



Dem Tornado auf der Spur

Sie sind die stärksten Stürme der Welt. Mit bis zu 500 Kilometern pro Stunde wirbelt ihr rotierender Schlauch alles in die Luft, was ihm im Wege steht – in den USA wie auch in Deutschland, wo pro Jahr rund 50 Tornados mit teils verheerenden Folgen auftreten.

Was ist überhaupt ein Tornado?

Im DLR_School_Lab Göttingen könnt ihr mit einer "Tornadomaschine" einen bis zu 1,5 Meter hohen Tornadowirbel erzeugen, die physikalischen Bedingungen für seine Entstehung messen und seine Zerstörungskraft am Modell anschaulich miterleben.

Und im Tornadoschutzraum-Simulator erlebt ihr "live" und hautnah, was es heißt, in den "Touch down" eines Tornados zu geraten...

Dem Tornado auf der Spur

Die Bedeutung der Tornadoforschung

Mit modernster Satelliten- und Computertechnik untersuchen Meteorologen und Strömungsforscher, wie Tornados entstehen und weshalb sie oft eine gewaltige Zerstörungskraft entwickeln. Forscher und private "storm chasers" jagen in den USA hinter den Tornados her, um möglichst genaue Daten zu ermitteln. Das Hauptziel all dieser Untersuchungen: Man will eine ausreichend lange Vorwarnzeit für genau definierte Tornadokorridore in den gefährdeten Gebieten gewinnen. So kann die Bevölkerung rechtzeitig Maßnahmen zu ihrem Schutz ergreifen.



Tornadoschlauch im Golf von Genua

Natürlich lässt sich ein ausgewachsener Tornado nicht im Labor untersuchen. Doch können wir mit geeigneten Modellen die Grundbedingungen, die zur Entstehung eines Tornados führen, im Laborversuch anschaulich darstellen.

Dies geschieht im DLR_School_Lab Göttingen mittels des "Nebelhosenmodells". Eine Nebelhose ist zwar noch kein Tornado, sie verfügt aber über einige charakteristische Eigenschaften eines echten Tornados. Die Natur liefert die Vorlage: Im Frühherbst, wenn die Binnenseen bei uns noch die Sommerwärme gespeichert haben, aber die Nächte schon relativ kühl sind, kann

man mit viel Glück früh morgens eine "Nebelhose" über dem dampfenden See entdecken.

Die Gründe sind – neben den relativ großen Temperaturunterschieden zwischen dem Seewasser und der Luft – gegenläufige Winde ("Scherwinde") in den unteren Luftschichten. Sie wirken als Auslöser für die Bildung eines Schlauchs innerhalb der aufsteigenden warmen Luftmassen über dem See. Diese Gegebenheiten greifen wir im Nebelhosenmodell auf.

Modell-Aufbau im DLR_School_Lab

In einem nach drei Seiten durchsichtigen Kasten, dessen Seitenwände unterschiedlich breit zu öffnen sind, befindet sich unten eine Heizplatte mit einem Wasserbehälter. Durch Erhitzen des Wassers entstehen aufsteigende Nebelschwaden, die durch entsprechend eingestellte Seitenschlitze Luft von außen ansaugen und bei optimaler Einstellung einen rotierenden Schlauch formen. Ein schwenkbarer Ventilator verändert eindrucksvoll die Form dieses Schlauches.

Was könnt ihr erfahren?

Ihr lernt hier grundlegende thermische Voraussetzungen für das Aufsteigen von Luft kennen. Ebenso könnt ihr mithilfe der variabel, einstellbaren Seitenschlitze die Bedingungen für die Ausbildung und Drehrichtung des Schlauches untersuchen

Zusätzlich könnt ihr mit dem schwenkbaren Ventilator eine bei Tornados häufig auftretende Wettersituation nachahmen: Der obere Teil ("Amboss") einer Gewitterwolke mit einem Tornado bekommt Kontakt mit dem Jetstream (einer Windströmung in großer Höhe, die Windgeschwindigkeiten von bis zu 540 km/h erreichen kann).



