

HOPO-News: TVStud

#GoodNews in der Verkehrswende

Faszination Pilze

Automatica - kollaborative Roboter

Prickelnde Logistik bei Coca-Cola

Christian Kremaszky im Interview



# EDITORIAL

**Z**eitnaher als gewohnt lest ihr die zweite Ausgabe Reisswolf des Semesters – wir haben viel Redebedarf! Nachdem die letzte so gut ankam, haben wir auch diese Ausgabe wieder mit einigen interessanten und informativen Artikeln gut gefüllt.

Marcus beschreibt in seinem Artikel seine Eindrücke vom Coca-Cola-Abfüllbetrieb in Fürstfeldbruck, Benno hat für uns die diesjährige Automatica besucht. Unser Hochschulinterview führten wir diesmal mit Dr. Kremaszky, wissenschaftlicher Mitarbeiter und Dozent am Lehrstuhl für Werkstoffwissenschaften. Aus



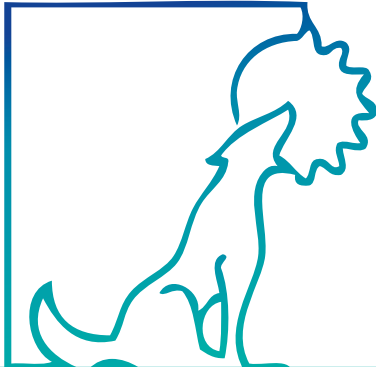
der Rubrik HOPO-News berichten wir von TVStud, einer Initiative für mehr Rechte für studentische Beschäftigte. Emma präsentiert gute Neuigkeiten aus der Verkehrswende und Paul schreibt einen informativen Artikel über Pilze. Die studentische Gruppe ReparadTUM stellt sich diesmal vor, eine Gruppe, bei der es nicht um die Wurst, sondern rund ums Rad geht. Zu guter Letzt geht unser Campusrätsel in die zweite Runde.

Egal ob Maschinenelemente, Werkstoffkunde oder IT, wir hoffen, dass der Reisswolf auch dieses Sommersemester eine gerngesehene Abwechslung während des Lernens in der Prüfungsphase ist und euch genauso viel Spaß macht, wie uns. Bleibt am Ball und haltet durch, wir wünschen euch viel Erfolg.

Viel Spaß mit der Ausgabe,

**Pedram, Emma & Emma**  
reisswolf@fsmb-tum.de

# INHALT



## IMPRESSUM

11.7.2023

### V.I.S.D.P.

Emma Jung  
Fachschaft Maschinenbau  
Technische Universität München  
85748 Garching b. München  
089/289-15045  
reisswolf@fsmb-tum.de  
reisswolf.fsmb.de  
www.fsmb.de/reisswolf

### REDAKTION UND ERSTELLUNG

Paul Bachmann, Andreas Blum, Ethel Dominguez,  
Tobias Dormuth, Marcus Dürr, Felix Fröhlich,  
Pedram Golestani, Emma Jung, Elene Mamaladze,  
Benno Raupach, Olga Rybak,  
Stefan Schärdinger, Emma Steinmann

### TITELBLATT

Emma Jung

### AUFLAGE

300

### DRUCK

Studiendruck der Fachschaft Maschinenbau e.V.

Mit Namen gekennzeichnete Artikel geben nicht die Meinung der Redaktion, sondern die der Verfasserin wieder. Die Redaktion behält sich vor, gegebenenfalls Kürzungen an den Beiträgen vorzunehmen.

## Fachschaft

Fachschaft Kompakt..... 4

## Campus

ReparadTUM ..... 6

## HOPO-News

TVStud ..... 8

## Messen und Exkursionen

Automatica..... 9

Prickelnde Logistik bei Coca-Cola ... 11

## Nachgefragt

Christian Krempaszky im Interview.. 14

## Nachgedacht

Pilze ..... 21

Verkehrswende #GoodNews ..... 25

## Unterhaltung

Campusrätsel ..... 26



# FACHSCHAFT KOMPAKT



Fachschaft  
Maschinenbau

**Instagram:**  
@fsmb\_tum  
**Website:**  
www.fsmb.de

## Leitung

Liebe Kommiliton\*innen,

Langsam ist so richtig Sommer und wir hoffen, ihr könnt das warme Wetter trotz der anstehenden Prüfungszeit genießen.

Wir haben Anfang Juni einen Wiki-Tag organisiert, an dem wir unser FSMB-Wiki überarbeitet haben. Anfang Juli haben wir noch einmal einen Abend Arbeit in die (nicht mehr so neue) Website der FSMB gesteckt. Ihr findet sie unter [fsmb.de](http://fsmb.de).

Das Semester geht langsam zu Ende und wir beginnen langsam mit den Semestergesprächen mit den Teamleitungen sowie der Suche nach einer Nachfolge für Emily als Leitung.

Wir wünschen euch viel Erfolg bei den anstehenden Prüfungen und einen erholsamen Sommer!

**Eure Fachschaftsleitung**  
Emily und Paul

## Team für internationale Studierende

In unserem Team gibt es viele Neuigkeiten, aufgrund von vielseitigen Bestrebungen für mehr Zusammenarbeit in unserer School mit der Verwaltung sowie den anderen Fachschaften. Der letzte Seminartag und einige sehr konstruktive und offene Gespräche mit Dr. Eblenkamp (Internationalization ED) und dem Zentrum für Schlüsselkompetenzen (ZSK) haben dazu geführt, dass ein neues bezahltes Team auf School-Ebene instanziiert werden soll, welches baldmöglichst seine Arbeit aufnehmen soll und ab SoSe 24 das komplett neue Konzept für ein ED-Buddy Programm umsetzen wird. Das Team soll aus studentischen Mitarbeiter\*innen bestehen und vielsei-

## Neues aus der FSMB

tige Aufgaben im Bereich International an unserer School übernehmen.

Bis es so weit ist, wird es im Wintersemester 23/24 wieder unser erfolgreiches Buddy Programm geben mit vielen spannenden Teilnehmer\*innen und Events. Falls du Interesse hast mitzumachen, schau doch gerne auf unserer Website (QR-code zur Buddy Programm Website der Fachschaft einfügen) vorbei und melde dich für unseren Newsletter an, um als erstes von der Anmeldung zu erfahren.

## Euer Team für internationale Studierende

### Erstsemesterteam

In unserem Team bereiten wir aktuell die No-Panic vor, um die Studis über ihre kommenden Prüfungen zu informieren. Zudem Planen wir die Power und SET für nächstes Semester und überarbeiten den Erstsemester-Reisswolf.

Wenn ihr Fragen habt oder mitwirken wollt, schreibt uns gerne eine Mail an [erstsemester@fsmb-tum.de](mailto:erstsemester@fsmb-tum.de)

**Euer Erstsemesterteam**

## Team für Hochschulpolitik

In den letzten Wochen waren wir in den verschiedenen Qualitätszirkeln als eure Vertretende aktiv. Jeder Studiengang hat pro Semester einen eigenen Zirkel, bei dem wir uns mit Professor\*Innen sowie der Verwaltung über den aktuellen Stand des Studiengangs und mögliche Verbesserungen austauschen. Dabei geben wir auch euer Feedback weiter, das ihr uns während der FVV gegeben habt.

Des Weiteren sind wir Teil der Studienzuschkommission, welche über von den Lehrstühlen gestellte Anträge auf finanzielle Mittel entscheidet. Diese Anträge beinhalten z. B. Förderung von Tutorien oder Praktika. Außerdem werden dieses Semester alle Masterstudiengänge mit unserer



Mitarbeit überarbeitet. Wir bedanken uns zudem bei allen von euch die gewählt haben und damit den Studierendenvertretern auf School-Ebene eine bessere Verhandlungsbasis ermöglicht.

Falls ihr Fragen, Anliegen oder Anmerkungen habt, könnt ihr uns gerne kontaktieren, entweder per E-Mail an [hochschulpolitik@fsmb-tum.de](mailto:hochschulpolitik@fsmb-tum.de) oder indem ihr direkt in der Fachschaft vorbeischaut.

### **Euer Team für Hochschulpolitik**

### **Team für Information und PR**

Unsere Aufgabe ist, euch Studierende über Neuigkeiten und Interessantes zu informieren. Dafür halten wir die Plakatwände in der Magistrale, die Stellenausschreibungen sowie die anderen Pinnwände neben der Fachschaft aktuell und versorgen euch auf unserer Instagram-Seite (@fsmb\_tum) mit den digitalen Pendants. Neben diesem Tagesgeschäft haben wir am Freitag der IKOM-Woche unsere Lehrstuhlmesse, die LOIFT, veranstaltet. Wir hoffen, dass ihr dort interessante Führungen besuchen könntet und vielleicht sogar eine Studienarbeit gefunden habt.

Solltet ihr doch mal eine konkrete Frage haben, könnt ihr uns auch unter der Adresse [info@fsmb-tum.de](mailto:info@fsmb-tum.de) mit allem Erdenklichem rund ums Studium und darüber hinaus löchern.

### **Euer Team für Information und PR**

### **Skriptenteam**

Eure Skriptenfamily ist bis zum Ende der Vorlesungszeit noch für euch da! Wir drucken und drucken die Vorlesungs- und Übungsunterlagen sowie Prüfungssammlungen eurer Lieblingsmodule nach und verkaufen sie anschließend zu folgenden Terminen:

Dienstags von 10:00 bis 11:00 Uhr  
Mittwochs von 12:00 bis 13:00 Uhr  
Donnerstags von 13:00 bis 14:00 Uhr  
und Freitags von 15:00 bis 16:00 Uhr

Außerdem bieten wir Druckaufträge zu Studienpreisen für eure Studienarbeiten an - einfach über den Link auf unserer Homepage einen Termin buchen: [fsmb.de/skriptenverkauf](http://fsmb.de/skriptenverkauf)!

### **Eure Skriptenfamily**

### **Veranstaltungsteam**

Die Prüfungsphase beginnt bald, aber trotzdem haben wir tolle Neuigkeiten: die Planung für die nächste esp hat begonnen! Wie jedes Jahr schmeißen wir Süddeutschlands größte Erstsemesterparty bei uns im Gebäude. Auf den vier Floors und an den zahlreichen Bars und Essensständen könnt ihr ausgelassen den Start des neuen Semesters feiern.

Falls ihr Interesse habt, beispielsweise den Bierstand zu leiten, anderweitig zu helfen oder sonstige Fragen habt, meldet euch gerne bei [esp@fsmb-tum.de](mailto:esp@fsmb-tum.de).

Außerdem haben dieses Semester wieder jede Menge Events stattgefunden. Von Tanzabenden bis zum Sommerball, von Garnix bis Tunix Open-Airs, gab es mal wieder die Möglichkeit, das Sommersemester vollständig zu erleben. Wir halten euch weiterhin auf dem Laufenden, ein gelegentlicher Blick auf die Plakate und auf unsere Webseite ([events.fsmb.de](http://events.fsmb.de)) lohnt sich!

In Zusammenarbeit mit der Uni haben wir dieses Semester auch ein neues Konzept für die Absolventenfeier für die Masterand\*innen entworfen, die dieses Jahr das erste Mal stattfinden wird. Alle Master-Absolvent\*innen können sich auf eine ordentliche Abschlussparty freuen!

Für allgemeine Fragen zu Veranstaltungen wendet euch sonst auch gerne an [veranstaltungen@fsmb-tum.de](mailto:veranstaltungen@fsmb-tum.de).

### **Euer Veranstaltungsteam**

### **IT**

Wie auch schon bei den letzten Malen, berichten wir auch dieses Mal wieder von unserer IT-Umstellung. Mittlerweile sind viele Teilkomponenten fertig und warten nur noch darauf in den Semesterferien fertiggestellt zu werden. Wenn wir fertig sind, werden wir eine neue, zukunftsfähige und schnelle Infrastruktur haben. Falls du Lust hast, bei uns mitzuhelfen, kannst du uns jederzeit gerne unter [admin@fsmb-tum.de](mailto:admin@fsmb-tum.de) erreichen.

