.

Mit Hilfe des Satelliten Explorer 1 (Start 31.01.1958) entdeckte der Amerikaner van Allen einen Strahlungsgürtel, eine vom Erdmagnetfeld eingefangene Ansammlung hochenergetischer Partikel aus dem Sonnenwind bzw. aus Partikeln solarer Eruptionen. Die Partikel bewegen sich mit hoher Geschwindigkeit auf Spiralbahnen längs der magnetischen Kraftlinien zwischen Nord- und Südhälbkugel der Erde ständig hin und her und können normalerweise nicht entweichen, man spricht regelrecht von einer „magnetischen Falle“. Sie liegt wie ein Gürtel um den Äquator und erreicht dort eine Höhe von etwa 6000 km. Dieser Gürtel ist im Querschnitt leicht bananenförmig, d. h. die „Hörner“, wegen der Hin- und Her-Bewegung der Partikel auch „Spiegelpunkte“ genannt, ragen in höheren geomagnetischen Breiten in tiefere Luftsichten. Dieser Gürtel ist nach seinem Entdecker „Van-Allen-Gürtel“ benannt worden. Er besteht im Wesentlichen aus Protonen. Durch den Fehlstart der amerikanischen Mondsonde Pioneer 3 (06.12.1958), bei der beim Start die Messgeräte schon eingeschaltet waren, wurden in großen Höhen hochenergetische Strahlungskonzentrationen gemessen, die aber weit außerhalb des bisher bekannten Strahlungsgürtels lagen. Sollte es einen zweiten, einen äußeren Strahlungsgürtel geben? Van Allen entwickelte gezielt weitere Satellitenstarts, um diese Frage zu beantworten. Und tatsächlich, mit den Satelliten Explorer 3 (26.03.1958) und Explorer 7 (13.10.1959) wurde hochenergetische Partikelstrahlung gemessen, die zu einem weiteren, höher liegenden Strahlungsgürtel gehören mussten, der über dem Äquator Höhen von 16 000 km bis 58 000 km erreicht [Van Allen, 1960].

Robert Knuth beschreibt 1962 und in seiner Dissertation 1965 aus den Messungen von Sputnik 3 in 57° geomagnetischer Breite in ca. 900 km Höhe einen starken Anstieg der Intensität hochenergetischer Partikelstrahlung (Bild 40), die zu den nördlichen Spiegelpunkten eines Strahlungsgürtels gehören würde, dessen Höhe über dem Äquator 19 000 km erreichen müsste, womit die Existenz eines äußeren Strahlungsgürtels unterstützt wird (Knuth, 1962; Knuth, 1965), er besteht vorwiegend aus solaren Elektronen. Dank der geeigneten geographischen Lage Kühlungsborns kann er die Lage des nördlichen Spiegelpunktes gut erfassen, er reicht am tiefsten in die Erdatmosphäre (ca. 900 km) bei 57°N bis 60°N.

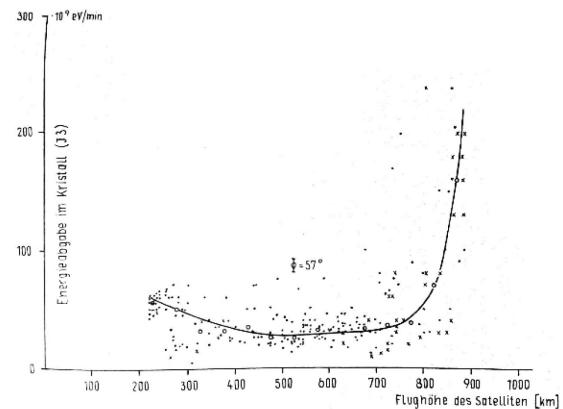


Bild 40 Messungen von Sputnik 3: Energiedichte der hochenergetischen Partikelstrahlung in der Nähe der Spiegelpunkte (800 km – 900 km Höhe) des äußeren Strahlungsgürtels (Knuth, 1965)

#### 7.4.4 Nachwirkungseffekt geklärt

Mit Hilfe seiner eigenen Auswertungen und der inzwischen hinzugekommenen amerikanischen Satellitenmessungen kann Knuth auch eine Erklärung des oben beschriebenen Nachwirkungseffektes liefern. Die zuerst von der Sonne ankommenden hochenergetischen Partikel sind gleichzeitig die energiereichsten, sie können vom Erdmagnetfeld zu den höheren magnetischen Breiten abgelenkt aber nicht festgehalten werden. Sie erzeugen den magnetischen Sturm und verstärken die Ionosphäre, die die Funkwellenausbreitung dämpft. Die weniger energiereichen Partikel, die etwas später eintreffen, werden zunächst in der „magnetischen Falle“ festgehalten, die Ionosphäre und das Erdmagnetfeld sind wieder ruhig. Je nach Größe der solaren Partikelwolke wird die „magnetische Falle“ aber übernormal aufgefüllt, das 30-fache kann erreicht werden. Diese Partikelmenge kann das ruhige Erdmagnetfeld nicht lange halten, die Partikel beginnen an den „Hörnern“ in die untere Ionosphäre „abzuregnen“, was bei völlig ruhigem Magnetfeld die beobachtete starke Funkwellenabsorption im Langwellenbereich in der Gegend der „Hörner“ über mehrere Tage bewirkt. So findet der 1949 entdeckte Nachwirkungseffekt 10 Jahre nach seiner Entdeckung eine Erklärung! Mit diesen Ergebnissen promovierte Robert Knuth 1965 zum Doktor der Naturwissenschaften an der Universität Rostock, (Knuth, 1965).

1964 kam Dieter Felske nach seinem Studium als Diplom-Physiker an das Observatorium zur Abteilung „Hohe Ionosphäre“ von Dr. Schmelovsky. Er beteiligte sich dort an der Erforschung der Struktur und Dynamik der hohen Ionosphäre. 1966 wurde Dr. Schmelovsky zum Professor der Universität Rostock berufen [online: cpr 3]. Im gleichen Jahr entwickelte er eine Anlage zum Empfang von Satelliten-Wetterbildern, die Wetterbild-Empfangsstation WES. Noch in der Phase der Probeaufnahmen zeigten sich die Potsdamer Meteorologen sehr interessiert an den Wetterbildern, die von den amerikanischen Satelliten ESSA 2 und Nimbus 2 aufgenommen wurden. Sie betonten, wie wertvoll es ist, dass man jetzt den Raum vom Kaspischen Meer bis zum Atlantik überschauen kann. Von dieser Anlage wird später mehr berichtet.

#### 7.4.5 Die Satellitenforschung geht nach Neustrelitz

Wie von Professor Lauter seinerzeit vorausgesagt, wurden die DDR und auch alle anderen sozialistischen Länder von der Sowjetunion aufgefordert, sich an der Forschung mit Raketen und Satelliten zu beteiligen. Das wurde in dem Regierungsabkommen Interkosmos 1967 fest vereinbart.

Darin geht es um die „*Beteiligung an der Erforschung und Nutzung des Weltraums mit Hilfe von künstlichen Erdsatelliten zu friedlichen Zwecken*“. Die Entwicklung der Satelliten-Empfangstechnik und die theoretische Bearbeitung der Satelliten-Messergebnisse nahmen jetzt rasante Ausmaße an, die sowohl den wissenschaftlichen, als auch den räumlichen Rahmen des Observatoriums zu sprengen drohten. 1968 fiel eine Entscheidung: Die gesamte Satellitenforschung wurde aus dem Observatorium Kühlungsborn ausgegliedert. Es ist aber interessant, wenigstens in groben Zügen zu verfolgen, wie sich das, was in Kühlungsborn seinen Anfang nahm, weiterentwickelte.

Dr. Knuth und Dr. Felske, der 1968 mit Problemen zum Empfang und der Auswertung von Satelliten-signalen an der Universität Rostock promoviert hatte (Felske,1968), gingen zusammen mit der Satelliten-Empfangsstation und einigen Technikern an das Observatorium Neustrelitz. Dieses Observatorium hatte sich bisher mit Radioastronomie befasst, jetzt wurde es unter der Leitung von Dr. Knuth zur Satellitenbodenstation der DDR entwickelt. Prof. Schmelovsky ging an das Heinrich-Hertz-Institut der Akademie der Wissenschaften nach Berlin und übernahm einen Bereich, der sich mit theoretischen und praktischen Fragen der Kosmosforschung befasste.

#### 7.4.6 Kosmosforschung in der DDR, zwei Vertreter bei der UNO

Prof. Lauter war 1964 zum Akademiemitglied berufen worden und war von 1968 bis 1972 Generalsekretär der Akademie der Wissenschaften, 1967 (bis 1975) wurde er Mitglied im Büro des Internationalen Raumforschungskomitee in Paris (COSPAR) und konnte so Einfluss auf die Kosmosforschung im internationalen aber auch im nationalen Rahmen nehmen. 1973 wurden die Kosmosforschung-Aktivitäten der DDR in einem eigens dafür gegründeten Institut für Elektronik (IE, ab 1981 Institut für Kosmosforschung, IKF) zusammengefasst. Der Direktor des IKF wurde der 1979 zum Professor ernannte Dr. Robert Knuth. Der führende Theoretiker blieb immer Prof. Schmelovsky. Für seine Leistungen auf dem Gebiet der Kosmosforschung wurde er 1970 zum Akademiemitglied berufen und erhielt 1976 den Nationalpreis. Neben den zahlreichen theoretischen und praktischen Entwicklungen zur Kosmosforschung nutzte er seine Erkenntnisse aber auch zur Entwicklung sehr praktischer wirtschaftlicher Dinge. Er hat 37 nationale und internationale Patente, die von Bestandteilen für das digitale Fernsehen bis zur digitalen Steuerung bei der Wasserzufuhr von Frischbeton reichen. Übrigens wenn Sie heute in Ihrem Auto auf die Genauigkeit Ihres GPS-Navigationsgerätes vertrauen, korrigiert das System die Ungenauigkeit, die der Satelliten-Funkstrahl durch die Ionosphäre erleidet, im Echtzeitbetrieb nach Algorithmen, deren Anfänge Prof. Schmelovsky damals schon in Kühlungsborn entwickelte.

Zwei der hier genannten Kühlungsborner vertraten die DDR an der UNO. Prof. Knuth war von 1979 bis 1990 Vertreter der DDR bei den jährlichen Tagungen des UN-Komitees für die friedliche Nutzung des Weltraums. Von 1974 bis 1977 war Dr. Felske Berater der DDR-Delegation im UN-Weltraumkomitee und daran anschließend vertrat er die DDR von 1978 bis 1981 im UN-Sekretariat in New York im Bereich Weltraumangelegenheiten. Dort hatte er u. a. die Aufgabe, in Entwicklungsländern die Satelliten-technologie für Fernerkundung und Telekommunikation zu erläutern und Hilfe bei ihrer Einführung zu geben. Als er 1981 zurückkam, übernahm er die Leitung der Satellitenbodenstation in Neustrelitz. 1982 wurde er zum Professor ernannt. Nach der Wende gründete er eine eigene Firma, die die Satellitenkommunikation in vielfältiger Weise anwendet.

## 8 Atmosphärenforschung in Kühlungsborn – weltweit

### 8.1 Die Atmosphäre und die Bezeichnungen ihrer Schichten

#### 8.1.1 Das Temperaturprofil

Eine wichtige Grundlage zur Bezeichnung der Atmosphärenschichten ist die Temperaturverteilung. Im Bild 41 sind die Höhenprofile der Temperatur in 55°N für Sommer und Winter eingezeichnet. Man erkennt zwei Temperaturminima, die Tropopause in ca. 10 km Höhe und die Mesopause in etwa 90 km bis 100 km und dazwischen ein Temperaturmaximum, die Stratopause in etwa 50 km. Die Atmosphärenschichten dazwischen heißen, von unten nach oben: Troposphäre, Stratosphäre, Mesosphäre und oberhalb 100 km Thermosphäre. An der rechten Skala kann man ablesen, wie der Luftdruck nach oben hin abnimmt. Der Höhenbereich von der Stratosphäre bis in die untere Thermosphäre wird „Mittlere Atmosphäre“ genannt. Die Temperatur der sommerlichen Mesopause ist mit ca. - 120 °C (150 K) die tiefste Temperatur, die überhaupt auf der Erde in der Natur vorkommt.

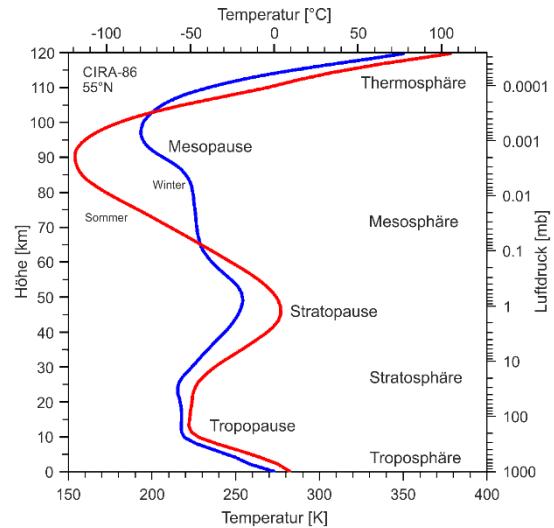


Bild 41 Temperaturprofil der mittleren Atmosphäre  
Sommerliche Mesopause mit ca. - 120 °C (150 K) die tiefste Temperatur, die überhaupt auf der Erde in der Natur vorkommt.

#### 8.1.2 Das Elektronendichtheprofil

Die Luft ist schwach ionisiert. Je nachdem welche Art Sonnenstrahlung, UV- bzw. Röntgenstrahlung, auf welches Luftmolekül oder -atom (NO, O, O<sub>2</sub>, N<sub>2</sub>, H, He) trifft, ordnen sich die freigesetzten Elektronen in mehr oder weniger deutlichen Schichten an, sie werden von unten nach oben mit D, E, F1 und F2 bezeichnet [online: fundus.org]. Bevor sich in einzelnen Fällen eine ausgeprägte Schicht ausbilden kann, wird sie schon von der darüber liegenden Schicht überdeckt, diese Bereiche werden daher oft auch Region genannt (D-Region, F1-Region). Dieser Luftbereich mit freien Elektronen ist die Ionosphäre, die für die Funkwellenausbreitung, also auch für die Informationsübertragung durch den Rundfunk über große Strecken wesentlich ist. Je höher die Rundfunkfrequenzen sind, werden sie an umso höherliegenden Elektronendichten reflektiert. Werden sie reflektiert, müssen sie durch alle darunterliegenden Elektronendichte-Schichten wieder hindurch und werden auf dem Hin- und Rückweg erheblich gedämpft. Damit ist die Fernausbreitung der Funkwellen begrenzt. Ist die Frequenz der Funkwellen so hoch, dass sie nicht mehr an der F2-Schicht reflektiert werden, dann durchdringen die Funkwellen diese Schicht und verschwinden in den Weltraum. Daher ist es prinzipiell nicht möglich, von der Erde aus die Elektronendichte oberhalb der F2-Schicht zu messen.

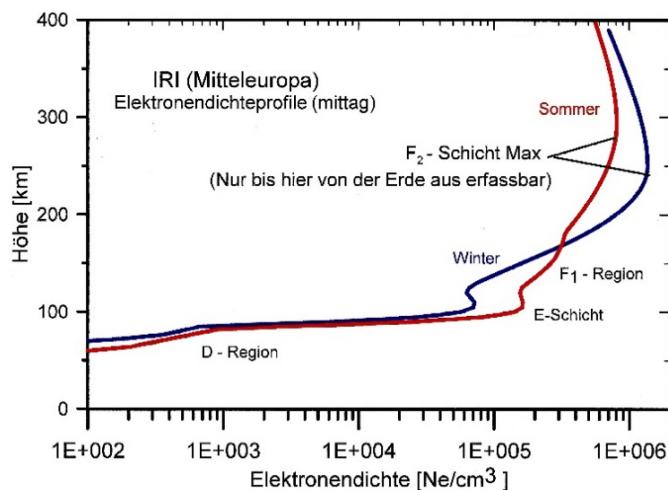


Bild 42 Elektronendichtheprofil (Sommer, Winter) zu Mittag in Mitteleuropa gemäß Internationaler Referenzionosphäre (IRI)

Damit wird sofort die große Bedeutung der Existenz eines Funksenders oberhalb der F2-Schicht klar. Mit den von den Satelliten ausgestrahlten Funkwellen kann nun die Ionosphäre von oben her abgetastet werden.

## 8.2 Anzahl der Funkmessstrecken

Prof. Falckenberg wollte durch die Funkwellenausbreitung so viele Informationen wie möglich aus der Atmosphäre gewinnen. Waren es in Warnemünde noch weniger als 10 ständig registrierte Funkwellen- ausbreitungsstrecken, so werden im Jahresbericht 1962 des OIF in Kühlungsborn bereits 23 Mess- anlagen genannt. Allein um diese Anlagen zu verdrahten (Stromversorgung, Signalkabel, automatische Zeitmarkengebung, Relaisschaltungen) bedurfte es eines guten Überblicks. Dafür hatte Dipl.-Ing. Sprenger 1956 Bernhard Meyer zum Leiter der Messtechnik bestimmt. Bernhard Meyer hatte eine solide Ausbildung vom Lehrling an bei der Deutschen Post erhalten und arbeitete sich dort bis zum Schichtleiter im Fernmelde-Verstärkeramt in Rostock empor. Wie wichtig sein Wissen war, kann nur der richtig ermessen, der schon einmal z. B. aus einem 20-adrigem Kabelbaum eine bestimmte Ader suchen musste. Bernhard Meyer kannte sie alle auswendig!

Die meisten der Funkempfangsanlagen empfingen Sender im Lang- (100 kHz bis 300 kHz) und Längst- wellenbereich (10 kHz bis 100 kHz) und lieferten so Informationen aus der D-Region der Ionosphäre. Mit Hilfe der bereits in Warnemünde eingesetzten Rahmenantennen waren Lauter und Sprenger jetzt in der Lage die störende, sehr starke Bodenwelle der Langwellen-Sender auszublenden und die an der unteren Ionosphäre (80 km bis 95 km) reflektierte, recht schwache Raumwelle allein zu empfangen. Jetzt konnte die Empfindlichkeit des Raumwellenempfangs erhöht werden, zumal man den Störungen durch das elektrische Schweißen der Warnow-Werft in Warnemünde entkommen war.

## 8.3 Störungen, Schutzzone um das „Obs“

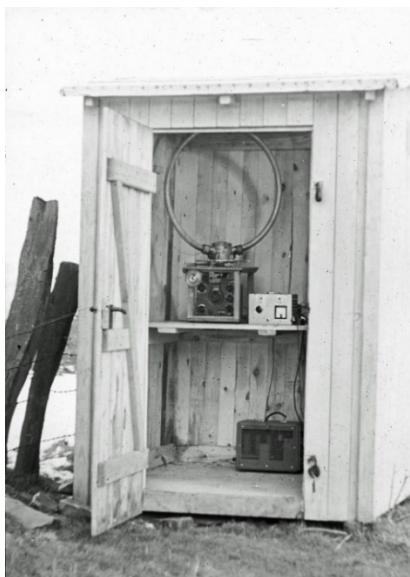


Bild 43 Messhütte mit EZ6

Die Freude darüber währte nicht lange, ohne erkennbaren Grund sprangen bei allen gepeilten Registrierungen häufiger am Tag die Zeiger bis an den Anschlag. Ein intensives Suchen nach der Ursache dieser Störung begann, bis klar wurde, dass allein schon ein Verlängern oder Verkürzen eines freihängenden Drahtes, z. B. einer Langdrahtantenne der eigenen Empfänger, für so einen Sprung verantwortlich war. Alle Fehler dieser Art aus dem eigenen Haus wurden beseitigt. Außerdem wurden kleine Holzhütten (Bild 43) in einiger Entfernung des Observatoriums aufgestellt in der Hoffnung, dass hier die sogenannten Feinregistrierungen ungestört laufen würden. Weit gefehlt, es zeigte sich, auch die landwirtschaftlichen Koppelzäune, selbst die stromlosen, störten! Nun mussten die Bauern überzeugt werden, dass die Koppelzaun-Drähte an Verbindungsstellen einen elektrisch einwandfreien Kontakt haben müssen oder noch besser, dass die Kühe überhaupt nicht mehr in der Nähe

des Observatoriums weiden sollten. Ob solcher „unverständlichen“ Forderungen konnten die Bauern nur mit dem Kopf schütteln. Aber der Brigadier der örtlichen LPG hat gute Aufklärungsarbeit bei den Bauern geleistet. Die Störungen aus dieser Richtung ließen deutlich nach.

Uns wurde klar, dass die Ungehörigkeit der Umgebung dauerhaft gesichert werden muss. Anfang der 60er Jahre verkabelte die Deutsche Post die Telefonfreileitung vom Ortsausgang bis zum Observatorium. Darüber hinaus beantragte Dr. Sprenger beim Rat des Kreises eine Schutzzone im Umkreis von 500 m, in der jegliche Maßnahme verboten wurde, die uns stören könnte, wie z. B. das Errichten von Neubauten, Antennen oder die Inbetriebnahme von störenden elektrischen Geräten sowie auch von Weidezäunen aus Draht. Dieser Antrag wurde im Juni 1962 vom Rat des Kreises genehmigt (Bild 44). Nach dem Einrichten einer ungestörten Registrierung beginnt erst die eigentliche Aufgabe des Geophysikers. Um das Besondere an den erwarteten Erscheinungen zu erkennen, muss er zunächst das Normale kennen. Er muss von der untersuchten Größe wissen, wie verhält sie sich im Laufe eines Tages, wie verändert sich dieser Tagesgang im Laufe eines Jahres und wie verhält sich diese Größe im Laufe eines Sonnenfleckencyklus (11 Jahre). Überdies ist es wichtig zu wissen, wie verhält sich diese Größe an anderen geographischen Orten – schließlich ist Kühlungsborn nur ein Punkt auf der Erdkugel.

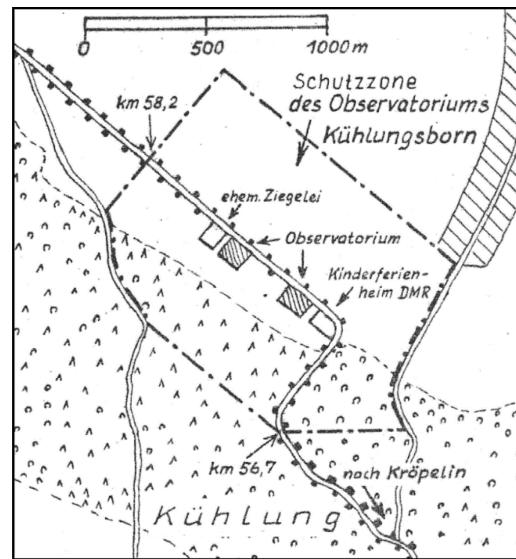


Bild 44 Schutzzone um das Observatorium

#### 8.4 Messungen im Ausland

Lauters Prinzip war es, an einem Ort, also in Kühlungsborn, eine Vielzahl von ionosphärischen Parametern sehr genau zu messen, um sie selbst und ihre möglichen Kopplungen mit anderen Einflüssen kennenzulernen. Einige ausgesuchte Parameter sollten aber auch an anderen Stellen der Erde auf speziellen Expeditionen beobachtet werden, um ihre Großräumigkeit abzuschätzen.

Von den natürlichen Funkwellen interessieren unter anderen die, welche die Ionosphäre durchdringen können: Die Kosmische Strahlung (engl.: cosmic noise, CN) hatten wir schon kennengelernt. Ein bestimmter Anteil der Gewitterblitzimpulse kann das auch, er heftet sich an erdmagnetische Kraftlinien, die auf der anderen Hälfte der Erdkugel im „konjugierten Punkt“ enden und wird dort reflektiert und ist in Bruchteilen von Sekunden wieder an seinem Entstehungsort zurück. Auf diesem sehr langen Weg (die von Kühlungsborn ausgehende magnetische Kraftlinie erreicht am Äquator eine Höhe von ca. 15 000 km!) wird der Impuls zu einem Pfeifton mit fallender Tonhöhe auseinander gezogen, er wird daher Whistler (engl.: whistle = pfeifen) genannt. Bild 45 zeigt die Tonfrequenz-Analyse eines Whistlers, die senkrechten Linien sind Gewitterblitzimpulse. Die Frequenz dieses Whistlers fällt innerhalb einer Sekunde von 4 kHz auf 2 kHz.

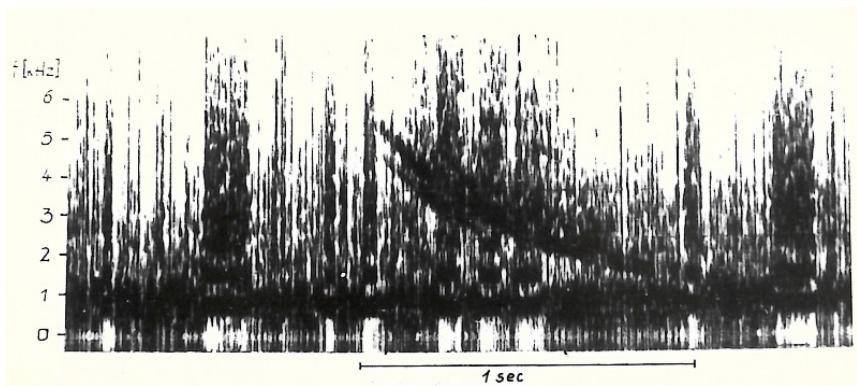


Bild 45 Tonfrequenz-Analysator-Bild eines Whistlers, senkrecht Frequenz [kHz], waagerecht Zeit

#### 8.4.1 Whistler im Nordatlantik



Bild 46 MS „Michail Lomonossov“

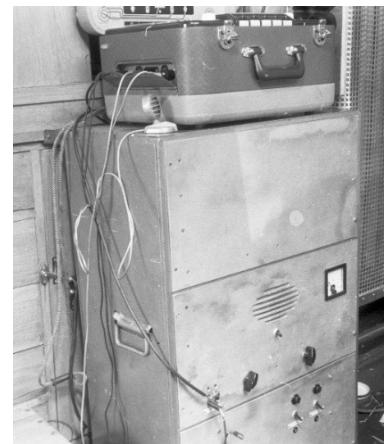


Bild 47 Whistler-Empfangsanlage und Tonbandgerät

Für Messungen auf internationalen wissenschaftlichen Expeditionen gewann Prof. Lauter die Teilnehmer unter seinen Studenten, die gern auf sein Angebot eingingen. So auch ich, der Autor dieser Arbeit. Ich sollte feststellen, ob auch auf dem Nordatlantik Whistler zu empfangen sind und überdies den atmosphärischen Funkstörpegel (25 kHz) messen. Dazu nahm ich von Oktober bis Dezember 1958 an der 4. Lomonossov-Expedition der Sowjetunion teil, die in erster Linie ozeanographische Aufgaben zu erfüllen hatte (mäanderförmige Fahrtroute, Bild 48). Die „Michail Lomonossov“ war zu der Zeit das modernste ozeanographische Forschungsschiff der Welt (Bild 46). Sie war von der Akademie der Wissenschaften der Sowjetunion bei der Neptunwerft Rostock im Rahmen des IGJ in Auftrag gegeben worden. Wenige Stunden (!) vor dem Stapellauf im November 1956 erhielt Dipl.-Ing. Klaus Sprenger die Nachricht, dass der Direktor des Meteorologischen und Hydrologischen Dienstes der DDR, Prof. Philipp, verhindert sei und er, Sprenger, möge doch eine geeignete Stapellaufrede halten. So ist die Lomonossov in zweifacher Weise mit dem Observatorium Kühlungsborn verbunden.

Ich entwickelte ein Gerät zum Empfang von Whistlern und Aufzeichnen der Signale auf Tonband (Bild 47). Eigentlich nur ein Niederfrequenzempfänger aber von sehr hoher Empfindlichkeit bei gleichzeitiger starker Unterdrückung des auf einem Schiff stets vorhandenen starken elektromagnetischen Störpegels. Die Beobachtungen zeigten, dass die Whistlerhäufigkeit in der Mitte des Nordatlantiks gering ist, erst mit Annäherung an den europäischen Kontinent nimmt die Gewitterhäufigkeit und damit die Zahl der beobachteten Whistler deutlich zu (Entzian, Popp, 1959; Entzian, 1959). Schmelovsky hat später die Eigenschaft von Whistlern benutzt, um zusammen mit den Signalen künstlicher Erdsatelliten die Elektronendichte in Höhen weit über dem Elektronendichte-Maximum der Ionosphäre zu berechnen (Schmelovsky, 1960).

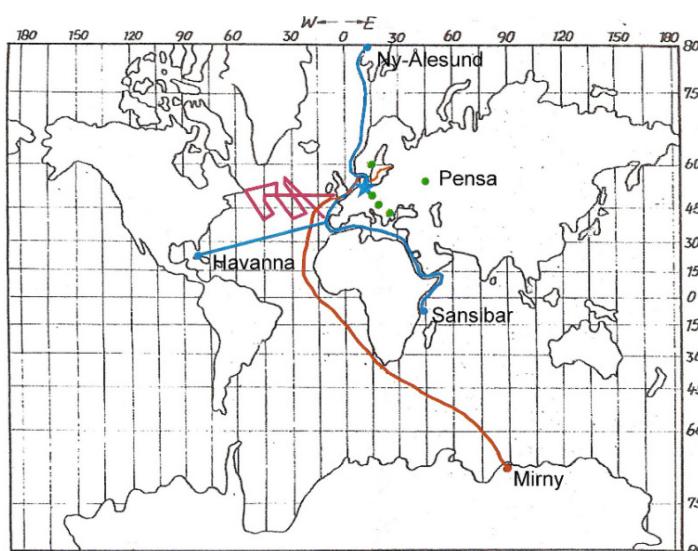


Bild 48 Kühlungsborn (blauer Stern), 4.Lomonossov-Expedition (pink), vom OIF durchgeführte Expeditionsrouten (blau) und betreute Mess-Stationen (grüne Punkte), Teilnahme an sowjetischen Expeditionen (rot)

#### 8.4.2 Sonnenfinsternis und das unerwartete Verhalten der unteren Ionosphäre

Im Gegensatz zu einem Laborphysiker, der sich seine Messbedingungen selbst vorgeben kann, ist der Geophysiker auf das angewiesen, was die Natur bereit ist, ihm zu zeigen. Wenn die Natur ein spezielles „Experiment“ vorführt, muss der Geophysiker dorthin, wo es stattfindet. So am 15. Februar 1961, an dem Tag fand im Balkanraum eine totale Sonnenfinsternis statt. Schon lange vorher hatten Lauter und Sprenger Kontakte zu anderen Instituten in den sozialistischen Ländern Bulgarien, Ungarn und Tschechoslowakei aufgenommen, so dass die Sonnenfinsternis von 8 verschiedenen Orten aus ionosphärisch beobachtet werden konnte. Dipl.-Ing. Sprenger richtete in Bulgarien und Fritz Dudek in Rumänien zusätzliche Funkwellenausbreitungs-Messstrecken ein. In Kolberg (bei Berlin) beteiligte sich das Rundfunk- und Fernsehtechnische Zentralamt (RFZ) der Deutschen Post und in Kühlungsborn, wo immer noch eine Abdeckung der Sonnenscheibe von 80 % zu erwarten war, liefen alle Messungen mit besonders aufmerksamer Betreuung.

Es war aber auch spannend, denn bei einer früheren Sonnenfinsternis, die am 30. Juni 1954 in Nordeuropa stattfand, hatten Lauter und seine Mitarbeiter und die wenigen Stationen in der Welt, die Messungen in der unteren Ionosphäre durchführten, ein überraschendes Ergebnis erhalten (Bild 49): Die zu erwartende Abnahme der Funkwellenabsorption begann nicht sofort mit, sondern erst lange nach Beginn der Verfinsternis (12:20) und endete schon wieder lange vor ihrem Ende (13:20). Tatsächlich wurde dieser Einengungseffekt auch jetzt am 15. Februar 1961 an allen Stationen beobachtet (Sprenger u. a. 1962). Dr. Schmelovsky konnte aus diesem eigenartigen Verhalten wichtige Parameter der unteren Ionosphäre ableiten, die auch für die Erklärung der in Kühlungsborn beobachteten Sonnenaufgangseffekte dienen (Sprenger u. a., 1962).

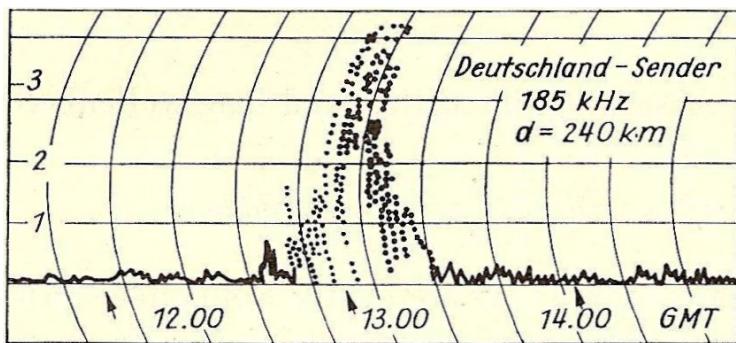


Bild 49 Sonnenfinsternis 30. Juni 1954, registriert in Kühlungsborn; Die Pfeile um 11:33, 12:26 und 14:03 Uhr geben Beginn, Höhepunkt und Ende der Verfinsternis an.

#### 8.4.3 Im ewigen Eis

Noch in der Vorbereitungszeit zur Sonnenfinsternis kam aus der Sowjetunion das Angebot, dass wir einen Wissenschaftler zur Teilnahme an der 6. Sowjetischen Antarktisexpedition (SAE) Ende 1960 nach Mirny mitschicken könnten. Dipl.-Phys. Peter Glöde wurde dazu ausgewählt. Die Vorbereitungszeit war kurz. Unsere Elektroniker Dietrich Meyenburg und Horst Bardey hatten alle Hände voll zu tun, um die dazu erforderlichen Funkempfänger zu konstruieren und aufzubauen. Die Werkstatt, unter der Leitung des Feinmechanikermeisters Wolfgang Probst, entwickelte und baute die Gehäuse dazu. Fritz Dudek, unser Verwaltungsleiter, musste die zahlreichen Bauteile und Materialien aus der ganzen DDR zusammenholen, während die Polarausrüstung, einschließlich der Zusatzverpflegung in Potsdam von der Verwaltungs- und Dienstleistungseinrichtung (VDE) der Akademie der Wissenschaften beschafft und verpackt wurden.



Bild 50 IL12 auf dem Eisbrecher „Ob“

Flugzeug für Mirny, seefest verzurrt (Bild 50). Die drei mussten also ihre Kisten, wenigstens die kleinen, mit Hilfe von Matrosen den Niedergang hinunterschleppen, die großen mussten an Deck bleiben. Feuchtigkeitsschäden bei überkommenden Brechern waren also an den empfindlichen elektronischen Geräten vorprogrammiert. Und es gab während der Fahrt heftige Brecher, die über das Deck rollten. Als Glöde nach seinem Eintreffen im Januar 1961 in Mirny seine Geräte auspackte, stellte er erfreut fest, die Kisten, die der Kühlungsbörner Tischlermeister Ohrt anfertigt hatte, hatten dicht gehalten! Und da waren seine elektronischen Geräte drin. Die in Potsdam gepackten Kisten waren innen feucht geworden, aber die Elektronenröhren haben es überstanden und Schlafsack und Decken konnte man trocknen bis auf die nicht schutzverpackte Zusatzverpflegung, die war hin – schade!



Bild 51 Peter Glödes Expeditionsgepäck

nicht beginnen. Funkstörungen, die aus der Stromversorgung der Station kamen, überstiegen bei weitem die gesuchten Funksignale. Er musste also zunächst auf Störungssuche gehen, wobei ihn der sowjetische Funker, der selbst einen Teil der Störungen verursachte, sehr hilfsbereit unterstützte. Eine wesentliche Verbesserung trat ein, als er sich eine eigene Erdleitung baute, eine mehr als 100 m lange Stahltrasse, am Ende mit einer angeschweißten leeren Dieseltonne, die er bis zum See-Eis auslegte, ein Loch in das Eis schlug (Sagt sich so einfach bei 2 m Eisdicke!) und die Tonne dort versenkte. Jetzt kamen vernünftige Messungen zustande, von denen er viele Kilometer Tonband- und Papierregistrierungen sowie einige Bücher mit Messprotokollen mit nach Hause brachte. Im Februar 1962 trat er wieder seine Heimreise an. Diesmal an Bord des Eisbrechers „Kooperazia“. Hier spannte er wieder seine Antenne für den Empfang des atmosphärischen Funkstörpegels auf und führte Messungen bis kurz vor dem Ziel Leningrad aus, Ankunft: 25. März 1962 (siehe Route in Bild 48).

Am 5. November 1960 war es soweit. Glöde stieg mit zwei Meteorologen aus Potsdam in Leningrad (heute St. Petersburg) auf den Eisbrecher „Ob“. Ihre Ausrüstung sollte in der Kieler Förde von einem kleineren Schiff übernommen werden. Dass nicht alles glatt laufen würde, merkten die Teilnehmer spätestens jetzt. Das Schiff mit den zahlreichen Kisten kam zwar ganz pünktlich längsseits, aber auf der Ladeluke, in die der Kran die Kisten einhieven sollte, stand eine IL12, ein großes

Bild 51 zeigt den Transport des Gepäcks von Peter Glöde von der „Ob“ aus über das Eis zu seinem Labor. Bevor Glöde mit den eigentlichen Messungen beginnen konnte, musste er zunächst seine Antennen aufbauen, was bei Temperaturen unter  $-10^{\circ}\text{C}$  bis  $-30^{\circ}\text{C}$  und bei ständigem Wind von Sturmstärke nicht einfach war. Doch mit den Messungen konnte er immer noch

#### 8.4.4 Auf Spitzbergen

Lauter schickte von Juni bis August 1962 eine 2-Mann-Expedition nach Spitzbergen (s. Bild 48). Dipl.-Phys. Bernd Schäning und der Elektroniker Horst Bardey sollen dort im Norden, wie Glöde auf der Südhalbkugel, den atmosphärischen Funkstörpegel messen, fernab von den Hauptgewitterzentren. Das Bild 52 zeigt ihre Messhütte in Ny-Ålesund (Spitzbergen). Für dieses Foto stieg Bernd Schäning auf den heute noch dort existierenden Luftschiff-Ankermast, von dem aus Roald Amundsen zusammen mit Umberto Nobile 1926 als erste den Nordpol erreichten.



Bild 52 Messhütte in Ny-Ålesund, Spitzbergen

#### 8.4.5 Ein Messnetz in Europa

Die erfolgreichen Messungen in hohen südlichen und nördlichen Breiten und die gute internationale Zusammenarbeit zur Sonnenfinsternis führte schließlich auf Vorschlag von Prof. Lauter zum Aufbau eines Messnetzes, dessen Mess-Stationen überwiegend mit Empfängern aus Kühlungsborn ausgerüstet waren. Das war eine Herausforderung für unser elektronisches Labor und die Werkstatt. Empfänger für den Funkstörpegel und für Absorptionsmessungen im Lang- und Längstwellenbereich mussten in Kleinserie gebaut werden. Anfang der 60er Jahre stellte Lauter zwei weitere Elektronik-Ingenieure ein, Ing. Eckard Linde und Dipl.-Ing. Eberhard Kücklich. Auch die Werkstatt bekam Verstärkung, teilweise als ausgebildete Mechaniker, überwiegend aber dadurch, dass sich Feinmechaniker-Meister Wolfgang Probst bereit erklärte, Lehrlinge auszubilden. 1963/64 war es dann soweit, Peter Glöde und Bernd Schäning fuhren zu den einzelnen am Messnetz beteiligten Stationen und richteten die Empfangsanlagen ein. Zum Messnetz gehörten (von Süden nach Norden, siehe Karte Bild 48 grüne Punkte): Sofia (VR Bulgarien), Tihany (VR Ungarn), Panská Ves (ČSSR, Tschechoslowakische Republik), Kühlungsborn (DDR; in der Karte blauer Stern) sowie später auch noch Schweden mit einer Station in Uppsala und die oben genannte Station auf Spitzbergen (Ny-Ålesund). Im Bild 53 sind die mittleren, monatlichen Tagesgänge des Funkstörpegels an diesen Stationen gezeigt. Man erkennt, wie dieser Störpegel abnimmt, je weiter man sich von den Hauptgewitterzentren nach Norden entfernt.

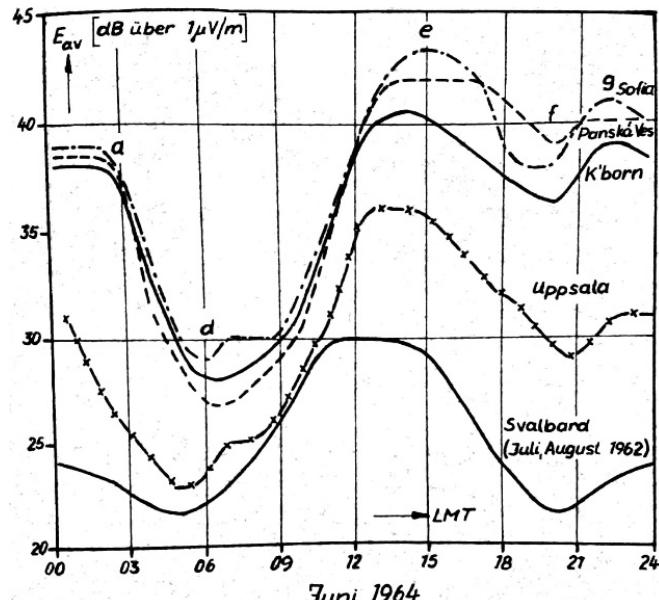


Bild 53 Tagesgänge des Funkstörpegels an den permanenten Mess-Stationen von Spitzbergen bis Sofia, Monatsmittel Juni 1964 bzw. Juli/Aug. 1962 (Schäning, 1966)

#### 8.4.6 Schiffsmessfahrten in die Nähe eines der Hauptgewitterzentren der Welt

Um ein weiteres Gebiet zu erfassen, in dem international wenig Messungen des atmosphärischen Störpegel vorlagen, ließ Lauter von Mai bis August 1964 eine Messfahrt an Bord eines DDR-Handelsschiffs, MS „Altmark“, nach Ostafrika (Sansibar), direkt in die Nähe eines der Hauptgewitterzentren der Welt, durchführen (siehe Route in der Karte Bild 48). Die Messungen übernahmen Dipl.-Phys. Bernd Schäning und Ing. Eckard Linde. Ein Jahr später wurde diese Fahrt von Februar bis Juli 1965 zur Erweiterung des jahreszeitlichen Einflusses wiederholt. Diesmal fuhr der Dipl.-Phys. Johannes Weiß an Bord der MS „Usedom“ mit. Dieses umfangreiche Datenmaterial des atmosphärischen Störpegels wertete Bernd Schäning aus und promovierte damit 1966 an der Universität Rostock (Schäning, 1966). Als Prof. Lauter 1963 auf der URSI-Generalversammlung in Tokyo erste Ergebnisse davon vorstellte, empfahl die URSI (Internationale Radiounion) in einer Resolution international die Durchführung solcher Schiffsmessungen zur Erfassung der Breitenabhängigkeit des atmosphärischen Funkstörpegels.

#### 8.5 Kühlungsborner Wissenschaftler in internationalen Fachorganisationen

Nicht zuletzt die Veröffentlichungen der wissenschaftlichen Ergebnisse des OIF und die Vorträge darüber auf internationalen Fachtagungen trugen dazu bei, dass die entsprechenden Internationalen Fachorganisationen in den 60er Jahren die DDR als Mitglied aufnahmen. Es sind das die Organisationen für Geodäsie und Geophysik (IUGG), für Geomagnetismus und Aeronomie (IAGA), für Meteorologie und Atmosphärenphysik (IAMAP), für Radiowissenschaften (URSI) und für Astronomie (IAU). Im Jahresbericht 1966 des OIF wird erwähnt, dass 6 Wissenschaftler des OIF in 18 Arbeitsgruppen internationaler Fachorganisationen mitarbeiten. Im internationalen Raumforschungs-Komitee (COSPAR) ist Prof. Lauter von 1967 bis 1975 Büromitglied.

Die Kommission der Akademien der sozialistischen Länder gründete 1966 in Leipzig eine Problemkommission „Planetare Geophysik“ (KAPG), um die gute wissenschaftliche Zusammenarbeit der sozialistischen Länder, wie sie sich seit dem Internationalen Geophysikalischen Jahr entwickelt hat, organisiert weiterzuführen. In der KAPG gab es die Unterkommission 2 „Solar-terrestrische Physik“, in der Prof. Taubenheim vom Heinrich-Hertz-Institut der Deutschen Akademie der Wissenschaften in Berlin den Vorsitz hatte, zwischenzeitlich von 1973 bis 1975 Prof. Lauter. In den Arbeitsgruppen und an den Projekten der KAPG arbeiteten wieder mehrere Wissenschaftler des OIF mit.

## 9 Wieder in Kühlungsborn

### 9.1 Wieviel Funkwellen absorbiert die Ionosphäre?

Nachdem wir fast in aller Welt waren, soll uns jetzt interessieren, wie ging es in Kühlungsborn weiter?

Dipl.-Ing. Sprenger wertete die Kühlungsborner Absorptionsmessungen sorgfältig über mehrere Jahre aus und veröffentlichte die Ergebnisse. 1957 promovierte er damit an der Universität Leipzig (Sprenger, 1957). Seine Ergebnisse des Normalverhaltens der Funkwellenabsorption im Langwellenbereich (Bild 54), dass z. B. im Winter die Mittagsabsorption 10-mal, im Sommer dagegen fast 1000-mal größer ist als in der Nacht, interessierte natürlich alle Funkwellen-Ausbreitungs-Fachleute. Diese Ergebnisse wurden bei der CCIR, dem internationalen Beratungskomitee für den Funkverkehr, in die als Nachschlagewerk veröffentlichten Funkwellen-Ausbreitungskurven aufgenommen. Die URSI-Generalkonferenz 1963 in Tokio empfahl, nicht zuletzt wegen der von Prof. Lauter dort vorgetragenen Ergebnisse: Während des IGY (Internationales Jahr der ruhigen Sonne) solcherart Lang- und Längstwellen-Ausbreitungsmessungen, von so viel Stationen wie möglich kontinuierlich durchzuführen.

