

...more than
telecommunication

- ▶ willkommen
- ▶ welcome
- ▶ bienvenue

4your mobile 4your solutions 4your production

Workshop Wettersatellitenempfang im Klassenzimmer

Unsere Erde aus dem Weltraum betrachtet



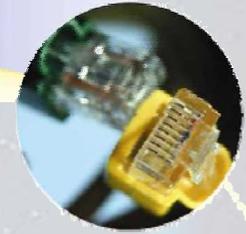
VIERLING



Die Grundidee des Schulprojektes Wettersatellitenempfang im Klassenzimmer

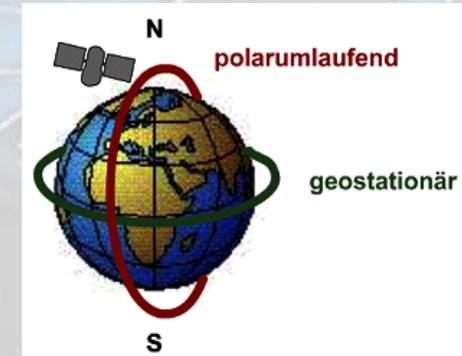
- Praktische Anwendung des erlernten Stoffes
- Eigeninitiative der Schüler wird gefördert
- Aktives Lernen an praktischen Beispielen
- Interessanterer Unterrichtsablauf
- Besserer Bezug zu technischen Anwendungen im Alltag
- Einsatz und Anwendung in allen naturwissenschaftlichen Fächern

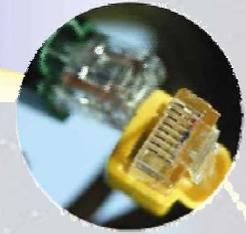




Weitere Themenbereiche:

- Entstehung von Wolken und Wirbelstürmen
- Dopplereffekt bei Satelliten
- Darstellung und Berechnung von Satellitenbahnen
- Satellitentypen und ihr Einsatz im täglichen Leben
- Bodenerwärmung in den verschiedenen Regionen Europas
- Informatik, Umgang mit Programmen, Dateien, Datenbanken
- Verteilen der Wetterbilder über das Schul-Internet und andere Bildungseinrichtungen
- Ableiten von Facharbeiten





Was leistet das Satellitenempfangssystem?

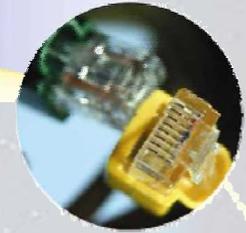
- Wetterbeobachtungen im Umkreis von 6.000 km um den eigenen Standort
- Empfang der Bilder an jedem Ort der Erde
- Automatischer Empfang der verschiedenen NOAA - Wettersatelliten
- Online-Verbindung zum Satelliten während des Überfluges
- Aktuelle Wetterbilder, unabhängig vom Internet und anderen Quellen
- Aktuelle Wetterbilder im sichtbaren und infraroten Bereich mit Boden-, Wolken- und Gewässertemperaturen
- Mobiler Einsatz ohne besondere Vorrichtungen
- Softwareregistrierung aktiviert zusätzliche Leistungsmerkmale: Ländergrenzen, Entfernungsmessung und Koordinatensystem



Die Satellitenempfangsanlage WEATHERMAN und ihre Komponenten

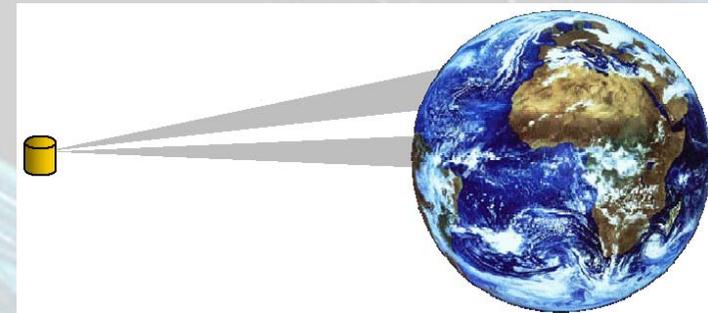
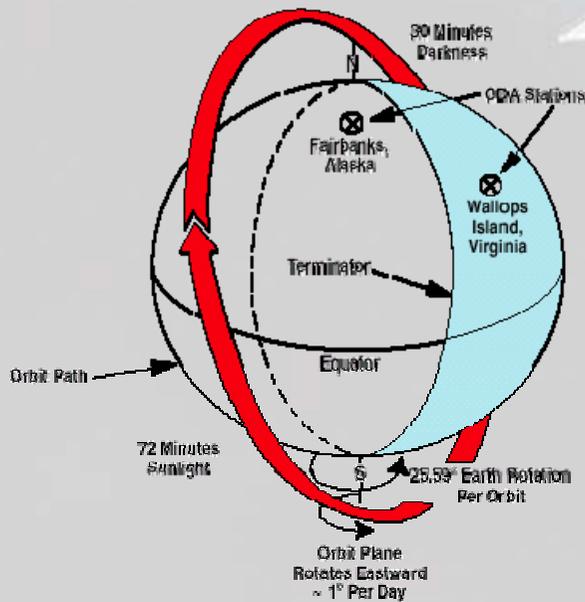
- QFH-Antenne mit Koaxialkabel
- Audiokabel und Steckernetzteil
- Weather Satellite Receiver für 137 MHz
- CD mit Dokumentation und Software





Polar umlaufende Satelliten

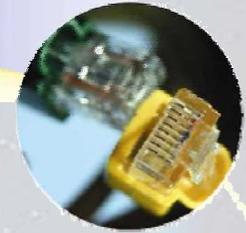
Während die polar umlaufenden Satelliten wie die vom Typ NOAA (National Oceanographic and Atmospheric Administration) ein "unendlich" langes Bild von ihrer Überflugbahn ohne Anfang und Ende aussenden, haben die Bilder der geostationären Trabanten Anfang und Ende, die durch Start- und Stopptöne gekennzeichnet sind.



ORBITAL CHARACTERISTICS

Apogee	870 km (470 nmi)
Perigee	870 km (470 nmi)
Minutes per orbit	102.14
Degrees inclination	98.7442

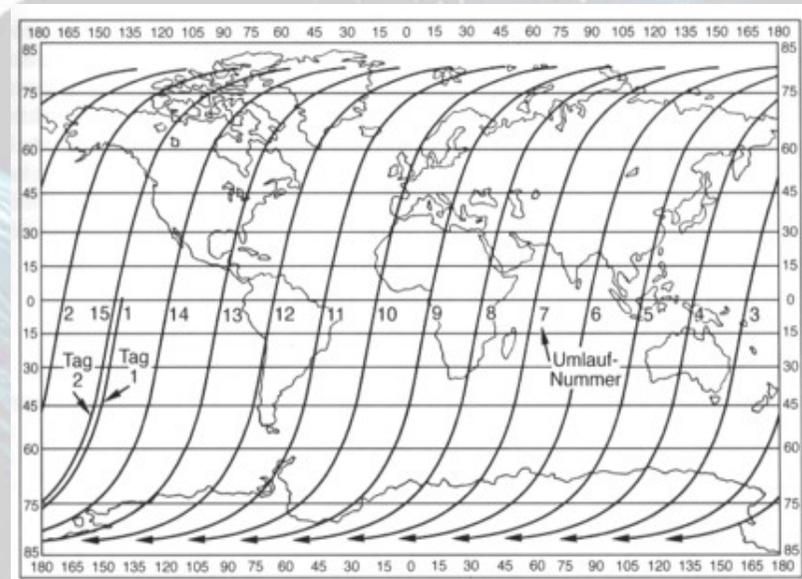
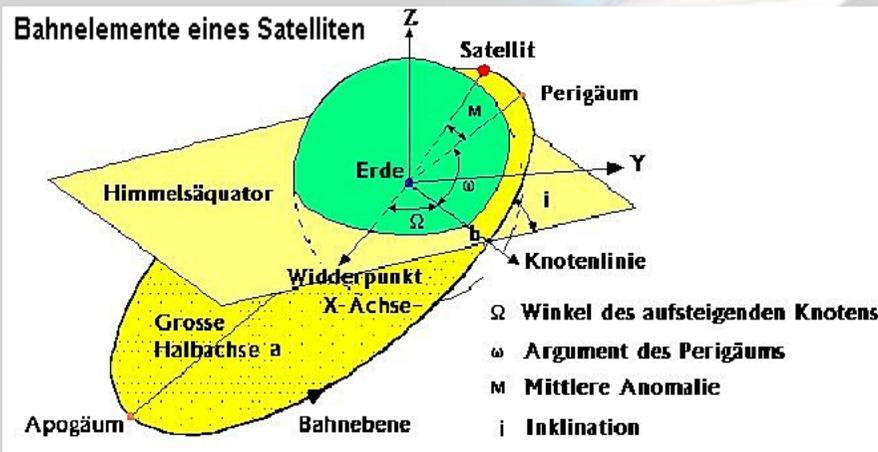




Der Bahnverlauf der NOAA Satelliten auf die Erdoberfläche projiziert

Polar umlaufende Satelliten sind nur während ihres Überfluges des jeweiligen Empfangsstandortes zu empfangen. Für die Berechnung der Flugbahn helfen Bahn-Berechnungsprogramme wie „**WXTRACK**“, die aus den Keplerelementen der Satelliten die aktuelle Position und den Zeitpunkt des Überfluges berechnen. Das Programm „WXtrack“ kann kostenfrei aus dem Internet geladen werden:

www.satsignal.net → Software



TWO-LINE-Datensätzen

NOAA 19

1 33591U 09005A 09051.16116254 -.00000151 00000-0 -60318-4 0 156

2 33591 98.7337 0.0423 0013479 212.6686 147.3647 14.10935311 1937

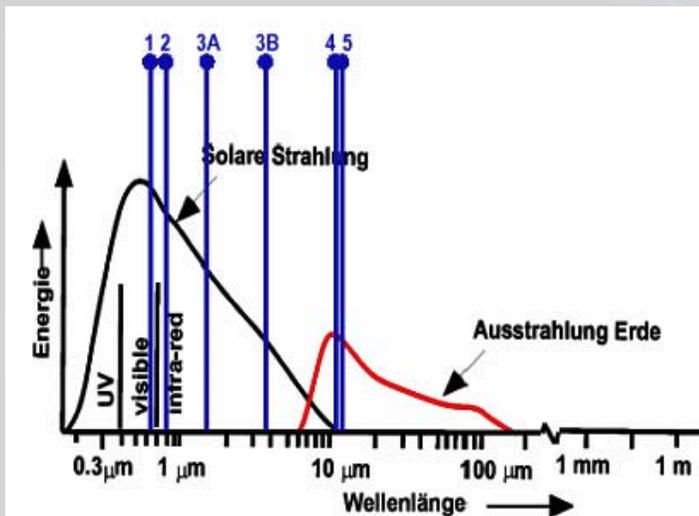
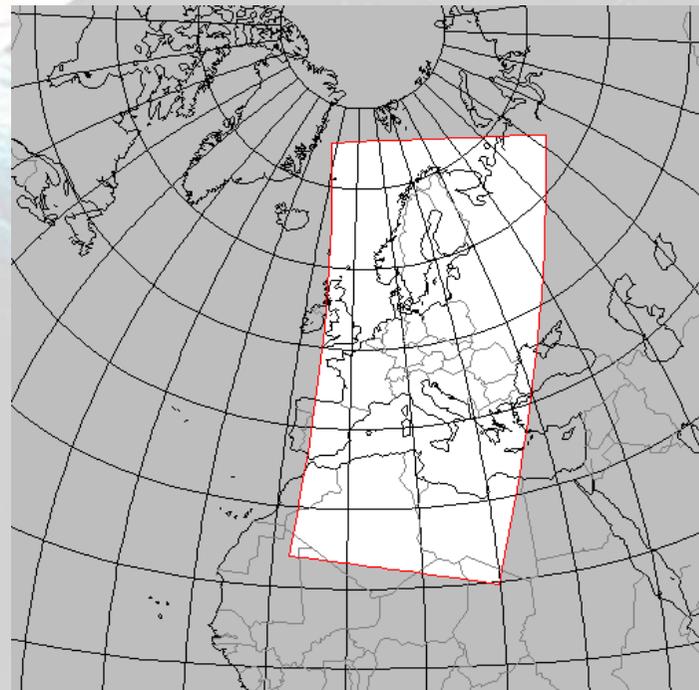




NOAA Satelliten scannen das überflogene Gebiet

Mit dem **Advanced Very High Resolution Radiometer** wird das überflogene Gebiet in 5 Spektralkanälen abgetastet. Die NOAA Satelliten senden diese Daten als APT-Bilder (**A**utomatic **P**icture **T**ransmission) im Bereich von 137 MHz aus. Das empfangene Funksignal welches von der Empfangsstation decodiert wird, zeigt das jeweilige überflogene Gebiet wie hier im Bild. Die Überflüge der NOAA Satelliten liefern ein Bild mit einer Breite von ca. 3000 km und einer Länge von ca. 6000 km. Die Bildauflösung aus einer Umlaufbahnhöhe von 820 km beträgt dabei 4 km x 4 km.

Radiometrische Genauigkeit:
10bit \Rightarrow 1024 Graustufen

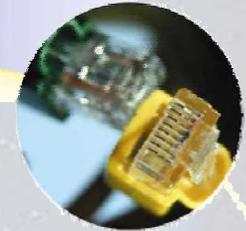




Anwendungsbereiche Physik, Mathematik und Informatik: Dopplereffekt

- Durch die relativ hohe Bahngeschwindigkeit der Satelliten von 7,4 km/s kommt es bei der Empfangsstation zu einer Frequenzverschiebung der Empfangsfrequenz von +/- 3 kHz.
- Durch Messen der Regelspannung am Receiver kann dieser Effekt beim Überflug des Satelliten den Schülern vorgeführt werden.
- Beispiel: Frequenzabweichung eines Autos bei einer Reisegeschwindigkeit von 160 km/h und einer Bahngeschwindigkeit des Satelliten von 7,4 km/s.





$$f_e = f_s (1+v/c_0)$$

f_e = vom Empfänger aufgenommene Frequenz

f_s = vom Sender abgestrahlte Frequenz

v = (+/-) rel. Geschwindigkeit zwischen Sender und Empfänger

c_0 = Lichtgeschwindigkeit in $3,0 \cdot 10^8 \text{ ms}^{-1}$

Geschwindigkeit Satellit:

$$v = (2\pi(r+h))/T = (2\pi(6371\text{km}+800\text{km}))/102\text{min} = 7,36\text{kms}^{-1}$$

Beim „Aufgang“ des Satelliten

$$f_o = 137,5000\text{MHz} * (1+7360\text{ms}^{-1} / 3 \cdot 10^8\text{ms}^{-1})$$

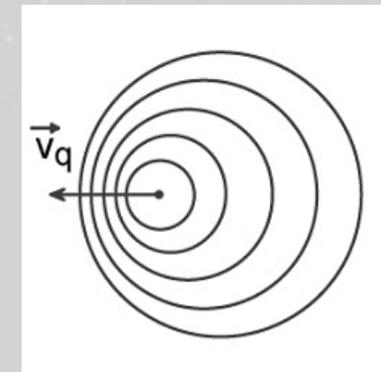
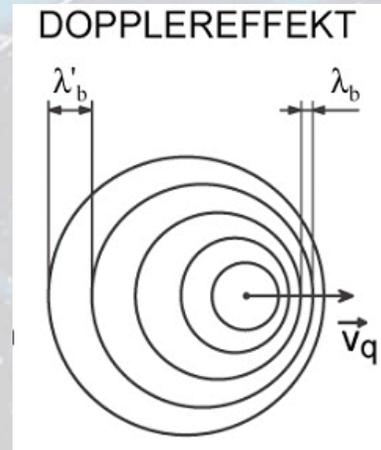
$$f_o = 137,50337\text{MHz} \quad f_{\text{doppler}} = +3,37\text{kHz}$$

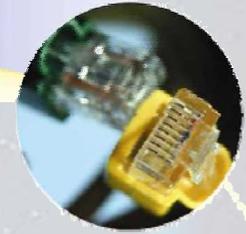
Beim „Untergang“ des Satelliten

$$f_o = 137,5000\text{MHz} * (1+(-)7360\text{ms}^{-1} / 3 \cdot 10^8\text{ms}^{-1})$$

$$f_o = 137,49663\text{MHz} \quad f_{\text{doppler}} = -3,37\text{kHz}$$

Beim „Untergang“ des Satelliten kehrt sich das Vorzeichen der rel. Geschwindigkeit um (-)



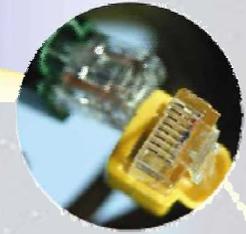


Beim „Überkopfflug“ $v=0$ → keine Dopplerverschiebung
Im Satellitenempfänger muss die Frequenzverschiebung mit der AFC Regelung elektronisch ausgeglichen werden.

Mögliche Übungsaufgabe:

Ermittle die Frequenzverschiebung, wenn beim Radioempfang im Auto eine Frequenz von 107,6 MHz eingestellt ist und das Auto mit 160 km/h auf der Autobahn fährt. Vergleiche die Ergebnisse untereinander. Ist eine AFC (**A**utomatic **F**requency **C**ontrol) Schaltung im Autoradio unbedingt erforderlich?

- Ermittlung der Größenunterschiede bei unterschiedlichen Reisegeschwindigkeiten und Interpretation der Ergebnisse.
- Tritt beim Empfang von geostationären Satelliten wie ASTRA, METEOSAT oder HOT-BIRD auch eine Dopplerverschiebung auf?



Frequenz , Wellenlänge und Ausbreitung

Die NOAA Satelliten senden mit einer Frequenz von 137,5 MHz oder 137,62 MHz

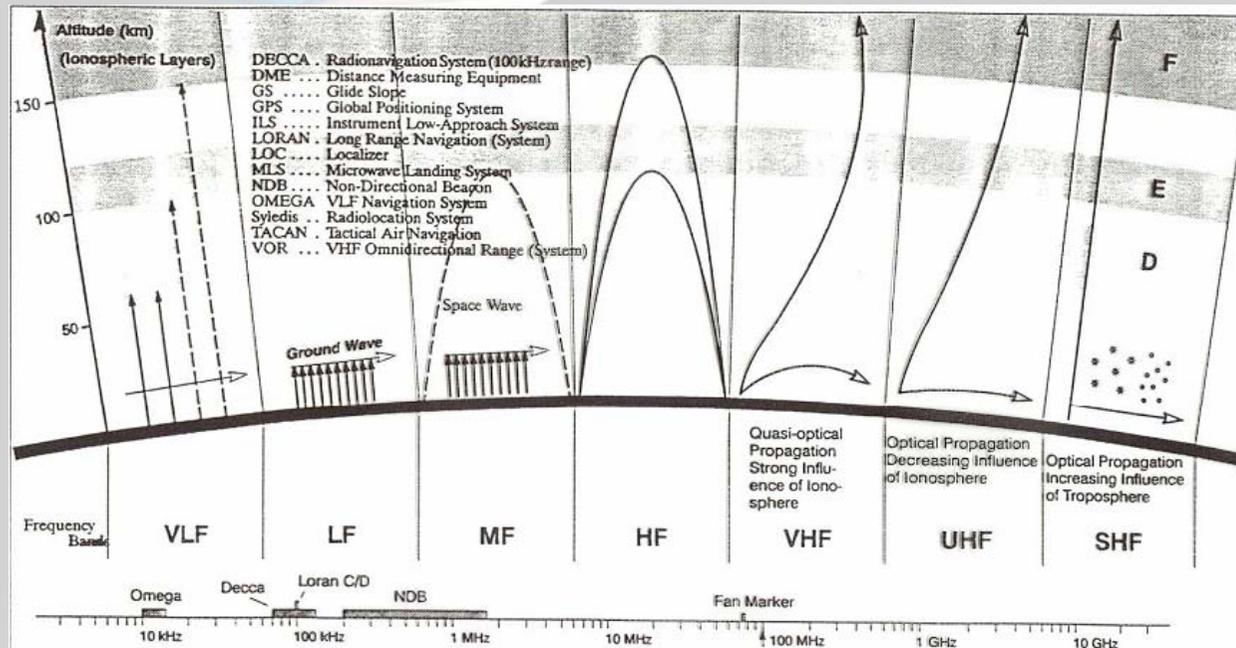
Die Wellenlänge bestimmt sich wie folgt:

$$\lambda = \frac{c}{f}$$

f = Frequenz in Hz

c₀ = Lichtgeschwindigkeit in 3,0*10⁸ ms⁻¹

λ = Wellenlänge in m





Kreisbahnen um die Erde

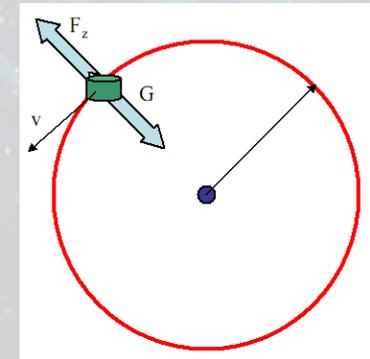
Ein Satellit wird durch die Erdanziehung auf seiner Kreisbahn um die Erde gehalten. Dies kann so beschrieben werden:

$$\frac{4\pi^2 (R+h)}{T^2} \downarrow \bar{G} = G \frac{M}{(R+h)^2}$$

wobei T=Umlaufzeit; R=Radius d. Erde = 6370 km;
M=5.976 · 10²⁴ kg; G=6.67·10⁻¹¹ Nm²kg⁻²

$$h = \sqrt[3]{\frac{GMT^2}{4\pi^2}} - R$$

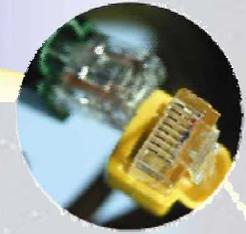
Höhe des Satelliten über der Erdoberfläche
Für T=24h → h=35.877 km



Umgekehrt lässt sich natürlich aus der Höhe über der Erde die Umlaufzeit bestimmen:

$$T = \sqrt{\frac{4\pi^2 (R+h)^3}{GM}}$$

Für einen Satelliten, der 370 km über der Erde kreist, ergibt sich so eine Umlaufzeit von ca. 92 Minuten. Das entspricht der typischen Umlaufzeit des ISS.



