

Beiträge des Instituts für Meteorologie

der Freien Universität Berlin zur Berliner Wetterkarte

Herausgegeben vom Verein BERLINER WETTERKARTE e.V.

zur Förderung der meteorologischen Wissenschaft

c/o Institut für Meteorologie der Freien Universität Berlin, C.-H.-Becker-Weg 6-10, D - 12165 Berlin

<http://www.berliner-wetterkarte.de>

39/04

SO 14/04

ISSN 0177-3984

18.6.2004

Gewitter am 9. Juni 2004 in der Nähe von Berlin – begleitende Messungen durch Studierende mit einem Motorsegler

Werner Wehry*, Carsten Lindemann** und Jürgen Fischer**

(*Institut für Meteorologie, FU Berlin, **Institut für Weltraumwissenschaften, FU Berlin)

Im Rahmen der Lehrveranstaltung Flugmeteorologie am Institut für Meteorologie der Freien Universität Berlin ist es seit mehreren Jahren üblich, eine Exkursion zum nahe von Berlin liegenden Segelflugplatz Lüsse bei Belzig (Fläming) zu organisieren. Dort ist der universitätseigene Motorsegler stationiert, der sonst für wissenschaftliche Messflüge genutzt wird. Am 9. Juni 2004 war es wieder so weit: Mehr als 20 Studierende fuhren nach Lüsse, jeder in der Hoffnung, bei wenigstens einem kurzen Flug mit dem Piloten Prof. Jürgen Fischer mit fliegen zu können und die Atmosphäre zu erkunden.

Diese Exkursion vermittelt vielen Studierenden ein neues Gefühl für die Bewegungen in der Atmosphäre, insbesondere wenn es bis zur meist in gut 1000 m Höhe liegenden Wolkenuntergrenze geht. Während einer Vorlesung hört man ja nur zu oder diskutiert lediglich kurz einen Themenbereich – hier erfolgt der Beweis in der Praxis!

Aufsteigende Luft ist mittels des Variometers des Segelflugzeugs erkennbar, der die Vertikalgeschwindigkeit sowohl beim Motorflug wie auch beim motorlosen Segelflug anzeigt, die auch ohne wesentliche Wettererscheinungen durchaus 5 m/s und mehr erreichen kann. Beeindruckend ist für viele Studierende die sich rasch verändernde Sicht auf den Erdboden wie auch die weite Rundumsicht, vor allem aber die gelegentlich auftretende – meist nur schwache – Turbulenz. Etwas verblüffend ist es, dass in jedem Kurs meist ein oder zwei Teilnehmer sind, die noch nie (auch nicht mit Passagierflugzeugen) geflogen sind, die also hier eine Premiere erleben!

Am 9. Juni 2004 zogen von Westen bereits am frühen Vormittag hohe Schichtwolken auf, die jegliche Thermik unterbanden. Dennoch wurde beschlossen, mit dem Fliegen zu beginnen. Es zeichnete sich nämlich ab, dass nach Durchzug der herannahenden Gewitterfront bald wieder Flugwetter herrschen könnte.

Die Wetterlage dieses Tages war insofern bemerkenswert, als über Westeuropa und dem westlichen Deutschland sehr warme und feuchte Luft lag, die mit Taupunktwerten von 15 bis 18°C als schwül zu charakterisieren war, und in der mittags die Temperatur in Mittel- und Süddeutschland verbreitet über 30°C stieg (s. 14-MESZ-Karte der Berliner Wetterkarte). Die Prognosen erwarteten, dass die Front, die diese feucht-warme Luft von deutlich kühlerer an der Oder trennte, bis zum Nachmittag nach Polen abziehen würde, d.h. dass auch im östlichen Deutschland die Temperatur noch verbreitet auf 25°C oder höher steigen würde (was jedoch nicht geschah, so dass sich für die Gebiete östlich der Elbe eine krasse Fehlprognose ergab).

Bereits in den Morgenstunden war in dieser sehr labilen Luft über Nordwestdeutschland ein Gewitter-Cluster entstanden, der z.B. im Hamburger Gebiet Starkregen und Sturmböen brachte, die großen Schaden verursachten. Diese Gewitterzone wanderte erwartungsgemäß sehr schnell – mit etwa 70 km/h – nach Osten bis Südosten und erreichte das Berliner Gebiet und auch den Flugplatz Lüsse mit einem tropisch aussehenden, mehrfach geschichteten Böenkragen (Abbildung 1). Zuvor lag die Temperatur in Lüsse bei etwa 20°C bei einem Taupunkt um 10°C, und es wehte mäßiger Südostwind. Mit dem Durchzug der Böenfront drehte der Wind auf West und erreichte kurzzeitig Windstärke 8 bis 9 (geschätzt), flaute nach



Abbildung 1: Böenkragen des Gewitters vom 9. Juni 2004 in Lüsse bei Belzig (Fläming). Foto: Carsten Lindemann

einem kurzen Starkregen ab und drehte zurück auf östliche Richtungen – die kühle Luft blieb also wetterbestimmend, ebenso wie im übrigen Brandenburg und in Mecklenburg, wo in Berlin ein Maximum von nur $18,8^{\circ}\text{C}$ erreicht wurde – schon in Braunschweig stieg die Temperatur bis $27,6^{\circ}\text{C}$, in Kassel bis $30,7^{\circ}$, in Karlsruhe sogar bis $34,1^{\circ}\text{C}$.

