
Vorstellung der Abteilung

„Radarsondierungen und Höhenforschungsraketen“

Prof. Markus Rapp

Leibniz Institut für Atmosphärenphysik an der Universität Rostock,
Kühlungsborn



Übersicht

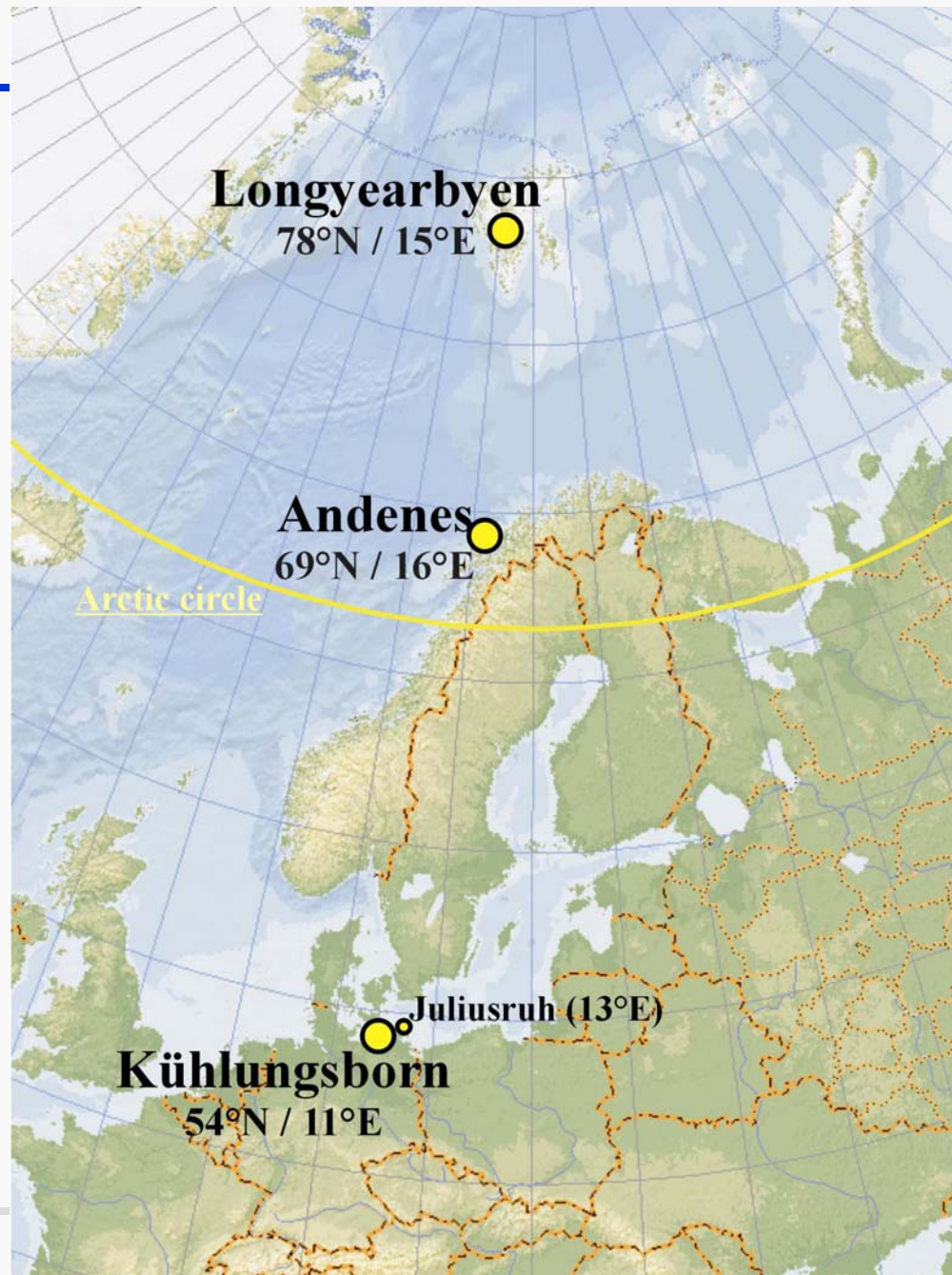
- Das IAP: kurze Übersicht
 - Was ist an der mittleren Atmosphäre interessant?
 - Methoden und Arbeitsfelder der Abteilung
-



Das IAP: eine kurze Übersicht

Fakten zum IAP

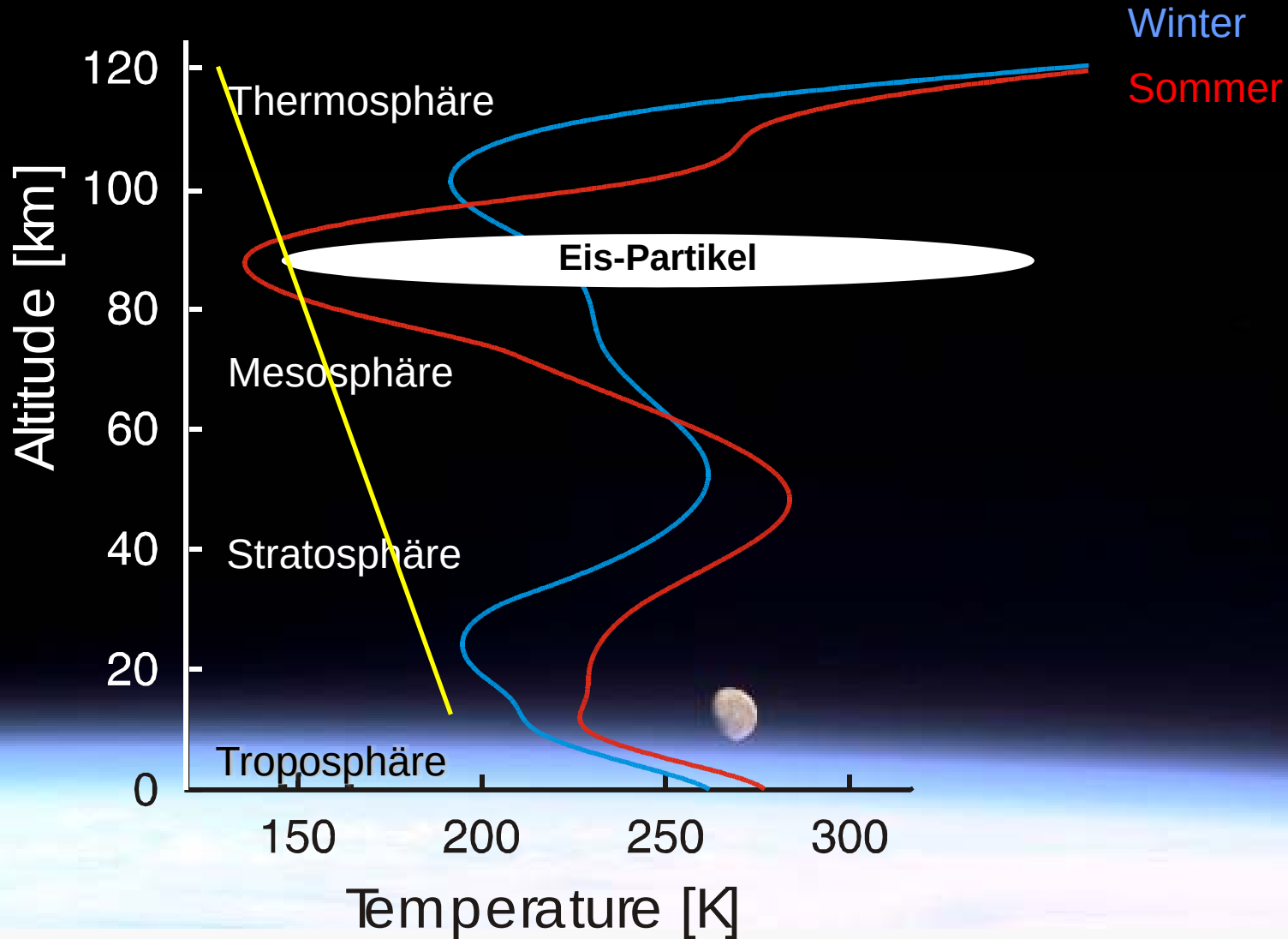
- **~70 Mitarbeiter, davon 45 Wissenschaftler (einschl. 20 Doktoranden, Diplomanden, HK)**
- **Neugründung 1991 ; Neubau: 1995**
- **3 Abteilungen:**
 - **Optik (Prof. Lübken, Direktor)**
 - **Radar + Höhenforschungsraketen (Prof. Rapp)**
 - **Theorie + Modellierung (Prof. Becker)**
- **Verwaltung, Rechner, Werkstatt, Bibliothek**
- **Außenstellen: Juliusruh (ALOMAR, Spitzbergen)**



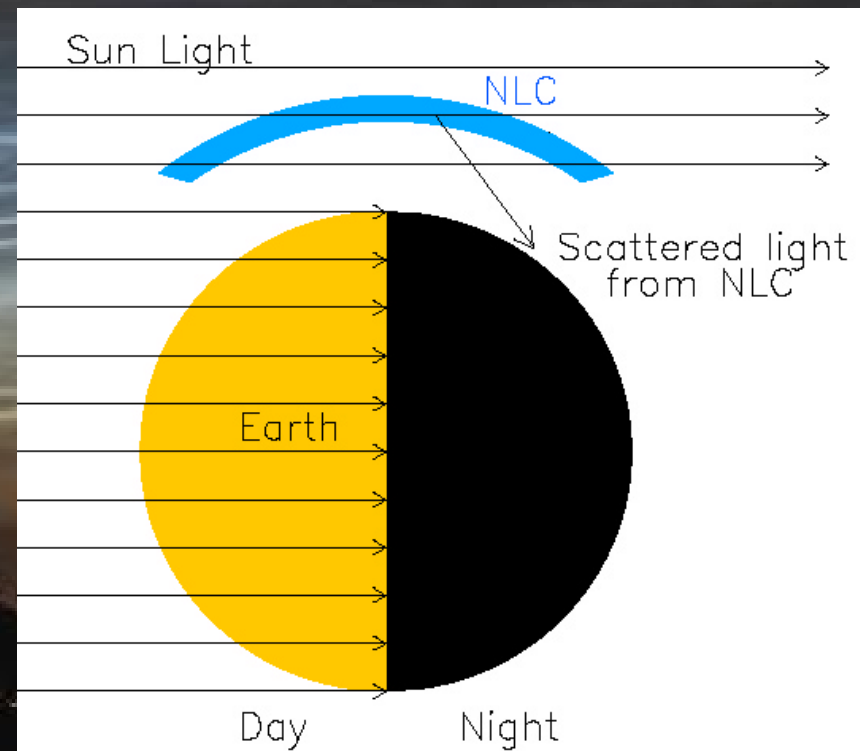
Schwerpunkte des IAP:

1. Erforschung der Mesosphäre
2. Kopplung der Schichten
3. Trends

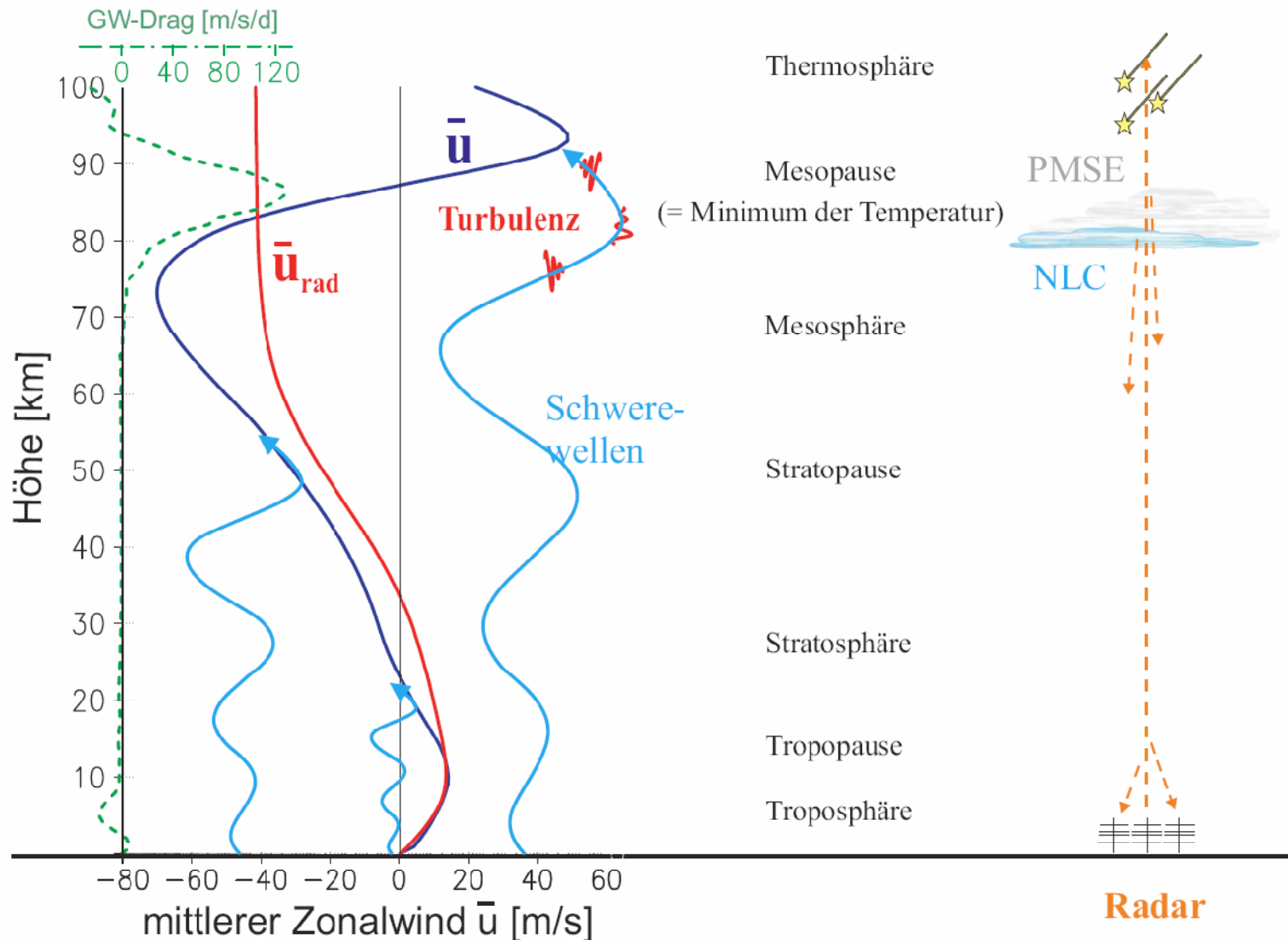
1. Erforschung der Mesosphäre



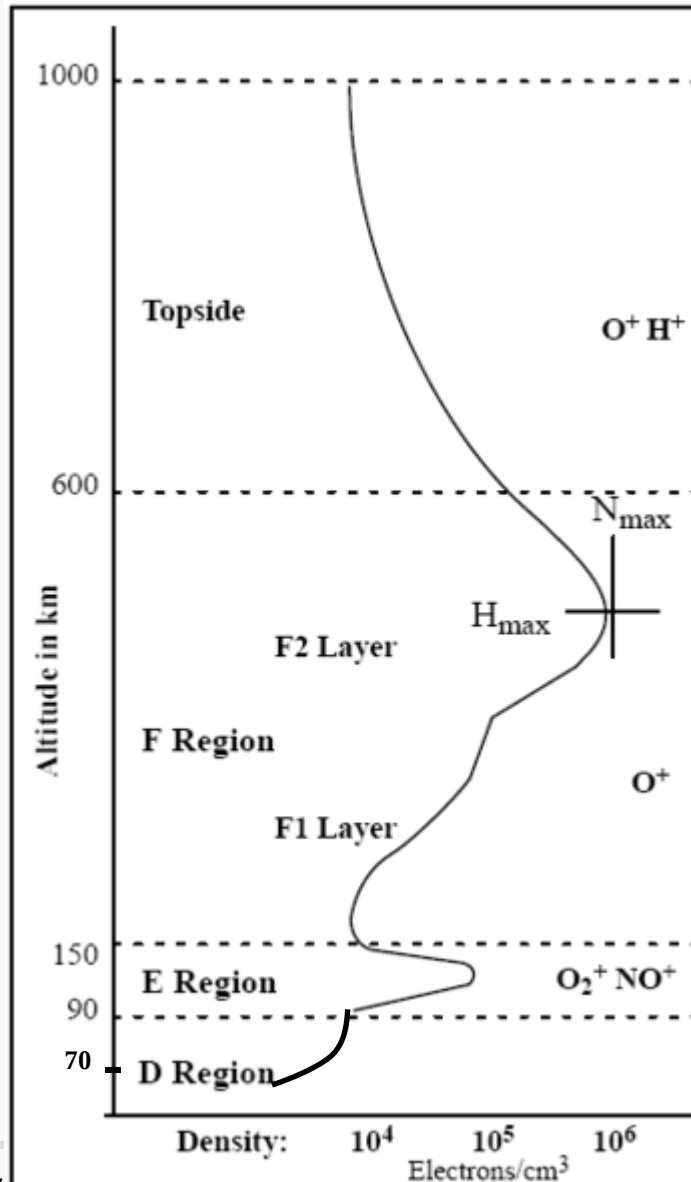
Eispartikel in der polaren Sommermesopause: NLC/PMC



Schwerpunkte des IAP: 2. Kopplung der Schichten



Schwerpunkte des IAP: 2. Kopplung der Schichten



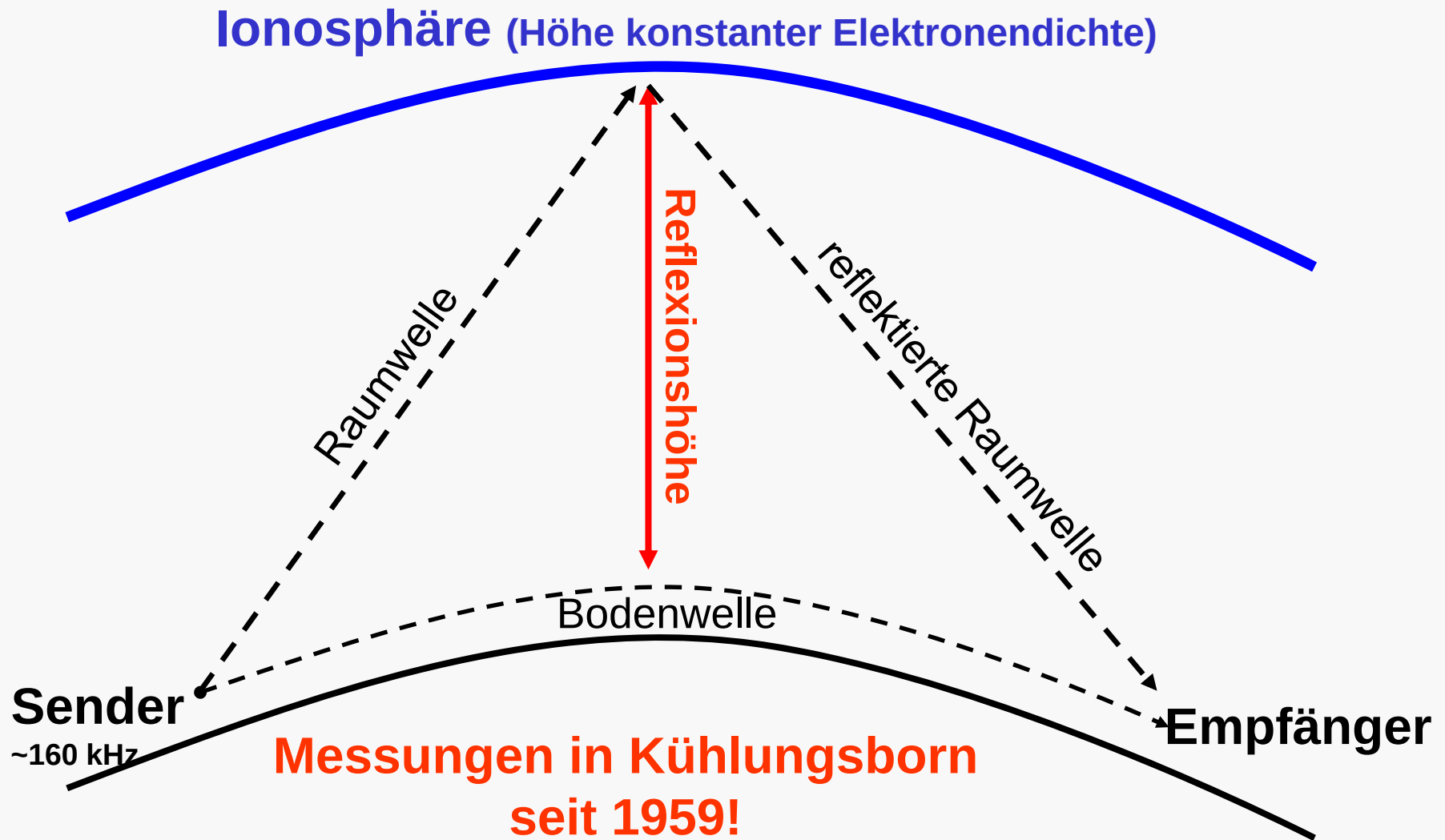
Die Ionosphäre: Freie Ladungsträger durch energiereiche solare Strahlung:

Elektronen und Ionen

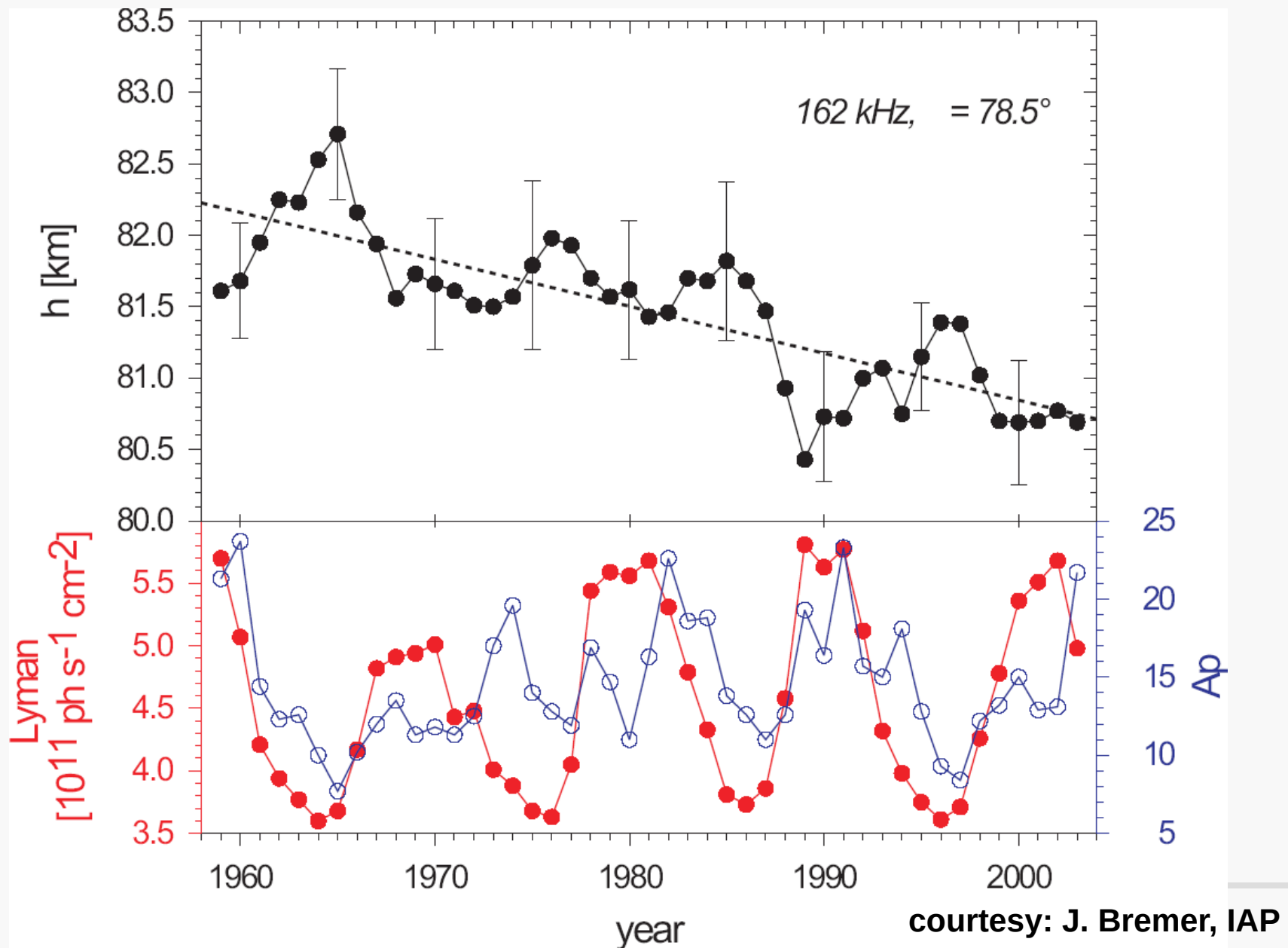
Kopplung „von oben nach unten“

Einfluss energiereicher solarer Strahlung

3. Trends: Klimawandel in der mittleren Atmosphäre

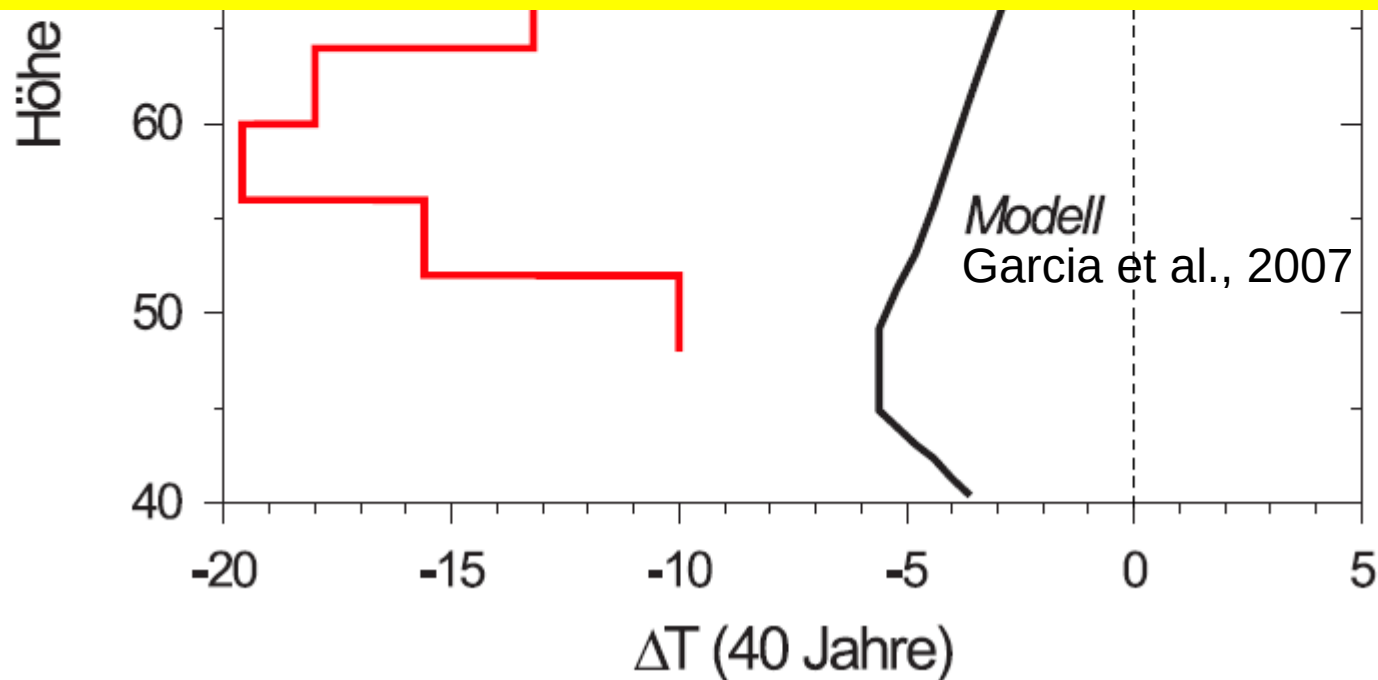


3. Trends: Klimawandel in der mittleren Atmosphäre



3. Trends: Klimawandel in der mittleren Atmosphäre

**Zum Vergleich:
Troposphärische Temperaturänderung (40 Jahre) $\sim 0.6^\circ$
 $\Rightarrow$ 40facher Effekt in Mesosphäre**



courtesy: J. Bremer, IAP

Methoden und Arbeitsfelder der Abteilung „Radars und Raketen“

Die Abteilung „Radars und Raketen“



Prof. Dr. M. Rapp



Dr. R. Latteck



Dr. W. Singer



Dr. P. Hoffmann



Dr. B. Strelnikov



Dr. M. Zecha



Dr. N. Engler



Dr. I. Strelnikova



Dr. G. Stober



D. Keuer



J. Mielich



H.-J. Heckl



J. Trautner



J. Wedrich



T. Barth



R. von Rein



Q. Li



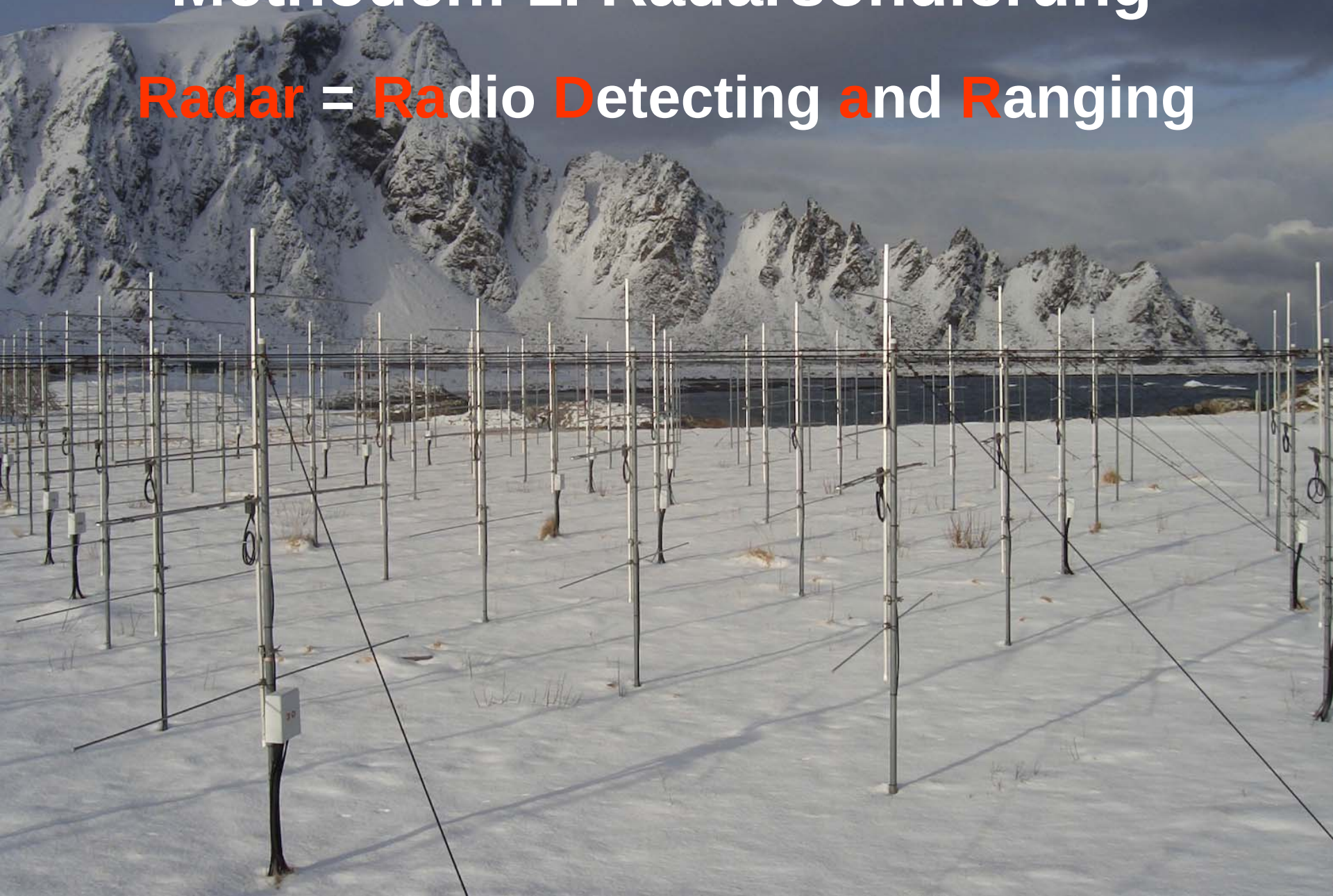
M. Placke



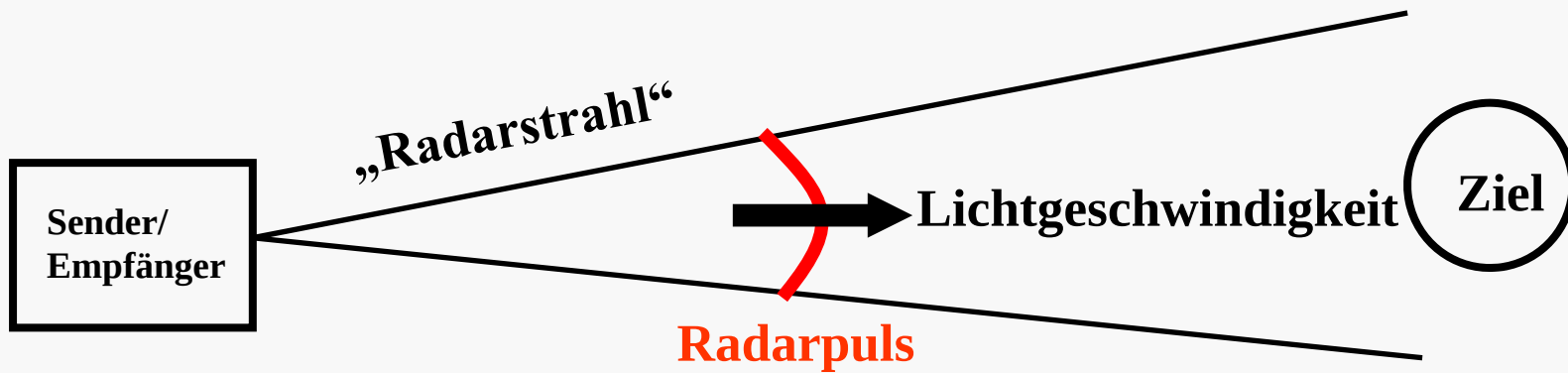
T. Renkwitz

Methoden: 1. Radarsondierung

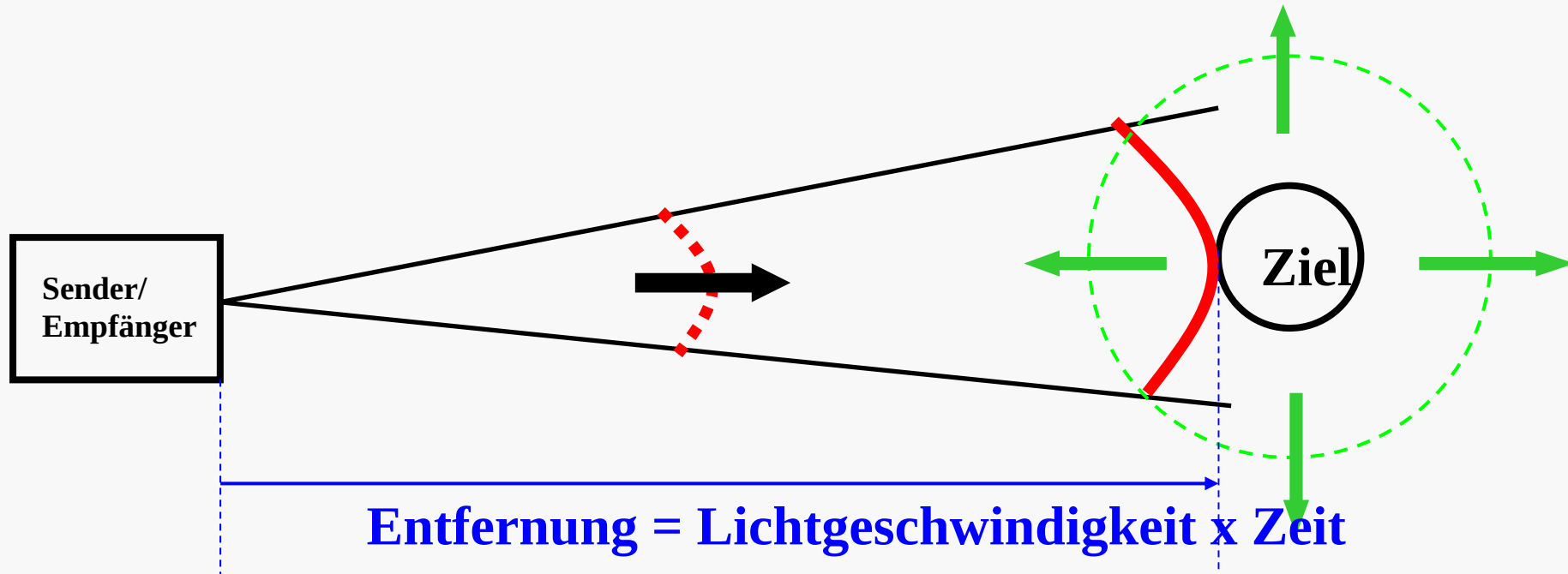
Radar = **R**adio **D**etecting **a**nd **R**anging