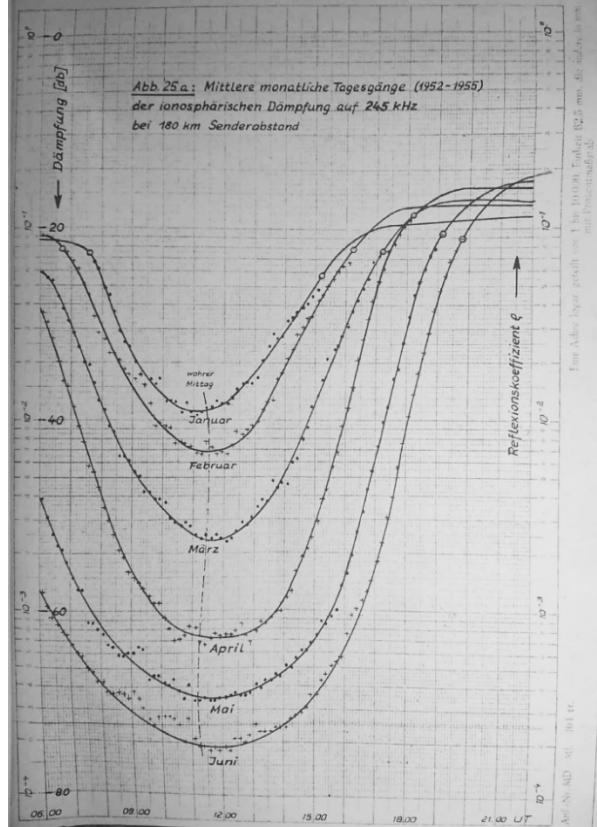


Bild 54 Tagesgang der Langwellenabsorption in den Monaten Januar bis Juni, Mittel über 4 Jahre

### 9.2 Die Winteranomalie

Schon vor längerer Zeit war eine bemerkenswerte Erscheinung in der Funkwellenabsorption im Kurzwellenbereich erkannt worden: Die Absorption war im Winter immer größer, als nach dem Jahresverlauf zu erwarten war [Appleton, 1937]. Das wurde jetzt auch im Langwellenbereich beobachtet (Lauter u. a. 1969). Bild 55 a) zeigt die Absorption im Winter bei konstantem Sonnenstand ( $\chi$  = Zenitdistanz der Sonne) für unterschiedliche Frequenzen. Im Winter ist die Absorption deutlich erhöht, wobei dieser Effekt von niederen Frequenzen zu höheren zunimmt. Man hatte schon früher angenommen, dass die Ionisation in der Schicht, die die Wellen durchdringen, erhöht sein musste. Aus der Frequenzabhängigkeit musste man schließen, dass die zusätzliche Ionisation nach oben zunimmt. Bild 55 b) zeigt, dass sich die Reflexionshöhe im Langwellenbereich im Winter, bei zunehmender Höhe immer stärker absenkt (jeweils bei konstantem Sonnenstand).

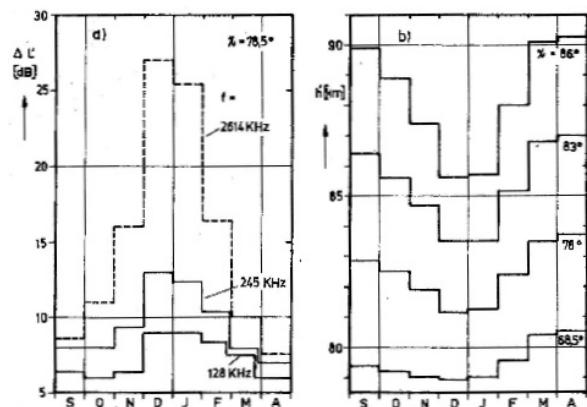


Bild 55 Winteranomalie a) in der Absorption, b) in der Reflexionshöhe.

Sowohl aus der Frequenzabhängigkeit der Absorption als auch aus der Höhenabhängigkeit der Reflexionshöhe musste man schließen, dass der zusätzlich zu ionisierende Anteil der Luft von oben kommt. Aus Raketenmessungen wissen wir heute, dass dieser Bestandteil in der Mesosphäre Stickoxyd (NO) ist, der oberhalb der gezeigten Reflexionshöhen zunimmt. Es war zu schließen, dass im Winter ein vertikaler Luftstrom diesen Bestandteil nach unten transportiert. Im Kapitel 10.1 wird gezeigt, dass sich dieser Sachverhalt durch theoretische Untersuchungen in Kühlungsborn bestätigt.

### 9.3 In welcher Höhe wird der Funkstrahl reflektiert?

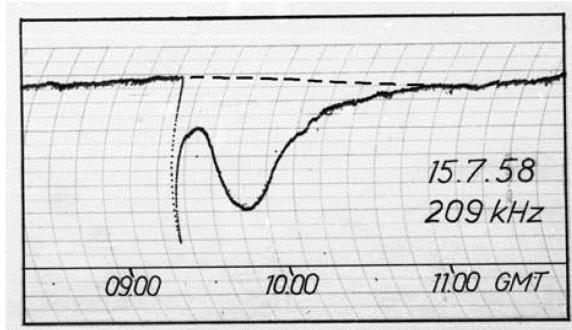


Bild 56 Sonneneruptionseffekt in einer Phasenhöhen-Registrierung

sendern in das Beobachtungsprogramm mit aufgenommen. Tatsächlich traten auch hier während Sonneneruptionen ganz charakteristische Feldstärkeänderungen auf, wie auf Bild 56 am 15. Juli 1958 auf der Messstrecke Kiev (209 kHz) – Kühlungsborn zu erkennen ist. Die ungestörte Registrierung wäre wie die gestrichelte Linie weiter verlaufen. Dieser oder ähnliche Verläufe der Feldstärke lassen sich erklären, wenn man weiß, dass am Empfangsort die ausgesendete Funkwelle über zwei Wege eintrifft: Die Bodenwelle entlang des Erdbodens, die Raumwelle läuft zur Ionosphäre bis zu der Stelle an der sie reflektiert wird, von dort zurück zum Boden zur Empfangsantenne. Je nach Laufwegunterschied können sich beide Wellen in der Antenne zu einer größeren Feldstärke addieren (wenn ein Maximum der einen Welle auf ein Maximum der anderen Welle trifft) oder zu einer kleineren subtrahieren (wenn Maximum und Minimum zusammentreffen). Da man auf diese Weise indirekt von den Feldstärke-Extrema eines Senders auf die Phasenlage zwischen Boden- und Raumwelle schließen und dann die Reflexionshöhe ausrechnen kann, wird das Verfahren Indirekte Phasenhöhen-Analyse (IPHA) genannt. Es war damit erstmalig möglich, mit dieser Methode täglich den tageszeitlichen Verlauf der Höhe der reflektierenden Schicht (Elektronenkonzentration ca. 500 el/cm<sup>3</sup>) im

In Kühlungsborn wurde eine weitere Messmethode eingeführt, die, wie sich später herausstellte, zu der wissenschaftlichen Fragestellung „Meteorologie der Hochatmosphäre“ beiträgt. In den 30er, später auch in den 50er Jahren, hatte man in Längstwellen-Ausbreitungs-Messungen über große Entfernen Feldstärkeschwankungen gefunden, die offensichtlich mit Sonneneruptionen zusammenhingen [Bracewell, et al. 1951]. In Kühlungsborn hatten Lauter und Sprenger 1958 die Feldstärke-Messung von weit entfernen (1000 km bis 2000 km) Langwellen-

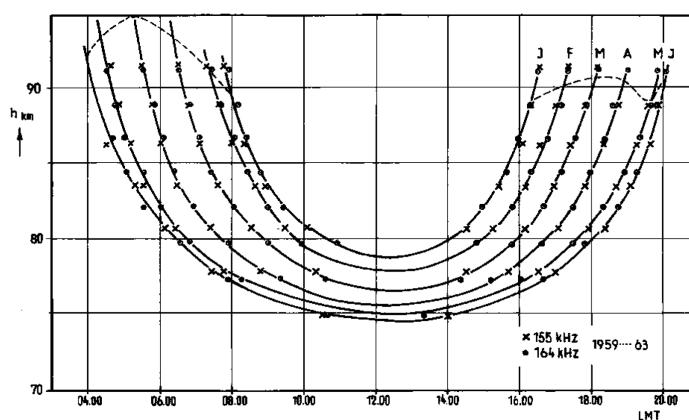


Bild 57 Tageszeitlicher Verlauf der Reflexionshöhen von 2 Langwellensendern in einer Entfernung von 1000 km bis 1400 km; monatliches Mittel über 5 Jahre

Höhenbereich von 75 km bis 90 km zu bestimmen (Bild 57). Mit diesem Wissen lassen sich aus Bild 56 Beginn (09:13 Uhr), Maximum (09:29 Uhr) und Ende (11:00 Uhr) des Sonneneruptionseffektes ablesen und die durch ihn erzeugte zusätzliche Absenkung der Reflexionshöhe von 3,5 km errechnen. In den Formeln zur Errechnung der Reflexionshöhe steht u. a. ein Wert H, die Skalenhöhe, der mit der Temperatur am Reflexionspunkt korreliert sein sollte.

Nach Bild 58 ist die Skalenhöhe  $H$  zumindest in den Sommermonaten tatsächlich ein gutes Maß für die Temperatur in der Mesosphäre, nur im Winter ist eine erhebliche Abweichung von der CIRA-Kurve zu erkennen. Ursache ist die in Kapitel 9.2 erwähnte Winteranomalie. Die dort beschriebene winterliche Absenkung der Ionisationsschicht wirkt sich auf den Wert  $H$  derart aus, dass er nicht mehr mit der Temperatur verglichen werden kann. Mit der Analyse aus 5 Jahren dieser Messungen (Tagesgang, Jahresgang, Einfluss der Sonnenaktivität und von Atombombenexplosionen) schloss ich meine Promotion 1967 an der Universität Rostock ab (Entzian, 1967 a). Danach würde es sich lohnen, eine Anlage zu entwickeln, die die Phasenlage zwischen Boden- und Raumwelle direkt messen kann, hierfür gewann Prof. Lauter einen seiner Physik-Studenten: Hartwig Gernandt, der mit dem Aufbau dieser Anlage 1967 erfolgreich seine Diplomarbeit abschloss, (Gernandt, 1967).

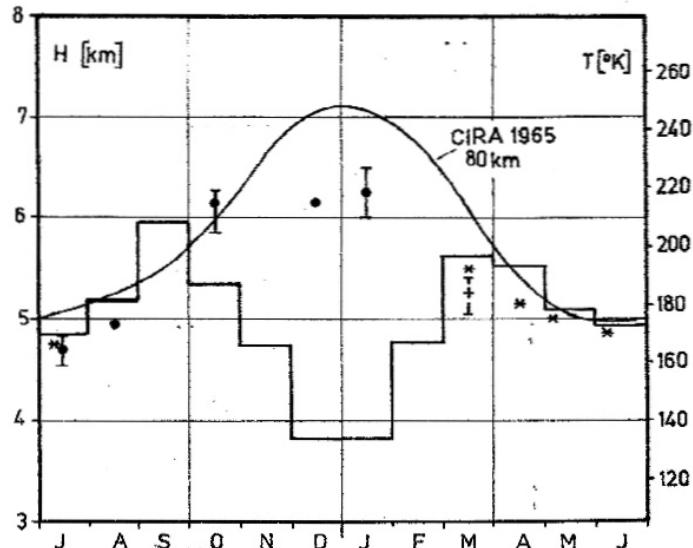


Bild 58 Treppenkurve: Skalenhöhe  $H$  (linke Skala) der Phasenhöhen-Messung aus Kühlungsborn (Lauter u. a. 1969); glatte Kurve: Temperatur (rechte Skala) der internationalen Referenzatmosphäre (CIRA); einzelne Messwerte: Raketenmessungen

#### 9.4 Großrechnern ist es zu heiß

Um das umfangreiche Beobachtungsmaterial der Langwellenabsorption theoretisch zu interpretieren und um weiteres Wissen über den Aufbau der Atmosphäre zu gewinnen, stellte Prof. Lauter 1964 den Rostocker Physiker Dr. Gerd Cumme ein. Das war zu einem Zeitpunkt als die ersten elektronischen Rechenanlagen zur Verfügung standen. Wir konnten auf dem mit Lochkarten zu „fütternden“ Zeiss Rechenautomaten ZRA1 an der Universität Rostock rechnen. Das waren mannshohe Schränke, die eine Fläche von 8 m x 6 m benötigten! Mit seinen 720 Elektronenröhren brachte er eine Leistung von 19 kW auf und erzeugte eine beträchtliche Wärme. Dr. Cumme berichtete, wie der Rechner in dem heißen Sommer 1967 zusammenbrach. Auch nachts war ein Rechnen nicht möglich. Rechnen an anderen Großrechenzentren, z. B. in Berlin schlug ebenfalls fehl. Erst als sich die Möglichkeit bot, am Schiffbaurechenzentrum in Rostock auf dem amerikanischen Rechner CDC zu rechnen, hatte er Erfolg. Die erhaltenen Ergebnisse waren von so allgemeinem Interesse, dass sie in die Internationale Referenzionosphäre (IRI) [online: IRI] aufgenommen wurden.

#### 9.5 Windmessungen in 95 km Höhe – wie geht das?

Die starken Schwankungen der an der Ionosphäre in über 100 km Höhe reflektierten Raumwelle, wurden schon seit den 30er Jahren als Verschiebung der reflektierenden wolkigen Ionosphärenstruktur durch Wind interpretiert. Seit 1954 unternahm Dr. Sprenger Versuche, die auch im Langwellenbereich, also aus etwa 90 km bis 95 km Höhe stammenden nächtlichen starken Feldstärkeschwankungen, so zu deuten. Dazu registrierte er die Feldstärke an drei etwa 600 m entfernten Punkten. Alle drei Empfänger messen die gleichen Schwankungen, aber die Kurven liegen wenige Sekunden auseinander. Aus diesen Zeitdifferenzen und aus der räumlichen Lage des Dreiecks, das die drei Empfänger bilden, lassen sich die Windgeschwindigkeit und die Windrichtung ausrechnen.



Bild 59 Beobachterin Christa Wendt beim Eichen einer gepeilten Registrierung in einer Messhütte

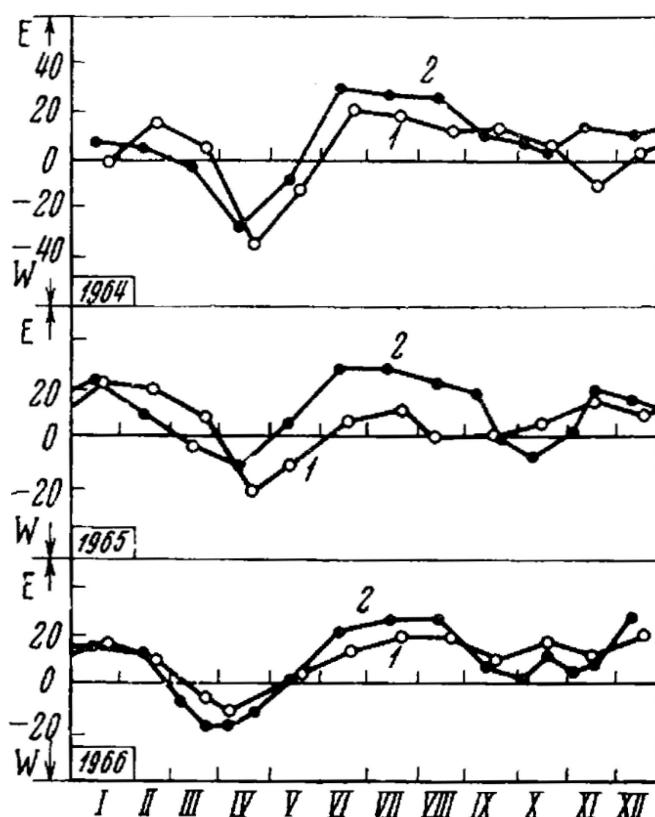


Bild 60 Jahresgang des mesosphärischen Zonalwindes in m/s:  
1 - Obninsk (bei Moskau), 2 - Kühlungsborn, 1964, 1965, 1966,  
Monatsmittelwerte

Danach nimmt die Windgeschwindigkeit zum Sonnenflecknen-Maximum hin um etwa 15 m/s zu. Mit der Windmessung waren Lauter und Sprenger dem alten Falckenbergschen Ziel, Wechselwirkungen zwischen Ionosphäre und Meteorologie zu finden, einen großen Schritt näher, in Fachkreisen taucht jetzt häufiger der Begriff „Meteorologie der Hochatmosphäre“ auf. Zur theoretischen Interpretation der Windmessungen wurde 1963 der Dipl.-Phys. Karl Martin Greisiger eingestellt.

## 9.6 Die ersten Wettersatelliten-Bilder in der Antarktis

Seine Diplomarbeit, eine Anlage zur direkten Messung der Phasenlage zwischen Boden- und Raumwelle zu entwickeln und zu bauen, erfüllte Hartwig Gernandt so vorbildlich, dass Lauter ihn sofort einstellte und zur Teilnahme an der nächsten, der inzwischen 13. Sowjetischen Antarktisexpedition (1967 bis 1969) gewann. Da die Zahl der vorgesehenen Aufgaben größer war als bei der 6. SAE, schickte

Die Empfänger wurden in den schon erwähnten Holzhütten untergebracht (Bild 59). Die 3 Hütten standen weitläufig im Gelände verteilt, eine davon stand auf dem Grundstück des Observatoriums. Seit 1956 führte Sprenger dann regelmäßige Windmessungen in diesem Höhenbereich durch. Als 1959 am Observatorium Collm der Universität Leipzig Dr. Schminder die gleichen Messungen durchführte und gleiche Ergebnisse erhielt, hatten beide die Gewissheit, sie messen tatsächlich großräumige Windfelder in vermutlich 90 km bis 95 km Höhe (später wird diese Vermutung durch ein Experiment, siehe Kap. 12, gesichert). Den Wind, der da oben gemessen wird, würden wir am Erdboden schon als Orkan bezeichnen, er beträgt an einzelnen Tagen bis zu 50 m/s und 100 m/s, die wesentliche Windrichtung ist von West nach Ost, mit schwachen, kurzzeitigen Umstellungen auf Ostwind zu den Äquinoktien (Bild 60, Sprenger, u. a. 1971). Die Ähnlichkeit der jeweils beiden Messkurven besagt, dass die Windfelder in der Mesosphäre eine große Ausdehnung haben.

In dem Nachschlagewerk für Atmosphärenphysiker „COSPAR International Reference Atmosphere 1972“ (CIRA) werden die Ergebnisse von den Observatorien Collm und Kühlungsborn besonders in ihrer Abhängigkeit von der Sonnenaktivität erwähnt, denn diese beiden Observatorien waren die einzigen in der Welt, die bis dahin einen ganzen Sonnenzyklus hindurch (1957 bis 1968) Windmessungen in der unteren Ionosphäre (D-Region) vorliegen hatten.

Lauter außerdem den Funkmechaniker Ingo Nevermann mit. Peter Glöde, der 1966 gerade an der Universität Rostock mit Ergebnissen der Polarlicht-Radar anlage promoviert hatte (Glöde, 1966), schickte Lauter als erfahrenen „Polarnik“ mit, um den anderen beiden bei der Einrichtung der Mess-Station in Mirny zu helfen. Vor dem Einsetzen des antarktischen Winters fuhr Glöde im März 1968 wieder zurück. In Kühlungsborn liefen wieder alle Vorbereitungen auf Hochtouren, die drei sollten zusätzlich zu den Funkwellen-Empfängern eine von Professor Schmelovsky entwickelte Satelliten-empfangsanlage, mitnehmen. Es handelte sich um die Wetterbild-Empfangs-Station (WES 1), deren erste Versuchsanlage Horst Bardey in Kühlungsborn aufgebaut und erprobt hatte. Zum Aufzeichnen wurde der sowjetische Bildschreiber „Newa“ genutzt, nachdem er entsprechend umgebaut worden war. Bilder wurden vom amerikanischen Satelliten ESSA 6 aufgenommen.

Am 1. November 1967 gingen die drei in Leningrad (heute St. Petersburg) an Bord des Eisbrechers „Prof. Wiese“ und hofften nach all dem Vorbereitungsstress auf etwas mehr Ruhe auf der Fahrt nach Mirny. Die drei bauten die WES1 an Bord auf und bekamen auch gute Bilder. Aber aus der Ruhe wurde nicht viel. Die sowjetischen Meteorologen erkannten sofort den Wert dieser Wetterbilder und verlangten, dass jeden Morgen um 09:30 Uhr Ortszeit zum Wettergespräch mit der Schiffführung die fertigen Wetterbilder mit auf dem Tisch lagen, entwickelt, fixiert, gewässert, getrocknet, mit eingetragenen Koordinaten - die jedes Mal erst neu berechnet werden mussten! Bei der Fahrt später durch das Eis hat sich die Schiffsleitung noch oft nach den Satellitenbildern orientiert und nach eisfreiem Wasser gesucht. Später dann in Mirny dienten diese Bilder den Meteorologen für die Wetter- und Flugwettervorhersage und den sowjetischen Glaziologen zur Kontrolle der Eisbewegung. Bild 61 zeigt die WES 1 in Mirny im DDR-Labor. Der Satellitenempfänger ist der kleine Kasten links an der Wand mit der weißen Lautsprecherverkleidung, etwas tiefer davor steht das Bildaufzeichnungsgerät „Newa“. Bild 62 zeigt ein WES-Bild, hell der antarktische Kontinent, dunkel freies Wasser mit darüber liegenden Wolken. Die WES-1 konnte auch die Signale anderer Satelliten empfangen, die zunächst auf Tonband aufgenommen und zu Hause ausgewertet wurden. Es handelte sich um Informationen über die Elektronendichte oberhalb der Ionosphäre und die Sonnenstrahlung in speziellen Strahlungsbereichen. Da das der erste Satellitenempfang auf einer sowjetischen Station war, konnten damit wertvolle Erfahrungen für solche Messungen in der Antarktis zur Verfügung gestellt werden. Im Übrigen wurden alle Beobachtungen der Funkwellenausbreitung, die Dr. Glöde während der 6. SAE begonnen hatte, wieder aufgenommen und weitergeführt.



Bild 61 WES-1-Anlage im DDR-Messlabor in Mirny (13. SAE)



Bild 62 Mit der WES empfangenes Wetterbild

## 9.7 Wieder zu Hause und alles ist anders – die wissenschaftlichen Kräfte werden konzentriert

Als die beiden Expeditionsteilnehmer Ende Mai 1969 wieder nach Hause kamen, hatte sich in Kühlungsborn einiges verändert. Um das zu verstehen, muss man folgendes wissen. 1964 war Prof. Lauter zum Ordentlichen Mitglied der Deutschen Akademie der Wissenschaften zu Berlin (DAW) berufen worden. 1965 übernahm Prof. Lauter zusätzlich zum OIF die Leitung des Bereichs „Wellenausbreitung“ am Heinrich-Hertz-Institut der Akademie in Berlin.

In der Erkenntnis, dass eine Atmosphärenforschung das Wissen des Einflusses der Sonne und des Erdmagnetfeldes braucht und in der Voraussicht der 1968 beginnenden Akademiereform, die auf Sparsamkeit drängen wird, wandelt Prof. Lauter das HHI zum Heinrich-Hertz-Institut für solar-terrestrische Physik um und wird 1967 sein Direktor. Und tatsächlich die Akademiereform verlangt die Konzentration der wissenschaftlichen Potentiale und ab Januar 1969 heißt das Institut: Zentralinstitut für solar-terrestrische Physik (ZISTP) mit dem im Klammern gesetzten Traditionsnamen (Heinrich-Hertz-Institut). Mit dieser Gründung folgte Lauter einer internationalen Entwicklung, die er nicht zuletzt selbst immer wieder befördert hatte: 1966 wurde die Interunionskommission für solar-terrestrische Physik (IUCSTP) gegründet, der er von Anfang an angehörte und die 1973 in das Wissenschaftliche Komitee für solar-terrestrische Physik (SCOSTEP) des Internationalen Rates der Wissenschaftsunionen (ICSU) umgewandelt wurde. SCOSTEP war damit für die Förderung internationaler interdisziplinärer Programme der solar-terrestrischen Physik zuständig.

Zu dem Zentralinstitut gehören jetzt außer den Bereichen des HHI, die der solar-terrestrischen Physik dienen (alle anderen wurden ausgegliedert), die Satellitenbodenstation in Neustrelitz (sie wurde 1972 dem Institut für Elektronik unterstellt, das hieß ab 1981 Institut für Kosmos Forschung), die Ionosondenstation in Juliusruh auf Rügen, das Observatorium für solare Radioastronomie in Tremsdorf, das Sonnenobservatorium Einsteturm in Potsdam, die Abteilung Magnetosphärenphysik in Potsdam, das Adolf-Schmidt-Observatorium für Erdmagnetismus in Niemegk und schließlich wir selbst, das Observatorium für Ionosphärenforschung in Kühlungsborn, dem die Ionosondenstation in Juliusruh auf Rügen [J. Weiß, 2016] angeschlossen wurde, damit erweiterte sich das Aufgabenspektrum des OIF um die klassische Methode der Echolotung der Ionosphäre mit Hilfe von Mittel- und Kurzwellen. Der Direktor am OIF wurde Prof. Sprenger, im Rahmen des ZISTP hatte er die Stellung eines Bereichsleiters.

Mit Wirkung vom 31. Dezember 1967 erhielten alle Mitarbeiter des OIF einen Aufhebungsvertrag des Meteorologischen Dienstes und mit Wirkung vom 1. Januar 1968 erhielten alle einen Arbeitsvertrag der Deutschen Akademie der Wissenschaften zu Berlin. Wir waren über Nacht Angehörige der DAW geworden!

Zwei der OIF-Mitarbeiter wechselten nicht zur Akademie, Dr. Klinker hatte schon 1961 die Leitung des Amtes für Meteorologie und Hydrologie in Schwerin des (damals noch) Meteorologischen und Hydrologischen Dienstes der DDR übernommen, und Dr. Glöde wurde 1969 zum Direktor des traditionsreichen Aerologischen Observatoriums Lindenberg bei Berlin des (inzwischen) Meteorologischen Dienstes der DDR berufen.

## **10 Auf neuen Wegen – Dynamik der mittleren Atmosphäre**

Zu dieser Zeit (1968) stellte Prof. Lauter den gerade an der Universität Rostock promovierten Diplom-Physiker, Dr. Gerhard Schmitz, ein und vereinbarte mit ihm ein völlig neues Arbeitsgebiet: die globale Betrachtung der atmosphärischen Dynamik. Dr. Schmitz wurde bald klar, dass man die Funkwellenausbreitungs-Probleme, ja die Bedeutung der Atmosphäre für das Klima überhaupt, nur verstehen wird, wenn man die Vorgänge in der Höhe vom Boden bis 60 km kennt, dynamisch ausgedrückt: Es war zu klären, welche Funktion dieses Höhengebiet in der allgemeinen atmosphärischen Zirkulation hat und darüber hinaus deren Bedeutung für das Klima – eine auch heute noch hochaktuelle Frage.

Diese Aufgabe war schon sehr spannend. Die höchste kinetische Energie in der Atmosphäre liegt in den Wettersystemen. Würde sich diese Energie ungehindert bis in etwa 100 km ausbreiten und dort in Wärme umgewandelt, dann würde sich dort, wie Charney und Drazin [1961] abgeschätzt hatten, eine Temperatur von 100 000 Kelvin einstellen und ein großer Teil der Atmosphäre in den Weltraum verschwinden. Warum geschieht das nicht, und wie breitet sich die Energie aus? Kommt sie wieder in die Troposphäre zurück, welchen Einfluss hat sie auf das Klima und die Entwicklung des Wetters? Dr. Schmitz hatte, von den Ergebnissen der lokalen Beobachtungen in der Ionosphäre ausgehend, deren wesentlich allgemeinere Bedeutung erkannt und stand unversehens vor zahlreichen neuen Fragen, die international noch nicht oder nur sehr vereinzelt gerade in Angriff genommen worden waren. Es galt im OIF ein ganz neues Forschungsfeld, die globale Dynamik der mittleren Atmosphäre, zu entwickeln. Damit griff Dr. Schmitz Fragen auf, die sich zu einem entscheidenden Element der neuen Aufgabenstellung des Instituts, nämlich solar-terrestrische Physik zu betreiben, entwickelten: Wie kommt die solare Energie in die Atmosphärenschichten, wie tief dringt sie ein, welche Verkopplungen entstehen unter den einzelnen Atmosphärenschichten, welche Wechselwirkung gibt es mit den aus der Troposphäre stammenden dynamischen Einflussfaktoren?

Wie ging Dr. Schmitz diese Aufgabe an? Informationen aus der Stratosphäre wären wünschenswert: Sie lagen auch durch Raketenmessungen vor, aber sehr vereinzelt, also wieder nur Punktmessungen. Dr. Schmitz begann mit der Analyse der Messungen, die auf der Nordhalbkugel einigermaßen greifbar zur Verfügung standen, den Wetterkarten. Zunächst vom Boden bis in 20 km Höhe, später bis in 30 km Höhe. Eine gewaltige Arbeit lag vor ihm! Von den täglichen Wetterkarten mussten die Isobaren der gesamten Nordhemisphäre Punkt für Punkt längs verschiedener fest vorgegebener Breitenkreise um den Nordpol herum herausgelesen, aufgeschrieben und in einem zweiten Arbeitsgang in Lochkarten oder Lochstreifen eingegeben, also digitalisiert, werden. Er holte sich bald Hilfe und betraute die junge Chemieingenieurin Frau Helga Voß in Kühlungsborn mit den dazu erforderlichen rechentechnischen Aufgaben. Im Berliner Institutsteil wurde ein Auswertegerät beschafft, der „Pencil Follower“. Bei diesem Gerät brauchte man nur mit einem Fadenkreuz den Isobarenlinien nachzufahren. Das Eingeben der Daten in ein Lochband erledigte dann das Gerät automatisch durch Druck auf ein Fußpedal. Die Arbeit am Gerät und die wissenschaftliche Bearbeitung wurden von der Diplom-Mathematikerin Waltraud Krüger in Berlin ausgeführt, die der Arbeitsgruppe in Kühlungsborn zugeordnet war.

### **10.1 Planetare Wellen**

Die Ergebnisse waren recht komplexe Druckvariationen längs der Breitenkreise. Dank einer mathematischen Analyse, die besagt, dass man jede räumliche oder zeitlich periodische Variation als die Summe von Wellen auffassen kann, kommt Ordnung hinein. Danach ziehen Wellen verschiedener Wellenlänge um den Erdball; man nennt sie planetare Wellen.

Die planetaren Wellen reichen von der längsten planetaren Welle, einem Maximum und einem Minimum längs eines Breitenkreises (Welle 1, die in 54°N eine Wellenlänge von 28 000 km hat), bis zu kürzeren Wellen mit 5 bis 12 Maxima bzw. Minima; diese beschreiben dann die aus den täglichen Wetterkarten bekannten Hoch- und Tiefdruckgebiete.

Dr. Schmitz gelang es 1972, Dr. Norbert Grieger für die Untersuchung des Einflusses der Wellen auf Wetter und Klima zu gewinnen, er war Diplom-Ingenieur und sehr versiert in der rechentechnischen Datenverarbeitung, insbesondere in der wissenschaftlichen Nutzung des Großrechners CDC des Instituts für Schiffbau des Schiffbaukombinats Rostock. Beide untersuchten die langen und energiereichsten planetaren Wellen. Sie bestimmen deren Struktur in verschiedenen geographischen Breiten und verschiedenen Höhen der Atmosphäre. Über ein physikalisch-mathematisches Modell, das Dr. Schmitz und Dr. Grieger entwickelten, konnten sie für ausgewählte planetare Wellen mit Hilfe der Wellenlänge, Wellenamplitude und Phasenlage (sie beschreibt die räumliche Verschiebung einer Welle) den Energiefluss ausrechnen, insbesondere den Energiefluss bis in 100 km Höhe.

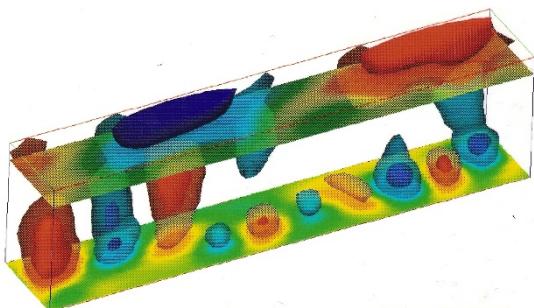


Bild 63 Bei der Ausbreitung planetarer Wellen nach oben werden die kurzen Wellen herausgefiltert (Grieger et al. 1974, vergl. Abb. 5)

Ein anschauliches Ergebnis von vielen anderen ist, dass bei der Ausbreitung planetarer Wellen von der unteren Troposphäre in die hohen Schichten der Atmosphäre die kurzen Wellen herausgefiltert werden und die langen Wellen dominieren (Schmitz, 1978, Grieger und Schmitz, 1984). Den aus Beobachtungen nach einem komplexen Analyseverfahren gewonnenen Beleg zeigt Bild 63. Im Mittel von 5 Wintern sind hier auf einem Breitengradienten von 18° bis 78° nördlicher Breite (schmale Seite des Kastens, von vorn nach hinten) rund um

die Erde (lange Seite des Kastens) rot Hoch- und blau Tiefdruckgebiete zu erkennen. In der bodennahen Luftsicht (untere Ebene) sind 5 Hoch- und 5 Tiefdruckgebiete zu erkennen, was planetaren Wellen mittlerer Wellenlänge entspricht. In der oberen Ebene (etwa 30 km Höhe) ist nur noch eine sehr lange planetare Welle mit einem Maximum und einem Minimum zu sehen, die kürzeren Wellen sind weggefiltert. Auf der Sommerhemisphäre gibt es dagegen keine vertikale Energieausbreitung durch planetare Wellen. Damit war ein erster Schritt zur Erforschung der vertikalen Verkopplung der Atmosphärenschichten untereinander getan, die künftig ein zentrales Forschungsthema werden sollte. Die fundamentale Bedeutung der Wechselwirkung planetarer Wellen mit der mittleren Zirkulation für den Energiefluss in Troposphäre und Stratosphäre, der Antrieb der unteren Stratosphäre durch planetare Wellen und deren Rückwirkung auf Klimaelemente der unteren Troposphäre, für die erstmals ein Mechanismus aufgezeigt wurde, sowie die Wechselwirkung von Rossbywellen, einer bestimmten Form planetarer Wellen, mit der Turbulenz großer Skalen sind wichtige Ergebnisse, die von Dr. Schmitz mit der Dissertation B (Habilitation) 1978 an der Universität Rostock vorgelegt wurden (Schmitz, 1978). 1995 wurde Dr. Schmitz zum Professor an der Universität Rostock ernannt [online: cpr 4].

Eine weitere Frage war, wie planetare Wellen durch den meridionalen Wärme-Impulsfluss die mittlere Zirkulation beeinflussen. Zusammen mit dem 1973 von der Universität Rostock dazugekommenen Dipl.-Phys. Klaus Dethloff entwickelte Dr. Schmitz ein Modell zur Ermittlung der meridionalen (längs eines Meridian gerichteten) und vertikalen Windgeschwindigkeit (Dethloff, Schmitz 1981). Mit der wichtigen Erkenntnis über die Bedeutung des Einflusses planetarer Wellen im Vergleich zur solar bedingten Anregung auf die mittlere vertikale und meridionale Windgeschwindigkeit promovierte Klaus Dethloff 1979 an der Universität Rostock (Dethloff, 1979). Die Modelle wurden bis zur

Mesosphäre ausgedehnt, und sie beschrieben tatsächlich eine mittlere abwärts gerichtete Zirkulation in der Winterhemisphäre und konnten damit zur Erklärung der im Kapitel 9.2 beschriebenen Winteranomalie der Funkwellenausbreitung beitragen (Dethloff, Schmitz, 1982 a).

## 10.2 Kooperation mit der Akademie der Wissenschaften in Novosibirsk

Mitte der 70er Jahre stellte uns der Hydrologische und Meteorologische Dienst der Sowjetunion Wetterkarten zur Verfügung, die aus Raketenmessungen gewonnen waren und bis in 60 km Höhe reichten. Jetzt bestand die Möglichkeit, die Dynamik im Höhenbereich der mittleren Atmosphäre von 25 km bis 60 km zu bestimmen. Die Datenmenge stieg rapide an und die mathematischen Modelle wurden immer komplizierter und umfangreicher. Nur vier Rechenzentren der Welt waren in der Lage, Klimamodell-Simulationen durchzuführen und die dazu notwendigen Datenmengen zu bewältigen. Eins davon war das Rechenzentrum der sibirischen Abteilung der sowjetischen Akademie der Wissenschaften in Novosibirsk. Dr. Schmitz bemühte sich um eine Zusammenarbeit mit diesem Zentrum, und tatsächlich wurden er und Dr. Grieger 1980 nach mehreren Kurzaufenthalten zu einem zweimonatigen Forschungsaufenthalt eingeladen. Es war eine sehr erfolgreiche und fachlich außerordentlich anregende Zeit. Sie hatten die Möglichkeit, mit einem dort existierenden GCM (das ist ein umfassendes globales Zirkulationsmodell der Atmosphäre zur Beschreibung des Klimas) Experimente mit planetaren Wellen durchzuführen. Sie konnten nicht nur aus den Ergebnissen die Natur der Wellen und deren Wechselwirkung mit zahlreichen anderen Eigenschaften der Atmosphäre kennenlernen, sondern damit Einsichten in das hochkomplexe Modell selbst gewinnen. Mit den Kollegen am Rechenzentrum entwickelte sich eine fruchtbringende Zusammenarbeit, die über drei Jahrzehnte anhielt und zum Austausch junger Wissenschaftler und zu gemeinsamen wissenschaftlichen Veröffentlichungen führte (Fomenko et al. 1983, Grieger et al. 1985).

## 10.3 Plötzliche Stratosphärische Erwärmungen

(vgl. auch Kap. 23.1)

1975 konnte Dr. Schmitz einen weiteren Wissenschaftler für die Arbeiten zur Dynamik der mittleren Atmosphäre, den Dipl.-Math. Dieter H. W. Peters gewinnen, der gerade mit einem Diplomthema aus dem Observatorium „Zur Methode der dynamisch stochastischen Vorhersage“ sein Studium an der Universität Rostock beendet hatte (Peters, 1975). Er befasste sich jetzt mit der Anregung planetarer Wellen durch die Kontinent- und Ozeanverteilung auf der Erdoberfläche und deren Wirkung auf die Ausbreitung planetarer Wellen in der Tropo- und Stratosphäre (Peters, Schmitz 1985). Er konnte in seiner Dissertation 1982 den Einfluss thermischer und mechanischer Quellen auf planetare Wellen und deren Ausbreitung nachweisen, was einen wichtigen Hinweis darauf ergab, welche physikalischen Prozesse die Verkopplung von unterer und mittlerer Atmosphäre bestimmen (Peters, 1983).

1952 entdeckte Prof. Scherhag aus Berlin das Phänomen der plötzlichen stratosphärischen Erwärmung: Innerhalb weniger Tage kann sich die winterliche kalte Stratosphäre um mehr als 30 °C erwärmen [Scherhag, 1952]. Peters konnte in seiner Dissertation mit der Konstruktion eines einfachen theoretischen Modells der Wechselwirkung dreier planetarer Wellen untereinander (Triade) und der Wechselwirkung zwischen der Triade und der mittleren Zirkulation, die mit einer plötzlichen Abbremsung der Westwindströmung verbunden ist, einen neuen Ansatz zum Verstehen von stratosphärischen Erwärmungen geben, (Peters, 1982). Frau Dipl.-Math. Waltraud Krüger lieferte aus den Pencil-Follower-Analysen der Wetterkarten, also aus Beobachtungen, dynamische Erklärungen zum Verständnis des Phänomens der Stratosphärischen Erwärmungen (Krüger, Schmitz, 1981, 1982).

In ihrer Dissertation konnte sie 1984 komplizierte Wechselwirkungen planetarer Wellen in der Stratosphäre ermitteln, in deren Folge meridionale Wärme- und Impulsflüsse schließlich diese plötzlichen Erwärmungen in der Stratosphäre auslösen, die gleichzeitig drastische Zirkulationsänderungen in der polaren Stratosphäre zur Folge haben (Krüger, 1984).

#### 10.4 Dynamik der Stratosphäre wirkt auf unser Wetter

Wir haben kennengelernt, dass deutliche Beeinflussungen von troposphärischen planetaren Wellen auf die zonal gemittelte Zirkulation in der Stratosphäre bis in die Mesosphäre ausgeübt werden. Damit treten in diesen Höhen beträchtliche dynamische Veränderungen ein. In einer späteren Untersuchung überraschte, dass der Transport chemisch aktiver Gase durch planetare Wellen in diesem Höhengebiet durch deren Reaktionskinetik selbst bestimmt und von erheblicher Bedeutung ist (Schmitz 1981). Die wichtige Frage war, beeinflussen die veränderten dynamischen Systeme der mittleren Atmosphäre das Wettergeschehen und das Klima der Troposphäre?

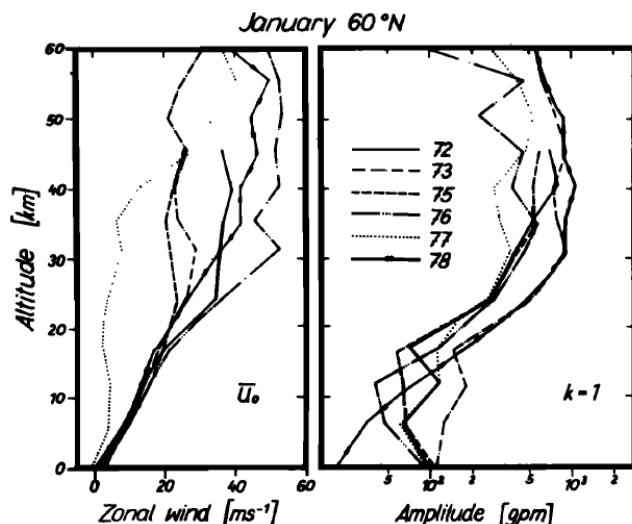


Bild 64 Der mittlere zonale Wind in m/s und die Amplitude der planetaren Wellenzahl  $k=1$  in gpm. In den verschiedenen Jahren ist der Wind bis 20 km Höhe unveränderlich, dagegen zeigt die Amplitude der Welle  $k=1$  erhebliche Unterschiede in diesem Höhenbereich. (Grieger, Schmitz, 1982 a)

Dr. Schmitz und Dr. Grieger widmeten sich diesem Problem. Sie untersuchten die Ausbreitung planetarer Wellen in Abhängigkeit des mit der Höhe veränderlichen Windes mit einem einfachen Modell und erhielten das erstaunliche Ergebnis, dass planetare Wellen in den wetterbildenden Höhen (ca. 5 km) sehr empfindlich auf Windänderungen im Gebiet von etwa 10 km bis 25 km Höhe reagieren (Bild 64). Diese Windänderungen waren als veränderte Reflexionseigenschaften für planetare Wellen zu deuten. Es gibt also sehr wohl eine Wirkung von oben nach unten auf die Wetterregion! Sie konnten weiter feststellen, dass die beobachteten Veränderungen des Windes in der Stratosphäre, in der mittleren Troposphäre eine Verschiebung (der Phasenlage) der längsten planetaren Wellen um bis zu 30 Grad geographischer Länge bewirkt. Das entspricht in unseren Breiten einer zonalen Entfernung von etwa 2000 km. Da die Phasenlage der mittleren planetaren Wellen einen unmittelbaren Einfluss auf das regionale Wetter hat, heißt das, dass unser Wetter unter bestimmten Bedingungen tatsächlich auch von der Zirkulation in der Stratosphäre abhängig ist!

Beide wollten diese Entdeckung natürlich umgehend veröffentlichen. Da zur damaligen Zeit eine Veröffentlichung in einer westlichen Fachzeitschrift nahezu unmöglich war, reichten sie ihre Arbeit 1978 bei einer sowjetischen Zeitschrift ein (Fisika Atmosferi i Okeana), von der bekannt war, dass sie in den USA unmittelbar nach ihrem Erscheinen ins Englische übersetzt wurde. Doch dieser Brief kam bei der Redaktion nicht an. Da eine Teilnahme an westlichen Fachtagungen praktisch nicht möglich war, war auch diese Möglichkeit der internationalen Mitteilung der wichtigen Entdeckung verschlossen. Erst zwei Jahre später, 1980, gelang es ihnen, dieses Ergebnis in der, in Fachkreisen viel beachteten, schwedischen Zeitschrift Tellus zu veröffentlichen (Schmitz, Grieger, 1980).

Dr. Schmitz und seine Arbeitsgruppe hatten in nur wenigen Jahren großes Wissen über die Dynamik der Atmosphäre erlangt. Die Ergebnisse gingen weit über Falckenbergs Wunsch (Falckenberg, 1953), „Kenntnis der Vorgänge in der mittleren Stratosphäre“ zu erhalten und „die Analyse der Luftbewegungen in der oberen Troposphäre“ sowie die Klärung dynamischer Hintergründe der Anomalien in der Funkwellenausbreitung in der unteren Ionosphäre (Falckenberg, Lauter, 1949) hinaus. Wesentliche Ansätze der theoretischen Untersuchungen der Arbeitsgruppe sind heute noch Gegenstand internationaler Forschung, insbesondere auch für das Verständnis von Aspekten des Klimawandels.

## 10.5 Grundlagen der Klimaentwicklung aus theoretischer Sicht

Für den Vergleich mit den entsprechenden Energien aus der Troposphäre, die die klimatologischen Eigenschaften der planetaren Wellen bewirken, musste Dr. Schmitz folglich den zu untersuchenden Höhenbereich auch auf diese unterste Höhe der Atmosphäre ausdehnen. Dieser Höhenbereich bestimmt sehr maßgeblich unser Klima, und Klimafragen standen zunehmend im Mittelpunkt der internationalen Forschung. Planetare Wellen bestimmen wesentlich den Wärmeaustausch zwischen den Tropen und den mittleren und polaren Breiten. Sie speisen damit die Energie der atmosphärischen Zirkulation auf der ganzen außertropischen Hemisphäre und damit deren Wettersysteme. Wie dieser Prozess im Einzelnen abläuft, ist bisher noch nicht gelöst. Zur Anbindung ihrer theoretischen Modelle an natürliche Messdaten kam ihnen ein umfangreiches internationales Beobachtungsprogramm zur Hilfe. Von Ende 1978 bis Ende 1979 lief ein FGGE genanntes Programm, das im großen Umfang globale meteorologische Daten erfasste. Aus diesem gewaltigen Datenmassiv analysierte die Arbeitsgruppe dynamische Transportgrößen, die mit Wettersystemen verbunden sind, um den Antrieb planetarer Wellen in Abhängigkeit von der geographischen Länge zu ermitteln. Bereits aus diesen experimentellen Ergebnissen ließen sich u. a. wichtige Erkenntnisse über den Wind in Strahlstromgebieten ableiten, die ihrerseits Einfluss auf Wetter und Klima in unserer Region haben. Ein nicht einfaches Problem bei der Interpretation dieser Wechselwirkung ist, dass planetare Wellen ursächlich die Entwicklung von Hoch- und Tiefdruckgebieten bestimmen, dass sie aber andererseits auch von ihnen beeinflusst werden.

Diese aus den experimentellen Daten gewonnenen Ergebnisse mussten nun in mathematische Modelle aufgenommen werden, in denen bereits bekannte Erkenntnisse enthalten waren. Dr. Schmitz und Dr. Grieger entwickelten ein Modell, in dem die hier genannten Ergebnisse mit dem Antrieb planetarer Wellen durch die Orographie (Gestalt der Erdoberfläche) und durch die unterschiedliche Erwärmung von Land und Meer verglichen werden können. Die Rechnungen zeigten, dass die Dynamik der Wettersysteme zu einem wesentlichen Anteil die Struktur und Dynamik planetarer Wellen bestimmen. Eine Doktorandin von Dr. Schmitz, Anett Wäntig, untersuchte im Modell die Wechselwirkung langer planetarer Wellen mit synoptischen Wellen (Wellen, die für kurzfristige Wetteränderung verantwortlich sind). Zur Überraschung fand sie, dass sich bei gleichbleibenden Modellparametern unterschiedliche Zirkulationszustände, also Mehrdeutigkeiten ergeben können, eine interessante Eigenschaft komplexer Systeme, die noch weiterer Untersuchung bedarf (Wäntig et al. 1988). In einer weiteren Modelluntersuchung konnten Dr. Schmitz und die Diplom-Physikerin Marianne Zelck einen Einfluss der Dynamik in der Stratosphäre auf die Wettersysteme der Troposphäre, also einen Einfluss von oben nach unten nachweisen, was bisher für unmöglich gehalten wurde. Es ergaben sich unterschiedliche Anwachsraten und Profile der Amplitude planetarer Wellen allein aus den mittleren Windprofilen in der Stratosphäre (Schmitz, Zelck 1984). Heute wird die Stratosphäre in den großen Modellen zur Klimasimulation ganz selbstverständlich berücksichtigt, auch wenn Einzelheiten zu den Kopplungsprozessen der unterschiedlichen Höhengebiete in der Atmosphäre noch nicht verstanden und selbst noch Gegenstand der Forschung sind.