### **Eure IT**



# REPARADTUM

## Die Fahrrad-Selbsthilfe-Werkstatt der TUM



ReparadTUM

**Instagram:**  
@reparad\_tum  
**Website:**



erhafte Fahrrad-Selbsthilfe-Werkstatt an der TUM zu etablieren. Hier sollen Unizugehörige zu regelmäßigen Öffnungszeiten Werkzeug bereitgestellt bekommen und wenn gewünscht, Hilfe bei der Reparatur erhalten. Für die Umsetzung dieses Projekts sind wir als Team Teil des Referats für Umwelt der studentischen Vertretung der TUM geworden. Das hat uns sehr bei der Vernetzung an der Uni geholfen und dazu beigetragen, dass wir schnell Ideen umsetzen konnten.

Um unsere ersten Werkzeuge und weitere Ausstattung zu beschaffen, nahmen wir an verschiedenen Wettbewerben teil und erhielten Startförderungen durch den Verkehrsclub Deutschland e.V. sowie durch den TUM-Academicus-Wettbe-

**U**nabhängig, emissionsarm und günstig an die Uni kommen? Das geht am besten mit dem Fahrrad. Der einzige Nachteil bei der Wahl dieses Verkehrsmittels ist (neben den eventuell weiten Wegen in und um München) die häufig nötige Wartung und Reparatur und das fehlende Equipment oder Know-How dazu. Denn: Nur ein sauberes Rad ist ein schnelles Rad!

Hier möchten wir als ReparadTUM helfen und haben deshalb eine Selbsthilfe-Werkstatt gegründet. Wir sind rund 10-15 fahrradbegeisterte Studierende und aktuell schrauben wir jeden zweiten Donnerstag von 16 bis 18 Uhr neben dem Studi-TUM in Garching.

Die aktuellen Termine findet ihr auf unserem Instagram (@reparad\_tum) und auf der Website des Umweltreferats (<https://umwelt.asta.tum.de/en/reparadtum/>).

Seit Mai 2022 arbeiten wir daran, eine dau-



Eindrücke unserer Pop-Up-Werkstätten vor dem MW-Gebäude





In Zusammenarbeit mit dem Umweltreferat der LMU beim Pop-Up in der Innenstadt

werb. Auch wenn wir noch keinen festen Ort hatten (und leider immer noch nicht haben), starteten wir im letzten Herbst mit den Pop-Up-Werkstätten zunächst in Garching vor dem Maschinenwesen-Gebäude. Mittlerweile haben wir bereits vier solcher Tage in Garching veranstaltet, viele Räder reparieren können und dabei sehr viel Spaß gehabt. Unsere Pop-Ups kamen sehr gut an, wir wurden etwas bekannter am Campus und darüber hinaus und so kam bald eine Kooperation mit der LMU zustande. Mit dem LMU-Umweltreferat veranstalteten wir in diesem Sommersemester die erste Pop-Up-Werkstatt in der Innenstadt. Dort war die Nachfrage wie erwartet noch einmal höher als in Garching und wir freuten uns über viele glückliche Fahrradfahrende, die unsere Hilfe in Anspruch nahmen.



Bereit für unsere erste Open Tools Session neben dem StudiTUM in Garching

Während des Sommersemesters waren und sind wir weiterhin auf Raumsuche und haben parallel begonnen, „Open Tool Sessions“ neben dem StudiTUM in Garching zu veranstalten. In einem kleineren Rahmen als bei den ganztägigen Pop-Ups stellen wir aktuell zweiwöchentlich unser Werkzeug zur Verfügung und bieten unsere Hilfe an. Als weiteres Highlight des Semesters waren wir Anfang Juli zu einem Nachhaltigkeitsnachmittag auf dem Campus Weihenstephan eingeladen. Auch dort freuten sich viele Studis über unser Angebot und wir reparierten während der vier Stunden 30 Fahrräder. Das war, soweit wir das nachvollziehen können, bisheriger Rekord!

Über den Werkstatt-Zweck hinaus möchten wir mit unserem Projekt auf nachhaltige Mobilität aufmerksam machen und durch den Austausch über das Thema Radfahren auch weitergehend Nachhaltigkeit stärker in den Fokus der TUM rücken. Außerdem wünschen wir uns, eine Plattform zu sein, die Sport- und Radbegeisterte vernetzt. Gerne möchten wir in Zukunft Raum für unter anderem Workshops oder Sporttreffs bieten. Als Team-Event veranstalteten wir zum Beispiel bereits einen Triathlon und gemeinsame Rennrad-Ausfahrten.

Wenn ihr Interesse habt, Teil unseres Teams zu werden, ob als Schrauber\*in oder mehr in der Organisation, meldet euch gerne unter [bike@fs.tum.de](mailto:bike@fs.tum.de) oder schreibt uns eine Nachricht über Instagram (@reparad\_tum). Wir freuen uns!





# TV STUD

## Kampagne für einen studentischen Tarifvertrag

**TV STUD****Instagram**

@tvstud\_bund

**Instagram (München)**

@tvstud\_muc

**Website:**

tvstud.de

**Was machen studentische Hilfskräfte (SHKs)?**

Studentische Hilfskräfte werden an der TUM häufig für unterstützende Tätigkeiten in Lehre und Forschung eingestellt. Unsere Tätigkeiten reichen von Tutorienbetreuung über die Beantwortung von Fragen und Hausaufgabenkorrektur bis zur Datenauswertung und Mitarbeit bei Versuchen und Studien.

**Wie sind die Arbeitsbedingungen von studentischen Hilfskräften?**

Die Studie **Jung, Akademisch, Prekär** hat die Arbeitsbedingungen studentischer Beschäftigter über die letzten Jahre untersucht und nach Bundesländern aufgeschlüsselt.

Dabei zeigte sich, dass überdurchschnittlich viele SHKs **von Armut gefährdet** sind – in Bayern etwa 80% –, viele nur **knapp über Mindestlohn bezahlt** werden und wegen kurzer Vertragslaufzeiten **kein gesichertes Einkommen** haben. Fast 45% haben schon **mehrere Verträge gleichzeitig** gehabt und trotz kurzen Vertragslaufzeiten haben mehr als  $\frac{3}{4}$  der SHKs **schon zum wiederholten Mal den gleichen Job**

– nur mit neuem Vertrag. Besonders in Bayern haben viele SHKs schon einmal **ohne Vertrag gearbeitet**, also ohne Einkommen. An der TUM bekommen wir ohne Bachelorabschluss im Falle einer Bezahlung nur Mindestlohn, also 12€/h.

**Prekarisierung akademischer Arbeit**

Gleichzeitig steigt aber die Anzahl von SHKs stark an, stärker als die der übrigen Beschäftigten – zwischen 2011 und 2020 um bis zu 60%. Da SHKs anders als die meisten Uni-Angestellten keinen Tarifvertrag haben, sehen wir hier eine Prekarisierung akademischer Arbeit. Das bedeutet, **immer mehr Tätigkeiten werden auf studentische Hilfskräfte ausgelagert**, weil man uns weniger zahlen muss und unsere Rechte nicht durch einen Tarifvertrag geschützt sind.

**Was ist ein Tarifvertrag?**

**Ein Tarifvertrag regelt Arbeitsbedingungen auf kollektiver Ebene.** Er wird meist von Ge-

werkschaften mit Arbeitgeber\*innen verhandelt und beinhaltet arbeitsrechtliche Regelungen und Vereinbarungen über Gehälter. Er gilt jeweils für eine bestimmte, mitverhandelte Zeit.

Der Tarifvertrag für Beschäftigte der Bundesländer – also auch Uni-Angestellte – heißt **Tarifvertrag der Länder, kurz TV-L**. Wir als **SHKs sind explizit aus diesem Tarifvertrag ausgeschlossen**, wodurch unsere Löhne nach unten nur durch den Mindestlohn begrenzt sind und wir von vielen arbeitsrechtlichen Regelungen nicht profitieren. Trotzdem übernehmen viele SHKs Tätigkeiten, die eigentlich nach dem TV-L bezahlt werden müssten, etwa Verwaltungsaufgaben.

**TV STUD**

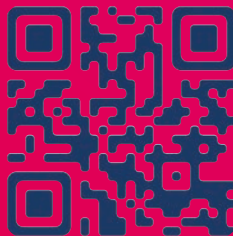
**Der TV-L wird ab Herbst 2023** mit Vertreter\*innen der Bundesländer **neu verhandelt**. Das ist unsere Chance, als SHKs in den Tarifvertrag aufgenommen werden und damit unsere Arbeitsbedingungen zu verbessern. Das haben wir mehr als verdient, denn ohne uns würde ein Großteil der akademischen Lehre und Forschung nicht funktionieren. Unter dem Titel **TV STUD** setzen wir uns deshalb für einen Tarifvertrag für studentische Hilfskräfte ein. Nur in Berlin gibt es bisher einen solchen.

**Wie kann ein Tarifvertrag die Situation verbessern?**

In einem Tarifvertrag können Vereinbarungen wie **Gehaltsgruppen, Mindestvertragslaufzeiten** und andere arbeitsrechtliche Regelungen, etwa zur **Mitbestimmung** festgelegt werden. In der Studie **Jung, Akademisch, Prekär** hat sich auch gezeigt, dass die Berliner SHKs durch ihren Tarifvertrag in vielen Punkten **bessere Arbeitsbedingungen, höhere Gehälter** und **längerfristige Arbeitsverträge** haben.

**Was kann ich tun?**

Falls du momentan als studentische Hilfskraft angestellt bist, **sprich deine Kolleg\*innen in der Uni an** und **mach sie auf TV STUD aufmerksam**. Hol dir Sticker und Flyer in einer der Fachschaften und zeig, dass du die Kampagne unterstützt. Wenn du motiviert bist, aktiv etwas an unseren Arbeitsbedingungen zu verbessern, kannst du über den QR-Code in unsere Münchner Austauschgruppe auf Telegram kommen und gemeinsam mit uns Aktionen planen oder dich unter [tvstud.de](https://www.tvstud.de) als Botschafter\*in melden. ☀️





# AUTOMATICA

## Viele Roboter – und fast alle kollaborativ



Benno  
Raupach

**A**uch dieses Jahr dreht es sich auf der Automatica wieder viel um kollaborative Roboter – kurz Cobots. Bei Cobots ist der Unterschied gegenüber klassischen Robotern, dass sie Drehmoment- und Kraftsensoren in den Gelenken haben. Dadurch können sie im direkten Umfeld von Menschen betrieben werden. Bei einer Kollision erkennt der Roboter, dass die Kräfte nicht so hoch sein sollten und bremst entsprechend ab. Ein weiterer Vorteil ist, dass die Roboter einfach geteached, also programmiert werden können, indem der Werkzeugkopf einfach in Position gedrückt werden kann.



DJ-Roboter von ABB

Kuka präsentiert dieses Konzept sehr eindrücklich in einer Demonstration, bei der Klamotten halbautomatisiert repariert werden. Dabei wird auf abgewetzte Stellen der Kleidung unter Hochspannung Nanofaser-Garn aufgesprüht. In der Demonstration lehrt (teacht) der Bedienende den Roboter, an welchen Stellen eine Reparatur nötig ist. Hierfür bewegt er einfach den Roboter in die richtige Position und gibt somit an, dass er hier

reparieren muss. Daraufhin wird der Bewegungsablauf errechnet und abgefahren. Da ein einzelner kleiner Roboter nicht genügend Bewegungsspielraum hat, um alle Seiten des Kleidungsstücks zu



Kuka-Demo

erreichen und ein größerer Roboter ein Vielfaches kosten würde, nutzt Kuka einen kleinen Trick: Das Kleidungsstück wird auf einem weiteren Roboterarm montiert, wodurch es in alle Richtungen Geschwenkt werden kann, sodass alle Seiten erreicht werden können.