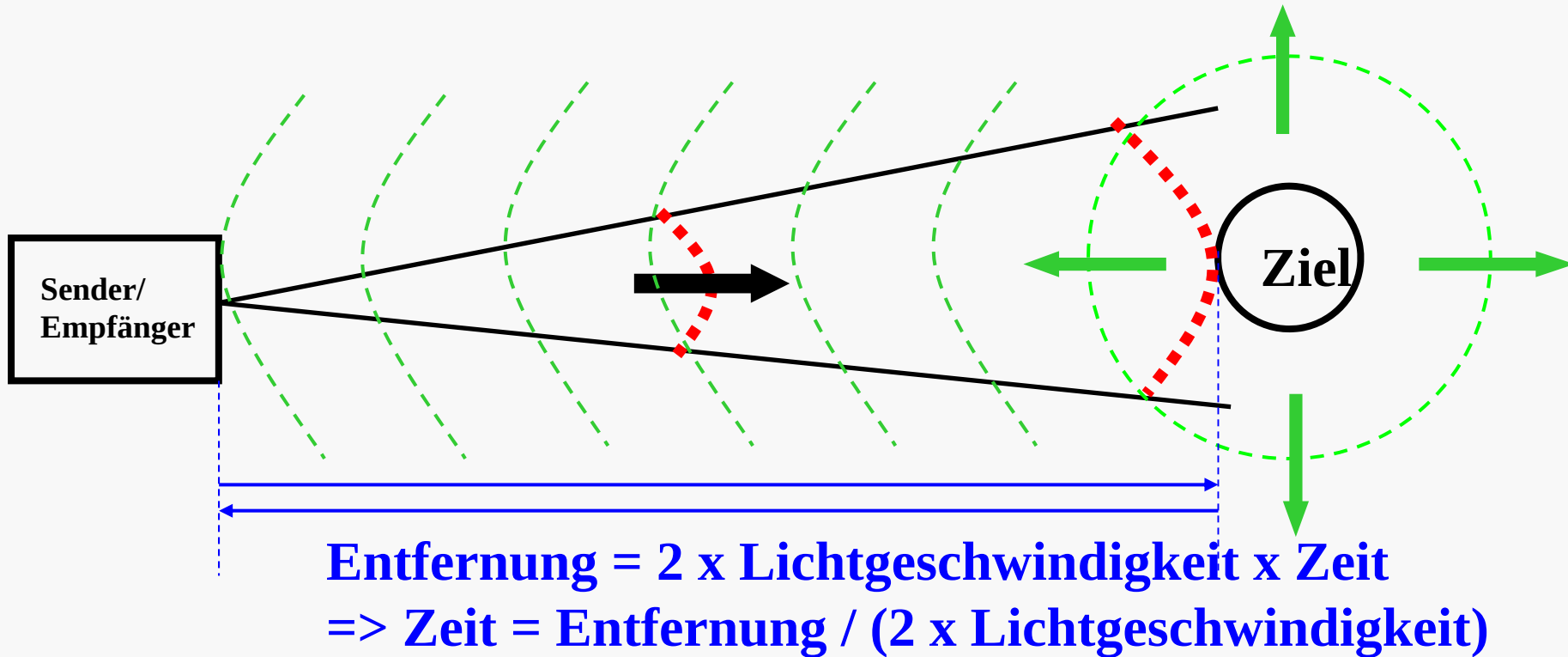
Untersuchungen der Atmosphäre mit Radar



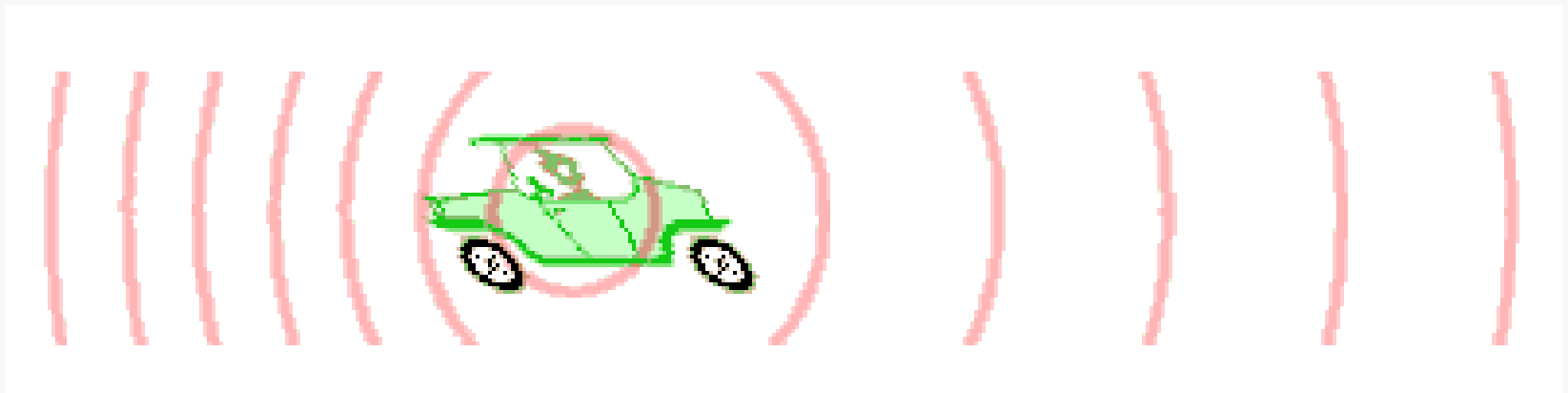
Untersuchungen der Atmosphäre mit Radar



Untersuchungen der Atmosphäre mit Radar

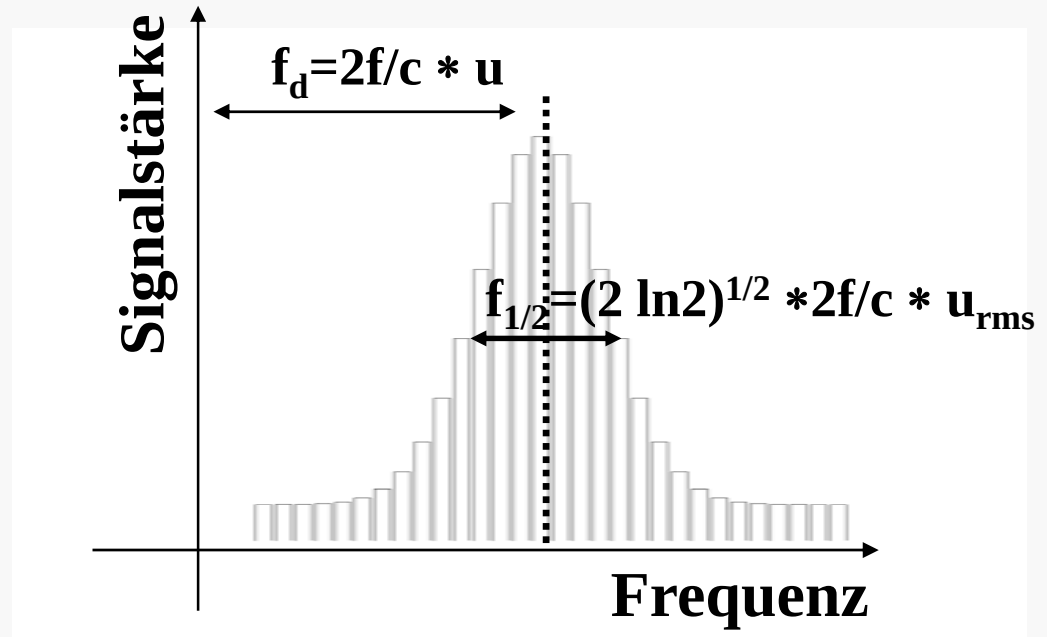
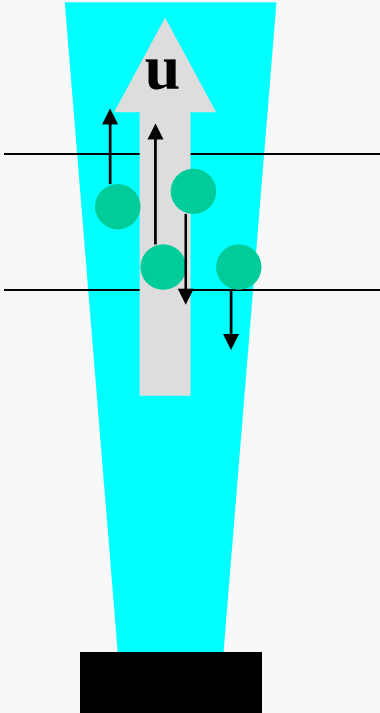


Untersuchungen der Atmosphäre mit Radar: Der Dopplereffekt



Das Doppler-Radar

Beobachtungsgrößen eines Doppler-Radars



Signalstärke (Power) $\sim$ Reflektivität (**Eigenschaften des Ziels**)

Dopplerverschiebung $\sim$ Geschwindigkeit des Ziels entlang des Radarstrahls (**Wind**)

Dopplerverbreiterung $\sim$ Geschwindigkeitsfluktuationen im Zielgebiet (**Turbulenz**)



ABTEILUNG RADAR/RAKETEN

Aktuelle Radarmessungen

Übersicht

Alle Ergebnisse der folgenden Darstellungen haben nur informellen Charakter.
Vor einer anderweitigen Nutzung muß ihre Gültigkeit vom Herausgeber bestätigt werden!

Radar Standort	Radar	Aktuelle Ergebnisse
Andenes (Norwegen)	VHF-MST-Radar (ALWIN)	Mesosphäre (Aktualisierung stündlich) Troposphäre (Aktualisierung stündlich) Meteore
	Andenes-MF-Radar	Mesosphäre (Aktualisierung: stündlich)
	Saura-MF-Radar	Mesosphäre (Aktualisierung: stündlich) Elektronendichte (Aktualisierung: stündlich)
	Meteorradar (SKIYMET)	Meteoorfluss Meteorraten Archiv
Kühlungsborn	VHF MST Radar (QSWIN)	Mesosphäre (Aktueller Plot) Troposphäre Meteore Bildarchiv Meteore
Juliusruh	Juliusruh-MF-Radar	Mesosphäre
	Ionosonde	Aktuelles Ionogramm Ionogramm Archiv
	Meteor radar (SKIYMET 32 MHz & 53 MHz)	Meteoorfluss Meteorraten Archiv

Radars bei verschiedenen Frequenzen, weil:

Ausnutzung verschiedener Streuprozesse: versch. Höhenbereiche; versch. vertikale Auflösung

- **VHF-Radars (~50 MHz)**
PMSE, Winde (80-90km), Turbulenz
- **MF-Radars (~3 MHz)**
Winde (50-85km), Turbulenz
- **Meteor Radars (~30 MHz)**
Meteore, Winde (85-95km), Temperatur (90km)
- **Ionosonde (1-30 MHz)**
Elektronendichten (90-500km)

OSTSEE ZEITUNG

Die Unabhängige für Mecklenburg-Vorpommern



Bad Doberaner Zeitung

Dienstag, 14. Juli 2009

Nr. 161 / 57. Jahrgang - 0,90 € / C 408 A

Leserservice: ☎ 01 802 / 381 365

Anzeigenannahme: ☎ 01 802 / 381 366

www.ostsee-zeitung.de



Das Leibniz-Institut für Atmosphärenphysik Kühlungsborn baut auf der nord-norwegischen Insel Andøya die modernste Radaranlage der Welt.

Fotos (2): Ralph Latteck

IAP baut modernstes Radar der Welt

Die große Radaranlage, die das Leibniz-Institut für Atmosphärenphysik in Norwegen baut, ist die erste in der Welt, die dreidimensionale Abbildungen liefern kann.