- **Lösungsvorschläge**

In den Aufgaben wurde immer angenommen, dass alle Satelliten in der Äquatorialebene der Erde kreisen. In Wirklichkeit ist das natürlich nicht für alle Satelliten richtig.

- **Gravitationsgesetz**

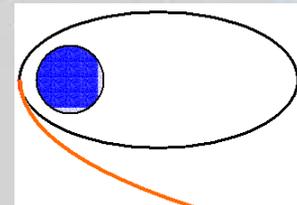
Basierend auf den folgenden Informationen, können weitere Aufgaben konstruiert werden. Grundlage sind das Gravitationsgesetz und die Zentripetalbeschleunigung.

- **Fluchtgeschwindigkeit**

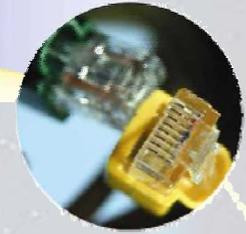
$$v = \sqrt{\frac{2GM}{R}}$$

Berechnung nur mit Integralrechnung möglich,

wobei $G=6.67 \cdot 10^{-11} \text{ Nm}^2\text{kg}^{-2}$; $M=5.976 \cdot 10^{24} \text{ kg}$; $R=6370 \text{ km}$

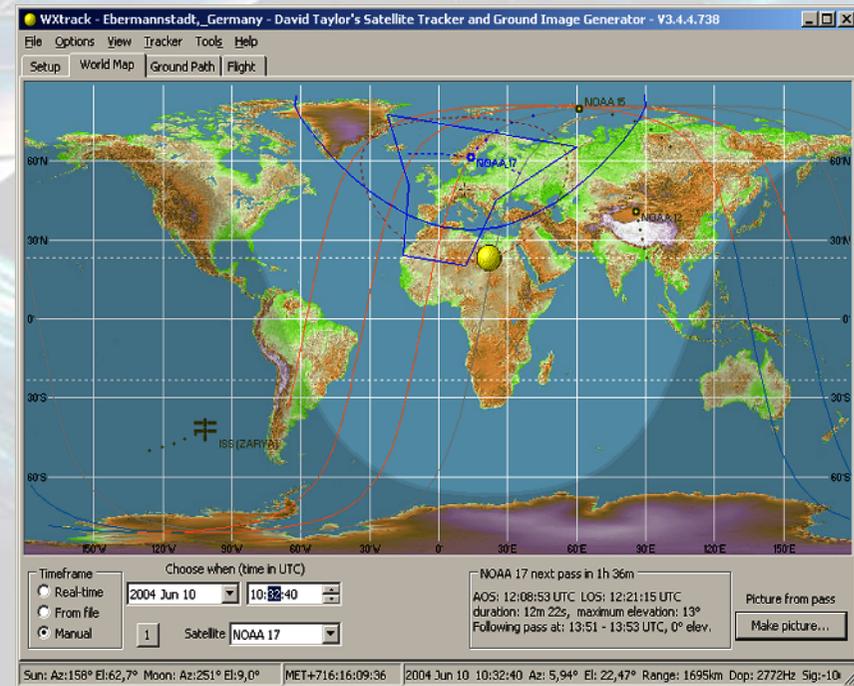


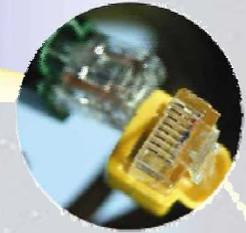
Erstaunlicherweise ist die Fluchtgeschwindigkeit eines Körpers nicht von dessen Masse abhängig. Somit müssen schwere und leichte Raketen genau gleich schnell sein, wenn sie zum Mars wollen.



Die Softwarekomponente WXtrack

- Bahnrechnungsprogramm mit dem Sie für ihren Empfangsstandort
- die Überflugzeiten und
- den Bahnverlauf der Satelliten
- berechnen, anzeigen und voraussagen können
- zeigt die Weltkarte mit dem Empfangsstandort sowie die ausgewählten Satellitenbahnen zum aktuellen Zeitpunkt des Beobachtungsstandortes
- den Sonnenstand und Jahreszeiten
- Spezielle Darstellungen erlauben den Blick auf Süd oder Nordpol

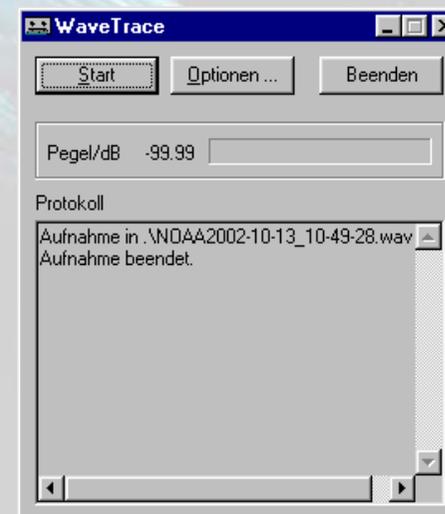
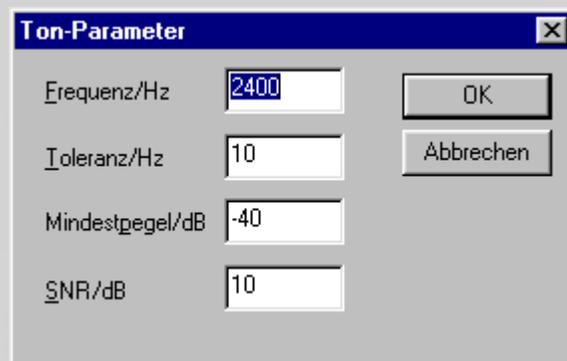


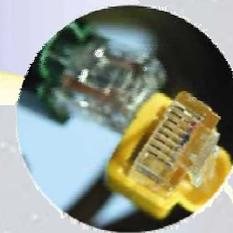


Die Softwarekomponente Wave Trace

Programm zum automatischen Aufzeichnen der APT-Audiodaten

- Automatisches aufzeichnen des Satelliten Signal im Bereich (200Hz bis 5000Hz) als „ *.wav " Datei .
- Einstellungen der Triggerbedingungen im Pegelbereich oder **Frequenzbereich**.
- Abtastraten von **11025Hz** (Sampling)
- Auflösung von **8 Bit** oder 16 Bit.
- Es wird ein „ **Trace-File** “ erzeugt mit dem entsprechenden Zeitstempel
- Bargraph (Pegel/dB) zur Indikation der augenblicklichen Pegelverhältnisse

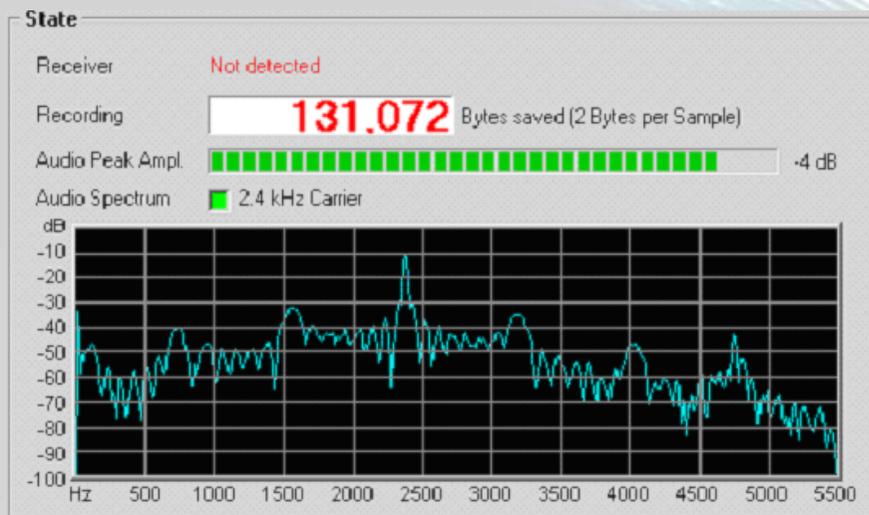




Die Softwarekomponente Weathermancontrol

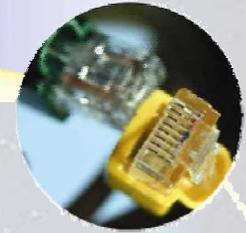
Programm zum automatischen Aufzeichnen der APT-Audiodaten

- Automatisches aufzeichnen des Satelliten Signal im Bereich (200Hz bis 5000Hz) als „ *.wav " Datei .
- Einstellungen der Verzeichnisse und Directory.
- Auswahl der Signalquelle im Audiomenü
- Spektrographische Anzeige des Satellitenempfangssignal
- Erzeugung eines „ **Trace-File** “ mit entsprechenden Zeitstempel
- Indikation von (Pegel/dB) und Signalrauschabstand SNR des augenblicklichen Satellitensignals



Report

```
Start program
Load infile
Read RS232-ports
Start RS232-thread
Start recording
Save data in wave file '20060706095615.wav'
```