Dr. Schmitz gelang es, mit den zur Verfügung stehenden verhältnismäßig kleinen Rechenanlagen umfangreiche Aussagen zu speziellen hemisphärischen Klimaentwicklungen zu machen, weil er es mit seiner Arbeitsgruppe verstand, relativ einfache mathematische Modelle zu entwickeln. Für Klimaberechnungen mit umfangreichen Modellen hatte Dr. Schmitz den Kooperationspartner im Rechenzentrum in Novosibirsk (Sowjetunion). Die Gruppe um Dr. Schmitz hielt beides für wichtig, einfache Modelle, die ein Verständnis der physikalischen Prozesse ermöglichen und umfangreiche Modelle, um großräumige und langzeitige Fragen zur Klimaentwicklung beantworten zu können.

## **11 Leuchtende Nachtwolken**



Bild 65 Leuchtende Nachtwolken vom 1./2. Juli 1967 am Nordhimmel von Juliusruh/Rügen zusammen mit zwei Sternen des Sternbildes Auriga

Um möglichst umfangreiche Informationen aus der mittleren Atmosphäre zu erhalten, gewann Prof. Lauter einen seiner Physikstudenten, Norbert Auff'm Ordt, dafür, leuchtende Nachtwolken zu beobachten. Diese sind eine Leuchterscheinung am sommerlichen Dämmerungshimmel (Abend- und Morgen-dämmerung), die eine Struktur wie Cirrostratuswolken haben. Sie bestehen aus mit Eis überzogenen Meteorstaubteilchen in einem erstaunlicherweise sehr konstanten Höhenbereich von 83 km, die vom Sonnenlicht gerade noch beleuchtet und dadurch gegenüber dem dunklen Nachthimmel als

silbrig-weiße Schleier gut zu erkennen sind, (Bild 65). Damit sich die Eispartikel bilden können, müssen Temperaturen von unter 140 Kelvin herrschen, was in diesen Höhen nur in den Sommermonaten eintritt, siehe das am Anfang von Kapitel 8.1.1 gezeigte Temperaturprofil. N. Auff'm Ordt, der seine Beobachtungen in Juliusruh auf Rügen durchführte, beschreibt 1968 in seiner Diplomarbeit und 1973 in seiner Dissertation die Sichtbarkeitsbedingungen der Leuchtenden Nachtwolken und ihr dynamisches Verhalten (Auff'm Ordt, 1968, 1973). Die besten Sichtbarkeitsbedingungen liegen danach im Breitenbereich von 55°N bis 60°N, Kühlungsborn (54°N) liegt also ganz in der Nähe. Ihre Fortbewegung kann man mit der dort herrschenden Windgeschwindigkeit von 40 m/s bis 100 m/s erkennen und aus der Wellenstruktur Wellenlänge und Phasengeschwindigkeit ablesen, die darauf schließen lassen, dass es sich um interne Schwerewellen handelt (innerhalb der Atmosphäre angeregte Wellen). Die von der Arbeitsgruppe um Dr. Schmitz theoretisch vorhergesagten dynamischen Eigenschaften der Atmosphäre lassen sich in diesem Fall also auch optisch nachweisen.

## **12 Funkwellenausbreitung theoretisch weiter entwickelt**

Als Prof. Lauter 1966 auf der 15. Generalkonferenz der URSI wieder über neueste Ergebnisse der Funkwellenabsorptionsmessungen im Lang- und Längstwellenbereich in Kühlungsborn berichtete, wurde er beauftragt, in einem Handbuch die Einrichtung solcher Messanlagen zu beschreiben, damit auch an anderen Observatorien der Welt solche Messungen durchgeführt werden könnten. Das verlangte allerdings, die Messverfahren zunächst noch genauer theoretisch zu durchdringen. Dazu holte er 1966 einen jungen Physikstudenten, der gerade seine Diplomausbildung an der Universität

Rostock abgeschlossen hatte, zu sich nach Kühlungsborn, Dipl.-Phys. Jürgen Bremer. Der kniete sich tief in die Problematik: Von dem technischen Aufbau der Empfänger, dem Aufbau der Antennen bis zur Theorie der Funkwellenausbreitung im Lang- und Längstwellenbereich, über die zum damaligen Zeitpunkt noch wenig bekannt war, im Gegensatz zu der schon recht gut erforschten Kurzwellenausbreitung. Möglich wurde diese Arbeit, da Dr. Cumme zur Theorie der Funkwellenausbreitung schon gewisse Vorarbeit geleistet hatte und weil inzwischen für die sehr aufwendigen Rechnungen schon moderne Rechner zur Verfügung standen, die allerdings immer noch Stunden brauchten, um diese komplexen Rechenprogramme abzuarbeiten. 1969 legte Jürgen Bremer seine Dissertation zu diesem Thema vor (Bremer, 1969). Das von der URSI gewünschte Handbuch, in dem von zahlreichen internationalen Autoren weitere Beiträge zu anderen Absorptionsmessmethoden in der Ionosphäre enthalten sind, erschien dann 1976 im Report UAG-57 (Lauter et al., 1976).

Ein weiterer Fortschritt in der Interpretation der in Kühlungsborn durchgeführten Funkwellenausbreitung wurde erzielt, als Prof. Lauter 1968 einen jungen Diplom-Physiker an das Observatorium holte, der sich in seiner Diplomarbeit an der Universität Rostock schon mit theoretischen Fragestellungen beschäftigt hatte, Werner Singer. Er sollte aus den nun schon über 20-jährigen Funkwellenmessungen ableiten, wie sich die Elektronendichte mit der Höhe ändert. Keine leichte Aufgabe, denn gerade in dem Höhenbereich, den er bearbeiten sollte, ändert die Atmosphäre entscheidend ihre Eigenschaft: Unterhalb der Mesopause sinkt die Temperatur mit der Höhe, oberhalb steigt sie wieder an. Unterhalb wirken überwiegend meteorologische, also dynamische und jahreszeitliche Prozesse, oberhalb wird die Atmosphäre im Wesentlichen von der irregulären Sonnenaktivität beeinflusst. Nicht zuletzt beginnt sich die Zusammensetzung der Atmosphäre in diesem Höhenbereich in zunehmendem Maße nach oben zu ändern. In seiner Dissertation beschreibt Werner Singer 1976 schließlich ein Verfahren, wie aus Absorptionsmessungen Elektronendichteprofile berechnet werden können (Singer, 1976). Diese Profile sind für Dr. Taubenheim aus Berlin wiederum eine wichtige Grundlage zur Ermittlung der Zusammensetzung der Atmosphäre. Gleichzeitig beschreiben Singers Elektronendichteprofile im Höhenbereich 80 km bis 90 km einen sehr steilen Elektronendichtegradienten. Dieser steile Elektronendichtegradient wäre für die Windmessungen, die Prof. Sprenger und Dr. Greisiger durchführten, die Voraussetzung, dass der Wind in einer annähernd festen Höhe gemessen wird. Bisher waren die Höhe und ihre Veränderlichkeit nur ungefähr abgeschätzt worden (Kapitel 9.5). Dass es diesen steilen Elektronendichtegradienten (vgl. Bild 42) tatsächlich gibt, wurde durch ein Experiment des Doktoranden Dipl.-Phys. Eckhart Weiß bestätigt, nachdem der Ingenieur Dietrich Meyenburg einen Impulssender auf der Frequenz 314,5 kHz aufbaute und durch Weiß die in 3,5 Jahren erhaltenen Ergebnisse in seiner Dissertation ausgewertet wurden (E. Weiß, 1974).

Durch Vergleich mit Dr. Bremers und Dr. Singers auf experimentellen Messungen beruhenden theoretischen Funkwellen-Ausbreitungs-Ergebnissen konnte das weltweit genutzte theoretische Modell „Internationale Referenz Ionosphäre“ (IRI) deutlich der Wirklichkeit angepasst werden. Es ist zu sehen, wie hier einzelne wissenschaftliche Erkenntnisse wie Puzzleteile ineinander greifen und nach und nach ein Bild der mittleren Atmosphäre ergeben.

### **13 Wie weit reicht die Winteranomalie?**

Die winterliche übernormale Funkwellenabsorption vom Lang- bis zum Kurzwellenbereich war nun schon 20 Jahre lang beobachtet worden und gut unter Kontrolle und Bestandteil von Funkwellenausbreitungskurven, nach denen sich Rundfunk und Funknachrichtenverkehr orientierten. Eine Frage war aber noch offen: Wie weit reicht die Winteranomalie?

Um das zu prüfen, schickte Prof. Lauter Dr. Schäning auf eine Schiffsexpedition mit dem Handelsschiff MS „Schwerin“, zusammen mit dem Feinmechanikermeister Wolfgang Probst (Kühlungsborn) und dem Elektronikingenieur Karl-Heinz Stroetzel aus dem Berliner Institutsteil. Die Fahrt ging nach Kuba. Auf dieser Fahrt wurden die Breiten von ca. 50°N bis 20°N durchquert. Die Funkwellenabsorption wurde nach der A1-Methode auf der Frequenz 2,11 MHz gemessen, dabei werden mit einem Sender Impulse senkrecht in die Ionosphäre gestrahlt und aus dem Echo die Absorption ermittelt. Das störte

natürlich den Schiffsfunker, aber durch die Halbierung der Impulsfolgefrequenz (ein Impuls pro 2 Sekunden), gelang es den Dreien, ein freundschaftliches Verhältnis zum Funker zu behalten. Die Ergebnisse waren überraschend deutlich, dennoch wurde nach der ersten Messfahrt, Winter 1968/69, zwei Jahre später eine zweite durchgeführt, Winter 1970/71. Die zweite Messfahrt erfolgte mit dem Handelsschiff MS „Mathias Thesen“. Diesmal mit nur zwei Mann, Dr. Schäning und W. Probst, was bei einem 24-Stunden-Messdienst eine anstrengende Sache war. Der Atlantik zeigte sich nicht immer von der freundlichsten Seite (Bild 66), aber die Anstrengungen haben sich gelohnt. Es konnte in beiden Wintern eine deutliche südliche Grenze der Winteranomalie bei 37°N bis 38°N gefunden werden. Im Bild 67 b ist die Absorption an Tagen ohne Winteranomalie dargestellt. Diese normale Absorption wächst leicht mit der geographischen Breite an. Im Bild 67 a ist die Absorption an Tagen mit Winteranomalie aufgetragen: In niederen Breiten zeigt sich kein Unterschied zu Winteranomalie-freien Tagen, erst in nördlicheren Breiten sieht man sehr



Bild 66 MS „Mathias Thesen“ in schwerer See, Foto: B. Schäning

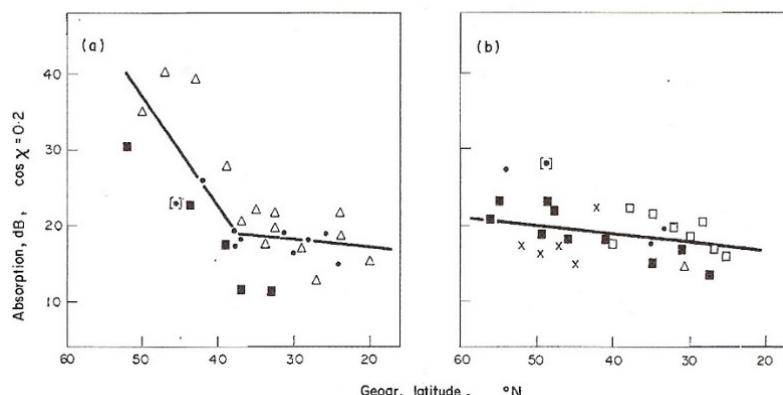


Bild 67 Funkwellenabsorption auf 2,11 MHz zeigt die geographische Grenze der ionosphärischen Winteranomalie bei 37°N bis 38°N (Schäning, 1973 a)

deutlich die starke Zunahme der Absorption. Die Trennung des einen vom anderen Zustand lässt sich recht gut bei 37°N bis 38°N ablesen. Das ist im Übrigen in Übereinstimmung mit der von Dethloff und Schmitz (1982) für den Winter theoretisch berechneten abwärts gerichteten Strömung (s. Kap. 10.1 Planetare Wellen).

## 14 Vergleich mit Raketenmessungen

Die Parameter, die aus den Phasenhöhen-Messungen ermittelt werden konnten, Reflexionshöhe, Druck und Temperatur, waren bisher nur durch theoretische Überlegungen gesichert. Ein Vergleich mit direkten Messungen im Höhenbereich von 70 km bis 85 km stand noch aus. Prof. Sprenger gelang es, durch gute Zusammenarbeit mit dem Hydrologischen und Meteorologischen Dienst der Sowjetunion, eine Zusicherung für die Einrichtung von zwei Phasenhöhen-Messstrecken zu bekommen, die so lagen, dass sich ihre Messstrecken-Mittelpunkte in der Nähe des Startplatzes

meteorologischer Raketen bei Wolgograd befanden. Der Empfangsort sollte das Aerologische Observatorium Pensa des Hydrologischen und Meteorologischen Dienstes der Sowjetunion sein (ca. 560 km südöstlich von Moskau). Die Mitarbeiter dort sind stolz auf die lange Tradition ihres Observatoriums, es wurde 1855 von dem Physiklehrer des Gymnasiums in Pensa Ilja N. Uljanov gegründet, dem Vater Lenins.

Dipl.-Ing. Eberhard Kücklich entwickelte zwei Funkempfänger, mit denen die sowjetischen Sender Baku (218 kHz, Entfernung von Pensa: 1463 km) und Tbilisi (191 kHz, 1278 km) empfangen werden konnten. Im Mai 1973 fuhren Herr Kücklich und ich nach Pensa und bauten im Observatorium die Empfänger auf. Aber bereits 5 Jahre später war es erforderlich, auf zunehmende Störungen aus dem Observatorium selbst zu reagieren. Jetzt war es Dipl.-Ing. Horst Bardey, der unter Anleitung von Dr. Götz v. Cossart eine neue Gesamtanlage mit höherer Empfindlichkeit, aber starker Unterdrückung des umgebenden Funkstörfelds entwarf (Bild 68). Zur Arbeitserleichterung der dortigen Beobachter hatte er zusätzlich eine automatische Eicheinrichtung und Zeitmarkengebung eingebaut sowie mit dem Feinmechaniker-Meister Wolfgang Probst zusammen vier spezielle Punktschreiber (je zwei Empfindlichkeitsstufen für beide Frequenzen) entwickelt und gebaut, die einen 14-tägigen Papiervorrat hatten und bei denen das lästige Tintenachfüllen entfiel, da sie jetzt mit gewöhnlichem Schreibmaschinen-Farbband registrierten (Bild 69).

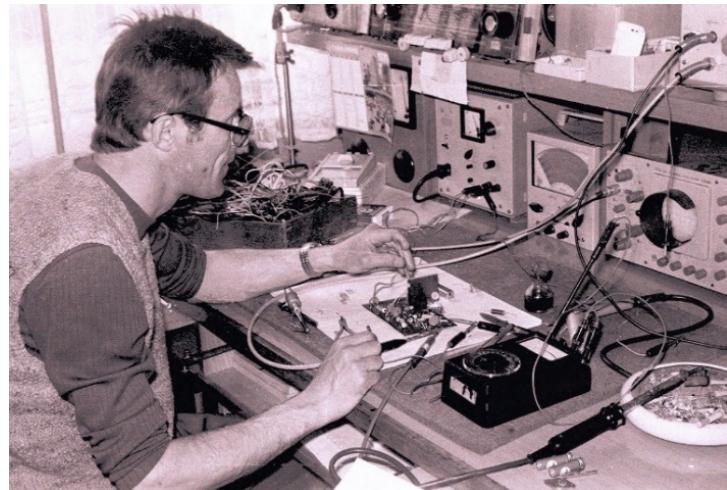


Bild 68 Dipl.-Ing. Horst Bardey bei der Entwicklung der neuen Pensa-Empfangsanlage

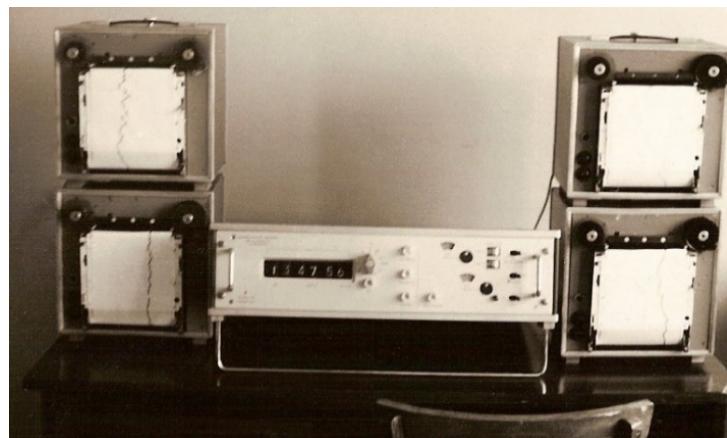


Bild 69 Die neue Pensa-Empfangsanlage (Mitte) und die vier Punktschreiber

Von da an lief die Anlage fast ohne Unterbrechung bis 1985. Einmal im Jahr fuhr zunächst ich, später Dr. G. v. Cossart zusammen mit Horst Bardey, nach Pensa, um die Anlage zu warten und die Registrierungen zum Auswerten abzuholen. Damit auch die Elektronendichte mit Raketen gemessen werden konnte, bauten unserer Elektroniker und die Werkstatt entsprechende Raketensonden nach sowjetischen Plänen. Es war das die Zeit, in der zunehmend gedruckte Schaltungen angewandt wurden. Die Zeichnungen der Schaltungsplatten und nachher deren Bestückung mit den Bauelementen übernahm wieder Horst Bardey.

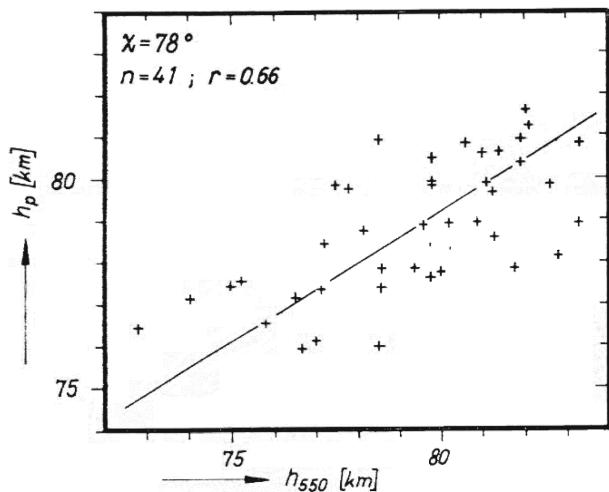


Bild 70 Vergleich der Reflexionshöhe der Phasenhöhen-Messungen ( $h_p$ ) und der mit Raketen gemessenen Höhe der Elektronendichte von  $550 \text{ el/cm}^3$

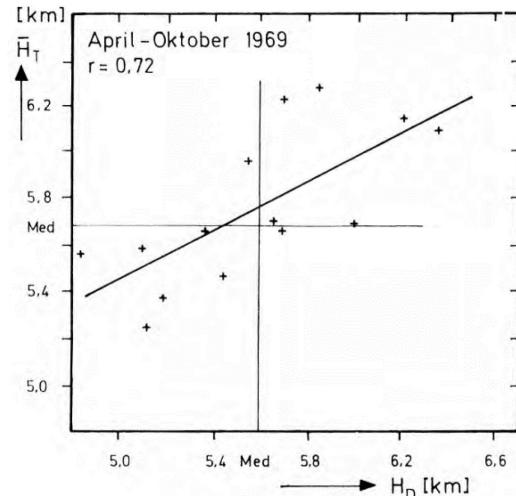


Bild 71 Vergleich der mit Raketen über Wolgograd gemessenen Skalenhöhe ( $H_T$ ) und den gleichzeitig mit der Phasenhöhen-Messung ermittelten Skalenhöhen ( $H_D$ ) über Mitteleuropa

Die Ergebnisse des Vergleichs von Phasenhöhen- mit Raketen-Messungen waren sehr zufriedenstellend: Die berechnete Reflexionselektronendichte von  $550 \text{ Elektronen/cm}^3$  für die Mess-Strecken wurde von den Raketen-Messungen bestätigt (v. Cossart, et al., 1985, Bild 70) und die Skalenhöhen, Maß für die Temperatur, zeigten den erwarteten engen Zusammenhang zwischen den beiden Messmethoden (v. Cossart, G. Entzian, 1976, Bild 71). Jahre mühevoller Kleinarbeit hatten sich also gelohnt! Dr. G. v. Cossart legte mit diesen und anderen Ergebnissen zur Phasenhöhen-Messung 1987 seine Dissertation B bei der Akademie der Wissenschaften der DDR vor (v. Cossart, 1987) und wurde 1989 von ihr zum Professor ernannt.

## 15 Das Observatorium braucht Wohnraum!

Wie wir gesehen haben, wurden immer wieder neue Wissenschaftler, aber auch technische Mitarbeiter eingestellt. Meistens waren es junge Leute, die bald heirateten und Nachwuchs bekamen. Wohnraum war bewirtschaftet, er musste durch die Stadtverwaltung zugewiesen werden. Obwohl das „Obs“ beim Rat der Stadt auf Verständnis und Hilfsbereitschaft trafen, obwohl sich die Bürgermeister oft persönlich für das Problem einsetzten, konnte die Zuweisung von angemessenem Wohnraum Monate, ja, Jahre dauern. Die Wartezeit überbrückten die jungen Leute, indem ein Bett in ihren Büroräumen aufgestellt wurde. 1969 sprach Prof. Sprenger wieder einmal wegen der Bereitstellung von Wohnraum beim damaligen Bürgermeister Walter Nørgaard vor. Der gab ihm den Rat, Prof. Sprenger möge doch versuchen, bei der Akademie Geld zu beschaffen und ein Wohnhaus für die Observatoriums-Mitarbeiter bauen. Und tatsächlich, das funktionierte! Prof. Sprenger wandte sich an die Akademieleitung, die ein Einsehen hatte. Das zugewiesene Geld reichte aus, um 1969 das Haus Maxim-Gorki-Str. 4 (heute Hermannstraße) zu kaufen und um 1972 273.000 M für die Errichtung des Wohnblocks Rudolf-Breitscheid-Str. 12 beizusteuern. Dem Observatorium gehörten die 8 Wohnungen im ersten Aufgang dieses Hauses.

### „Konsumgüterproduktion“ am Observatorium

In der DDR fehlte es zunehmend an Waren des täglichen Bedarfs, was zur Unruhe unter der Bevölkerung führte. Die SED reagierte darauf auf ihrem VIII. Parteitag (1971) und hielt die volkseigenen Betriebe an, neben ihrer im Plan festgelegten Produktion auch Konsumgüter zu produzieren. So nähte z. B. ein Chemiebetrieb für Zellstoff- und Zellwollherstellung Jacken, die Warnow-Werft stellte u. a. Metallschienen für die Trabant-Klappsitze und die schließlich sehr gefragte Anbauwand „Warnemünde“ her, der VEB Schaltanlagenbau in Kühlungsborn stellte Puppengeschirr und Holzkohlegrills her. So hatte jeder Produktionsbetrieb seine zusätzliche Aufgabe zu erfüllen. Aber diese Produktion langte immer noch nicht aus, um die Bedürfnisse der Bevölkerung zu befriedigen. Auf dem X. Parteitag der SED (1981) wurde daher festgelegt, dass jeder Betrieb 5% seines Produktionsvolumens für die Konsumgüterproduktion zu erbringen hat.

Im April 1963 tauchte schlagartig ein neues Bedürfnis in der Bevölkerung auf: In der Bundesrepublik wurde das zweite Fernsehprogramm auf UHF eingeführt. Man brauchte einen Konverter, der diese Frequenz für den heimischen Fernsehempfängers lesbar machen konnte. Das war für Elektroniker oder Amateurfunker eine Kleinigkeit und davon gab es in Kühlungsborn natürlich auch bei uns am Observatorium eine beachtliche Zahl. Die meisten Bauteile konnte man hier in der DDR beschaffen, nur der entscheidende Transistor, den gab es nur in der Bundesrepublik. Verschiedene Verkäufer in westdeutschen Rundfunk- und Fernsehläden wunderten sich, dass plötzlich immer häufiger ältere Herrschaften kamen (nur Rentner durften ohne Angabe von Gründen in die Bundesrepublik reisen) und gezielt Transistoren AF139 kauften. Auf diese Weise beteiligten sich auch die Elektroniker des Observatoriums an der Konsumgüterproduktion der DDR, wenn auch nicht im Sinne der Staatsorgane.

Dieser Wunsch nach einem selbstgebauten Konverter ließ deutlich nach, als der Deutsche Fernsehfunk (DFF) zum 20. Jahrestag der DDR am 3. Oktober 1969 sein zweites Fernsehprogramm eröffnete. Die dazu gehörigen Konverter konnte man jetzt kaufen. Sie waren durchstimmbar, die Skala zeigte von 470 bis 620 MHz, dazwischen lag das zweite Programm des DFF. Wollte man weiterdrehen, um zum ZDF zu kommen, stieß der Drehknopf plötzlich an einen Widerstand, obwohl der Skalenzeiger noch gar nicht am Ende der Skala angekommen war. Öffnete man den Kasten, dann sah man sofort, im Zahnrad war ein Stift so angebracht, dass er an der besagten Stelle gegen ein Hindernis stieß. Man brauchte nur diesen Stift mit einer Zange abzukneifen und schon konnte man die beiden zweiten Programme von Ost und West empfangen.

## **16 Und wieder in die Antarktis**

### **16.1 Die 14. Sowjetische Antarktisexpedition**

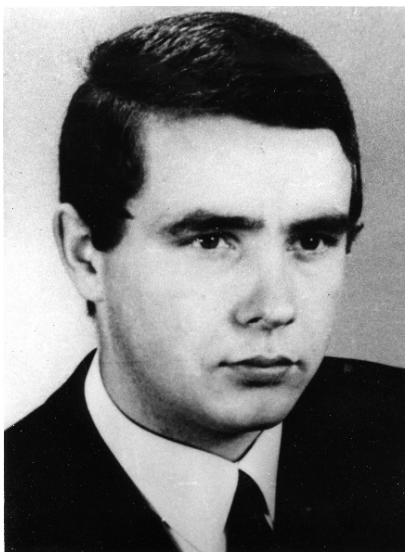


Bild 72 Dipl.-Phys. Klaus Diederich (1942 – 1969)

Prof. Lauter hatte wieder einen seiner Physikstudenten gewonnen, die Diplomarbeit bei ihm anzufertigen. Es war Klaus Diederich (Bild 72), der im Sommer 1968 die Diplomarbeit zur Intensitäts- und Frequenzverteilung des atmosphärischen Funkstörpegels vorlegte (Diederich, 1968). Prof. Lauter gefiel die Arbeit, und er bot dem jungen sportlichen Mann an, bei der nächsten Antarktisexpedition (14. SAE, Herbst 1968 bis Frühjahr 1970) die Aufgaben zur Funkwellen-Ausbreitungsmessung in Mirny weiterzuführen. Klaus Diederich stimmte zu und heiratete noch kurz vorher. In Mirny löste er Hartwig Gernandt und Ingo Nevermann ab, die an der 13. SAE teilgenommen hatten. Was niemand wissen konnte, der Abschied von den beiden war leider ein Abschied für immer. Bei einem Rundgang am Rande von Mirny geriet Klaus Diederich am 17. Juli 1969 auf der verharschten, in Richtung der Schelfeiskante leicht abschüssigen Schneefläche ins Rutschen, konnte sich nicht mehr halten und

stürzte von der 20 m bis 30 m hohen Kante auf das Meereis. Er konnte noch lebend geborgen werden, erlag aber bald seinen schweren Verletzungen. Er ist auf der Buromski-Insel, 2 km vor Mirny, beigesetzt, wie all die anderen, die im Dienste der Antarktisforschung in Mirny ihr Leben ließen. Eine schlichte Bronzeplatte mit den Angaben seiner Lebensdaten kennzeichnet die Stelle seiner letzten Ruhestätte. Zu seiner Erinnerung ist eine Kopie dieser Bronzeplatte an einem Stein am Geländeeingang des Leibniz-Instituts für Atmosphärenphysik in Kühlungsborn angebracht.

### **16.2 Die 21. Sowjetische Antarktisexpedition**

1971 promovierte Dipl.-Phys. Gernandt nach der 13. SAE mit den Ergebnissen zu ionosphärischen Anomalien in hohen südlichen geomagnetischen Breiten an der Universität Rostock (Gernandt, 1971). Anschließend folgte er Dr. P. Glöde an das Aerologische Observatorium Lindenberg (AOL) bei Berlin. Im Herbst 1975 war er schon wieder auf dem Weg in die Antarktis zur 21. SAE (1975 bis 1977), diesmal mit dem sowjetischen Schiff „Kapitan Markov“. Er war nicht allein. Ihn begleiteten 5 weitere Kollegen: Kfz-Meister Hans-Jürgen Fischer und Dipl.-Ing. Ökonom Werner Passehl, beide von der VDE (Vereinigte Dienstleistungseinrichtung, Potsdam; die VDE war das Koordinationszentrum aller DDR-Expeditionen), der Feinmechanikermeister Wolfgang Probst aus Kühlungsborn, der Funkmechaniker Günter Stoof („Molo“ genannt, weil er, russisch molodoi, der Jüngste war) von dem Institutsteil in Tremsdorf und der Elektroingenieur Wolfgang Teschner von der Ionosonden-Station in Juliusruh auf Rügen.

Das war die größte Teilnehmerzahl einer DDR-Antarktisexpedition und nicht nur das, diesmal brachten sie alles mit, was zu einer Expeditionsstation gehört, nicht nur die Messgeräte. Ihre Aufgabe war es, im Rahmen der Internationalen Magnetosphären-Studie (IMS, 1976 bis 1978) die Voraussetzungen für eine dreijährige Messkampagne zu schaffen und 1976 selbst die ersten Messungen durchzuführen. Ihr Ziel war die sowjetische Station Novolazarevskaya in 70,8°S, 12,0°O. Aus gutem Grund, denn diese Station liegt bezüglich der zu beobachtenden magnetosphärischen Einflüsse auf die Funkwellenausbreitung in der geeigneten geomagnetischen Breite und außerdem in der Schirmacher-Oase, einem

Gebiet der Antarktis, das zumindest im Sommer eisfrei ist. Monate intensiver Vorbereitung lagen hinter ihnen. Dr. Gernandt hatte eine in der Antarktis noch nicht erprobte, aber, so hoffte er, schnell zu realisierende und preiswerte Version der Unterbringung ersonnen. Dazu brachten sie vier normale 20-Fuß-Handelscontainer und vier containergroße Holzhütten mit. Zwei der Stahlcontainer hatten die zukünftigen Antarktisteilnehmer zusammen mit den Mitarbeitern und dem Stationsleiter Dipl.-Phys. Johannes Weiß der Ionosondenstation in Juliusruh auf Rügen selbst polarfest gedämmt und mit allen Messgeräten, einschließlich der Verkabelung, eingerichtet. Die Ausstattung der Wohncontainer wurde durch die VDE organisiert. Die Container waren auf stabilen Stahlschlitten montiert, die an Ort und Stelle die Fundamente des Gebäudekomplexes ergeben sollten. Außerdem hatten sie zwei 20-kW-Dieselaggregate und die Einzelteile für einen 30 m hohen Stahlgittermast und große Mengen Bauholz sowie zwei kleine Raupenschlepper T-100 mit. Alles in allem waren es 150 t Material!

Sie waren darauf vorbereitet, Vertikalsondierungen der Ionosphäre (A1-Messung) durchzuführen, das Kosmische Rauschen aus dem Bereich des Himmelspols zu empfangen (A2-Messung) und Funkwellen-Absorptionsmessungen über große Entfernung (A3-Messungen) zu registrieren. Zusätzlich sollten sie noch die drei Komponenten des Magnetfelds erfassen und mit einem Photometer das Polarlicht analysieren. Eine der wissenschaftlichen Aufgaben war es festzustellen, ob der seinerzeit von Prof. Lauter und Prof. Sprenger auf der Nordhalbkugel entdeckte Nachwirkungseffekt (Kapitel 6.3.1) auch auf der Südhalbkugel zu finden ist und welche Besonderheiten nach magnetischen Stürmen dort auftreten. Um es vorwegzunehmen, ja, es gibt den Nachwirkungseffekt im Langwellenbereich auch auf der Südhalbkugel (Gernandt, 1971, Bremer, u. a. 1978).

Die A1-Anlage nahmen sie bereits an Bord des Schiffes in Betrieb und konnten so erstmalig die Breiten-abhängigkeit der Absorption zwischen 50°N und 60°S ermitteln (Bild 73, Bremer, Gernandt, 1980). Solange das Schiff noch in europäischen Breiten war, stimmen beide Messungen noch überein. In beiden Fällen beginnt eine starke Winteranomalie in den Messungen von Juliusruh, nicht aber auf dem Schiff, da es sich zu dem Zeitpunkt bereits außerhalb des Winteranomalie-Bereichs befindet (s. Kap. 13), es fährt inzwischen im Bereich des Südsommers. In Juliusruh wird dagegen in beiden Fällen sehr wohl hohe Winteranomalie-Absorption beobachtet.

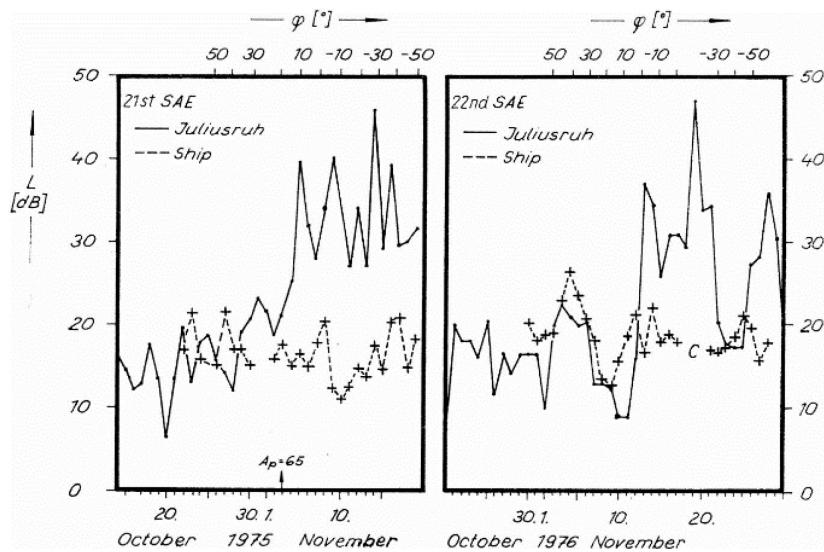


Bild 73 A1-Messungen (2 MHz, gestrichelt) auf der Fahrt zur 21. (links) und 22. SAE (rechts), jeweils zeitgleich an der Station Juliusruh (54,6°N, 13,4°O) bei fester solarer Zenitdistanz von 78,5°. Untere Skala: Datum, Obere Skala: Geografische Breite des Schiffsstandortes

Sie hatten wieder die Wetterbildempfangsstation WES 1 mit und konnten mit den Satellitenbildern dem Kapitän bei der Navigation durch das Meereis helfen. An Land trugen sie damit zur Überwachung der Schelfeisgrenze und der Bewölkung für die Wettervorhersage bei.

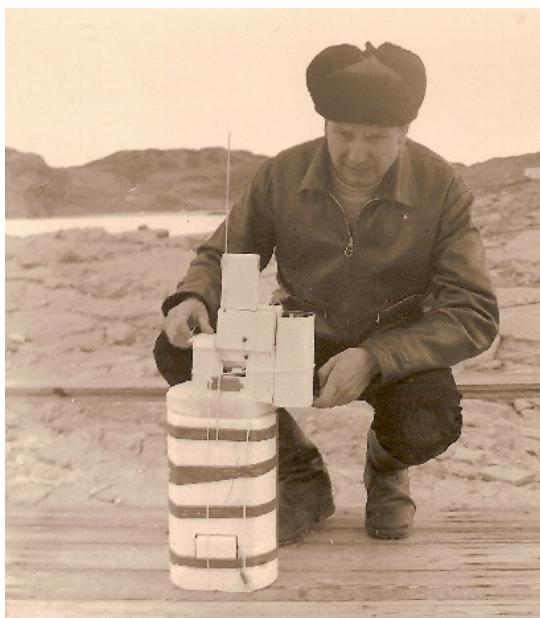


Bild 74 Wolfgang Probst bereitet eine Ozonsonde für den Start vor

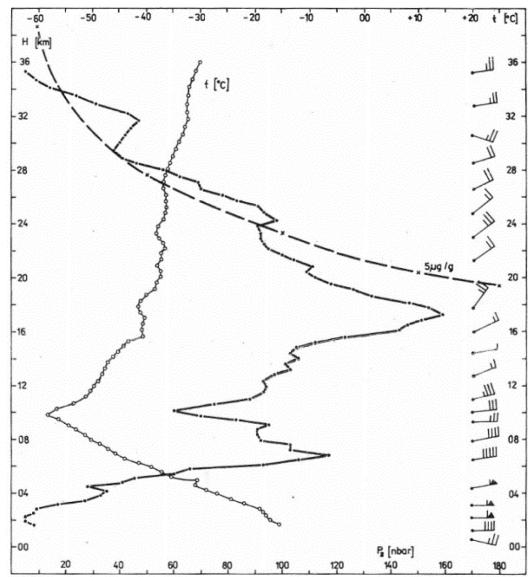


Abb. 75 Ozonaufstieg 29. 11. 76 Station Neulatasarew ( $\varphi = 70,8^\circ S$ ;  $\lambda = 11,8^\circ E$ )

Bild 75 Vertikalprofil des Ozonpartialdrucks (in nbar) der ersten der beiden Ozonsonden vom 29.11.1976 (ausgezogene Linie), Station Novolazarevskaja; Temperaturprofil: offene Kreise; Luftfeuchte: gestrichelt

Eine zusätzliche Aufgabe hatte sich Dr. Gernhardt versuchsweise vorgenommen. Er hatte zwei Ozonsonden mitgenommen, um sie an sowjetische Radiosonden anzuhängen. Das war erfolgreich (Bild 74, Bild 75). Er bemühte sich nun, zusammen mit Dr. Glöde, den Meteorologischen Dienst der DDR (MD) zu überzeugen, wie wichtig es wäre, eine lange Ozonmessreihe in der Antarktis zu haben. 1985 willigte der MD schließlich in ein langfristiges Programm der vertikalen Ozonmessung ein. Von da ab hatte die DDR-Basisstation eine der längsten Messreihen der vertikalen Ozonverteilung in der Antarktis. Im selben Jahr veröffentlichte der Engländer J. C. Farman seine Entdeckung, dass die schon länger befürchtete weltweite Ozonzerstörung durch Fluorchlorkohlenwasserstoff (FCKW) gar nicht weltweit eintritt, sondern zunächst auf den durch den Frühlings-Südpolarwirbel dynamisch abgegrenzten Raum beschränkt ist [Farman et al. 1985]. Jetzt nach der Entdeckung des „Ozonlochs“ zeigte sich, wie bedeutungsvoll Gernhardts Versuch und die daran anschließende Ozonmessreihe war (Bild 76). Die Ozonmessreihe wurde nach der Aufgabe der Station Georg Forster durch die Stationen Neumayer II und III weitergeführt [online: Ozon Antarktis]. Im Frühjahr ist die Abnahme des Ozonpartialdrucks

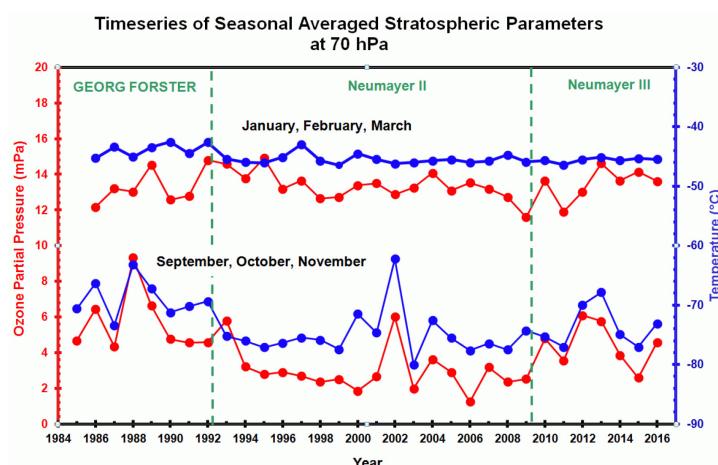


Bild 76 Ozonpartialdruck (mPa) im Ozonschichtmaximum (ca. 20 km) nach der von Gernhardt 1985 begonnenen Vertikalprofil-Messreihe im antarktischen Frühjahr (Sept, Okt, Nov) und Herbst (Jan, Feb, März), zusammen mit dem Temperaturverlauf

durch die FCKW-bedingte Ozonzerstörung deutlich zu sehen. Sie ist im antarktischen Frühjahr so deutlich ausgeprägt, da die ozonzerstörenden Bestandteile in der starken Kälte des antarktischen Winters an Eiskristallen gebunden sind und mit dem beginnenden Sonnenlicht schnell freigesetzt werden. Daher tritt das Ozonloch dort in den Frühjahrsmonaten auf [Zellner et al, 1999]. Das Verbot der Herstellung und der Nutzung von FCKW macht sich ab etwa 2006 bemerkbar und die Ozonschicht erholt sich sehr langsam.

Wieder zurück zu den sechs Kollegen auf dem Schiff. Sie hatten es eilig. Sie mussten noch vor Einsetzen des Winters den Gebäudekomplex aufgebaut haben. Aber erst einmal mussten sie zusammen mit ihrem Material da sein! Am 12. Februar 1976 wurden sie endlich von dem Schiff auf der Schelfeiskante abgesetzt. Jetzt lagen noch 120 km Weg über Eis mit tiefen nur leicht überfrorenen Schmelzwasserrinnen und -seen vor ihnen. Vier große ATT-Schlepper (500 PS) waren von Novolasarevskaya gekommen, um sie abzuholen, und sie hatten noch ihre zwei kleinen Raupenschlepper

T 100 PS. Mehrfach brachen die Schlepper mit den angehängten Schlitten in die Eislöcher ein und mussten sich gegenseitig freischleppen (Bild 77). Wie gut, dass sie alle ein spezielles hartes Training bei einer Einheit der Volksarmee der DDR im Führen schwerer Kettenfahrzeuge hinter sich hatten! Nach 52 Stunden waren die 120 km ohne Materialverluste geschafft. Sie standen vor ihrem zwar eisfreien aber mit Felsbrocken übersäten „Bauland“. Sie waren 800 m von der Station Novolasarevskaya entfernt, weit genug, um frei zu sein vom elektromagnetischen Störfeld dieser Station, aber dicht genug, um das zu nutzen, was sie nicht mithatten: Dieselkraftstoff, Küche, medizinische Betreuung und Funkverkehr mit der Heimat. Nur mit Hilfe der zwei kleinen Raupenschlepper und Wagenhebern schoben sie vier Container und zwei Holzhütten nach einem ausgeklügelten Plan von Dr. Gernandt zu einem Doppel-T so zusammen, dass zwischen ihnen containerbreite Flure frei blieben, millimetergenau in der Höhe ausgerichtet! Die Flure wurden überdacht, mit Fußböden versehen und gegen Kälte isoliert. So entstand aus 6 Einheiten eine Wohn- und Arbeitsfläche, die 9 Containern entsprach. Die vierte Holzhütte stand nur 5 m entfernt neben der Station und nahm die Diesel-Elektro-Station zur Energieversorgung und Heizung auf (Bild 78).



Bild 77 Mehrfach brechen die Schlepper in tückische, leicht überfrorene Eislöcher ein.



Bild 78 Die fertige Containerstation, rechts die Dieselstation, hinten der 30 m Sendemast mit Sendecontainer



Bild 79 Wolfgang Probst beim Herantragen der Steine zur Sicherung der Abfangseile für den Sendemast

In der Nähe wurde der 30-m-Stahlgittermast errichtet. Um die Abfangseile zu befestigen, wurden kräftige Stahlanker so mit großen Steinen zugedeckt, bis sie dem errechneten Winddruck standhielten. Die möglichst großen Steine mussten von Hand einzeln zu den Ankern getragen werden (Bild 79). Neben dem Sendemast nahm ein weiterer Container die A1-Sendeanlage auf. In nur 8 Wochen wurde diese gewaltige Arbeitsleistung vollbracht, und das alles bei Temperaturen um - 10 °C und Schneesturm bis zu Orkanstärke!

Am 21. April 1976 wurden alle sowjetischen Kollegen von „nebenan“ zur feierlichen Eröffnung eingeladen. Danach legten sich fünf Mann zufrieden schlafen, nur einer musste den Messdienst übernehmen.

## **17 Ein internationales Programm entsteht - SESAME**

Anfang der 70er Jahre schien die Zeit reif zu sein, die Probleme der mittleren Atmosphäre umfassend weltweit anzugehen. Noch zu Beginn des Internationalen Geophysikalischen Jahres (IGJ 1957 bis 1958) wurde dieser Höhenbereich „the forgotten region“ (die vergessene Region) genannt. Auf ihrer Londoner Tagung 1972 beschloss die IUCSTP solch ein weltweites Programm auf den Weg zu bringen. Noch an Ort und Stelle entwarf eine Gruppe ausgewiesener Wissenschaftler unter der Leitung von Prof. J. London aus Boulder (USA) ein Entwurfsdokument und Prof. Lauter wurde gebeten, Meinungen und Ergänzungen zu diesem Dokument von Wissenschaftsorganisationen und Einzelwissenschaftlern aus aller Welt einzuholen. Für diese Aufgabe war Prof. Lauter genau der Richtige: Er war Generalsekretär der Akademie der Wissenschaften der DDR (AdW) und damit für die äußereren Angelegenheiten der Akademie zuständig. Er hatte also zu allen wissenschaftlichen Gremien derjenigen Länder, zu denen die AdW Kontakte unterhielt, beste Beziehungen. Nach Ablauf der Berufungsperiode übernahm er 1972 wieder die Leitung seines ZISTP und hatte jetzt, frei von den akademieorganisatorischen Aufgaben, mehr Zeit für die neue internationale Aufgabe. Als Büromitglied des COSPAR (Committee on Space Research, Komitee für die internationale Weltraumforschung) überschaut er alle Raumforschungsvorhaben der westlichen und östlichen Welt und konnte auch auf sie Einfluss nehmen; als Vorsitzender des Wissenschaftlichen Beirats zur friedlichen Nutzung des Weltraums beim Staatssekretär für Wissenschaft und Technik der DDR hatte er eine gute Übersicht über alle Entwicklungen in der wissenschaftlichen Zusammenarbeit der sozialistischen Länder im Rahmen des Interkosmos, und schließlich als Mitbegründer (1966) und stellvertretender Vorsitzender der Kommission der Akademien der sozialistischen Länder „Planetare Geophysik“ (KAPG) hatte er Einblick und Einfluss auf alle wissenschaftlichen Arbeiten zur Geophysik in den sozialistischen Ländern. Als langjähriges Mitglied in den verschiedenen internationalen wissenschaftlichen Organisationen (siehe Kapitel 8.5) war er bei seinen Fachkollegen gut bekannt und wissenschaftlich hochgeachtet.