Von LUTZ WERNER

Kühlungsborn/Andenes. Auf der nord-norwegischen Insel Andøya, nahe von Andenes, entsteht die modernste Radaranlage der Welt, zugleich eine der größten auf der Erde. Gebaut wird sie auf dem Gelände des Arctic Lidar Observatory for Middle Atmosphere Research (ALOMAR) – des arktischen Lidar-Observatoriums für Forschungen in der mittleren Atmosphäre. Mit 69,28 Grad nördlicher Breite gelegen dicht

kus Rapp das in einfache Worte, was ein Quantensprung bei der Erforschung der Atmosphäre ist. Er hat gemeinsam mit Institutsdirektor Prof. Dr. Franz-Josef Lübken die wissenschaftliche Idee für das Projekt entwickelt.

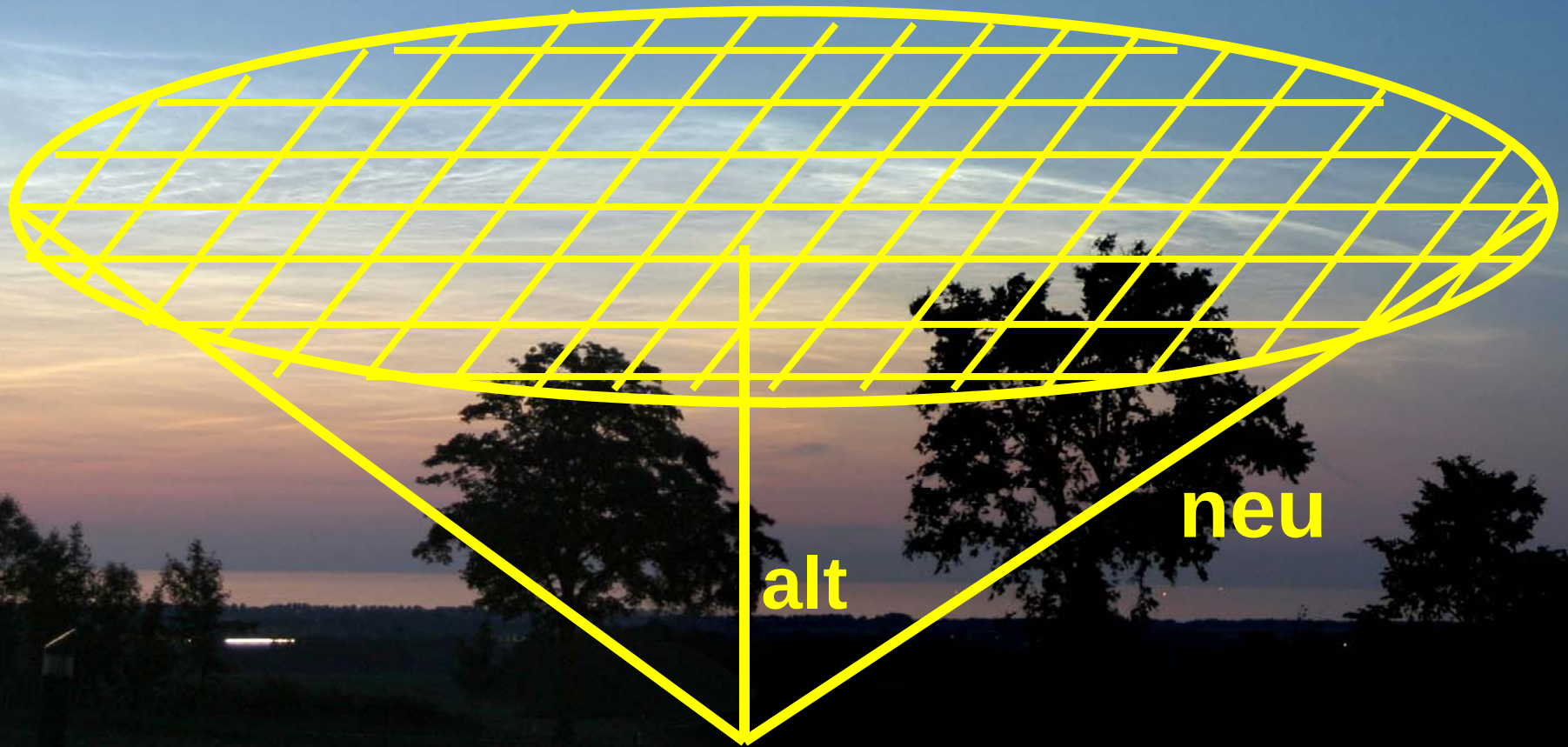
Diese Idee ist einfach, aber genial. Und die Dimensionen des Bauwerks gewaltig. „Herkömmliche, riesige Schüsseln mit einem Durchmesser von 100 Metern und mehr sind sehr teuer, nur langsam schwenkbar und unflexibel. Wir sind einen völlig anderen Weg gegangen“, so Lübken.

Die Wissenschaftler vom IAP konzipierten ein Radarfeld mit einem Durchmesser von 100 Metern, das aus 433 einzelnen Elementen besteht: 433 Betonsockel, angeordnet in



Das Team, das in diesen Wochen in Norwegen an der Radaranlage baut: Tao Ding, Hans-Jürgen Heckl, Dieter Keuer, Thomas Barth, Dr. Ralph Latteck, Christian Schernus, Li Qiang (v. l.). Davon: Jens Wedrich, Gunnar Keuer. Foto: Gunnar Keuer

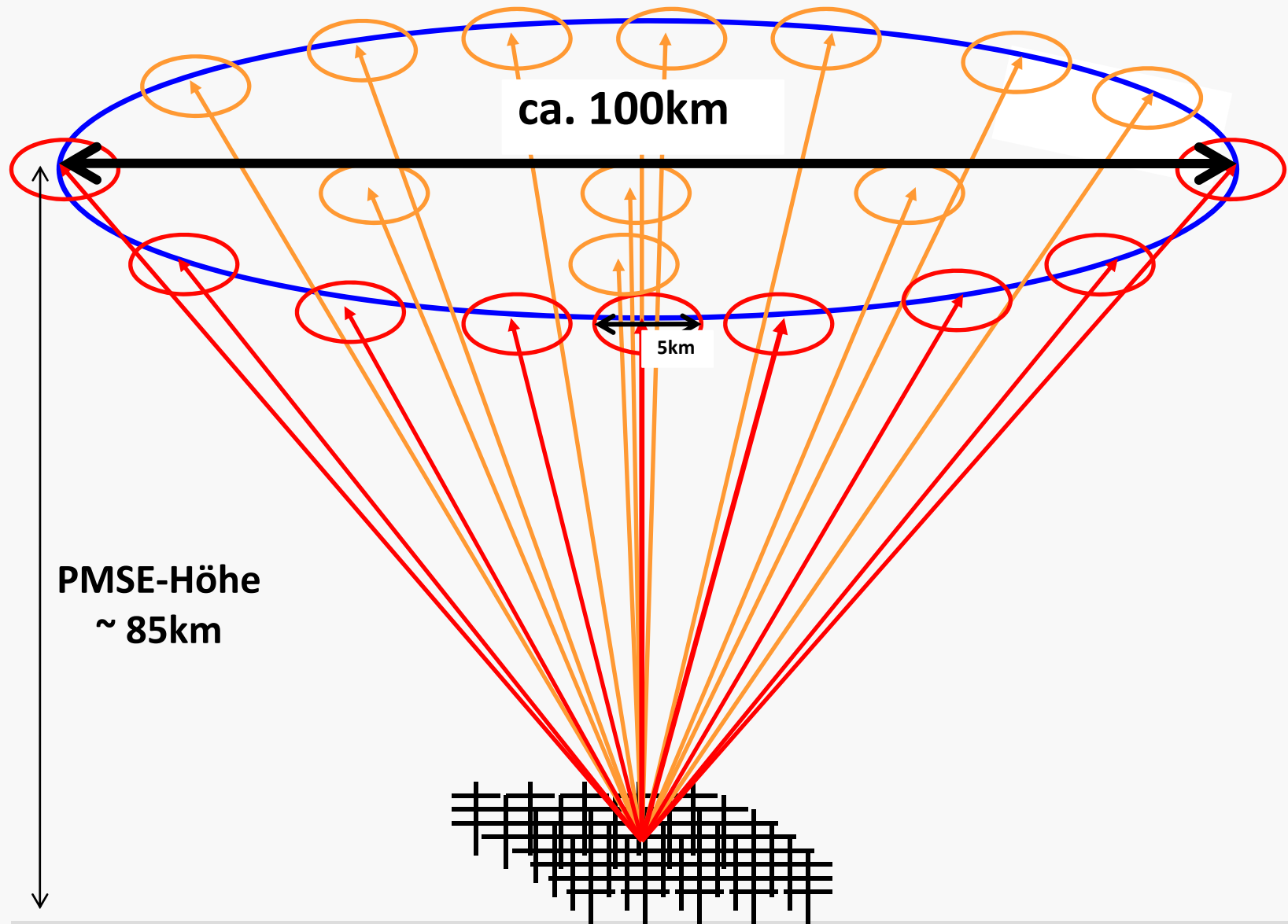




Wozu ein neues Radar?

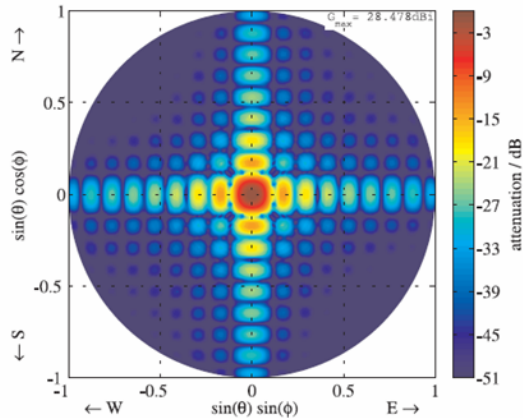
Die Atmosphäre ist dreidimensional strukturiert!