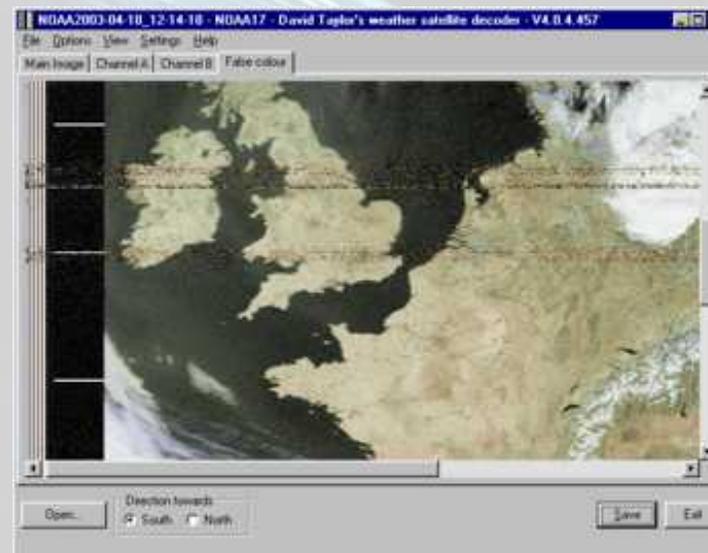
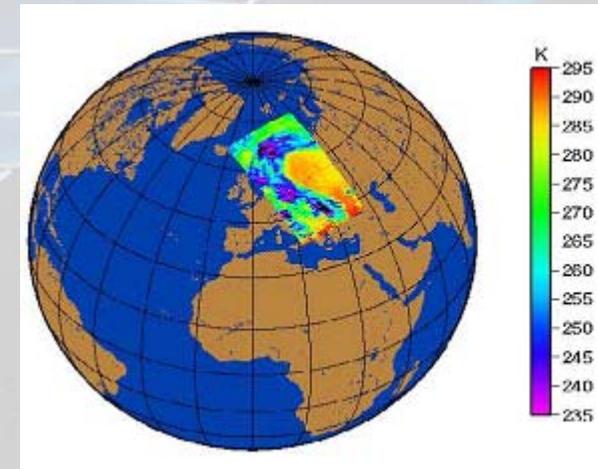


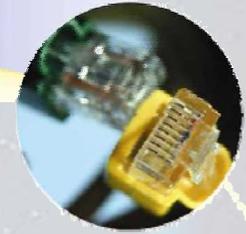
Die Softwarekomponente SatSignal

Analog-Digital-Wandlung des Empfangssignals

Das decodierte Bild kann

- im sichtbaren Bereich *Channel A* bei 680nm,
- im Infrarotbereich *Channel B* bei 10µm oder
- als Falschfarb-Bild *False Colour* dargestellt werden
- warme Gebiete zeigen dabei rote Einfärbung
- kalte Gebiete zeigen eine blaue Einfärbung.
- Intensität der Einfärbung gibt die Temperatur an



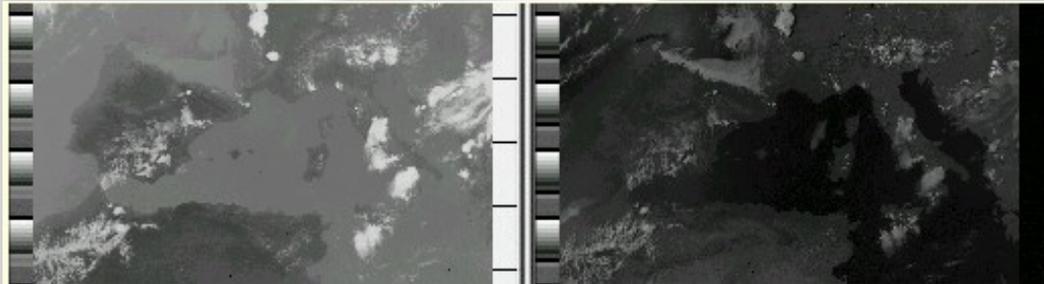


Die Softwarekomponente SatSignal

Analog-Digital-Wandlung des Empfangssignals

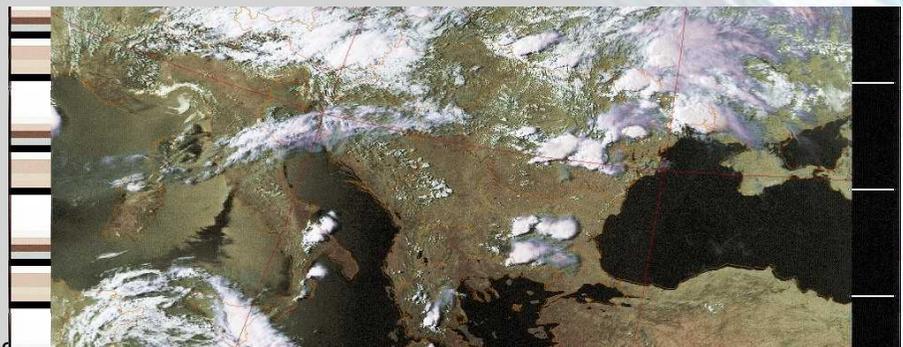
- Die mit dem Programm *WaveTrace* aufgezeichnete Dateien werden mit dem Programm *SatSignal* decodiert
- decodiertes Wetterbild setzt sich aus dem sichtbaren *Channel A* und
- dem Infrarot *Channel B* zusammen
- Falschfarbbild *False colour* wird aus *Channel A + B* elektronisch zusammen gestellt

Channel A



Channel B

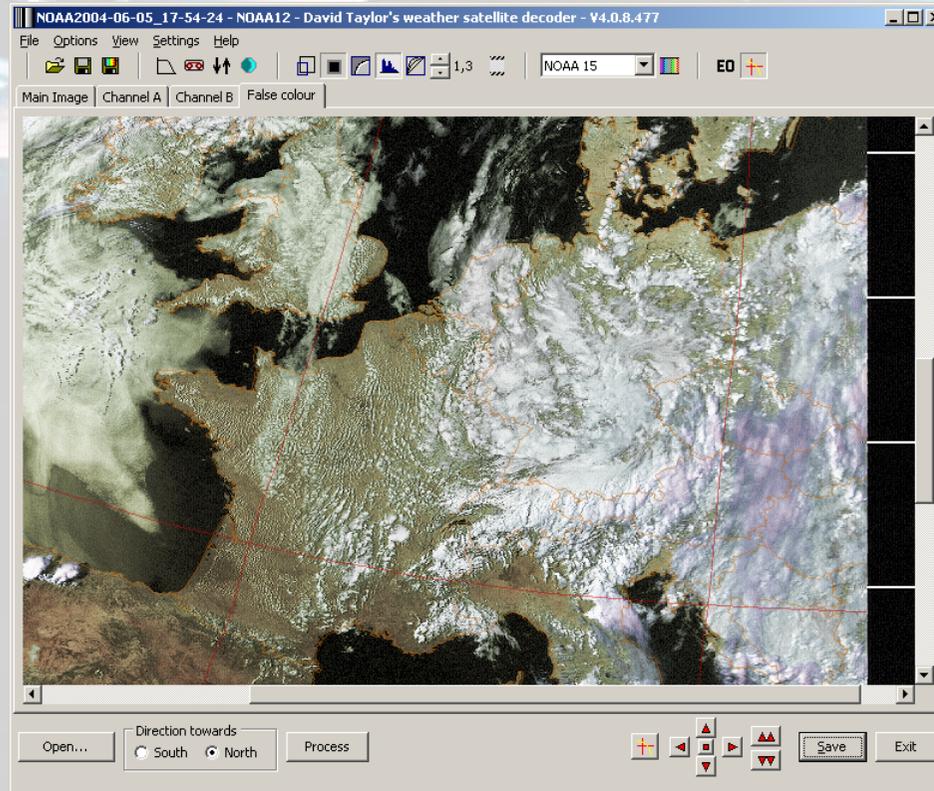
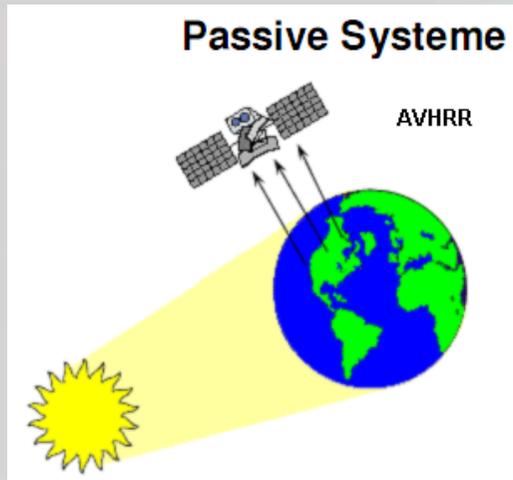
Channel A + B





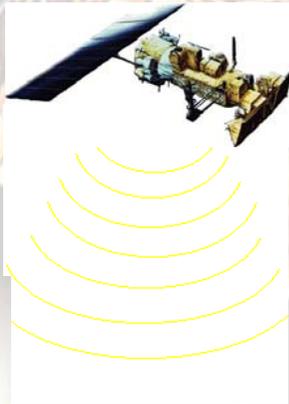
Darstellungsmöglichkeiten von SatSignal

Die mit dem Programm *SatSignal* dargestellten Bilder *Channel A* und *Channel B* werden zum Falschfarbbild *False Colour* aus den *Channel A + B* zusammengestellt. Durch einblenden der Koordinaten, des Gradnetz, der Küstenlinien und Ländergrenzen sind mit Wolken bedeckte Gebiete besser zu zuordnen. Mit dem Mauszeiger können die Temperatur und Koordinaten direkt abgelesen werden.