### MESSEÜBERBLICK

#### WAS IST DIE AUTOMATICA?

Die Automatica ist eine jährlich stattfindende Messe in München, die intelligente Robotik und Automationstechnik vorstellt.

Einen weiteren interessanten Ansatz zum Roboter programmieren stellt Nordbo Robotics vor.



Hierbei wird mit der Tracking-Ausrüstung, dem VR System von Valve, die Bewegung eines Zeigergeräts auf den Roboter kopiert. Dies verringert den Aufwand für die Programmierung von Prozessen wie beispielsweise der Lackierung erheblich, da erfahrenes Personal nur einmal ein Programm vorführen muss und infolgedessen der Prozess beliebig oft vom Roboter wiederholt werden kann.

Bemerkenswert ist auch das Cobot-System von Beckhoff. Im Gegensatz zu anderen Herstellern, bei denen vorkonfektionierte Roboter verkauft werden, bietet man hier einzelne Elemente an, welche frei zusammengestellt werden können. Auf ein Basiselement werden einfach verschiedene Gelenk-, Verlängerungs- und Werkzeugkopfelemente aufgeschraubt. Dann wird über EtherCat® das System eingelesen und an einen Kontrollrechner übertragen. Dieser weiß dann



Endlos rotierender Roboter von Beckhoff

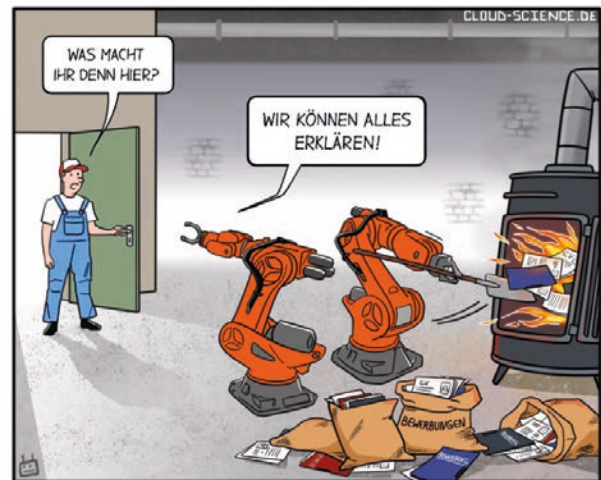
sofort, wie der Roboter aufgebaut ist und kann unverzüglich programmiert werden. Besonders hierbei ist, dass die Gelenke sich endlos drehen können und gleichzeitig fünf Stromleitungen und vier Fluidleitungen führen, was einen sehr ordentlichen und kompakten Aufbau ermöglicht.

Das Startup exoIQ stellt dieses Jahr ihr neues Oberkörper-Exoskelett vor, welches Überkopf- und Hebearbeiten stark erleichtert und Ermüdung bei wiederholenden Arbeitsschritten vermeidet. Dieses findet vorallem in Handwerk und Industrie Anwendung. Interessant hierbei ist auch, dass sich bei Anziehen der Arme über Brusthöhe eine Art Schwerelosigkeitsgefühl einstellt, da der Großteil der Last auf den Hüftgurt übertragen wird.



exoIQ-Skelett an einer Person  
Bild: exoIQ

Es hat sich dieses Jahr wieder einmal bewahrt: Die Automatica hält, was sie verspricht. In einem Wald aus Roboterarmen hört man schon leise, wie die Zukunft sich anbahnt. Wir freuen uns schon auf die nächste Automatica und bleiben gespannt!☀



DER FACHKRÄFTEMANGEL BEFEUERT DIE AUTOMATISIERUNG

Quelle: www.cloud-science.de Bild: Christian Möller



# PRICKELNDE LOGISTIK BEI COCA-COLA

## Bericht einer Exkursion zum Coca-Cola- Abfüllbetrieb in Fürstentfeldbruck



Marcus  
Dürr

**M**itte März 2023 organisierte der Lehrstuhl für Fördertechnik Materialfluss Logistik den 30. Deutschen Materialfluss-Kongress (MFK) am Campus Garching. Im Rahmen des Young Engineer Program des MFK wurde eine Exkursion zu Coca-Cola nach Fürstentfeldbruck organisiert.

Mit einer kalten Flasche Cola in der Hand starteten wir die Führung mit einer Präsentation über Coca-Cola und den Standort Fürstentfeldbruck. Der Konzern verkauft über 500 Marken und ist laut eigenen Angaben in 200 Ländern aktiv. Coca-Cola als Getränk gibt es seit 136 Jahren. Es war ursprünglich als Arzneimittel gegen Müdigkeit und Kopfschmerzen gedacht: ein Ersatz gegen das stark süchtig machende Morphin.

Der Coca-Cola Konzern in Fürstentfeldbruck wird von Coca-Cola Europacific Partners (CCEP) vertreten. CCEP produziert und vertreibt Getränke des Coca-Cola Konzerns in 29 Ländern in Westeuropa, Australien und im Pazifik. Von den ca. 950 Coca-Cola Produktionsbetrieben weltweit betreibt CCEP 79. In Deutschland gibt es 27 Standorte, davon sind 14 Abfüllbetriebe. Die anderen Standorte

befassen sich unter anderem mit Logistik. 2022 war das Verkaufsvolumen von Coca-Cola über 3,9 Milliarden Liter. Davon wurden hier in Fürstentfeldbruck 2018 225 Millionen Flaschen abgefüllt. 2022 entsprach das etwa einem Abfüllvolumen von 175 Millionen Liter (das ist mindestens ein ganzes olympisches Schwimmbecken)! 450 Mitarbeiter:innen arbeiten von Sonntag bis Freitag im Drei-Schicht-betrieb.

In Fürstentfeldbruck stehen drei Abfülllinien für verschiedene Flaschentypen: große PET-Pfandflaschen, kleine PET-Pfandflaschen und Glas-Pfandflaschen. Abgefüllt werden 15 Sorten von Fanta, Mezzomix, Sprite und Coca-Cola, das hier Coke genannt wird. PET-Flaschen machen bis zu 15 Umläufe durch. Danach verliert das Polymer seine Struktur und es wird zum Beispiel zu Schuhsohlen verarbeitet. Die kleinen 0,5 L PET-Flaschen bestehen zu 100 % aus Recyclingmaterial. Der durchschnittliche Anteil an recyceltem PET in allen PET-Einwegpfandflaschen ist 52,5 %. Coca-Colas Ziel sind 100 %, doch ist dies aufgrund der hohen Nachfrage nach Recyclingmaterial nicht un-



Bildrechte: Coca-Cola / Ulli Deck



bedingt einfach.

Glasflaschen hingegen können theoretisch ewig weiterverwendet werden. Neue Glasflaschen kamen früher aus der Ukraine, infolge des russischen Angriffskrieges wurde das zuständige Werk zerbombt. Daher werden neue Flaschen nun aus Großbritannien geliefert.

Obwohl es in Fürstfeldbruck 18 000 Leergut-Stellplätze gibt, kann es zu Leergutengpässen kommen. Damit alle Abfüllstandorte immer ausreichend Leergut haben, gibt es einen deutschlandweiten Koordinator, um das zu vermeiden.

250 000 Europaletten (EPAL)-Lagerplätze und 18 Gabelstapler am Standort Fürstfeldbruck gibt es. Diese wurden früher mit Gas betrieben, jetzt sind es E-Stapler, deren Batterie sechs bis sieben Stunden hält. Viele Gabelstapler sind sechs-fach-Stapler, sie können also drei Paletten auf einmal heben. 1500 EPALs werden pro Tag verladen, dafür kommen dann täglich zwischen 60 und 100 Lastwägen. Fertige Produkte werden meist nach zwei oder drei Tagen abgeholt, mehr als zwei Wochen dauert es nie.

Puh, was für eine Zahlenschlacht. Die Präsentation ist zu Ende und die Cola-Flasche ist ausgetrunken. Weiter geht es mit einer Führung durch den Betrieb. Wir beginnen bei der Leerguthalle. Hier kommen die Pfandflaschen an und werden sortiert, die Anlage schafft fast 90 000 Flaschen pro Stunde. Neue, leere Flaschen werden von den Lieferpaletten in die eigenen Kästen umsortiert. Das passiert per Hand, da es maschinell langsamer wäre!

Von der Leerguthalle geht es zu den Abfüllanlagen. Auf Hygiene wird hier natürlich streng geachtet: Wir ziehen uns einen weißen Kittel an, dazu Haarnetz, Schutzbrillen und Bartnetz wenn nötig. Außerdem ist ein Fotografier-Verbot verordnet. Deswegen ist das Fotomaterial von Coca-Cola (die Bilder wurden alle in Fürstfeldbruck gemacht).

In der Halle selbst ist es unüberraschenderweise sehr laut. An der Decke hängen Schallschluckplatten, die den Lärm um 60 % reduzieren. Trotzdem haben wir alle Ohrstöpsel. Überall sind lange Rollenförderer, die scheinbar endlose Aneinanderreihungen an Flaschen von Station zu Station bringen.

Die Reise einer Flasche durch die Halle ist in etwa so: Nachdem sie in einem Kasten durch einen Tunnel aus der Leerguthalle gekommen ist, wird sie aus dem Kasten auf ein Förderband gehoben. Der Deckel wird entfernt und sie wird anhand eines horizontalen Karussells kopfüber in die Reinigungsanlage befördert. Auf dieser Station verweilt die Flasche etwa eine halbe Stunde, denn es werden zwei Laugenbäder durchlaufen, Etikett und anderer Unrat werden entfernt. Die Reinigungsanlage ist riesig: zwei Stockwerke hoch, sechs Meter breit und mindestens nochmal so lang.

In den sauberen Flaschen wird Wasser und Sirup im Verhältnis 5:1 vermischt. Der Flaschenhals wird nochmals gereinigt, die frisch befüllte Flasche verschlossen, etikettiert und die Loskennzeichnung wird aufgedruckt. Auf dieser stehen



Die Reinigungsanlage  
Bildrechte: Coca-Cola / Ulli Deck



Informationen wie Abfüllstandort und genaue Abfülluhrzeit. Bei Carbonated Soft Drinks können alle Produkte durch die gleiche Abfüllanlage laufen. Bei Produkten ohne Kohlensäure ist es eine andere, die vorher aseptisiert werden muss.

Auf dem Weg durch die Halle kommen wir an der Verpackungsmaschine vorbei. Hier werden die 0,33 L Flaschen in zwölfer-Packs in Plastikfolie eingewickelt. Damit sich das Plastik eng an die Flaschen schmiegt, müssen die Packs noch durch einen 200°C-heißen Ofen.

Wir steigen über ein Förderband und kommen in eine Nebenhalle. In der nächsten Halle stehen hohe Edelstahl-Tanks, in denen der Zuckersirup hergestellt wird. Es ist allgemein bekannt, dass in Coca-Cola viel Zucker ist. Dafür kommen täglich zwei bis drei Lieferungen mit jeweils 30 Tonnen Zucker. Der Zuckersirup wird mit dem geheimen Konzentrat, das aus Irland angeliefert wird, vermischt. Das Wasser für den Sirup wird vorher enthärtet, damit die Produkte deutschlandweit gleich schmecken. Bei Coca-Cola soll der Geschmack weltweit derselbe sein. Bei anderen Produkten

### ENTHIELT COCA-COLA KOKAIN?

Die ursprünglichen Hauptzutaten von Coca-Cola waren Ecgonin, ein Präkursor\* von Kokain aus Coca-Blättern, und Koffein aus der Kola-Nuss. Daher rührt auch der Name, wobei das K von Kola zu einem C aus Marketing-Gründen geändert wurde. Seit den 1930ern Jahrhundert enthält Coca-Cola kein Ecgonin mehr, auch davor schon wurde die Menge immer stärker reduziert, nachdem dessen schädliche Wirkung bekannt wurde.