Er listete alle technischen und theoretischen Möglichkeiten auf, die seit dem IGJ von den Wissenschaftlern der Welt zur Erforschung der Erdatmosphäre, der Ionosphäre und des erdnahen interplanetaren Raumes erarbeitet wurden. Er erwähnte die Entwicklung der Raketenmesstechnik und die Steigerung der Häufigkeit der Raketenstarts und die enorme Entwicklung der Satellitenmessungen.

Die Sonnenstrahlung konnte jetzt durch Satelliten direkt gemessen werden, ohne die störende Atmosphäre dazwischen. Er zeigte auf, welche Informationen man mit bodengebundenen Messungen, wie Funkwellenausbreitung und Lasermessungen, erhalten kann. Er zeigte, wie wichtig es war, die Zusammensetzung der Atmosphäre zu kennen; zahlreiche Informationen lagen bereits vor, aber die globale räumliche und zeitliche Verteilung musste noch besser ermittelt werden. Es gibt Methoden, die Dynamik der Atmosphäre zu messen und globale Modelle, die beobachteten Vorgänge zu interpretieren. Er zeigte auf, in welchem Maße die zahlreichen, neu begonnenen, einschlägigen nationalen Programme anderer Länder, wie z. B. der Sowjetunion, USA, Japans, Frankreichs, Westdeutschlands, der DDR und Schwedens, zu dem umfassenden Programm beitragen konnten.

Schließlich betonte er, wie wichtig dieser Höhenbereich der mittleren Atmosphäre für das irdische Leben ist: Diese Region ist ein Grenzbereich, der uns vor gefährlichem Einfluss aus dem Weltraum abschirmt, wie Meteoren, solarer UV-, Röntgen- und Korpuskularstrahlung und vor der harten kosmischen Strahlung. Zudem ist es der Bereich, der uns, wie von einem großen Thermostat geregelt, umgibt und die sehr enge Temperaturspanne, die das irdische Leben benötigt, nun schon über Jahrtausende aufrechterhält. Alle diese und neu zu entwickelnde Möglichkeiten sollten die betreffenden Wissenschaftler der Welt zusammenfassen und in einem ca. 5 Jahre dauernden gemeinsamen Programm erarbeiten. Er nannte das Programm „Structure and Energetics of Stratosphere and Mesosphere“ - SESAME, deutsch: Struktur und Energetik der Stratosphäre und Mesosphäre (Lauter, 1974a, SESAME).

Prof. Lauter (Bild 80) war damit auf dem Höhepunkt seiner wissenschaftlichen Tätigkeit. Aus aller Welt erhielt er zustimmende und ergänzende Antworten. Umso mehr verwunderte es die Wissenschaftler, als sie erfuhren, dass Prof. Lauter die Leitung des ZISTP aufgab. Die Nachricht erreichte auch unsere Antarktis-Expeditionsteilnehmer. Wolfgang Probst trug am 28. August 1976 in seinem Antarktistagebuch ein: „Was ist das nun wieder?! Wir erhalten ein Diensttelegramm (von der VDE), in dem uns mitgeteilt wird: ‚Prof. Lauter widmet sich wissenschaftlicher Arbeit, als amtierender Direktor ist Prof. Taubenheim eingesetzt‘.“

Was bedeutet das?“

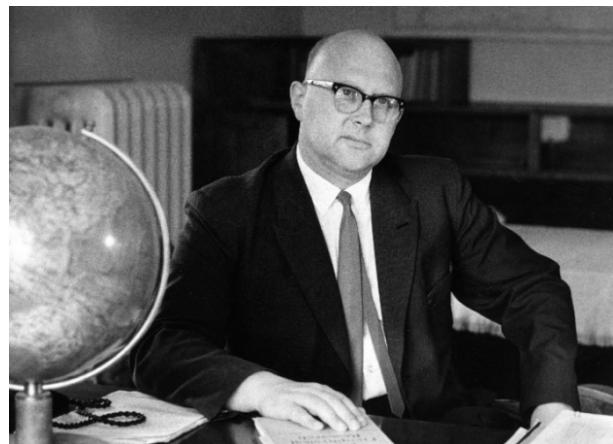


Bild 80 Prof. Dr. E.-A. Lauter, Begründer und langjähriger Direktor des Observatoriums für Ionosphärenforschung in Kühlungsborn

## **18 Die Demontage eines Wissenschaftlers**

Als die Teilnehmer der 21. Sowjetischen Antarktis Expedition im Frühjahr 1977 nach Hause kamen, war tatsächlich Prof. Taubenheim aus Berlin der neue Direktor des Zentralinstituts für solarterrestrische Physik und nicht mehr Prof. Lauter. Aber es war noch viel mehr Unerklärliches geschehen, was erst nach und nach an die internationale wissenschaftliche Öffentlichkeit gelangte. Mitten in seinen Vorbereitungen für das internationale SESAME-Projekt (Struktur und Energetik der Stratosphäre und Mesosphäre) meldete sich Prof. Lauter, für alle unverständlich, bereits 1974 bei allen nationalen und internationalen Organisationen und deren Arbeitsgruppen ab! Die Funktion des Direktors des ZISTP war also das letzte Amt, das Prof. Lauter 1976 aufgab. Danach war Prof. Lauter wieder einfacher wissenschaftlicher Mitarbeiter und kam zurück an das Observatorium in Kühlungsborn.

In persönlichen Gesprächen fragten wir, seine engsten Mitarbeiter, ihn natürlich nach den Hintergründen dieser Demontage, aber Prof. Lauter konnte keine triftigen Gründe nennen, im Gegenteil, er zitierte den Generalsekretär der Akademie: „*Genosse Lauter, gegen Sie liegt nichts vor.*“ Erst nach der Wende, wird Reinhart Buthmann [2002] in den Akten des Ministeriums für Staatssicherheit (MfS) fündig. Danach war „*das MfS vor 1967 nur gelegentlich in Bereichen ... der Kosmosforschung beschäftigt.*“ Erst 1967 mit dem Abschluss des Regierungsabkommens „Interkosmos“ änderte sich das schlagartig: Mielke (Minister des MfS) erließ am 10. Januar 1967 den Befehl 2/67, in dem festgestellt wird, dass die Interkosmos-Zusammenarbeit „*im Wesentlichen auf der Grundlage streng geheimer und geheimer technischer Mittel und Dokumentationen*“ erfolgt.

– Im folgenden Abschnitt kursiv: Zitate aus MfS-Akten; Buthmann-Zitate in Anführungszeichen –

Buthmann schreibt „Damit waren alle diesbezügliche Aufgaben dieser Forschung Staatsgeheimnisse (und damit) Schwerpunktaufgaben der politisch-operativen Sicherungsarbeit ... des MfS ... Die Geheimhaltung auf diesem Gebiet war unüberbietbar“. Das „rechte rigide Sicherungswesen für ein anscheinend ziviles Forschungsprogramm fand allerdings in *dessen natürlichen Beziehungen zum Verteidigungspotential* seinen plausiblen Grund“. Und damit war es klar, Prof. Lauter war als Geheimnisträger in den Augen der Staatssicherheitsorgane ein Sicherheitsrisiko für die militärische Verteidigung des sozialistischen Lagers geworden! Man berichtete über ihn, er gäbe „*freimütige Berichte über die DDR-Aktivitäten auf internationalen Tagungen*“. Noch etwas anderes störte die Sicherheitsorgane erheblich. Prof. Lauter trat immer und überall dafür ein, dass die Grundlagenforschung nicht vernachlässigt werden darf. Eine gegenteilige Strömung, insbesondere der sowjetischen Seite forderte von der DDR die Entwicklung elektronischer Geräte für Forschungsraketen und -satelliten. Was in dem Umfang, wie es die sowjetische Seite verlangte, die einschlägigen DDR-Institute überforderte. Soweit es die Möglichkeiten zuließen, handelte Prof. Lauter nach seinen Vorstellungen. Prompt wurde ihm „vorgeworfen, *Überbetonung wissenschaftlich-theoretischer Arbeiten im Bereich der Meteorologie und der Geophysik – zum Nachteil aktiver kosmischer Experimente, sowie Bestrebungen, den sowjetischen Partnern eigene Kosmoseexperimente vorzuschlagen*“. Inwiefern der sowjetische Geheimdienst KGB mitgewirkt hat, ist noch nicht klar, jedenfalls „hieß es in einer Bestandsaufnahme des MfS mit dem KGB der UdSSR, dass er (Lauter) ca. 40 Prozent der Forschungsmittel für internationale Vorhaben mit westlicher Beteiligung abgezweigt habe. Lauter sei somit objektiv zum *Stützpunkt von Raumforschungseinrichtungen der USA geworden*. Von ihm würde *ein ständiger Gegendruck gegen die planmäßige Realisierung des Interkosmos-Programms entfacht.*“

All diese Vorwürfe langten den Sicherheitsorganen, einen international hochangesehenen Wissenschaftler in der Phase der Erarbeitung eines wichtigen internationalen Zusammenarbeitsprogramms aller seiner internationalen Kontakte zu berauben. „Schließlich wurde er gezwungen, die angeordneten Rücktritte von internationalen Funktionen als persönliche Entscheidungen zu deklarieren.“ „Das MfS beendet die Bearbeitung gegen Ernst-August Lauter im Herbst 1976 mit der Begründung, dass die *Maßnahmen der wesentlichen Einschränkungen [seiner] Wirkungsmöglichkeiten abgeschlossen* seien. Eine strafrechtliche Nachweisführung konnte das MfS nicht realisieren.“

## **19 Das internationale Programm SESAME wird MAP**

Das war ein schwerer Schlag für das internationale Ansehen der DDR und für die internationale Kooperation auf dem Gebiet der mittleren Atmosphäre. Aber Dank der bisherigen Aktivitäten von Prof. Lauter hatte der Gedanke einer internationalen Zusammenarbeit zur Erforschung der mittleren Atmosphäre auf den unterschiedlichen experimentellen und theoretischen Gebieten schon so weite Kreise gezogen, dass sich andere Wissenschaftler fanden, die ursprüngliche Idee Wirklichkeit werden zu lassen. Prof. J. Gregory aus Kanada führte die organisatorischen Arbeiten weiter [MAP, 1976].

Während Lauter geplant hatte, dass das Programm 1975 beginnen und bis 1980 dauern sollte, konnte es unter den gegebenen Umständen erst 1982 aktiv werden. Das Programm wurde jetzt Middle Atmosphere Program (MAP) genannt, das Akronym SESAME war inzwischen schon für ein anderes internationales Programm vergeben worden.

Das Programm löste international umfangreiche Aktivitäten aus. Es war zunächst bis 1985 geplant, aber weil immer wieder neue Fragen auftauchten, wurde es zweimal verlängert: mit der Middle Atmosphere Cooperation (MAC, 1986 bis 1988) und mit der Middle Atmosphere Study (MAS 1989). MAP gab ein eigenes Handbuch heraus, in dem wissenschaftliche Ergebnisse zur Erforschung der mittleren Atmosphäre veröffentlicht werden konnten. Der abschließende Band (1991) trägt die Nummer 32. Die Wissenschaftler des Observatoriums Kühlungsborn sind mit mehr als 23 Artikeln in der Reihe des MAP-Handbuchs vertreten.

Noch zu Zeiten, als Prof. Lauter Generalsekretär der Akademie war, traf er bereits Vorkehrungen, dass eines der zu erwartenden Symposien zum SESAME-Programm (jetzt also MAP) in der DDR stattfinden sollte. Es sollte sich mit Problemen der bodengebundenen Studien in der mittleren Atmosphäre befassen, genau das, was seit mehr als drei Jahrzehnten in Kühlungsborn betrieben wurde. Prof. J. Taubenheim, der ab Juli 1981 stellvertretender Direktor des ZISTP geworden war (Direktor war jetzt Prof. Dr. W. Mundt), erreichte es, dass verschiedene internationale Organisationen (SCOSTEP, IAGA und COSPAR) Sponsoren dieser Tagung wurden und die einschlägigen DDR-Organe schließlich überhaupt zustimmten. Diese Tagung „Ground-Based Studies of the Middle Atmosphere“ (Bodengebundene Studien der mittleren Atmosphäre) fand vom 9. bis 13. Mai 1983 in Schwerin statt und war ein großer Erfolg. Für Prof. Lauter war sie eine wichtige Bestätigung seiner Aktivitäten in der Anfangszeit des MAP.

80 Teilnehmer waren gekommen, davon 37 aus 14 verschiedenen Ländern, u. a. UdSSR, USA, Kanada, Frankreich, England, Österreich und der BRD. In 55 Vorträgen (13 davon von oder mit Beteiligung von Kühlungsborner Wissenschaftlern) und in zahlreichen Gesprächen informierten sich die Wissenschaftler über die neuesten Ergebnisse auf diesem Fachgebiet (Bild 81). Die Kurzfassungen dieser Vorträge füllen allein eins der MAP-Handbücher (Band 10).



Bild 81 Prof. Lauter (rechts) im Gespräch mit Prof. J. H. Hargreaves aus England, links im Bild: Dr. M. P. Rudina, Sowjetunion, mit Dr. D. Pancheva, Bulgarien (zweite von links)

## 20 Prof. Lauter wieder in Kühlungsborn

Für Prof. Lauter war die Zeit nach 1976 in Kühlungsborn eine Zeit sehr intensiver Forschung. Er beschäftigte sich mit dem Magnetfeld der Sonne und dessen Einfluss auf die Ionisation in der Ionosphäre hoher Breiten zusammen mit Dr. Bremer, mit den Ergebnissen der Funkwellenausbreitungsmessungen in der Antarktis mit Dr. Schäning, mit den winterlichen Störungen in der mittleren Atmosphäre zusammen mit mir und mit der Vertiefung der Interpretation der Phasenhöhen-Messungen zusammen mit Dr. v. Cossart. Prof. Lauter kam nur noch selten in das Observatorium, meistens mussten wir ihn zu Hause aufsuchen und arbeiteten dort mit ihm in seinem kleinen Arbeitszimmer.

### 20.1 Klimafragen

In den 70er Jahren setzte sich die Erkenntnis durch, dass der Mensch seine eigene Umwelt irreversibel verändern könnte. Der in Deutschland lebende Holländer, Prof. P. J. Crutzen entdeckte, dass Stickstoff-oxid  $\text{NO}_x$ <sup>3</sup> in der Lage ist, Ozon zu zersetzen, und zwar katalytisch, d. h.  $\text{NO}_x$  bleibt bei diesem Prozess erhalten, ein  $\text{NO}_x$ -Molekül kann also zahlreiche Ozonmoleküle zerstören [Crutzen, 1971].  $\text{NO}_x$  ist in den Abgasen von Verbrennungsmotoren enthalten, insbesondere von hochfliegenden Flugzeugen; die Flugzeugindustrie beabsichtigte, Überschallflugzeuge in ca. 20 km Höhe fliegen zu lassen, also schon innerhalb der Ozonschicht!

Die beiden Amerikaner Dr. M. J. Molina und Prof. F. S. Rowland entdeckten [1974], dass FCKW (Fluor-chlorkohlenwasserstoff) in größeren Höhen durch das solare UV-Licht aufgespalten werden kann und das so freiwerdende Chlor in der Lage wäre, Ozon zu vernichten.

Alle drei Wissenschaftler warnten vor der drohenden Gefahr der Zerstörung der Ozonschicht. Das hätte eine erhebliche Zunahme der gefährlichen UV-Strahlung von der Sonne bedeutet und damit die Gesundheit der Menschen schädigen und zu einer zusätzlichen Erwärmung der Atmosphäre führen können, d. h. man erkannte, das biologische Leben auf der Erde ist in Gefahr. Die drei Wissenschaftler erhielten für ihre Entdeckungen und die Warnungen 1995 den Nobelpreis [online: Nobelpreis 1995].

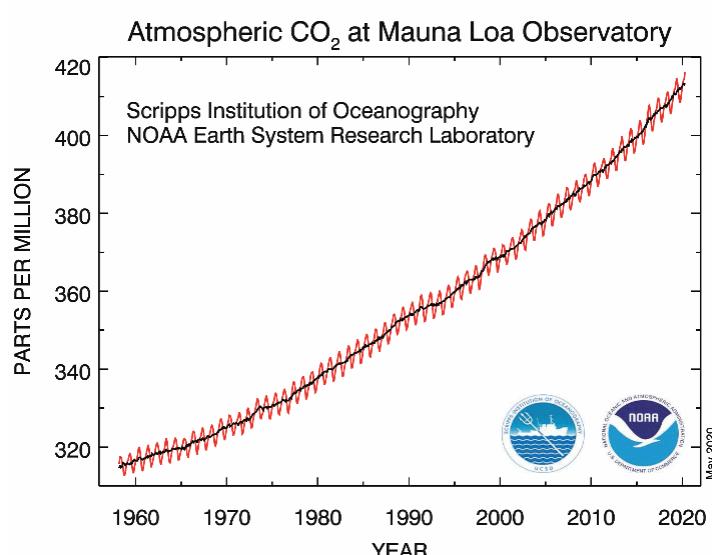


Bild 82 Stetiger Anstieg des CO<sub>2</sub> seit 1958, gemessen im Mauna Loa Observatorium, Hawaii, Stand Mai 2020

Eine weitere Größe drohte gefährliche Werte anzunehmen, und zwar der CO<sub>2</sub>-Gehalt, dessen Anstieg u. a. auch menschengemacht ist. Seit 1958 wird am Mauna Loa Observatorium auf Hawaii CO<sub>2</sub> gemessen (Bild 82) [online: CO<sub>2</sub>-Mauna Loa; sehr informativ auch die CO<sub>2</sub>-Animation!]. Ende der 70er Jahren konnte man schon recht deutlich erkennen, dass es sich hier um eine relativ stetige Zunahme der CO<sub>2</sub>-Dichte handelt. Da CO<sub>2</sub> ein sehr aktives Treibhausgas ist, mehrten sich die warnenden Stimmen, dass dadurch eine Klima- Erwärmung stattfinden könnte. [Flohn, 1941; Plass, 1956; DPG, 1971; Budyko, 1972; Broeker, 1975].

<sup>3</sup> x steht für 1 bei Stickstoffmonoxid oder 2 bei Stickstoffdioxid

Es ist also ganz folgerichtig, dass sich Prof. Lauter auch den Fragen des Klimas widmete. Er begann mit einer 300-jährigen Temperaturmessreihe aus England (Bild 83). Jede Treppenstufe (a, b) steht für die mittlere Temperatur über 30 Jahre, es ist der Medianwert der 10 Jahre, die über 30 Jahre gleitend gemittelt wurden. Aus dem Vergleich der Sommer- und Wintertemperaturen (c, d) findet Lauter zwei jeweils etwa 100 Jahre anhaltende Perioden in denen einmal warme Sommer auf kalte Winter folgen (Kontinentale Klimaperiode) und danach, wo kühle Sommer auf relativ warme Winter folgen (Maritime Klimaperiode). Die Stellen, wo sich die Sommer- mit der Winterkurve kreuzen, bezeichnet Lauter als optimale Klimaperiode. Da sich die Stimmen häufen, die wegen der CO<sub>2</sub>-Zunahme vor einer globalen Erwärmung warnen, sucht Lauter auch in diesen Daten eine Erwärmung und findet sie bestenfalls in der Winterkurve (Bild 83 b), die mit Beginn der industriellen Entwicklung, Ende des 19. Jahrhunderts, fast anderthalb Jahrhunderte lang bis 1940 andauert, mit einer kleinen Unterbrechung von 1870 bis 1910. Diese Temperaturzunahme ließ sich aber damals wegen der natürlichen Temperaturschwankungen noch nicht statistisch sichern. Dennoch nimmt Lauter die Warnungen ernst und meint: „*Diese Erkenntnisse (einer globalen Erwärmung) führen uns dazu, die Ergebnisse der Aktivitäten des Menschen kritisch zu betrachten. ... Das würde vielleicht ... (eine) irreversible Prozesskette auslösen und zum unaufhaltsamen Abschmelzen des Polareises in den kommenden Jahrhunderten führen*“. Er schließt seine Überlegungen: „*Im Sinne von Marx sollte sich die Menschheit weniger als Eigentümer, sondern als Nutzer der Natur betätigen mit dem Ziel, sie kommenden Generationen verbessert zu hinterlassen*“ (Lauter, 1979 c).

Jetzt, wo der globale Temperaturindex zur Verfügung steht (Bild 84), ist zu erkennen, dass Anfang der 70er Jahre der durch die CO<sub>2</sub>-Zunahme zu erwartende Temperaturanstieg tatsächlich noch nicht deutlich zu sehen war. Aber Anfang der 80er Jahre ist die Erwärmung nun richtig zu erkennen. Das IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change) verfolgt diese Temperaturzunahme und veröffentlicht seine Stellungnahme regelmäßig in seinen Sachstandsberichten [online: IPCC 2014]. Nach dem IPCC Synthesis Report 2014 ist die Erwärmung überwiegend auf menschliche Aktivitäten zurückzuführen. Das IPCC hat den Nullpunkt der Temperaturanomalie auf den Mittelwert von 1986 bis 2005, also etwa 0,4 °C höher festgelegt als im globalen Temperaturindex [online: IPCC 2014, Abb. SPM.1 (a)]. Dennoch, wenn wir das Ziel, die Erwärmung unter 1,5 °C zu halten, erreichen wollen, bleibt uns nicht mehr viel Zeit! Lauter hatte also sehr zu Recht seine Warnung ausgesprochen.

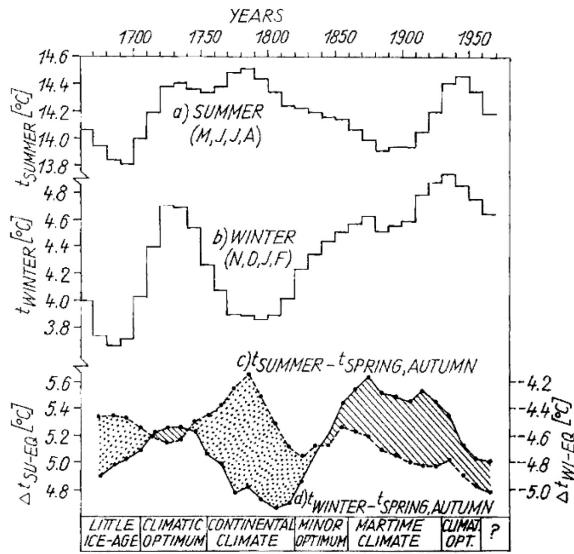


Bild 83 Temperaturverlauf aus England 1660 bis 1956, a) Sommer und b) Winter sowie c) Sommer- und d) Wintertemperaturen als Differenz zu den jeweiligen Äquinoxialtemperaturen (Lauter, 1979 b)

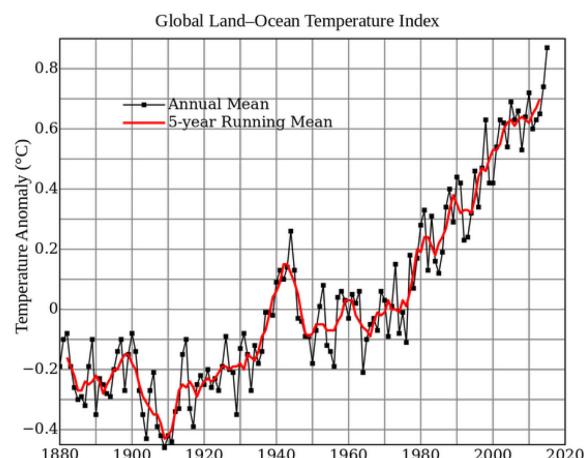


Bild 84 Globaler Temperaturindex Land-See von 1880 bis 2015 [online: Globaler Temperaturindex]

Selbst als Prof. Lauter erfährt, dass er schwer erkrankt ist, lässt er in seiner Arbeitsaktivität nicht nach, im Gegenteil er intensiviert sie noch. Am 21. Oktober 1984 reißt ihn der Tod aus seiner Arbeit. Er hinterließ in mehr als 120 Veröffentlichungen zahlreiche neue Erkenntnisse und wissenschaftliche Denkanstöße auf dem Gebiet der solarerrestrischen Physik, der Physik der mittleren Atmosphäre und der Klimaforschung, die auch heute noch Gegenstand der internationalen Forschung sind.

## **21 Sonnenwind und Funkwellenabsorption**

Um den Einfluss der Sonne auf die Ionosphäre weiter aufzuklären, untersuchten Prof. Lauter und Dr. Bremer den Ende der 40er Jahre von Lauter und Sprenger entdeckten Nachwirkungseffekt noch genauer. Wir erinnern uns (Kapitel 6.3.1 und 7.4.4), das ist der Effekt, bei dem einige Tage nach magnetischen Störungen, wenn die Störung schon wieder vollständig abgeklungen ist, die Funkwellenabsorption in geomagnetischen Breiten höher als  $40^\circ$  ohne einen damals ersichtlichen Grund für mehrere Tage übernormal ansteigt. Wir wissen auch schon, dass diese zusätzliche Ionisation von der solaren, hochenergetischen Partikelstrahlung stammt, die im Erdmagnetfeld zwischen- gespeichert wurde.

Das Bild hatte sich im Laufe der Jahre und mit Hilfe von Satellitenmessungen wesentlich präzisiert. Inzwischen wusste man, dass ein ständiger Strom elektrisch geladener Teilchen von der Sonne abgestrahlt wird (Sonnenwind). Er ist so kräftig, dass er das magnetische Feld der Erde erheblich verformt. Auf der der Sonne zugewandten Seite, also auf der Tagseite, wird das Magnetfeld zusammengedrückt, auf der Nachtseite werden die magnetischen Kraftlinien bis weit in den interplanetaren Raum, bis hinter die Mondbahn, hinausgezogen, so weit, dass die einzelnen Kraftlinien auseinanderreißen. Hier ist das Magnetfeld also offen. Es gibt damit drei Stellen, an denen die hochenergetische Partikelstrahlung in die Erdatmosphäre eindringen kann: an den beiden magnetischen Polen und auf der Nachtseite durch diesen Magnetschweif, der so geformt ist, dass die elektrisch geladenen Teilchen nicht nur eindringen können, sondern sie werden regelrecht angesaugt und noch beschleunigt und durch die auf der Tagseite sich wieder schließenden Kraftlinien in die Ionosphäre mitgeführt.

Jetzt konnten Lauter und Bremer den Nachwirkungseffekt noch besser erklären. Die nach Sonnen-eruptionen ausgestoßenen hochenergetischen Teilchen, die zuerst die Erde erreichen, dringen durch die magnetischen Kraftlinien, die an den Erdmagnetpolen bis tief in die Atmosphäre reichen, in die Ionosphäre ein und erzeugen die Hauptphase der Funkwellenabsorption. Die später eintreffenden Teilchen gleiten am Schweif entlang, werden in die Ionosphäre mitgeführt und können nach Abklingen der primären Störung, die einige Tage andauernde erhöhte ionosphärische Absorption verursachen. Eine Erscheinung blieb zunächst noch unerklärlich: Manchmal brach die übernormale ionosphärische Absorption ganz plötzlich ab oder aber sie verstärkte sich. Erst als man wusste, dass das im Sonnenwind mitgeführte Magnetfeld (interplanetares Magnetfeld, IMF) eine Sektorstruktur hat, 2 bis 4 Sektoren sind möglich (A-Sektor, engl. away: die magnetischen Kraftlinien von der Sonne weg gerichtet, T- Sektor, engl. toward: zu ihr hin gerichtet) wurde auch diese Erscheinung klar. Wegen der Neigung der Erdachse gegenüber der Sonne haben die T- und A-Sektoren zu verschiedenen Jahreszeiten unterschiedliche Wirkungen auf das Eindringen der solaren Partikel in die Atmosphäre (Präzipitation). Bremer (1985) konnte jahreszeitlich abhängige neue Sektoren ermitteln, die die Präzipitation verstärken (Pro-Sektor) bzw. reduzieren (Anti-Sektor).

Bild 85 zeigt Funkwellen-Absorptionsmessungen von der Georg-Forster-Station in der Antarktis ( $70,77^{\circ}\text{S}$ ) auf zwei Messstrecken im Kurzwellenbereich. Die oberen Kurven sind Mittelwerte über alle 65 bzw. 64 Messperioden von jeweils 12 Tagen Dauer, dabei wurden die Sektorenübergänge auf den Tag Null gelegt (Stichtagmethode), aber alle Sektorenübergänge sowohl für Anti- zu Pro-Sektor als auch umgekehrt verwendet. Hierbei konnten keine markanten Variationen im ionosphärischen Plasma festgestellt werden. In den unteren Kurven mit getrennter Berücksichtigung der Sektoren-Durchgänge ist sehr deutlich zu erkennen, dass auf der Anti-Seite die Funkwellenabsorption sehr viel geringer ist als auf der Pro-Seite. Lauter und Bremer haben hiermit die Voraussetzungen geschaffen, wie man in Kenntnis des mit Satelliten gemessenen Sonnenwinds die Funkwellenausbreitungs-Vorhersagen präzisieren kann.

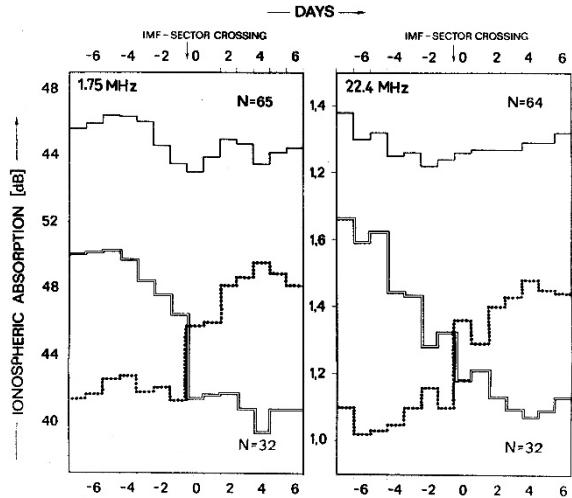


Bild 85 65/64 Absorptions-Messperioden auf  $70,77^{\circ}\text{S}$ ; oben: ohne getrennte Berücksichtigung von Anti- und Pro-Sektoren, unten: getrennte Berücksichtigung der Durchgänge – gepunktet Anti- zu Pro-Sektor und Doppelstrich Pro- zu Anti-Sektor (Lauter, Bremer, 1983)

## 22 Meteore zeigen uns den Wind

Die wesentlichen in Kühlungsborn betriebenen Messmethoden haben wir in den ersten Kapiteln kennengelernt, doch inzwischen wurden vielfach wichtige technische Verbesserungen entwickelt. So z. B. bei der Windmessung in der mittleren Atmosphäre: Bisher hatten wir die durch den Wind mitgeführten Wolken der ionosphärischen Elektronendichte ausgenutzt, um anhand der Funkwellenausbreitung die Windgeschwindigkeit und -richtung zu ermitteln. Diese Messung war aber nur nachts möglich, da die Tagesabsorption die Ausbreitung der langen Funkwellen bis in die Ionosphäre verhindert.

Die Kollegen des Instituts für experimentelle Meteorologie (IEM) in Obninsk (Sowjetunion) stellten uns Ende 1970 eine Radaranlage zur Verfolgung von Meteorospuren zur Verfügung (RAMED: Radar-Meteor-Drift-Anlage). Im Sichtbereich so einer Anlage erscheinen pro Tag mehrere tausend solcher Spuren und können so recht gut den mittleren Wind anzeigen. Mit dieser Anlage, die mit einer Frequenz von 32,5 MHz arbeitete, war es jetzt möglich, den Wind auch am Tage zu erfassen. Nord-Süd- und Ost-West-Richtung wurden jeweils nacheinander bestimmt, indem die zwei Antennen (5-Element Yagi-Antennen, je eine zum Senden und Empfangen) alle halbe Stunde von Hand (!) in die entsprechende Richtung gedreht wurden. Die Ergebnisse jedes einzelnen Meteors wurden auf einem Oszillographen dargestellt und mit einer 35-mm-Kamera fotografiert. Auf Bild 86 ist die RAMED-Empfangsanlage mit dem Tubus und der darauf montierten Registrierkamera zu sehen.



Bild 86 Dipl.-Phys. K.-M. Greisiger an der RAMED-Anlage

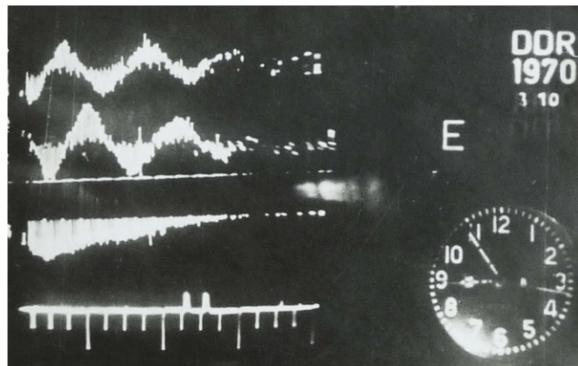


Bild 87 Bildschirm-Foto eines erfassten Meteors vom 3.10.1970, E steht für zonale Windkomponente.

aufgetragen); in der vierten Zeile gibt ein Doppelimpuls die Entfernung des Meteors an (hier 230 km).

Von den etwa 5000 Aufnahmen pro Tag waren etwa 1000 auswertbar, für so eine 24-Stunden-Registrierung brauchte ein Auswerter 20 bis 40 Arbeitsstunden! Wegen dieses großen Aufwands konnten wir uns nur wenige Messtage pro Monat leisten.

Dr. Eckhard Weiß und Dr.-Ing. Jörg Priese (Berliner Institutsteil) gingen daran, so eine Anlage digitalisiert aufzubauen. Ing. Dietrich Meyenburg nutzte die Neubauzeit, um den Sender von sowjetischen Senderöhren (GU-47B, Lebensdauer: 300 Stunden) auf DDR-Röhren (SRL 459, Lebensdauer: ein Jahr) umzustellen. Die Werkstatt um Meister Wolfgang Probst baute neue Schränke für das Gerät und automatisierte außerdem das Schwenken der Antennen. 1974 liefen die ersten Proberegistrierungen, die Dr. E. Weiß und Dr. B. Schäning gemeinsam überwachten (Schäning, E. Weiß, 1982). Die Anlage gab jetzt die Messergebnisse (Datum, Uhrzeit, Windrichtung und -geschwindigkeit) auf Lochstreifen aus, die mit unserem damaligen Rechner D4a, später unserem KRS 4200 und danach auch mit der BESM 6 des Schiffbaurechenzentrums in Rostock (zu der Zeit einer der leistungsfähigsten Rechner) gelesen werden konnten. Um 24 Stunden Windmessung auszuwerten, brauchte der D4a nur noch 8 Stunden, der KRS 4200 3 Stunden und die BESM 6 lediglich 150 Sekunden!

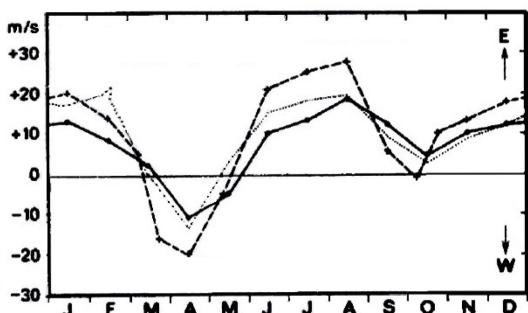


Bild 88 Jahreszeitliche Variation des Zonalwindes

und Sommer starke Westwinde von 10 m/s bis 20 m/s, in den Übergangsjahreszeiten schwache Westwinde oder (besonders im Frühjahr) mittlere bis starke Ostwinde.

Durch die jetzt möglichen ganztägigen Windmessungen, konnte auch der Tagesgang des Windes in der mittleren Atmosphäre bestimmt werden. Die Erde dreht sich einmal in 24 Stunden an der Sonne vorbei, ein 24-stündiger Tagesgang wäre also zu erwarten, das ist aber nicht der Fall! Ein mathematisches Verfahren (wie schon in Kapitel 10.1 angewandt) kann die stark streuenden Einzelmessungen in einen konstanten Anteil (den vorherrschenden, engl. prevailing, Wind) und ganz-

Bild 87 zeigt ein Bildschirm-Foto. Darauf wurden Datum, Uhrzeit und Antennenrichtung sowie die Ergebnisse in einem Zeitabschnitt von 0,3 sec erfasst: links oben die Wellenlänge der Dopplervariablen, aus der die Geschwindigkeit der zonalen Komponente der Meteorspur bestimmt werden kann (hier 57 m/sec), darunter ist der Wellenausschnitt um eine viertel Wellenlänge verschoben, woraus sich die radiale Richtung der Windkomponente ergibt (auf die Antenne zu oder von ihr weg). In der 3. Zeile ist die Abnahme der Echoamplitude des Meteors erkennbar (nach unten aufgetragen); in der vierten Zeile gibt ein Doppelimpuls die Entfernung des Meteors an (hier 230 km).

Da Meteore ein Häufigkeitsmaximum in etwa 90 km Höhe haben, war ein Vergleich mit dem Wind, den wir bisher mit der Funkwellenausbreitung in etwa 90 km angenommen hatten, gut möglich. Bild 88 zeigt die Vergleiche der Kühlungsbörner Messungen des Radar-Meteor-Windes (1976 bis 1982, durchgezogene Linie) mit den bisherigen der Ionosphären-Drift (1964 bis 1973, gestrichelt) und als Referenz den CIRA-Wind (1972 für 50°N und 95 km, gepunktet), sie zeigten eine gute Übereinstimmung (Greisiger, 1983). Im Winter

halbtägige Gezeitenschwingungen<sup>4</sup> zerlegen. Neben dem konstanten Windanteil, ist die 24-stündige Gezeitenkomponente nur schwach und irregulär ausgeprägt, sie bleibt bei den meisten Untersuchungen unberücksichtigt. Die halbtägige Gezeitenwelle (zwei Schwingungen innerhalb eines Tages) dagegen ist mit deutlicher Amplitude zu erkennen (Bild 89). Mit theoretischen und experimentellen Untersuchungen zum halbtägigen Gezeitenwind promovierte K. M. Greisiger 1974 an der Universität Rostock. Diese Informationen aus der mittleren Atmosphäre waren für die Theoretiker eine wichtige Grundlage für die Präzisierung ihrer theoretischen Modelle der Atmosphäre.

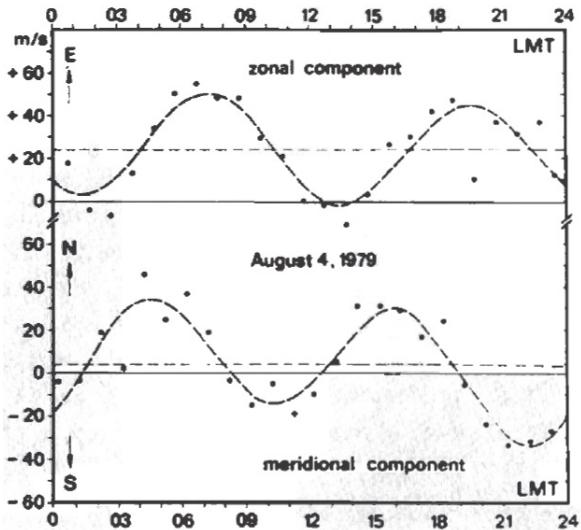


Bild 89 Doppelwelle - halbtägige Gezeit, horizontal gestrichelt - Mittelwert des vorherrschenden Windes

## 22.1 Wie ändern sich Elektronendichte und Wind mit der Höhe?

Eine weitere Möglichkeit den Wind der mittleren Atmosphäre zu messen, eröffnete sich Mitte der 80er Jahre. Dr.-Ing. Jörg Priese baute mit seinen Mitarbeitern eine aufwendige Radaranlage zur Bestimmung der Elektronendichte in einem vertikalen Profil zwischen 70 km und 90 km. Sie wurde in Juliusruh aufgebaut und sandte nicht wie andere Radaranlagen Funkimpulse, sondern ein Dauersignal (3,18 MHz) aus, dass etwa jede Sekunde mit einer sich ändernden Frequenz von 0 kHz bis 540 kHz (Chirp) überlagert wurde. Das Signal wird an den Elektronen nur teilweise reflektiert (partielle Reflexion), und zwar mit zunehmender Chirp-Frequenz in aufsteigenden Höhen. Im Höhenbereich 70 km bis 90 km wurden die Echosignale aus 16, später 32 Schichten empfangen und lieferten das Höhenprofil der Elektronendichte. Die wichtige Frage, um wie viel die Elektronendichte bei dem bisher nur aus der Funkwellenabsorption erschlossenen Nachwirkungseffekt nach magnetischen Störungen zunimmt, konnte nun beantwortet werden. Es war direkt ablesbar (Bild 90): Im Höhenbereich von 84 km bis 86 km erreichte sie bis zum 10-fachen des Normalwertes, wurde aber auch schon in 74 km und noch in 90 km 2- bis 3-fach größer nachgewiesen – eine wichtige Erkenntnis für die Funkwellenausbreitung und ihre Modellierung!

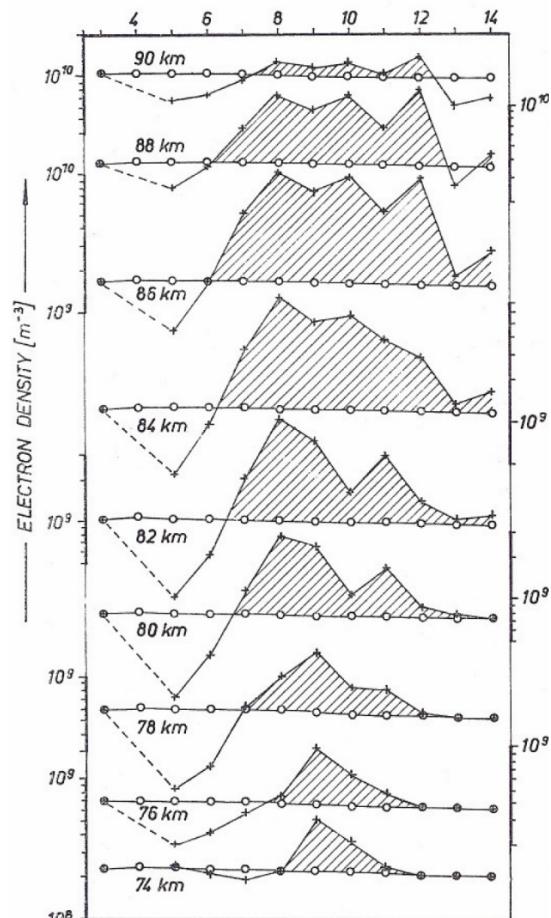


Bild 90 Übernormale Elektronendichte während eines Nachwirkungseffektes im Februar 1983 (Singer et al. 1987)

<sup>4</sup> Die vom Sonnenstand thermisch angeregten Gezeiten des Windes sind nicht zu verwechseln mit den durch die Anziehungskraft des Mondes angeregten Gezeiten der Ozeane.

Mit dieser Anlage wurden auch Windmessungen durchgeführt. Man brauchte dazu „nur“ drei Empfangsantennen mit den drei dazugehörigen Empfangsanlagen in geeigneter Entfernung (ca. 200 m) aufzustellen. In einer neu zu entwickelnden Bearbeitungsanlage mussten die jeweils drei empfangenen Signale komplizierte mathematische Schritte durchlaufen, ehe zum Schluss Datum, Uhrzeit, Höhe, Windrichtung und Windgeschwindigkeit auf einer Magnetbandkassette gespeichert werden konnte. Das alles in Echtzeit, einen Datenstau durfte es nicht geben! Die dazu notwendigen mathematischen Formeln, erarbeitete der junge Dipl.-Math. Peter Hoffmann, der seit 1981 bei uns war und mit dieser Arbeit promovierte (Hoffmann, 1991).

Anfang der 80er Jahre hatten Dr. Glöde und Dr. Gernandt vom Aerologischen Observatorium Lindenberg bei Berlin in Zingst eine Station zum Start meteorologischer Raketen aufgebaut. Durch die Radar-Verfolgung der am Fallschirm hängenden Messgeräte konnte auch hier der Wind beobachtet werden. Damit ergab sich mit dem Raketenwind in Zingst (50 km bis 70 km), dem partiellen Reflexionswind in Juliusruh (70 km bis 90 km), dem Radarmeteorwind in Kühlungsborn (95 km) und dem Langwellenausbreitungs-Wind am Observatorium Collm der Universität Leipzig – Dr. Schminder und sein

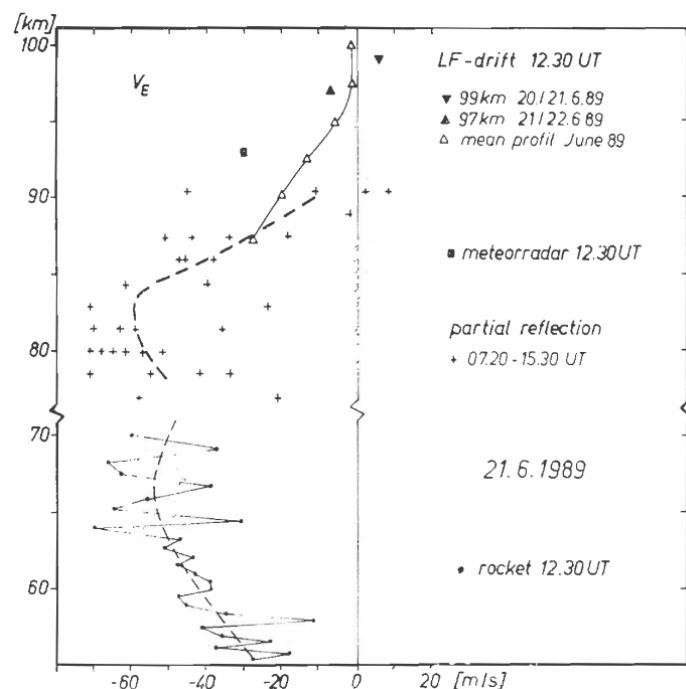


Bild 91 Nach vier Messmethoden zusammengesetztes Zonalwindprofil am 21.6.1989 (Hoffmann et al., 1990)

Mitarbeiter Dr. Kürschner konnten hier schon die Höhenlage von 95 km bis 100 km in der Windmessung erfassen – die in der Welt einmalige Möglichkeit, den Wind in der mittleren Atmosphäre von 50 km bis 100 km auf so einem kleinen Areal im Zentrum von Europa gleichzeitig zu erfassen. Ein Beispiel eines auf diese Weise zusammengesetzten Profils der Ost-West-Komponente des Windes zeigt Bild 91 vom 21. Juni 1989. Durch die genannten neuen Messmethoden verbesserte sich unser Bild von den Strömungen in der Atmosphäre immer weiter und die Theoretiker konnten ihre Modelle zur Beschreibung der atmosphärischen Dynamik weiter präzisieren.

## 23 Vertikale Verkopplung in der Atmosphäre

### 23.1 Stratosphärische Erwärmung

(vgl. auch Kap. 10.3)

Nicht nur durch unsere Windmessungen erfassten wir einen großen Höhenbereich in der Atmosphäre, auch die Funkwellen-Ausbreitungsmessungen lieferten Informationen aus den Höhen von 95 km (Absorptionsmessungen, Bild 92 a) und aus 80 km bis 90 km (Phasenhöhenmessungen, Bild 92 b). Zusammen mit den täglichen Temperatur- und Druckhöhenmessungen (30 hPa in etwa 25 km Höhe, Bild 92 c), die wir seit einiger Zeit vom Meteorologischen Institut der Freien Universität Berlin erhielten, hatten wir einen guten Überblick über diesen großen Höhenbereich. Wie eng die einzelnen Atmosphärenschichten verkoppelt sind, führt uns die Natur gelegentlich selbst vor.

