

Wettersatellitenempfang im Klassenzimmer

Mit mobilem Wettersatellitenempfang Unterricht zum Anfassen ermöglichen. Lehrer können ein entsprechendes Wettersatellitenempfangssystem ohne spezielle Vorrichtungen einsetzen. Sie veranschaulichen damit abstrakte Formeln und erarbeiten schülerzentriert wie auch praxisbezogen komplexe Themen der Mathematik, Physik, Informatik und Geografie. Der vorliegende Beitrag bietet hierfür fachspezifische und interdisziplinäre Anwendungsbeispiele mit konkreten Übungsaufgaben.

1 Ausgangslage – Unterricht zum Anfassen

Desinteresse und Demotivation auf Schülerseite treten insbesondere im mathematisch-naturwissenschaftlichen Unterricht auf. Schüler verwehren sich einem ihrer Ansicht nach zu anspruchsvollen Lehrstoff. Er

sei theoretisch komplex, die Fachsicht der Alltagssicht fremd und vor allem in der Mathematik fehle der Praxisbezug.

Ein Allheilmittel gegen dieses Problem gibt es wahrlich nicht. Jedoch lässt sich dem mit etwas Phantasie und den geeigneten Mitteln entgegensteuern. Dabei wird aus pädagogischer Sicht besonders dem praxis- und projektbezogenen Unterricht, der Schülern wieder Freude und Zugang für Mathematik und Naturwissenschaften vermitteln soll, eine große Chance eingeräumt. Doch dies konkret umzusetzen ist im Unterricht oft anspruchsvoll – die Theorie verpufft ohne Einzug in die Praxis gehalten zu haben.

Im Folgenden wird aufgezeigt, wie mobiler Wettersatellitenempfang im Klassenzimmer eine Möglichkeit darstellt, den konventionellen Unterricht in den Fächern Mathematik, Informatik, Physik und Geografie durch forschendes Lernen zu ergänzen. Der Einsatz dieses Instrumentes soll den Schülern helfen, abstrakte Themen für sich begrifflich zu machen und kognitiv zu

durchdringen. Grundlegendes und weiterführendes Material zur Unterrichtsvorbereitung aber auch Basis für ergänzende Facharbeiten findet sich unter [1]–[6].

2 Die Gerätschaft – Mobiler Einsatz ohne spezielle Vorrichtungen

Ein entsprechendes Wettersatellitenempfangssystem, zum Beispiel das Weatherman-System der Firma Vierling¹, besteht aus Satellitenempfänger, Antenne und Windows-basierter Software. Es empfängt APT-Signale (Automatic Picture Transmission) von Satelliten der nationalen amerikanischen Behörde für Meeres- und Atmosphärenforschung (NOAA) und stellt sie auf verschiedene Weise dar. Die wichtigsten Ansichten sind Falschfarbbilder mit Temperaturangaben für Boden, Wolken und Gewässer, Infrarotaufnahmen für Nachtbilder und spezielle Darstellungen, die Tief- und Hochdruckgebiete sowie Regenwahrscheinlichkeiten anzeigen. Nach der Softwarelizenzierung lassen sich zudem Ländergrenzen, Entfernungsmesser und Koordinatensysteme einblenden.

NOAA-Satelliten überfliegen die Erde in einer Höhe von circa 820 Kilometern auf polarumkreisenden Bahnen (Abb. 1). Dabei liefern sie auf freien Frequenzen im Bereich von 137 MHz bis 138 MHz übertragene Bilder mit einer Auflösung von etwa vier Kilometern. Die maximale westliche Sichtgrenze eines in Deutschland aufgestellten Systems liegt jenseits der Kanaren, die östliche jenseits des Aralsees. Jedes Wetterbild deckt ein Gebiet von etwa 3.000 Kilometern in Ost-West-Ausdehnung und rund 6.000 Kilometern von Nord nach Süd ab (Abb. 2).