\*ein Präkursor ist in der Chemie ein Molekül, das bei einer Reaktion als Ausgangsprodukt eingesetzt wird.

des Konzerns wird auf die Geschmacksvorlieben des jeweiligen Lands eingegangen. So ist Fanta in der Türkei zum Beispiel sehr süß und hat weniger Kohlensäure.

Am Ende werden die Flaschen auf Paletten gestapelt und vom sechsfach-Stapler abgeholt. Die Paletten haben einen Barcode, damit der Staplerfahrer weiß, wohin er sie fahren soll.

Die letzte Station für die Flaschen ist auch unsere auf dieser Exkursion: Das Kommissionieren der Paletten. Da natürlich nicht nur Paletten mit einem einzigen Produkt die Hallen verlassen, sondern auch viele mit unterschiedlichen Getränken, müssen diese richtig bestückt werden. Dies wird von Kommissionierenden mit Kommissionier-Ameisen gemacht. Ziel ist es, 220 Einheiten pro Stunde auf die Paletten zu bringen, sie schaffen aber auch bis zu 260. Alle sechs Monate wird geprüft, welche Produkte besser oder schlechter laufen, und entsprechend in der Halle platziert, damit die Kommissionierenden möglichst kurze Wege haben. Wird im Lager die letzte Palette angebrochen, bekommt der Staplerfahrer sofort Bescheid, damit Nachschub kommt.



Bildrechte: Coca-Cola / Ulli Deck



# DIE REIZE DER WERKSTOFFWISSENSCHAFTEN

Christian Krempaszky im Interview



Marcus  
Dürr



Emma  
Jung



Olga  
Rybałt

**Reisswolf: Sie kommen von einem der zwei Mechanik-Lehrstühlen im Maschinenwesen, die früher nur Mechanik A und Mechanik B hießen. Nun sind Sie hier am Lehrstuhl für Werkstoffwissenschaften im Fachbereich Kontinuumsmechanik. Wie kam es dazu?**

Christian Krempaszky: Aus meiner Sicht bin ich eher die Konstante, das Haus für mich dasselbe geblieben. Es wurde jedoch mehrmals umbenannt. Der ehemalige Lehrstuhl A für Mechanik ging unter der Leitung von Professor Ewald Werner, dem Nachfolger meines Doktorvaters Professor Horst Lippmann, einen Seitenschritt in Richtung Werkstoffwissenschaften. Und wurde vor ca. 20 Jahren umbenannt zum Lehrstuhl für Werkstoffkunde und Werkstoffmechanik. Letztes Jahr wurde dann der Lehrstuhl mit Professor Jan Torgersen neu besetzt und in diesem Zuge in Lehrstuhl für Werkstoffwissenschaften umbenannt.

Zum Anfang meiner Zeit als Post-Doc fühlte ich mich fast so, als würde ich plötzlich im falschen Boot sitzen. Unter Professor Werner stellte ich allerdings schnell fest, dass die Mechanik, im Sinne der Werkstoffmechanik, eine wichtige Rolle spielt und sehr spannende Forschungsthemen beinhaltet. Dieses interdisziplinäre Forschungsgebiet ist ein Teilgebiet der angewandten Mechanik und umfasst im speziellen die Plastomechanik, die Bruch- und Schädigungsmechanik, Thermomechanik, Mikromechanik aber auch Methoden und Elemente der Werkstoffwissenschaften bis hin zur Umformtechnik, Mess- und Prüftechnik.

**Sie ist am Anfang vielleicht abschreckend, aber wenn man drinnen steckt, erkennt man den Reiz dieses irrsinnig spannenden Gebiets.**

Ich bin somit eng mit der Mechanik verbunden geblieben und habilitierte im Fachgebiet der Werkstoffmechanik. Auf diesem Weg habe ich viel dazu gelernt, was die Grundlagen der Werkstoffwissenschaften anging, insbesondere als ehemaliger Maschinenbauabsolvent. Wir hatten im Studium in diese Richtung leider keine sehr tiefgehende Ausbildung erfahren, für mich war Werkstoffwissenschaft eher Telefonbuchwissen - das hatte mich eher abgeschreckt.

Dabei ist es sehr wichtig, für eine vernünftige Modellbildung nicht nur gute Werkzeuge und die mathematischen Grundlagen zu haben, man muss auch tief in die Physik hineinschauen, um die zugrundeliegenden Mechanismen zu identifizieren. Das ist ein Potpourri von Grundlagen aus verschiedensten Disziplinen, über die man anfangs nur schwer einen Überblick findet. Im Gegensatz dazu zeigt die technische Mechanik eine klare, axiomatisch aufgebaute Linie.

Manchmal beneidete ich Leute, die Mechanik vorwiegend aus der modellmäßigen, geometrischen Perspektive sehen. Das sind häufig sehr anschauliche Themen, nahe an der Konstruktion.

Der Werkstoff wird lediglich durch ein paar Kennzahlen festgelegt, die man Tabellenwerken entnehmen kann.

Bei uns geht es hingegen primär um die Beschreibung von Materialverhalten – dieses ist in der Regel nicht rein geometrisch erklärbar. Es öffnet sich eine Tensorwelt unterschiedlichster Feldgrößen auf verschiedenen Längenskalen, die es zu beschreiben gilt.

Sie ist am Anfang vielleicht abschreckend, aber wenn man drinnen steckt, erkennt man den Reiz dieses irrsinnig spannenden Gebiets. Für mich ist ebenfalls eine motivierende Treibkraft, dass man die theoretischen Ergebnisse mit werkstoffanalytischen Methoden heutzutage auch auf sehr kleinen Längenskalen experimentell überprüfen kann.



**Sie haben bereits vor vielen Jahren einmal die Technische Mechanik 2-Vorlesung gehalten. Wieso ist es nicht so geblieben?**

Diese Tatsache sowie der Übergang waren den damaligen Umständen geschuldet. Mein damaliger Chef, Professor Werner, hat in dieser Zeit die Grundvorlesung Werkstoffkunde zum ersten Mal gelesen und wollte die Technische Mechanik nicht parallel dazu halten. Als er mir angeboten hat, mich in diesem Zyklus um die Technische Mechanik zu kümmern, habe ich mir das nicht zweimal sagen lassen. Kurz darauf wurde Professor Wall für den Lehrstuhl für Numerische Mechanik berufen. Naturgemäß hat er diese Vorlesung übernommen. Ich war damals etwas traurig, die Vorlesung nur für einen Zyklus halten zu dürfen und nicht an ihr feilen und weiter iterieren zu können.

Solch eine Veranstaltung ist sehr wichtig für einen Lehrstuhl, um bereits frühzeitig einen Draht zu den Studierenden aufzubauen und sie für die eignen Disziplinen zu begeistern. Die Lehrstühle ohne Vorlesungen im Bachelorstudium wissen vielleicht von dem Leid zu berichten, denn es ist viel schwieriger in höheren Semestern an interessierte und talentierte junge Menschen heranzukommen.

**Sie haben fast ihre ganze Karriere an der TUM verbracht. Haben Sie auch mal mit dem Gedanken gespielt, Professor zu werden?**

Während meines Studiums und auch während meiner Doktorandenzeit war ich mir ziemlich sicher, in die Industrie gehen zu wollen. Mein Vater war in Ingolstadt als Maschinenbauingenieur in der Vorentwicklung bei Audi in Ingolstadt tätig, aber schlussendlich bin ich doch nicht in seine Fußstapfen getreten. Durch einige zufällige gute Gelegenheiten und Wendungen bin ich bis heute der TUM treu geblieben. Zudem hatte ich aus verschiedenen Gründen nicht die Ambition möglichst viel herumzukommen oder möglichst schnell eine Führungsrolle einzunehmen, sondern ich hatte viel mehr Freude daran, tief in einer Sache zu wirken. Das spiegelt sich auch in meinem Lebenslauf wider.

Das bedeutet aber nicht, dass meine Karriere bisher nicht abwechslungsreich war. Während meiner Post Doc Zeit habe ich in der Lehre ver-

**Mein Vater meinte damals zu mir: "Sohnemann, studiere etwas, mit dem du danach auch Geld verdienst." Ich hätte eigentlich viel lieber Mathematik oder Physik studiert, habe meine Freude am Maschinenbau aber trotzdem gefunden.**



tiefe Kurse zur Plastomechanik und Bruchmechanik ausgearbeitet und gleichzeitig mit Industriepartnern aus verschiedenen Branchen einige sehr interessante Forschungsprojekte bearbeitet. Dazu beantragte ich die Gründung des Christian-Doppler-Laboratoriums (CDL) für Werkstoffmechanik von Hochleistungslegierungen. Dieses CDL wurde im Jahr 2006 durch unsere Industriepartner, die voestalpine Stahl GmbH und Böhler Schmetec GmbH & Co KG unter der Schirmherrschaft der Christian-Doppler Forschungsgesellschaft für einen Zeitraum von insgesamt acht Jahren eingerichtet. Es ist vom Umfang her ver-

gleichbar mit dem Emmy Noether-Programm der DFG. Der wissenschaftliche Fortschritt dieser unter meiner Leitung arbeitenden Forschergruppe und die Verwertbarkeit der Forschungsergebnisse wurden von Seiten der Christian-Doppler Forschungsge-

sellschaft kontinuierlich überprüft und bewertet. Diese begleitende Evaluierung über internationale Gutachter hat dafür gesorgt, dass immer der wissenschaftliche Output über das Fortbestehen bestimmt hat und das CDL nicht zu einer verlängerten Werkbank der Industrie degradiert. Der wissenschaftliche Ertrag aus diesen Jahren stellte die Basis meiner Habilitation im Fachgebiet der Werkstoffmechanik dar. In der Zeit danach habe ich mich in meiner Rolle als Privatdozent wieder verstärkt um die Lehre gekümmert und zusätzlich Vorlesungen zur Tensorrechnung, zur Methode der finiten Elemente in der Werkstoffmechanik, sowie zur technischen Mechanik angeboten, was mir bis heute große Freude bereitet.

**Die Technische Mechanik 2 gilt mit ihren Tensoren als trockenes Fach. Wie können Sie sich selber dafür motivieren und wie schaffen Sie es, die Studierenden dafür zu motivieren?**

Meine Motivation ist einfach erklärt. Mein Vater meinte damals zu mir: "Sohnemann, studiere etwas, mit dem du danach auch Geld verdienst." Ich hätte

eigentlich viel lieber Mathematik oder Physik studiert, habe meine Freude am Maschinenbau aber trotzdem gefunden. Insgesamt bin ich in meinem Studium jedoch weit auf der theoretischen Seite gefahren. Damals gab es noch die überschaubare



Anzahl von fünf Studienrichtungen und ich habe die Studienrichtung Theorie und Forschung eingeschlagen. Dadurch konnte ich zu den Grundlagenfächern auch viele Vertiefungen wie höhere Mechanik und höhere Thermodynamik hören. In meinem Studium habe ich mich in dieser Richtung ziemlich ausgelebt und meine Begeisterung an diesen Grundlagendisziplinen und deren Anwendung entdeckt. Am Ende war es aber trotzdem stets meine Motivation, die Vorhersagen dieser theoretischen Werkzeuge mit experimentellen Ergebnissen in Einklang zu bringen. Und so war auch meine Diplomarbeit größtenteils experimenteller Natur.

Die Mechanik ist eine der ältesten Disziplinen und die erste Naturwissenschaft im modernen Sinn. Sie ist axiomatisch und durchgängig logisch aufgebaut und ihre Sprache ist die Mathematik. Im Vergleich dazu sind zum Beispiel die Grundlagen der Thermodynamik deutlich abstrakter. Ich halte es beispielsweise für wesentlich schwieriger, den Entropiebegriff anschaulich zu machen als einen Spannungstensor.