Konzept des neuen VHF-Radars

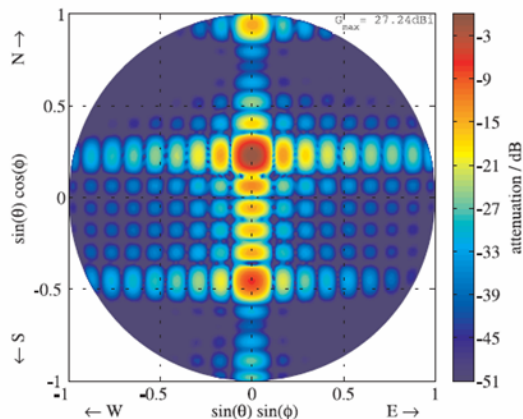


Konzept des neuen VHF-Radars

Antennendiagramme: Zenith
ALWIN



Antennendiagramme: geschwenkt
ALWIN: 14°



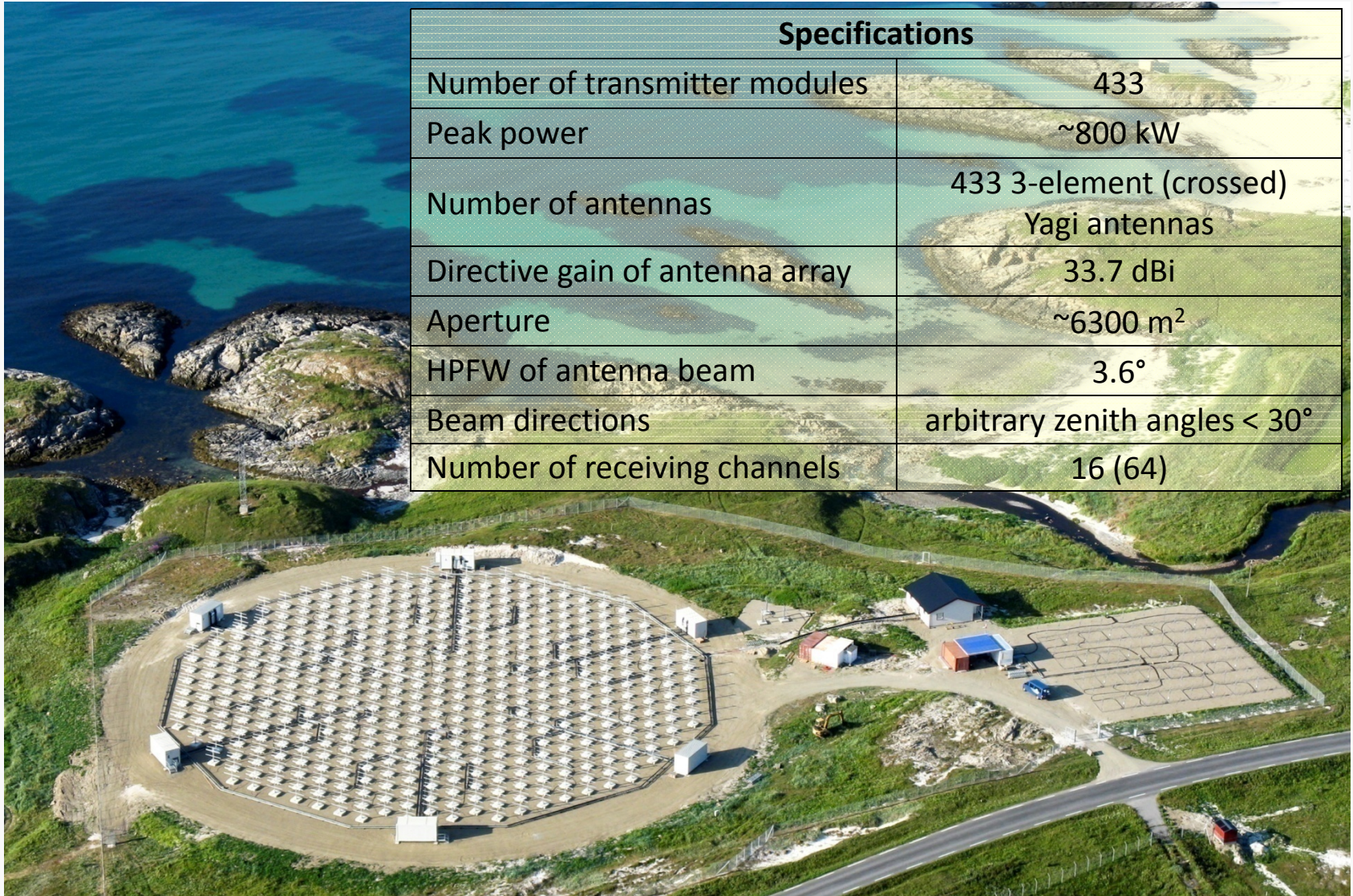
Ein neues MST-Radar in Nordnorwegen

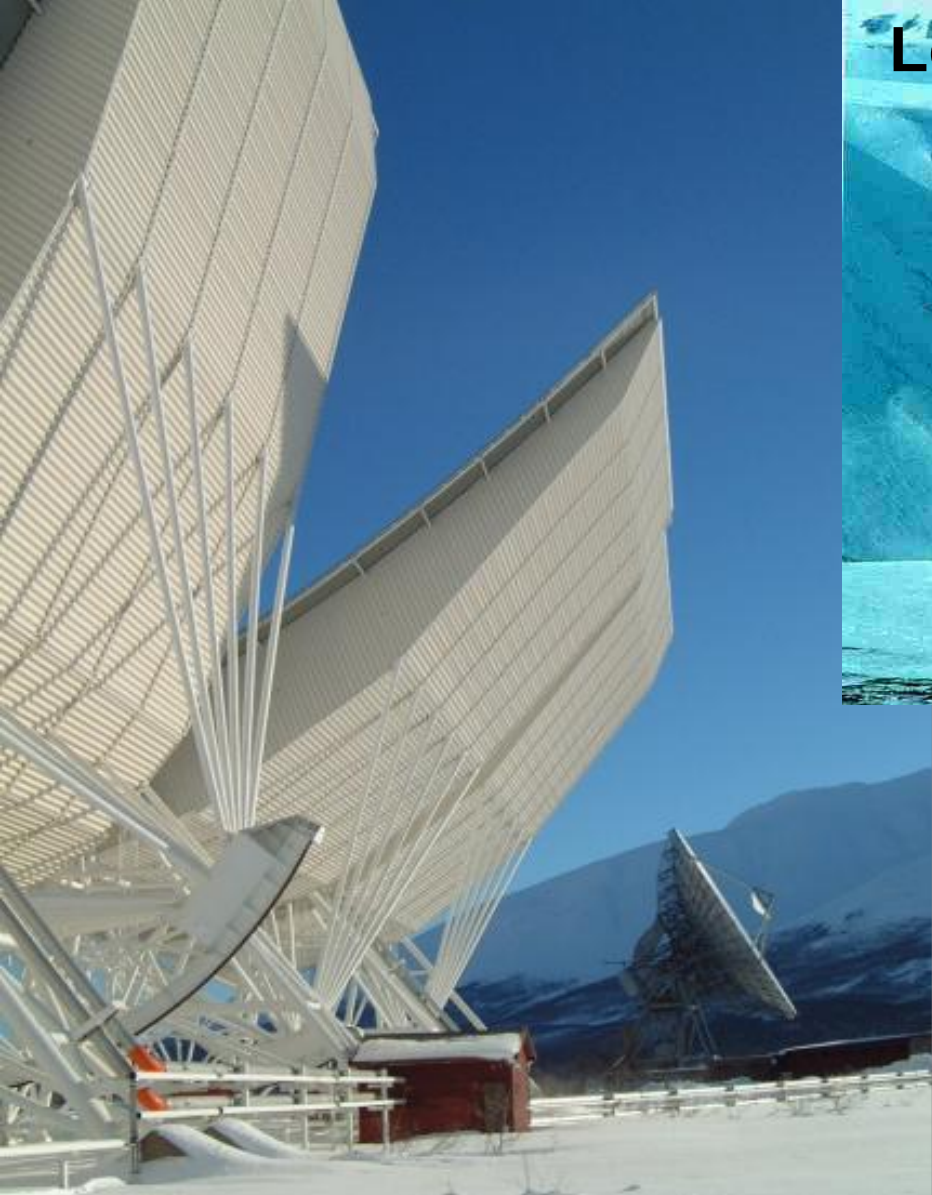


Ein neues MST-Radar in Nordnorwegen



Ein neues MST-Radar in Nordnorwegen





Tromsø/Norwegen
EISCAT VHF 224 MHz
EISCAT UHF 933 MHz



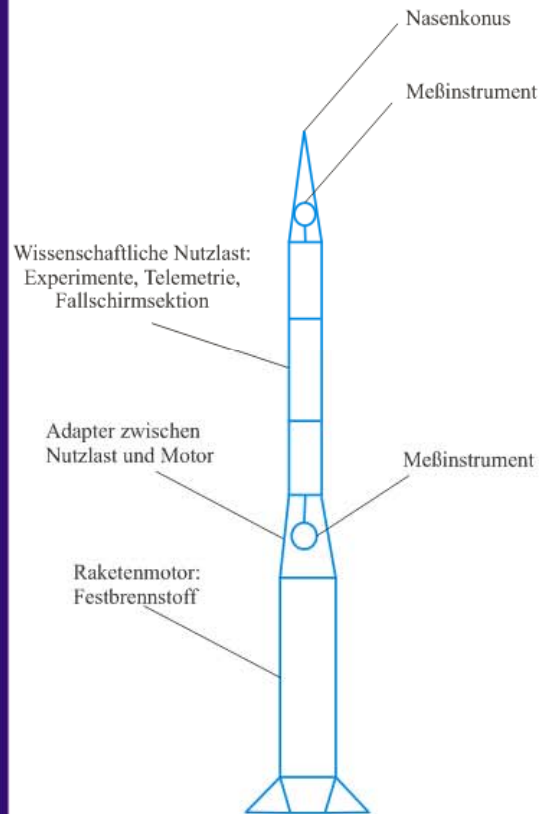
Longyearbyen/Spitzbergen



Arecibo/Puerto Rico

Methoden – 2. Höhenforschungsraketen

Aufbau einer Höhenforschungsrakete

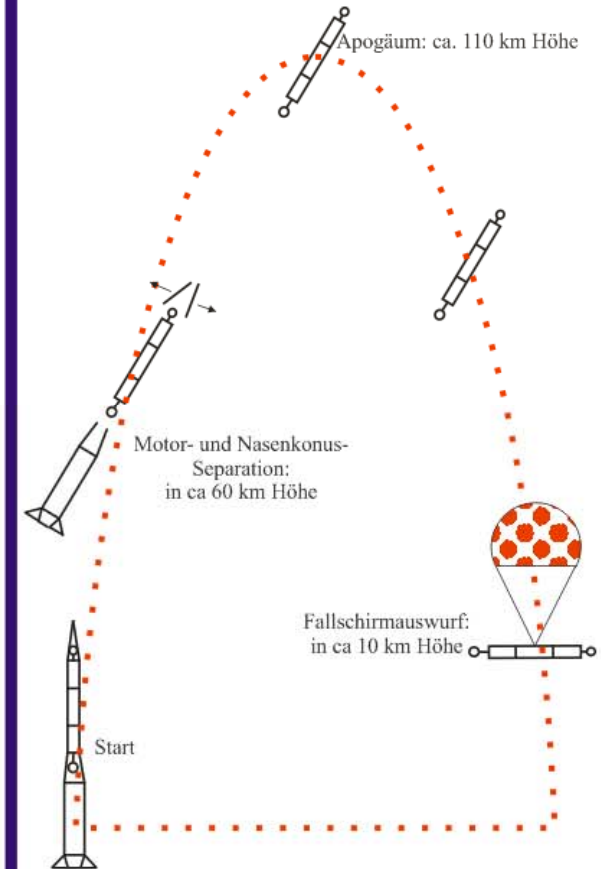


Start einer Höhenforschungsrakete in Ny-Alesund/Spitzbergen, Sommer 2003



Foto: Dr. Boris Strelnikov, Ny-Alesund, 2003

Typische Trajektorie einer Höhenforschungsrakete



Methoden – 2. Höhenforschungsraketen



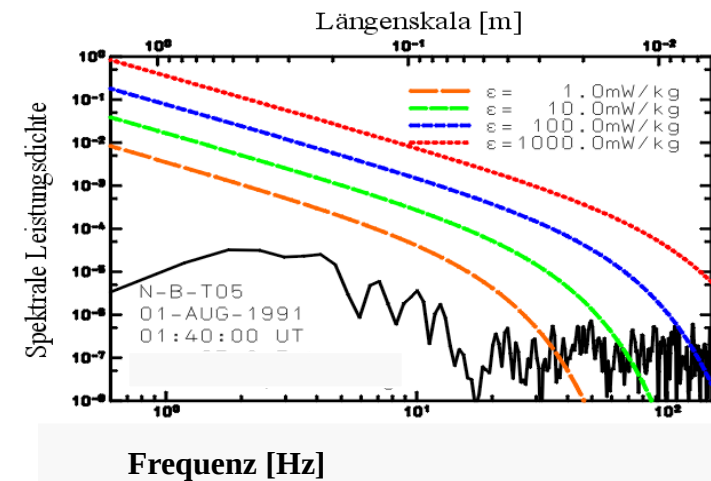
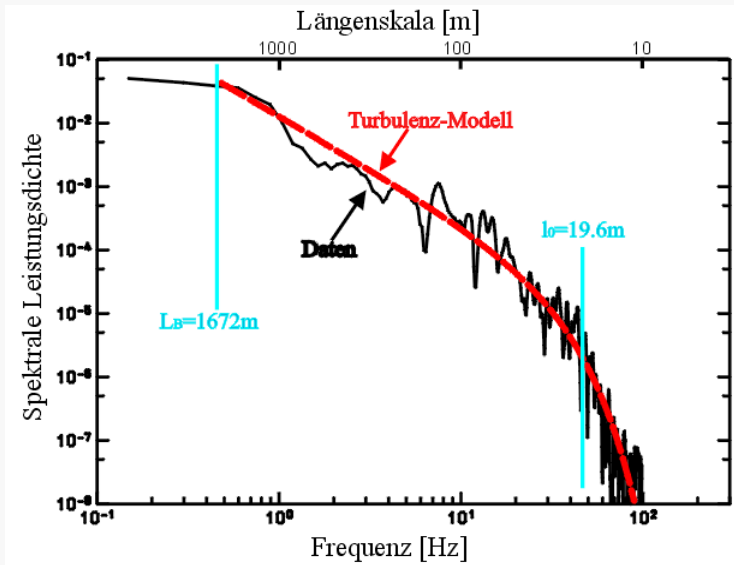
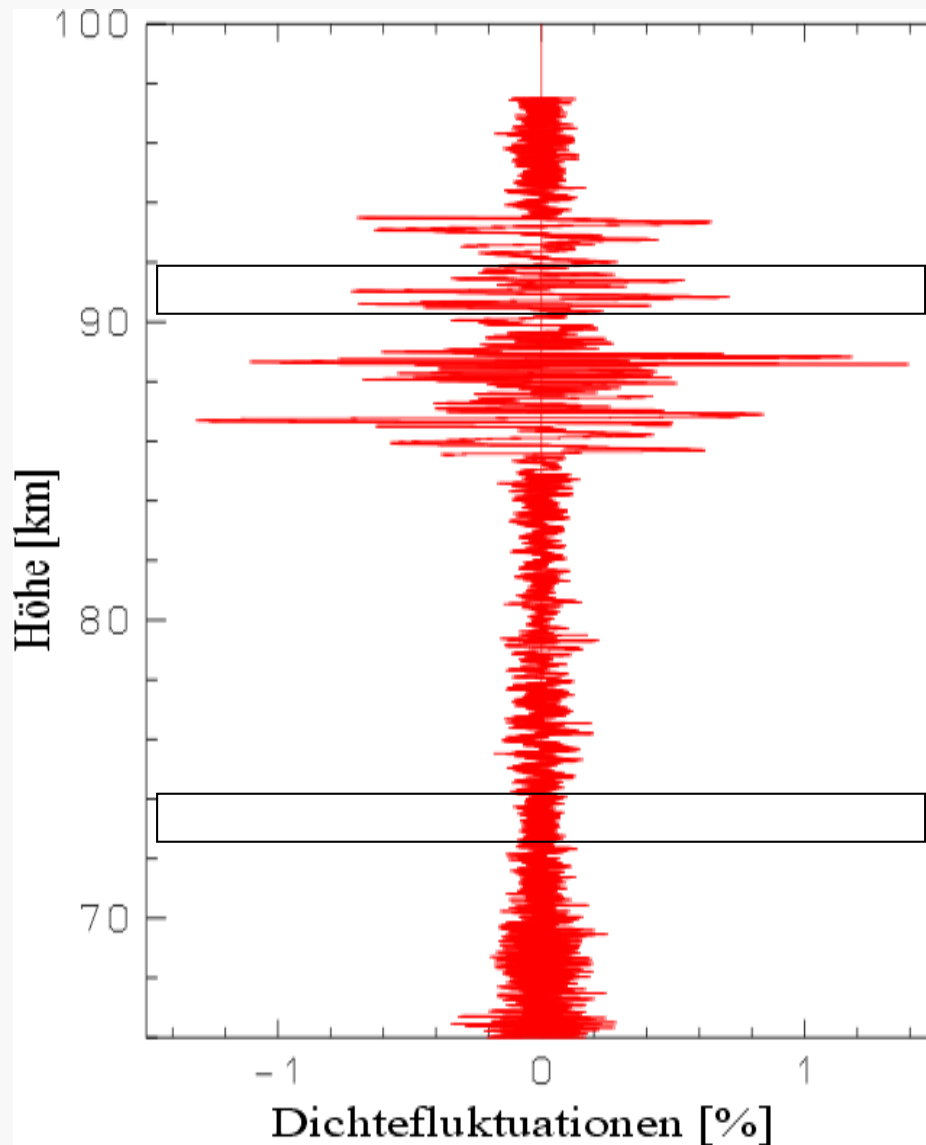
Start von der Andoya Rocket Range, 69°N



