

**E**in Werbeslogan aus den frühen Tagen des Recyclings von PET-Flaschen lautete: „Ich war mal eine Flasche ...“. Abgewandelt könnte dieser Spruch bald vielleicht auch für die bis zu 80 Meter langen Rotorblätter von Windkraftanlagen Verwendung finden. Die ersten Anlagen in Deutschland stammen aus den 1980er-Jahren, und Experten schätzen, dass künftig jedes Jahr rund 7500 Windflügel aus Altersgründen und wegen Schäden ausgetauscht werden müssen. Doch wohin mit den Giganten aus glas- oder karbonfaserverstärktem Kunststoff? Deponiert werden dürfen sie nicht, und recyceln ist aufwendig. Zersägen lassen sich die für extreme Anforderungen konstruierten Flügel nur schwer, und dabei entstehen zudem gesundheitsgefährdende Stäube, die wegen der Karbonfasern elektrisch leitend sein können. Meist werden die Blätter heute geschreddert und darin enthaltene Metallreste abgeschieden. Der Rest wird als Brennstoff in der Zementindustrie eingesetzt oder landet in konventionellen Müllverbrennungsanlagen. Besonders wertvoll oder nachhaltig ist das nicht.

Das dachten sich auch der Architekturprofessor Marcin Orawiec und die Lehrbeauftragte Jasmina Herrmann von der Hochschule Darmstadt. Sie befassen sich schon seit Längerem mit dem Thema „Urban Mining“ und haben Kurse dazu in den Lehrplan aufgenommen. Darin geht es um ressourcenschonendes Bauen und die Wiederverwendung von Materialien. Die Wissenschaftler gehen der Frage nach, wie man gebrauchte Stahlträger, Ziegel, Holzbalken oder Ähnliches nachhaltig in neue Gebäude oder Konstruktionen integrieren kann, statt sie zu schreddern. Sogenanntes zirkuläres Bauen, sagt Orawiec, ist in Zeiten von knapper werdenden Ressourcen und Klimawandel hochaktuell. Es gebe schon erste Ansätze für Kataster, die auflisten, welche Materialien sich zum Beispiel in abgerissenen Gebäuden befinden. Eine neue Art des Bauens nennt Orawiec das. Die sich auch damit beschäftigen muss, wie Baustoffe künftig besser eingesetzt werden können. „Heute sind Materialien oftmals noch verklebt, somit schwerer zu trennen und wiederzuverwerten“, sagt Herrmann.

Wie sich Verbautes weiterhin nutzen lässt, daran forscht auch Andreas Büter, Professor für Maschinen- und Kunststoffbau. Bevor er 2020 an die Hochschule wechselte, war Büter Leiter der Fraunhofer-Allianz Leichtbau, wo er sich unter anderem mit Rotorblättern befasste. Auch Hersteller und Betreiber von Windkraftanlagen, sagt er, haben Interesse am Recycling der gigantischen Windflügel. Mit den Kollegen vom Fachbereich Architektur, aber auch Bau- und Umweltingenieuren der Hochschule



Zum Wegwerfen zu schade: Rotorblätter eines Windrades bei Mainz

Foto Lucas Bümmel

## Erneuerbar

**DARMSTADT** In der Klima- und Gaskrise werden viele Hoffnungen in Windkraftanlagen gesetzt. Doch recyceln lassen sich die ausgedienten Rotorblätter nur schlecht. Ein interdisziplinäres Team der Hochschule Darmstadt forscht nun daran, wie die Riesenflügel als Baumaterial wiederverwendet werden könnten.

Von Astrid Ludwig

## Große Zahlen sind für ihn ein Kinderspiel

**FRANKFURT** Yanik Kleibrink hat mit zwölf Jahren begonnen, Mathematik zu studieren – und sitzt mit 18 an der Doktorarbeit

Die meisten jungen Menschen sind ziemlich stolz, wenn sie mit 18 oder 19 Jahren ihr Abitur geschafft haben. Viele brauchen anschließend erst einmal eine Auszeit und verbringen Zeit im Ausland, um sich zu orientieren, wie es in ihrem Leben weitergehen soll. Bei Yanik Kleibrink war das anders. Er wusste schon im Grundschulalter, was ihn am meisten interessiert. Wenn der Achtzehnjährige von Mathematik spricht, fallen sofort Begriffe wie Spaß und Freude, sprudelt es aus dem sonst eher bedacht formulierenden jungen Mann förmlich heraus.