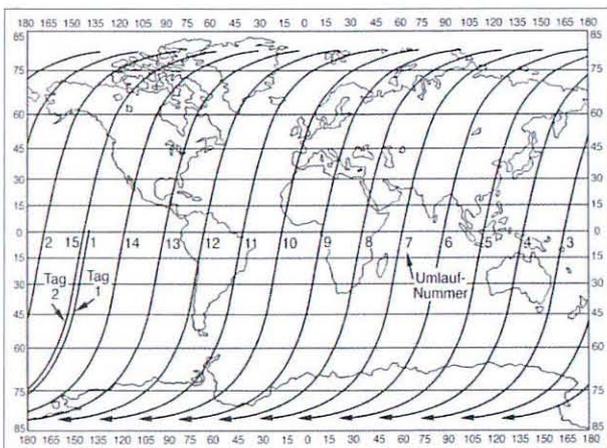


Abb. 1. Umlaufbahnen der NOAA-Satelliten

Die Anzeige und Vorhersage der Satellitenflugbahnen erfolgt mit einem Bahn-Berechnungsprogramm, das aus den Keplerelementen der Satelliten die aktuelle Position und den Zeitpunkt des Überfluges berechnet (Abb. 3). Weitere Softwarekomponenten zeichnen die empfangenen APT-Audiodaten automatisch auf und wandeln sie in Farbbilder um (Abb. 4).

¹ Komplettbausatz VIERLING »Weatherman«, <http://www.vierling-group.de/weatherman> (02.10.07).