Im Bild 92 c ist der Verlauf einer stratosphärischen Erwärmung (Februar 1973) in etwa 25 km Höhe über dem Nordpol gezeigt, in der sich die Luft innerhalb weniger Tage um fast 30 Grad erwärmt. Eine solche Erwärmung geht mit einer drastischen Veränderung der Druck- und Strömungsverhältnisse auf fast der ganzen Nordhalbkugel einher: Das winterliche stratosphärische Tiefdruckgebiet, das normalerweise über dem Nordpol liegt, wird von hohem Luftdruck verdrängt und die zirkumpolare (um den Pol herumführende) Strömung wird durch starke meridionale Strömungen ersetzt. Das wusste man schon aus den täglichen stratosphärischen Wetterkarten; aber der starke Zusammenbruch der Funkwellen-Absorption, Bild 92 a, und der Anstieg der Höhe der Langwellenreflexion um mehr als 2 km, Bild 92 b, lässt uns vermuten, dass der winterliche abwärts gerichtete Luftstrom (siehe Kapitel 9.2 Die Winteranomalie), jetzt bei der stark veränderten Zirkulation über der Nordhalbkugel unterbrochen sein muss. Zur genauen Erklärung ist noch weitere Forschung erforderlich. Was wir grundsätzlich feststellen konnten: Störungen in der Atmosphäre, die mit stratosphärischen Erwärmungen in Zusammenhang standen, veränderten die untersuchten Parameter immer in Richtung der jeweiligen Frühjahrswerte. Bereits dieses eine Beispiel zeigt uns, dass die Atmosphäre über große Höhenbereiche eng zusammenhängt.

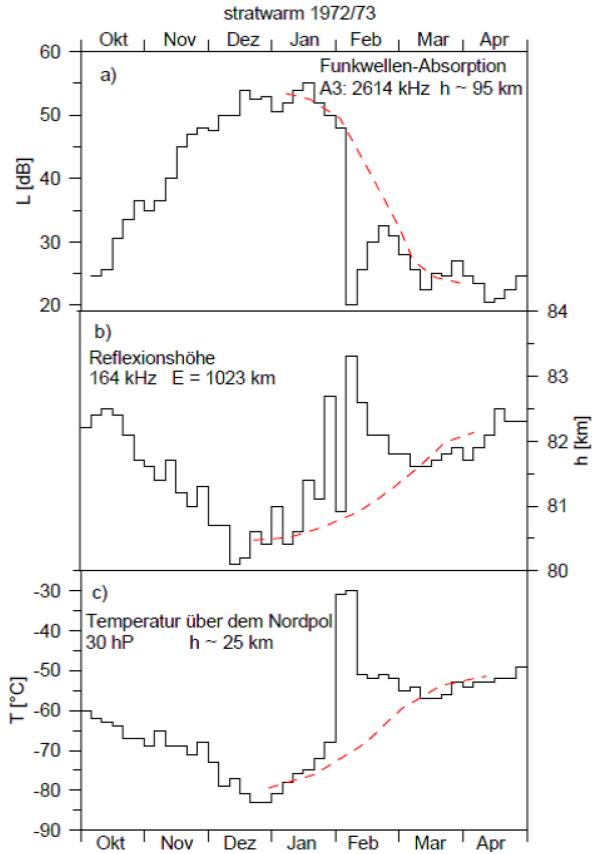


Bild 92 Stratosphärische Erwärmung Winter 1972/73 und die Veränderungen in der unteren Ionosphäre (Stufen: Mittel aus 5 Tagen, rot gestrichelt: normaler Verlauf ohne stratosphärische Erwärmung)

## 23.2 Wetterfronten und Strahlströme erzeugen Wellen

In unseren Aufzeichnungen der Funksignale weitentfernter Langwellensender (Phasenhöhen-Messungen) hatten wir schon seit längerer Zeit gelegentlich irreguläre, manchmal aber auch ganz gleichmäßige Schwankungen mit einer Periodenlänge von 10 bis 30 Minuten gesehen. Als Ursache wurden geringe Reflexionshöhenänderungen von etwa 500 m vermutet, die durch Luftdruckänderungen verursacht sein könnten. Aber woher kamen diese? Hier konnte uns Dr. Günther Bull aus unserem Berliner Institutsteil weiterhelfen. Er hatte mit den Kollegen Dr. J. Neisser und D. Brodhun aus Berlin Ende der 60er Jahre eine Anlage entwickelt, die am Erdboden feinste Luftdruckänderungen mit Periodenlängen von 10 Sekunden bis zu 15 Minuten messen konnten. Drei dieser Anlagen wurden in Kühlungsborn als Messnetz aufgebaut. Bei Durchgängen von Wetterfronten oder Strahlströmen (relativ schmale Bahnen hoher Windgeschwindigkeit in der Tropo- und Stratosphäre) über Nordeuropa wurden Wellenstörungen am Boden angezeigt. Mit Hilfe einer Bahnverfolgung dieser Wellen (ray tracing) bis zum ionosphärischen Reflexionspunkt der Langwellen-Funkstrahlen in etwa 80 km Höhe konnten sie berechnen, wann die Wellenstörungen an diesem Punkt eintreffen mussten. Tatsächlich, zur berechneten Zeit wurden in der Funkwellenausbreitungs-Registrierung die beschriebenen Schwankungen beobachtet (Lauter et al., 1973).

D. h. kräftige Wetteränderungen in wenigen Kilometern Höhe, wie z. B. das Vordringen einer Wetterfront, erzeugen Druckwellen (interne Schwerewellen), die in der Mesosphäre, in unserem Fall in etwa 80 km Höhe, als Druckschwankungen nachgewiesen werden können. Dr. Schmitz hatte mit seinen Mitarbeitern schon durch seine theoretischen Modelle eine solche Verkopplung von der Troposphäre bis zur Mesosphäre vorhergesagt, hiermit war sie jetzt auch experimentell bestätigt. Wir erkennen, die Vorstellung der Atmosphärenphysiker Mitte des vorigen Jahrhunderts, dass die Atmosphäre in feste Stockwerke einzuteilen sei und jedes Stockwerk ein gewisses Eigenleben führe, musste mehr und mehr revidiert werden: In der mittleren Atmosphäre hängen alle Höhenbereiche eng zusammen.

## **24 Datenverarbeitung**

Es ist unübersehbar, die täglich anfallende, zunehmend größer werdende Datenmenge und der Wunsch der Theoretiker immer umfangreichere mathematische Modelle in möglichst kurzer Zeit durchzurechnen, verlangten nach immer schnelleren Rechnern. Die Entwicklung der Rechentechnik war schon rasant. Wenn man bedenkt, dass wir Ende der 50er Jahre noch mit Handkurbelmaschinen Wert für Wert eingaben und weiterverarbeiteten. In den 60er Jahren konnten wir auf dem Zeiss-Rechen-Automaten 1 (ZRA 1) der Universität Rostock arbeiten, der schon 120 Rechenoperationen pro Sekunde (FLOPS) erreichte. Anfang der 70er Jahren bekamen wir einen eigenen volltransistorisierten Rechner, den D4a, der an der TU Dresden entwickelt wurde. Er hatte eine Ein- und Ausgabe über Lochstreifen und konnte immerhin schon 2000 FLOPS ausführen. Der Mitte der 70er Jahre beschaffte



Bild 93 Rechentechnikerin Jutta Schacht beim Aufspulen eines Lochbandes am KRS4200

KRS4200 (Bild 93) hatte schon eine recht beachtliche Leistungsfähigkeit, einen festen Arbeitsspeicher von 32 kByte (die heutiger Rechner sind im Terabyte-Bereich also  $10^9$ -mal größer!) und schaffte schon 74 000 FLOPS. Aber der Ruf nach immer noch leistungsfähigeren Rechenanlagen ließ – und lässt auch heute noch – nicht nach. Die Beschaffung und Nutzung der Rechentechnik am Observatorium wurde von Dr. Werner Singer koordiniert. In Zusammenarbeit mit Dr. Norbert Grieger wurde die Nutzung von Großrechnern des Instituts für Schiffbau in Rostock und der Akademie der Wissenschaften in Berlin erschlossen. Bereits 1985 begann die Nutzung von

Großrechnern aus der Ferne im Rahmen des Rechnernetzes DELTA der Akademie. Unsere Rechner KRS4200 und PC1715 waren durch Datenleitungen als Fernterminal angeschlossen. Über das Rechnernetz DELTA erfolgte ab 1990 der Zugang zu dem dann schon gesamt-deutschen Forschungsnetz DFN. Beim Aufbau des Rechners P8000, der das gleichzeitige Arbeiten mehrerer Nutzer erlaubte, brauchten wir Hilfe, die 1985 mit dem Dipl.-Ing. für technische Kybernetik, Thomas Linow, zu uns kam. Seine erste Aufgabe war, die Häuser des Observatoriums über Kabel zu verbinden, um eine Datenfernverarbeitung zu ermöglichen. Alle Kollegen mussten zunächst zum Spaten greifen und Kabelgräben zwischen den Häusern ausschachten! Außer der Wartung der Rechentechnik und Anpassung der Rechentechnik an die steigenden wissenschaftlichen Erfordernisse, sorgte Thomas Linow für die Datenkompatibilität, d. h. dass die gespeicherten Daten (Lochkarten, Lochbänder, Magnetbänder) rechtzeitig auf die jeweils neuen Datenträger (Disketten, CD) überführt werden konnten. Er arbeitet mit den Wissenschaftlern bei der Entwicklung von Geräten und Programmen eng zusammen, damit die rechentechnische Verarbeitung der immer größer werdenden Datenmengen gewährleistet ist.

## 25 Noch einmal Antarktis

Die DDR-Kollegen der 21. SAE wurden im Frühjahr 1976 von den Teilnehmern der 22. SAE abgelöst. Das war nun die letzte Antarktisexpedition, an der Kollegen aus Kühlungsborn und überhaupt aus dem Zentralinstitut für solar-terrestrische Physik (HHI) teilnahmen. Dies waren der Funkmechaniker Ullrich Vollert und der Mechanikermeister Kurt Röhrdanz aus Kühlungsborn, aus unserem Institutsteil in Juliusruh (Rügen) Dipl.-Phys. Dieter Keuer und Dipl.-Phys. Harald Lucke als Leiter der Gruppe, aus unserem Institutsteil in Berlin Dipl.-Phys. Hartmut Rössler und vom VEB Finsterwalder Maschinenwerke (FIMAG) Ingenieur Peter Stock. Letzterer hatte die wichtige Aufgabe, die Dieselstation um ein 16-kW-Dieselaggregat zu ergänzen und die jetzt drei Aggregate zu betreuen. Die Überwinterung dauerte bis 1978. Die Kollegen hatten im Wesentlichen die gleichen Aufgaben zu erfüllen wie ihre Vorgänger, d. h. Funkwellenausbreitungsmessungen nach unterschiedlichen Methoden und im Rahmen der Internationalen Magnetosphären-Studie (IMS) Magnetfeldmessungen und Polarlicht Analysen mit einem Photometer.

Die 1976 unter der Leitung von Dr. Hartwig Gernandt aufgebaute Station diente danach noch weiteren 15 Überwinterungsgruppen von 1978 bis 1992 als Mess-Station und Unterkunft. 1987 erhielt die Station eine besondere Aufwertung: 1981 war die DDR in das SCAR (Wissenschaftliches Komitee für Antarktisforschung) aufgenommen worden. Um der Konsultativrunde zum Antarktisvertrag beitreten zu können, musste die DDR eine eigene Antarktisstation nachweisen. Kurzerhand entschieden sich die zuständigen Gremien, die bereits existierende Basisstation der DDR bei der sowjetischen Station Novolazarevskaya als offizielle DDR Station zu deklarieren. Sie bekam den Namen „Georg Forster“ und wurde am 25. Oktober 1987 feierlich durch den Leiter des Forschungsbereichs Geo- und Kosmoswissenschaften der Akademie der Wissenschaften der DDR, Prof. Heinz Kautzleben, eröffnet – Georg Forster war 1772 – 1775 Teilnehmer der zweiten Weltumsegelung von James Cook und war damit der erste Deutsche, der die Antarktis erreichte. Nach 20 Jahren treuer Dienste, jetzt der Bundesrepublik Deutschland, wurde die Station in den Jahren 1993 bis 1996 in einem gemeinsamen Projekt mit dem Arktischen und Antarktischen Forschungsinstitut, St. Petersburg, rückgebaut und die Reste entsprechend dem Umweltschutzprotokoll zum Antarktisvertrag rückstandslos aus der Antarktis entfernt. In der Schirmacher-Oase erinnert nur eine Bronzetafel an einem Felsen daran, dass hier in der Antarktis von 1976 bis 1996 die erste permanent besetzte deutsche Forschungsstation gestanden hat, Bild 94.



Bild 94 Erinnerungstafel an die erste permanent besetzte deutsche Antarktisstation

Der Gründer dieser Station, Hartwig Gernandt, überwinterte zweimal in der Antarktis und nahm an 12 Sommerexpeditionen teil. „In Würdigung seiner wegweisenden wissenschaftlichen Verdienste um die deutsche Polarforschung, insbesondere die erstmalige Beschreibung der Höhen- und zeitlichen Verteilung des antarktischen Ozon-Abbaus, sowie seines herausragenden Engagements zur Errichtung der Georg-Forster-Station und der Schaffung wichtiger logistischer Plattformen in der Antarktis“ zeichnete ihn die Deutsche Gesellschaft für Polarforschung im Jahr 2018 mit der Weyprecht-Medaille aus [online: Wikipedia Gernandt].

## **26 Ein anderer Name, neue Aufgaben**

Mit Wirkung vom 1. Mai 1984 änderten sich die Namen unseres Instituts und unseres Observatoriums. Aus dem Institut wurden alle Sonne und Magnetosphäre betreffenden Bereiche ausgegliedert und es bekam den Namen „Heinrich-Hertz-Institut für Atmosphärenforschung und Geomagnetismus“ (HHI), unsere Einrichtung in Kühlungsborn hieß ab jetzt „Observatorium für Atmosphärenforschung“ (OAF).

Was hatte dazu geführt?

Ende der 70er Jahre geriet die DDR zunehmend unter internationalen Druck wegen ihres hohen Schadstoffausstoßes durch die Verbrennung von Rohbraunkohle und durch die nahezu ungefilterte Abgabe giftiger Chemieschadstoffe in die Umwelt. Die DDR sah sich gezwungen, sich mehr den Fragen der Umwelterhaltung zuwenden. Mit Beginn des Jahres 1986 mussten wir für alle Forschungsaufgaben einen gesellschaftlichen Auftraggeber finden, der bereit war, unsere Aufgaben zu finanzieren. Der wesentliche Auftraggeber für uns war der Meteorologische Dienst der DDR. Unsere bisherigen Aufgaben der theoretischen Klimadynamik und die Entwicklung der Windmessanlagen in der mittleren Atmosphäre wurden ohne Einwände finanziert. Zwei neue Aufgaben wurden von uns gefordert: Die Entwicklung von Geräten, die in der untersten Atmosphärenschicht einerseits die Dynamik und andererseits diverse Schadstoffe erkennen konnten.

Ein solches Gerät zur Messung der Dynamik wurde in unserem Berliner Institutsteil entwickelt. Aus Kühlungsborn arbeitete Dr. Klaus Evers daran mit. Es handelte sich um ein SODAR-Gerät (sound detection and ranging), das durch Aussenden von Schallimpulsen und Auffangen der Echos dynamische Vorgänge in der bodennahen Luftsicht (von 25 m bis etwa 800 m Höhe) auf Spezialregistrierpapier sichtbar machen konnte. Innerhalb von nur zwei Jahren war nicht nur das Gerät entwickelt und aufgebaut, sondern es konnten bereits die ersten interessanten Ergebnisse vorgelegt werden (Evers et al. 1989, Evers und Neisser, 1990).

Die Aufgabe der Schadstoffüberwachung vom Boden aus in der bodennahen freien Atmosphäre oder in Abgasfahnen von Industrieschornsteinen wurde Dr. Götz v. Cossart (seit 1987 Leiter des Observatoriums, 1989 durch die Akademie zum Prof. ernannt) übertragen. Zusammen mit den Mitarbeitern seiner kleinen Arbeitsgruppe wurde entschieden, dass die Überwachung mit Lidar-Geräten die geeignete Methode sei (Lidar-Geräte senden Laserimpulse aus, deren Rückstreuung auf Dichte und Art verschiedener Luftbestandteile schließen lässt). Sie suchten die Kooperation mit Einrichtungen der Akademie, die einige Erfahrungen mit Laser-Anlagen hatten und bauten zunächst eine Anlage zur horizontalen Messung von Stickstoffdioxid, NO<sub>2</sub>, auf. Die ersten Messungen begannen 1991. Zu diesem Laser-Fernsondierungsverfahren und zur vorgesehenen Erweiterung auf andere Spurengase konnten bereits 1987/88 zwei Patente angemeldet werden (Sonnemann et al. 1987, Martini et al. 1988). Das Ziel war, eine robuste Anlage zu bauen, die man mit einem Fahrzeug an den jeweils gewünschten Messort fahren konnte. Die Wende verhinderte diese vorgesehene Entwicklung, aber das Wissen, das sich diese kleine Gruppe erarbeitete, war später für sie von unschätzbarem Wert.

## **27 Unten wärmer – oben kälter**

Eine Entdeckung, die Aufmerksamkeit fand, machten Dr. v. Cossart und Prof. Taubenheim 1986 auf der Grundlage der mittlerweile 24 Jahre umfassenden Phasenhöhenmessung. Bei Druckuntersuchungen in einer festen Höhe von etwa 80 km fanden sie zwischen 1959 und 1983 eine nahezu stetige Druckabnahme. Sie erklärten sie später damit, dass sich die Luftsichten darunter, also in der

Stratosphäre und unteren Mesosphäre abgekühlt und zusammengezogen haben mussten. Eine solche Abkühlung hatten Theoretiker schon vorausgesagt. Mit zunehmender CO<sub>2</sub>-Konzentration, sollte sich die untere Atmosphäre wegen der Treibhauswirkung von CO<sub>2</sub> erwärmen. Nach oben hin nimmt dieser

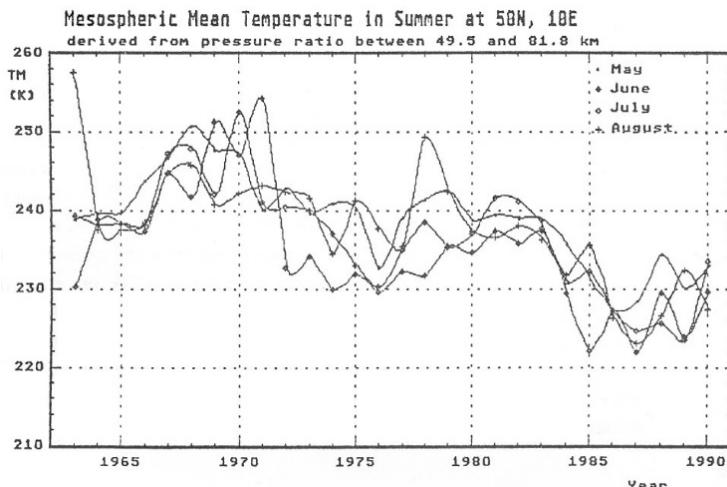


Bild 95 Aus Phasenhöhenmessungen des OAF entdeckte Abkühlung in der mittleren Atmosphäre von 1963 bis 1990

Effekt aber ab und wandelt sich an der Untergrenze der Stratosphäre bis in die Mesosphäre in eine Abkühlung, da hier die vom CO<sub>2</sub> abgebene Wärme wegen der geringeren Luftdichte leichter in den Weltraum entweichen kann. Mit der indessen 27-jährigen Messreihe zeigt das Bild 95, dass diese Abkühlung fast 20 Grad beträgt. Die ebenfalls zu erkennenden langfristigen Temperaturschwankungen sind durch den Sonnenzyklus bedingt, der sich mit etwa 10 Grad bemerkbar macht (Taubenheim et al., 1991).

## 28 Wende, Evaluierung und Neugründung

Die Zeit der Wende war eine aufregende Zeit! Als am 09.11.1989 die Mauer fiel, eröffnete sich nun die Möglichkeit in den anderen Teil Deutschlands zu reisen und den wissenschaftlichen Austausch zu beginnen. Wir erhielten Einladungen zu wissenschaftlichen Kolloquien zum Meteorologischen Institut der Freien Universität Berlin, zu den Max-Planck-Instituten (MPI) für Meteorologie in Hamburg und für Aeronomie in Katlenburg-Lindau sowie dem Meteorologischen Institut der Universität München und aus verschiedenen wissenschaftlichen Instituten der Bundesrepublik kamen Fachkollegen zu uns nach Kühlungsborn. Wir alle nutzten diese neuen Möglichkeiten, uns gegenseitig fachlich auszutauschen. Als am 3. Oktober 1990 der Beitritt der DDR zur Bundesrepublik Deutschland erfolgte, erfahren wir aus dem Einigungsvertrag (Artikel 38), dass die Institute der Akademie der Wissenschaften der DDR mit Wirkung vom 31.12.1991 nicht mehr in der bisherigen Form weiterexistieren werden und dass der Wissenschaftsrat die Aufgabe hat, diese Institute zu begutachten und Empfehlungen über Weiterbestehen oder Abwicklung zu geben. Für uns bestand nun die Aufgabe, die guten wissenschaftlichen Ergebnisse der letzten Jahre der Evaluierungsgruppe des Wissenschaftsrates überzeugend vorzustellen, nachdem bekannt war, dass das OAF unabhängig von den anderen Institutsteilen des HHI bewertet wird. Der ganz überwiegende Teil der Mitarbeiter des OAF sah es als Herausforderung und Möglichkeit an, Wissenschaft neu gestalten zu können. Dazu gehörte auch, eine Struktur zu finden, von der eine gute Darstellung der wissenschaftlichen Ergebnisse und Vertretung der Mitarbeiter unter den veränderten Bedingungen zu erwarten war. Die meisten Wissenschaftler des OAF trugen Dr. Schmitz an, in dieser Zeit des Umbruchs für die Geschäftsführung des Observatoriums zur Verfügung zu stehen. Dr. Schmitz erklärte sich dazu bereit, wenn er in einer geheimen Abstimmung das Votum durch die wissenschaftlichen Mitarbeiter dafür bekäme. Am 7. Januar 1991 erhielt er dieses Votum mit großer Mehrheit und der Direktor des HHI Prof. Dr. W. Mundt beauftragte daraufhin am 18.01.1991 Dr. Schmitz mit der kommissarischen Führung der Geschäfte des OAF.

Inzwischen stand fest, dass die für das OAF zuständige Evaluierungsgruppe bereits am 5. Februar 1991 zu uns kommen würde. Wir hatten gerade noch 4 Wochen Zeit, uns auf die Gespräche vorzubereiten, in denen wir die Evaluierungsgruppe von unserem wissenschaftlichen Stand überzeugen wollten. Noch vorher schrieben wir wissenschaftliche Kurzberichte und reichten sie ein. Dr. Schmitz schlug vor, außerdem noch Poster mit unseren neuesten wissenschaftlichen Ergebnissen anzufertigen. Dies stellte sich bei den Evaluierungsgesprächen als sehr vorteilhaft heraus, denn es kamen gerade vor den Postern sehr angeregte Gespräche zustande. Die Präsentation war offensichtlich überzeugend: Im Juli 1991 wurden die Vertreter der evaluierten Institute des Nordens nach Hiddensee eingeladen. Dr. Schmitz wurde darüber informiert, dass der Wissenschaftsrat vorschlägt, ein neues Institut, das „Institut für Atmosphärenphysik (IAP) an der Universität Rostock“, aus Mitarbeitern der Arbeitsgruppen des Kühlungsborner Institutsteils und der Ionosondenstation in Juliusruh (Rügen) zu gründen, und zwar als Institut der „Blauen Liste“, d. h. mit jeweils 50 % Bundes- und Landesfinanzierung. Gründungstermin soll der 1. Januar 1992 sein. Es war also weiterhin alles eilig! Bis zum September 1991 bildete sich das Gründungskomitee unter dem Vorsitz von Prof. Dr. Hans Hinzpeter (ehemals Direktor des Max-Planck-Instituts (MPI) für Meteorologie und des Meteorologischen Instituts der Universität Hamburg). Noch im Oktober informierte er uns über den Weg der Neugründung. Wir Mitarbeiter hatten 14 Tage Zeit, uns schriftlich für das IAP zu bewerben. Noch 1991 schickte uns Prof. Hinzpeter, mit wenigen Ausnahmen, eine verbindliche Zusage zur Einstellung im neuen Institut. Die Stellen des Direktors und der drei Abteilungsleiter werden bundesweit ausgeschrieben. Es wird erwartet, dass sowohl der Direktor als auch die Abteilungsleiter Vorlesungen an der Universität Rostock halten – wie ursprünglich schon 1949 vereinbart und seitdem praktiziert. 1992 wurde dann mit der Universität Rostock eine Kooperationsvereinbarung erarbeitet.

Bis zur Neugründung mussten zahlreiche Formalitäten erledigt sein: Organisationsform des IAP (es soll ein eingetragener Verein werden), Vereinssatzung, Konstituierung der Mitgliederversammlung und des Kuratoriums, alles musste rechtzeitig beim Gericht zur Eintragung in das Vereinsregister sein; schließlich Erarbeitung des Wirtschaftsplans 1992 mit Festlegungen zum Stellenplan und zur Eingruppierung der Mitarbeiter. Das alles war nur zu schaffen, weil alle daran beteiligten Mitglieder des Gründungskomitees, Mitarbeiter des Bundesforschungsministeriums und des Kultusministeriums des Landes sowie die betreffenden Mitarbeiter des IAP exzellent zusammenarbeiteten. Mit Wirkung vom 1. Januar 1992 erhielten alle eingestellten Mitarbeiter ihre Arbeitsverträge und auch das erste Gehalt wurde pünktlich ausgezahlt. Die vom Gründungskomitee gebildete Berufungskommission der Universität Rostock schlug vor, Prof. Dr. Ulf v. Zahn von der Universität Bonn, zum Direktor und Dr. Schmitz und Dr. Singer zu Abteilungsleitern zu berufen. Am 10 Januar 1992 wurde die Gründung feierlich begangen. Prof. Hinzpeter wurde zum Gründungsdirektor bestellt, er beauftragte Dr. Schmitz mit der Wahrnehmung der Aufgaben des Direktors am Institut bis zur Besetzung der Leitungsfunktionen am Institut.

Jetzt begann erst die eigentliche Arbeit. Die mit der Neugründung vom Wissenschaftsrat gegebene künftige wissenschaftliche Orientierung musste in eine Forschungsstrategie umgesetzt werden. Dr. Schmitz hat dazu ein umfangreiches Forschungskonzept erarbeitet, wie man mit der Erforschung der Kopplung der Höhengebiete der Atmosphäre zu einem Verständnis des Gesamtsystems der Atmosphäre beitragen kann. Diese vor 27 Jahren erarbeitete Forschungsstrategie, die sowohl die Anwendung existierender als auch die Entwicklung neuer Messtechniken und die theoretisch modellierende Erfassung dieses Systems enthält, hat heute noch internationale Gültigkeit. Diese Vorschläge wurden im Gründungskomitee ausführlich diskutiert und Schwerpunkte daraus wurden zusammen mit den durch Prof. Dr. v. Zahn gesetzten Aufgaben zum Bestandteil des Forschungs-

programms des neuen Instituts. Bereits im Wintersemester 1992/93 bot Dr. Schmitz eine Vorlesung „Physik der Atmosphäre“ am Physikalischen Institut der Universität Rostock an.

Auf einer Institutsversammlung am 15. Januar 1992 informierte Prof. Hinzpeter die Mitarbeiter u. a. darüber, dass noch im selben Jahr umfangreiche Renovierungsarbeiten an der Telefonanlage und am Rechnernetz durchgeführt werden, dass das bisherige Hauptgebäude, die Villa, vollständig saniert wird und schließlich, dass noch 1992 die Planung eines Neubaus (des neuen Hauptgebäudes, Bild 96) abgeschlossen werden soll. Eine unvorstellbare Arbeit lag vor den daran Beteiligten! Die Planung des Neubaus verlangte schnelles und umsichtiges Handeln. Dank der präzisen Vorbereitung aller erforderlichen Dokumente, von der Begründung des Neubaus, der Bauvoranfrage bis zur Ausstattung des Gebäudes, durch Prof. Hinzpeter, Dr. Schmitz und die Verwaltung des Instituts unter der Leitung von Frau Lange (heute Strate) sowie durch häufige persönliche Vorsprachen konnten die Bearbeitungszeiten von Ämtern und Behörden kurz gehalten werden, so dass der Neubau als wichtigste Finanzierung noch in den Wirtschaftsplan 1993 aufgenommen werden konnte. Bereits Anfang 1993 traf der positive Bescheid der Bauvoranfrage ein. In die gleiche Zeit fielen auch noch die Grundstücksbeschaffung und die Planung für ein Gästehaus mit zwei Wohnungen für Gastwissenschaftler. Was die Einrichtung eines Rechnernetzes am Observatorium und die Beschaffung einer leistungsfähigen Rechentechnik betrifft, haben Dr. Singer, Dr. Grieger und Dipl.-Ing. Linow Hervorragendes geleistet. Nicht zuletzt durch den Rat des Deutschen Klimarechenzentrums in Hamburg, verfügten wir schon bald über eine moderne Rechentechnik.



Bild 96 Das geplante neue Institutsgebäude wurde 1996 fertiggestellt, Foto: Entzian

Nach seiner Berufung trat Prof. Dr. Ulf v. Zahn im April 1993 das Amt als Direktor des Instituts für Atmosphärenphysik an. Damit war die Aufgabe des Gründungsdirektors abgeschlossen.

Die Atmosphärenforschung in Kühlungsborn stand vor einem neuen Anfang!

Prof. Hinzpeter hat noch einige Jahre als Mitglied im Verein des IAP und als Mitglied des Wissenschaftlichen Beirats für das Institut gewirkt. Prof. Hinzpeter starb am 15.12.1999. Posthum danken alle Mitarbeiter des OAF Herrn Prof. Dr. H. Hinzpeter für seinen einfühlsamen Umgang mit uns in einer so schwierigen Zeit des Übergangs und für seine Unterstützung bei unserem Aufbruch in eine neue wissenschaftliche Epoche.



## **Danksagung**

Allen meinen ehemaligen Kolleginnen und Kollegen danke ich für ihre wertvollen Hinweise.

Ausdrücklich danke ich Herrn Prof. Dr. Schmitz für seine geduldige Erläuterung der komplizierten theoretischen Sachverhalte der atmosphärischen Dynamik und für die Mithilfe bei der Beschreibung der übervollen Zeit der Gründung des IAP.

Außerdem bedanke ich mich namentlich

bei den Herren Professoren Schmelovsky, Knuth und Felske, die mir wesentliche Hinweise zur Entwicklung der Kosmosforschung in der DDR gaben;

bei Herrn Dr. H. Gernandt vom Alfred-Wegener-Institut für Polar- und Meeresforschung in Bremerhaven, der mir den Bericht der 13. SAE zugänglich machte und mir unmittelbare Eindrücke aus der Antarktis vermittelte sowie ebenso bei ihm und meinem Kollegen Wolfgang Probst für Text- und Bildmaterial zur 21. SAE;

bei Frau Charlotte Glöde, der Witwe von Dr. Glöde, sowie bei seinen beiden Söhnen Wolf-Peter und Andreas, die mir handschriftliche und Ton-Aufzeichnungen aus der Antarktis von Dr. Glöde zur Verfügung stellten;

bei Herrn Dipl.-Geophys. Siegfried Böhm, der die Entwicklung des Heinrich-Hertz-Instituts, die Liste aller Mitarbeiter und das Publikationsverzeichnis zusammengetragen hat und mir durch zahlreiche persönliche Informationen manche Entwicklung am Institut ab 1968 erklären konnte;

bei Herrn Dr. Schminder, Leipzig, für seine Informationen zur Anfangszeit der hochatmosphärischen Windmessung;

bei Herrn Dr. B. Schäning bedanke ich mich für seine Informationen und Bildmaterial zur Spitzbergen-expedition und zu den beiden Kubaexpeditionen.

Ich bedanke mich für die vielfältige Unterstützung bei den Herren Dr. Dirk Hecht und Dr. R. Mahnke, die in einer Forschungsarbeit das Leben von Prof. Falckenberg ausführlich geschildert haben,

bei Herrn Dr. Fethke, dem Archivar des ASVzR, der mir Einsicht in historische Protokolle des ASVzR und in das Fotoalbum von Prof. Falckenberg gewährte,

sowie bei Frau Wachholz vom Friderico-Francisceum in Bad Doberan und bei Herrn P. Steußloff, die mir halfen die Namen der jungen Sputnikbeobachter wieder aufzufinden.

Ich bedanke mich

bei Herrn Dipl.-Met. R. Ziemann vom Archiv des Deutschen Wetterdienstes in Potsdam, für Einsicht in Unterlagen des Meteorologischen Dienstes der DDR;

beim Archiv der Berlin-Brandenburgischen Akademie der Wissenschaften für die Überlassung einiger Dokumente aus dem Nachlass von Prof. Lauter;

bei den Archiven der Universität Rostock (hier sind die Unterlagen der Rostocker Luftwarte und persönliche von Prof. Falckenberg archiviert) und der Stadt Rostock;

beim Landeshauptarchiv in Schwerin für Hinweise zum Wiederaufbau des Meteorologischen Dienstes nach dem Krieg in Mecklenburg.

Mein Dank gilt nicht zuletzt besonders dem Direktor des Leibniz-Instituts für Atmosphärenphysik e. V. an der Universität Rostock in Kühlungsborn, Herrn Prof. Dr. F.-J. Lübken für die gewährte Nutzung der logistischen Möglichkeiten zur Anfertigung dieser Arbeit und für die Recherchen, wobei unserer Bibliothekarin, Frau Dipl.-Bibl. R. v. Rein, der Dank für die umgehende Beschaffung, häufig schwer zu findender Literatur gilt.

## Anhang

### A Abkürzungsverzeichnis

ADW	Akademie der Wissenschaften der DDR (ab 1972 bis 1991) (siehe DAW)
ASVzR	Akademischer Segler-Verein zu Rostock
AWI	Alfred-Wegener-Institut Helmholtz-Zentrum für Polar- und Meeresforschung
CCIR	Comité Consultatif International des Radiocommunications
CIRA	COSPAR International Reference Atmosphere
CN	cosmic noise, dt.: kosmisches Rauschen
COSPAR	Committee on Space Research
ČSSR	Tschechoslowakische Sozialistische Republik (1960 bis 1989)
DAW	Deutsche Akademie der Wissenschaften (1946 bis 1972) (siehe ADW)
DDR	Deutsche Demokratische Republik (1949 bis 1990)
FGGE	First GARP Global Experiment, 1978 bis 1979 (siehe GARP)
Flak	Flugzeug-Abwehrkanone
FU	Freie Universität Berlin
GARP	Global Atmospheric Research Programme (siehe FGGE)
GCM	Global Circulation Model
GPS	Global Positioning System – Weltweites (satellitengestütztes) Ortungssystem
HHI	Heinrich-Hertz-Institut (seit 1969 ZISTP)
IAGA	International Association of Geomagnetism and Aeronomy
IAMAP	International Association of Meteorology and Atmospheric Physics
IAU	International Astronomical Union
IE	Institut für Elektronik
IEM	Institut für experimentelle Meteorologie, Odninsk, Sowjetunion
IGJ	Internationales Geophysikalisches Jahr (1957 bis 1958)
IKF	Institut für Kosmosforschung
IMF	Interplanetares Magnetfeld
Interkosmos	Regierungsabkommen der sozialistischen Länder zur friedlichen Erforschung des Interplanetaren Raumes
IPCC	Intergovernmental Panel on Climate Change (gegr. 1988)
IPHA	Indirekte Phasenhöhen-Analyse
IQSY	International Quiet Sun Year, Internationales Jahr der ruhigen Sonne (1964 bis 1965)
IRI	Internationale Referenz-Ionosphäre

IUCSTP	Inter-Union Commission for Solar-Terrestrial Physics
IUGG	International Union of Geodesy and Geophysics
KAPG	Kommission der Akademien sozialistischer Länder zur multilateralen Bearbeitung des Problemkomplexes Planetare Geophysikalische Forschung
LPG	Landwirtschaftliche Produktionsgenossenschaft
MAP	Middle Atmosphere Program (ursprünglich entworfen als: SESAME)
MfS	Ministerium für Staatssicherheit
MPF	Ministerium für Post- und Fernmeldewesen
MPI	Max-Planck-Institut
OAF	Observatorium für Atmosphärenforschung Kühlungsborn (1984 bis 1991)
OIF	Observatorium für Ionosphärenforschung Kühlungsborn (1951 bis 1984)
RAMED	Radar-Meteor-Drift Anlage
RFZ	Rundfunktechnisches Zentralamt
SAE	Sowjetische Antarktis-Expedition
SCAR	Scientific Committee on Antarctic Research
SESAME	Structure and Energetics of Stratosphere and Mesosphere (später: MAP)
SODAR	Sound Detecting And Ranging
SU	Sowjetunion, siehe UdSSR
UAG	Upper Atmosphere Geophysics Reports published by the National Geophysical Data Center from 1968 to 1996
UdSSR	Union der sozialistischen Sowjetrepubliken, siehe SU
UKW	Ultra Kurzwelle (Funkwellen 30 MHz bis 300 MHz)
UNO	United Nations Organization
URSI	Union Radio Scientifique Internationale
VDE	Verwaltungs- und Dienstleistungseinrichtung der ADW der DDR
VR	Volksrepublik
WES	Wetterbild-Empfangsstation
ZISTP	Zentralinstitut für solar-terrestrische Physik (Heinrich-Hertz-Institut)

## **B Publikationsverzeichnis – Luftwarte bis Observatorium**

- Auff'm Ordt, N., 1968, Erprobung optischer Systeme und Filmsorten zur Beobachtung von Erscheinungen des Dämmerungs- und des Nachthimmels, Diplomarbeit, Univ. Rostock, 1-87
- Auff'm Ordt, N., 1973, Der Nachweis von Wellen in der Mesopause und deren mögliche Quellen, Dissertation, Univ. Rostock, 1 - 111
- Auff'm Ordt, N., 1974, Bemerkungen zur Höhenbestimmung von Leuchtenden Nachtwolken, Z. Meteorol., 24, 287-290
- Auff'm Ordt, N. und D. Brodhun, 1974, Zur Deutung von Wellenstrukturen auf Leuchtenden Nachtwolken, Z. Meteorol., 24, 291-298
- Bartels, G., 1949, Ein besonders einfacher Zählrohrkoinzidenzverstärker, Z. Meteorol., 3(7), 198-200
- Bartels, G., 1953, Ein Raumwellenempfänger hoher Konstanz, Nachrichtentechnik, 3(1), 28-29
- Bartels, G., 1956, Phasenänderungen des sonnentäglichen Ganges der kosmischen Strahlung, IDÖJARAS, 60(3), 144-149
- Bartels, G., 1956 a, Zur Messung meteorologisch bedingter Schwankungen der Intensität der kosmischen Strahlung, Dissertation, Univ. Rostock, 1-88
- Bartels, G. und W. Schiemann, 1956, Ein Impulszählwerk mit geringer Steuerleistung, Feingerätetechnik, 5(9), 394-395
- Bartels, G. und R. Steinert, 1956, Eine Methode der Integralwertmessung mit extrem hohen Zeitkonstanten, Nachrichtentechnik, 6(11), 500-502
- Beckmann, P. und K. H. Schmelovsky, 1958, Über ein bei Schwunderscheinungsuntersuchungen vorkommendes Integral, Wiss. Z. HS Elektrotechn. Ilmenau, 167-171
- Bernhardt, K. und E. A. Lauter, 1977, Globale physikalische Prozesse und Umwelt, Z. Meteorol., 27(1), 1-20
- Bernhardt, K., P. Hupfer und E. A. Lauter, 1986, Säkulare Änderungen in der atmosphärischen Umwelt des Menschen, Sitzungsber. ADW DDR, Abt. Mathe., Naturwiss., Technik, 4N, 3-49
- Best, A., A. Wernik, Yu. I. Galperin, A. Gafe, R. Knuth, J. Lastovicka, W. Lippert, T. M. Mulyarchik, G. Nestorov, D. Samardjiev, K. B. Serafimov, P. Triska, F. K. Schuiskaya und G. Entzian, 1971, International koordinierte Messungen geophysikalischer Effekte der solaren Aktivität in der oberen Atmosphäre (in Russisch, Geomagnetism i Aeronomiya, International koordinierte Messungen geophysikalischer Effekte der solaren Aktivität in der oberen Atmosphäre (in Russisch, Geomagnetism i Aeronomiya, 11(1), 29-39
- Bolz, H. M., 1947, Gilt das Lambertsche Cosinusgesetz der Absorption für das Vibrationspyranometer von Falckenberg?, Z. Meteorol., 1(11/12), 374-376
- Bolz, H. M., 1948, Über die Wirkung der Temperaturstrahlung des atmosphärischen Ozons am Erdboden, Z. Meteorol., 2(7/8), 225-228
- Bolz, H. M. und G. Falckenberg, 1949, Neubestimmung der Konstanten der Ångströmschen Strahlungsformel, Z. Meteorol., 3(4), 97-100
- Bolz, H. M., 1950, Der Einfluss der infraroten Strahlung auf das Mikroklima, Dissertation, Univ. Rostock, 1-59
- Bolz, H. M., 1951, Der Einfluss der infraroten Strahlung auf das Mikroklima, Abh. MD DDR, 7, 1-59
- Borbey, E., Ja. Walchevski, K. M. Greisiger, W. Sachariev, A. I. Iwanowskij, G. A. Kokin, D. A. Tarasenko und G. Entzian, 1976, Erforschung der oberen Atmosphäre mit Hilfe meteorologischer Raketen und indirekter Methoden (in Russ.), Po Programme Interkosmos, Maschinostroenie, Moskau, 247-266
- Bremer, J., 1969, Experimentelle und theoretische Grundlagen des A 3-Messverfahrens im Bereich langer elektromagnetischer Wellen, Dissertation, Univ. Rostock, 1-209
- Bremer, J. und W. Singer, 1974, Bestimmung mittlerer Elektronenkonzentrationsprofile der ionosphärischen D-Schicht mit Hilfe von Funkwellenausbreitungsmessungen, Gerl. Beitr. Geophys., 83(2/3), 217-236
- Bremer, J. und E. A. Lauter, 1977, Particle fluxes from the magnetosphere during post-storm events in mid-latitudes, deduced from low-frequency ionospheric absorption, Phys. Solariterr., 4, 77-86
- Bremer, J. und W. Singer, 1977, Diurnal, seasonal, and solar-cycle variations of electron densities in the ionospheric D- and E-Regions, Journ. Atmos. Terr. Phys., 39, 25-34
- Bremer, J., H. Gernandt und E. A. Lauter, 1978, A comparison of the latitude dependence of ionospheric absorption and the role of the particle precipitation belt on both hemispheres, Phys. Solariterr., 7, 83-88
- Bremer, J., H. Gernandt und H. Lucke, 1980, Global ionospheric absorption measurements on board ships, Gerl. Beitr. Geophys., 89(2), 81-99
- Bremer, J., K. Evers und J. Taubenheim, 1981, Experimental derivation of effective recombination coefficients in the lower ionosphere, Gerl. Beitr. Geophys., 90(4), 295-304
- Bremer, J., E. A. Lauter, H. Rößler und B. Schäning, 1983, Vergleich hochatmosphärischer Partikeleffekte in verschiedenen Breiten auf beiden Hemisphären, Geod. Geophys. Veröff., Reihe I, 9, 31-37

- Bremer, J. und E. A. Lauter, 1983, Superposition of Meteorological Effects and particle ionization in the wintertime D-region, Proc. KAPG-Sem. Meteorol. Effects Ionosphere, Sofia 1982, 19-20
- Bremer, J. und E. A. Lauter, 1984, Dependence of the high latitude middle atmosphere ionization on structures in interplanetary space, Handbook for MAP, 10, 200-204
- Bremer, J., E. A. Lauter und Z. Ts. Rapoport, 1985, Influence of polarity of the interplanetary magnetic field on ionospheric plasma in high latitudes, Gerl. Beitr. Geophys., 94(1), 1-8
- Bremer, J., 1985, Control of diurnal and seasonal variation of particle precipitation by regular changes of the interplanetary magnetic field, Journ. Atmos. Terr. Phys., 47(11), 1123-1128
- Bremer, J. und H. Gernhardt, 1985, Control of particle precipitation by energy transfer from solar wind, Memoirs Nat. Inst. Polar Res., Special Issue, Tokyo, 38, 138-145
- Bremer, J., 1986, Der Einfluss interplanetarer Strukturparameter auf das ionosphärische Plasma in auroralen und subauroralen Breiten, Geod. Geophys. Veröff., Reihe I, 13, 3-14
- Bremer, J., 1987, Control of particle precipitation into the middle atmosphere by regular changes of the interplanetary magnetic field, Gerl. Beitr. Geophys., 96(3/4), 362-371
- Bremer, J., 1987 a, Indirekte Sondierung von Plasma- und Neutralgasvariationen in der oberen Mesosphäre und unteren Thermosphäre mit Hilfe ionosphärischer Absorptionsmessungen, Dissertation B, ADW DDR, 1-238
- Bremer, J., 1988, The influence of IMF sector structure on the maximum electron density of the ionospheric F2-layer in dependence on geomagnetic latitude, Proc. KAPG-Symp. Ionospheric Response Solar Wind, Praha, 107-110
- Bremer, J., 1988 a, The influence of the IMF structure on the ionospheric F-region, Journ. Atmos. Terr. Phys., 50(9), 831-838
- Bremer, J., W. Singer und F. Täumer, 1988, Modifizierte Wave-hop-Methode zur Feldstärkeberechnung im Mittelwellenbereich bei Nutzung einer horizontal polarisierten steilstrahlenden Sendeantenne, Techn. Mitteilg. RFZ, Deutsche Post, Berlin, 32(2), 36-41
- Bremer, J. und W. Singer, 1988, Relations between classical and Sen-Wyller magneto-ionic theories in view of their application to experimental test of IRI electron density models, Adv. Space Res., 8(4), 225-228
- Bremer, J., 1989, The influence of IMF on the lower ionosphere plasma in high and middle latitudes, Handbook for MAP, 29, 196-202
- Bremer, J. und J. Lastovicka, 1989, The IMF sector structure effects in total ozone in Central Europe, Studia geophys. et geod., 33, 198-205
- Bremer, J. und B. Schäning, 1990, An update of the catalogue of particle-induced ionospheric absorption at mid-latitudes for the period 1979-88, Z. Meteorol., 40, 132-137
- Bremer, J., 1991, Der Einfluss interplanetarer Strukturparameter auf den Plasmazustand der Ionosphäre, Kleinheubacher Berichte, 34, 543-551
- Bremer, J., 1991 a, Ionospheric LF-absorption at oblique incidence (A3-Method), Handbook for MAP, 32, 136-136
- Bremer, J., 1992, Langzeitrends in Ionosondendaten als mögliches Indiz einer anthropogenen Beeinflussung der Erdatmosphäre, Kleinheubacher Berichte, 35, 263-271
- Brodhun, D., G. Bull und J. Neisser, 1974, On the identification of tropospheric sources of gravity waves observed in the mesosphere, Z. Meteorol., 24, 299-308
- Bull, G., D. Brodhun, J. Neisser und W. Willimczik, 1974, Über den Aufbau eines Schwerewellen- und Infraschall-Messnetzes, Z. Meteorol., 24, 313-319
- v.Cossart, G., 1976, Ein Beitrag zur synoptischen Untersuchung der atmosphärischen Struktur in der Mesopausenregion aus indirekten Phasenmessungen, Dissertation, ADW DDR, 1-164
- v.Cossart, G. und G. Entzian, 1976, Ein Modell der Mesopausenregion zur Interpretation indirekter Phasenmessungen und zur Abschätzung von Ionosphären- und Neutralgasparametern, Z. Meteorol., 26(4), 219-230
- v.Cossart, G. und W. Singer, 1976, Struktur und Funktion in der Physik der Atmosphäre, Rostocker Phil. Manuskripte (Univ. Rostock), 16 Teil 2, 277-281
- v.Cossart, G., K. M. Greisiger, K. Sprenger, Yu. I. Portnyagin und I. A. Lysenko, 1982, The winter 1980/81 in the middle atmosphere over Central and Eastern Europe as seen by ground-based measurements, Phys. Solariterr., 18, 77-82
- v.Cossart, G., 1983, Ground-based studies of the middle atmosphere at the observatory of ionospheric research in Kuehlungsborn - Indirect Phase Height Measurements, HHI-STP-Report, 17, 29-34
- v.Cossart, G., G. Entzian, E. A. Lauter und K. Sprenger, 1983, Coupling between stratosphere and D-region in winter (Extended abstract), Proc. KAPG-Sem. Meteorol. Effects Ionosphere, Sofia 1982, 17-18
- v.Cossart, G., 1984, Influence of the Solar Cycle upon the Upper Mesosphere, Gerl. Beitr. Geophys., 93(5), 329-338

