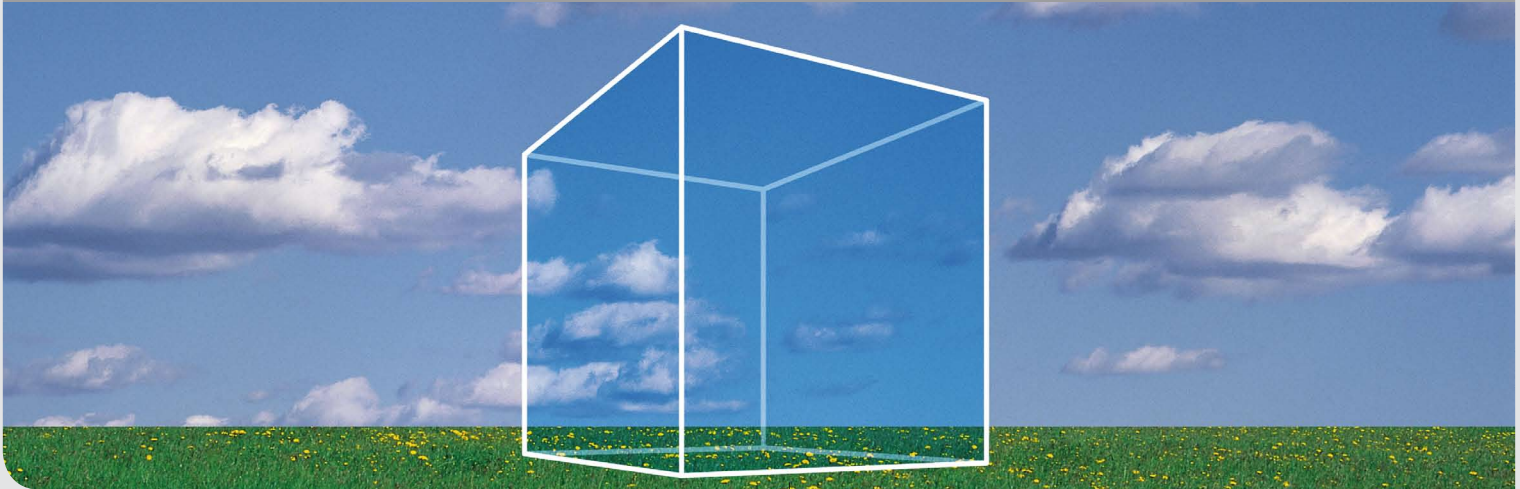


KITcube

Gesamtbeobachtungssystem zur Sondierung der Atmosphäre

INSTITUT FÜR METEOROLOGIE UND KLIMAFORSCHUNG



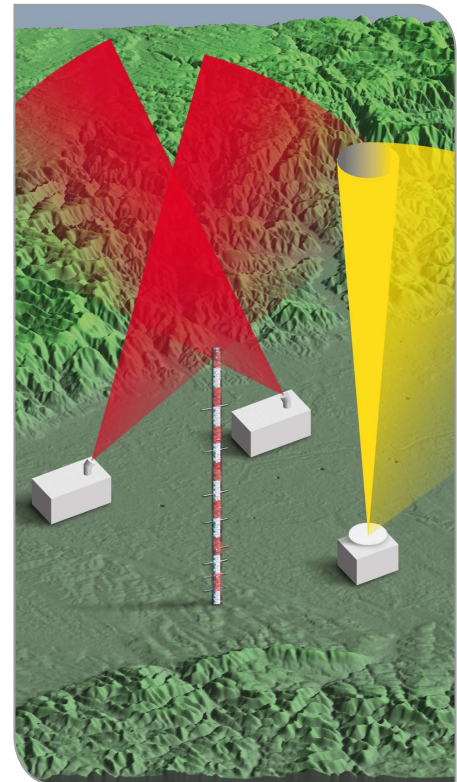


KITcube

Was ist der KITcube?