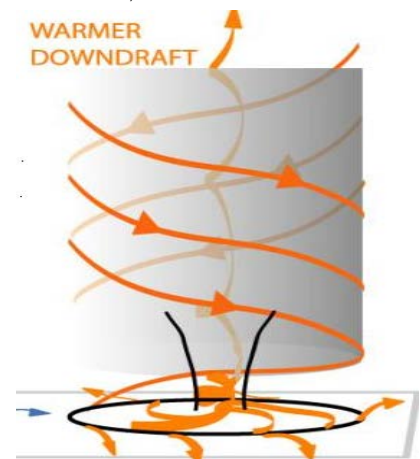
Schlauchbildung im Nebelhosenmodell

Wie entsteht ein Tornado?

Ihr könnt dem Tornado noch weiter auf die Spur kommen und dabei einige interessante Experimente durchführen. Dazu haben wir in unserem stillgelegten 3m-Windkanal das Modell einer Wolke mit den entsprechenden Luftströmungen nachgebildet, so dass ein bis zu 1,5m langer Tornadoschlauch entsteht.

Der Tornado im Experiment

Wenn es zur Bildung eines Tornado-schlauches kommt, ist nicht nur der für das spektakuläre Phänomen typische, aufwärts gerichtete Luftstrom vorhanden. Dieser richtet zwar die bei weitem schlimmsten Schäden an, jedoch kann man bei genauerer Betrachtung einen abwärts gerichteten Luftstrom erkennen, der in einem Umfeld von ein bis zwei Kilometer Durchmesser um den eigentlichen Schlauch auftritt („warmer downdraft“).



Diesen Effekt kann man in ähnlicher Form auch an unserem Modell beobachten. Er erzeugt einen Fallwind, der die Gegenströmung zu dem Tornadoschlauch bildet.

Die Experimente umfassen verschiedene Fragestellungen, wie zum Beispiel das Aussehen des Windfeldes, das für die Entstehung eines Tornados essentiell ist. Dieses könnt ihr mithilfe verschiedener Messmethoden an einem Windfeldmodell darstellen. Des Weiteren könnt ihr mit einem Anemometer (Windmesser) die verschiedenen Windgeschwindigkeiten im Inneren des Modelltornados messen und zur genaueren Auswertung in einem Diagramm festhalten.

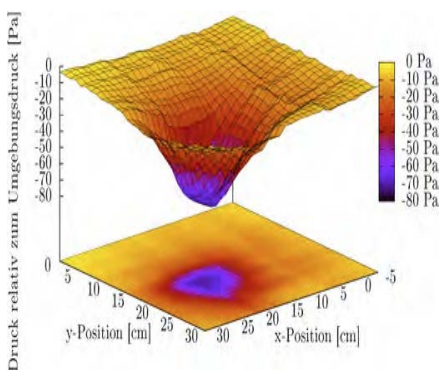
Eine weitere wichtige Frage auf die das Modell Antwort liefert, betrifft die Luftdruckunterschiede zwischen Schlauch und Umgebungsluft. Welche Drücke sind zu erwarten? Herrscht im Schlauch wirklich ein Unterdruck, der an der Zerstörungskraft beteiligt ist? Welche Kraft resultiert aus den Druckunterschieden?



Schülerinnen und Schüler messen den Druckabfall und die Geschwindigkeit im Tornadoschlauch

Im ehemaligen 3m-Windkanal des DLR könnt ihr die Zerstörungskraft des Wirbels erleben. Das Modell hängt, als tornadoträchtige Wolke, von der Decke und zieht über eine Miniaturlandschaft hinweg, wobei sie eine Spur der Verwüstung hinterlässt.

Zusammengestürzte Häuser, Menschen laufen durch die Trümmer. Dann wird das Bild schlechter, der Ton fällt aus – Rauschen... Jetzt kommt der "Twister" auf uns zu!