Die Niederschlagszone schwenkte also nach Südosten statt nach Osten, es bildete sich eine wellenförmige Deformierung an der Warmfront. Dies erfolgte, weil über den Britischen Inseln verstärkt sehr warme Luft ebenfalls mit einer Wellenfront nordostwärts vorankam. Die Strömung drehte dort in 5 km Höhe (s. 500-hPa-Karte der Berliner Wetterkarte) auf Westsüdwest, und als Folge erhielt über Nordostdeutschland die westliche Höhenströmung eine leichte Umsteuerung nach Nordwest, was die Radiosondenmessungen von Lindenberg bei Berlin belegen: Zwischen 00 und 12 UTC drehte der Wind in den Höhen zwischen 3 und 5 km Höhe um etwa 20 Grad nach rechts, nach Nordwest – die Systeme zogen statt nach Osten nun ost-südostwärts.

Als wesentliche Ursache der starken Gewitter ist hierbei das Aufgleiten sehr feuchter und warmer Luft in Höhen zwischen 500 und 1000 m über die im Osten liegende bodennahe kühlere Luft. Diese Verhältnisse bestätigten sich mit den Flugzeugmessungen in Lüsse am Vormittag des 9. Juni. Die Abbildung 2 zeigt die Messwerte des 1. Fluges, der zwischen 9.34 und 9.50 MESZ erfolgte (durchgezogene Linie mit offenen Quadraten): Am Flugplatz lag die Temperatur bei 19°C (in Hannover wurde zur gleichen Zeit 26°C gemessen), sank bis 500 m Höhe auf $15,7^{\circ}\text{C}$, um dann bis 600 m Höhe auf $17,1^{\circ}\text{C}$ zu steigen. Bis zum 4. Flug (durchgezogene Linie mit Rauten, 10.42 bis 10.58 MESZ) sank die Temperatur am Boden schon bis $17,2^{\circ}\text{C}$, weil bereits erste Regentropfen fielen, der höchste Wert wurde jetzt in 600 m Höhe mit $17,5^{\circ}\text{C}$ erreicht. Während dieser gesamten Zeit blieb die Temperatur in 1000 m Höhe nahezu konstant bei $15,3$ bis $15,8^{\circ}\text{C}$. Bemerkenswert war dabei die starke Windscherung: Während bis ca. 600 m Höhe – gut erkennbar an einzelnen Wolkenfetzen – eine östliche Strömung herrschte, zogen die Wolken von Westen bis Nordwesten heran. Beim Durchgang der Böenlinie (s. Abbildung 1) setzte sich, wie oben beschrieben,