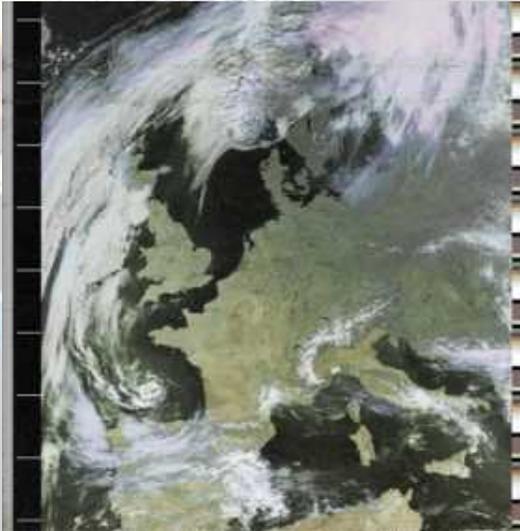




Vom Satellitensignal zum Wetterbild von Europa

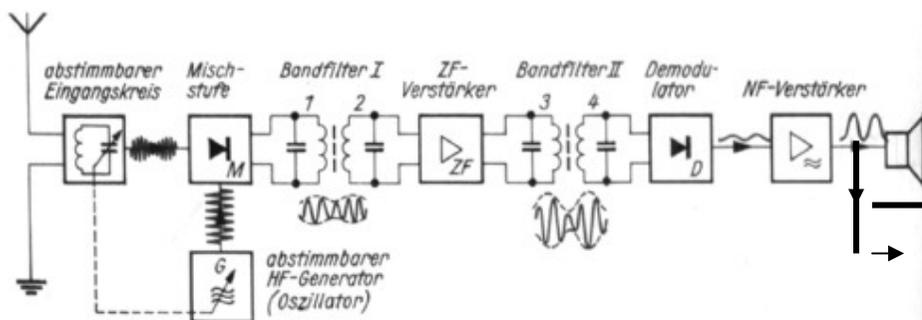


QFH-Empfangsantenne



Grafikkarte
zur Darstellung der decodierten Tonsignale zum Satellitenbild

Speichermedium
Festplatte



Wettersatelliten Empfänger

Soundkarte
analog/digital
Wandler mit
Mic Eingang

Programm **Wavtrace**
zum Aufzeichnen
der digitalen Signale

Betriebssystem (WINDOWS) mit
Satsignal-Decodiersoftware zur Darstellung der
empfangenen Wetterbilder





Beispiele für den Anwendungsbereich Informatik

Praktische Übungsaufgaben:

- Installation der Programme WXTRACK und SatSignal aus den Internet
- Einstellen der Setup-Parameter im Programm WXTRACK
- Einstellen der Setup-Directory im Weathermancontrol

Schriftliche Übungsaufgaben:

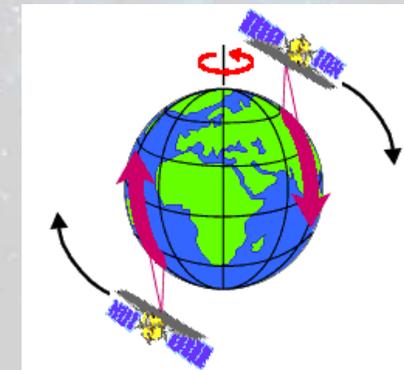
- Erläutern Sie, warum der Standort und die genaue Ortszeit von Bedeutung ist!
- Wie wirken sich Sommer und Winterzeit auf das Programm und die Satellitenbahnen aus?
- Wie verhält sich das Programm SatSignal mit der Einblendung der Ländergrenzen, wenn der Standort im Programm WXtrack geändert wurde? (z.B.: New York) Interpretieren Sie den Zusammenhang zwischen den beiden Programmen.



- Zeige die Größenverhältnisse zwischen Erdradius und Satellitenbahnhöhe Altitude auf. Wähle dabei einen geeigneten Maßstab. (z.B.: A4 Erdradius ca. 6400 km, Altitude NOAA Satellit 800 km, Altitude ISS Höhe ca. 360 km, Altitude GPS Satellit 20000 km, Fernsehsatellit ASTRA 1C Altitude 35800 km).

- Erkläre, warum die Überflugrichtung der NOAA Satelliten am Vormittag von Nord nach Süd und am Nachmittag von Süd nach Nord verläuft.

Warum ändern Sie ihre Flugrichtung?



- Die vom Weather Satelliten Receiver empfangenen analogen Signale werden mit der Soundkarte im PC A/D gewandelt und anschließend mit dem Programm *SatSignal* zum Wetterbild decodiert.

Nenne andere Beispiele aus dem täglichen Leben, bei denen Signale, die uns umgeben, A/D bzw. D/A gewandelt werden.

Nenne mindestens drei Beispiele.



■ **Auflösung der CCD Zeile beim AVHRR**

■ $CCD_{Element} = (Boden * b) / h$ **68,4µm** = 1100 * 0,051 / 820000

- Bestimme die Auflösung (Abstand zweier Rezeptoren auf der Netzhaut) des menschlichen Auges!

Der Abstand zwischen Pupille und Netzhaut liegt bei ca. 1,7cm.

- Wie könnte eine Versuchsanordnung aussehen?

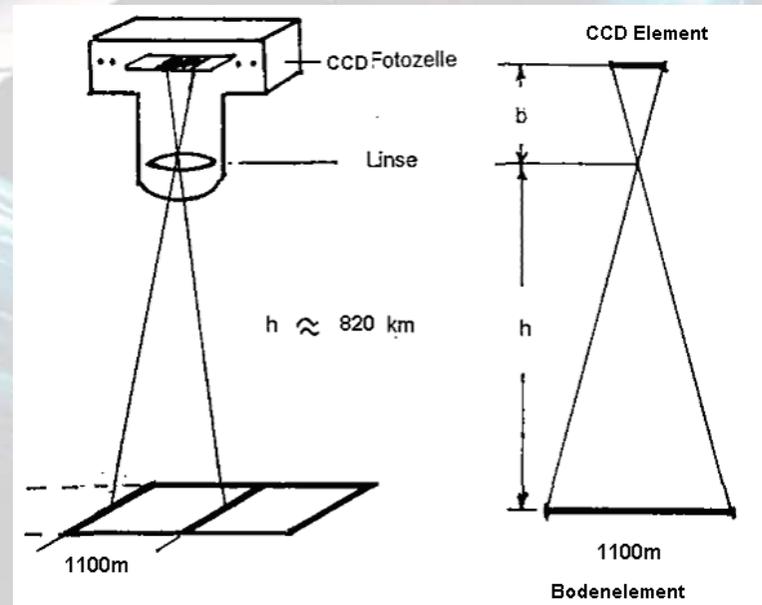
■ **Rezept_auge** = (Abstand zweier Punkte * 1,7cm) / Abstand Punkte zum Auge
4,25µm = 0,001m * 0,017m / 4m

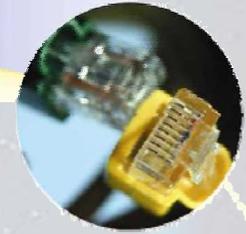
- Auf ähnliche Weise kann man die Auflösung seiner Digitalkamera ermitteln.

Wie könnte hier die Versuchsanordnung aussehen?

Was versteht man unter

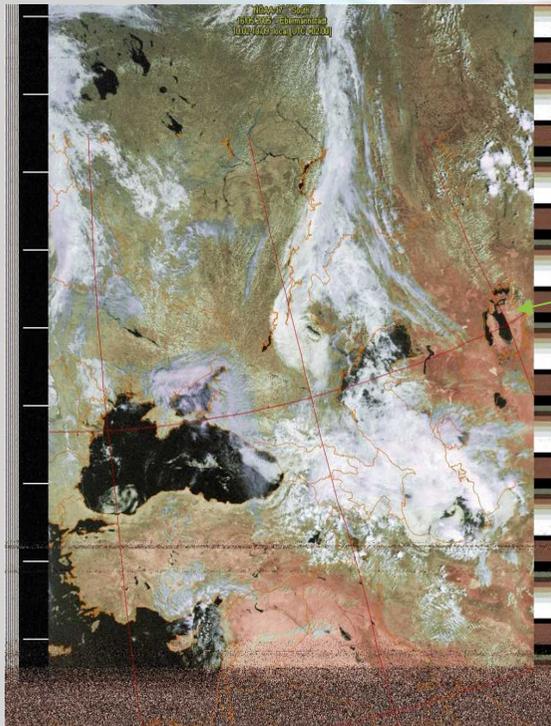
- geometrischer Auflösung ?
- radiometrischer Auflösung ?
- spektraler Auflösung ?
- temporaler Auflösung ?



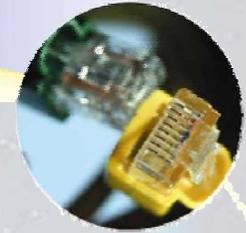


Fernerkundung Klima und Umwelt

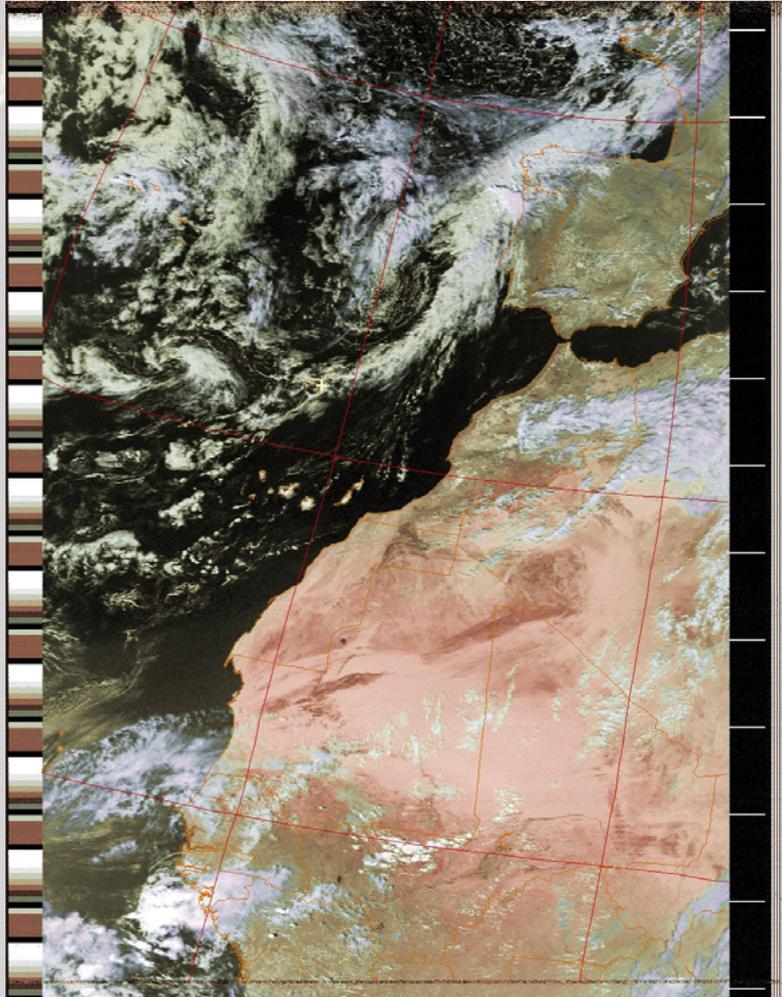
- Der Aralsee ist ein abflussloser, mittlerweile wegen Austrocknung in mehrere Teile zerfallener Salzsee in Asien
- 1960 lag der Wasserspiegel noch bei etwa 53,4 m, seitdem ist er um ca. 23 m gesunken
- Gleichzeitig stieg der Salzgehalt auf 78 g/L
- Folgen: Salz- u. Staubwüste, Fischsterben, Umweltverschmutzung