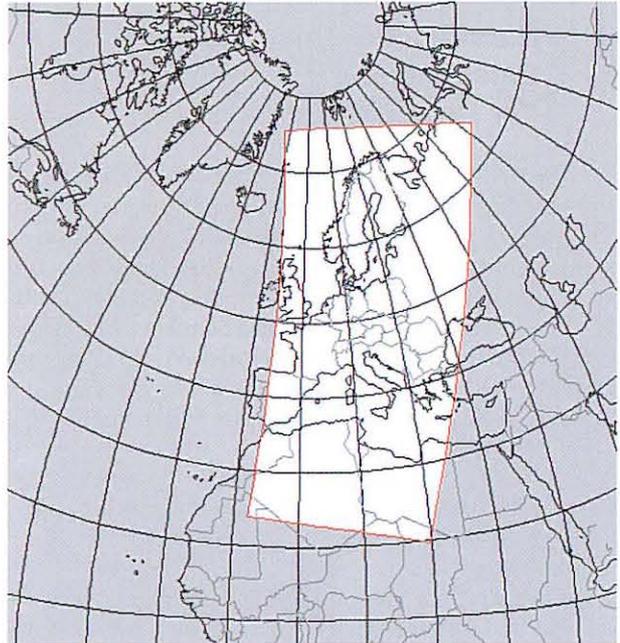


Abb. 2. Scan der NOAA-Satelliten

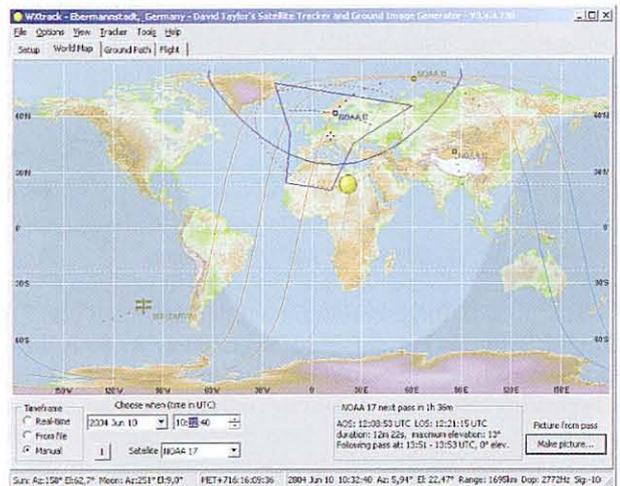


Abb. 3. Anzeige des Bahnberechnungsprogramms

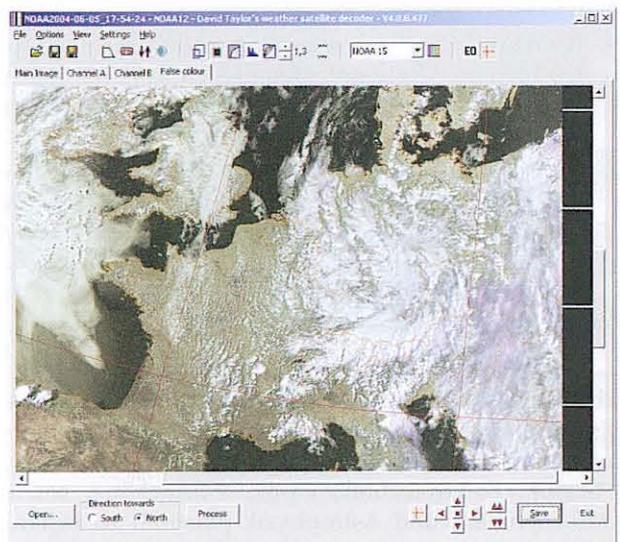


Abb. 4. Anzeige der Wetterbilder

3 Didaktische Umsetzung – Beispiele aus der Unterrichtspraxis

Der Wettersatellitenempfänger bildet die Grundlage für eine Vielzahl fachspezifischer praktischer Ergänzungsaufgaben und Projektarbeiten. Er kann aber auch fachübergreifend die Sensibilisierung für Umweltprobleme und Klimakatastrophen anregen. Darüber hinaus sind Facharbeiten und Schul-AGs denkbar. Internationale Programme, bei denen Schüler ihre Satellitenbilder austauschen, um so den Blick auf die Welt zu weiten, ergänzen das breite Spektrum.

3.1 Physik erleben – Satellitenbahnen und Dopplereffekt

Die Software des Wettersatellitenempfangssystems berechnet und visualisiert die Satellitenbahnen. Eine anregende Fragestellung hierzu wäre, zum Beispiel wie Satelliten ihre Umlaufbahn halten und welche Kräfte dabei wirken. Die im Lehrstoff behandelten Berechnungsformeln für die Zentripetalkraft und die Gravitationsbeschleunigung erfahren somit einen Sinnzusammenhang und Vernetzungspunkt im Denken der Schüler.

Weitere physikalische Phänomene, die im ersten Augenschein der Schüler nichts mit Satelliten zu tun haben, können ebenso anhand des Wettersatellitenempfängers behandelt werden. Dies regt die Lernenden an, nicht einzelne Disziplinen isoliert zu betrachten, sondern das große Ganze zu hinterfragen.

Prädestiniert hierfür ist der Dopplereffekt. Durch die relativ hohe Bahngeschwindigkeit der Satelliten von 7,8 km/s kommt es bei der Empfangsstation zu einer Frequenzverschiebung der Empfangsfrequenz von ± 3 kHz. Diesen Effekt können die Schüler selbst erkunden, indem sie beim Überflug des Satelliten die Regelspannung am Receiver des Wettersatellitenempfangssystems messen. Wiederum gilt, dass die Lernenden einen praktischen Bezug zur mathematischen Formeltheorie gewinnen.

Mögliche Übungsaufgaben:

- Berechnen Sie die Frequenzabweichung eines Autos bei einer Reisegeschwindigkeit von 160 km/h und einer Bahngeschwindigkeit des Satelliten von 7,8 km/s.
- Ermitteln Sie die Frequenzverschiebung, wenn beim Radioempfang im Auto eine Frequenz von 107,6 MHz eingestellt ist und das Auto mit 160 km/h fährt. Vergleichen Sie die Ergebnisse untereinander. Ist eine AFC (Automatic Frequency Control) Schaltung im Autoradio unbedingt erforderlich?

Als Komplettsystem betrachtet ist der Wettersatellitenempfang einsetzbar, um eine Vielzahl der Lehrplaninhalte aus den Bereichen Gravitation, Mechanik, Akustik, Elektrotechnik, Optik, Wärmelehre, sowie Atmosphären- und Astrophysik plastisch zu behandeln. Die Lehrperson kann somit den Wettersatellitenempfänger als steten Wegbegleiter durch verschiedene

Jahrgangsstufen und Themengebiete nutzen. Dadurch können die Schüler ihre Kenntnisse auf bestehende Wissensinhalte aufbauend vernetzen und zugleich Praxisbezug erfahren.

3.2 Informatik gestalten – Programmieren und Analysieren

Mithilfe einer dreiteiligen Software lernen die Schüler mit Setup, Programmen, Dateien und Datenbanken aktiv umzugehen. Darüber hinaus durchschauen sie den komplexen Prozess zur Herstellung grafischer Bilder und das Zusammenspiel der einzelnen Komponenten. Sie analysieren die Ergebnisse und übertragen sie auf weitere Anwendungen, so dass die weitreichende Bedeutung der Informatik deutlich wird.