Zudem stellt die technische Mechanik die zentrale Grundlagendisziplin eines Ingenieurstudiums dar und wird in vielen anwendungsnahen Fächern benötigt. Dies allein sollte für die Studierenden eine große Motivation darstellen, sich mit diesen Themen sehr intensiv auseinanderzusetzen. Es ist eine gute Investition, die sich im späteren Studium und auch für die berufliche Tätigkeit mit größter Sicherheit bezahlt macht.

Es ist mir bewusst, dass viel dieser Theorie besonders am Anfang sehr trocken erscheint. Ich versuche immer, den Stoff möglichst anschaulich zu erklären, ihn aus vielen Perspektiven zu beleuchten und an praktischen Beispielen zu erläutern, damit es möglichst leichtfällt, das Puzzle zusammenzusetzen. Der Erfolg hängt dabei allerdings

wesentlich vom inneren Antrieb der Studierenden ab. Ich denke, dass das in fast jeder Disziplin so ist. Da bin ich dann oft neidisch auf die Fächer mit regelmäßigen Abgaben wie beispielsweise Maschinenelemente, denn da wird die Aufmerksamkeit im Zwei- oder Dreiwochentakt auf das Fach gelenkt. In unserer Disziplin kommt die Hauptaufmerksamkeit bei vielen Studierenden erst mit der Nähe zur Klausur. Ich habe aber natürlich volles Verständnis, dass jeder seine Prioritäten individuell setzen muss, aber ein Lernprozess spielt sich auf gewissen Zeitskalen ab und kann trotz größter Anstrengung nicht beliebig abgekürzt werden.

**Sie haben große Grundstudiumsveranstaltungen, aber auch kleinere Vertiefungsfächer. Was macht Ihnen mehr Spaß?**

Das ist eine Frage, die ich nahezu nicht beantworten kann, weil die Welten derart unterschiedlich sind. Die kleinen Kurse haben einen großen Reiz. Ich versuche sie als Ergänzungsfächer anzubieten und nicht auf die Modulliste zu schreiben. So entsteht eine überschaubare Gruppe an Studierenden, die eher abholbereit ist und mit der man tiefer in das Thema abtauchen kann. Es ist eine Freude zu sehen, wie viel Eigenenergie Studierende in Themen wie die Tensoralgebra reinstecken, weil sie das zum Beispiel für Ihre Masterarbeit benötigen. Das ist ein Werkzeug, das ihnen hilft, die Dinge besser in die Hand zu nehmen.

In den Grundlagenfächern ist das eine völlig andere Situation. Dort hat man eine große Zahl an Hörer\*innen, die man am Anfang ihres Studiums abholt und für relativ breite, aber keinesfalls triviale Themen begeistern soll. Ich würde sagen, es ist die Mischung, die am meisten Freude bereitet. So ist es nicht zu monoton und man weiß beides zu schätzen.

Ich habe großes Verständnis für die Studierenden im Grundstudium mit den vielen Kursen,





die sie am Anfang belegen müssen. Bei mir war das früher ähnlich, wir mussten fünf Prüfungen in zwei Wochen ablegen, man hatte nicht so einfach die Möglichkeit Prüfungen zu verschieben oder zu wiederholen. Uns wurde gesagt, dass wir bewusst überbeansprucht werden, damit wir unsere Grenzen kennen lernen können. Es gab zum Teil riesige Durchfallquoten, aber offensichtlich war der Druck auf die Universitäten noch nicht so hoch, möglichst keine Talente zu verlieren.

Ein Rat an junge Studierende: Überall die Bestnote zu erreichen ist fast unmöglich. Finden Sie sich im Studium selbst und finden Sie vor allem möglichst schnell heraus, ob Sie mit einem Ingenieursstudium prinzipiell glücklich werden können.

### **Wie teilen Sie sich die Zeit ein zwischen Büro, Lehre und Labor?**

Oft ist meine Woche schwer planbar, auch Beruf und Freizeit sind schwer unter einen Hut zu bekommen. Dienst nach Vorschrift funktioniert nicht. Aber wenn das wissenschaftliche Feuer 24 Stunden, 7 Tage die Woche brennt, dann lebt man es wirklich und hat Freude daran.

Das staatliche Materialprüfamt für den Maschinenbau war bis zum Jahr 2022 an unseren Lehrstuhl angegliedert. Jetzt ist es an zwei Lehrstühle angegliedert, an unseren Lehrstuhl und den Lehrstuhl von Professor Mayer. In den letzten zehn Jahren habe ich meinen Chef in der Leitung des staatlichen Materialprüfamts vertreten. Das bedeutete, dass nahezu jede Kundenanfrage von extern, zum Beispiel für Materialanalyse oder mechanische Versuche über meinen Schreibtisch ging. Manchmal bedeutet das ebenfalls, dass ich bei Personalmangel – mit großer Freude – selbst einspringe und selbst an einer Prüfmaschine in der Halle stehe. Und wie das so ist, wenn man so eine Fleißarbeit über Jahre hinweg macht, ist man zu demjenigen geworden, der für Konsistenz sorgt und auch das Know-how überträgt. In Notsituationen springe ich schnell runter und so kommt es, dass ich oft mit der falschen Kleidung im Büro sitze. [lacht herzlich]

### **Sie lachen! Haben Sie also immer noch Spaß an der Laborarbeit?**

Auf jeden Fall! Ich habe ein gutes Lebensmodell für mich gefunden. Meine Familie wohnt weit weg und ich bin Wochenpendler. So habe ich die Möglichkeit unter der Woche ohne schlechtes Gewissen und ohne feste Zeitlimits diesem Vergnügen nachzugehen. Nebenher mache ich

noch viel Sport, um fit und belastbar zu bleiben. Am Wochenende bin ich dann bei der Familie. Es kommen zwar immer noch ein paar E-Mails und Zoom-calls, aber man ist nicht mehr so festgenagelt.

In jungen Jahren fällt es sehr leicht, viel für Karriere und Geld tun. Aber ein Job sollte auch immer genügend Freude machen, weil mit der Zeit vieles zu Routine wird und die Lebenszeit immer kostbarer erscheint. Wenn einem der Job Spaß macht, bieten sich viele Möglichkeiten über den Tellerrand zu blicken und bekommt immer Gelegenheiten sich weiterzuentwickeln. Das universitäre Umfeld bietet hier in Lehre und Forschung eine sehr große Vielfalt. Es ist für mich sehr schön, unter der Leitung von Professor Torgersen neue Impulse zu bekommen und auch neue Richtungen einzuschlagen. So bin ich gerade dabei, einen Kurs in Molekulardynamik auszuarbeiten, der in der Dynamikwelt Fuß fasst, allerdings in der Mikromechanik auf atomarem Niveau endet. Es ist eine riesengroße Freude, die hierfür nötigen Grundlagen, die ein wenig eingeschlafen sind, wieder aufzupolieren und mit neuen Dingen zu fusionieren.

**Der Molekulardynamikkurs scheint etwas Großes zu sein. Professor Torgersen hatte auch davon erzählt.**

Ja, das ist unser Gemeinschaftsprojekt. Für den Kurs werde ich mich vornehmlich um

die theoretischen Grundlagen kümmern und Professor Torgersen um die Anwendungsbeispiele aus der aktuellen Forschung. Er hat in seiner Vergangenheit schon viel Erfahrung in aktuellen Anwendungsbereichen der Polymerphysik gesammelt, in denen ich mich noch wenig auskenne.

Wenn man dann noch eine Skala runtergeht, um die Modelle der Molekulardynamik zu füttern, ist man schon nahe daran die Schrödinger Gleichung zu lösen - Stichwort Dichte Funktionaltheorie - und ist mitten in der Quantenmechanik. Das wird sicherlich kein Kurs für Quantenmechanik sein, aber jeder soll zumindest das Gefühl haben, verstanden zu haben, woher das kommt und warum die Modelle so aussehen, wie sie es tun.

Wir versuchen diesen Kurs auch so zu gestalten, dass da sehr viel herumgespielt werden kann. Es gibt einiges an freier, unlizenzierter Software, die gleich von Anfang an genutzt soll, sodass sich die Studierenden sofort an einfachen Modellen austoben können. Das ist deutlich schöner als im Finite-Elemente-Bereich, dort sind dies meist sündhaft teure, kommerzielle Softwarepakete. In



der physik- und chemieaffinen Community stehen dagegen freie, umfangreiche Codes zur Verfügung, die man sofort, häufig sogar inklusive des Quellcodes, beziehen kann. Das ist eine tolle Umgebung, mit der wir den Studierenden viel Freude bereiten werden und es nicht nur bei trockenen Formeln auf Folien und Rechenübungen bleibt. Darauf freuen wir uns alle bereits sehr.

**Sie machen gute Werbung für den Kurs. Für welches Semester ist das denn gedacht?**

Der Kurs ist für den Master konzipiert. Wir möchten Sie direkt in der Technischen Mechanik 3 abholen, Molekulardynamik ist im Grunde nichts anderes als Punktmassenkinetik mit speziellen Kraftfeldern. Dort steckt die Physik drin, der Rest ist das zweite Newton'sche Gesetz. Man kann letzteres aber auch anders formulieren. Sie haben bestimmt in der TM3 schon von den Lagrange-Gleichungen gehört. Es gibt hierzu ein wunderschönes, übergeordnetes Prinzip – das Hamiltonsche-Prinzip, das es erlaubt, den Satz an Bewegungsgleichungen zu formulieren. Dieses ist so universell anwendbar, dass es selbst zur Beschreibung der Quantenmechanik genutzt werden kann. Diese sogenannte Hamiltonsche Mechanik ist dann Ihr Baukasten um die Bewegung der Punktmassen zu beschreiben und auszuwerten. Das interessante dabei ist, dass man diese Simulation nicht nur für eine Handvoll Punktemassen durchführt, sondern für eine sehr große Anzahl. Vieles von dem, was Sie abstrakt in Werkstoffkunde gelernt haben, sehen Sie hier konkret. Sie lernen dort beispielsweise, was eine

**Ich frage mich dabei oft, wie ich es meiner Großmutter erklären würde. Dann verfolge ich diesen Pfad und bereite ihn in vielen Iterationsschleifen auf.**

Versetzung in einem Kristall ist. Nämlich ein Gitterbaufehler in einem sonst regelmäßigen Atombau, der sich in Abhängigkeit der äußeren Belastung bewegen kann und die plastische Verformung von Metallen auf mikroskopischer Ebene erklärt. Wir werden Ihnen das alles in diesem Kurs so anschaulich wie möglich zeigen.

**Wie bauen Sie eine neue Vorlesung auf? Insbesondere, wenn es kein Grundstudiumsfach mit vielen Lehrbüchern ist?**

Am Anfang treibt mich mein eigenes Interesse dafür an. Ich lese viel Grundlagenliteratur sowie Publikationen und versuche daraus für mich einen roten Faden zu stricken. Ich frage mich dabei oft, wie ich es meiner Großmutter erklären würde. Dann verfolge ich diesen Pfad und bereite ihn in vielen Iterationsschleifen auf. Einen wesentlichen Teil stellt auch die Ausarbeitung von begleitenden Beispielen und Lernkontrollfragen dar. So habe ich das auch zum Teil selbst bei der TM2 gemacht, insbesondere in den Teilen, wo ich bewusst vom Lehrbuch und den Kollegen abgewichen bin. Bei den Kursen Tensoralgebra und Tensoranalysis habe ich das Konzept ebenfalls nicht aus bestehenden Lehrbüchern übernommen, sondern es so gestaltet, wie ich meinen eigenen Zugang dazu gefunden habe. Man muss dabei viel feilen, bis alles rund und schlüssig wird. Bereits im Studium war ich nie ein Freund von Telefonbuchwissen. Ich wollte nie auswendig lernen, sondern eher verstehen. Es war manchmal schwierig, trotzdem gute Noten zu schreiben. Ich versuche in all meinen Fächern, besonders bei





den vertiefenden, hauptsächlich das Verständnis zu prüfen. Bei der TM 2 klappt das nicht immer, da muss auch intensiv gerechnet werden.