Im Alter von zwölf Jahren begann er in Frankfurt an der Goethe-Universität sein Mathematikstudium – parallel zum Schulbesuch. Die fünfte Klasse hatte er gleich übersprungen. Den Bachelor in Mathematik machte er gleichzeitig zum Abitur, seit drei Monaten hat er auch den Mastertitel. Und jetzt wird er promoviert. „Geometrie von Modulräumen flacher Flächen“, so der Arbeitstitel seiner Doktorarbeit. Er ist wissenschaftlicher Mitarbeiter von Professor Martin Möller, der Kleibrink von Anfang an förderte und unter seine Fittiche nahm. Womit er sich beschäftigt, beschreibt er so: „Wenn man aus einem Blatt Papier ein Polygon herauschneidet und die Seiten mehrfach verdreht und alle möglichen Verklebungen betrachtet, müssen die Winkelsummen nicht immer 360 Grad sein.“ Da steigen die meisten Nichtmathematiker ver-

mutlich schon aus. Jedenfalls stehen seine Forschungen auch in Verbindung mit physikalischen Gravitationstheorien. Denn in Physik schreibt er gerade auch eine Bachelorarbeit.

Kleibrinks Vater wechselte als Diplomingenieur 2012 beruflich nach Florida und nahm die Familie mit. Die Mutter ist Ärztin, die jüngere Schwester begeistert sich ebenfalls sehr für die Mathematik, sagt ihr Bruder. An der amerikanischen Grundschule jedenfalls erkannten die Lehrer schnell das Talent und förderten ihn entsprechend. „Das Schulsystem dort ist offener als in Deutschland, und so konnte ich bis zur siebten Klasse bereits alle Matheskurse bis zur zwölften Klasse durchlaufen“, erzählt er. Als die Familie vor sechs Jahren nach Deutschland zurückkehrte und er ans Gymnasium am Riedberg kam, hatte er den Stoff bis zum Abitur bereits durch.

Seine Eltern suchten also neue Möglichkeiten und Herausforderungen für den Sohn und fanden heraus, dass das Hochschulgesetz ein sogenanntes Schülerstudium für Hochbegabte wie Yanik ermöglicht. „Ich musste keinen Test machen, nur ein Gespräch mit dem Leiter des mathematischen Instituts führen.“ Das Schülerstudium ist eigentlich gedacht als ein Angebot für leistungsstarke Oberstufenschüler und ist in den meisten Studiengängen möglich. In einigen naturwissenschaftlichen Studiengängen



Schnelldenker: Yanik Kleibrink machte Abi und Bachelor parallel. Foto Lachner

gelten besondere Bedingungen. Yanik bewarb – und sofort angenommen wurde.

Für den jungen Mathematiker begann dort ein straffes Programm: Der Schulstundenplan und Vorlesungen, Seminare und Tutorien an der Goethe-Universität mussten koordiniert werden. Mit der U-Bahn konnte er gut zwischen

dem Riedberg, seinem Lieblingscampus, und Bockenheim pendeln, wo er heute in der Robert-Mayer-Straße sein Büro als wissenschaftlicher Mitarbeiter hat. „Das war nicht so kompliziert, weil ich nur zweimal pro Woche Nachmittagsunterricht hatte und mir dann einfach Veranstaltungen an den anderen Nachmittagen raussuchen konnte.“ Vorlesungen

gehört Büter heute zu dem interdisziplinären Forschungsteam der Hochschule Darmstadt, das Rotorblättern zu neuem Leben verhelfen will.

Studenten haben bereits Ideen und Vorschläge erarbeitet. Ziel war es, so Orawiec und Büter, die Rotorblätter ganz oder in großen Stücken zu verbauen, weil sie sich so schlecht zerteilen lassen. Um einmal die Größe der Windflügel zu verdeutlichen, ließen sie vor dem Fachbereichsgebäude der Architekten die Maße eines Blattes der ersten Generation abbilden. Die 32 Meter füllen die gesamte Längsseite des Gebäudes. Demnächst soll jedoch ein ausgedientes Rotorblatt als Anschauungsmaterial dienen. Der Phantasie der Studenten war in dem Studienprojekt keine Grenze gesetzt: Sie durften frei gestalten.

Herausgekommen sind Entwürfe für einen Turm, eine Brücke, eine Überdachung für ein Fußballstadion und einen Pavillon. „Anfangs fiel es schwer, es war eine ganz andere Bauaufgabe“, sagt Niklas Murmann, Architekturstudent im sechsten Bachelorsemester. „Es sollte ein architektonischer Entwurf sein, und von der Gartenmauer bis zum Hochhaus war alles möglich.“ Bedingung: Alte Baumaterialien wie das Rotorblatt oder etwa Stahlträger sollten Verwendung finden. „Ein spannender Ansatz“, findet Murmann.