Das Karlsruher Institut für Technologie (KIT) verfügt über eine hervorragende Ausstattung an modernen Messgeräten zur experimentellen Erforschung der Atmosphäre. Die Geräte zur bodengebundenen Fernerkundung (Radare, Lidare, Sodare und Radiometer) und die Geräte für in-situ-Messungen (Radiosonden, Energiebilanzstationen und Messtürme) werden weltweit in großen internationalen Messprogrammen eingesetzt. Durch zusätzliche Investitionen aus Mitteln des BMBF, der Helmholtzgemeinschaft und des KIT wird der KITcube in den kommenden Jahren zu einem einmaligen und komplexen Beobachtungssystem vervollständigt, das eine hohe Einsatzflexibilität besitzt. Er kann als mobile Einrichtung an beliebigen Messorten betrieben werden und sowohl für kurzzeitige Studien ausgewählter atmosphärischer

Prozesse als auch im Dauerbetrieb für atmosphärisches Monitoring eingesetzt werden. Unter dem KITcube verstehen wir ein Gesamtbeobachtungssystem unterschiedlichster, in ihrer Messstrategie aufeinander abgestimmter Instrumente zur Sondierung der Atmosphäre, das ein Atmosphärenvolumen von ca. 10 km Seitenlänge mit modernsten Methoden vermessen kann und somit die zeitlich und räumlich vollständige Erfassung aller relevanten Prozesse ermöglicht. Das Konzept des KITcube realisiert damit große Synergieeffekte. Der KITcube steht in fachlicher Verantwortung des Instituts für Meteorologie und Klimaforschung (Bereich Troposphäre). Mit einem Beschaffungswert von ca. 10 Mio € stellt der KITcube ein Großgerät des KIT im KIT-Zentrum Klima und Umwelt und im Helmholtz-Programm Atmosphäre und Klima dar.

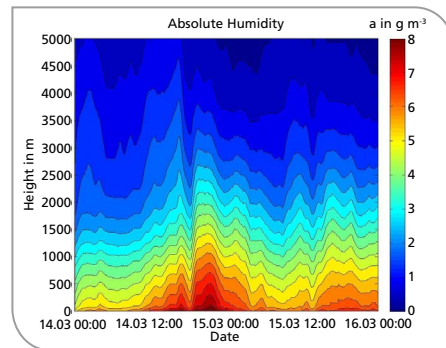


ZIELE

Grenzschichtuntersuchungen und Studien zu konvektivem Niederschlag

Das vorrangige Ziel des KITcube ist es, wesentliche, offene Fragestellungen

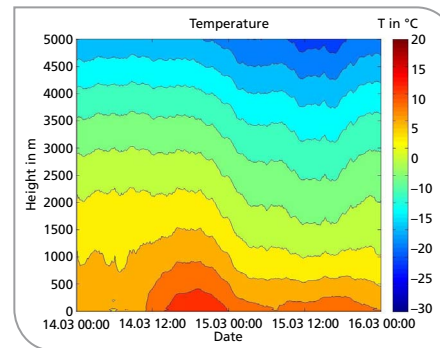
- zur Turbulenz und Konvektion in der Grenzschicht,
- zur Auslösung von hochreichender Konvektion durch Feuchtevariabilität, Feuchtekonvergenz, Konvergenzonen und Aerosolverteilung und
- und zur Entstehung von Niederschlag zu bearbeiten.



Darüber hinaus bietet der KITcube die Möglichkeit, durch Kombination mit luftchemischen Beobachtungen z. B. atmosphärische Aerosole und deren Einfluss auf die Strahlungsbilanz zu bestimmen.

Grenzschichtstruktur und -prozesse

Neue Fernerkundungsverfahren (Lidar, Radar, passive Radiometer) erlauben es, kontinuierliche Messungen in der gesamten Grenzschicht nahezu gleichzeitig durchzuführen, was bisher mit



Flugzeugmessungen und Radiosonden nicht möglich war. Damit wird eine deutliche Reduktion des statistischen Fehlers insbesondere für Turbulenzmessungen in der Grenzschicht erreicht. Darüber hinaus ergibt sich die Möglichkeit durch den koordinierten und gleichzeitigen Einsatz von Windlidargeräten die zweidimensionale Struktur von Böen zu vermessen und horizontale Windvektoren zu bestimmen.

Feuchtkonvektion

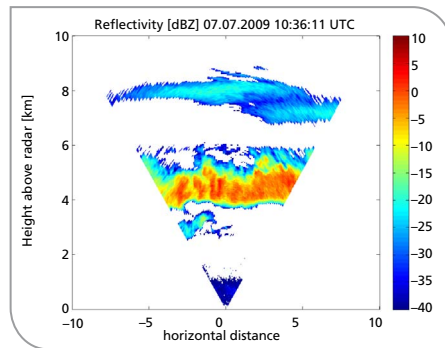
Ziel der Konvektionsuntersuchungen ist die Klärung der Frage, warum in einem bestimmten Gebiet und zu einer bestimmten Zeit Konvektion ausgelöst wird bzw. warum sich flache Konvektion zu hochreichender Konvektion ausbildet. Die Entstehung und Entwicklung von Konvektion hängt im Wesentlichen

- von der großräumigen Schichtung der Atmosphäre,

- von Prozessen, die die konvektive Energie freisetzen können und
- von der Existenz von Inversionen, die die Entwicklung von Konvektion unterdrücken können, ab.