Aber alle Studierenden lernen unterschiedlich.

Ich habe volles Verständnis dafür, dass man ein Studium unterschiedlich handhaben kann. Von Studierenden, die bei jeder Vorlesung dabei sind und jede Übung rechnen, bis hin zu Leuten, die zu Hause bleiben und aus Büchern lernen – es gibt alles. Das, was nicht funktioniert, ist nichts zu tun und lediglich Musterlösungen anzuschauen. Damit tut man sich selbst und dem System nichts Gutes.

So halte ich es auch im TM-Kurs. Ich versuche auch denjenigen, die von zu Hause lernen, möglichst alles zur Verfügung zu stellen und gleichzeitig den Präsenzleuten ein rundes Programm zu bieten. Aber wir sind natürlich keine Fernuni. Wir möchten das studentische Leben fördern und die Hörerinnen und Hörer im Haus haben.

Ich bin immer glücklich, wenn nur diejenigen in den Hörsaal kommen, die wirklich ihre Aufmerksamkeit diesem Fach schenken wollen. Ich möchte weniger, dass Studierende nur aus Angst etwas zu verpassen oder aus falschem Pflichtbewusstsein in die Vorlesung kommen. Ich möchte Ihnen das Leben erleichtern und aufzeigen, dass es auch andere Methoden gibt.

So kenne ich es auch aus meiner Studienzzeit. Ich hatte so manche Vorlesungen, wo ich mir einfach nur eine Fernbedienung mit Stopp-Taste gewünscht habe. In manchen Veranstaltungen hatte ich das Gefühl, es gibt nur zwei Modi: Entweder es ist so trivial, dass ich mich langweile, oder es kommt der Punkt, ab dem ich nicht mehr folgen kann. Aus keinem der Modi konnte ich etwas mitnehmen. Aber da gibt es auch unterschiedliche Menschen. Ich kenne Studierende, bei denen der Stoff erst einmal unscharf in den Kopf hineindiffundiert und sich erst später ordnet. Ich persönlich musste ein Thema nach dem anderen sukzessive angehen und jede Einheit abschließen, bis bevor ich mir den nächsten Block vornehmen konnte.

**Ich finde es bei Vorlesungen auch besonders hilfreich, wenn man mit Fragen auf die Dozent:innen zugehen kann.**

**Aber alle Studierenden lernen unterschiedlich. Ich habe volles Verständnis dafür, dass man ein Studium unterschiedlich handhaben kann. Von Studierenden, die bei jeder Vorlesung dabei sind und jede Übung rechnen, bis hin zu Leuten, die zu Hause bleiben und aus Büchern lernen – es gibt alles.**

Ich kann aus der anderen Perspektive sagen: Ich bin unendlich dankbar, wenn genau solche Studierenden auf mich zukommen. Das ist für mich eine wertvolle Möglichkeit, eine direkte Rückmeldung zu bekommen. Die Lernkulissee allein reicht dafür selten aus. Aber auch die Check-Yourself Fragen helfen mir bei der Einschätzung des Lernerfolges. Leider gibt es in der TM2 nur drei Semesterwochenstunden, sonst könnten wir das Programm

breiter aufstellen. Mir ist Feedback extrem wichtig.

**Sie gehören ja offiziell zum Mittelbau . Was macht der Mittelbau eigentlich?**

Das ist eine gute Frage. Zum Mittelbau zählen alle Mitarbeiter:innen, die keine Professor\*innen, Studierende oder Mitarbeiter\*innen in der Technik oder Verwaltung sind. Die Aufgabenstellungen sind daher recht heterogen. Im Einzelfall ist sehr davon abhängig, wie die Organisationsstrukturen an dem jeweiligen Lehrstuhl aufgebaut. Der Mittelbau gehört in gewisser Weise zum organisatorischen Rückgrat der universitären Struktur und ist zum einen im administrativen Bereich tätig, wie auch beispielsweise der Betriebs- bzw. Laborleitung.





Zum anderen gibt es Leute wie mich, die sich hauptsächlich der Lehre und Forschung widmen. Ich hatte am Lehrstuhl für Werkstoffkunde und Werkstoffmechanik unter der Leitung von Prof. Werner sehr viele Freiheiten, insbesondere in der Ausgestaltung einer eigenverantwortlichen Lehre und in der Akquise von Forschungsprojekten. Das hat mich wahrscheinlich mit dazu bewogen, mich nicht aktiv in Richtung einer Lehrstuhlleitung zu bemühen. Ich war mitunter froh, dass sich mein Chef sich um die „Außenpolitik“ gekümmert hat und ich mich dadurch auf Forschung und Lehre konzentrieren konnte.



**Sie haben von Ihrem Labor erzählt. Als Student\*in bekommt man gar nicht so viel davon mit. Haben Sie eine Idee, wie man einen Einblick in die Labore der Lehrstühle bekommt?**

Ein guter Zugang sind natürlich HiWi-Stellen und Studienarbeiten, so kann man einen guten Einblick erhalten. Auf der anderen Seite werden auch Praktika an den Analysegeräten angeboten. Dabei stehen wir derzeit im Zugzwang, die Kanäle zu den Studierenden wieder zu öffnen. Wir sind da im Zuge der Umstrukturierung und auch bedingt durch die Corona-Jahre, leider etwas eingeschlafen, werden dies aber im Laufe der kommenden Semester umsetzen.

Wir haben viele interessante Analysegeräte und Versuchsaufbauten, die sich auch eignen, um einen Eindruck über unser Forschungsfeld zu bekommen. Das erstreckt sich vom Rasterelektronenmikroskop über lichtoptische Mikrostrukturanalyse und mechanische Prüfmaschinen bis hin zu speziellen Aufbauten, mit denen sich beispielsweise elastische Eigenschaften äußerst präzise messen lassen.

**Sie haben 2002 den Rudolf-Schmidt-Burkhardt-Gedächtnispreis bekommen für Ihre**

**Dissertation zum Thema „Plattenbeulen unter thermisch induzierten Einspannungen“. Worum ging es bei diesem Preis?**

Der Rudolf-Schmidt-Burkhardt-Gedächtnispreis ist der höchstdotierte Preis der (ehemaligen) Fakultät für Maschinenwesen, der jährlich für die beste Dissertation vergeben wird. Es war mir eine große Ehre, ihn entgegennehmen zu dürfen, aber ich würde ihn nicht überbewerten, da jedes Jahr einige hervorragende Dissertationen abgeschlossen werden.

In meiner Laufbahn konnte ich doch hinter die Kulissen schauen, wie so ein Preis vergeben wird.

Mein Doktorvater, Professor Lippmann, meinte damals: „Gute Nachricht, sie haben den Preis. Aber bilden Sie sich nichts darauf ein, denn der wird abwechselnd an verschiedene Lehrstühle vergeben. Wir hatten ihn schon länger nicht mehr.“

Plattenbeulen unter thermisch induzierten Eigenspannungen ist eine thermoelastische Instabilität, die sich bei interessanten, aber unerwünschten Betriebszuständen in Mehrscheibenkupplungssystemen oder bei Bremscheiben einstellen kann. Es ist eine Instabilität zwischen dem Reibkontakt und der Scheibenstruktur.

An einzelnen Stellen bilden sich heißere Flecken und die Platte verkrümmt sich. Aber dadurch wird dort noch mehr Wärme eingebracht, weil der Kontaktpartner noch stärker unter Druck gesetzt wird. Das kann sich soweit aufschaukeln, dass Sie dann ein regelmäßiges Muster heißer Flecken bekommen und sich möglicherweise, je nach Materialpaarung, Martensit aufschweißt. Dann stimmen die Reibungsverhältnisse nicht mehr. Im schlimmsten Fall können sogar die Komponenten unbrauchbar werden. Das hören Sie beim Auto, wenn Sie bei höheren Geschwindigkeiten für längere Zeit ganz leicht auf die Bremse drücken, und die ganze Fahrgastzelle zu Dröhnen anfängt. Im schlimmsten Fall geht das auch leider nicht mehr weg und Sie müssen die Bremscheibe tauschen. Diese theoretische und experimentelle Forschungsarbeit hat die mir damals sehr viel Freude gemacht.

**Vielen Dank für das Gespräch!**

Immer gern! ☀



# PILZE

und warum wir ohne sie  
vielleicht keine Sprache hätten



Paul  
Bachmann



Emma  
Steinmann



Illustrationen:  
Emma Jung

**W**ährend Pilze für viele nur ein beliebter (oder unbeliebter) Bestandteil von Mahlzeiten sind, steckt hinter diesem Überbegriff ein breites Spektrum von Lebewesen, die sich nur schwer unter einem Begriff zusammenfassen lassen. Noch im Mittelalter glaubte man zumindest in Europa, dass Pilze gar keine Lebewesen sind, später rechnete man sie den Pflanzen zu. Heute ordnet man sie dem eigenen Reich der Pilze zu und weiß, dass sie genetisch sogar Tieren näherstehen. Mykolog\*innen – Pilzforscher\*innen – haben aber aufgrund der hohen genetischen Diversität der Lebewesen kaum eine einheitliche Definition für Pilze. Sie lassen sich noch nicht einmal klar zu ein- oder mehrzelligen Lebewesen zählen, denn Pilze können beides sein. So reichen die Lebewesen, die wir als Pilze verstehen, von Schimmelpilzen über „gewöhnliche“ Waldpilze, Flechten bis hin zu einzelligen Hefepilzen, Pilzinfektionen und Zombiepilzen (dazu später mehr).

## Sonne kann pilz nicht essen

Während die meisten Pflanzen Photosynthese betreiben, um an Nährstoffe zu kommen, sind Pilze auf organische Stoffe von anderen Lebewesen angewiesen, denn sie können kein Chlorophyll bilden. Anders als Tiere können sie sich allerdings auch nicht selbstständig fortbewegen. Ihre Nahrung erhalten sie deshalb oft aus dem Zersetzen von herumliegender organischer Materie wie toten Tieren oder Pflanzenteilen. Damit leisten sie einen wichtigen Beitrag zum Lebens- und Nährstoffkreislauf, denn sie machen die verwertete organische Materie wieder für andere Lebewesen verfügbar.

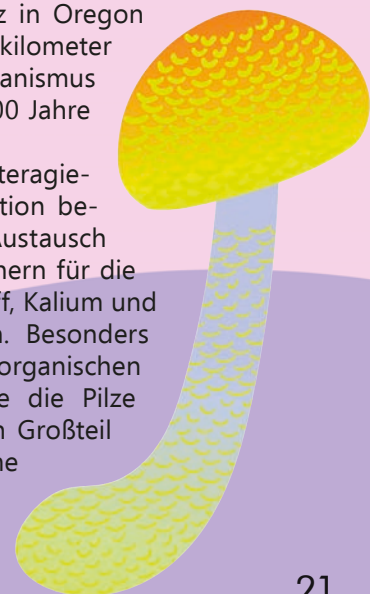
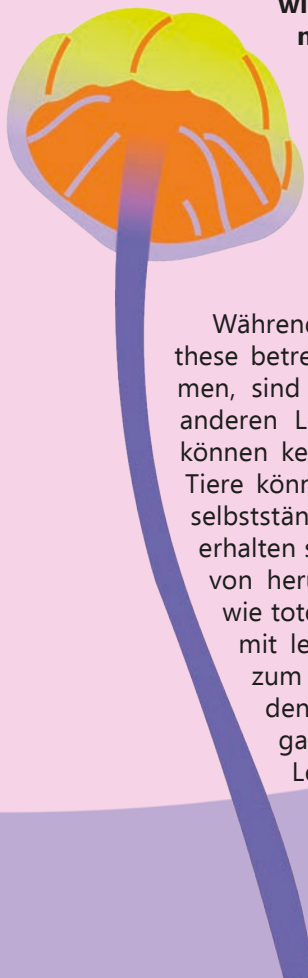
## Pilzpartnerschaften

Wie so oft bei Pilzen gibt es hier Ausnahmen – einige Pilze haben Tricks, doch an Nährstoffe aus Sonnenlicht, Luft und Wasser zu kommen. Flechten sind Symbiosen, also Lebensgemeinschaften aus Pilzen und Algen oder Cyanobakterien. Sie wachsen häufig an Baumrinden und Steinen. Dabei sorgt der Partnerorganismus durch Photosynthese für Nährstoffe, während der Pilz ihn mit Pigmenten vor zu starker Sonneneinstrahlung und Austrocknung schützt. Viele Pilzarten existieren nur in dieser engen Symbiose, dafür aber an extremen Orten, etwa als erste Lebewesen nach einem Vulkanausbruch.