Gearbeitet haben die Studierenden in interdisziplinären Teams, der Fünfundzwanzigjährige zusammen mit dem angehenden Umweltingenieur Leon Liebenschind. Entschieden haben sie sich für den Entwurf eines Infopavillons, dessen Dachkonstruktion aus einem in fünf Teile zerlegten Windflügel besteht. Weil Bau und Transport Ressourcen schonen sollen, soll der Standort nahe der Küste oder in Mittelgebirgen sein, unweit eines Windparks. „In dem Pavillon könnte über das Thema Windkraft und Rotorblätternrecycling informiert werden“, sagt Murmann. Das würde dann auch inhaltlich eine Brücke schlagen.

Orawiec sieht großes Potential: „Die Verwendungsformen für Rotorblätter sind vielfältig, und die Nachfrage wird sicherlich groß sein. Das ist ja kein nur deutsches, sondern ein internationales Problem.“

Die Arbeiten an einem Prototyp des Pavillons laufen bereits. Kontakt haben die Darmstädter auch zum Betreiber des Wormser Stadions aufgenommen. Dessen Überdachung muss nämlich saniert werden, und Studenten der Hochschule haben ebenfalls einen Entwurf aus Rotorblättern erarbeitet. „Es besteht Interesse“, sagt Orawiec. Beides Projekte also, die vielleicht tatsächlich Realität werden könnten. Student Niklas Murmann freut das besonders: „Man plant nicht nur einfach etwas, sondern wird tatsächlich ernst genommen.“

### AUF EIN WORT



Henrik Dirks, 21 Jahre, Universität Frankfurt, 6. Semester Humanmedizin

## Findet die Mensa zu teuer

### Was liegt an diese Woche?

Ich habe eine einmonatige Famulatur bei einem Hausarzt begonnen. Dabei unterstütze ich das Team bei Arztgesprächen, beim Blutabnehmen und der Verwaltung.

### Was gefällt Ihnen an dem Fach, das Sie studieren?

Eigentlich nicht so viel. Manchmal ist es zeitlich in der Semesterferien sehr eng, weil man viele Praktika hat. Aber sonst gefällt es mir im Großen und Ganzen sehr gut.

### Und was stört Sie?

Eigentlich nicht so viel. Manchmal ist es zeitlich in der Semesterferien sehr eng, weil man viele Praktika hat. Aber sonst gefällt es mir im Großen und Ganzen sehr gut.

### Was wollten Sie Ihrem Unipräsidenten schon immer mal sagen?

Dass der Campus Niederrad aufgewertet werden kann. Die Preise der Mensa müssten niedriger sein, so wie im Westend – da bekommt man ja sogar auch noch mehr für sein Geld.

### Ihr Lieblingsort in der Universität?

Der „Happy Shop“, ein Kiosk, wo man sich häufig nach der Bibliothek trifft. Da gibt es Kaltgetränke, zum Beispiel ein Bier am Abend.

### Und wohin gehen Sie auf keinen Fall, wenn Sie nicht müssen?

So einen Ort gibt es hier nicht.

### Wo ist in der Universität der beste Ort zum Flirten?

In der Mensa oder im studentischen „KOMM“-Café hier auf dem Campus.

### Wie wohnen Sie?

In Niederrad in einer Einzimmerwohnung.

### Wie finanzieren Sie Ihr Studium?

Ich arbeite als Hiwi in der Anatomie und werde von meinen Eltern unterstützt.

### Wo gehen Sie abends am liebsten hin?

Ins „Yok Yok“ oder ins „Silbergold“. Sonst auch in verschiedene andere Clubs.

### Was gefällt Ihnen an Frankfurt, was nicht?

Ich finde es sehr geil hier in Frankfurt. Es gibt ein großes kulturelles Angebot, es gibt viele Möglichkeiten, feiern zu gehen. Von der Größe her ist Frankfurt sehr gut, weil ich aus einer Kleinstadt komme und es hier viel mehr Möglichkeiten gibt. Es gibt natürlich schönere und nicht so schöne, ja hässliche Ecken. Aber das macht doch auch den Charakter der Stadt aus.

### Was wollen Sie nach dem Studium machen?

Ganz genau weiß ich es noch nicht. Ich hoffe, dass ich für mich einen Schwerpunkt finde, vielleicht kommt noch das Fach, für das ich brenne. Ich bin im Moment bei der Entscheidung zwischen Innerer Medizin und Chirurgie – entweder das eine oder andere. Aber ich habe noch nicht so viel gesehen, dass ich mich jetzt schon endgültig entscheiden könnte.