- v.Cossart, G., G. Entzian, S. W. Pachomow und D. A. Tarasenko, 1984, Vergleich der Messungen von Parametern der oberen Mesosphäre mittels indirekten Phasenhöhenmessungen und meteorologischen Raketen /in Russisch/, Beitr. Internat. Symp. Kosm. Meteorol., Moskau 1981, 191-198
- v.Cossart, G. und S. W. Pachomow, 1984, Indirect phase height measurements in Central and Eastern Europe for Monitoring D region plasma, Handbook for MAP, 10, 34-38
- v.Cossart, G., K. Sprenger und G. Entzian, 1985, Abschlussbericht über die Ergebnisse der indirekten Phasenhöhenmessungen am Hydrometeorologischen Observatorium des GOSKOMGIDROMET der UdSSR in Pensa vom Mai 1973 bis September 1985, Interner Bericht Obs. Ionosphärenforschg., Kühlungsborn, 1-80
- v.Cossart, G., K. Sprenger und S. V. Pakhomov, 1986, Indirect phase height measurements of the lower ionosphere compared with rocket measurements of D-region electron density, Journ. Atmos. Terr. Phys., 48(4), 355-363
- v.Cossart, G. und J. Taubenheim, 1986, Indications of quasi-20-year cycle of middle atmosphere temperatures, Adv. Space Res., 6(10), 73-75
- v.Cossart, G., 1987, Indirekte Phasenhöhenmessungen als Mittel zur kontinuierlichen Überwachung der Atmosphäre im Höhenbereich zwischen 65 und 85 km, Dissertation B, ADW DDR, 1-146
- v.Cossart, G. und J. Taubenheim, 1987, Solar cycle and long-period variations of mesospheric temperatures, Journ. Atmos. Terr. Phys., 49(4), 303-307
- v.Cossart, G., G. Sonnemann, H.-R. Lehmann, B. Schäning und L. Martini, 1989, Entwicklung von laseroptischen Fernerkundungsverfahren atmosphärischer Parameter am Heinrich-Hertz-Institut, Nachr. Mensch-Umwelt, 4(17), 19-29
- v.Cossart, G., J. Taubenheim und G. Entzian, 1989, Langfristige Variationen in Strato- und Mesosphäre /in Russisch/, Beitr. Internat. Symp. Kosm. Meteorol., Moskau 1986, 93-98
- v.Cossart, G. und G. Entzian, 1991, Indirect Phase Height Observation, Handbook for MAP, 32, 135-135
- Cumme, G., R. Knuth und C.-U. Wagner, 1966, Zur Frage der aus Langwellenabsorptionsmessungen erschlossenen Elektronenkonzentrationsprofile in der unteren Ionosphäre während des Sonnenaufgangs, Geod. Geophys. Veröff., Reihe II, 1, 99-138
- Cumme, G., R. Knuth und C.-U. Wagner, 1969, Zur Theorie der Sonnenaufgangseffekte in der unteren Ionosphäre nach Absorptionsmessungen im Langwellenbereich /in Russisch/, Geomagnetism i Aeronomiya, 9, 1027-1034
- Cumme, G., R. Knuth und C.-U. Wagner, 1970, A method for the interpretation of ionospheric absorption measurements during the sunrise effect in the D-Region, Z. Geophys., 36, 57-75
- Dethloff, K. und G. Schmitz, 1975, Zum vertikalen Amplitudenverlauf planetarischer Wellen, Gerl. Beitr. Geophys., 84, 82-83
- Dethloff, K. und G. Schmitz, 1977, Zur Bestimmung des mittleren zonalen Windes der oberen Troposphäre unter Berücksichtigung der turbulenten Wärmeflüsse, Gerl. Beitr. Geophys., 86, 355-361
- Dethloff, K., 1979, Zur Bestimmung der zonalen Zirkulation der Tropo- und Stratosphäre auf der Grundlage der Impuls-Wärmequellen, Dissertation, Univ. Rostock
- Dethloff, K. und G. Schmitz, 1981, Zur Bestimmung der Meridionalzirkulation der Tropo- und Stratosphäre auf der Grundlage eines zonalsymmetrischen Modells, Z. Meteorol., 31, 306-321
- Dethloff, K., 1982, On the double maximum structure of the tropospheric west wind jet in the southern hemisphere, Gerl. Beitr. Geophys., 91(3), 205-210
- Dethloff, K., 1982 a, The influence of increased carbon dioxide on the zonal mean climate in a mechanistic 2-d model, Gerl. Beitr. Geophys., 91(3), 270-271
- Dethloff, K., G. Schmitz und N. Grieger, 1982, On determining the tropo- and stratospheric zonal circulation on the basis of momentan and heat sources in a quasigeostrophic model: II. Winter zonal circulation in the troposphere and stratosphere, Gerl. Beitr. Geophys., 91(2), 141-149
- Dethloff, K. und D. Peters, 1982, Simulation of long-term temperature trends in a zero-dimensional climate system, Z. Meteorol., 32(4), 225-229
- Dethloff, K. und G. Schmitz, 1982, A zonally averaged circulation model of the middle atmosphere, Phys. Solariterr., 18, 91-111
- Dethloff, K. und G. Schmitz, 1982a, Model calculation of the meridional and vertical wind in the winter mesosphere and thermosphere and consequences for the transport of NO, Phys. Solariterr., 18, 112-114
- Dethloff, K. und G. Schmitz, 1982b, On determining the tropo- and stratospheric zonal circulation on the basis of momentan and heat sources in a quasigeostrophic model: I. The annual zonal mean circulation of the troposphere, Gerl. Beitr. Geophys., 91(1), 25-34
- Dethloff, K., 1984, Potential vorticity fluxes of the troposphere in different wave regimes, Z. Meteorol., 34(6), 375-376
- Dethloff, K. und G. Schmitz, 1984, Ein zonal-symmetrisches Zirkulationsmodell in Troposphäre und Stratosphäre /in Russisch/, Beitr. Internat. Symp. Kosm. Meteorol., Moskau 1981, 282-290

- Dethloff, K. und A. Wäntig, 1986, The influence of altered exchange coefficients on the climate of an energy balance model, *Z. Meteorol.*, 36(3), 218-221
- Dethloff, K. und A. Wäntig, 1986, The warm climate of the Cretaceous period in an energy-balance model, *Z. Meteorol.*, 36(6), 375-376
- Dethloff, K., N. Grieger und G. Schmitz, 1987, Die transientes Eddy-Transporte in der Projektion auf die langen atmosphärischen Wellen auf der Basis des FGGE-Winters 1978/79 II. Die Transporte potentieller Vorticity, *Z. Meteorol.*, 37(2), 69-84
- Dethloff, K., 1987, Barotropic instability in the middle atmosphere of Venus on the basis of measured zonal winds, *Z. Meteorol.*, 37(4), 218-222
- Dethloff, K., N. Grieger und G. Schmitz, 1988, The transient large-scale vorticity transports in the troposphere and lower stratosphere, *Freiberger Forschungshefte, Reihe C*, 420, 152-156
- Dethloff, K., 1989, Barotropic unstable planetary waves in the middle atmosphere of Venus, *Z. Meteorol.*, 39(3), 175-178
- Dethloff, K. und G. Schmitz, 1992, Persistent circulation states and low-frequency variability in a nonlinear baroclinic, low-order model, *Meteorol. Z. N.F.*, 1, 141-154
- Diederich, K., 1968, Ein Beitrag zur Intensitäts-Frequenzverteilung des atmosphärischen Funkstörpegels im Längstwellenbereich, Diplomarbeit, Univ. Rostock, 1-73
- Doluchanow, M. P., 1956, Die Funkwellenausbreitung (Wissenschaftliche Überarbeitung von E. A. Lauter und K. Sprenger), VEB Verlag Technik Berlin, 1-388
- Einsle, E., 1965, Beitrag zum Studium der Quellen des atmosphärischen Störpegels in Europa, Dissertation, Univ. Rostock, 1-105
- Entzian, G., 1959, Messverfahren und Auswertung atmosphärischer Pfeifstörungen, Diplomarbeit, Univ. Rostock, 1-37
- Entzian, G. und C. Popp, 1959, Lokalisierung von Initialsferics langer Whistler, *Z. Meteorol.*, 13(7/8), 193-194
- Entzian, G. und E. A. Lauter, 1962, Variationen der Reflexionshöhe und der Reflexionskoeffizienten im Langwellenbereich bei Sonneneruptionseffekten, *Abh. Geomag. Inst. Potsdam ADW DDR*, 29, 150-153
- Entzian, G., 1966, Sonneneruptionseffekte im Langwellenbereich, *Geod. Geophys. Veröff., Reihe II*, 1, 139-147
- Entzian, G., 1967, Der Sonnenfleckencyklus in der Elektronenkonzentration der D-Region, *Kleinheubacher Berichte*, 12, 309-313
- Entzian, G., 1967 a, Quasi-Phasenmessungen im Langwellenbereich (100...200 kHz) zur indirekten Bestimmung von Plasmaparametern in der Hochatmosphäre (60...90 km), Dissertation, Univ. Rostock, 1-241
- Entzian, G., 1968, Einige Erscheinungen der unteren Ionosphäre und mögliche Kopplungen zu tieferen Atmosphärenschichten, *Geod. Geophys. Veröff., Reihe II*, 7, 93-102
- Entzian, G., S. S. Gaigerov und D. A. Tarasenko, 1971, Winterliche strato-mesosphärische Erwärmungen und Prozesse in der Ionosphäre /in Russisch/, *Fizika Atmosfery i Okeana*, 7(9), 932-938
- Entzian, G. und D. A. Tarasenko, 1971, Jahreszeitliche Umstellungen der Zirkulation und Prozesse in der Ionosphäre /in Russisch/, *Meteorol. i Gidrol.*, 5, 21-30
- Entzian, G., 1972, Ableitung von Phaseninformationen aus Feldstärkebeobachtungen im Langwellenbereich zur Überwachung der Hochatmosphäre, *Experimentelle Technik der Physik*, 20(6), 513-519
- Entzian, G. und D. A. Tarasenko, 1973, Jahreszeitliche Umstellungen und winterliche Anomalien in der Strato- und Mesosphäre im Vergleich mit Erscheinungen der unteren Ionosphäre /in Russisch/, *Beitr. Internat. Symp. Kosm. Meteorol.*, Kiew 1972, 61-68
- Entzian, G., E. A. Lauter und J. Taubenheim, 1976, Synoptic monitoring of the mesopause region using D-region plasma as a tracer in different heights, *Z. Meteorol.*, 26(1), 1-6
- Entzian, G., K. H. Grasnick und P. Plessing, 1977, Variability of Ozone and of Neutral and Ionized Gas Parameters in the Stratosphere and Mesosphere in Winter, *Proc. Joint Sympos. Atmosph. Ozone*, Dresden 1976, NKGG Berlin, I, 249-258
- Entzian, G. und K. H. Grasnick, 1981, Ozone Variations and Solar Cycle, *Z. Meteorol.*, 31, 322-325
- Entzian, G. und K. H. Grasnick, 1982, Long-term ozone variations in low and medium latitudes, *Sonderheft Vortr. AG Erforschg. atmosphär. Ozons*, Tbilissi, 1981, MEZNIREBA, 197-203
- Entzian, G. und E. A. Lauter, 1982, Variations in the Springtime Reversal of the Stratospheric Circulation, *Z. Meteorol.*, 32, 209-215
- Entzian, G. und E. A. Lauter, 1983, The basic states of the middle atmosphere and the seasonal properties of the mesosphere plasma, *Proc. KAPG-Sem. Meteorol. Effects Ionosphere*, Sofia 1982, 14-16
- Entzian, G., K. M. Greisiger und W. Singer, 1984, Variationen der mittleren Atmosphäre in der Periode 1960-1979 nach Raketenmessungen in Wolgograd /in Russisch/, *Beitr. Internat. Symp. Kosm. Meteorol.*, Moskau 1981, 142-150
- Entzian, G., D. A. Tarasenko und E. A. Lauter, 1984 a, Spring Changeover of the Middle Atmosphere Circulation Compared with Rocket Wind Data up to 80 km, *Handbook for MAP*, 10, 86-90

- Entzian, G. und K. H. Grasnick, 1984, Changes in the Ozone Content over Central Europe During Reversals of Stratospheric Circulation in late Winter, *Handbook for MAP*, 10, 97-100
- Entzian, G., G. v. Cossart und K. M. Greisiger, 1985, Coupling of processes of the lower ionosphere with dynamical processes in the neutral gas of the middle atmosphere in the winter 1983/84, *Proc. KAPG-Sem. Meteorol. Effects Ionosphere*, Sofia 1985, 32-34
- Entzian, G. und K. H. Grasnick, 1987, Long-Term Ozone Variation, *Geod. Geophys. Veröff.*, Reihe II, 28, 130-135
- Entzian, G. und K. H. Grasnick, 1987 a, Ozone Content Variation over Central Europe and Stratospheric Dynamics in late Winter, *Geod. Geophys. Veröff.*, Reihe II, 28, 126-129
- Entzian, G. und G. Schmitz, 1987, Erfassung und Interpretation meteorologischer Prozesse in der mittleren Atmosphäre, *Astronomie und Raumfahrt*, 25(6), 175-176
- Entzian, G., K. H. Grasnick und J. Taubenheim, 1990, Seasonal Variations of Ozone Trends, *Adv. Space Res.*, 10(10), 265-268
- Entzian, G., D. A. Tarasenko und L. Milenkova, 1990 a, Middle Atmosphere Dynamics in Winter as Seen from Height-Time Cross-Sections of Temperature and Wind from Rocket Data of Heiss Island, Volgograd and Akhtopol, *Satellite Meteorolog. Symp.*, Visegrad/Hung. 1990, 161-166
- Entzian, G. und K. H. Grasnick, 1990, Ozone Mini-Holes above Central Europe, *Air Pollution Research Report* 34, Cambridge/England 1990, 77-80
- Entzian, G., D. A. Tarasenko und L. Milenkova, 1991, The Middle Atmosphere Dynamics in Winter Reflected by Height-Time Cross-Sections of Rocket Based Temperature and Wind Data from Heiss Island, Volgograd and Akhtopol, *Z. Meteorol.*, 41, 110-113
- Entzian, G. und K. H. Grasnick, 1991, Solar cycle effect in total ozone?, *XVI. EGS Gen. Ass., STEP Working Group 5*, Wiesbaden 1991, 29-33
- Entzian, G., D. Peters, K. H. Grasnick, U. Feister, K. Wege und U. Köhler, 1992, Eigenschaften von Ozone Mini-Holes in mittleren Breiten, *Ann. Meteor.*, 27, 196-196
- Evers, K., 1979, Die Erfassung von Parametern der ionosphärischen D-Region mit Längstwellenmessungen: Ein Beitrag zur synoptischen Überwachung der mittleren Atmosphäre, *Dissertation*, Univ. Rostock, 1-154
- Evers, K., 1983, An Investigation of the Mid-Latitude Ionospheric D-Region under Twilight Conditions in Summer, *Gerl. Beitr. Geophys.*, 92(1), 7-19
- Evers, K., J. Neisser und E. Weiß, 1987, Acoustic sounding of the urban boundary layer over Berlin-Adlershof in summer, *Z. Meteorol.*, 37(5), 241-252
- Evers, K., 1988, Zur Abschätzung von atmosphärischen Stabilitätsgraden aus Vertikal-SODAR-Informationen und Strahlungsparametern, *Z. Meteorol.*, 38(6), 353-356
- Evers, K., J. Neisser und E. Weiß, 1989, Akustische Sondierung einer sommerlichen Stadtgrenzschicht, *Abh. MHD DDR*, 167-169
- Evers, K. und J. Neisser, 1990, Vertical sodar measurements at different sites in summer, *Atmospheric Environment*, 24A(10), 2541-2545
- Falckenberg, G., 1925, Besteht die Möglichkeit der Verbesserung kurz- und langfristiger Wettervorhersagen?, *Wissenschaft und Landwirtschaft*, 79-86
- Falckenberg, G., 1927, Neue Untersuchungen über die Bildung von Bodeninversionen, *Meteorol. Z.*, 44, 108-109
- Falckenberg, G. und E. Stoecker, 1927, Bodeninversion und atmosphärische Energieleitung durch Strahlung, *Beitr. Physik der freien Atmosph.*, XIII, 246-146
- Falckenberg, G., 1928, Absorptionskonstanten einiger meteorologisch wichtiger Körper für infrarote Wellen, *Meteorol. Z.*, 45, 334-337
- Falckenberg, G., 1928 a, Aerologische Studienreise des Drachenbootes der Rostocker Luftwarte, *Meteorol. Z.*, 45, 55-60
- Falckenberg, G., 1928 b, Apparatur zur Messung der Himmelsstrahlung und Bodentemperatur, *Meteorol. Z.*, 45, 422-425
- Falckenberg, G., 1930, Apparatur zur Bestimmung des momentanen nächtlichen Wärmeaustausches zwischen Erde und Luft, *Meteorol. Z.*, 47, 154-156
- Falckenberg, G., 1930 a, Prüfung der Konstanten der Angströmschen Pyrgeometer, *Meteorol. Z.*, 47, 181-183
- Falckenberg, G., 1931, Der Einfluss der Wellenlängentransformation auf das Klima bodennaher Luftschichten und die Temperatur der freien Atmosphäre, *Meteorol. Z.*, 48, 341-346
- Falckenberg, G., 1931 a, Experimentelles zur Absorption und Emission der atmosphärischen Eigenstrahlung dünner Luftschichten, *Meteorol. Z.*, 48, 135-139
- Falckenberg, G., 1931 b, Muldenfrost und Frostflächen in Waldlichtungen, *Meteorol. Z.*, 48, 22-25
- Falckenberg, G., 1931 c, Seit wann ist die Angströmsche Pyrgeometerkonstante mit einem erheblichen Fehler behaftet?, *Meteorol. Z.*, 48, 80-81
- Falckenberg, G., 1931 d, Wechselstrompyrgeometer, *Meteorol. Z.*, 48, 144-146

- Falckenberg, G., 1932, Der nächtliche Wärmeaushalt bodennaher Luftsichten, Meteorol. Z., 49, 369-371
- Falckenberg, G., 1932 a, Kritik am Angströmschen Pyrgeometer, Meteorol. Z., 49, 197-199
- Falckenberg, G., 1936, Experimentelles zur Absorption dünner Luftsichten für infrarote Strahlung, Meteorol. Z., 53, 172-175
- Falckenberg, G., 1938, Einrichtung zur Messung kleiner Gleichspannungen nach einem Kompensationsverfahren unter Verwendung einer Unterbrechervorrichtung und einer Röhrenverstärkeranordnung, Deutsches Reichspatent, 661694, 1-2
- Falckenberg, G., 1938 a, Experimentelles zur Druckabhängigkeit der Absorption des Wasserdampfes und der Kohlensäure für die infrarote Schwarzstrahlung, Meteorol. Z., 55, 174-177
- Falckenberg, G., 1939, Experimentelles zur Eigenstrahlung dünner wasserdampfhaltiger Luftsichten, Meteorol. Z., 56, 72-75
- Falckenberg, G., 1940, Über die Abhängigkeit der Gegenstrahlung der Atmosphäre vom Temperaturgradienten und vom Wetter, Meteorol. Z., 57, 241-249
- Falckenberg, G. und F. Hecht, 1941, Messung der infraroten Eigenstrahlung der Atmosphäre vom Flugzeug, Meteorol. Z., 58, 415-417
- Falckenberg, G., 1943, Beiträge zur Absolut-Pyrheliometrie, Meteorol. Z., 60, 314-316
- Falckenberg, G., 1946, Ein Vibrationspyranometer, Z. Meteorol., 1, 372-374
- Falckenberg, G. und E. A. Lauter, 1948, Raumwellenabsorption und Großwetterlage, Z. Meteorol., 2(9), 259-265
- Falckenberg, G. und E. A. Lauter, 1949, Die Ionisation der Stratosphäre über troposphärischen Hoch- und Tiefdruck-Gebieten, Z. Meteorol., 3(5/6), 136-140
- Falckenberg, G. und H. M. Bolz, 1950, Jahresgang der Einstrahlung für Warnemünde, Z. Meteorol., 4, 65-66
- Falckenberg, G., 1951, Röhrenvoltmeter für infrarote Strahlungsmessungen, Z. Meteorol., 5(7/8), 245-246
- Falckenberg, G., 1953, Ein Beitrag zu dem Problem der Eigenstrahlung der freien Atmosphäre, Z. Meteorol., 7(6), 162-167
- Falckenberg, G., 1954, Die Konstanten der Angströmschen Formel zur Berechnung der infraroten Eigenstrahlung der Atmosphäre aus dem Zenit, Z. Meteorol., 8, 216-222
- Falckenberg, G., 1956, Messungen von Oberflächentemperaturen durch Eigenstrahlung, Archiv für Technisches Messen, V2162-3, 27-28
- Felske, D., 1968, Empfang und Auswertung von Satellitensignalen zum Studium der oberen Ionosphäre, Dissertation, Univ. Rostock, 1-4
- Felske, D., H. Mrasz und B. Schmidt, 1968, Messungen der Höhen- und Breitenverteilungen von Inhomogenitäten in der Ionosphäre mit Hilfe der Signale von Explorer 22, Gerl. Beitr. Geophys., 77(4), 297-302
- Felske, D. und H. Bardey, 1968, Bestimmung der Gesamtelektronenzahl der Ionosphäre aus dem Faraday-Effekt an den Signalen des Satelliten ATS 3, Geomagnetism i Aeronomiya, 8(5), 835-839
- Felske, D., 1969, Wetterfrösche im Kosmos, Elektron. Jahrb. 1969, Dt. Militärverlag, 39-49
- Felske, D., 1969 a, Zur Theorie der nächtlichen Rekombination in der hohen Ionosphäre /in Russisch/, Geomagnetism i Aeronomiya, 9, 993-1001
- Felske, D., 1970, Einige Ergebnisse der direkten Messung der Elektronenkonzentrationen und Elektronentemperaturen durch den Satelliten Explorer 22 /in Russisch/, Kosmicheskie Issledovania, 8(5), 728-734
- Felske, D., L. Martini, B. Stark und J. Taubenheim, 1970, Molecular Oxygen Absorption of Solar Lyman-Alpha observed by Interkosmos-1, Nature, 228, 1298-1298
- Fichtelmann, B. und G. Sonnemann, 1989, Berechnungen von chemischen Erwärmungsraten der oberen Mesosphäre und unteren Thermosphäre auf der Grundlage eines dynamischen photochemischen Modells /in Russisch/, Proc. KAPG-Symp. Solar-Terrestr. Phys. Samarkand, -229
- Fichtelmann, B. und G. Sonnemann, 1989 a, On the variation of the ozone in the upper mesosphere and lower thermosphere - A comparison between theory and observation, Z. Meteorol., 39(6), 297-308
- Fichtelmann, B. und G. Sonnemann, 1990, Nonlinear effects in the photochemistry of minor constituents in the mesopause region, Annales de Géophys., 8, -317
- Fomenko, A. A., V. L. Perov, G. Schmitz und N. Grieger, 1983, Räumliche Spektren quasistationärer Störungen eines Hemisphärenmodells der allgemeinen Zirkulation der Atmosphäre /in Russisch/, UdSSR Sib. Abt. AdW, Rechenzentr. Novosibirsk, Sonderdruck 440
- Forbes, J. M., R. A. Vincent, G. J. Fraser, S. Avery, S. Bowhill, R. R. Clark, K. M. Greisiger, A. H. Manson, R. G. Roper und T. Tsuda, 1987, On the specification of TGCM tidal lower boundary conditions from radar wind measurements during the June 1984 GTMS period, Adv. Space Res., 7(10), 10295-10298
- Galin, M. B., C. E. Kirickov und K. Dethloff, 1987, The Atmospheric Response to Sea-Surface Temperature Anomalies at Tropical Latitudes in a Low-Order Model, Z. Meteorol., 37(6), 370-373

- Gernandt, H., 1967, Phasenmessungen im Langwellenbereich (185 kHz) zur Erforschung der tiefen Ionosphäre, Diplomarbeit, Univ. Rostock, 1-137
- Gernandt, H. und W. A. Schamontjew, 1970, Die Anwendung der Daten künstlicher Erdsatelliten in der antarktischen Seenavigation /in Russisch/, Inform. Bull. Sov. Antark.Eksped., 78, 88-91
- Gernandt, H. und N. D. Winogradow, 1970, Der Empfang von Informationen künstlicher Erdsatelliten am Observatorium Mirny /in Russisch/, Inform. Bull. Sov. Antark.Eksped., 78, 85-87
- Gernandt, H., 1971, Ionosphärische Anomalien in hohen geomagnetischen Breiten, Dissertation, Univ. Rostock, 71.05, 1-107
- Gernandt, H., 1972, On the evidence of the ionospheric winter anomaly at the southern hemisphere (in Russian), Trudi Sov. Antark.Eksped., 55, 102-109
- Gernandt, H., 1972, Data receiving from the satellite ESSA6 and their practical application (in Russian), Inform. Bull. Sov. Antark.Eksped., 83, 37-47
- Gernandt, H., 1977, Dokumentation zum Aufbau der Forschungsbasis der DDR in der Schirmacheroase während der 21. SAE, Nationalkomitee Geodäsie Geophysik, DDR, interner Bericht
- Gernandt, H., 1977a, Überwinterung der deutschen Gruppe an der sowjetischen Station Novolasarevskaya 1975-1977 (21. Sowjetische Antarktisexpedition), Nationalkomitee Geodäsie Geophysik, DDR, interner Bericht
- Gernandt, H. und H. Bremer, 1977, Some results on the latitude dependence of ionospheric absorption by measurements during the 21. Soviet Antarctic Expedition (in Russian), Proc. KAPG-Symp. Strato- untere Ionosphäre, Rostov, 32 - 34
- Gernandt, H., 1979, Erprobung der Ozonradiosonde OSE-2 über der sowjetischen Antarktisstation "Neulasarew" während der 21. Sowjetischen Antarktisexpedition (SAE) von 1975 - 1977, Z. Meteorol., 29(2), 123-126
- Gernandt, H., 1979 a, Ionosphärische Beobachtungen der DDR-Gruppe während der 21. Sowjetischen Antarktisexpedition, Geod. Geophys. Veröff., Reihe II, 22, -56
- Gernandt, H., 1979 b, Satellitenbeobachtung der Seeisgrenze im Küstengebiet zwischen "Königin - Maud - Land " und "Filchner Schelfeis", Z. Meteorol., 29(2), 127-131
- Gernandt, H. und A. M. Koslovski, 1979, Sea ice conditions in the Eastern part of the Weddell Sea in spring (in Russian), Inform. Bull. Sov. Antark.Eksped., 99, 69-73
- Gernandt, H., 1980, Ergebnisse ionosphärischer Beobachtungen in hohen südlichen Breiten als Beitrag zur globalen Untersuchung der oberen Atmosphäre, Geod. Geophys. Veröff., Reihe I, 7, 97-122
- Gernandt, H. und B. Schäning, 1984, Studies of the upper layers of the polar atmosphere, Geod. Geophys. Veröff., Reihe I, 10, 19-24
- Glöde, P., 1957, Eine Apparatur zur Ermittlung des Amplitudenspektrums des atmosphärischen Störpegels, Diplomarbeit, Univ. Rostock
- Glöde, P., 1959, Radarechos von Polarlichtern, Radio und Fernsehen, 13, 415-417
- Glöde, P., 1960, Polarlichtbeobachtungen auf 33 MHz, Kleinheubacher Berichte, 199-211
- Glöde, P. und K. Sprenger, 1962, Radarbeobachtungen von Polarlichtern auf 33 MHz, Abh. Geomag. Inst. Potsdam ADW DDR, 29, 283-289
- Glöde, P., E. A. Lauter und B. Schäning, 1964, Sommerliche Tagesgänge des atmosphärischen Störpegels auf Längstwellen in verschiedenen Breiten, Gerl. Beitr. Geophys., 73(3), 137-153
- Glöde, P., D. Meyenburg und B. Schäning, 1965, Messung statistischer Parameter des atmosphärischen Funkstörpegels im Längstwellenbereich, Z. Meteorol., 18, 1-12
- Glöde, P., 1966, Einsatz eines 33 MHz-Radargerätes zur Ortung der Meteor- und Polarlichtionisation, Dissertation, Univ. Rostock, 1-205
- Glöde, P., 1966 a, Ionisationsspuren von Meteoren und ihre Geophysikalischen Aspekte, Schriftenr. NKGG II, 3, 41-83
- Glöde, P., 1967, Ergebnisse von Radarmeteorbeobachtungen des Quadrantidenstromes, Kleinheubacher Berichte, 11, 157-163
- Glöde, P., 1968, Estimation of attachment rate from the different echo duration of night- and day-time Meteors, Phys.and Dynam. of Meteors, IAU-Symp., Tatranska Lom. Chechoslovakia 1967, 175-186
- Glöde, P., R. Knuth und E. A. Lauter, 1968, Development of storms in the lower ionosphere at medium latitudes, Annali di Geophysica, 24, 1-7
- Glöde, P., 1969, Exzessive ionosphärische Absorption von Lang- und Mittelwellen bei Ausbreitung über sehr große Entferungen nach Beobachtungen in der Antarktis, Monatsber. DAW Berlin, 11(8/9), 615-622
- Glöde, P., H. Gernandt und V. V. Revjakin, 1972, Data receiving from the satellite ESSA6 and their practical application (in Russian), Inform. Bull. Sov. Antark.Eksped., 83, 37-47
- Grafe, A., E. A. Lauter, B. Nikutowski und C.-U. Wagner, 1980, Precipitation of Energetic Electrons into the Mid-Latitude Ionosphere after Geomagnetic Storms, Space Research, XX, 157-162

- Grasnick, K. H. und G. Entzian, 1973, Variations of the total amount of ozone and the behaviour of some ionospheric parameters in the winter time upper atmosphere, PAGEOPH, 106-108, 1312-1317
- Grasnick, K. H. und G. Entzian, 1974, On the variations of the total amount of ozone and the behaviour of some ionospheric parameters in the winter-time upper atmosphere, Geod. Geophys. Veröff., Reihe II, 18, 21-35
- Grasnick, K. H. und G. Entzian, 1977, Long and short period variations of ozone over Central Europe, Proc. MUA-Sitzung, 2. IAMAP-Spezialtagung, Seattle/USA, 401-405
- Greisiger, K. M., K. Sprenger, A. I. Iwanowskij und J. A. Semjonowskij, 1971, Vergleich experimenteller Daten über den Jahresgang der Amplitude und Phase des halbtägigen Gezeitenwindes in der Meteorzone mit Ergebnissen theoretischer Berechnungen /in Russisch/, Fizika Atmosfery i Okeana, 7(3), 255-262
- Greisiger, K. M., A. I. Iwanowskij und J. A. Semjonowskij, 1973, Vergleich experimenteller und theoretischer Ergebnisse über die jahreszeitlichen Variationen des halbtägigen Gezeitenwindes in der unteren Thermosphäre /in Russisch/, Beitr. Internat. Symp. Kosm. Meteorol., Kiew 1972, 88-94
- Greisiger, K. M., K. Sprenger, I. A. Lysenko und Yu. I. Portnyagin, 1973 a, Ergebnisse gemeinsamer Untersuchungen der Zirkulation der unteren Thermosphäre mit den Methoden D1 und D2 /in Russisch/, Beitr. Internat. Symp. Kosm. Meteorol., Kiew 1972, 226-238
- Greisiger, K. M., 1974, Experimentelle und theoretische Untersuchungen des halbtägigen Gezeitenwindes als Beitrag zur Dynamik und Struktur der Mesosphäre, Dissertation, Univ. Rostock, 1-117
- Greisiger, K. M., 1975, Experimentelle und theoretische Untersuchungen des halbtägigen Gezeitenwindes als Beitrag zur Dynamik und Struktur der Mesosphäre, Z. Meteorol., 25, 205-212
- Greisiger, K. M., 1976, Bericht über das KAPG-Seminar über, Z. Meteorol., 26, 376-379
- Greisiger, K. M., E. S. Kasimirowsky, W. D. Kokourow, W. F. Petruchin, R. Schminder und K. Sprenger, 1976, Erste Ergebnisse eines Vergleichs von Ionosphärendriftmessungen im Langwellenbereich über Ostsibirien und Mitteleuropa /in Russisch/, Issledov. Geomagnetizm Aeronomia i Fizika Solnza, AN, Irkutsk, 38, 130-133
- Greisiger, K. M., I. A. Lysenko, Yu. I. Portnyagin und K. Sprenger, 1976 a, Erforschung der Zirkulation im Höhenbereich 80 - 100 km über Europa (in Russ., Po Programme Interkosmos, Maschinostroenie, Moskau, 266-276
- Greisiger, K. M., R. Schminder, D. Kürschner, K. Sprenger und J. Taubenheim, 1979, The circulation in the mesopause region over Central Europe in winter 1978/79, Phys. Solarterr., 10, 107-110
- Greisiger, K. M., V. A. Dyachenko, N. A. Makarov, I. A. Lysenko, Yu. I. Portnyagin und K. Sprenger, 1980, On the temporal and spatial variability of the vernal change of upper atmospheric circulation, Z. Meteorol., 30, 338-345
- Greisiger, K. M., 1981, Oszillatonen mit Perioden von 2 und 5 Tagen im Windfeld der unteren Thermosphäre mittlerer Breiten nach Radarmeteorwindmessungen, Z. Meteorol., 31(5), 280-285
- Greisiger, K. M., 1983, Ground-based studies of the middle atmosphere at the observatory of ionospheric research in Kuehlungsborn - Lower Ionosphere Drift and Radar Meteor Wind Measurements, HHI-STP-Report, 17, 35-44
- Greisiger, K. M., Yu. I. Portnyagin und I. A. Lysenko, 1984, Large-scale winter-time disturbances in meteor winds over central and eastern europe, Handbook for MAP, 10, 91-95
- Greisiger, K. M., Yu. I. Portnyagin und I. A. Lysenko, 1984 a, Large-scale winter-time disturbances in meteor winds over central and eastern Europe and their connection with processes in the stratosphere, Journ. Atmos. Terr. Phys., 46(4), 389-394
- Greisiger, K. M., 1987, Variations of the semi-diurnal tidal wind in the meteor region with periods of about 27 and 13.5 day, Handbook for MAP, 25, 119-120
- Greisiger, K. M., R. Schminder und D. Kürschner, 1987, Long period variations of wind parameters in the mesopause region and the solar cycle dependence, Handbook for MAP, 25, 58-61
- Greisiger, K. M., R. Schminder und D. Kürschner, 1987 a, Long-period variations of wind parameters in the mesopause region and the solar cycle dependence, Journ. Atmos. Terr. Phys., 49(3), 281-285
- Greisiger, K. M., R. Schminder und D. Kürschner, 1989, Langfristige Trends und solare Beeinflussung von Parametern der mittleren Atmosphäre, Beitr. Internat. Symp. Kosm. Meteorol., Moskau 1986, 128-134
- Greisiger, K. M., 1991, Meteor radar wind observations, Handbook for MAP, 32, 134-134
- Grieger, N. B. Schäning und G. Schmitz, 1974, Zur vertikalen Struktur planetarischer Wellen in der unteren Stratosphäre, Z. Meteorol., 24, 309-312
- Grieger, N. und G. Schmitz, 1978, Der vertikale Amplituden- und Phasenverlauf der planetaren Wellen  $k = 1, 2$  bis 60 km Höhe /in Russisch/, Fizika Atmosfery i Okeana, 14(1), 100-101
- Grieger, N. und G. Schmitz, 1978 a, Erste Ergebnisse der Analysen strato-mesosphärischer planetarischer Wellen /in Russisch/, Beitr. Internat. Symp. Kosm. Meteorol., Moskau 1976, 68-74

- Grieger, N., W. Krüger und G. Schmitz, 1981, The structure of stationary planetary waves determined by observations and model calculations for the winter northern hemisphere, Part I: The geopotential, *Z. Meteorol.*, 31(5), 286-293
- Grieger, N. und G. Schmitz, 1981, Model calculation on the structure of planetary waves and associated mean meridional fluxes in the middle atmosphere, *Handbook for MAP*, 2, 79-86
- Grieger, N. und G. Schmitz, 1982, Planetare Wellen in der mittleren Atmosphäre und ihre Transporteigenschaften, *Sonderheft Vortr. AG Erforschg. atmosphär. Ozons*, Tblissi, 1981, MEZNIEREB, 362-372
- Grieger, N. und G. Schmitz, 1982 a, The structure of planetary waves up to the lower mesosphere based on data analyses and model calculations, *JGR*, 87(C13), 11255-11264
- Grieger, N., 1983, Ein Modell zur Ausbreitung planetarer Wellen in der Atmosphäre, *Inst.-Report Numer. Loesungen von Diff.-Gleichg.*, Inst. Mathe., ADW DDR, 129-132
- Grieger, N., G. Schmitz, N. V. Bugajeva, G. R. Sacharov, L. A. Rasanova und D. A. Tarasenko, 1984, Analyse planetarer Wellen in der oberen Atmosphäre auf der Grundlage von Raketen- und Satellitendaten und Vergleich mit Modellrechnungen /in Russisch/, *Beitr. Internat. Symp. Kosm. Meteorol.*, Moskau 1981, 187-191
- Grieger, N. und G. Schmitz, 1984, Die Ausbreitung planetarer Wellen in der mittleren Atmosphäre und ihr Einfluss auf den Zustand der oberen Troposphäre /in Russisch/, *Beitr. Internat. Symp. Kosm. Meteorol.*, Moskau 1981, 234-244
- Grieger, N. und G. Schmitz, 1984 a, The northern hemisphere stationary planetary waves and associated Eliassen-Palm cross-sections of the stratosphere and mesosphere, *Z. Meteorol.*, 34(6), 341-353
- Grieger, N., V. L. Perov, A. A. Fomenko und G. Schmitz, 1985, Modellierung der mittleren Januarzirkulation mit Hilfe eines Sechs-Schichten-Hemisphärenmodells der allgemeinen Zirkulation der Atmosphäre /in Russisch/, *Fizika Atmosfery i Okeana*, 21(4), 374-382
- Grieger, N., G. Schmitz und W. Krüger, 1988, The large-scale waves systems and their relations to transient momentum and heat transport-processes (abstract), *Freiberger Forschungshefte*, Reihe C, 420, 183-184
- Grossmann, K. U., H. G. Brückelmann, D. Offermann, P. Schwabbauer, R. Gyger, K. Künzi, G. K. Hartmann, C. A. Barth, R. Thomas, A. F. Chijov, S. P. Perov, V. A. Yushov, P. Glöde und K. H. Grasnick, 1987, Middle atmosphere abundances of water vapor and ozone during MAP/WINE, *Journ. Atmos. Terr. Phys.*, Middle atmosphere abundances of water vapor and ozone during MAP/WINE, *Journ. Atmos. Terr. Phys.*, 49, 827-841
- Gupta, A., K. M. Kotadia, W. Singer und J. Taubenheim, 1979, A comparison of low- and mid-latitude D Region electron, *Journ. Atmos. Terr. Phys.*, 41, 237-240
- Hildebrandt, A., 1911, Vergleich der Temperatur auf dem Brocken und in der gleichen Höhe der freien Atmosphäre auf Grund neuerer Ballon- und Drachenaufstiege, *Dissertation*, Univ. Rostock, 1-26
- Hildebrandt, A., 1912, Vergleich der Temperatur auf dem Brocken und in der gleichen Höhe der freien Atmosphäre auf Grund neuerer Ballon- und Drachenaufstiege, *Geographische Arbeiten*, Strecker & Schröder Verlag, Stuttgart, VII, 1-26
- Hildebrandt, A. und G. Kümmell, 1916, Die Arbeiten der Rostocker Luftwarte in Friedrichshöhe bei Rostock im Jahre 1913, *Sitzungsber. u. Abhlg. natforsch. Ges. Rostock*, VI, 65-85
- Hoffmann, P., D. Keuer, W. Singer und T. Linow, 1988, Data processing in a FM-CW-radar system for ionospheric drift measurements by means of partial reflections, *Adv. Space Res.*, 8(4), 53-54
- Hoffmann, P., W. Singer, D. Keuer, R. Schminder und D. Kürschner, 1990, Partial Reflection Drift Measurements in the Lower Ionosphere over Juliusruh during Winter and Spring 1989 and Comparison with other Wind Observations, *Z. Meteorol.*, 40(6), 405-412
- Hoffmann, P., 1991, Bestimmung des Windfeldes im Höhenbereich 70 bis 90 km nach Messungen partieller Reflexionen mit einem FM-CW-Radar, *Dissertation*, Univ. Leipzig, 1-112
- Keuer, D., P. Hoffmann, W. Singer und T. Linow, 1987, Primärdatenbearbeitung und Korrelationsanalyse zur Echt-Zeit-orientierten Bestimmung des Windes im Höhenbereich 65-90 km nach Messungen partieller Reflexionen, *Wissenschaftl. Beitr. Ing. Hochschule*, Wismar, 12(3), 104-111
- Kirchner, B., 1967, Aufbau und Untersuchung von Phasenvergleichsschaltungen für spezielle Zwecke des Empfangs und der Demodulation von Funksignalen künstlicher Erdsatelliten, *Interner Bericht Obs. Ionosphärenforschg.*, Kühlungsborn, 1-72
- Klinker, L., 1953, Radiometeorologie und die Ausbreitung ultrakurzer Wellen, *URANIA*, 16(9), 332-338
- Klinker, L., 1954, Die Auswirkung der meteorologischen Verhältnisse auf die UKW-Ausbreitung über dem norddeutschen Flachland und der Ostsee, *Dissertation*, Univ. Leipzig, 1-82
- Klinker, L., 1955, Beitrag zum Tagesgang der Feldstärken im Ultrakurzwellenbereich, *Z. Meteorol.*, 9(6), 178-191
- Klinker, L., 1956, Fernempfangsbeobachtungen im 3-m-Rundfunkband, *Hochfrequenztechnik und Elektroakustik*, 65(3), 77-86
- Klinker, L., 1956 a, Meteorologische Einflüsse auf die Ausbildung des kurzperiodischen Fadings im UKW-Fernbereich, *IDÖJARAS*, 60(4), 212-221

- Klinker, L., 1957, Aufschlüsse über den Fernausbreitungsmechanismus im Meterwellenbereich durch troposphärische Driftmessungen, *Z. Meteorol.*, 11(2), 43-49
- Klinker, L., 1957 a, Experimentelle Untersuchungen zur Frage des Fernausbreitungsmechanismus im Meterwellenbereich, *Nachrichtentechnik*, 7(5), 210-215
- Klinker, L., 1957 b, Weitere Ergebnisse von troposphärischen Driftbeobachtungen zur Frage des Fernausbreitungsmechanismus im Meterwellenbereich, *Z. Meteorol.*, 11(10/11), 339-344
- Klinker, L. und K. H. Schmelovsky, 1957, UKW-Nachrichtenverbindungen über große Entfernung, *Radio und Fernsehen*, 18, 562-565
- Klinker, L. und K. H. Schmelovsky, 1957 a, UKW-Nachrichtenverbindungen über große Entfernung, *Radio und Fernsehen*, 20, 636-639
- Klinker, L., 1958, Die Bedeutung der künstlichen Erdsatelliten für die Erforschung der hohen Atmosphärenschichten, *Radio und Fernsehen*, 7, 717-719
- Klinker, L., R. Knuth und K. H. Schmelovsky, 1959, Die Elektronenkonzentration in der äußeren Ionosphäre, *Z. Meteorol.*, 13(7/8), 192-193
- Klinker, L., K. H. Schmelovsky und R. Knuth, 1960, Die Elektronenkonzentration der äußeren Ionosphäre, winterliche Verhältnisse und jahreszeitliche Variationen, *Gerl. Beitr. Geophys.*, 69(6), 328-350
- Klinker, L., K. H. Schmelovsky und R. Knuth, 1960 a, Jahreszeitliche Variationen der mittleren Elektronenkonzentration zwischen 400 und 1200 km Höhe, *Die Naturwissenschaften*, 47(9), 197-198
- Klinker, L. und G. Entzian, 1960, Bemerkungen zu den jahres- und tageszeitlichen Variationen im Gang der Whistlerhäufigkeit, *Z. Meteorol.*, 14(7-9), 207-212
- Klinker, L., 1961, Kräftiger Anstieg der Gesamtelektronenzahl oberhalb des F-Schicht-Maximums nach Ende des erdmagnetischen Sturms vom 26.-29. März 1959, *Gerl. Beitr. Geophys.*, 70(6), 343-349
- Klinker, L. und U. Kühn, 1961, Über einige Feldstärkeanstiege im Bereich von 100 und 1100 MHz und ihre meteorologischen Ursachen, *Beirr. Phys. Atmosph.*, 34(1/2), 15-34
- Klinker, L. und G. Entzian, 1962, Jahreszeitliche Phasenunterschiede im Whistler-Tagesgang, *Tagungsber. Geomag. Aeronomie, Geomag. Inst. Potsdam*, 178-182
- Klinker, L., 1964, UKW und Meteorologie, *Wissenschaft und Fortschritt*, 364-368
- Knuth, R., 1960, Über die tages- und jahreszeitlichen Variationen der Intensität der kosmischen Strahlung in Kühlungsborn für den Zeitraum des IGJ und der IGC, *Z. Meteorol.*, 14(10), 237-240
- Knuth, R., J. Tolman, K. H. Schmelovsky und L. Klinker, 1960, Vergleiche zwischen den Registrierungen des Faraday-Fadings in Prag und Kühlungsborn, *Gerl. Beitr. Geophys.*, 69(6), 351-356
- Knuth, R. und D. Meyenburg, 1960, Funkbeobachtung von Erdsatelliten, *Radio und Fernsehen*, 9(23), 748-751
- Knuth, R., 1961, Die Erforschung der Hochatmosphäre am Observatorium für Ionosphärenforschung Kühlungsborn, *Die Technik*, 16(9), 622-626
- Knuth, R., L. Klinker, K. H. Schmelovsky und J. Tolman, 1961, Die Elektronenkonzentration in der äußeren Ionosphäre: Messungen des Sommers 1959, *Gerl. Beitr. Geophys.*, 70(4), 201-212
- Knuth, R., 1962, Extreme Intensitätsanstiege hochenergetischer Partikelstrahlung in der Exosphäre nach Beobachtungen des Sputnik III, *Z. Meteorol.*, 16(9/10), 269-271
- Knuth, R. und E. A. Lauter, 1964, Effects of trapped particles in lower ionosphere at medium latitudes, *Space Research*, IV, 673-680
- Knuth, R., 1965, Zum Nachweis und zur Interpretation spezieller Effekte hochenergetischer Partikelstrahlung in mittleren Breiten, *Dissertation, Univ. Rostock*, 1-238
- Krüger, W., N. Grieger und G. Schmitz, 1981, The structure of stationary planetary waves determined by observations and model calculations for the winter northern hemisphere, Part II: The meridional fluxes of momentum and sensible heat, *Z. Meteorol.*, 31, 294-299
- Krüger, W. und G. Schmitz, 1981, About the reversal of mean zonal wind during the stratospheric warming of 1970-71, *Handbook for MAP*, 2, 175-183
- Krüger, W. und G. Schmitz, 1982, About the reversal of mean zonal wind during the tropospheric warming of 1970-71, *JGR*, C13, 11247-11253
- Krüger, W., 1984, Zur Struktur und den Transporteigenschaften der planetaren Wellen im Winter 1970/71, *Dissertation, ADW DDR*, 1-122
- Krüger, W., K. Dethloff und D. Peters, 1987, Zu den Transporten potentieller Vorticity und ihrer Parametrisierung durch zonal gemittelte Felder, *Z. Meteorol.*, 37(2), 85-91
- Krüger, W. und K. Dethloff, 1988, On the interaction between meridional vorticity transports and the zonally averaged climate state, *Freiberger Forschungshefte, Reihe C*, 420, 146-151
- Krügler, Fr., 1932, Über den Anteil des Massenaustausches am nächtlichen Wärmehaushalt der Erdoberfläche, *Meteorol. Z.*, 49, 372-376