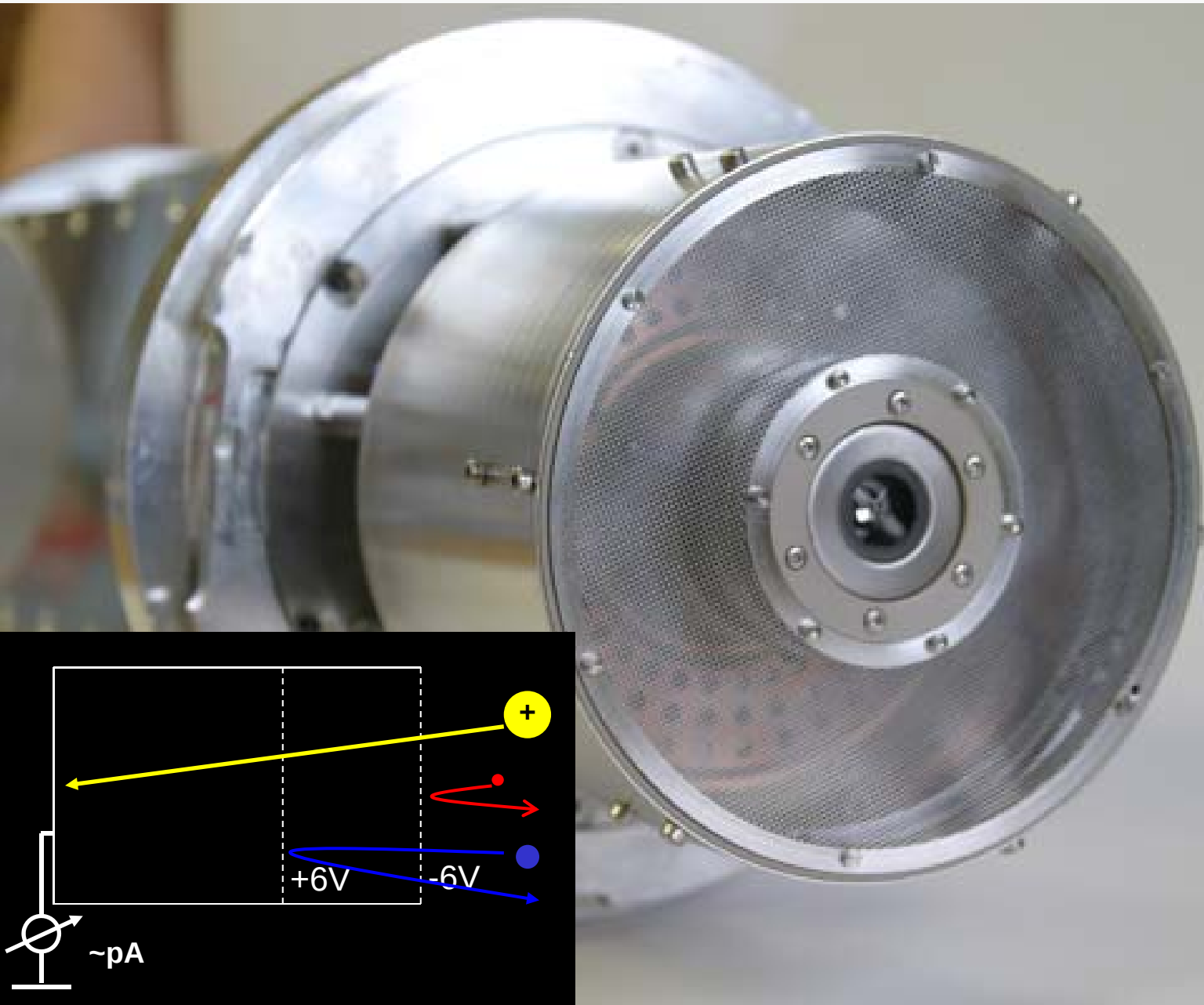
Raketengetragenes Ionisationsmanometer

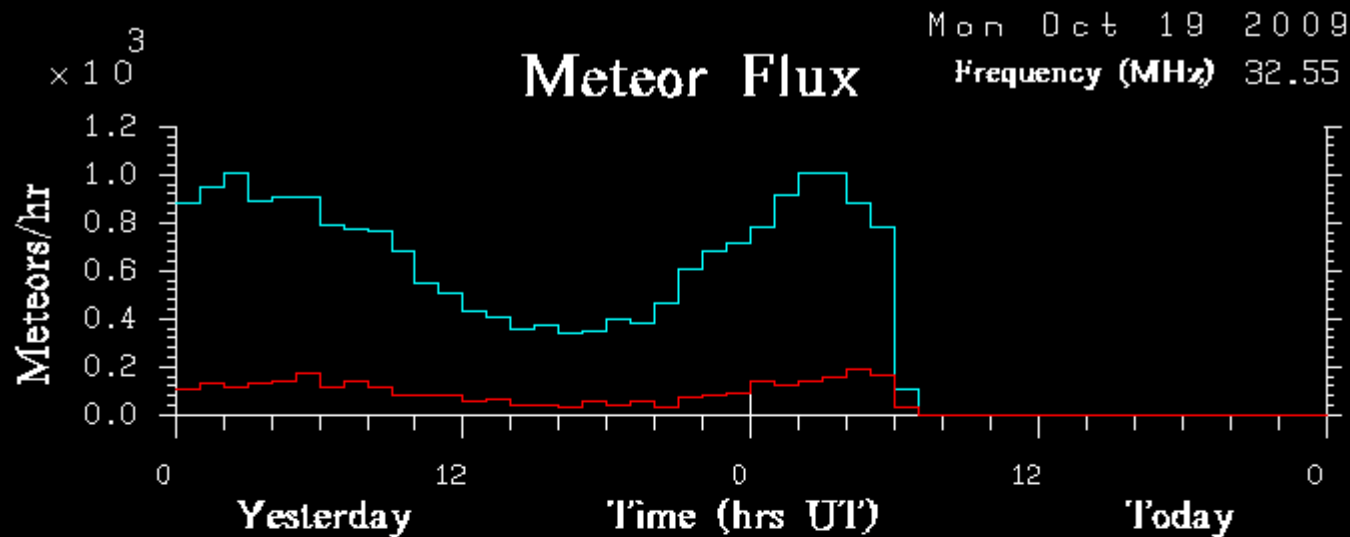


Methoden 1: Turbulenzmessungen mit Hfr

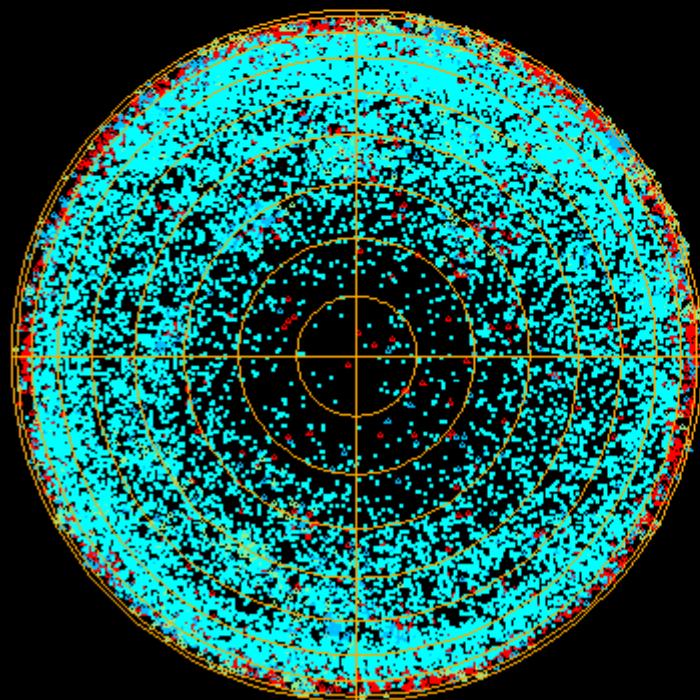


In-situ Messungen von Meteorstaubpartikeln

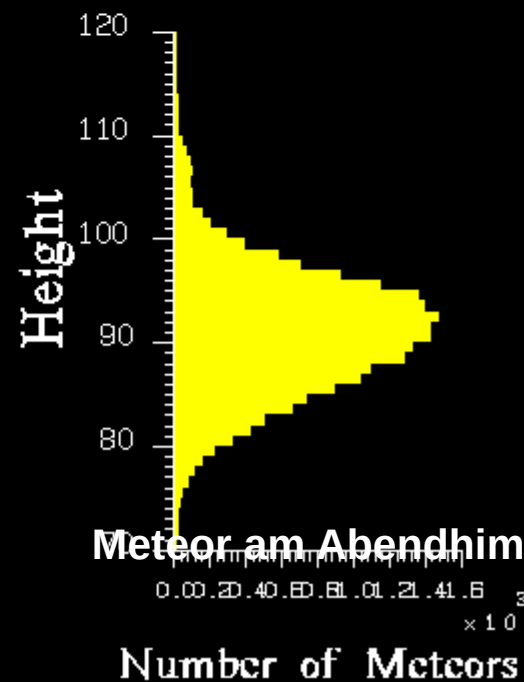




Angular Distribution



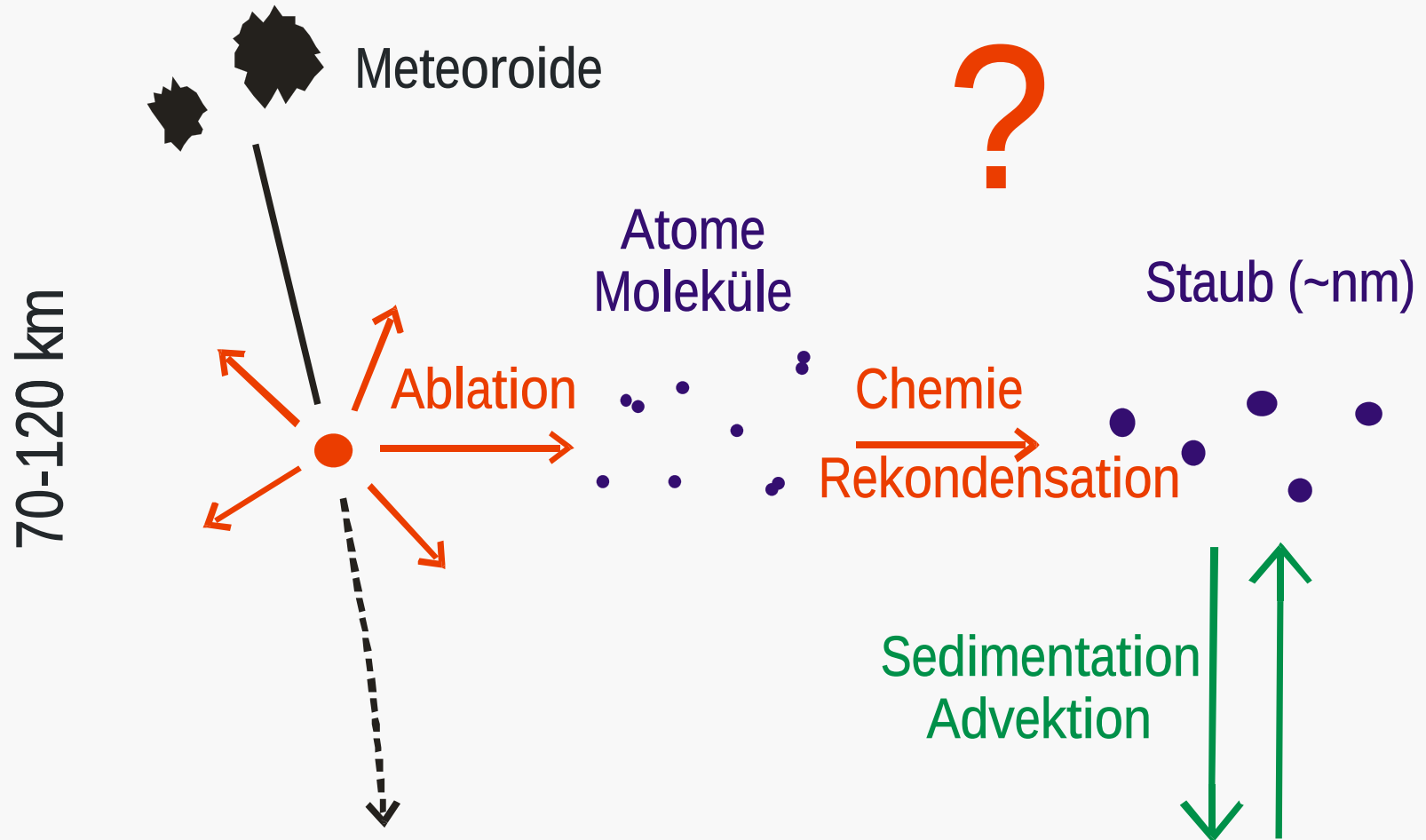
Height Distribution



Meteor am Abendhimmel. (Bild: dpa)

Rostock, 17.01.2009

Meteorstaubteilchen (MSP)



Nach Megner et al., ACP, 2006

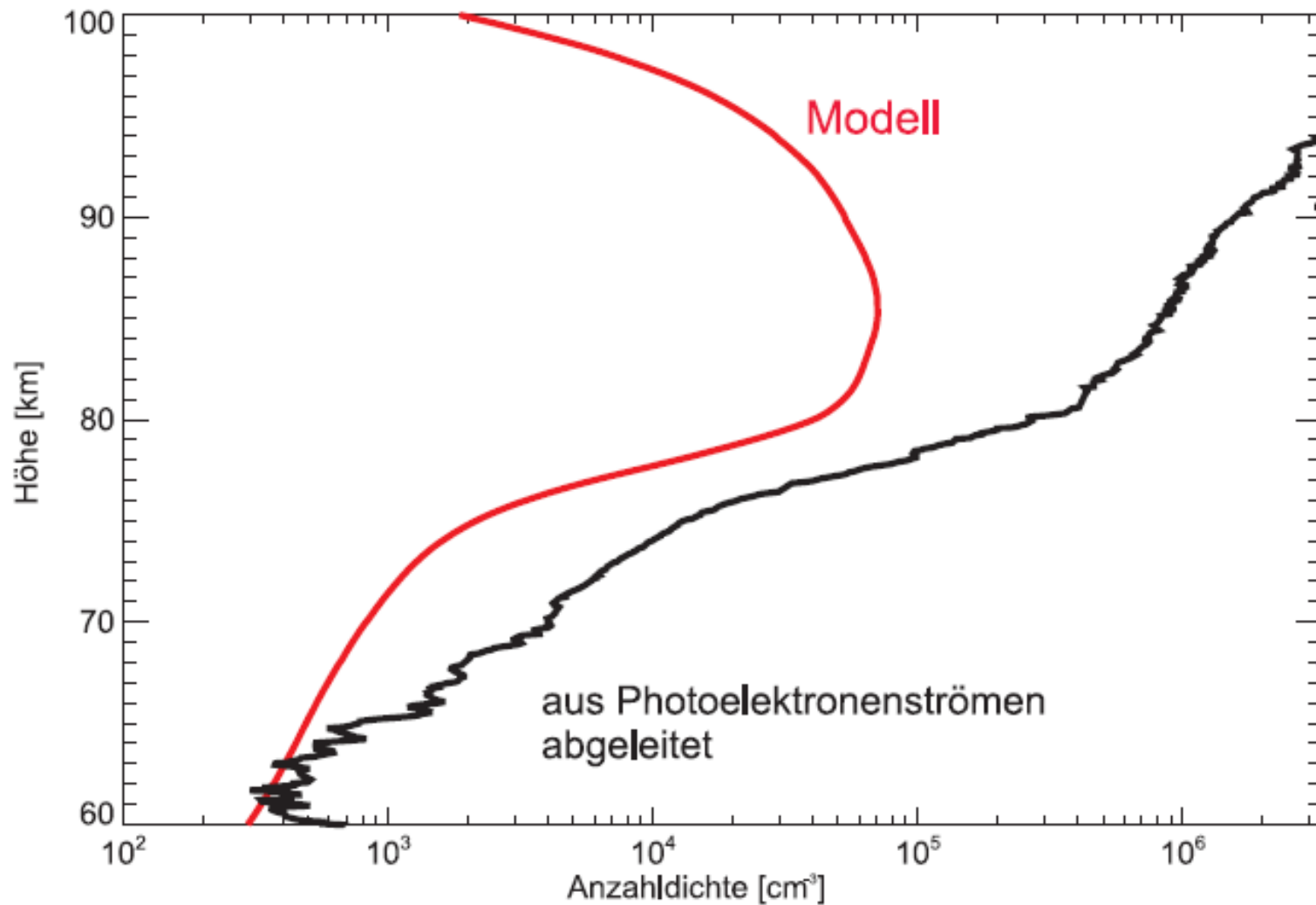
Was wir messen?

Ein Nanopartikel verhält sich in der Größe zu einem Fußball, wie ein Fußball zur Erde.



Nano $\Leftrightarrow 10^{-9}$

Meteorstaubpartikel existieren in der gesamten MA!



[✉ Versenden](#) [🖨 Drucken](#)**Artikel zum Thema**[Auswahl der Experimente für BEXUS 8/9 und REXUS 7/8](#) [Infos für die Teilnehmer](#) [Bildergalerie BEXUS 6/7](#) **Downloads**[REXUS/BEXUS-Poster \(0,29 MB\)](#) [REXUS/BEXUS-Flyer \(0,97 MB\)](#) **Links**[Tagebuch zur REXUS-Kampagne vom 2. bis 13. März bei Kiruna in Nordschweden](#) [DLR-Institut für Raumfahrtssysteme](#) [DLR Raumflugbetrieb - Mobile Raketenbasis - MORABA](#) [EuroLaunch](#) [Projektseite REXUS/BEXUS](#) [Swedish Space Corporation](#) [REXUS-Experimente bei SSC](#) [BEXUS-Experimente bei SSC](#) [ESA-Education](#) **REXUS und BEXUS****Das deutsch-schwedische Studentenprogramm**

Das Programm REXUS/BEXUS (**R**aketen- und **B**allon-**E**xperimente für **U**niversitäts-**S**tudenten) bietet Studenten die Möglichkeit, wissenschaftliche und technische Experimente auf Raketen und Ballonen unter speziellen Atmosphärenbedingungen durchzuführen.

Die Experimente werden in Form kleiner Projekte durchgeführt. Sie beginnen mit der Idee und Planung und enden mit der Veröffentlichung der Ergebnisse. Dazwischen bauen und testen die Studenten die Experimentausrüstung, führen die Versuche in der Rakete oder beim Ballonflug durch und werten die gewonnenen Daten aus. Es gibt einen festen Zeitplan mit definierten Meilensteinen. Die Projektlaufzeit für ein REXUS-Experiment beträgt etwa 1,5 Jahre, für ein BEXUS-Experiment rund ein Jahr.