Als wichtige Auslösemechanismen gelten:

- eine räumliche Feuchte- bzw. Temperaturvariabilität in der Grenzschicht,
- Feuchte- bzw. Massenkongruenz, z. T. resultierend aus thermisch induzierten Windsystemen (Hangwinde, Talwinde, Land- und Seewinde) und



- eine räumlich variable Aerosolverteilung.

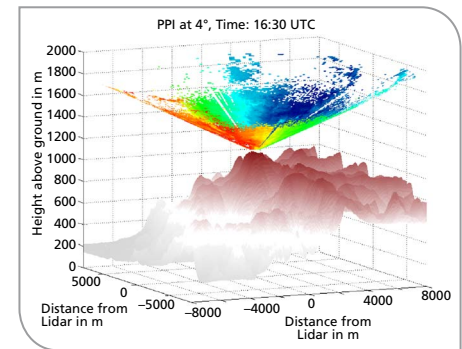
Die Analyse von Details der Mechanismen und ihre Bedeutung für die Konvektionsauslösung sind Bestandteil der Untersuchungen zur Konvektion.

Wolken und Niederschlag

Lidarinstrumente sowie Wolken- und Niederschlagsradargeräte erlauben eine kontinuierliche Beobachtung der Niederschlagsentwicklung durch Identifikation verschiedener Hydrometeorarten wie Wolkentropfen, Wolkeneis, Regen, Hagel und Schnee. Da die Instrumente gleichzeitig die radiale Geschwindigkeit der Streuer messen können, sind Mischprozesse an der Wolkenoberfläche, besonders aber an der Wolkenunterseite, direkt beobachtbar.

Die kontinuierlichen Messungen bilden gemeinsam mit numerischen Modell-

untersuchungen den Zugang zu einem tieferen Verständnis wolkenphysikalischer Vorgänge.



Langzeitmessungen und Datenassimilation

Der KITcube ist sehr gut für die Bearbeitung vieler Fragestellungen aus dem Bereich der Physik der Atmosphäre geeignet und ist national und international nahezu konkurrenzlos. Wichtig sind

ZIELE

dazu Dauermessungen an einer festen Position, um Ergebnisse statistisch absichern zu können. Als Einsatzort des KITcubes sind existierende Messstationen z. B. der Messmast des KIT oder Wetterdienstobservatorien vorgesehen. Damit kann eine zeitlich und räumlich hoch aufgelöste Langfristdatenbasis von meteorologischen Größen (Wind, Temperatur, Feuchte, Niederschlag, Stabilität, Konvektionsindizes, Erdbodendaten, ...) sichergestellt werden. Das ist eine notwendige Voraussetzung für die Bearbeitung vieler Fragestellungen.

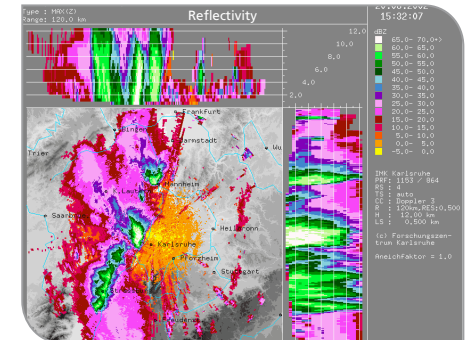
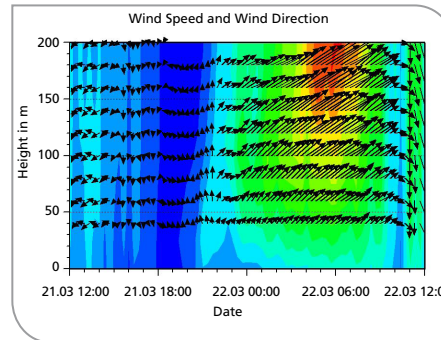
Die Messdaten des KITcube können online in das globale Meldernetz für Wetterdaten (GTS) übergeben werden, um die Datengrundlage von Wettervorhersagemodellen zu verbessern (Datenassimilation).