## Gut connectet

Auch für viele Pflanzen sind Pilze lebensnotwendig. Ein Großteil aller Pflanzen, von uralten Bäumen zu kurzlebigen Gräsern, tauscht die durch Photosynthese gebildeten kohlenstoffhaltigen Moleküle gegen von Fungi aus dem Boden gesammelte Mineralien. Das griechische Wort Mykorrhiza ist eine Kombination aus mykes (Pilz) und rhiza (Wurzel). Zu den Mykorrhizapilzen zählen unter anderem die bekannten Steinpilze, von denen wir nur die Fruchtkörper ernten. In gesunden Waldböden gibt es aber weitläufige Netzwerke aus faserartigen Pilzhyphen, dem sogenannten Myzel, das oft hunderte Kilometer weit durch den Wald reicht. Das ist der eigentliche Pilzorganismus. Der größte bekannte Pilz in Oregon erstreckt sich über 10 Quadratkilometer und ist damit der größte Organismus der Erde. Er ist mindestens 2400 Jahre alt.

Mit solchen Netzwerken interagieren viele Bäume. Die Kooperation besteht in erster Linie aus einem Austausch von Nährstoffen: die Pilze reichern für die Bäume Nährstoffe wie Stickstoff, Kalium und Phosphat an den Wurzeln an. Besonders Phosphat ist im Boden oft in organischen Substanzen gebunden, welche die Pilze aufspalten können und so den Großteil des Phosphatbedarf der Bäume





sättigen. Dabei ist der Austausch kein Einzelhandel, sondern vielmehr eine geteilte Ökonomie, in der alle Teilnehmenden von der Symbiose profitieren. Bäume geben etwa ein Viertel ihres produzierten Zuckers an die Pilze ab.

Es gibt allerdings seltsame Ausnahmen zu dieser Jahrtausenden alten Beziehung. Myko-heterotrophe (myko: Fungus, heterotroph: von anderen Organismen ernährt) Pflanzen wie *Monotropa uniflora* oder *Allotropia virgata* werden ausschließlich von fungalen Netzwerken im Boden mit Nährstoffen versorgt. Ohne diese Netzwerke und ohne die mit ihnen verbundenen photosynthetisierenden Pflanzen könnten diese seltsam anmutenden Blüten nicht existieren.

## Pilz-Internet?

Das Myzelgeflecht im Boden hat noch mehr Funktionen für Wälder. So können junge Bäume, die im Schatten ihrer Artgenossen nicht genügend Licht bekommen, von diesen über das Myzelnetz mit Nährstoffen versorgt werden. Dabei werden direkte Verwandte laut einer Untersuchung der University of Reading sogar bevorzugt. Und Bäume nutzen das Netzwerk wohl auch zur Kommunikation untereinander und können sich bei Angriffen und anderen Gefahren warnen. Wie sehr das allerdings auch in der Natur passiert, ist noch nicht genügend untersucht.

## Recyclinghöfe des Lebens

Wenn die Bäume dann doch einmal ihr Lebensende finden, zersetzen zum Beispiel Shiitake, Zunderschwämme und andere Pilze das tote oder kranke Holz und machen sie wieder als Nährstoffe für andere Lebewesen verfügbar. Der Zunderschwamm hat seinen Namen im Übrigen daher, dass er als Zunder für Feuer und zum Transport von Glut verwendet werden kann,



Flechten. Credit: Marc Pascual (Pixabay)



Monotropa Uniflora. Credit: KitKestrel (pixabay)



Zunderschwamm. Credit: Böhringer Friedrich (Wikimedia Commons)

da er nur sehr langsam glimmt. Darüber hinaus kann der Pilz auch für Textilien, Schnaps und (mehr oder weniger sinnvolle) medizinische Anwendungen verwendet werden. Im Wald dient er als Nahrungsquelle für Insekten. Er soll – richtig zubereitet – sogar für Menschen genießbar sein, wie Shiitake und viele andere Pilze.

Pilze können sogar dabei helfen, Schadstoffe aus der Natur zu entfernen. Um etwa Erdölbestandteile oder krebserregende und giftige Stoffe wie Benzol oder Phenanthren aus verseuchten Gebieten loszuwerden, setzt man oft Bakterien ein. Das Helmholtz-Zentrum für Umweltforschung hat gezeigt, dass Pilzstrukturen dabei hilfreich sind. Die Myzelhyphen, die gesunde Böden durchziehen, dienen den Bakterien wohl als Infrastruktur, um zu den Schadstoffen zu gelangen. Auch viele Pilze selbst können Stoffe abbauen oder aus dem Boden ziehen, die für Menschen und Ökosysteme schädlich sind. Diese Prozesse werden immer mehr untersucht und lassen sich unter dem Begriff der Mycoremediation zusammenfassen – zu deutsch etwa Pilz-Wiederherstellung. Gerade bei Ölverschmutzungen und Schwermetallen könnten sie hilfreich sein.

Es gibt sogar Pilze, die Plastik zersetzen können. Forschende der Uni Sydney haben Pilze der Arten *Aspergillus terreus* und *Engyodontium album* auf Polypropylen (PP) angesetzt. Nach 140 Tagen war der Thermoplast vollständig abgebaut. Es gibt zwar bereits Mikroorganismen, die PET und andere weiche Plastikformen zersetzen können, doch diese Pilze kommen auch mit hartem Plastik wie PP zurecht.

Auch einige Stoffe der sogenannten ewigen Chemikalien, den PFAS, könnten von Pilzen in einem sehr langsamen Prozess abgebaut werden. Diese Stoffe werden weit verbreitet eingesetzt und einige von ihnen sind nachweislich krebserregend. Eine





## VERDANKEN WIR PILZEN UNSERE SPRACHFÄHIGKEIT?

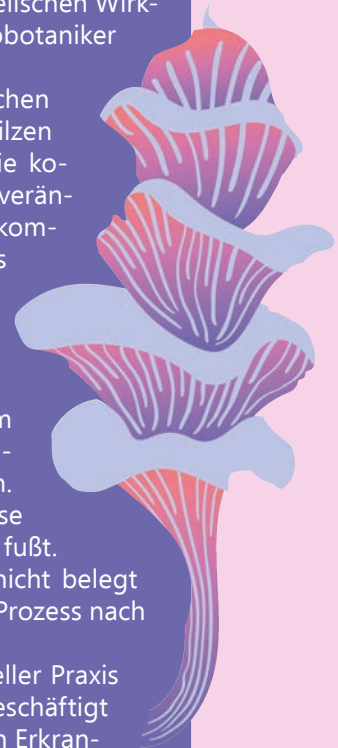
Die Stoned Ape-Hypothese ist eine kontroverse Theorie, die behauptet, dass die menschliche Sprachfähigkeit und kognitive Entwicklung durch den Konsum von psychoaktiven Pilzen, insbesondere der Gattung *Psilocybe*, beeinflusst wurden. Diese enthalten unter anderem den psychedelischen Wirkstoff Psilocybin. Diese Hypothese wurde von Terence McKenna aufgestellt, einem Ethnobotaniker und Schriftsteller.

Nach der Stoned Ape-Hypothese entwickelten sich die frühen Vorfahren des Menschen vor Millionen von Jahren in afrikanischen Savannen, wo sie Zugang zu psychoaktiven Pilzen hatten. Der Verzehr dieser Pilze führte zu veränderten Bewusstseinszuständen, die die kognitiven Fähigkeiten beeinflussten. Das Psilocybin könnte die frühen Menschen durch veränderte Gehirnaktivität dazu gebracht haben, abstrakter zu denken und komplexe Sprachkompetenzen zu entwickeln. Hinweise darauf geben auch neuere Studien, die belegen, dass psychedelische Substanzen wie LSD bewirken, dass sogenannte semantische Netze stärker aktiviert werden, also bedeutungsähnliche Wörter stärker mental miteinander assoziiert werden. Menschen nehmen also abstrakte Konzepte wie Sprache, Logik und andere Strukturen bewusster wahr.

Das könnte den frühen Menschen einen kognitiven und kommunikativen Vorteil im Savannen-Habitat verschafft haben, in dem sie als physisch unterlegene Art ständig planen und kooperieren mussten, um an Essen zu kommen und nicht gefressen zu werden. Durch diesen evolutionären Vorteil könnten sich schließlich die komplexen Denkprozesse und Konzepte entwickelt haben, auf denen unsere heutige Kognition und Sprachfähigkeit fußt.

Die Stoned Ape-Hypothese ist jedoch bisher reine Spekulation und konnte noch nicht belegt werden. Die Komplexität der Entwicklung menschlicher Kognition macht es schwer, den Prozess nach Hunderttausenden Jahren noch nachzuvollziehen.

Fakt ist aber, dass ebendiese psychedelischen Pilze von Kulturen weltweit in spiritueller Praxis als höhere natürliche Kräfte verehrt und verzehrt werden. Die heutige Wissenschaft beschäftigt sich inzwischen immer mehr damit, wie diese Formen von Therapie etwa bei psychischen Erkrankungen helfen können. So werden Stoffe wie LSD und Psilocybin inzwischen für die Behandlung von Depressionen, Zwangsstörungen und mehr eingesetzt. Auch LSD ist übrigens das Produkt eines Pilzes, nämlich des Weizenpilzes Mutterkorn, einem Verwandten der Kernkeulen (siehe unten).



praktikable Möglichkeit, sie aus verseuchten Gebieten wieder loszuwerden, gibt es bisher nicht. In Bayern ist besonders der Landkreis Altötting belastet, wo der Chemiapark Gendorf die Chemikalien in die Umgebung gibt. Aufgrund der hohen Belastung dürfen sogar Blutkonserven aus dem Gebiet nicht mehr verwendet werden. Pilze könnten möglicherweise belastete Ökosysteme wiederherstellen.

### Zombiepilze

So verwerten Pilze zumeist tote organische Stoffe. Doch auch hier gibt es Ausnahmen: Pilze können auch parasitär sein und von Lebewesen zu Lebewesen weitergegeben werden. Ein besonders spektakuläres Beispiel hierfür ist der *Ophiocordyceps unilateralis* und andere Arten der Gruppe der Kernkeulen.

Diese Pilze befallen Insekten und sogar Spinnen und manipulieren ihr Verhalten. Sie bringen sie dazu, an ei-

ner geeigneten Stelle zu sterben, sodass die Pilze gedeihen und ihre Sporen weiterverbreiten können. Sie werden deshalb auch als „Zombie-Pilze“ bezeichnet. Von ihnen gibt es hunderte Arten, die jeweils auf bestimmte Insektenarten spezialisiert sind. Auf Menschen sind sie zum Glück – zumindest bisher – nicht spezialisiert. In der Serie und dem Spiel „The Last of Us“ geht es um eine Zukunft, in der genau das passiert.



