

Flügelschlag gegen Sturmböen

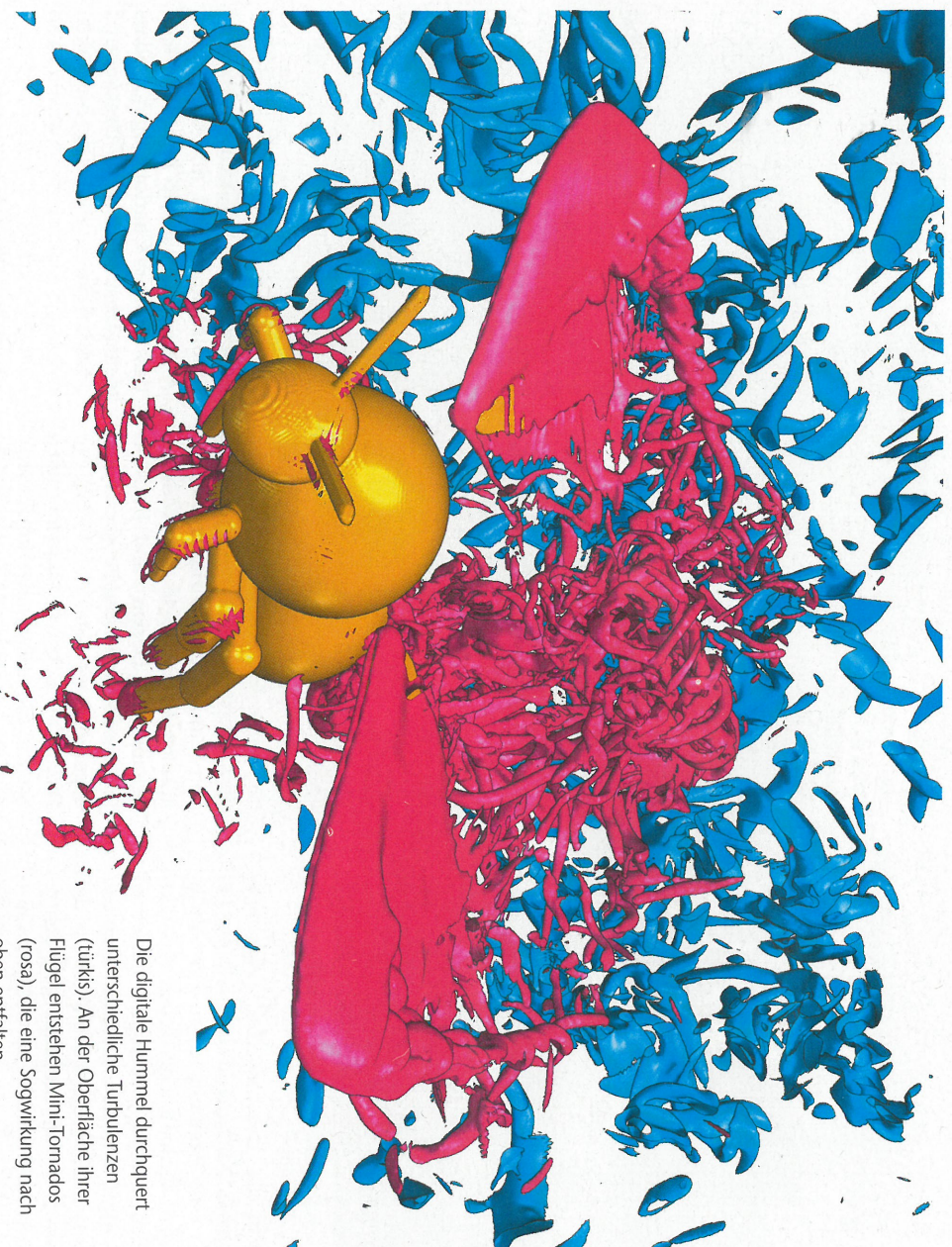
Strömungsforscher gehen den Geheimnissen des Hummelfluges auf den Grund

Mit dem Frühjahr gehen auch die Bienen wieder auf Nahrungssuche und setzen zu akrobatischen Flugkunststücken an. Wendig fliegen sie vorwärts, rückwärts, seitwärts, auf und ab, ändern ständig Richtung und Geschwindigkeit – und trotzen auch stärkeren Windturbulenzen. Der Anblick erfreut nicht nur Naturliebhaber, auch Ingenieure und Biologen widmen den Geheimnissen des Insektenflugs derzeit erhebliche Aufmerksamkeit. Das wachsende Interesse wird gespeist vom Trend zu immer stärkerer Miniaturisierung unbemannter Flugobjekte.