- Krügler, Fr., 1937, Nächtliche Wärmehaushaltmessungen an der Oberfläche einer grasbewachsenen Ebene, Dissertation, Univ. Rostock, 1-14
- Kümmell, G., 1913, Ein einfacher Apparat zur Registrierung der luftelektrischen Leitfähigkeit, *Physikalische Zeitschrift*, 14(18)
- Kürschner, D., R. Schminder, W. Singer und J. Bremer, 1987, Ein neues Verfahren zur Realisierung absoluter Reflexionshöhenmessungen an Raumwellen amplitudenmodulierter Rundfunksenden bei Schrägeinfall im Langwellenbereich als Hilfsmittel zur Ableitung von Windprofilen in der oberen Mesopausenregion, *Z. Meteorol.*, 37(6), 322-332
- Lauber, R., 1962, Der Tages- und Jahresgang des atmosphärischen Funkstörpegels im Längstwellenbereich und seine Abwandlungen durch meteorologische Einflüsse, Dissertation, Univ. Rostock, 1-156
- Lauber, R. und E. A. Lauter, 1962, Variationen des atmosphärischen Funkstörpegels (27 kHz) während des Sommers über Mitteleuropa, *Z. Meteorol.*, 16(3/4), 57-68
- Lauter, E. A., 1949, Ausbreitungsbeobachtungen von Rundfunkwellen auf  $\lambda = 1250$  m während des Auftretens von Mögel-Dellinger-Effekten, *Z. Meteorol.*, 3(7), 204-206
- Lauter, E. A. und K. Sprenger, 1949, Raumwellen-Beobachtungen  $\lambda = 1250$  m bei Nordlichtern im Jahr 1947, *Z. Meteorol.*, 3(7), 193-198
- Lauter, E. A., 1950, Die Tagesionisationsschicht der mittleren Stratosphäre (D-Schicht, Dissertation, Univ. Rostock, 1-54
- Lauter, E. A., 1950 a, Zur Statistik der nächtlichen abnormalen E-Schicht, *Z. Meteorol.*, 4(7/8), 234-240
- Lauter, E. A., 1951, D-Schicht Beobachtungen und allgemeine Zirkulation, *Ann. Meteor.*, 1-6, 136-138
- Lauter, E. A. und G. Bartels, 1952, Optische Refraktion und Ultrakurzwellenausbreitung im Ostseeraum im Frühjahr 1952, *Angew. Meteorol.*, 6(7), 215-220
- Lauter, E. A., 1952, Nächtliche Ionisationsstörungen der tiefen Ionosphäre, *Z. Meteorol.*, 6(6), 161-173
- Lauter, E. A., 1953, Variationen der D-Schichtdämpfung auf 245 kHz, *Z. Meteorol.*, 7(11), 321-330
- Lauter, E. A., 1954, Bedeutung und Probleme der Radiometeorologie, *Nachrichtentechnik*, 4(6), 241-242
- Lauter, E. A. und L. Klinker, 1954, Der Einfluss der Wetterlagen auf die Erscheinungsformen des UKW-Fernempfanges, *Z. Meteorol.*, 8(7/8), 222-230
- Lauter, E. A. und L. Klinker, 1954 a, Erscheinungsformen des UKW-Empfanges auf große Entfernung, *Nachrichtentechnik*, 4(6), 242-271
- Lauter, E. A., 1955, Die Radiometeorologie in der Deutschen Demokratischen Republik, *Radio und Fernsehen*, 2-5
- Lauter, E. A., 1955 a, Die Struktur der tiefen Ionosphäre und ihre Variationen, *Bericht DWD*, 22, 55-64
- Lauter, E. A., 1955 b, Ionosphärenphysik - Aufgaben und Ergebnisse, *Wissenschaft und Fortschritt*, 5, 125-128
- Lauter, E. A. und K. Sprenger, 1955, Dämpfungsmessungen im Lang- und Mittelwellenbereich, *Kleinheubacher Berichte*, 113-118
- Lauter, E. A., 1956, Der atmosphärische Störpegel im Längstwellenbereich und seine tages- und jahreszeitlichen Variationen, *Z. Meteorol.*, 10(4), 110-121
- Lauter, E. A., 1956 a, Die Struktur der tiefen Ionosphäre und ihre Variationen, *Physikalische Verhandlung*, *Physikverlag Mosbach*, 8-9
- Lauter, E. A., 1956 b, Measurements on Medium and Low Frequencies and of Atmospheric Noise during the Solar Eclipse of 30 June 1954, *Journ. Atmos. Terr. Phys.*, 6, 124-125
- Lauter, E. A., 1956 c, Zu einigen Problemen der Auswertung der Registrierung des atmosphärischen Störpegels im Längstwellenbereich, *Kleinheubacher Berichte*, 83-87
- Lauter, E. A., G. Bartels, K. Sprenger und G. Skeib, 1956, Der Intensitätsanstieg der kosmischen Strahlung am 23.2.1956 und gleichzeitige Effekte in der tiefen Ionosphäre, *Z. Meteorol.*, 10(5), 129-131
- Lauter, E. A., 1957, Die tiefe Ionosphäre und die Ausbreitung der Mittel- und Langwellen, *Fernmelde Praxis*, 34(15), 577-583
- Lauter, E. A., 1958, Der Nachwirkungseffekt starker magnetischer Stürme in der tiefen Ionosphäre, *Kleinheubacher Berichte*, 89-91
- Lauter, E. A., 1958 a, Die Erforschung der Hochatmosphäre, *Wissenschaft und Fortschritt*, 8(6), 225-228
- Lauter, E. A. und K. H. Schmelovsky, 1958, Zur Deutung der Sonnenaufgangseffekte im Längstwellenbereich, *Geol. Beitr. Geophys.*, 67(3), 218-231
- Lauter, E. A. und K. Sprenger, 1958, Eine einfache Methode zur Erfassung von Sonneneruptionseffekten in der tiefen Ionosphäre, *Z. Meteorol.*, 12(7), 205-210
- Lauter, E. A. und P. Triska, 1959, Zur Deutung der plötzlichen Feldanomalien im Langwellenbereich bei Sonneneruptionseffekten, *Z. Meteorol.*, 13(7/8), 190-192
- Lauter, E. A., 1960, Höhenvariationen in der D-Region, *Kleinheubacher Berichte*, 75-81

- Lauter, E. A., G. Entzian und R. Knuth, 1960, Die Formen der Störungen in der tiefen Ionosphäre und ihre Deutung, dargestellt am Beispiel des November-Event 1960, *Z. Meteorol.*, 14(11/12), 275-286
- Lauter, E. A., 1961, Die exzessive Ionisation in der unteren Ionosphäre und Instabilitäten im äußeren Strahlungsgürtel, *Die Naturwissenschaften*, 48(13), 473-474
- Lauter, E. A., 1961 a, Ein Beitrag zum Nachweis der Auswirkung des Sonnenfleckencyklus in der tiefen Ionosphäre, *Gerl. Beitr. Geophys.*, 71(1), 58-61
- Lauter, E. A. und R. Knuth, 1961, Hochenergetische Partikelstrahlung in der tiefen Ionosphäre, *Kleinheubacher Berichte*, 67-71
- Lauter, E. A., 1962, Faktoren des atmosphärischen Funkstörpegels und Parameter zu seiner Beschreibung, *Wiss. Z. HS Elektrotechn. Ilmenau*, 8(1), 59-64
- Lauter, E. A., 1962 a, Zum Nachweis hochenergetischer Partikelstrahlung in der unteren Ionosphäre mittlerer Breiten, *Z. Meteorol.*, 16(3-4), 115-119
- Lauter, E. A., 1962 b, Zur Gesamtbetrachtung der Gashülle unseres Planeten, das OBS, *Mitteilungen des MHD der DDR*, 2, 6-8
- Lauter, E. A., 1964, Jahreszeitliche Variation im Plasma der Mesosphärenregion, *Bulg. ADW, Geophys. Inst., Tagung, Okt. 1964*, 99-110
- Lauter, E. A., 1964 a, Zum Programm der Internationalen Jahre der ruhigen Sonne 1964/1965 - Der Beitrag des Nationalkomitees für Geodäsie und Geophysik der DDR (NKGG) bei der Deutschen Akademie der Wissenschaften zu Berlin, *Spectrum ADW DDR*, 10(1), 13-15
- Lauter, E. A., Yu. Triskova, G. Nestorov und K. Sprenger, 1965, Räumliche und zeitliche Variationen der ionosphärischen Absorption im Langwellenbereich bei niederen Sonnenhöhen und in der Nacht (in Russian), *Geomagnetism i Aeronomiya*, V(6), 1034-1045
- Lauter, E. A. und P. Triska, 1965, Jahresgang der ionosphärischen Absorption im Mittel- und Langwellenbereich (in Russian), *Geomagnetism i Aeronomiya*, V(6), 1046-1051
- Lauter, E. A., 1966, A survey of A3 - absorption measurements at low and medium frequencies, *Annali di Geophysica*, 22(2), 289-299
- Lauter, E. A., 1966 a, Geophysical Aspects of Low Frequency Atmospheric Noise Measurements, *Z. Meteorol.*, 18(5-7), 201-211
- Lauter, E. A., J. Hruskova, G. Nestorov und K. Sprenger, 1966, Örtliche und zeitliche Variationen der ionosphärischen Absorption im Langwellenbereich bei niedrigen Sonnenhöhen und in den Nachtstunden, *Geod. Geophys. Veröff., Reihe II*, 1, 5-21
- Lauter, E. A. und G. Entzian, 1966, Überwachung der tiefen Ionosphäre mit Hilfe der Quasi-Phasenmessungen im Langwellenbereich (100 ... 200 kHz), *Schriftenr. NKGG II*, 1, 67-97
- Lauter, E. A. und B. Schäning, 1966, Ergebnisse und Aspekte von Messungen des atmosphärischen Funkstörpegels im Längstwellenbereich in verschiedenen Breiten, *Schriftenr. NKGG II*, 3, 95-130
- Lauter, E. A. und K. Sprenger, 1966, Tages- und Jahresgang der ionosphärischen Absorption im Lang- und Mittelwellenbereich, *Kleinheubacher Berichte*, 11, 211-218
- Lauter, E. A. und R. Knuth, 1967, Precipitation of high energy particles into the upper atmosphere at medium latitudes after magnetic storms, *Journ. Atmos. Terr. Phys.*, 29, 411-417
- Lauter, E. A. und P. Nitzsche, 1967, Seasonal variation of ionospheric absorption deduced from A3-measurements in the frequency range 100-2000 kc/s, *Journ. Atmos. Terr. Phys.*, 29, 533-544
- Lauter, E. A. und K. Sprenger, 1967, Erscheinungen in der D-Region im Zusammenhang mit Strukturänderungen des Neutralgases der Strato- und Mesosphäre, *Kleinheubacher Berichte*, 12, 297-307
- Lauter, E. A., B. Schäning und J. Weiß, 1968, Summery of Results of atmospheric radio noise measurements on VLF and LF at different latitudes by a network in Central Europe, aboard of ships and at an arctic station, *Z. Meteorol.*, 20, 355-363
- Lauter, E. A., K. Sprenger, 1968, D-Region Phenomena and Stratospheric-Mesospheric Coupling, *Meteorological Monographs*, 8, 129-138
- Lauter, E. A., 1969, Zur Dauer der ionosphärischen Winteranomalie im Höhenbereich der Mesopausenregion, *Gerl. Beitr. Geophys.*, 78(2), 99-102
- Lauter, E. A., K. Sprenger und G. Entzian, 1969, The lower ionosphere in winter, (Progress in astronautics and aeronautics), Ed. W. L. Webb, 22, 401-438
- Lauter, E. A. und B. Schäning, 1970, On the low-latitude boundary of the winter anomaly of ionospheric absorption, *Journ. Atmos. Terr. Phys.*, 32, 1619-1624
- Lauter, E. A. und J. Taubenheim, 1970, Anomalies of lower ionosphere ionization in medium latitudes, *Annali di Geophysica*, 26, 631-641
- Lauter, E. A., S. Bull, D. Brodhun und J. Neisser, 1973, Ortung von mesosphärischen Schwerewellen und ihre Verbindung mit den Quellen in der unteren Atmosphäre /in Russisch/, *Beitr. Internat. Symp. Kosm. Meteorol.*, Kiew 1972, 149-157
- Lauter, E. A., 1974, Mesospheric properties as seen from D-region electron density behaviour, *Z. Meteorol.*, 24, 65-79
- Lauter, E. A., 1974 a, Structure and Energetics of the Stratosphere and Mesosphere (SESAME), *Z. Meteorol.*, 24, 243-248

- Lauter, E. A., 1974 b, Überlegungen zur Entwicklung einer Synoptik der Mesopausenregion, Interne OIF/OAF Planung, 1-5
- Lauter, E. A., 1975, Bedeutung der Erforschung des erdnahen Raumes für den Menschen, Weltraum und Erde, transpress VEB Verlag, 1, 209-223
- Lauter, E. A., 1975 a, Entwicklungstendenzen der solar-terrestrischen Physik, Ergebnisse und Probleme der Geo- und Kosmoswissenschaften, Sitzungsber. ADW DDR, Abt. Mathe., Naturwiss., Technik, 35-54
- Lauter, E. A., 1975 b, Kontrastvergleich Erde-Sonne (Die Beteiligung der DDR an den "Jahren der ruhigen Sonne" IQSY 1964/65, Spectrum ADW DDR, 6(7/8), 61-62
- Lauter, E. A., 1975 c, THESEN zu den die natürliche Umwelt bestimmenden globalen und regionalen physikalischen Prozessen, Interne OIF/OAF Planung, 1-12
- Lauter, E. A., K. Sprenger, G. Entzian und J. Bremer, 1975, Ionospheric Absorption Measurements (Method A3) at Low and Medium Frequency, HHI-STP-Report, 5, 1-50
- Lauter, E. A., 1976, Wissenschaftliche und wissenschaftspolitische Aspekte der Zusammenarbeit mit der UdSSR auf dem Gebiet der atmosphärischen Physik, Verbündete in der Forschung, Internat. Reihe des ZIG ADW DDR, Akademie-Verlag, 195-196
- Lauter, E. A., J. Bremer, G. Entzian und K. Sprenger, 1976, Oblique incidence field strength observations on frequencies in and below the MF broadcasting band, UAG-Report 57, Manual Ionosph. Abs. Measurements., 57, 147-163
- Lauter, E. A., I. Deters und A. Gafe, 1976, The last middle-latitude post storm events of the 20th Solar Cycle, Phys. Solariterr., 3, 151-156
- Lauter, E. A., J. Taubenheim, G. Entzian, J. Bremer, G. v. Cossart und G. Klein, 1976, Middle Atmosphere Processes and Lower Ionosphere in Winter, HHI-STP-Report, 7, 1-84
- Lauter, E. A. und R. Schminder, 1976, Pressure and Wind Variations in the Mesopause Region, resulting from Stratospheric Warmings, Phys. Solariterr., 1, 111-119
- Lauter, E. A., 1977, A Catalogue of Excessive Absorption in the Mid-Latitude D-Region 1948-1976, HHI-STP-Report, 10, 1-25
- Lauter, E. A., 1977 a, D-Region Winter Anomaly and Sunspot Cycle, Phys. Solariterr., 6, 67-72
- Lauter, E. A., 1977 b, The post-storm ionisation in the upper mesosphere, Z. Meteorol., 27(4), 225-233
- Lauter, E. A., J. Bremer, A. Gafe, I. Deters und K. Evers, 1977, The Post-Storm Ionisation Enhancements in the Mid-Latitude D-Region and Related Electron Precipitation from the Magnetosphere, HHI-STP-Report, 9, 1-86
- Lauter, E. A., G. Entzian, G. v. Cossart, K. Sprenger und K. M. Greisiger, 1977 a, Synoptische Erschließung von Prozessen in der winterlichen Mesopausenregion durch bodengebundene Beobachtungsverfahren, Z. Meteorol., 27(2), 75-84
- Lauter, E. A., G. Entzian, G. v. Cossart, K. Sprenger und K. M. Greisiger, 1978, Synoptische Erschließung von Prozessen in der winterlichen Mesopausenregion durch bodengebundene Beobachtungsverfahren /in Russisch/, Beitr. Internat. Symp. Kosm. Meteorol., Moskau 1976, 20-35
- Lauter, E. A., J. Lastovicka und Z. Ts. Rapoport, 1978 a, Mid-latitude post-storm events and interplanetary magnetic field, Phys. Solariterr., 7, 73-82
- Lauter, E. A., 1979, A Catalogue of Particle Induced Ionospheric Absorption at Mid-Latitudes 1948-78, Z. Meteorol., 29(5), 279-292
- Lauter, E. A., 1979 a, Long-term Temperature Variations in Middle and West Europe and the Influence of Solar Cycle Variations, Z. Meteorol., 29(6), 331-337
- Lauter, E. A., 1979 b, Physik und globale Energiebilanz unseres Lebensraumes, URANIA, 55(1), 40-45
- Lauter, E. A., A. Gafe, B. Nikutowski, J. Taubenheim und C.-U. Wagner, 1979, Ionospheric PSE-Morphology and Medium Latitudes Radiation-Belt Electron Pitch-Angle Diffusion Coefficients, A Test of the PSE-Model, Gerl. Beitr. Geophys., 88(1), 73-81
- Lauter, E. A., K. Sprenger, J. Taubenheim, J. Bremer und G. Entzian, 1979 a, 30 Jahre Physik der mittleren Atmosphäre in der DDR, Z. Meteorol., 29, 197-211
- Lauter, E. A., 1982, Beiträge der DDR-Wissenschaftler zu den Programmen auf dem Gebiet der solar-terrestrischen Physik, Plenum und Klassen, AdW der DDR, Berlin, 7, 51-57
- Lauter, E. A., 1982 a, Die Polarität des interplanetaren Magnetfeldes des geomagnetischen Ringstroms und Präzipitation in mittleren Breiten /in Russisch/, Ionosfernye Issledovaniya, 36, 38-49
- Lauter, E. A. und G. Entzian, 1982, Height Characteristics of the Spring Reversal of Middle Atmosphere Circulation, Phys. Solariterr., 19, 118-122
- Lauter, E. A. und G. Entzian, 1982 a, Winter Anomaly 1980/81 as an Example of Strato-Mesospheric Coupling, Phys. Solariterr., 18, 83-90
- Lauter, E. A., 1983, Relations between the particle precipitation events in mid-latitudes, the ring current intensity and the polarity of the interplanetary magnetic field, JB75.JEO, 105-111

- Lauter, E. A., D. A. Tarasenko und G. Entzian, 1983, Variationen der Frühjahrsumstellung in der Strato-Mesosphärischen Zirkulation /in Russisch/, Meteorol. i Gidrol., 8, 10-14
- Lauter, E. A. und J. Bremer, 1983, Ground-based studies of the middle atmosphere at the observatory of ionospheric research in Kuehlungsborn - Post-Storm Effects, HHI-STP-Report, 17, 65-70
- Lauter, E. A. und G. Entzian, 1983, Ground-based studies of the middle atmosphere at the observatory of ionospheric research in Kuehlungsborn - Peculiarities of the Middle Atmosphere in Winter and during the Transitional Seasons, HHI-STP-Report, 17, 57-64
- Lauter, E. A., 1984, Einige Bemerkungen zu gegenwärtigen Trends in den solar-terrestrischen Beziehungen, Plenum und Klassen, AdW der DDR, Berlin, 9(1), 14-19
- Lauter, E. A., 1984 a, Seasonal Characteristics of Mesospheric Plasma and their Transitions, Handbook for MAP, 10, 75-78
- Lauter, E. A., J. Bremer, A. Grafe, H. Rößler und B. Schäning, 1984, Reguläre und exzessive Variationen des ionosphärischen Plasmas in der Mesosphäre und unteren Thermosphäre hoher Breiten - Wissenschaftliche Auswertung des ionosphärischen Meßprogramms des Zentralinstituts für solar-terrestrische Physik während der 21.-23. Sowjetischen Antarktisexpedition 1975-1978, Geod. Geophys. Veröff., Reihe I, 10, 1-139
- Lauter, E. A., J. Taubenheim und G. v. Cossart, 1984 a, Monitoring middle atmosphere processes by means of ground-based low-frequency radio wave sounding of the D-region, Journ. Atmos. Terr. Phys., 46(9), 775-780
- Letfus, V., R. Anton und D. Felske, 1970, Methode der Gewinnung und Auswertung von Satellitenmessungen der solaren UV- und Röntgenstrahlung mit besonderer Berücksichtigung von Sonnenauf- und -untergängen und der Sonnenfinisternis vom 20.5.1966, Geophysical Data HHI, 1(1), 1 - 57
- Lysenko, I. A., Yu. I. Portnyagin, K. Sprenger und K. M. Greisiger, R. Schminder, 1972, Results of a comparison between radar meteor wind measurements and simultaneous lower ionosphere measurements in the same area, Journ. Atmos. Terr. Phys., 34, 1435-1444
- Lysenko, I. A., Yu. I. Portnyagin, K. M. Greisiger und K. Sprenger, 1975, Some peculiarities of atmospheric circulation in 90-100 km altitude over Europe in Winter 1972-73, Z. Meteorol., 25, 213-217
- Lysenko, I. A., Yu. I. Portnyagin, K. Sprenger und K. M. Greisiger, 1978, Untersuchung der atmosphärischen Zirkulation im Höhenbereich von 90-100 km über Europa /in Russisch/, Beitr. Internat. Symp. Kosm. Meteorol., Moskau 1976, 166-174
- Lysenko, I. A., N. A. Makarov, Yu. I. Portnyagin, B. I. Petrov, K. M. Greisiger, R. Schminder und D. Kürschner, 1987, Wind regime peculiarities in the lower thermosphere in the winter of 1983/84, Handbook for MAP, 25, 66-69
- Lysenko, I. A., Yu. I. Portnyagin und K. M. Greisiger, 1990, On the interdiurnal variability of the prevailing wind in the mesopause region at medium latitudes in winter, Z. Meteorol., 40(2), 128-131
- Manson, A. H., C. E. Meek, R. Schminder, D. Kürschner, R. R. Clark, H. G. Müller, R. A. Vincent, A. Philips, G. J. Fraser, W. Singer und E. S. Kasimirowsky, 1990, Tidal winds from the MLT global radar network during the first LTCS-campaign - September 1987, Journ. Atmos. Terr. Phys., 52(3), 175-183
- Ohle, K.-H., R. Knuth, G. Entzian und J. Taubenheim, 1974, On the information content of ionospheric solar flare effect observations Part I: Experimental evidences of solar and atmospheric control of the flare effects, Journ. Atmos. Terr. Phys., 36, 513-524
- Oksman, J., C.-U. Wagner, K. Kaila und E. A. Lauter, 1981, Post-storm mid-latitude green aurora and electron precipitation, Planet. Space Sci., 29(4), 405-413
- Peters, D., 1975, Die Methode der dynamisch stochastischen Vorhersage und ihre Anwendung zur Bestimmung des Energiespektrums, Diplomarbeit, Univ. Rostock, 1-51
- Peters, D. und G. Schmitz, 1979, Zur Theorie der Ausbreitung stationärer planetarer Wellen in einem längenabhängigen Grundwind, Gerl. Beitr. Geophys., 88(4), 268-272
- Peters, D., 1983, Zur linearen und schwach nichtlinearen Ausbreitung planetarer Wellen unter Berücksichtigung von troposphärischen Anregungen, Dissertation, Univ. Rostock, 1-170
- Peters, D., 1985, Zur resonanten Wechselwirkung von planetaren Wellen in einem Zweischichtenmodell unter Berücksichtigung der externen Anregung einer Welle, Teil 1: Der Amplitudenverlauf, Z. Meteorol., 35(5), 239-251
- Peters, D., 1985 a, Zur resonanten Wechselwirkung von planetaren Wellen in einem Zweischichtmodell unter Berücksichtigung der externen Anregung einer Welle, Teil 2: Die zonal gemittelte Bewegung, Z. Meteorol., 35(5), 252-256
- Peters, D., 1985 b, Zur vertikalen Struktur von ultralangen stationären Wellen in einem eindimensionalen quasigeostrophischen Modell, Z. Meteorol., 35(4), 188-196
- Peters, D. und G. Schmitz, 1985, Zur orographischen und thermischen Anregung planetarer Wellen - Ein analytisches Modell, Z. Meteorol., 35(5), 233-238
- Peters, D. und G. Schmitz, 1987, Zur Bedeutung des transienten Wärmetransportes für die stehenden Wellen, Z. Meteorol., 37(3), 182-184

- Peters, D., 1988, Zum Einfluss transienter Wärmeflüsse der unteren Troposphäre auf die durch stehende Wellen erzeugte mittlere Zirkulation, *Z. Meteorol.*, 38(1), 59-60
- Peters, D. und G. Schmitz, 1988, Ein Modell des Lagrange-gemittelten Transports durch ultra-lange stationäre Wellen, *Z. Meteorol.*, 38(1), 1-9
- Peters, D. und G. Schmitz, 1989, Zu bodennahen Anregungsprozessen planetarer Wellen und daraus resultierende mittlere Zirkulationen und Transporte in Troposphäre und mittlerer Atmosphäre /in Russisch/, Beitr. Internat. Symp. Kosm. Meteorol., Moskau 1986, 209-212
- Portnyagin, Yu. I., O. V. Kaidalov, K. M. Greisiger und K. Sprenger, 1977, Zur Abhängigkeit der Windparameter der Mesopausenregion vom 11-jährigen Zyklus der Sonnenaktivität, *Phys. Solariterr.*, 5, 91-96
- Portnyagin, Yu. I., K. Sprenger, I. A. Lysenko, R. Schminder, A. D. Orlyansky, K. M. Greisiger, Yu. D. Ilyichow, D. Kürschner und B. Schäning, 1978, Wind measurements in 90-100 km altitude by ground-based methods (in Russian), GIDROMETEOIZDAT, Leningrad, 1-343
- Portnyagin, Yu. I., L. V. Svetogorova, K. M. Greisiger und K. Sprenger, 1978 a, Langperiodische Schwankungen der Windgeschwindigkeit im Höhenbereich von 90-100 km und ihre Beziehung zu Wellenprozessen in der Strato-Troposphäre /in Russisch/, Beitr. Internat. Symp. Kosm. Meteorol., Moskau 1976, 159-166
- Portnyagin, Yu. I., K. M. Greisiger, V. A. Dyachenko, N. A. Makarov, I. A. Lysenko und K. Sprenger, 1980, On the temporal and spatial variability of the vernal change of upper atmospheric circulation, *Z. Meteorol.*, 338-345
- Prasad, B. S. N., 1987, Estimates of mesospheric water vapour based on D-region ion composition data, *Journ. Atmos. Terr. Phys.*, 49(2), 123-128
- Priese, J. und W. Singer, 1984, Measurements of partial reflections at 3.18 MHz using the CW radar technique, *Handbook for MAP*, 10, 39-44
- Reiss, W., 1922, Luftelektrische Messungen auf der Ostsee und am Lande, *Dissertation*, Univ. Rostock
- Rinke, A., K. Dethloff und G. Schmitz, 1990, The impact of baroclinic unstable disturbances on large-scale atmospheric structures in a non-linear, low-order, spectral model, *Z. Meteorol.*, 40(5), 304-310
- Sasejewa, N., 1971, Der Sonnenaufgangseffekt in der unteren Ionosphäre nach Untersuchungen im Längstwellenbereich als Indikator für Ionisationsänderungen und aeronomische Variationen in der Hochatmosphäre, *Dissertation*, ADW DDR, 1-116
- Satori, G. und B. Schäning, 1984, Solar-terrestrial influences in the D-region as shown by the level of atmospheric radio noise, *Handbook for MAP*, 10, 205-210
- Satori, G. und J. Bremer, 1987, Perturbation of electron density profiles in the lowest D-region by forbusch-decreases, *Adv. Space Res.*, 7(6), 87-90
- Schamontjew, W. A., P. Glöde und H. Gernandt, 1969, Erkundung von Eisbewegungen in der Antarktis mit Hilfe von Wetterbildern künstlicher Erdsatelliten, *Monatsber. DAW Berlin*, 11(8/9), 622-628
- Schäning, B., 1966, Messungen statistischer Parameter des atmosphärischen Funkstörpegels in großräumigen Messnetzen und temporär an mobilen Stationen, *Dissertation*, Univ. Rostock, 1-179
- Schäning, B. und G. Cumme, 1969, Frequency dependence of atmospheric noise intensity from 1 to 1000 kHz at low and medium latitudes, *Journ. Atmos. Terr. Phys.*, 31, 135-144
- Schäning, B. und V. Scuka, 1969, Results of measurements of the atmospheric radio noise at 27 kc/s at fixed measuring stations in northern, central and south-eastern Europe, *Tellus*, 21(1), 10-16
- Schäning, B., 1973, Ergebnisse von Messfahrten im Nordatlantik zur Untersuchung der geographischen Ausdehnung der Winteranomalie der unteren Ionosphäre /in Russisch/, Beitr. Internat. Symp. Kosm. Meteorol., Kiew 1972, 165-176
- Schäning, B., 1973 a, Results of ship-borne ionospheric absorption measurements on the North Atlantic during winter, *Journ. Atmos. Terr. Phys.*, 35, 1003-1008
- Schäning, B. und V. Scuka, 1974, Results of ship-borne atmospheric radio noise measurements at 27 kHz on the North Atlantic during winter, *Tellus*, 26(4), 506-510
- Schäning, B., S. Lundquist und P. Triska, 1982, Variations of atmospheric radio noise at 27 kc/s in northern and central Europe during the period 1965-1975, *Z. Meteorol.*, 32, 324-327
- Schäning, B. und E. Weiß, 1982, A description of the radar meteor wind equipment at Kühlungsborn and a few results, *Z. Meteorol.*, 32, 216-224
- Schäning, B., 1983, Ground-based studies of the middle atmosphere at the observatory of ionospheric research in Kühlungsborn - Measurements of the Atmospheric Radio Noise at 27 kHz, *HHI-STR-Report*, 17, 52-55
- Schäning, B., H. Gernandt und F. Habendorf, 1985, Cosmic Noise Absorption measurements in subauroral latitudes during July - August 1982 (abstract), *Memoirs Nat. Inst. Polar Res.*, Special Issue, Tokyo, 38, 154-155
- Schäning, B., 1986, Some temporal characteristics of the Atmospheric Radio Noise on 27 kHz at the Observatory Kühlungsborn during the period 1952-83, *Z. Meteorol.*, 36, 241-245

- Schäning, B., 1987, The start of spring-time enhancement of atmospherics on 27 kHz as a yearly climatic index and its connection to Atlantic-European blocking, *Z. Meteorol.*, 37, 33-38
- Schäning, B., 1988, The response of atmospheric radio noise on 27 kHz to long-term solar variability, *Z. Meteorol.*, 38, 99-102
- Schäning, B., 1991, Long-term variation of atmospheric radio noise on 27 kHz generated in South America during the southern summer, *Z. Meteorol.*, 41, 25-28
- Schäning, B., 1992, Long-term variation of thunderstorm activity over the Amazon basin during southern summer as derived from atmospheric noise measurements, *Journ. Atmos. Terr. Phys.*, 54, 1329-1335
- Schindelhauer, F. und E. A. Lauter, 1950, Ein Beitrag zur Erforschung der Vorgänge bei Mögel-Dellinger-Effekten, *Z. Meteorol.*, 4(7/8), 243-245
- Schmelovsky, K. H., 1956, Die Ausbreitung der Mittel- und Langwellen, *URANIA*, 208-214
- Schmelovsky, K. H., 1956 a, Einfluss der Korrelation zwischen den Empfangsfeldstärken bei Diversity-Empfang, Hochfrequenztechnik und Elektroakustik, 65(3), 74-76
- Schmelovsky, K. H., 1956 b, Partielle Reflexion in schwachen troposphärischen Wellenleitern, *Z. Meteorol.*, 10(8), 239-243
- Schmelovsky, K. H., 1957, Probleme der Ausbreitung in troposphärischen und ionosphärischen Wellenleitern (Dissertation), Abh. MHD DDR, 7(3), 1-41
- Schmelovsky, K. H., 1957 a, Probleme der Ausbreitung in troposphärischen und ionosphärischen Wellenleitern, *Wiss. Z. Univ. Rostock*, 7(3), 1-2
- Schmelovsky, K. H., 1959, Die Sonneneruptionseffekte in der tiefen Ionosphäre, *Radio und Fernsehen*, 13, 412-414
- Schmelovsky, K. H., 1959 a, Radiobeobachtungen an sowjetischen Erdsatelliten, *Wissenschaft und Fortschritt*, 3, 91-94
- Schmelovsky, K. H., 1959 b, Rauschverhältnisse bei realen Korrelationsprozessen, *Nachrichtentechnik*, 9(11), 505-507
- Schmelovsky, K. H., L. Klinker und R. Knuth, 1959, Über die Elektronenkonzentration in der äußeren Ionosphäre nach Untersuchungen des Faraday-Fadings am Satelliten 1958 delta zwei, *Gerl. Beitr. Geophys.*, 68(6), 321-341
- Schmelovsky, K. H., 1960, The electron density distribution derived from whistler data and Faraday-fading observations, *Journ. Atmos. Terr. Phys.*, 19, 68-71
- Schmelovsky, K. H., 1961, Das Plasma der äußeren Ionosphäre und seine Variationen, *Forschungen und Fortschritte*, 35(8), 228-231
- Schmelovsky, K. H., 1961 a, Untersuchungen über die tages- und jahreszeitlichen Variationen des Plasmas der äußeren Ionosphäre und ihre theoretische Deutung, *Z. Geophys.*, 27(2), 59-66
- Schmelovsky, K. H., 1962, Untersuchungen über die äußere Ionosphäre und deren regelmäßige Variation, *Habil. Univ. Rostock*, 1-127
- Schmelovsky, K. H., 1963, Die Ausbreitung von Funksignalen im Plasma des erdnahen Raumes, *Nachrichtentechnik*, 13(7), 244-248
- Schmelovsky, K. H., 1963 a, Diurnal and seasonal variations of electron density distribution in the upper F-region, *Journ. Atmos. Terr. Phys.*, 25, 241-247
- Schmelovsky, K. H., 1963 b, Theoretische Untersuchungen zum Aufbau der F2-Schicht und der äußeren Ionosphäre (in Russian), *Geomagnetism i Aeronomiya*, III(2), 204-212
- Schmelovsky, K. H., L. Klinker und R. Knuth, 1963, Elektronenkonzentration in der äußeren Ionosphäre nach Beobachtungen mit Hilfe des 3. sowjetischen Sputniks (in Russian), *Geomagnetism i Aeronomiya*, III(1), 25-36
- Schmelovsky, K. H. und G. Cumme, 1965, The variations of total ionospheric electron content up to 1000 km between sunspot maximum and minimum, *Z. Meteorol.*, 18(314), 176-179
- Schmelovsky, K. H. und D. Felske, 1965, Beobachtungen der äußeren Ionosphäre mit Hilfe der Signale von Explorer 22 (S 66), *Gerl. Beitr. Geophys.*, 74(6), 451-466
- Schmelovsky, K. H. und D. Felske, 1967, Results from multifrequency observations of electron densities with S 66 satellite, *Z. Geophys.*, 33(3), 155-162
- Schmelovsky, K. H., 1968, The outer ionosphere, *Space Sci. Rev.*, 8, 74-91
- Schmidt, K.-H., 1951, Prüfung der Strahlungsrechendiagramme von Möller und Elsasser durch Gegenstrahlungsmessungen bei gleichzeitig durchgeführten Radiosondenaufstiegen, *Z. Meteorol.*, 5(11), 331-340
- Schminder, R., D. Kürschner, K. Sprenger und K. M. Greisiger, 1974, Changes of the phase of the semi-diurnal tidal wind in the lower thermosphere during the transition from summer to winter, *Z. Meteorol.*, 24, 257-258
- Schminder, R., K. M. Greisiger, E. S. Kasimirovsky, D. Kürschner, V. D. Kokourov und V. F. Petrukhin, 1980, The 1978/79 winter half year in the circulation of the upper mesopause region over Central Europe and East Siberia, *Phys. Solarterr.*, 12, 92-96
- Schminder, R., D. Kürschner, K. M. Greisiger, E. S. Kasimirovsky und W. F. Petruchin, 1987, Übereinstimmende Merkmale im Jahrgang des hochatmosphärischen Windfeldes über Mitteleuropa und Ostsibirien, *Z. Meteorol.*, 37(6), 367-369

- Schmitz, G., 1971, Zur Theorie der Wechselwirkung planetarer Wellen in einer baroklinen Atmosphäre, *Z. Meteorol.*, 22, 348-351
- Schmitz, G., 1972, Zur Ausbreitung planetarer Wellen in einem stochastischen Geschwindigkeitsfeld, *Z. Meteorol.*, 23, 154-164
- Schmitz, G., 1972 a, Zur Stabilität eines zeitlich variablen Grundwindes, *Z. Meteorol.*, 23, 125-126
- Schmitz, G., 1973, Zur vertikalen Struktur freier planetarer Wellen, *Gerl. Beitr. Geophys.*, 82, 165-167.
- Schmitz, G. und K. Rhode, 1973, Zur Ausbreitung interner Schwerewellen in einem statistischen Temperaturfeld, *Gerl. Beitr. Geophys.*, 82, 299-308
- Schmitz, G., 1975, Nichtlineare barokline Instabilität als Funktion des vertikalen Windprofils, *Gerl. Beitr. Geophys.*, 84, 99-106
- Schmitz, G., 1977, Zur vertikalen Ausbreitung eines Rossby-Wellen-Pakets in einem dissipativen Medium, *Gerl. Beitr. Geophys.*, 86, 349-354
- Schmitz, G. und W. Krüger, 1977, Zum Amplituden- und Phasenverlauf der planetaren Wellen  $k = 1, 2$  während der stratosphärischen Erwärmung des Winters 1970/71, *Z. Meteorol.*, 27(2), 140-142
- Schmitz, G., 1978, Zur Wechselwirkung planetarer Wellen und der mittleren Zirkulation in der oberen Troposphäre und Stratosphäre, *Dissertation B, Univ. Rostock*, 1-148
- Schmitz, G. und N. Grieger, 1978, Struktur und Transport-Charakteristika planetarer Wellen in Strato- und Mesosphäre /in Russisch/, *Beitr. Internat. Symp. Kosm. Meteorol.*, Moskau 1976, 74-91
- Schmitz, G. und N. Grieger, 1978 a, Zur Kopplung des zonalen Windes und planetarer Wellen in Stratosphäre und unterer Mesosphäre, *Z. Meteorol.*, 28(4), 181-188
- Schmitz, G., 1979, Zur Bestimmung des Transportes potentiellen Wirbelwertes, *Z. Meteorol.*, 29, 241-244
- Schmitz, G. und N. Grieger, 1979, The vertical structure of planetary waves and associated meridional transports of momentum and heat in the stratosphere and mesosphere, *Space Research*, XIX, 169-172
- Schmitz, G. und N. Grieger, 1980, Model calculations on the structure of planetary waves in the upper troposphere and lower stratosphere as a function of the wind field in the upper stratosphere, *Tellus*, 32(3), 207-214
- Schmitz, G., 1981, Zum Transport chemisch aktiver Bestandteile durch transient planetare Wellen in Stratosphäre und Mesosphäre, *Z. Meteorol.*, 31(5), 300-305
- Schmitz, G. und K. Dethloff, 1982, Modelle des Erdklimas, *Spectrum ADW DDR*, 13(12), 11-13
- Schmitz, G., 1983, Ground-based studies of the middle atmosphere at the observatory of ionospheric research in Kuehlungsborn - Dynamics of the Middle Atmosphere, *HHI-STP-Report*, 17, 77-83
- Schmitz, G., 1984, Aspects of planetary wave transports in the middle atmosphere, *Handbook for MAP*, 10, 110-115
- Schmitz, G., N. Grieger und K. Dethloff, 1984, Zum Problem großräumige atmosphärische Strukturen-Klimavariabilität, *Plenum und Klassen, AdW der DDR*, Berlin, 9(8), 80-97
- Schmitz, G. und K. Dethloff, 1984, Interpretation of quasi-geostrophic potential vorticity fluxes on the basic of climatological data, *Z. Meteorol.*, 34(3), 159-165
- Schmitz, G. und M. Zelck, 1984, Instabilität des zonalen Windes bzw. der ultralangen atmosphärischen Wellen und ihre Bedeutung für den Transport chemisch aktiver Bestandteile /in Russisch/, *Beitr. Internat. Symp. Kosm. Meteorol.*, Moskau 1981, 265-274
- Schmitz, G. und K. Dethloff, 1985, Atmosphärische Fernverbindungen, *Spectrum ADW DDR*, 16(5), 5-7
- Schmitz, G., 1986, On the interpretation of Western Atlantic and Western Pacific teleconnection patterns, *Z. Meteorol.*, 36(2), 140-141
- Schmitz, G., N. Grieger und W. Krüger, 1987, Die transienten Eddy-Transporte in der Projektion auf die langen atmosphärischen Wellen auf der Basis des FGGE- Winters 1978/79 I. Impuls- und Wärmetransport, *Z. Meteorol.*, 37(1), 12-31
- Schmitz, G., N. Grieger und K. Dethloff, 1988, Transient eddy variability in connection with sea surface temperature anomalies, *Z. Meteorol.*, 38(5), 176-179
- Schmitz, G., N. Grieger, K. Dethloff, D. Peters und W. Krüger, 1988 a, Entwicklung eines spektralen Modells großräumiger atmosphärischer Störungen /in Russisch/, *HHI-STP-Report*
- Schmitz, G., 1989, Zu Fragen der Klima-Modellbildung, *Nachr. Mensch-Umwelt*, 17(4), 49-61
- Schmitz, G., K. Dethloff und N. Grieger, 1989, Zum Einfluss transienter Wellenprozesse auf die Bilanz stehender planetarer Wellen /in Russisch/, *Beitr. Internat. Symp. Kosm. Meteorol.*, Moskau 1986, 222-225
- Schmitz, G., 1991, Klimatheorie und -modellierung, *Das Klimasystem der Erde*, Akademie-Verlag, Berlin, 181-217
- Schnur, R., G. Schmitz, N. Grieger und H. v. Storch, 1992, Normal modes of the atmosphere as estimated by principal oscillation patterns and derived from quasi-geostrophic theory, *Max-Planck-Inst. Meteorologie, Report*, 81, 1-46

- Schnur, R., G. Schmitz, N. Grieger und H. v. Storch, 1993, Normal modes of the atmosphere as estimated by principal oscillation patterns and derived from quasi-geostrophic theory, *Journ. atmosph. Sciences*, 50, 2386-2400
- Singer, W. und J. Bremer, 1972, Mittlere Elektronenkonzentrationsprofile der D-Region und ihre Abhängigkeit von der solaren Zenitdistanz /in Russisch/, *Geomagnetism i Aeronomiya*, 12, 54-59
- Singer, W., 1973, Die Ausbreitung elektronischer Wellen in einem geschichteten anisotropen Medium auf der Grundlage der vollen Wellengleichungen Liblice/CSSR, *Numer. Meth. Geophys.*, Mitteilung KAPG-AG 5.2, 239-251
- Singer, W. und J. Bremer, 1974, Mid-latitude D-region electron density profiles at different solar activities, adapted to LF, MF and HF propagation data, *Indian Journ. Radio and Space Phys.*, 3, 119-124
- Singer, W., 1976, Bestimmung von Elektronenkonzentrationsprofilen der Mesosphäre und unteren Thermosphäre auf der Grundlage von Funkwellenausbreitungsdaten, *Dissertation, Univ. Rostock*, 1-156
- Singer, W., 1976 a, Charakteristische winterliche Elektronenkonzentrationsprofile der ionospharen D- und E-Schicht auf der Grundlage von Funkwellenausbreitungsdaten, *Z. Meteorol.*, 26(4), 231-243
- Singer, W., J. Taubenheim und J. Bremer, 1980, A test of IRI lower ionosphere models by comparison with radio propagation data, *Journ. Atmos. Terr. Phys.*, 42, 241-248
- Singer, W. und K. Evers, 1983, Ground-based studies of the middle atmosphere at the observatory of ionospheric research in Kuehlungsborn - Electron Density Profiles of the Lower Ionosphere, *HHI-STD-Report*, 17, 71-76
- Singer, W., J. Bremer und J. Taubenheim, 1984, Improvement of the solar-cycle variation of IRI lower ionosphere models by means of radio wave propagation data, *Adv. Space Res.*, 4(1), 79-85
- Singer, W., 1985, Steilstrahlende Sendeantennen, *Spectrum ADW DDR*, 16(5), V
- Singer, W., J. Bremer, P. Hoffmann und J. Taubenheim, 1987, Variability of lower ionosphere electron density profiles measured by partial reflection sounding at mid-latitude, *Gerl. Beitr. Geophys.*, 96(3/4), 352-361
- Singer, W., J. Priese und P. Hoffmann, 1988, Experimental technique of lower ionosphere electron density measurements by means of partial reflections, *Adv. Space Res.*, 8(4), 49-50
- Singer, W. und J. Priese, 1988, Windmessung mit Radar, *Spectrum ADW DDR*, 19(3), V
- Singer, W. und J. Weiß, 1988, Comparison of measured mid-latitude diurnal, seasonal and solar-cycle variations of middle ionosphere electron density profiles with the IRI, *Adv. Space Res.*, 8(4), 221-224
- Singer, W., 1989, Application of a PC 1715 (robotron) as remote terminal to EC 1055 for tasks of modelling and data bases, Meeting Interdisziplin. KAPG Group developing concepts collecting, exchanging, transmitting geophys. data, *Moskau 1988*, 17-18
- Singer, W., J. Bremer und P. Hoffmann, 1989, Untersuchung der Ionisationserhohung in der D-Region während eines Nachwirkungseffekts im Februar 1983 nach Messungen partieller Reflexionen /in Russisch/, *Beitr. Internat. Symp. Kosm. Meteorol.*, *Moskau 1986*, 188-196
- Singer, W., 1990, Vergleich verschiedener empirischer Modelle ionospharer Parameter und ihre Anwendungsmöglichkeiten für die HF-Ausbreitungsvorhersage, *Kleinheubacher Berichte*, 34, 553-561
- Singer, W. und J. Taubenheim, 1990, Application of the expansion into empirical orthogonal functions to ionospheric characteristics, *Adv. Space Res.*, 10(11), 59-64
- Singer, W., J. Bremer, D. Keuer und J. Priese, 1991, Partial reflection D-region electron density measurement, *Handbook for MAP*, 32, 138-138
- Singer, W., P. Hoffmann, D. Keuer und J. Priese, 1991 a, Partial reflection spaced antenna wind measurement, *Handbook for MAP*, 31, 139-139
- Singer, W. und N. I. Dvinskikh, 1991, Comparison of empirical models of ionospheric characteristics developed by means of different mapping methods, *Adv. Space Res.*, 11(10), 3-6
- Singer, W., P. Hoffmann und J. Bremer, 1992, Das Windfeld der oberen Mesosphäre in mittleren Breiten während erhohter geomagnetischer Aktivität, *Kleinheubacher Berichte*, 35, 113-121
- Sonnemann, G., E. A. Lauter und J. Bremer, 1985, Do there exist effects in the thermospheric plasma, arising from dynamic variations in the middle atmosphere?, *Adv. Space Res.*, 5(4), 299-304
- Sonnemann, G. und J. Bremer, 1987, Is there any relation between geomagnetic activity and meteorological processes?, *Acta Geod. Geoph. Mont. Hung.*, 1-2, 321-332
- Sonnemann, G., 1991, Ozon - seine natürliche Variation und anthropogene Beeinflussung, *Akademie Verlag*, Berlin, 1-316
- Sonnemann, G., G. v. Cossart und J. Fiedler, 1992, Laser Sensor für NO<sub>2</sub>, *Laser in der Umweltmesstechnik*, *Muenchen*, 1991, *Springer-Verlag*, 217-217
- Spänkuch, D., G. Vogel und W. Singer, 1991, CO<sub>2</sub>-bedingte Abkühlungsraten aus Satelliten- und Raketenmessungen, *Z. Meteorol.*, 41(2), 84-90
- Sprenger, K., 1948, Elektrisches Niederschlagsmeldegerät, *Z. Meteorol.*, 2(11), 343-344