Jetzt bleibt nur noch zu klären, wie groß die Ähnlichkeit des Modelltornados zu einem richtigen Tornado ist. Kann man die hier erzielten Ergebnisse übertragen, kann man sie nutzen, um das Phänomen besser zu verstehen und sich damit besser vor Katastrophen schützen?

Wenn man jetzt doch nur in einem Schutzraum sitzen könnte...

Wenn der Twister kommt...

Wie fühlt es sich in einem Schutzraum an den "touch down" eines Tornados zu erleben? Im Tornadoschutzraum-Simulator könnt ihr diesen "Ernstfall" nachempfinden.

Drinnen ist es wenig gemütlich: Schutzhelm, Säge und Klappspaten hängen hinter zwei schmalen Holzbänken. Im Regal stehen Erste-Hilfe-Kasten, Taschenlampe, Konservendosen und ein Batterie betriebenes Laptop für den Ernstfall. Der kommt schneller als gedacht. Eben noch scheint die Sonne durch die drei kleinen Sichtfenster, als das Laptop aufflackert: Eine Live-Reportage im TV: Ein Tornado hat gerade eine Kleinstadt zerstört.



Tornadoschutzraum-Simulator im Einsatz

Fragen zum Nachdenken

- **Warum ist ein Tornadoschlauch genauso sichtbar wie die Nebelhose in unserem Modell, obwohl es bei ihm keinen Wasserkocher für die Erzeugung des Kondensats gibt?**
- **Platzen wirklich Häuser auseinander, wenn ein Tornado über sie hinwegzieht?**
- **Hat die Erdrotation Auswirkungen auf die Drehrichtung eines Tornados?**

Das DLR im Überblick

Das DLR ist das nationale Forschungszentrum der Bundesrepublik Deutschland für Luft- und Raumfahrt. Seine umfangreichen Forschungs- und Entwicklungsarbeiten in Luftfahrt, Raumfahrt, Energie, Verkehr und Sicherheit sind in nationale und internationale Kooperationen eingebunden. Über die eigene Forschung hinaus ist das DLR als Raumfahrtagentur im Auftrag der Bundesregierung für die Planung und Umsetzung der deutschen Raumfahrtaktivitäten zuständig. Zudem fungiert das DLR als Dachorganisation für den national größten Projektträger.

In den 16 Standorten Köln (Sitz des Vorstands), Augsburg, Berlin, Bonn, Braunschweig, Bremen, Göttingen, Hamburg, Jülich, Lampoldshausen, Neustrelitz, Oberpfaffenhofen, Stade, Stuttgart, Trauen und Weilheim beschäftigt das DLR circa 8000 Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter. Das DLR unterhält Büros in Brüssel, Paris, Tokio und Washington D.C.

DLR Göttingen

Das Deutsche Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR) konzentriert seine Aktivitäten in den Schwerpunkten Luftfahrt und Verkehr an den Standorten Göttingen und Braunschweig. Das DLR Göttingen, 1907 als Modellversuchsanstalt der späteren Aerodynamischen Versuchsanstalt (AVA) gegründet, beschäftigt circa 460 Mitarbeiter in der grundlagen- wie anwendungsorientierten Luftfahrtforschung.

Hinweise zum Experiment:

Alter: 12 bis 18 Jahre

Gruppengröße: 4 bis 6

Dauer: 60 Minuten

Inhaltlicher Bezug: Wetter
(Druck, Strömungsgeschwindigkeit, Messtechnik)



**Deutsches Zentrum
für Luft- und Raumfahrt e.V.**

DLR_School_Lab Göttingen
Bunsenstr. 10
37073 Göttingen
Leitung: Dr. Oliver Boguhn
Telefon: 0551 709-2409
Telefax: 0551 709-2439
E-Mail: schoollab-goettingen@dlr.de
www.schoollab.DLR.de/goettingen