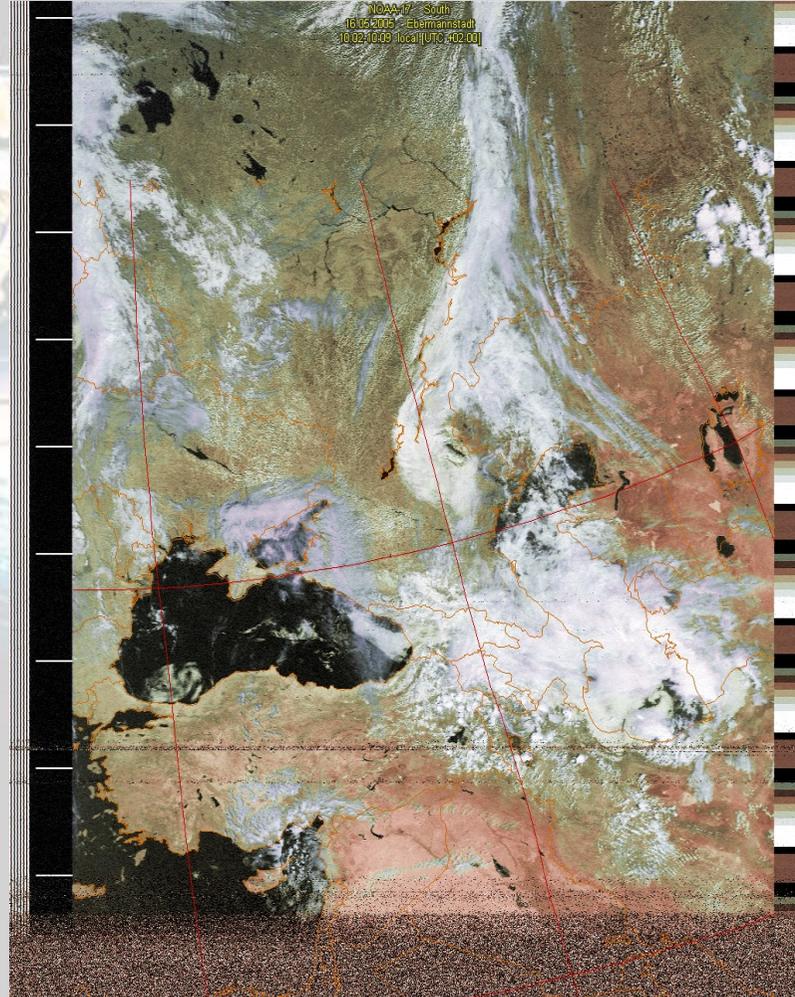
16. Mai 2005 – 10:25 Uhr
Aralsee und Kaspisches Meer
empfangen in Ebermannstadt



Fernerkundung Klima und Umwelt



19. Oktober 2005 – 16:17 Uhr Madeira

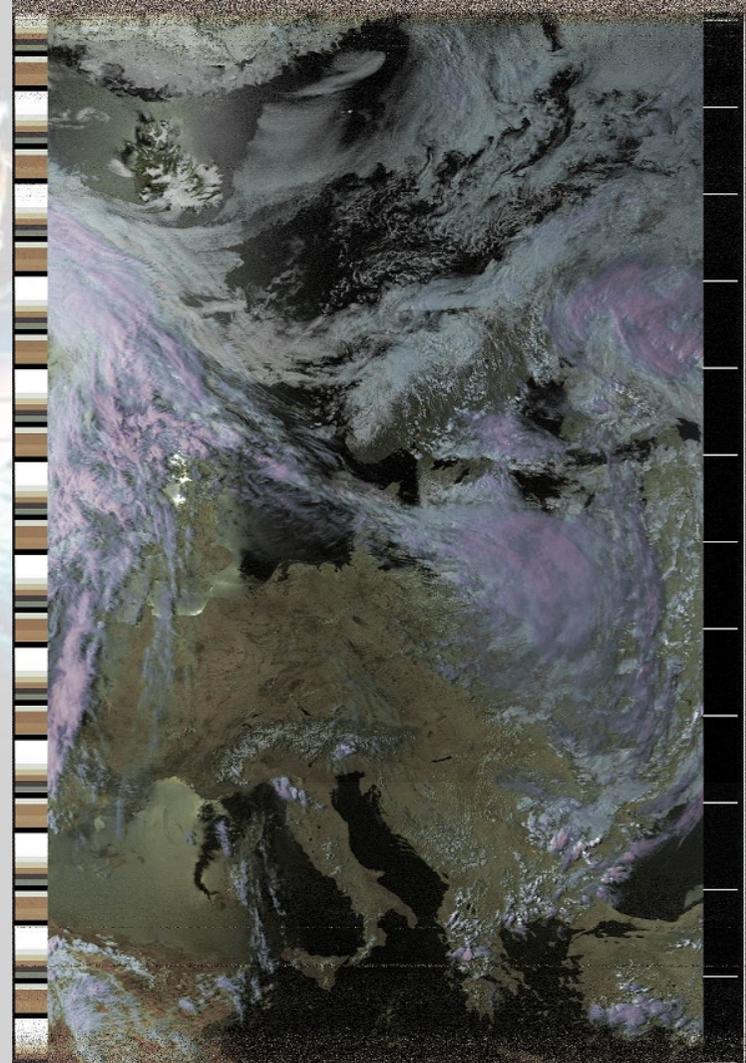
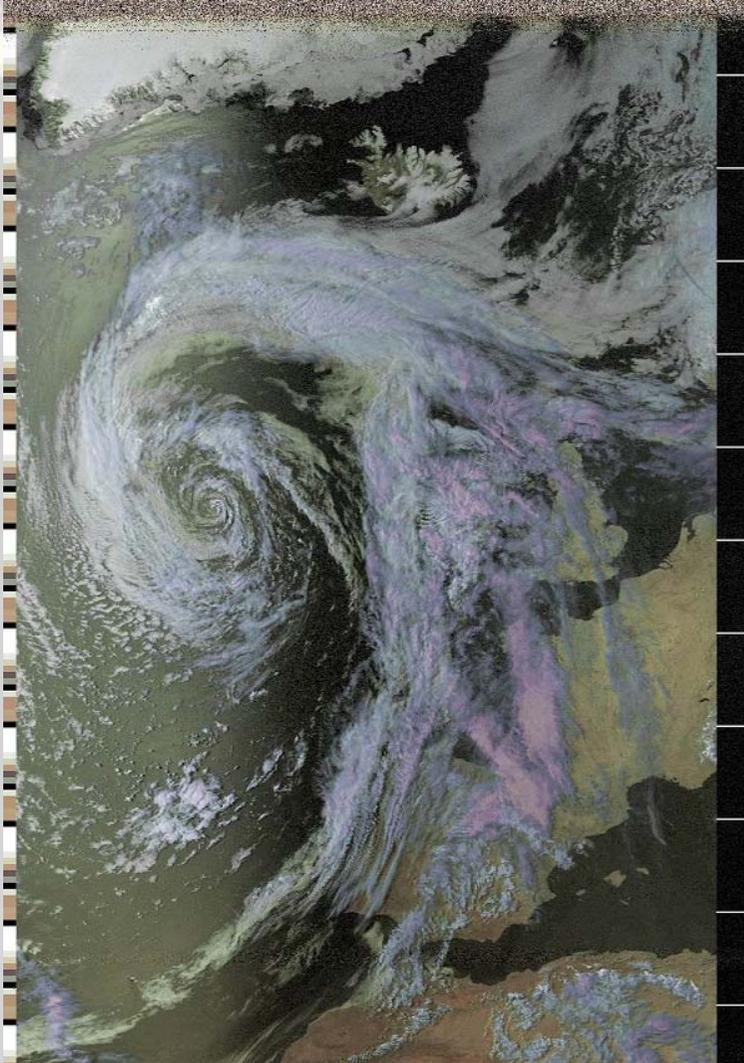