Mögliche Übungsaufgaben:

- Installieren Sie die Softwareprogramme.
- Stellen Sie die Setup-Parameter des Bahnrechnungsprogramms ein.
- Erläutern Sie, warum Standort und genaue Ortszeit von Bedeutung sind.
- Wie wirken sich Sommer- und Winterzeit auf das Programm und die Satellitenbahnen aus?
- Wie verhält sich das Programm zur Bilderdecodierung bei der Einblendung der Ländergrenzen, wenn der Standort im Bahnrechnungsprogramm zu New York geändert wurde? Interpretieren Sie den Zusammenhang zwischen den beiden Programmen.
- Zeigen Sie die Größenverhältnisse zwischen Erdradius und Satellitenbahnhöhe (Altitude) auf. Wählen Sie dabei einen geeigneten Maßstab (z. B. A4 Erdradius ca. 6.400 km, Altitude NOAA Satellit 800 km, Altitude ISS Höhe ca. 360 km, Fernsehsatellit ASTRA 1C Altitude 35.800 km).
- Die Soundkarte im PC wandelt die vom Wettersatellitenreceiver empfangenen analogen Signale A/D (analog-digital). Ein Softwareprogramm decodiert sie anschließend zum Wetterbild. Nennen Sie weitere Beispiele aus dem täglichen Leben bei denen Signale A/D bzw. D/A (digital-analog) gewandelt werden.

Als Projektarbeit kann die Implementierung eines Wetterservices im Internet angestrebt werden. Dafür programmieren die Schüler eine webbasierte Fernbedienung zum automatischen Aufzeichnen der Wetterdaten und eine Homepage, die Satellitenbilder per Mausklick zur Verfügung stellt.

3.3 Geografie visualisieren – Klimaphänomenen auf der Spur

Wetterbilder produzieren, wie man sie sonst nur aus dem Fernsehen kennt. Schüler sind selbst als »Wissenschaftler« aktiv. Sie stellen den Wettersatellitenempfänger entsprechend ein und lassen sich Wetterbilder je nach persönlichem Interesse bzw. Arbeitsauftrag anzeigen. Dort sehen sie Temperaturverteilungen

von Boden, Wolken und Gewässern, die sich mit Hilfe einer Farbskala ablesen lassen. Zudem können sie sich Regenwahrscheinlichkeiten darstellen lassen (Abb. 5) und die Entstehung eines Sturmes beobachten (Abb. 6). Dabei bringt die Lehrperson den theoretischen Input ein und die Schüler erarbeiten die Praxis. Denkbar sind auch Referate, die das Hintergrundwissen liefern, das dann durch praktische Anwendung verankert wird.

Teilgebiete wie Kartenkunde, Klimatologie und Ökologie kann der Unterricht interdisziplinär behandeln.

Mögliche Arbeitsanweisungen:

- Der Aralsee (Abb. 7) ist ein abflussloser, mittlerweile wegen Austrocknung in mehrere Teile zerfallener Salzsee. 1960 lag der Wasserspiegel noch bei rund 53,4 m. Seitdem ist er um circa 23 m gesunken und der Salzgehalt gleichzeitig auf 78 g/l gestiegen. Die Folgen sind Salz- und Staubwüsten, Fischsterben und Umweltverschmutzung.
- Lassen Sie sich den Aralsee mit dem Wettersatellitenempfangssystem darstellen. Wo ist er im Gradnetz zu finden und wie viel Kilometer beträgt die Entfernung von Berlin zum Aralsee? Wie ist dort die aktuelle Wetterlage?