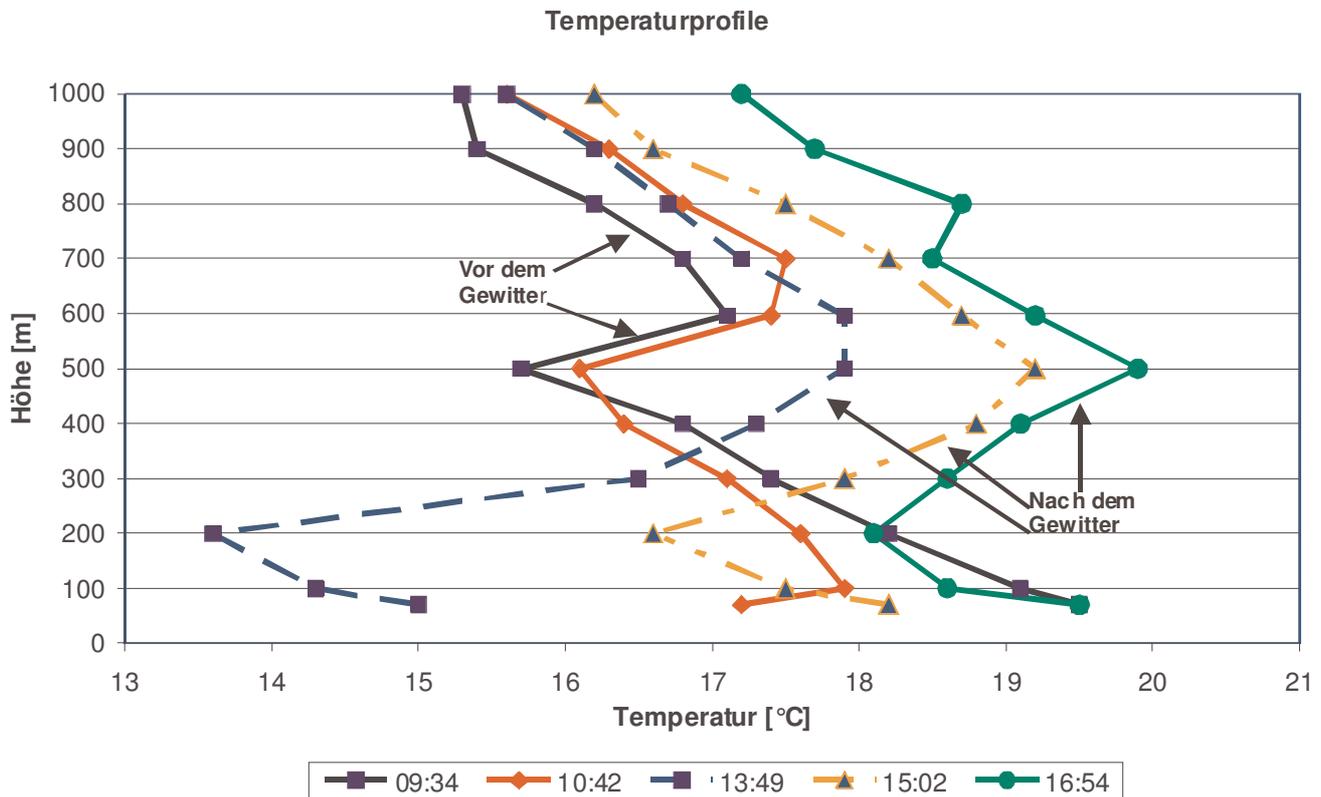


Abbildung 2: Temperaturprofile von fünf der insgesamt 14 Messflüge am 9. Juni 2004 in Lüsse. Die beiden mit durchgezogenen Linien dargestellten Profile erfolgten vor dem Gewitter, die drei anderen danach. Weitere Erklärungen siehe Text!

Nach einer Pause von fast drei Stunden erfolgte von 13.49 bis 14.10 MESZ der 5. der 14 Flüge, der noch bei leichtem Regen startete, somit also im Bereich der abziehenden Niederschläge war (s. gestrichelte Linie mit quadratischen Stützpunkten): Am Boden war die Temperatur bis 15,0°C gesunken, im Bereich des verdunstenden Niederschlags, der der Luft ja Wärme entzieht, wurde in 200 m Höhe 13,6°C erreicht. Die Überraschung war jedoch, dass es zwischen 400 und 600 m Höhe bis zu 2 K wärmer war als vor dem Gewitter – und dass sich in 1000 m Höhe die Temperatur mit 15,6°C überhaupt nicht geändert hatte!

Mit dem Abzug der Niederschläge lockerte die Bewölkung auf, die Temperatur stieg im gesamten Höhenbereich. Am Boden wurde um 15.02 MESZ (strich-punktierte Linie mit Dreiecken) 18,2°C gemessen, in 500 m Höhe 19,2°C und in 1000 m Höhe 16,2°C. Um 16.54 MESZ, dem 14. und letzten Flug, wurde am Boden schon 20,7°C gemessen, in 600 m Höhe 20,0°C und auch in 1000 m Höhe wurde noch 16,6°C abgelesen (gestrichelte Linie mit gefüllten Kreisen). Erkennbar ist hieran, dass eine relativ dünne Schicht mit feucht warmer Luft (s. Messung von 10.42 MESZ) sich im Bereich des Gewitters erheblich vergrößerte (s. Flüge von 15.02 und 16.54 MESZ), denn nun war die Temperatur von einem Wert von 13,6°C in 200 m Höhe auf 17,9°C in 500 m gestiegen.

Die Satellitenbilder des Tages zeigen die Gewittercluster sehr deutlich. Hier sei als Beispielschnitt des Satelliten MODIS von 10.50 UTC wieder gegeben. Allerdings ist dieser Wolkencluster ohne weitere Informationen schwer für die Gewitter-Intensität zu interpretieren. Jedenfalls ist knapp südlich von Berlin ein kompakter Wolkencluster erkennbar.

Weitere Hinweise ergeben sich aus dem Feld der potentiellen Vorticity, wobei nach der 12 Stunden-Vorhersage von BOLAM (Bologna) ein relatives Maximum eher etwas östlich von Berlin, allerdings in einem stark baroklinem Feld, prognostiziert wurde. Die Berliner Wetterkarte von 14 MESZ zeigt sehr deutlich die kleine Tiefdruckrinne, die von einem isallobarischem Feld von 1 – 2 hPa Druckfall pro drei Stunden begleitet wird. Ein typisches Gewitterhoch ist in seiner Nachbarschaft ebenfalls gut zu erkennen. Aus der Höhenströmung, z.B. 500 hPa, ergeben sich außer dem Verlagerungsvektor keine besonderen Erkenntnisse.

Abbildung 3: Aufnahme vom Satelliten MODIS am 9. Juni 2004 um 10.50 UTC (mit freundlicher Genehmigung des Instituts für Weltraumwissenschaften, FU Berlin).

Zu dieser Zeit (12.50 MESZ) liegt die Hauptmasse der kompakten Wolken bereits weiter im Süden über Sachsen und der Tschechischen Republik.

