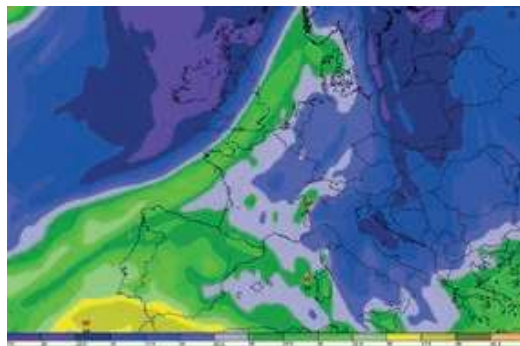




Mag. Andreas Pfoser, Studium Meteorologie und Geophysik an der Universität Innsbruck, seit 1999 Flugmeteorologe am Flughafen Wien-Schwechat. Neben dem Flugwetter beschäftigt er sich mit hochatmosphärischen Phänomenen und ist seit 2017 als Adviser für das globale ICAO MET Panel in der Arbeitsgruppe Space Weather tätig. Er unternahm zahlreiche Reisen in die Arktis, um das Polarlicht zu erforschen. 2013 erschien sein Buch *Polarlichter, Feuerwerk am Himmel* in der 2. Auflage (Oculum-Verlag), seit 2014 betreibt er die Website [www.auroraborealis.at](http://www.auroraborealis.at)



Andreas Pfoser

## Wetterbilder

Der Begriff Meteorologie stammt aus dem Griechischen und setzt sich aus *meteoros* (in etwa „Erscheinungen der Lufthülle“) sowie *logos* (Lehre) zusammen. Es geht also nicht nur um die Wettervorhersage, sondern um die gesamte Physik und Chemie der Atmosphäre. In beiden Bereichen sind Bilder heute nicht mehr wegzudenken. Zahlreiche erst in jüngerer Vergangenheit gewonnene Erkenntnisse sind direkt auf die Verbesserung der Bildgebung zurückzuführen, sowohl in der Wetterprognose als auch in der Atmosphärenwissenschaft.

Wetterprognostiker greifen auf eine ganze Fülle von Bildern zurück, zum einen auf Wetterradar- und Satellitenbilder, um das aktuelle Wetter zu analysieren, zum anderen auf unzählige Grafiken, mit welchen die komplizierten Vorhersageberechnungen der meteorologischen Supercomputer angeliefert werden (Abb. 1 und 2). Speziell die Satellitenbilder der seit etwas mehr als einem Jahrzehnt operierenden zweiten Generation von Meteosat (*Meteosat Second Generation*) sind beeindruckend. Ihre hohe optische Auflösung sowie die Verfügbarkeit von zahlreichen Spektralkanälen haben das Verständnis für die Anordnung und Verlagerung von Wolkenstrukturen revolutioniert. Überlagert man zum Beispiel Bilder des hochauflösenden sichtbaren Spek-

tralbereiches mit einem Bild des nahen Infraroten, so erhält man ein plastisch wirkendes Satellitenbild, in welchem die Wolken je nach Dicke und Höhe in unterschiedlichen Farbtönen wiedergegeben werden und sich auch von den schneebedeckten Alpen und Pyrenäen gut abheben (Abb. 3). Bildhaft wird das Wetter aber auch an die Kunden/innen vermittelt. Symbole von Sonne, Regen und Gewitter haben im Fernsehen, Zeitungen, vor allem aber auf Smartphones ausführliche Texte schon längst verdrängt. Damit kann dann zwar nicht mehr jedes Detail vermittelt werden, Symbole sind aber rascher lesbar, eine nicht unwesentliche Anforderung an unsere so schnelllebige Zeit.

Bilder sind aber auch für die wissenschaftliche Erforschung der Atmosphäre wesentlich. So hat z.B. bereits vor mehr als 100 Jahren der Meteorologe, Geophysiker und Polarforscher Alfred Wegener Fotografien angefertigt, um Turbulenzmuster an Wolkenformationen zu erkennen. Er hat diese dann anhand von Bildvergleichen weiter untersucht. Sein Versuch, auch die rätselhaften Polarlichter abzulichten, war mit der damaligen Kamertechnik allerdings noch ein recht schwieriges Unterfangen. Polarlichter sind faszinierende Leuchterscheinungen der hohen Atmosphäre, welche in subpolaren und teilweise auch polaren Regionen beider Erdhemisphären auftreten und bei klarem und dunklem Himmel gesehen werden können (Abb. 4). Sie bewegen sich zeitweilig sehr schnell und in unvorhergesehene Richtungen über den Himmel und ändern dabei auch fallweise sehr plötzlich Ausdehnung und Helligkeit. Trotz dieser Dynamik gelang es aber bereits Anfang des 20. Jhdts. genügend gute Fotografien des Polarlichts herzustellen, um anhand gleichzeitig erfolgter Aufnahmen von verschiedenen Standorten aus die große Höhe des Polarlichts von 70 km bis deutlich über 300 km aus den Hin-



linke Seite unten: Abb. 3 Meteosat (Eumetsat) Satellitenbild. Italien, Süd-Frankreich, Spanien und Portugal, aber auch die schneebedeckten Westalpen sind nahezu wolkenfrei. Von Norwegen über England und die Bretagne bis an die Nordwestküste Spaniens erstreckt sich hingegen eine ausgeprägte Kaltfront. Über Irland und dem Nordatlantik ist zelluläre Kaltluftbewölkung markant erkennbar. © Austro Control