Aerosole

Aerosolmessungen lassen sich sehr gut in den KITCube integrieren und realisieren. Die Alleinstellungsmerkmale des KITcube werden durch Gas- und Partikelmessungen deutlich erhöht.

Die Kombination von Gas-, Partikel- und meteorologischen Messungen sichert dem KITcube eine weltweit einmalige Stellung als Gesamtbeobachtungssystem der Atmosphäre. Die Bedeutung solcherart kombinierter Messungen wird durch die nicht zuletzt in Modellen gewonnenen

Erkenntnisse zu Wechselwirkungsmechanismen belegt. Die derzeitige Entwicklung von Modellen geht zunehmend in Richtung vollständig gekoppelter Gas-Partikel-Hydrodynamik-Modelle, da nur mit solchen Modellen die sehr komplexen Fragestellungen in der Atmosphärenphysik beantwortet werden können. Eine Kombination dieser drei Felder in einem Messprojekt auf dem aktuellsten Stand der Geräteentwicklung ist daher zukunftsweisend und innovativ.





Folgende, üblicherweise eigenständig betriebene Instrumente sind in den KITcube integriert:

Scannende Wind-Lidar Instrumente ① ②

- Doppler Wind-Lidar (2,0 μm Wellenlänge), Reichweite bis 10 km
- Doppler Wind-Lidar (1,6 μm Wellenlänge), Reichweite bis 10 km
- Vertikal sondierendes Wind-Lidar (1,5 μm Wellenlänge), Reichweite bis 2 km



Scannendes Doppler-Wolkenradar (K-Band) ③

Messung wolkenphysikalischer Parameter bei 8,5 cm Wellenlänge, bis 15 km Reichweite

Sodar

Messung von Windprofilen bis 800 m Höhe mittels Schallwellen. Vertikale Auflösung 20 m, zeitliche Auflösung 15 min

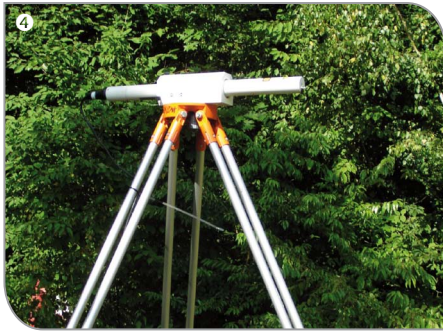


Mikrowellenradiometer HATPRO

Passives, abtastendes Instrument zur Messung von Temperatur- und Feuchteprofilen bis 10 km Höhe. Messung des integrierten Wasserdampfgehaltes der Atmosphäre und des Wolkenwassers

Scintillometer ④

Bestimmung mittlerer fühlbarer Wärmeflüsse über Distanzen bis 400 m



Niederschlagstropfenmesser ④

Diverse Instrumente zur Messung von Niederschlagstropfenverteilungen

Radiosondensysteme zur Messung von Vertikalprofilen meteorologischer Größen ⑥

Profilmessungen von Wind, Temperatur, Feuchte und Druck bis ca. 30 km Höhe



Mobiler 20-m-Messmast mit meteorologischen Sensoren

Bodennahe Profilmessungen von Wind, Temperatur und Feuchte in 7 Höhen

Erdbodenenergiebilanz- und Turbulenzmesssysteme

Systeme zur vollständigen Messung der Energiebilanz des Erdbodens (Strahlungsbilanz, fühlbarer und latenter Wärmestrom, Bodenwärmestrom) und der Turbulenz





Mobile 4-m-Messmasten mit meteorologischen Sensoren

Autarke Masten zur Messung von Wind, Temperatur, Feuchte, Druck und Niederschlag

Bodenfeuchte- und Bodentemperaturmessinstrumente

Feuchte- und Temperaturprofile bis 1 m Erdbodentiefe



Wolkenkamera

Aufzeichnung der Wolkenbedeckung oberhalb des KITcube

Stationäres Doppler-Niederschlagsradar (C-Band) (Standort KIT, Campus Nord) ⑦

Messung der Niederschlagsverteilung und der radialen Windgeschwindigkeit im Umkreis von 120 km um Karlsruhe



Stationärer 200-m-Messmast mit meteorologischen Sensoren (Standort KIT, Campus Nord) ⑧