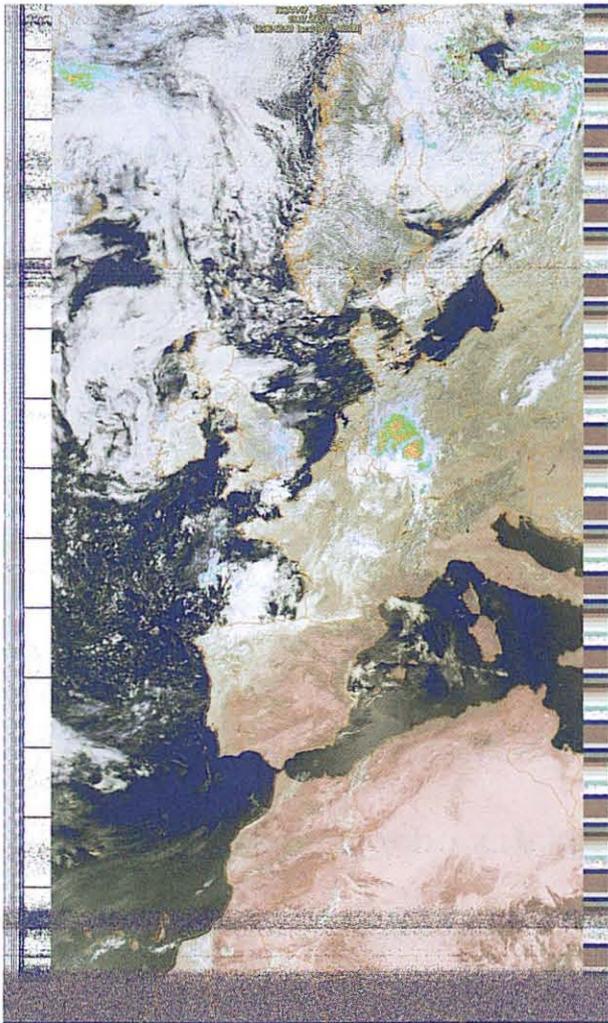


Abb. 5. Regengebiete (grün-rote Einfärbung)

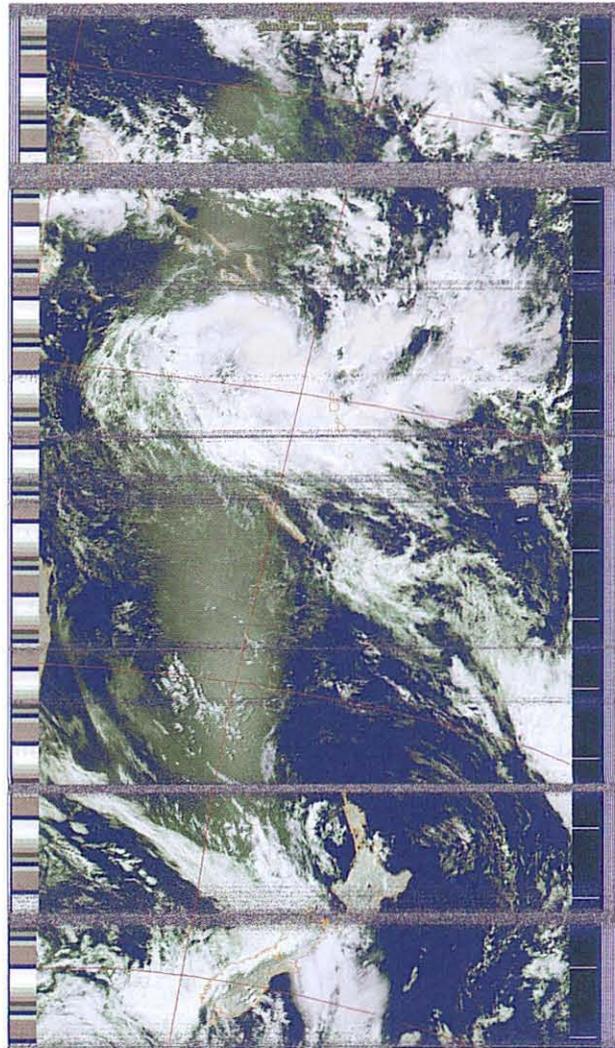


Abb. 6. Entstehung eines Sturms

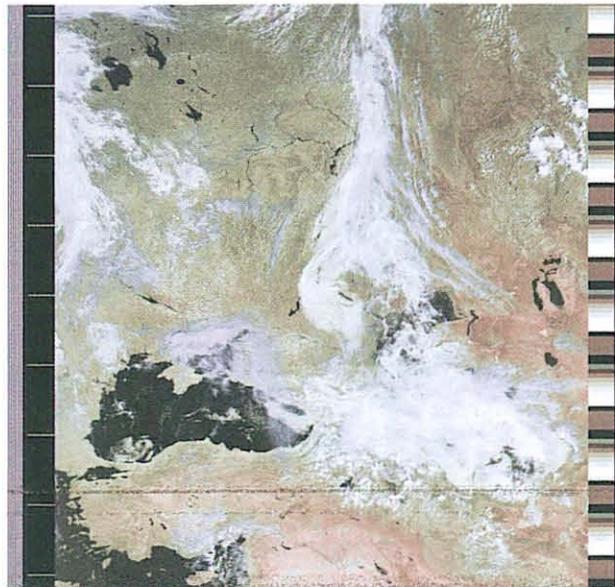


Abb. 7. Aralsee und Kaspisches Meer, empfangen in Nordbayern 16.05.05 – 10:25 Uhr

- Der Sturm Kyrill (Abb. 8) hat im Winter 2007 Deutschland schwer verwüstet. Wie entsteht ein

solcher Sturm? Kann er vorhergesehen werden? Sind wir in der Lage, Unwetter solchen Ausmaßes zu verhindern?