16. Mai 2005 – 10:25 Uhr Aralsee und Kaspisches Meer empfangen in Ebermannstadt



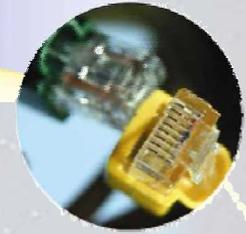


Fernerkundung Klima und Umwelt

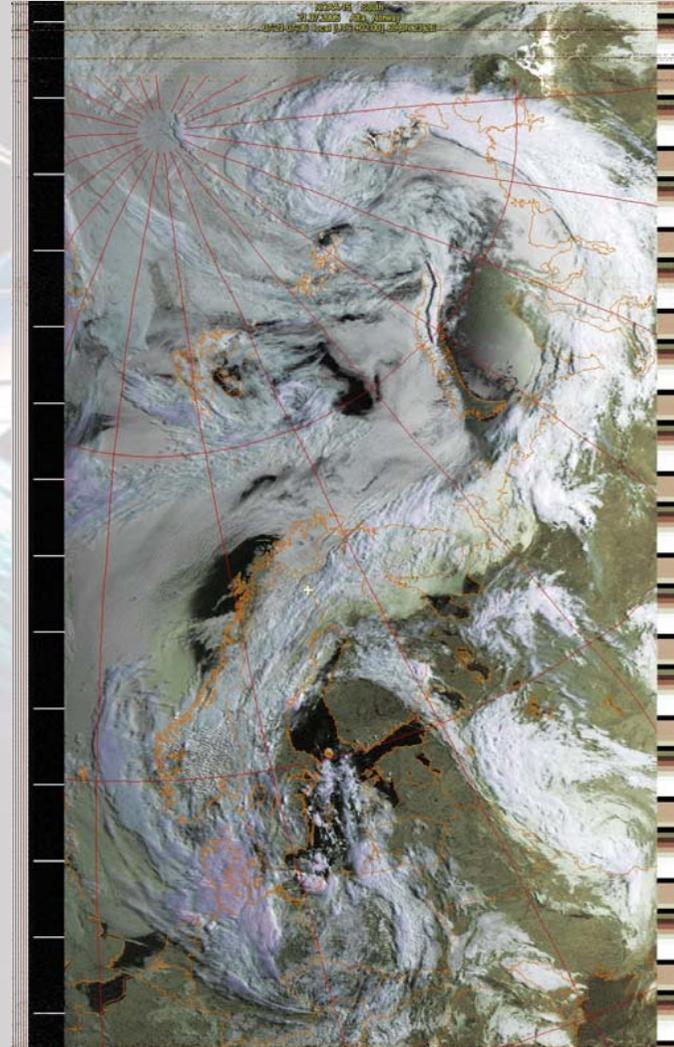
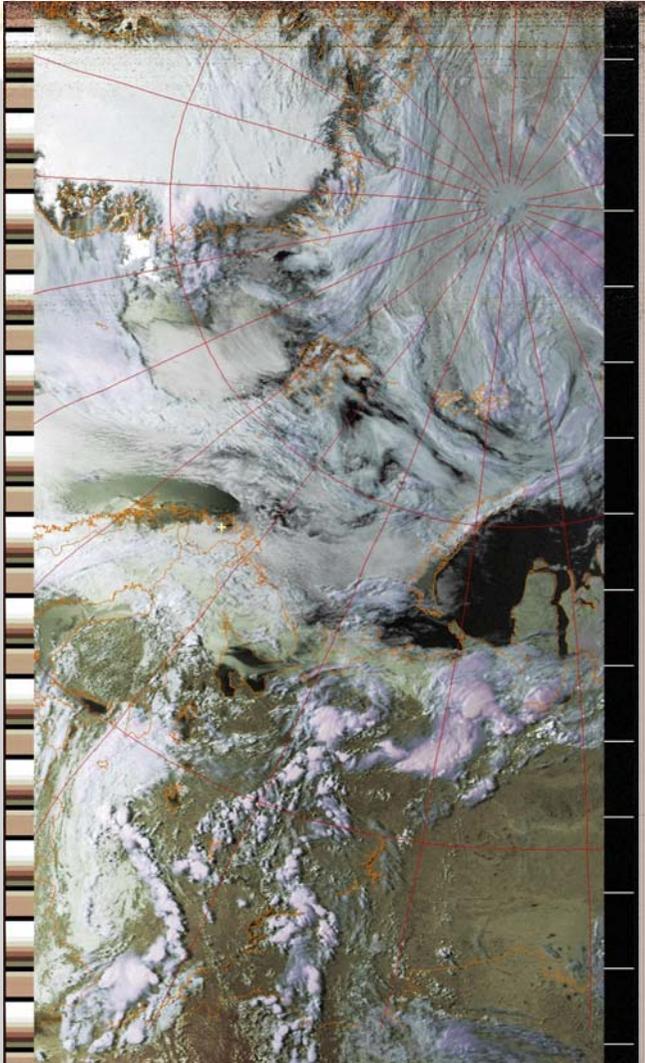


16. Mai 2002 – 18:55 Uhr empfangen in Ebermannstadt

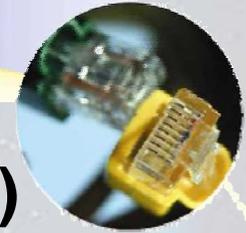




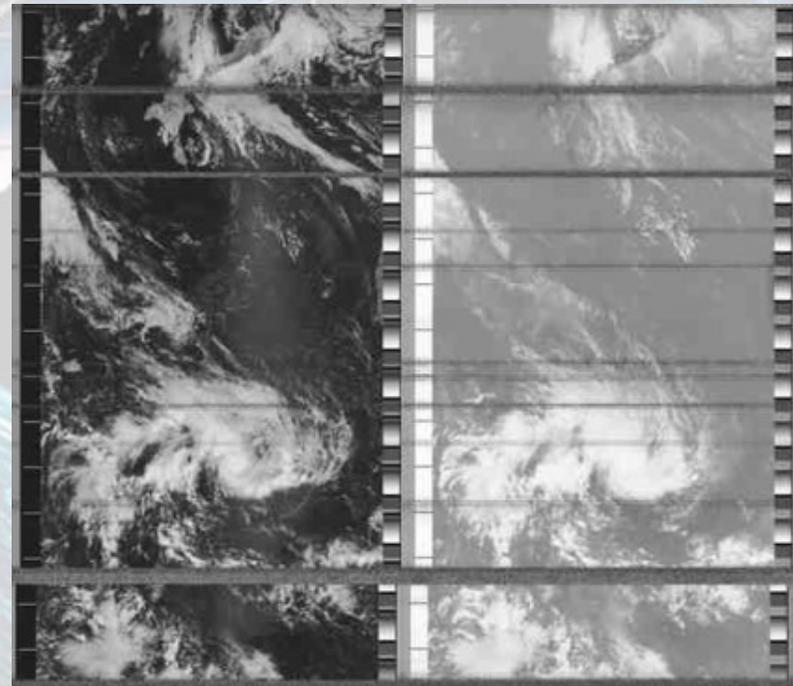
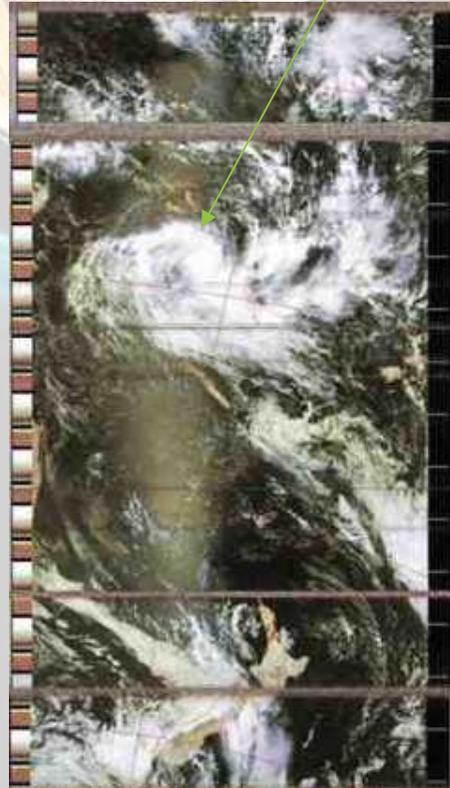
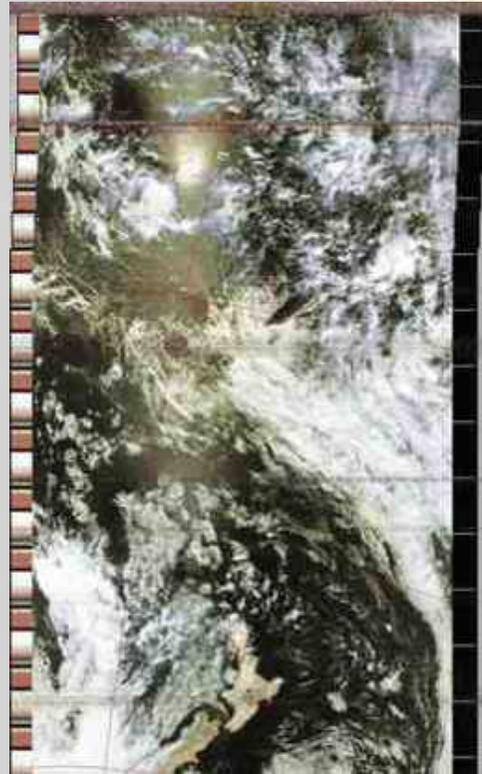
Fernerkundung Klima und Umwelt

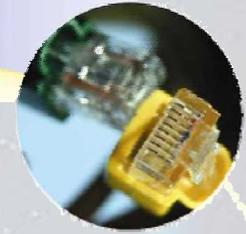


21. Juli 2005 – 09:20 und 17:36 Uhr Ortszeit, Nähe Nordkap

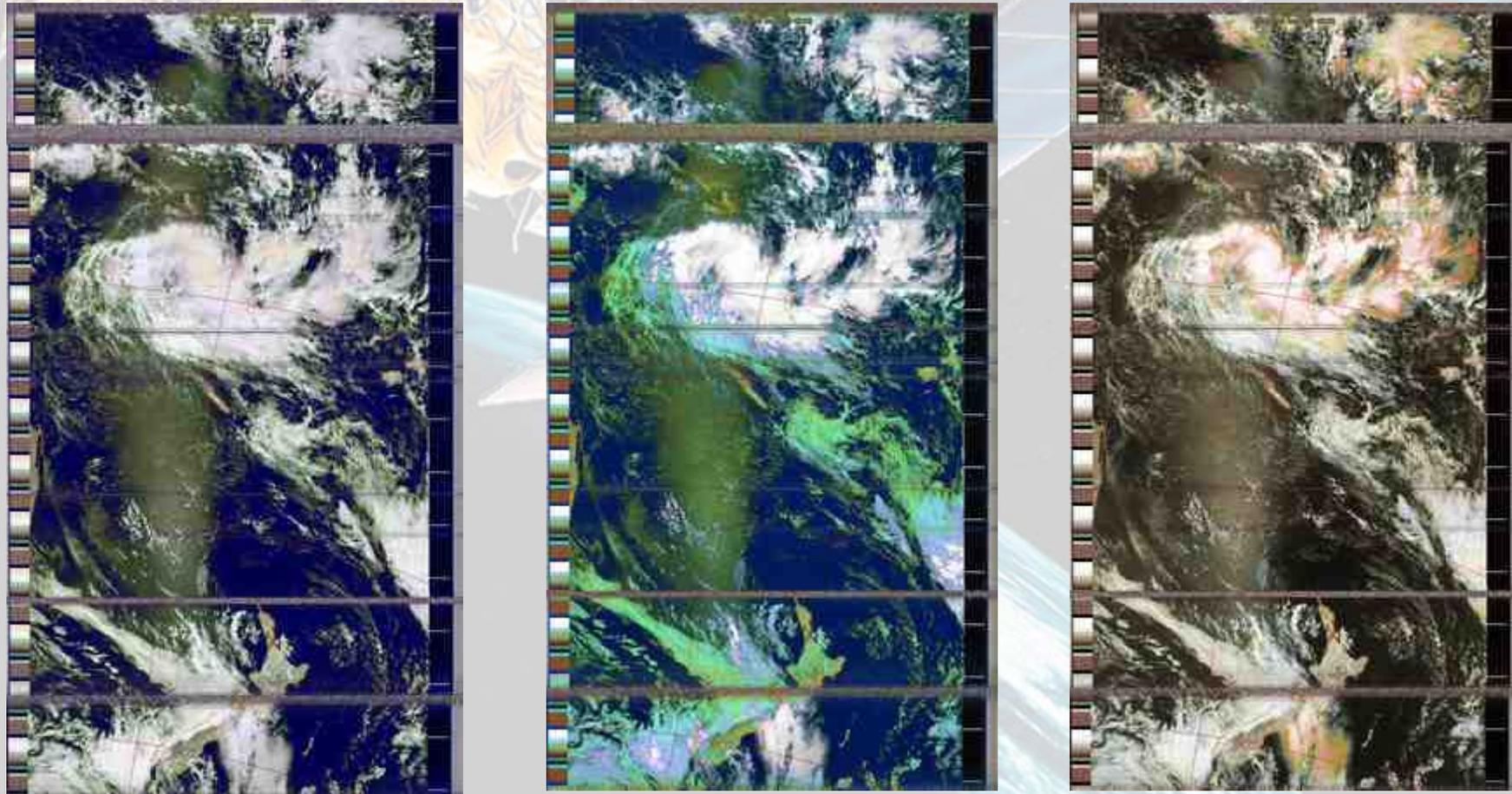


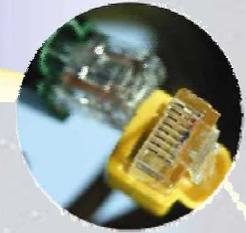
Fernerkundung Entstehung eines Sturms (1)