- Sprenger, K., 1949, Selbstschreibender Impulszähler, beispielsweise zur Registrierung der kosmischen Strahlung, *Z. Meteorol.*, 3(7), 206-208
- Sprenger, K., 1950, Der heutige Stand des Problems der extraterrestrischen Wetterbeeinflussung, *URANIA*, 13(8), 314-319
- Sprenger, K., 1953, Ionosphäre und Rundfunkkempfang, *Dt. Funk-Technik*, 2(12), 354-359
- Sprenger, K. und E. A. Lauter, 1955, Beobachtungen der tiefen Ionosphäre während der Sonnenfinsternis am 30.06.1954, *Gerl. Beitr. Geophys.*, 64(4), 284-312
- Sprenger, K., 1958, Die Erschließung jahreszeitlicher Strukturänderungen der ionosphärischen D-Region aus mehrjährigen Beobachtungen der Tagesdämpfung auf 245 kHz, *Dissertation, Univ. Leipzig*, 1-123
- Sprenger, K., 1958 a, Ionosphärendriftmessungen im Langwellenbereich als Beitrag zum Problem der allgemeinen Zirkulation der Hochatmosphäre, *Z. Meteorol.*, 12(7), 211-218
- Sprenger, K., 1958 b, Nächtliche Ionosphärendriftmessungen im Langwellenbereich, *Kleinheubacher Berichte*, 5, 72-75
- Sprenger, K., 1959, Rechenscheibe zur Bestimmung von Azimut, Entfernung und Uhrzeit von Satellitendurchgängen, *Die Sterne*, 35(3/4), 73-78
- Sprenger, K., 1959 a, Weitere Ergebnisse von Driftmessungen in der tiefen Ionosphäre, *Kleinheubacher Berichte*, 73-77
- Sprenger, K., 1960, Die jahreszeitlichen Anomalien der Driftrichtung in der tiefen Ionosphäre nach Beobachtungen auf 245 kHz, *Z. Meteorol.*, 14(1), 6-16
- Sprenger, K., 1961, Radarbeobachtungen der Quadrantiden am 3. Januar 1961, *Die Sterne*, 37(7-8), 164-165
- Sprenger, K., 1961 a, Radarortung von Polarlichtern, *Forschungen und Fortschritte*, 35(6), 161-165
- Sprenger, K., E. A. Lauter und K. H. Schmelovsky, 1962, Solar eclipse effects in low and medium frequency propagation, *Journ. Atmos. Terr. Phys.*, 24, 1041-1057
- Sprenger, K., E. A. Lauter, K. H. Schmelovsky, G. Entzian, E. Florian, R. Hammerich, J. Mrazek, G. Nestorov, F. Täumer und P. Triska, 1962, Sonnenfinsterniseffekte in der unteren Ionosphäre nach Beobachtungen im Mittel- und Langwellenbereich, *Abh. MHD DDR*, IX(69), 1-75
- Sprenger, K. und K. H. Buchholz, 1963, Einige Ergebnisse von Radarbeobachtungen an Meteoren, *Gerl. Beitr. Geophys.*, 72(2), 65-81
- Sprenger, K. und J. V. Kushnerevsky, 1963, Einige Eigenschaften von Irregularitäten in der unteren Ionosphäre nach Beobachtungen im Langwellenbereich (in Russian, *Geomagnetism i Aeronomiya*, III(5), 887-901
- Sprenger, K. und J. V. Kushnerevsky, 1963 a, Einige Ergebnisse über die Inhomogenitäten in der unteren Ionosphäre nach Beobachtungen im Langwellenbereich, *Z. Meteorol.*, 17(1/2), 57-59
- Sprenger, K. und P. Glöde, 1964, Some properties of radio aurorae in medium latitudes, *Journ. Atmos. Terr. Phys.*, 26, 193-198
- Sprenger, K. und R. Schminder, 1967, Evidence of a 26-month wind oscillation in the lower ionosphere over Central Europe, *Z. Meteorol.*, 19(5/6), 168-170
- Sprenger, K. und R. Schminder, 1967 a, Results of ten years' ionospheric drift measurements in the I.f. range, *Journ. Atmos. Terr. Phys.*, 29, 183-199
- Sprenger, K. und R. Schminder, 1968, On the significance of ionospheric drift measurements in the LF range, *Journ. Atmos. Terr. Phys.*, 30, 693-700
- Sprenger, K., K. M. Greisiger und R. Schminder, 1969, Seasonal changes in phase of the semidiurnal tidal wind component in the lower ionosphere, *Annales de Géophys.*, 25, 505-509
- Sprenger, K. und R. Schminder, 1969, On some relationship between correlation analysis and similar fade analysis of drift measurements in the lower ionosphere, *Journ. Atmos. Terr. Phys.*, 31, 1085-1098
- Sprenger, K. und R. Schminder, 1969 a, Solar cycle dependence of winds in the lower ionosphere, *Journ. Atmos. Terr. Phys.*, 31, 217-221
- Sprenger, K., K. M. Greisiger und R. Schminder, 1971, Jahreszeitliche Variationen des halbtägigen Gezeitenwindes nach Ionosphärendriftmessungen im Höhenbereich 90-100 km /in Russisch/, *Fizika Atmosfery i Okeana*, 7, 479-485
- Sprenger, K., I. A. Lysenko, K. M. Greisiger und A. D. Orlyansky, 1971 a, Der Wind im Höhenbereich 90-100 km nach Driftdaten von Meteorospuren und ionosphärischen Inhomogenitäten /in Russisch/, *Fizika Atmosfery i Okeana*, 7, 455-458
- Sprenger, K., 1972, Significance and interpretation of ionospheric drift measurements in the low-frequency range, *Phil. Trans. R. Soc. London*, 271, 473-484
- Sprenger, K., K. M. Greisiger und R. Schminder, 1973, Neuere Ergebnisse zum Problem der Analyse von Ionosphärendriftmessungen /in Russisch/, *Tagungsveröff. Drift Inhomogen. Ionosphäre*, Moskau, 1971, 19-34
- Sprenger, K., R. Schminder, K. M. Greisiger, D. Kürschner und B. Schäning, 1974, Die Windsysteme in der oberen Mesopausenregion mittlerer Breiten nach Ionosphärendriftmessungen im Langwellenbereich, *HHI-STP-Report*, 2, 1-323
- Sprenger, K., K. M. Greisiger und R. Schminder, 1975, Evidence of quasi-biennial wind oscillation in the mid-latitude lower thermosphere, obtained from ionosphere drift measurements in the LF-range, *Journ. Atmos. Terr. Phys.*, 37, 1391-1393

- Sprenger, K., 1981, Diurnal and seasonal variations of occurrence of sporadic E layers over Central Europe, *Gerl. Beitr. Geophys.*, 90(4), 305-315
- Sprenger, K., 1983, Ground-based studies of the middle atmosphere at the observatory of ionospheric research in Kuehlungsborn - Histroy of the Observatory, *HHI-STP-Report*, 17, 6-22
- Sprenger, K., 1983 a, Ground-based studies of the middle atmosphere at the observatory of ionospheric research in Kuehlungsborn - Ionospheric Absorption Measurements in the LF and MF Range, *HHI-STP-Report*, 17, 23-28
- Sprenger, K., 1983 b, Ground-based studies of the middle atmosphere at the observatory of ionospheric research in Kuehlungsborn - Radio Aurora Observations, *HHI-STP-Report*, 17, 45-51
- Sprenger, K. und A. Gafe, 1984, Radio aurora observations at medium latitude over two solar cycles, *Journ. Atmos. Terr. Phys.*, 46(8), 673-684
- Sprenger, K., 1987, Catalogue of Radio Aurora Observations of the Observatory of Kuehlungsborn from 1958 to 1985, *HHI-STP-Report*, 20, 1-38
- Steiner, R., 1926, Zur Entstehung von Bodeninversionen bei wolkenlosem Himmel und Landwind, *Dissertation*, Univ. Rostock, 1-25
- Tarasenko, D. A., E. A. Lauter, G. Entzian und K. M. Greisiger, 1984, Jahreszeitliche Umstellung in der Strato-, Meso- und unteren Thermosphäre /in Russisch/, *Beitr. Internat. Symp. Kosm. Meteorol.*, Moskau 1981, 118-127
- Tarasenko, D. A. . und G. Entzian, 1989, 1989, Prozesse in der mittleren Atmosphäre während Zirkulationsumstellungen /in Russisch/, *Beitr. Internat. Symp. Kosm. Meteorol.*, Moskau 1986, 81-85
- Tarasenko, D. A. und K. M. Greisiger, 1989, Windfelder in der oberen Atmosphäre /in Russisch/, *Beitr. Internat. Symp. Kosm. Meteorol.*, Moskau 1986, 89-93
- Taubenheim, J., 1971, Some new aspects of the winter anomaly of ionospheric absorption, *Journ. Atmos. Terr. Phys.*, 33, 1481-1485
- Taubenheim, J., 1972, The role of atmospheric pressure variations above the mesopause in the phenomena of winter anomaly and variability of the lower ionosphere, *Gerl. Beitr. Geophys.*, 81, 396-402
- Taubenheim, J., 1974, Interpretation of diurnal variations of ionospheric characteristic heights, *Z. Meteorol.*, 24, 102-105
- Taubenheim, J., G. Entzian, R. Knuth und K.-H. Ohle, 1974, On the information content of ionospheric solar flare effect observations. Part II: Some model considerations on the interpretation of solar flare effects in the ionosphere, *Journ. Atmos. Terr. Phys.*, 36, 525-535
- Taubenheim, J., 1975, *Physik der Hochatmosphäre, Physik des Planeten Erde*, Akademie-Verlag, Berlin, 80-116
- Taubenheim, J., 1977, Distribution and transport of neutral nitric oxide and oxygen species in the upper mesosphere to be inferred from lower ionosphere structure and variations, *Proc. Joint Sympos. Atmosph. Ozone*, Dresden 1976, NKGG Berlin, I, 189-198
- Taubenheim, J., 1977 a, Distribution of nitric oxide and its variations near the Mesopause derived from ionospheric observations, *Space Research*, XVII, 271-278
- Taubenheim, J. und W. Singer, 1977, Aeronomic processes associated with, *Phys. Solariterr.*, 6, 59-66
- Taubenheim, J., K. M. Greisiger, R. Schminder, D. Kürschner, G. v. Cossart und G. Entzian, 1981, Variations in mid-latitude atmospheric structure and wind at mesopause heights during winter 1979/80, *Handbook for MAP*, 2, 110-116
- Taubenheim, J., 1983, Meteorological control of the D region, *Space Sci. Rev.*, 34, 397-411
- Taubenheim, J., 1984, Neutral Atmosphere Properties Determining D-Region Electron Densities, *Handbook for MAP*, 10, 1-5
- Taubenheim, J., 1984 a, On the effective lifetime of Nitric Oxide (NO) molecules in the upper mesosphere, *Phys. Solariterr.*, 24, 98-100
- Taubenheim, J., 1985, *Physik der Hochatmosphäre, Physik des Planeten Erde*, Akademie-Verlag, Berlin, Kapitel 5, 97-127
- Taubenheim, J. . und B. S. N. Prasad, 1985, A simplified D-region ion chemistry scheme and its possible use for IRI lower ionosphere modelling, *Adv. Space Res.*, 5(10), 107-110
- Taubenheim, J., 1986, Solare und meteorologische Steuerung der höheren Schichten der Erdatmosphäre, Leopoldina, Halle, 3(30.1984), 113-114
- Taubenheim, J., 1987, Aspekte der mittleren Atmosphäre im Problem der anthropogenen und exogenen Klimabeeinflussung, *Veröff. FoB Geo- und Kosmoswiss.*, AdW DDR, 13, 7-13
- Taubenheim, J. und G. v. Cossart, 1987, The ionospheric D region as a sensor of meteorological parameters of the middle atmosphere, *Gerl. Beitr. Geophys.*, 96(2), 105-112
- Taubenheim, J., 1988, Die Erdatmosphäre und Probleme ihrer Veränderlichkeit, *Geoökologie*, Gustav Fischer Verlag, Jena, 74-83
- Taubenheim, J., 1988 a, Langfristige Klimaveränderungen und das internationale Programm "Global Change", Plenum und Klassen, AdW der DDR, Berlin, 13(8), 6-15
- Taubenheim, J., 1988 b, Middle Atmosphere Research in the German Democratic Republic 1985-1987, *Handbook for MAP*, 26, 55-56
- Taubenheim, J., 1989, Zusammenwirken der unteren und der höheren Atmosphärenschichten in der Klimaentwicklung, *Jahrestagung 1989 Leopoldina*, Halle, 43-46

- Taubenheim, J., 1989 a, Zusammenwirken von unterer und mittlerer Atmosphäre in der Klimaentwicklung, *Nachr. Mensch-Umwelt*, 17(4), 39-48
- Taubenheim, J., G. Entzian und G. v. Cossart, 1989, Solar Activity Influence on Climatic Variations of Stratosphere and Mesosphere in Mid-Latitudes, *Handbook for MAP*, 29, 43-46
- Taubenheim, J., 1990, Importance of ionospheres for neutral-atmosphere processes of Earth-like planets, *Veröff. FoB Geo- und Kosmoswiss.*, AdW DDR, 18, 253-255
- Taubenheim, J., G. v. Cossart und G. Entzian, 1990, Evidence of CO<sub>2</sub>-Induced Progressive Cooling of the middle Atmosphere Derived from Radio Observations, *Adv. Space Res.*, 10(10), 171-174
- Taubenheim, J., 1991, Die Erdatmosphäre - ein anomaler Fall unter den Planetenatmosphären?, *Nova acta Leopoldina*, 65(277), 165-176
- Taubenheim, J., G. v. Cossart, G. Entzian und K. Berendorf, 1991, Decadal variation in the mesosphere over Europe, XVI. EGS Gen. Ass., STEP Working Group 5, Wiesbaden 1991, 22-23
- Taubenheim, J., 1991, Quasi-biennial oscillation of mid-latitude stratospheric wind and its influence on European weather regimes in winter, *Z. Meteorol.*, 41, 105-109
- Taubenheim, J., G. v. Cossart und G. Entzian, 1997, Die ionosphärische D-Schicht als Tracer langfristiger Temperaturänderungen der Mesosphäre, *Kleinheubacher Berichte*, 1-6
- Taubenheim, J., G. Entzian und K. Berendorf, 1997 a, Long-term decrease of mesospheric temperature, 1963-1995, inferred from radiowave reflection heights, *Adv. Space Res.*, 20, 2059-2063
- Trommer, H. und L. Klinker, 1969, Untersuchungen über kurzperiodische Feldstärkevariationen im Meter- und Dezimeterwellenbereich, *Hochfrequenztechnik und Elektroakustik*, 78(4), 137-144
- Tschetscha, W. A. und H. Gernandt, 1970, Anomale Ereignisse bei der Ausbreitung von Mittel- und Langwellen und PCA-Effekte nach Beobachtungen in der Antarktis (in Russisch), *Inform. Bull. Sov. Antark.Eksped.*, 78, 74-80
- Ulbrich, U., G. Bürger, D. Schriever, H. von Storch, S. L. Weber und G. Schmitz, 1991, The effect of a regional increase in ocean roughness on the tropospheric circulation: a GCM experiment, *Max-Planck-Inst. Meteorologie*, Report, 70, 1-24
- Ulbrich, U., G. Bürger, D. Schriever, H. von Storch, S. L. Weber und G. Schmitz, 1993, The effect of a regional increase in ocean roughness on the tropospheric circulation: a GCM experiment, *Climate Dynamics*, 8, 277-285
- Vogel, G., D. Spänkuch, W. Enke, W. Singer und G. Entzian, 1989, Variations of middle atmospheric CO<sub>2</sub> cooling rates, *Proc. Internat. Radiation Symp.*, 1988, Lille/France, 311-314
- Wagner, C.-U., A. Grafe, E. A. Lauter und B. Nikutowski, 1981, Präzipitation hochenergetischer Elektronen von der inneren Magnetosphäre in die untere Ionosphäre in subauroralen Breiten (in Russisch), *Symp. Probl. sol. terr. Bez.*, Ashkabad, 153-172
- Wäntig, A., G. Schmitz und K. Dethloff, 1988, Multiple equilibria of a low-order baroclinic model in dependence on mechanical and thermal forcing, *Z. Meteorol.*, 38(4), 193-198
- Weiß, J., 1965, Zur Messung absoluter Größen des atmosphärischen Funkstörpegels an ortsfesten und mobilen Stationen, *Diplomarbeit*, Univ. Rostock, 1-71
- Weiß, E., 1974, Methode und Ergebnisse der ionosphärischen Impulsłotung mittels elektromagnetischer Wellen auf 314, 5 und 185 kHz, *Dissertation*, Univ. Rostock, 1-137
- Williams, E. R., G. W. Watkins, T. A. Blix, E. V. Thrane, G. Entzian, G. v. Cossart, K. M. Greisiger, W. Singer, J. Taubenheim, M. Friedrich, C. M. Hall, J. R. Katan, J. Lastovicka, B. A. de la Morena, S. V. Pakhomov, H. Ranta, S. V. Pakhomov, H. Ranta, Z. Ts. Rapoport, V. M. Sinelnikov, D. Samardjiev, G. Nestorov, H. H. Sauer und P. Stauning, 1987, The Ionosphere: Morphology, Development and Coupling, *Journ. Atmos. Terr. Phys.*, 49, 777-808
- Zier, M. und R. Knuth, 1961, Zur Bestimmung der atmosphärischen Korrekturgrößen für Intensitätsmessungen der kosmischen Strahlung, *Z. Meteorol.*, 15(10-12), 350-352



## **C Externe Literatur zur Historie**

im Text in eckigen Klammern

- Appleton, E. V., 1937, The Bakerian Lecture. Regularities and Irregularities in the Ionosphere. I. In: Proceedings of the Royal Society of London. Series A, Mathematical and Physical Sciences. Vol. 162, Nr. 911, 451-479.
- Assmann, R., 1915, Das Königlich Preußische Aeronautische Observatorium Lindenberg, Friedr. Vieweg & Sohn, Braunschweig
- Bauer, A.-F., 1983, Erinnerungen an die ehemalige Universitätsluftwarte Rostock anlässlich ihres 70-jährigen Gründungstages, ZfM, 33, 4, 273-274.
- Beckmann, P., 1963, Die Ausbreitung der ultrakurzen Wellen, Akademische Verlagsgesellschaft Geest & Portig K.-G.
- Bracewell, R. N., Budden, K. G., Ratcliffe, J. A., Straker, T. W., Weekes, K., 1951, hecht, The ionospheric propagation of low- and very-low-frequency radio waves over distances less than 1000 km, Proc. IEE, 98, III, 53, 221-236.
- Broeker, W., 1975, Climatic Change: Are we on the Brink of a Pronounced Global Warming? Science 189, Nr. 4201, 450-463.
- Budyko, M. I., 1972, The Future Climate, EOS, Transactions of the American Geophysical Union, 53, 868-874.
- Buthmann, R., 2002, Vergesst mir die Wissenschaft nicht!, die hochschule, 2, 125-149.
- Charney und Drazin, 1961, Propagation of planetary-scale disturbances from the lower into the upper atmosphere, JGR, 66, 1, 83-109.
- Crutzen, P., 1971, On some photochemical and meteorological factors determining the distribution of ozone in the stratosphere ; effects of contamination by NO<sub>x</sub>, emitted from aircraft. Institute of Meteorology, University of Stockholm, OCLC 38883363.
- DPG, 1971, Machen Menschen das Wetter? – Einwirkung menschlicher Tätigkeit auf das Klima, 36. Physikertagung, Pressemitteilung
- Farman, J. C., Gardiner, B. G., Shanklin, J. D., 1985, Large losses of total ozone in Antarctica reveal seasonal ClO<sub>x</sub>/NO<sub>x</sub> interaction, Nature, V 315, 207-210.
- Federmann, Georg, 2003, Viktor Hess und die Entdeckung der Kosmischen Strahlung, Diplomarbeit, Institut für Radiumforschung und Kernphysik Wien, 100 Seiten, <https://www.mpi-hd.mpg.de/hfm/HESS/public/vfHess2.pdf>
- Flohn, H., 1941, Die Tätigkeit des Menschen als Klimafaktor, Z. f. Erdkunde, 9, 13-22.
- Gernandt, H. 1984, Erlebnis Antarktis, (populärwissenschaftliches Buch) Transpress, VEB Verlag für Verkehrswesen, Berlin VLN 162-925/153/94-LSV3809, 284 pp.
- Hecht, D. Mahnke, R., 1990 Der Physiker und Meteorologe Günther Falckenberg, seine Tätigkeit am Rostocker Physikalischen Institut, an der Rostocker Luftwarte und an den Observatorien Warnemünde und Kühlungsborn, Wiss. Zs. Uni Rostock, N-Reihe, 39, 5. S. 167-200.
- Hess, V. F., 1911, Messungen der durchdringenden Strahlung bei zwei Freiballonfahrten, Mitteilungen aus dem Institut für Radiumforschung, Wien, S. 1-11
- Hinzpeter, H., 1953, Zum Ausscheiden Professor Dr. Falckenbergs aus dem Meteorologischen und Hydrologischen Dienst, ZfM 7, H. 6, 161-162.
- IPCC, 2014: Climate Change 2014: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Core Writing Team, R.K. Pachauri and L.A. Meyer (eds.)]. IPCC, Geneva, Switzerland, 151 pp.
- Kauther, A., Wirtz, P., 2011, Oberstleutnant a. D. Dr. phil. Alfred Hildebrandt, Heft 30 aus der Dokumentenreihe über den Flugplatz Berlin-Johannisthal 1909-1914, Jülich Ausgabe 2012
- K.S., 1907, Hauptmann Hildebrandt, Wiener Luftschiffer-Zeitung, IV. Jahrgang, Nr. 4, S. 67-68 (online: Internet Archive <https://archive.org/details/wienerluftschif06unkn00og/page/n77/mode/1up>)
- Molina, M. J., Rowland, F. S., 1974, Stratospheric sink for chlorofluoromethanes: chlorine atom-catalysed destruction of ozone, Nature, 249, 810-812.
- Map, 1976, Map Planning Dokument, Urbana, Illinois, USA, Seite 92.
- Neisser, J., Steinhagen, H., 2005, Die Historie des Meteorologischen Observatoriums Lindenberg 1905 – 2005, promet, 31, Nr. 2-4, 82-114.
- Nitsche, H., Jaeger, A., 2016, Geschichte der Aerologie in Deutschland, Webseite des Deutschen Wetterdienstes ([https://www.dwd.de/DE/leistungen/klimastatusbericht/publikationen/ksb2000\\_pdf/04\\_2000.pdf?blob=publicationFile&v=1](https://www.dwd.de/DE/leistungen/klimastatusbericht/publikationen/ksb2000_pdf/04_2000.pdf?blob=publicationFile&v=1))

- Plass, G., 1956, The Carbon Dioxide of Climate Change, Tellus, 8, 140-154
- Plass, G., 1956, Effect of Carbon Dioxide Variations on Climate, Am. Journ. of Physics, 24, 376-387
- Rossby, C. G., 1940, Planetary flow patterns in the atmosphere. Q. J. Roy. Meteor. Soc., 66: 68-87
- Scherhag, R., 1952, „Die explosionsartige Stratosphären-Erwärmung des Spätwinters 1951/52“, Berichte des DWD in der US-Zone, Band 6, Nr. 38
- Schubert, P. 1999, Geschichte der Raum- und Luftfahrt in Mecklenburg-Vorpommern, Verlag Redieck und Schade, Rostock, 1999
- Weiβ, J., 2016, History of the Juliusruh ionospheric observatory on Rügen, Hist. Geo Space Sci., 7, 1-22, doi:10.5194/hgss-7-1-2016
- Van Allen, J. A., and Lin, W. C. (1960), Outer radiation belt and solar proton observations with Explorer VII during March-April 1960, *J. Geophys. Res.*, 65 (9), 2998–3003, doi:[10.1029/JZ065i009p02998](https://doi.org/10.1029/JZ065i009p02998)
- Vertrag zwischen der Bundesrepublik Deutschland und der Deutschen Demokratischen Republik über die Herstellung der Einheit Deutschlands – Einigungsvertrag, 1990.

## **D Internetquellen zur Historie**

im Text in eckigen Klammern mit vorangestelltem Hinweis ‚online‘ und Kurzform in Fettdruck;  
Zugriffsdatum aller Quellen: 05.08.2020 (sofern nicht anders erwähnt)

- AWI, Ozonaufstiege seit 1985 (**AWI-Ozon**): <https://www.awi.de/nc/forschung/langzeit-beobachtung/atmosphaere/antarktis-neumayer/meteorologie/ozon.html>
- Catalogus Professorum Rostochiensium (**cpr 1**), Eintrag von „Gottfried Kümmell“: <http://purl.uni-rostock.de/cpr/00003513>
- Catalogus Professorum Rostochiensium (**cpr 2**), Eintrag von „Ernst-August Lauter“: <http://purl.uni-rostock.de/cpr/00002324>
- Catalogus Professorum Rostochiensium (**cpr 3**), Eintrag von „Karl-Heinz Schmelovsky“: <http://purl.uni-rostock.de/cpr/00002326>
- Catalogus Professorum Rostochiensium (**cpr 4**), Eintrag von „Gerhard Schmitz“: <http://purl.uni-rostock.de/cpr/00002049>
- Community Coordinated Modeling Center (CCMC), International Reference Ionosphere - **IRI** (2016) with IGRF-13 coefficients):  
[https://ccmc.gsfc.nasa.gov/modelweb/models/iri2016\\_vitmo.php](https://ccmc.gsfc.nasa.gov/modelweb/models/iri2016_vitmo.php)
- Google books, **Großherzoglich Mecklenburg Schwerinscher Staatskalender, 1826**: <https://books.google.de/books?id=uz4-AAAAAYAAJ&hl=de&pg=PP7#v=onepage&q&f=false> (Titelblatt)  
<https://books.google.de/books?id=uz4-AAAAAYAAJ&hl=de&pg=RA1-PR29#v=onepage&q&f=false> (S. xxix)  
<https://books.google.de/books?id=uz4-AAAAAYAAJ&hl=de&pg=RA2-PA220#v=onepage&q&f=false> (S. 220)
- IPCC 2014**: [https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/02/IPCC-AR5\\_SYR\\_barrierefrei.pdf](https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/02/IPCC-AR5_SYR_barrierefrei.pdf)
- Kommunal-Verein von 1889 in Groß-Borstel r. V., Vladimir **Köppen** und die Drachenstation: <https://www.grossborstel.de/wladimir-koeppen-und-die-drachenstation/>
- NOAA, **CO<sub>2</sub>-Mauna Loa**, Zugriff am 19.05.2020: <https://www.esrl.noaa.gov/gmd/ccgg/trends/>  
CO<sub>2</sub>-Animation: <https://www.esrl.noaa.gov/gmd/ccgg/trends/history.html>
- The Nobel Foundation, **Nobelpreis 1995**: <https://www.nobelprize.org/prizes/chemistry/1995/summary/>
- Philoclopedia, Globale Erwärmung (**Globaler Temperaturindex**):  
<https://www.philoclopedia.de/einzeldisziplinen/klimatologie/globale-erwaermung/>
- promet – meteorologische Fortbildung, 26. Jahrgang, Heft 1/2, 1997, **PMI**: [http://www.old.dmg-ev.de/publikationen/pdf/promet/pdf\\_gross/promet\\_26\\_12.pdf](http://www.old.dmg-ev.de/publikationen/pdf/promet/pdf_gross/promet_26_12.pdf) (S. 76)
- Schwabegger, Langerhorst, Funkausbreitung, **fundus.org**: <http://www.fundus.org/pdf.asp?ID=11555>
- Wikipedia, Hartwig Gernandt (**Wikipedia Gernandt**): [https://de.wikipedia.org/wiki/Hartwig\\_Gernandt](https://de.wikipedia.org/wiki/Hartwig_Gernandt)
- Wikipedia, Hugo Hergesell (**Wikipedia Hergesell**): [https://de.wikipedia.org/wiki/Hugo\\_Hergesell](https://de.wikipedia.org/wiki/Hugo_Hergesell)

## **E Bilderverzeichnis**

Bild 1 Witterungskalender Okt. bis Dez. 1824 [online: Großherzoglich Mecklenburg Schwerinscher Staatskalender, 1826] .....	1
Bild 2 Erklärungen sämtlicher im Heft benutzter Abkürzungen, also auch nicht-meteorologische.....	1
Bild 3 Hauptmann A. Hildebrandt [Quelle: Kauther, Wirtz, 2011] .....	3
Bild 4 Prof. Dr. G. Kümmell [online: cpr 1] .....	3
Bild 5 oben: Jährlicher Gang der Temperaturen auf dem Brocken und in der freien Atmosphäre in gleicher Höhe; unten: Differenz freie Atmosphäre minus Brocken; 3416 Einzelmessungen der Jahre 1903 – 1910 (Hildebrandt, 1911).....	3
Bild 6 Lage und Gebäude der Rostocker Luftwarte am Tannenweg. Das Gebäude mit der Nummer 29 kam erst 1926 als Massivbau dazu.....	5
Bild 7 Gesamtansicht der Luftwarte: von links, das Windenhäuschen, das Stationsgebäude, die Ballon- und Drachenhalle, die Luftelektrische Anlage (Hildebrandt, Kümmell, 1916).....	6
Bild 8 Besucher am Eröffnungstag vor der Rückseite der Ballon- und Drachenhalle [Schubert, 1999] .....	6
Bild 9 Schaltskizze des von Kümmell entwickelten Geräts zur Messung der Luftleitfähigkeit .....	6
Bild 10 Ausrichten des Theodoliten vor dem Start eines Pilotballons (Hildebrandt, Kümmell, 1916).....	7
Bild 11 Meteograph (Hildebrandt, Kümmell, 1916) .....	8
Bild 12 Start eines Kastendrachens (Hildebrandt, Kümmell, 1916), Foto: Krügler.....	8
Bild 13 Prof. Falckenberg etwa 1930; Quelle: privat .....	13
Bild 14 Wettervorhersage der Hamburger Seewarte sowie Wetterbericht und -vorhersage der Universitätluftwarte im Rostocker Anzeiger vom 14. Februar 1923 .....	14
Bild 15 Das neue, 1926 massiv gebaute Werkstatt-, Büro- und Wohnhaus; ursprünglich Tannenweg 20, heute 29 (Foto: Krügler).....	15
Bild 16 Drachenstart von Bord der „Frosch IV“ (Foto: Falckenberg).....	15
Bild 17 Die Größe der Schiffsschraube macht die Ausmaße von „Frosch V“ deutlich. (Foto: Falckenberg) .....	16
Bild 18 Falckenbergs Segelyacht Frosch V in Subbeköbing (Foto: Falckenberg) .....	16
Bild 19 Villa von Conrad Lehment in Warnemünde, durch den Meteorologischen Dienst 1945 angemietet, Seestr. 15a (Foto etwa Mitte der 40er Jahre).....	19
Bild 20 Zielflugempfänger EZ6 mit Rahmenantenne .....	21
Bild 21 Feldstärkeregistrierung auf berußtem Registrierpapier .....	21
Bild 22 Niederschlagsmeldegerät nach Sprenger, 1948: Bereits die ersten Tropfen des Niederschlags schließen einen Stromkreis, der einen Summer einschaltet. .....	22
Bild 23 Nachwirkungseffekt.....	24
Bild 24 Restaurant „Steineiche“, Schlossstr. 4 in Kühlungsborn, seit 7. Mai 1951 Observatorium Kühlungsborn, ab 1957 Observatorium für Ionosphärenforschung Kühlungsborn (OIF). .....	25
Bild 25 Mai 1951, Probemessungen im Mess-Saal, dem ehemaligen Tanzsaal des Restaurants.....	25
Bild 26 Mess-Saal (etwa 1954) .....	26
Bild 27 Sprenger (links) und Falckenberg im Gemüsegarten.....	26
Bild 28 Falckenbergstraße in Rostock.....	26
Bild 29 Monatliche Auswertung der Registrierungen, von links: Lauter, Klinker, Bartels (stehend), Sprenger .....	27
Bild 30 Der 50 m hohe Antennenturm der 33-MHz-Radaranlage .....	28

Bild 31 33-MHz-Radarsender (rechts) und -empfänger (links); Karin Möller beim Wechsel des 50 m langen Registrierfilms.....	28
Bild 32 Bildschirm-Bild eines Polarlichts des 33-MHz-Senders, Ringabstand: 500 km (4.9.1958, 16:41 UT) .....	29
Bild 33 In 30 Sekunden 8 Meteorspuren! (16.11.1965, Meteorstrom: Leoniden) .....	29
Bild 34 Tagesgang der Meteorhäufigkeit.....	29
Bild 35 Optische Sputnikbeobachtung.....	30
Bild 36 Faraday-Fading auf 40 MHz (Ausschnitt ca. 20 sec.) .....	31
Bild 37 Der Dopplereffekt ändert die Empfangsfrequenz innerhalb von 10 Minuten um + 400 Hz bei Annäherung des Satelliten und bis - 400 Hz bei Entfernung.....	31
Bild 38 Empfangsantenne auf einer Flak-Lafette.....	31
Bild 39 Elektronendichte-Höhenprofil oberhalb des F-Schicht-Maximums für Sommer und Winter (Schmelovsky, 1961 a).....	32
Bild 40 Messungen von Sputnik 3: Energiedichte der hochenergetischen Partikelstrahlung in der Nähe der Spiegelpunkte (800 km – 900 km Höhe) des äußeren Strahlungsgürtels (Knuth, 1965) .....	33
Bild 41 Temperaturprofil der mittleren Atmosphäre .....	35
Bild 42 Elektronendichteprofil (Sommer, Winter) zu Mittag in Mitteleuropa gemäß Internationaler Referenzionosphäre (IRI).....	35
Bild 43 Messhütte mit EZ6.....	36
Bild 44 Schutzzone um das Observatorium .....	37
Bild 45 Tonfrequenz-Analysator-Bild eines Whistlers, senkrecht Frequenz [kHz], waagerecht Zeit .....	37
Bild 46 MS „Michail Lomonossov“ .....	38
Bild 47 Whistler-Empfangsanlage und Tonbandgerät .....	38
Bild 48 Kühlungsborn (blauer Stern), 4.Lomonossov-Expedition (pink), vom OIF durchgeführte Expeditionsrouten (blau) und betreute Mess-Stationen (grüne Punkte), Teilnahme an sowjetischen Expeditionen (rot) .....	38
Bild 49 Sonnenfinsternis 30. Juni 1954, registriert in Kühlungsborn; Die Pfeile um 11:33, 12:26 und 14:03 Uhr geben Beginn, Höhepunkt und Ende der Verfinsternung an. ....	39
Bild 50 IL12 auf dem Eisbrecher „Ob“ .....	40
Bild 51 Peter Glödes Expeditionsgepäck .....	40
Bild 52 Messhütte in Ny-Ålesund, Spitzbergen.....	41
Bild 53 Tagesgänge des Funkstörpegels an den permanenten Mess-Stationen von Spitzbergen bis Sofia, Monatsmittel Juni 1964 bzw. Juli/Aug. 1962 (Schäning, 1966).....	41
Bild 54 Tagesgang der Langwellenabsorption in den Monaten Januar bis Juni, Mittel über 4 Jahre .....	43
Bild 55 Winteranomalie a) in der Absorption, b) in der Reflexionshöhe.....	43
Bild 56 Sonneneruptionseffekt in einer Phasenhöhen-Registrierung .....	44
Bild 57 Tageszeitlicher Verlauf der Reflexionshöhen von 2 Langwellensendern in einer Entfernung von 1000 km bis 1400 km; monatliches Mittel über 5 Jahre .....	44
Bild 58 Treppenkurve: Skalenhöhe H (linke Skala) der Phasenhöhen-Messung aus Kühlungsborn (Lauter u. a. 1969); glatte Kurve: Temperatur (rechte Skala) der internationalen Referenzatmosphäre (CIRA); einzelne Messwerte: Raketenmessungen .....	45
Bild 59 Beobachterin Christa Wendt beim Eichen einer gepeilten Registrierung in einer Messhütte .....	46
Bild 60 Jahresgang des mesosphärischen Zonalwindes in m/s: 1 - Obninsk (bei Moskau), 2 - Kühlungsborn, 1964, 1965, 1966, Monatsmittelwerte .....	46

Bild 61 WES-1-Anlage im DDR-Messlabor in Mirny (13. SAE) .....	47
Bild 62 Mit der WES empfangenes Wetterbild.....	47
Bild 63 Bei der Ausbreitung planetarer Wellen nach oben werden die kurzen Wellen herausgefiltert (Grieger et al. 1974, vergl. Abb. 5) .....	50
Bild 64 Der mittlere zonale Wind in m/s und die Amplitude der planetaren Wellenzahl k=1 in gpm. In den verschiedenen Jahren ist der Wind bis 20 km Höhe unveränderlich, dagegen zeigt die Amplitude der Welle k=1 erhebliche Unterschiede in diesem Höhenbereich. (Grieger, Schmitz, 1982 a) .....	52
Bild 65 Leuchtende Nachtwolken vom 1./2. Juli 1967 am Nordhimmel von Juliusruh/Rügen zusammen mit zwei Sternen des Sternbildes Auriga .....	54
Bild 66 MS „Mathias Thesen“ in schwerer See, Foto: B. Schäning.....	56
Bild 67 Funkwellenabsorption auf 2,11 MHz zeigt die geographische Grenze der ionosphärischen Winteranomalie bei 37°N bis 38°N (Schäning, 1973 a).....	56
Bild 68 Dipl.-Ing. Horst Bardey bei der Entwicklung der neuen Pensa-Empfangsanlage .....	57
Bild 69 Die neue Pensa-Empfangsanlage (Mitte) und die vier Punktschreiber.....	57
Bild 70 Vergleich der Reflexionshöhe der Phasenhöhen-Messungen ( $h_p$ ) und der mit Raketen gemessenen Höhe der Elektronendichte von 550 el/cm <sup>3</sup> .....	58
Bild 71 Vergleich der mit Raketen über Wolgograd gemessenen Skalenhöhe und den gleichzeitig mit der Phasenhöhen-Messung ermittelten Skalenhöhen über Mitteleuropa .....	58
Bild 72 Dipl.-Phys. Klaus Diederich (1942 – 1969) .....	60
Bild 73 A1-Messungen (2 MHz, gestrichelt) auf der Fahrt zur 21. (links) und 22. SAE (rechts), jeweils zeitgleich an der Station Juliusruh (54,6°N, 13,4°O) bei fester solarer Zenitdistanz von 78,5°. Untere Skala: Datum, Obere Skala: Geografische Breite des Schiffsstandortes .....	61
Bild 74 Wolfgang Probst bereitet eine Ozonsonde für den Start vor .....	62
Bild 75 Vertikalprofil des Ozonpartialdrucks (in nbar) der ersten der beiden Ozonsonden vom 29.11.1976 (ausgezogene Linie), Station Novolasarevskaja; Temperaturprofil: offene Kreise; Luftfeuchte: gestrichelt .....	62
Bild 76 Ozonpartialdruck (mPa) im Ozonschichtmaximum (ca. 20 km) nach der von Gernhardt 1985 begonnenen Vertikalprofil-Messreihe im antarktischen Frühjahr (Sept, Okt, Nov) und Herbst (Jan, Feb, März), zusammen mit dem Temperaturverlauf.....	62
Bild 77 Mehrfach brechen die Schlepper in tückische, leicht überfrorene Eisrinnen ein. ....	63
Bild 78 Die fertige Containerstation, rechts die Dieselstation, hinten der 30 m Sendemast mit Sendecontainer .....	63
Bild 79 Wolfgang Probst beim Herantragen der Steine zur Sicherung der Abfangseile für den Sendemast .....	64
Bild 80 Prof. Dr. E.-A. Lauter, Begründer und langjähriger Direktor des Observatoriums für Ionosphärenforschung in Kühlungsborn.....	65
Bild 81 Prof. Lauter (rechts) im Gespräch mit Prof. J. H. Hargreaves aus England, links im Bild: Dr. M. P. Rudina, Sowjetunion, mit Dr. D. Pancheva, Bulgarien (zweite von links) .....	67
Bild 82 Stetiger Anstieg des CO <sub>2</sub> seit 1958, gemessen im Mauna Loa Observatorium, Hawaii, Stand Mai 2020 .....	68
Bild 83 Temperaturverlauf aus England 1660 bis 1956, a) Sommer und b) Winter sowie c) Sommer- und d) Wintertemperaturen als Differenz zu den jeweiligen Äquinoxialtemperaturen (Lauter, 1979 b) .....	69
Bild 84 Globaler Temperaturindex Land-See von 1880 bis 2015 [online: Globaler Temperaturindex] .....	69
Bild 85 65/64 Absorptions-Messperioden auf 70,77°S; oben: ohne getrennte Berücksichtigung von Anti- und Pro-Sektoren, unten: getrennte Berücksichtigung der Durchgänge – gepunktet Anti- zu Pro-Sektor und Doppelstrich Pro- zu Anti-Sektor (Lauter, Bremer, 1983).....	71
Bild 86 Dipl.-Phys. K.-M. Greisiger an der RAMED-Anlage .....	71

Bild 87 Bildschirm-Foto eines erfassten Meteors vom 3.10.1970, E steht für zonale Windkomponente.....	72
Bild 88 Jahreszeitliche Variation des Zonalwindes .....	72
Bild 89 Doppelwelle - halbtägige Gezeit, horizontal gestrichelt - Mittelwert des vorherrschenden Windes .....	73
Bild 90 Übernormale Elektronendichte während eines Nachwirkungseffektes im Februar 1983 (Singer et al. 1987) .....	73
Bild 91 Nach vier Messmethoden zusammengesetztes Zonalwindprofil am 21.6.1989 (Hoffmann et al., 1990) .....	74
Bild 92 Stratosphärische Erwärmung Winter 1972/73 und die Veränderungen in der unteren Ionosphäre (Stufen: Mittel aus 5 Tagen, rot gestrichelt: normaler Verlauf ohne stratosphärische Erwärmung) .....	75
Bild 93 Rechentechnikerin Jutta Schacht beim Aufspulen eines Lochbandes am KRS4200 .....	76
Bild 94 Erinnerungstafel an die erste permanent besetzte deutsche Antarktisstation.....	77
Bild 95 Aus Phasenhöhenmessungen des OAF entdeckte Abkühlung in der mittleren Atmosphäre von 1963 bis 1990 .....	79
Bild 96 Das geplante neue Institutsgebäude wurde 1996 fertiggestellt, Foto: Entzian.....	81





Atmosphärenforschung ist notwendig – überlebensnotwendig, wie wir heute wissen!

In diesem Buch erfährt der Leser, dass ausgehend von der Rostocker Luftwarte (ab 1912), bis zu den Observatorien Warnemünde (1946 – 1951) und Kühlungsborn (beschrieben bis 1991) wesentliche Beiträge dazu geliefert wurden:

- zunächst mit Hilfe von Drachen und Ballons aus Höhen bis über 2000 m
- Prof. Falckenberg, Gründer des Observatoriums Warnemünde, nutzte die Funkwellenausbreitung und erreichte damit Höhen von 90 km und legte damit die Grundlagen für die Meteorologie der Hochatmosphäre.
- Theoretische Überlegungen am Observatorium Kühlungsborn zeigten, dass die Vorstellungen der Atmosphärenphysiker Mitte des 20. Jh unabhängiger Schichten in der Atmosphäre nicht zutreffen – im Gegenteil: Sie sind von der Troposphäre bis zur Stratosphäre, ja bis zur Mesosphäre, vertikal und durch planetare Wellen rund um die Erde eng miteinander verbunden.
- Die Ära künstlicher Satelliten ab 04.10.1957 erlaubte erstmalig Messungen der Ionosphäre von außen und erschloss weitere Forschungsmöglichkeiten, u. a. die Satellitennavigation (GPS), deren theoretische Grundlagen in Kühlungsborn entwickelt wurden.

Atmosphärenforschung verlangt von den Wissenschaftlern viel Enthusiasmus und Ideenreichtum und ist obendrein nicht kostenlos, was besonders bei der zunächst privat finanzierten Luftwarte und dem beschriebenen Zeitraum mit zwei Weltkriegen und einer Inflation sehr deutlich wird.

Die wissenschaftlichen Hintergründe und Ergebnisse sind allgemeinverständlich beschrieben und durch zahlreiche anschauliche Bilder erläutert.

Der Autor hat 1946 Prof. Falckenberg noch persönlich kennengelernt und war seit 1956 Wissenschaftler am Observatorium Kühlungsborn und hatte dort Anteil an der Entwicklung dieser Einrichtung.

Günter Entzian

Von der Rostocker Luftwarte  
zum Observatorium  
für Ionosphärenforschung  
Kühlungsborn

€ 20,19



9 783000 642333