Abb. 4 Typisches Polarlicht im Norden Finnlands. © Andreas Pfoser

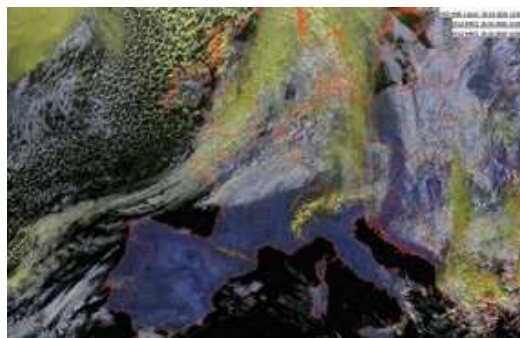
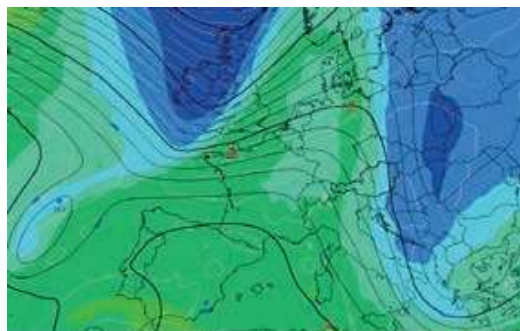


Abb. 1 Modellvorhersage des Europäischen Zentrums für mittelfristige Wettervorhersage (ECMWF), Äquivalentpotentielle Temperatur. Kalte Luftmassen sind lila und blau eingezeichnet, mildere Luft hellgrün und gelb. Das Gebiet mit starkem Temperaturgegensatz (viele Linien auf engem Raum) über England weist auf eine Kaltfront hin. © Austro Control  
Abb. 2 Ein weiteres Beispiel einer Modellvorhersage des ECMWF, Luftdruckverteilung am Boden (weiße Linien) und in der Höhe (schwarze Linien) mit Luftmassencharakteristik (farbige Flächen). Aus Form und Anordnung der Linien kann auf Gebiete mit aufsteigenden und absinkenden Luftbewegungen geschlossen werden. In Hebungszonen ist die Bildung von Wolken, Niederschlag und Gewitter begünstigt. © Austro Control



Abb. 5 Polarlicht während eines schweren geomagnetischen Sturms. Die ausgeprägten violetten Strahlen deuten einen außergewöhnlich hohen Ionisationsgrad der hohen Atmosphäre an. Das knapp über dem Horizont befindliche rote Licht weist auf eine hochreichende Beteiligung von atomarem Sauerstoff hin. © Andreas Pfoser

tergrundsternen in den Fotos abzuleiten. Ein überraschendes Ergebnis, welches der eigenen optischen Wahrnehmung völlig widerspricht, denn Polarlichter wirken kaum höher liegend als Wolken, während gleichzeitig scheinbar sie fast Baumwipfel zu berühren. Die Bilder widerlegen hier also eine optische Täuschung, die durchaus vergleichbar ist mit der nicht minder erstaunlichen Täuschung des scheinbar so riesig aufgehenden Vollmondes, der rötlich über dem Horizont schwebend um vieles größer zu sein scheint als später, dann, wenn er hoch vom Himmel leuchtet. Auch hier zeigen erst Fotografien, dass der Vollmond seiner Größe während der Nacht gar nicht ändert.

Abb. 6 Der pinke Unter-  
rand entsteht nur dann,  
wenn die polarlichterzeu-  
genden Partikel besonders  
tief in die Erdatmosphäre  
eindringen. Dafür ist  
eine hohe Geschwindig-  
keit und demnach ein  
besonders effizienter  
Beschleunigungsvorgang  
in der Magnetosphäre  
erforderlich. © Andreas  
Pfosser



Abb. 7 Als Korona be-  
zeichnet man ein sehr ak-  
tives Polarlicht senkrecht  
über dem Beobachter.  
Die Lichtfasern, welche  
in etwa die Positionen  
magnetischer Feldlinien  
repräsentieren, scheinen  
nach oben hin in einem  
entfernten Fluchtpunkt  
zusammenzulaufen. ©  
Andreas Pfosser, aus *Po-  
larlichter, Feuerwerk am  
Himmel* (Oculum-Verlag)