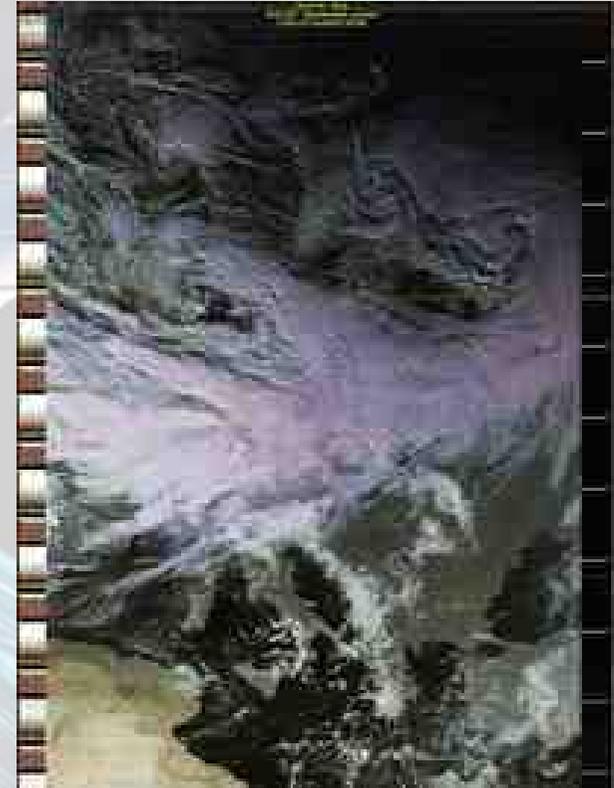
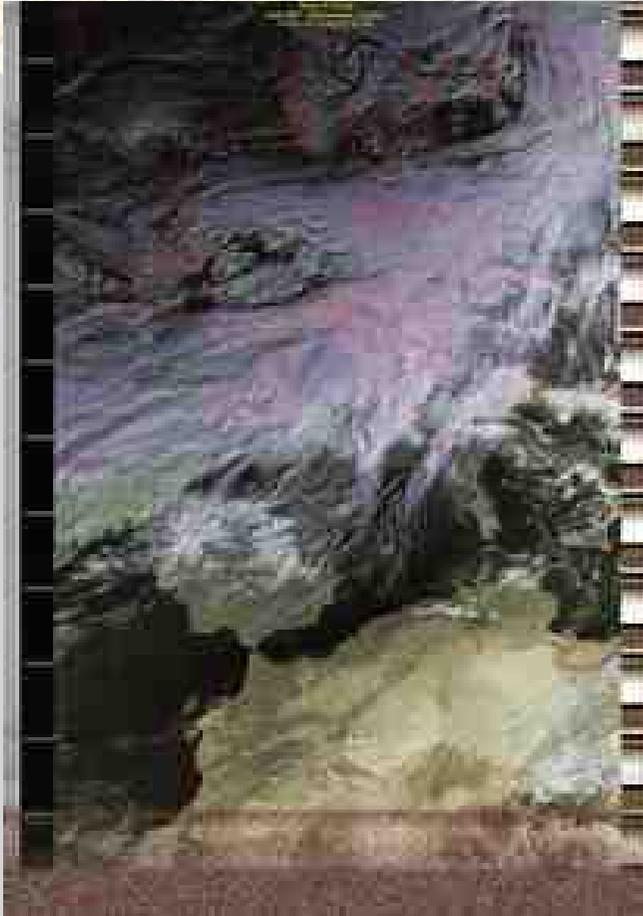


Fernerkundung Entstehung eines Sturms (2)



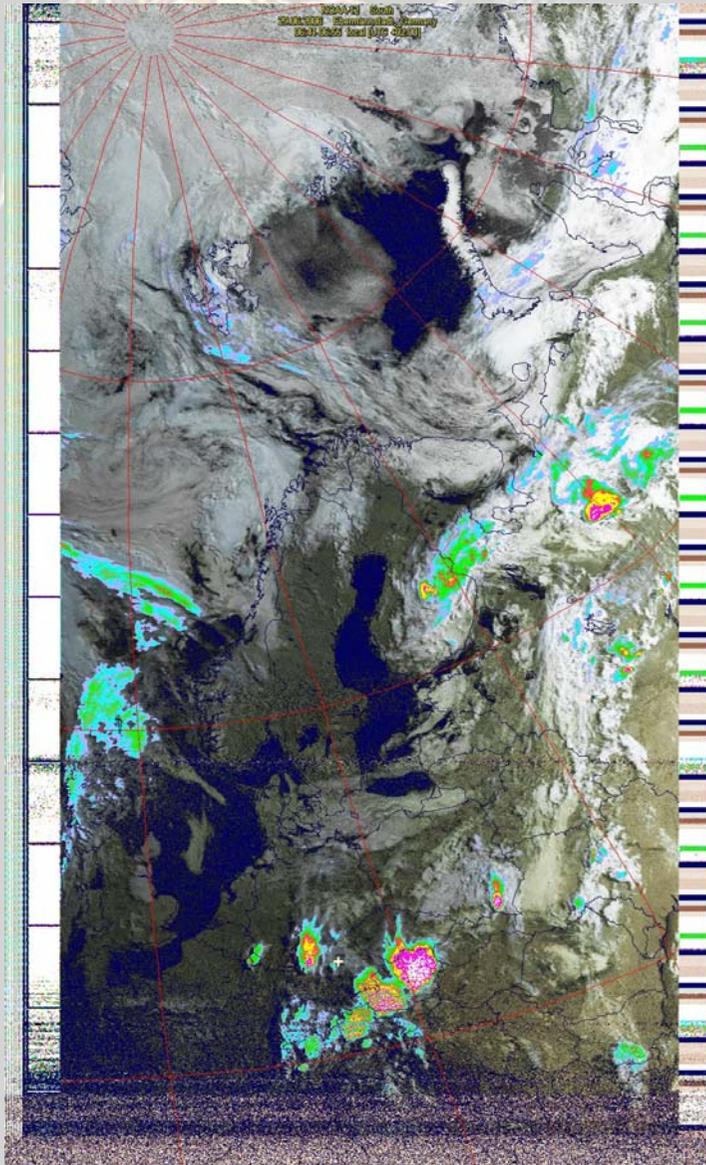
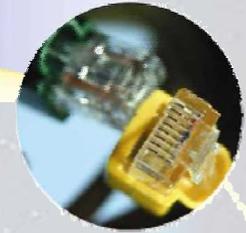


Fernerkundung Kyrill über Europa



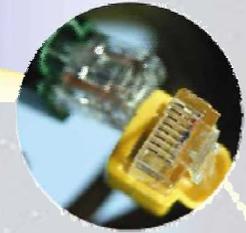
18. Januar 2007 – 11:32 Uhr
Kyrill über Europa empfangen in Ebermannstadt





Regengebiete

Durch verschiedene False Colour Modelle können Regengebiete, Temperaturverteilung der Wolken und des Boden besser dargestellt werden. Regengebiete sind hier grün bis rot eingefärbt.



Wettersatellitenempfang im Klassenzimmer

- Anwendungsbereiche
 - Mathematik
 - Physik
 - Informatik
 - Geographie
 - Astronomie

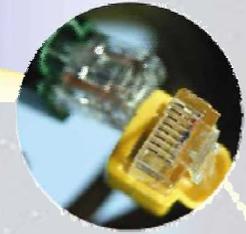


+



=





Unsere Erde aus dem Weltraum betrachtet
Wettersatellitenbilder „live“
auch in Ihrem Klassenzimmer.

Seien Sie dabei!

Ihr Kontakt

VIERLING Communications GmbH

Dipl.-Ing. Wolfgang Baschant
Pretzfelder Str. 21
91320 Ebermannstadt

Tel.: 09194 / 97-224

Fax: 09194 / 97-101

E-Mail: wolfgang.baschant@vierling.de

Internet: www.vierling-group.de

**Vielen Dank für Ihre
Aufmerksamkeit.**





VIERLING-Gruppe – Zahlen & Fakten

- **100%** in Privatbesitz
- Ca. **200** Mitarbeiter
- Langfristiger Geschäftspartner der Deutschen Telekom
- Präsenz auf deutschen und internationalen Messen (CeBIT Hannover, CommunicAsia, ICT Kairo, CabSat Dubai, CeBIT Australia)
- **ISO 9001** zertifiziert
- Gegründet **1941**





Seit 65 Jahren eine starke Marke

- 2006** VDSL + Testsystem + Spektrumanalyse
- 2005** Wettersatellitenempfangssystem für polarumlaufende Satelliten
- 2005** Triple Play-Testplattform TiQoS
- 2004** xDSL + Testsysteme
- 2004** Gründung der französischen Tochter VIERLING Communication SAS
- 1998** Erweiterung der GSM-Produktfamilie um Carrier Class Applikationen
- 1995** Erster Mobilfunkadapter
- 1993** QoS-System TIQUS
- 1989** Service-Mess-System für Festverbindungen – MSy90 / MSy90CS
- 1984** Fernseh-TED
- 1978** Erstes Prüfgerät auf Mikroprozessor-Basis
- 1941** Firmengründung





Measurement Solutions – „Just test it!“

xDSL & Solutions

Messtechnik für xDSL- und Breitbandnetze

NGN Quality Testing

Messtechnik für IP-basierte Dienste (VoIP, Streaming...)

Services & Solutions

Messdienstleistungen und kundenspezifische Lösungen