Wie gelingt diesen kleinen Lebewesen der tausendfache, kontrollierte Flügelschlag? Welche Turbulenzen erzeugen sie mit diesem Flügelschlag selbst, um die entstehenden Luftbewegungen zur Steuerung und Energieeinsparung auszunutzen und sie mit den vorhandenen Windbewegungen zu koordinieren? Deutsche, französische und japanische Forscher haben nun in der bislang aufwendigsten Computersimulation über die kleinen Flugkünstler weitere Antworten gefunden. Beteiligt ist das TU-Institut für Strömungsmechanik und Technische Akustik.

„Es hat sich gezeigt, dass Hummeln und andere Insekten auch in stark turbulenten Strömungen die gleichen mittleren Kräfte produzieren wie in ungestörter Luft, anders als Flugzeuge, wo Turbulenz die Kräfte signifikant ändern kann“, erklärt Dr. Thomas Engels, Projektleiter am Fachgebiet Numerische Fluidodynamik, das von Prof. Dr. Jörn Sesterhenn geleitet wird. „Unsere Arbeit hat gezeigt, dass das Wirbelssystem, mit dem Insekten ihren Auf- und Vortrieb erzeugen, auch in starker Turbulenz stabil bleibt.“ Alle kleinen Flugkörper, auch die menschengemachten, stehen vor der Herausforderung, draußen in einer instabilen Umgebung zu fliegen. Wissenschaftler suchen daher nach einer bio-inspirierten Alternative zum klassischen Flugzeug mit fixierten Flügeln und Rotoren.

Der Nachbau von flatterfähigen Insektenflügeln wäre eine solche Alternative. So versprechen sich die Wissenschaftler viel von den Erkenntnissen aus der Computersimulation, denn: „Es ist von großer Bedeutung,



© TU Berlin/PR/FG Numerische Fluidodynamik

Die digitale Hummel durchquert unterschiedliche Turbulenzen (türkis). An der Oberfläche ihrer Flügel entstehen Mini-Tornados (rosa), die eine Sogwirkung nach oben entfalten

zu wissen, wo die Schwierigkeiten beim Fliegen in Turbulenz liegen und wie Insekten dieser Herausforderung begegnen“, so Thomas Engels. „Vor allem wollen wir anhand des Hummelfluges das Rätsel lösen, welche Turbulenzen Instabilitäten beim Flug auslösen und wie man sie kontrollieren kann. Hochgenaue numerische Simulationen stellen hierfür ein ideales Werkzeug dar. Sie ermöglichen einen sehr detaillierten Einblick unter genau kontrollierten Bedingungen.“

Thomas Engels hat sich bereits in seiner Dissertation mit den Fortbewegungsgarten sowohl von Fischen im Wasser als auch von fliegenden Insekten befasst. Diese Tiere haben unterschiedlichste Methoden entwickelt, um Flüssigkeiten und Luft durch Bewegungen ihrer Extremitäten, ihrer Flossen und Flügel, sogar des ganzen

Körpers so zu beeinflussen, dass die Umgebung ihre Fortbewegung unterstützt. Die detaillierte Computersimulation hat nun gezeigt, dass Turbulenzen, also überraschend auftretende Verwirbelungen, eine andere Auswirkung auf flatternde Insekten haben als auf fest eingebaute und von Menschen designte Flugzeugflügel.