- Nähert sich Deutschland momentan ein Regengebiet? Wozu brauchen wir den Regen?

4 Resümee – Pädagogische Relevanz

Der Einsatz des Wettersatellitenempfangsystems begünstigt den Lernprozess nachhaltig. Zum einen erleichtert er durch Anschauungsmaterial das Lernen und schafft zum anderen anspruchsvolle Denk- und Übertragungsprobleme zur besseren Durchdringung des Lernstoffes. Er trägt den lernpsychologischen Erkenntnissen Rechnung, dass die intensive und vielfältige Auseinandersetzung mit dem Lerngegenstand und das gleichzeitige Anknüpfen an vorhandene Gedankenkonzepte bestmöglichstes Lernen garantieren. Zugleich wird auf diese Art und Weise dem Wissensverfall vorgebeugt. Durch Referate und Projektarbeit kann selbstständiges und kooperatives Lernen initiiert werden, so dass Skills wie Eigeninitiative und Teamfähigkeit gefördert werden. Darüber hinaus erlernen Schüler durch forschendes Lernen Verständnis für den Weg des wissenschaftlichen Erkenntnisgewinns, sowie dessen Aussagefähigkeit und gewinnen einen besseren Bezug zu technischen Anwendungen im Alltag.

Literatur

- [1] Weitere Informationen und Satellitenbilder:
<http://www.vierling-group.de/weatherman> (02.10.07).
- [2] D. WALCH: So funktioniert das Wetter. – Stuttgart: BLV Verlagsgesellschaft 2000.
- [3] TH. RIEGLER: Wetterbilder und -daten selbst empfangen. – Baden-Baden: Verlag für Technik und Handwerk 2006.
- [4] J. ALBERTZ: Einführung in die Fernerkundung, Grundlagen der Interpretation von Luft- und Satellitenbildern. – Darmstadt: Wissenschaftliche Buchgesellschaft 2001
- [5] Grundlagen und Software für die Bahnberechnung von Satelliten:

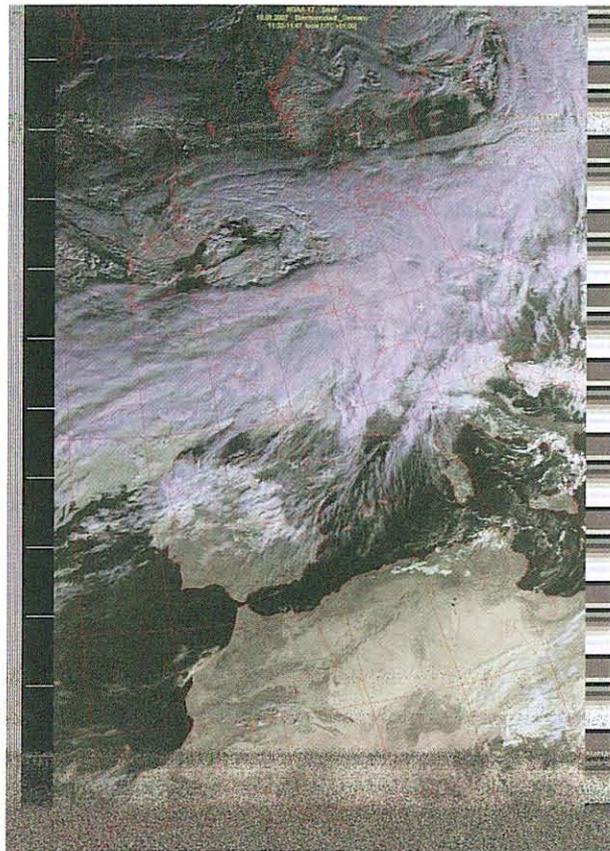


Abb. 8. Sturm Kyrill über Europa, empfangen in Nordbayern 18.01.07 – 11:32 Uhr

<http://www.dc9zp.homepage.t-online.de/page6.htm>
(02.10.07).

- [6] S. KARAMANOLIS: OSCAR Amateurfunk Satelliten. – München: Franzis Verlag 1976.

WOLFGANG BASCHANT ist seit 1992 Produktmanager bei Vierling. Dort ist er für das Leitungsmesssystem MSy90/CS sowie sämtliche Folgeprodukte und die Breitbandmess-technik des Unternehmens zuständig. Zuvor leitete er verschiedene Entwicklungsprojekte in den Bereichen Leitungsmesssysteme und xDSL Messtechnik.