Aufgezeichnet von Darius Hofmann  
Foto Tom Wesse

## Milliardenschäden durch Kaltblüter

**FRANKFURT** Ein Frosch und eine Schlange haben die Weltwirtschaft zwischen 1986 und 2020 ungefähr 16 Milliarden Euro gekostet. Das hat eine Studie unter der Leitung des Senckenberg-Forschers Phillip Haubrock ergeben. Die Biologen haben Berichte aus der InvaCost-Datenbank ausgewertet, in der Informationen über Schäden durch invasive Arten zusammengetragen werden.

Dieses Mal richteten Haubrock und seine Kollegen den Blick auf Amphibien und Reptilien. Als größte Kostenverursacher wurden der Nordamerikanische Ochsenfrosch (Foto) und die Braune Nachbarnatter ermittelt. Die Schlange wurde auf



Foto pph

die westpazifische Insel Guam eingeschleppt und gefährdet dort die Artenvielfalt, indem sie Kleintiere und Vögel frisst. Weil darunter wichtige Samenverbreiter sind, leidet auch die Flora. Ein gefräßiger Jäger ist auch der Ochsenfrosch. Während Reptilien die ökonomischen Schäden meist direkt verursachen, entstehen im Fall invasiver Amphibien die Kosten vor allem durch Bekämpfungsversuche. zos.

## Geschickte Roboterhände

**DARMSTADT** Ein Team von Wissenschaftlern der TU Darmstadt um den Roboter-Forscher Jan Peters ist mit dem Amazon Research Award 2021 ausgezeichnet worden. Nach Angaben der TU ist es der erste derartige Forschungspreis des US-Unternehmens für die Hochschule. Gewürdigt wurde ein Forschungsprojekt zum Thema „Learning Robot Manipulation from Tactile Feedback“ des Fachgebiets Autonome Intelligente Systeme von Informatikprofessor und hessian.AI-Gründungsmitglied Peters. Wie das amerikanische Unternehmen bekannt gab, erhält das Team eine Förderung von etwa 95 000 Dollar.

Die Handhabung mechanischer Objekte ist für Roboteranwendungen von der industriellen Montage bis hin zu Haushaltsrobotern unerlässlich: Roboter müssen Bauteile exakt positionieren oder Objekte vorsichtig anreihen können. Bis heute gibt es keinen Roboter, der die Manipulationsfähigkeiten selbst eines ungeschickten Menschen erreicht. Um die Fähigkeiten von Robotern zu verbessern, plant das Darmstädter Team, taktile Sensorik, maschinelles Lernen und von der Arbeitsgruppe bereits entwickelte robuste modulare Griffsteuerungen zu kombinieren. Diese Kombination ermöglicht es, den Stand der Technik in der Roboteranwendung weiterzuentwickeln und der Automatisierung komplexer Montageaufgaben einen Schritt näher zu kommen. moch.

## Professur für Meron Mendel

**FRANKFURT** Meron Mendel, Direktor der Bildungsstätte Anne Frank, hat die erste kooperative Professur an der Frankfurt University of Applied Sciences erhalten. Inhaber solcher Lehrstühle sind gleichzeitig an einer Hochschule und einer anderen Institution tätig. Mendel (Foto) wird während der nächsten drei Jahre je 50 Prozent seiner Arbeitszeit auf die Tätigkeiten als Hochschullehrer und als Leiter der in Frankfurt ansässigen Bildungsstätte verwenden. Im vergangenen Jahr hatte er bereits eine Vertretungsprofessur für transnationale Soziale Arbeit an der Frankfurt University übernommen.



Foto pph

Diese Widmung trägt auch seine Kooperationsprofessur. Laut Hochschule wird sich Mendel vor allem mit Migration, politischer Bildung sowie Antisemitismus- und Rassismuskritik in Zusammenhang mit Sozialer Arbeit beschäftigen. Der Publizist, Historiker und Pädagoge Mendel wurde 1976 in Israel geboren. Seit 2003 lebt er in Frankfurt. Von 2007 bis 2011 war er wissenschaftlicher Mitarbeiter der Uni Frankfurt, seit 2010 leitet er die Bildungsstätte Anne Frank. Die Frankfurt University will in den nächsten fünf Jahren neun weitere kooperative Professuren vergeben, um externe, praxiserfahrene Wissenschaftler für sich zu gewinnen. zos.