Letztere sind aerodynamisch profihert, sodass die Luft auf der Oberseite schneller strömt als auf der Unterseite. Die Flügel von Insekten hingegen sind flach und haben kein nennenswertes Profil. Auf den schlagenden Flügeln bilden sich kleine Wirbel, sozusagen Mini-Tornados, die sich mit dem Flügel mitbewegen und den Druck auf seiner Oberseite senken, was den Auftrieb erhöht. Bei aerodynamischen Profilen, insbesondere bei kleinen Fliegern, rufen schon kleine turbulente Störun-

gen signifikante Änderungen in den Auf- und Vortriebskräften hervor. Die Frage war nun, ob der Wirbel, den Insekten zum Fliegen benutzen, ebenso empfindlich reagieren kann. „Unsere Simulationen zeigen, dass dies nicht der Fall ist“, so Thomas Engels. Diese Robustheit könne somit als ein weiterer Vorteil des Schlagfluges gesehen werden und gebe der Entwicklung insekteninspirierter bionischer Flugroboter weiteren Auftrieb. Gefördert wird das Projekt von der Deutschen Forschungsgemeinschaft und der Agence Nationale de la Recherche.

Zusammen mit Jörn Sesterhenn und drei weiteren Autoren veröffentlichte Thomas Engels die ersten Ergebnisse der Forschung in dem Artikel „Bumblebee Flights in Heavy Turbulence“ im „Physical Review Letter“ 116 (2016), 028103. Patricia Pätzold

Neu erschienen

Kompetenzatlas Fahrsimulation

tui Weltweit wachsen Anforderungen und Kostendruck im Automobilbau. Dies erfordert zunehmend, variantenreiche Testserien in die virtuelle Welt zu verlagern. Hierbei bieten Fahrsimulatoren vielfältige Lösungsansätze für Technologieprovidere, für Ausrüster und Zulieferer. Als Informationsgrundlage für Wissenschaft und Wirtschaft haben die Firmen „asc3“ und VDC Fellbach zusammen mit der TU Berlin den „Kompetenzatlas Fahrsimulation“ erarbeitet. Er soll helfen, die wachsende Komplexität dieser Systeme und eine heterogene Hardware- und Software-Landschaft besser überblicken und die Potenziale nutzen zu können. Fahrsimulatoren werden momentan vor allem eingesetzt, um das Fahrverhalten zu untersuchen. In der Verhaltenforschung werden Fahrsimulationsysteme und Mensch-Maschine-Interfaces (HMIs) untersucht. Diese sowie Car-to-Car-Kommunikation, Fahrverhalten und Head-up-Displays werden künftig verstärkt simuliert. An der TU Berlin ist das Fachgebiet Industrielle Informationstechnik beteiligt (Projektleiter Dipl.-Ing. Maik Auricht). Dort werden Lösungen für den

Weich wie Pomeles, hart wie Macadamia-Nüsse

Die Schalen der Früchte inspirieren zur Entwicklung neuer Materialien

Das Material, auf das die Werkstoffwissenschaftler Claudia Fleck und Paul Schüller immer wieder Druck ausüben, gibt diesem nach und nimmt dabei effizient die übertragene Energie auf. Es ist aus einer Aluminiumlegierung, extrem leicht und weist eine offeneporige Schaumstruktur auf. Dieser sogenannte bio-inspirierte Metallschaum ist der Schale der Zitrusfrucht Pomele nachempfunden und das Ergebnis eines Forschungsprojektes der TU Berlin, der RWTH Aachen und der Universität Freiburg. Pomeles, diese größten Zitrusfrüchte der Welt, überstehen einen Sturz aus

zehn Metern Höhe auf einen Betonboden und absorbieren beim Aufprall bis über 90 Prozent der kinetischen Energie. Ihre zwei bis drei Zentimeter dicke, extrem stoßdämpfende Schale sorgt für dieses Wunder.

technik, das von Prof. Dr.-Ing. Claudia Fleck geleitet wird. Zusammen mit den Aachener und Freiburger Kollegen wurde diese Struktur erforscht. Licht-, rasterelektronenmikroskopische und computertomografische Untersuchungen ergaben: Das Innenleben der Pomele-Schale ist hochkomplex und hierarchisch strukturiert. Hauptcharakteristikum ist eine offeneporige Schaumstruktur. „Das enorme spezifische Energiesorptionsvermögen der Schale wird ganz offensichtlich durch die Stege der Schaumstruktur erzeugt. Diese sind innen hohl und mit einer Flüssigkeit gefüllt.

Beim Aufprall wird die Flüssigkeit

von einem Steg in den anderen gedrückt und bewirkt die stoßdämpfende Eigenschaft“, erklärt Paul Schüller. Diese Zusammenhänge zwischen Struktur und Eigenschaften aufzuzeigen, also zu verstehen, welche Eigenschaft durch welche Struktur begründet wird, ist ein wichtiger Aspekt in dem DFG-Projekt.