Die DLR Raumfahrt-Agentur und das Institut für Raumfahrtssysteme des Deutschen Zentrums für Luft- und Raumfahrt werden die deutschen Teilnehmer während der gesamten Projektzeit begleiten und unterstützen. Die Studenten werden außerdem mit EuroLaunch, einer Kooperation der Swedish Space Cooperation SSC und der Mobile Raketenbasis MoRaBa des DLR in Oberpfaffenhofen, sowie dem DLR-Institut für Raumfahrtssysteme in Bremen zusammenarbeiten. EuroLaunch führt die Starts der Raketen und Ballone von Esrange bei Kiruna in Schweden durch.

Jedes Jahr sollen im März zwei REXUS-Raketen und im September zwei BEXUS-Ballone starten. Die Raketen durchfliegen drei Schichten der Atmosphäre, die Tropo-, Meso-, Stratosphäre, und erreichen die Thermosphäre in einer Höhe von etwa 100 Kilometern. Ihre Stabilisierung erfolgt durch Drehung mit vier Hertz um ihre Längsachse.

Eine der beiden Raketen wird bei Bedarf mit einem Yo-Yo-System ausgestattet. Dieses reduziert die Drehung in der Freiflugphase auf ein zwölfstel Hertz, so dass auch Experimente in reduzierter Schwerkraft durchgeführt werden können. Die Raketen bieten während des ballistischen Flugs Experimentenzeiten von bis zu fünf Minuten, die Phase reduzierter Schwerkraft dauert ungefähr eineinhalb Minuten.

Die Stratosphärenballone BEXUS fliegen ungesteuert. Sie erreichen eine Höhe von rund 35 Kilometern. Ihre Flug- und damit die Experimentzeit beträgt windabhängig zwei bis fünf Stunden. Die DLR Raumfahrt-Agentur und die Schwedische Nationale Raumfahrt-Behörde SNSB haben ein Abkommen zur gemeinsamen Durchführung der Studentenprogramme REXUS geschlossen. Daher stehen je 50 Prozent der Raketen- und Ballon-Nutzlasten deutschen und schwedischen Studenten zur Verfügung. SNSB hat den schwedischen Anteil für Studenten der übrigen ESA-Mitgliedsstaaten geöffnet.

Im September jeden Jahres schreiben die Raumfahrt-Agenturen einen neuen Ideenwettbewerb für das Programm aus. BEXUS startet jeweils im darauf folgenden und REXUS im übernächsten Jahr.

Kontakt**Maria Roth** 

Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR)
Raumfahrt-Agentur
Bonn-Oberkassel
Tel.: +49 228 447-324
Fax: +49 228 447-735



Die Forschungsrakete REXUS ist bereits auf der Startrampe montiert.
Bild: DLR

Rexus: Studenten bauen Raketenexperimente

Danke für Ihr Interesse!

**Leuchtende Nachtwolken
Kühlungsborn
Sommer 2003**



IAP NLC camera 54N 12E Sat Jul 12 21:14:38 UTC 2003