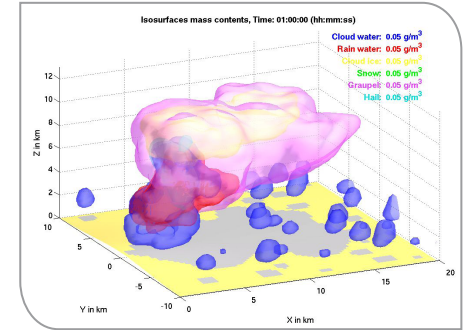
Profilmessungen von Wind, Temperatur, Feuchte und Turbulenz in bis zu 11 Höhen

KITcube-Zentrale ⑨

Von einem Leitstand wird das gesamte Messfeld zentral überwacht und gesteuert. Die Daten laufen in der Zentrale ein und werden über Internet zum KIT verschickt.

DAS INSTITUT FÜR METEOROLOGIE UND KLIMAFORSCHUNG DES KIT

Das Institut für Meteorologie und Klimaforschung (Bereich Troposphäre) erforscht experimentell und modellierend die Transporte und Umwandlungen von Wasser, Energie, Spurengasen und Aerosolen in der Troposphäre (bis ca. 12 km Höhe), insbesondere aber in der planetarischen Grenzschicht (bis ca. 2 km Höhe). Die Einflüsse der Orographie und der Landnutzung auf die Wind- und Niederschlagsverteilung und die Dynamik konvektiver Systeme werden mit dem Ziel von Verbesserungen der Vorhersage untersucht. Die Ergebnisse aller Arbeiten finden Anwendung bei Fragen zum menschlichen Einfluss auf den Zustand und die Zusammensetzung der Atmosphäre, auf das regionale Klima sowie bei der Risikobewertung von Wettergefahren, z. B. durch Sturm, Starkregen und Gewitter. Die Weiterentwicklung eigener Modellsysteme und die Geräteentwicklung nehmen dabei einen breiten Raum ein.



EINSATZPROFIL DES KITcube UND KOOPERATIONEN

Das Institut für Meteorologie und Klimaforschung (Bereich Troposphäre) initiiert auf nationaler und internationaler Ebene Projekte sowohl zu grundlegenden Fragen der Atmosphärenforschung als auch zu Problemen mit starkem Anwendungsbezug. Gleichzeitig beteiligen wir uns auch an nationalen und internationalen wissenschaftlichen Programmen. Unser Ziel ist, mit partnerschaftlich strukturierten Forschungsprogrammen eine möglichst gute Nutzung des Messpotentials der im KITcube zusammen gefassten Instrumente zu erreichen. Hierbei ist auch die temporäre Eingliederung weiterer Instrumente von Kooperationspartnern in das Konzept des KITcube erwünscht. Zudem kann das Instrumentarium des KITcube auch externen Nutzern zur Verfügung gestellt werden.

Das Karlsruher Institut für Technologie arbeitet transdisziplinär intensiv mit anderen Einrichtungen zusammen. Im Helmholtz-Programm Atmosphäre und Klima erforscht KIT gemeinsam mit den Helmholtzzentren in Jülich und Potsdam die atmosphärischen Prozesse im Klimasystem. Zu den fachübergreifenden Einrichtungen gehören das 2009 gegründete KIT-Zentrum Klima und Umwelt, das virtuelle Exzellenzzentrum CEDIM (KIT und GeoForschungszentrum Potsdam) zur Erforschung und Schadenminderung bei Naturkatastrophen und das Süddeutsche Klimabüro zur Information der Öffentlichkeit in aktuellen Klimafragen. Der KITcube erfüllt im Rahmen dieser Initiativen wichtige Beobachtungsaufgaben, die komplementär zu den hydrologischen und geowissenschaftlichen Messverfahren eine weitreichende Systemerfassung auf der regionalen Skala ermöglichen.





KITcube

Kontakt

Karlsruher Institut für Technologie, KIT

Institut für Meteorologie und Klimaforschung, IMK
Dr. Norbert Kalthoff

Hermann-von-Helmholtz-Platz 1
76344 Eggenstein-Leopoldshafen

Telefon 07247 82-4230
Fax 07247 82-4377
Mail norbert.kalthoff@kit.edu

Impressum

Redaktion Dr. Ulrich Corsmeier

Fotos Markus Breig, Martin Lober, IMK-TRO

Gestaltung, Layout Wilfrid Schroeder

Druck Wilhelm Stober GmbH, Eggenstein

September 2010

www.imk-tro.kit.edu