Gegenstand der Forschung war auch die Macadamia-Nuss. Die Wissenschaftler interessierten sich für sie, weil sie im wahrsten Sinne des Wortes extrem schwer zu knacken ist. Die Schale ist nahezu resistent gegen Stiche und Schläge. „Die Festigkeit der Macadamia-Schale beruht aber nicht auf der Dicke der Schale, sondern auf ihrer Faserstruktur, die andere Nusschalen nicht aufweisen – so unsere Erkenntnis“, sagt Paul Schüller.

Sybillie Nitsche

Neu bewilligt

Publikumsemotionen in Sport und Religion

Wie werden Emotionen im Kollektiv erzeugt, zum Beispiel bei sportliche und religiösen Großveranstaltungen? Wie kann man körperliche und emotionale Ausdrucksformen deuten? Ein neues Forschungsprojekt am Institut für Soziologie, Fakultät VI Planen Bauen Umwelt untersucht die Ausdrucksformen von Publikumsemotionen bei solchen Veranstaltungen. Man nimmt an, dass diese spezifische Emotionsrepertoires zugrundeliegen, die durch ein Wissen über Emotionen angeleitet und verändert werden. Im Zentrum steht die videografische und ethnografische Erforschung von Publikumsemotionen als beobachtbare Ausdrucksformen sowie die Analyse dieser leidenden Wissens. Dabei konzentriert sich das Projekt auf religiöse und sportliche Großveranstaltungen mit ihren jeweiligen Formen von Publikumsemotionen. Untersucht werden christliche Großereignisse und solche im deutschsprachigen Profifußball. Mit Blick auf das Publikum kann dadurch auch der häufig gezeigte Vergleich zwischen Religion und Sport empirisch überprüft werden. Anhand von Beschreibungen von Ausdrucksformen soll auch geklärt werden, welche Ähnlichkeiten und welche Grenzen zwischen den verschiedenen Bereichen erkennbar sind. In beiden Sphären, so die Hypothese der Forscher unter Leitung von Prof. I. Hubert Knoblauch, gibt es Annäherung



Juliane Brandt

JUNGE WISSENSCHAFT Aus Wissen mehr machen

Intensive Forschungen über acht Jahre, zig Projektbeteiligte, Hunderttausende Euro Forschungsgeld, Millionen Bits an gespeichertem Wissen, und dann ist das Projekt zu Ende. Außer Spese nichts gewesen? Schade eigentlich, dachte sich Juliane Brandt. Sie hat in dem vor Bundesforschungsministerium finanzierten Projekt „Urbane Landwirtschaft als integrierter Faktor einer Klimaoptimierten Stadtentwicklung am Beispiel von Casablanca in Marokko“ mitgeforscht in dessen Folge schöne Ergebnisse zu verzeichnen waren: Unter anderem gründen Frauen eine landwirtschaftliche Kooperative, über die sie ihre Produkte auch selbst vermarkten. Wie wäre es, fragt sich Juliane Brandt, die am Fachgebiet

Landchaftsarchitektur/Freiraumplanung arbeitet, wenn man die Erkenntnisse über urbane Nahrungssysteme und interaktive Infrastrukturen aus dem Projekt in andere Kontexte übertragen könnte, damit das Wissen nicht brachliegt? Daraus ist ihr Dissertationsthema geworden: die Übertragbarkeit von Forschungsvorhaben von einem Kontext in einen anderen. „Was kann transferiert werden, wie funktioniert der Prozess der Übertragung wie kleinteilig müssen Lösungen und Modelle sein, um übertragbar zu sein, und in die Transferierbarkeit ein aussagestarkes Kriterium für eine gelungene Forschung. Das sind Fragen, mit denen ich mich beschäftigen werde“, sagt die 32-jährige Geografin. Juliane Brandt steht ganz am Anfang, aber zu analysieren, wie solche Transferprozesse ablaufen und wie sie organisiert werden können, dies kann um Beispiel wichtige Impulse geben für die Optimierung der Aktionsforschung und Entwicklungshilfe im 21. Jahrhundert.