Mit der Einführung von teils automa-  
tischen Digitalkameras mit lichtstarken  
Weitwinkelobjektiven erlebte die Polar-  
lichtforschung in den letzten 10 bis 15  
Jahren einen starken Aufschwung. Es  
existieren zwar bodengestützte und  
satellitenbasierte Messanordnungen  
zur Abtastung der Hochatmosphäre,  
zudem erfassen mit Instrumenten be-  
stückte Raketen Daten in situ, aber das  
Polarlicht ist eine optische Erscheinung.  
Bilder sind daher ein adäquates Mittel,  
mit dem Polarlicht zusammenhängen-  
de Vorgänge der Hochatmosphäre zu  
dokumentieren. Dabei enthüllen Polar-  
lichtbilder auch Informationen, welche  
dem bloßen Betrachten mit dem Auge  
gar nicht zugänglich sind. So zeigen  
Langzeitbelichtungen von einigen bis

mehreren Sekunden Dauer Farbtöne im  
Polarlicht, die dem menschlichen Auge  
aufgrund dessen angeborener Schwä-  
che in der Farbwahrnehmung bei Dun-  
kelheit oft verborgen bleiben. Polarlich-  
ter Leuchten nicht immer in den gleichen  
Farben. Je nach den beteiligten atmo-  
sphärischen Bestandteilen (Sauerstoff  
oder Stickstoff, neutral oder ionisiert)  
und deren Anregungszuständen erge-  
ben sich unterschiedliche Farbtöne, von  
denen speziell Blau und Violett, in sub-  
polaren und polaren Gebieten auch Rot,  
kaum wahrgenommen werden können  
und daher oft erst auf Fotos identifiziert  
werden (Abb. 5). Auch gelbes oder grün-  
es Polarlicht benötigt eine ansehnliche  
Leuchtstärke, um nicht weiß zu wirken.  
Lediglich der kräftige pinke (Abb. 6)  
oder der sehr seltene orange Unter-  
rand eines Nordlichts bzw. auch das  
diffuse rote Glühen in mittleren Breiten  
zeigen sich auch dem menschlichen  
Auge deutlich. Damit ergibt erst das auf  
Fotos festgehaltene Polarlichtereignis  
ein vollständiges Bild, und es können  
Rückschlüsse auf die hochatmosphäri-  
schen Bedingungen und den Grad der  
geomagnetischen Störung, welche das  
Polarlicht ausgelöst haben, gezogen  
werden. Die Formen und Strukturen, mit  
welchen sich die Leuchterscheinung  
zeigt, lassen dann noch weitere Rück-  
schlüsse zu, z.B. auf die lokale Anord-

nung der Magnetfeldlinien (Abb. 7) so-  
wie im Idealfall sogar auf die Positionen  
und Beteiligungen ionosphärischer und  
magnetosphärischer Starkstromgebiete  
(Abb. 8).

Mein persönlicher Zugang zu Bildern  
ist der eines ambitionierten Hobbyfoto-  
grafen. Als solcher bin ich immer wieder  
fasziniert davon, wie unterschiedlich für  
Auge und Bild landschaftliche Motive  
wirken. Bereits in meiner Kindheit hab  
ich mit Erstaunen die Täuschung des  
aufgehenden Vollmondes wahrgenom-  
men. Jetzt, als Erwachsener, fotografie-  
re ich Motive, die ich als ausgesprochen  
reizvoll empfinde, nur um unmittelbar  
danach festzustellen, dass ein anderes  
Motiv, dem ich zunächst weniger Be-  
deutung beigemessen habe, schon auf  
dem Kameradisplay viel ästhetischer  
wirkt. Diese Eigentümlichkeit ist ver-  
wirrend, aber auch einleuchtend, wenn  
man bedenkt, dass der Fotograf ja die  
gesamte Szenerie auf sich wirken lassen  
kann, während das Foto selbst dann nur  
einen kleinen Ausschnitt davon festhält,  
welcher als solcher dann eben auch sei-  
ne ganz eigene Wirkung entfaltet. Ein  
zweiter Aspekt ist die Gefühlswelt, die  
mit einem Foto mitschwingt. Als ich den  
Polarlichtfotografen Tom Eklund, Koau-  
tor des von mir verfassten Polarlichtbu-  
ches, fragte, welche Fotos er von seiner  
großartigen Sammlung an Polarlichtbil-  
dern dem Buch beilegen möchte, war  
ich zum Teil über seine Auswahl über-  
rascht. Erst als er mir die dazugehörigen  
Geschichten erzählte, verstand ich, was  
er auch in den – meiner Ansicht nach  
– weniger spektakulären Bildern seiner  
Sammlung sah. Fotos zeigen also viel  
mehr als nur Motive, Bildkomposition  
und Fototechnik. Betrachte ich ein in-  
teressantes Foto, so versuche ich mittler-  
weile, mich in den/die Fotografen/in –  
so gut es geht – hineinzuversetzen, um  
etwas von den Gefühlen zu erhaschen,  
die ihn/sie während der Aufnahme des  
Bildes vielleicht begleitet haben.

Abb. 8 Selteneres Polarlicht  
in Österreich. Die diffusen  
Farbflächen lassen den  
Schluss zu, dass die  
polarlichterzeugenden  
Elektronen nicht aus der  
Magnetosphäre stammen,  
sondern vermutlich mit  
dem Ringstrom aus der  
Plasmasphäre herausge-  
streut wurden. © Andre-  
as Pfosser, aus *Polarlichter,  
Feuerwerk am Himmel*  
(Oculum-Verlag)