Von Kernkeule befallene Spinne. Credit: Ian Suzuki (Wikimedia Commons)





## Pilze und die Klimakrise

Von der Klimakrise bleiben auch Pilze nicht unberührt. Durch diese steigen die Temperaturen, global seit 1880 um 1,2K, in Deutschland sogar schon um mehr als 1,6K. Diese Veränderung geht auch an Pilzen nicht vorbei, die sich an die wärmeren Temperaturen anpassen. Bisher sind die meisten Pilze an Temperaturen unter 30°C angepasst. Dadurch bleiben sie uns Menschen mit einer Körpertemperatur von weit über 30°C ungefährlich. Passen sie sich nun aber an die wärmeren Umgebungen an, wird es vermehrt zu Pilzinfektionskrankheiten kommen. Dieser Effekt wird noch verstärkt durch die immer häufigeren Dürreperioden. Denn im Staub können sich Pilzsporen besser und weiter verbreiten und werden nicht durch den Regen weggespült.

Doch manche Pilze können nicht nur ein Problem, sondern auch Teil der Lösung sein. Durch ihren engen Nährstoffaustausch landet ein großer Teil des Kohlenstoffs, den Pflanzen durch Photosynthese aus der Luft fixieren, irgendwann in Mykorrhizapilzen. So zeigen Forschende aus Südafrika und den Niederlanden in einer Veröffentlichung aus diesem Jahr, dass jährlich etwa 13 Gigatonnen an CO<sub>2</sub>-Äquivalenten in Pilzen gespeichert wird. Das sind rund 35% des jährlichen Kohlenstoffdioxidausstoßes der Menschheit.

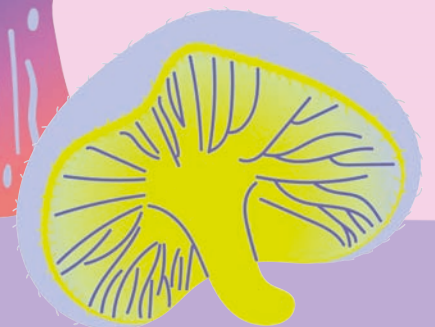
Die Studie macht deutlich, dass auch gesunde Pilze ein wichtiger Faktor bei der Bekämpfung der menschengemachten Klimakrise sind.

Angesichts solcher Lösungen für Umweltverschmutzung und Klimakrise wird deutlich, dass das Aufräumen der schädlichen Hinterlassenschaften der Industrialisierung eine interdisziplinäre Aufgabe wird, bei der sich Ingenieur\*innen mit Biolog\*innen wie Mykolog\*innen, Mediziner\*innen, Soziolog\*innen und vielen mehr zusammenschließen müssen, um eine nachhaltig bewohnbare Erde sicherzustellen.

Pilze gehören zu den diversesten Lebensformen auf der Erde. Gleichzeitig sind sie aber mit am wenigsten erforscht: Es wird vermutet, dass es insgesamt etwa fünf Mio. Pilzarten gibt, von denen nur etwa 150.000 wissenschaftlich beschrieben sind, das sind gerade einmal 3%. Zum Vergleich: es werden etwa acht Mio. Tierarten auf der Erde vermutet und die Menschheit hat schon mehr als zwei Millionen davon untersucht, also ein gutes Viertel. Die Mykologie hat also noch viele spannende Entdeckungen vor sich. 🌟

## Quellen

- ◆ Mykorrhiza, Kommunikation und Adaption: Gorzelak MA, Asay AK, Pickles BJ, Simard SW. 2015. Interplant communication through mycorrhizal networks mediates complex adaptive behaviour in plant communities. *AoB PLANTS* 7: plv050; doi:10.1093/aobpla/plv050.
- ◆ Schadstoffabbau mit Pilzen: <https://www.ufz.de/index.php?de=35659>
- ◆ Plastik- und PFAS-zersetzende Pilze: <https://www.watson.ch/wissen/science-news/692103814-plastikfressende-pilze-sie-koennen-helfen-die-recyclingkrise-zu-loesen>
- ◆ Pilze als Kohlenstoffsenke: Heidi-Jayne Hawkins et al. Mycorrhizal mycelium as a global carbon pool. *Current Biology*. Volume 33, Issue 11. 2023. Pages R560-R573, ISSN 0960-9822, <https://doi.org/10.1016/j.cub.2023.02.027>.
- ◆ Pilzinfektionen durch Klimakrise: <https://www.zdf.de/nachrichten/panorama/pilz-infektionen-klimawandel-zunahme-100.html>
- ◆ Sprache und LSD: Wießner I, Falchi M, Daldegan-Bueno D, et al. LSD and language: Decreased structural connectivity, increased semantic similarity, changed vocabulary in healthy individuals. *Eur Neuropsychopharmacol*. 2023;68:89-104. doi:10.1016/j.euroneuro.2022.12.013
- ◆ Psilocybin in der Behandlung von Depressionen: <https://www.hopkinsmedicine.org/psychiatry/research/psychedelics-research.html>
- ◆ Foto - Von Kernkeule befallene Fliege. Credit: Daniel Newman (Wikimedia Commons)





# VERKEHRS- WENDE

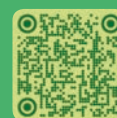
## Was tut sich in München?



**Die U-Bahn-Linie U9**, die den Hauptbahnhof und Garching-Forschungszentrum verbindet, wird eine Länge von 10,5 Kilometern haben und erfordert den Bau von insgesamt fünf neuen U-Bahn-Stationen.

Die Münchner U-Bahn muss dringend entlastet werden, denn sie stößt schon heute an ihre Leistungsgrenzen. Prognosen gehen davon aus, dass sich die Lage zunehmend verschlimmern wird, da die Fahrgastzahlen kontinuierlich zunehmen und die zweite S-Bahn-Stammstrecke in Zukunft noch mehr Fahrgäste, die den ÖPNV zur Weiterfahrt benötigen, nach München bringen wird.

Ingo Wortmann, der SWM Geschäftsführer Mobilität und MVG-Chef, zeigt sich begeistert: „Die U9 sichert die Leistungsfähigkeit der Münchner U-Bahn für die nächste Generation und ermöglicht den erforderlichen weiteren Ausbau. [...] Sie entlastet die U3 und U6 im Innenstadtbereich um bis zu 44 Prozent und kann in einem weiteren Schritt mit einer direkten Verknüpfung den nördlichen Abschnitt der U2 um etwa 40 Prozent entlasten.“



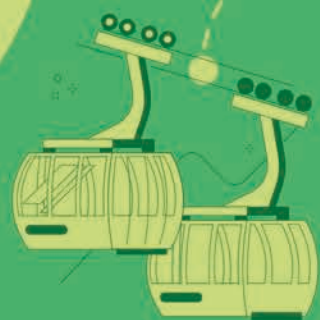
**Mobilitätspunkte** sollen das veränderte Mobilitätsverhalten in München berücksichtigen und die Verwendung verschiedener Mobilitätsangebote vereinfachen. Denn die Anzahl der verschiedenen Mobilitätsangebote, mit denen man sich durch die Stadt fortbewegen kann, nimmt stetig zu: Auto-, Fahrrad- und Lastenrad-Sharing, sowie E-Motorroller, und -Tretroller, um nur ein paar zu nennen.

An den Mobilitätspunkten können die Kunden aus einer Vielzahl von Transportmöglichkeiten auswählen. Diese sollen ein Schlüsselement moderner nachhaltiger Mobilität werden, da sie den Umstieg von einem Verkehrsmittel auf ein anderes erleichtern und eine grüne Mobilität ermöglichen. Mit dem „mp“-Logo werden die Mobilitätspunkte sichtbar. Bis Ende des Jahres sollen 60 und bis Ende 2026 sind 200 Mobilitätspunkte geplant. Diese Vielzahl soll sicherstellen, dass der nächste Mobilitätspunkt in maximal fünf Gehminuten erreichbar ist.

Mobilitätsreferent Georg Dunkel bezeichnet das Projekt als „deutschlandweit einmalig“ und Baureferentin Jeanne-Marie Ehbauer hat angekündigt, dass auch Fahrradpumpen, Reparaturstationen und Parkstände an den Punkten aufgestellt werden sollen.



Emma  
Jung



**Ottobahn**, ein Münchner Start-up, entwickelt ein gleichnamiges Transportsystem: Eine Hochbahn mit an Schienen hängenden Kabinen, die sich emissionsfrei, günstig, schnell und autonom oberhalb heutiger Straßen fortbewegen.

Die Gondeln der Ottobahn sollen sich umweltfreundlich, günstig, schnell und autonom in einer Höhe von 5 bis 10 Metern über den Verkehr hinweg bewegen. Für den Ein- oder Ausstieg wird die Gondel an beliebiger Stelle zum Boden gelassen. Die Kapseln sind dabei in verschiedenen Konfigurationen verfügbar: Einsitzer, Viersitzer, Cargo-Transport und Barrierefrei.

Zwischen Taufkirchen und Ottobrunn entsteht zurzeit eine etwa einen Kilometer lange Teststrecke. Noch dieses Jahr sollen hier die ersten Gondeln fahren.

Fahrpläne sind überflüssig: Die Kunden können über eine App zu sich bestellen.





# CAMPUS RÄTSEL

Findest du alle Orte am Campus Garching?

1



2



3



4



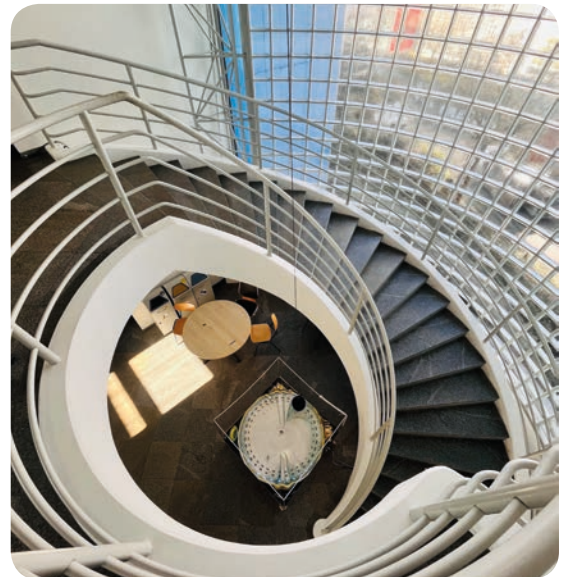
5



6



7



**LÖSUNGEN**  
- SPOILER -

1. LMU-Physikgebäude Zwischenhof
2. Hinter dem Atom-EI
3. Herrentoiletten Studium-Keller
4. Interimshearsaal 1 (beim MI)
5. Notausgangsgebäude hinter dem Atom-EI
6. Werkstattgebäude südlich von MW-Hof 5
7. Nördliches Nebengebäude der Physik



# KEINE AUSNAHME!

Her mit Tarifverträgen und Mitbestimmung  
für Studentische Beschäftigte

Wir fordern:

## Existenzsichernde Löhne!

Her mit den Tarifverträgen für Studentische Beschäftigte!

## Jährliche Lohnerhöhungen!

Für die Anbindung der Studentischen Beschäftigten an  
die Lohnsteigerung des Tarifvertrags der Länder!

## Planbarkeit durch Mindestvertragslaufzeiten!

Für das Ende von Kettenbefristungen Studentischer Beschäftigter!

## Einhaltung von Mindeststandards!

Urlaubsanspruch und Lohnfortzahlung im Krankheitsfall müssen die Re-  
gel sein – auch für Studentische Beschäftigte!

## Mitbestimmung auch für uns!

Demokratische Teilhabe der Arbeitnehmer\*innen in Personalräten darf  
Studentische Beschäftigte nicht ausschließen!



## Mach mit!

Du schreibst gerne, hast Spaß am Layouten oder bist einfach neugierig, wie der Reisswolf und das Klopapier entstehen?

Dann schreib uns gerne eine E-Mail ([reisswolf@fsmb-tum.de](mailto:reisswolf@fsmb-tum.de)) oder komm im Fachschaftsbüro auf uns zu.

Interessierte und neue Mitglieder sind immer herzlich willkommen!