

# MIKRO- UND NANOTECHNOLOGIE



## FORTSCHRITT IM KLEINSTEN

PORTRÄT  
**NANO IST BESONDERS**  
ab Seite 2

TRENDS  
**MINIMALER PLATZ,  
MAXIMALE LEISTUNG**  
ab Seite 4

In der Welt der Nanotechnologie geht es um Partikel, die so klein sind, dass sie mit dem Auge nicht zu erkennen sind. Selbst konventionelle Mikroskope können sie nicht wahrnehmen. Das Potenzial, das in den verschiedenen Forschungsgebieten der Nanotechnologien liegt, ist dagegen groß. Schon jetzt begegnen uns die Technologien im Alltag häufiger, als wir vermuten würden. Die Kosmetikindustrie setzt Nanotechnologien bei Sonnencremes ein, damit diese besser einziehen, die Textilbranche kann feuerfeste Stoffe herstellen und große Technologiekonzerne setzen im Bereich der Mikrochips auf Nanotechnik, um diese effizienter zu machen. Um die Technologien weiter voranzubringen, ist das Fachwissen von Expert\*innen gefragt. Kosma ist Verfahrensingenieurin beim Unternehmen Hosokawa Alpine und erzählt, was vegane Lebensmittel mit ihrer Arbeit zu tun haben. Einblicke in das Studium der Nanotechnologie geben Lea und Gregor, Studierende des Studienganges Micro- and Nanoengineering an der Hochschule Kaiserslautern.

# NANO IST BESONDERS

**UM EIN PULVER IN MIKROSKOPISCHEN KORNGRÖSSEN HERZUSTELLEN, BEDARF ES SPEZIELLER ANLAGEN. KOSMA JETTINGER STELLT SIE MASSVOLL ZUSAMMEN.**

Im rund 1.000 Quadratmeter weiten Technikum der Augsburger Firma Hosokawa Alpine befinden sich auf vier haushohen Etagen zahllose Mühlen, Schredder und Sichter. Zum Teil riesige Apparate, mit denen Dinge bis auf Nanogröße zerkleinert werden: Getreide, Kunststoffe, Metalle und vieles mehr. Mittendrin stellt die 28-jährige Verfahreningenieurin Kosma Jettinger ein Verfahren zusammen, um Proteine aus Erbsen herauszulösen. Der Kunde möchte vegane Lebensmittel herstellen, Jettinger erprobt die erforderliche Anlagentechnik. In diesem Fall landen fünf Tonnen rohe Erbsen in Augsburg. Getrocknet und ungeschält. Diese kommen dann für die Vorzerkleinerung in eine Hammermühle, in der sie gesplittet werden und die Schalen zum Teil abfallen. „Dann folgt die Feinvermahlung und zum Schluss noch die sogenannte Sichtung, mit der das Mahlgut in Fein- und Grobfraction, also Protein und Stärkefraction aufgeteilt wird.“ Das Ganze erinnert an ein klassisches Mahlwerk, mit dem schon vor 200 Jahren Mehl gemahlen wurde. Das Prinzip ist ähnlich, die Technik ist Evolutionsstufen entfernt.



**DER STUDIENGANG UMWELT- UND PROZESS-  
INGENIEURWESEN (FRÜHER: VERFAHRENS-  
UND UMWELTECHNIK)**

**Regelstudienzeit:** 7 Semester

**Start:** Sommer- und Wintersemester

**Zulassung:** zulassungsfrei, ohne NC

**Abschluss:** Bachelor of Engineering

**Themen:** Umweltschutz, Erneuerbare Energien,  
Nachhaltige Prozesse, Digitalisierung

*Ein Techniker überprüft mit wichtigen Werkzeugen  
das Mahlwerk für mikroskopische Produkte*





© HOSOKAWA ALPINE

*Moderne Hightech-Mühlen sind komplexe Apparate für ganz besondere Kleinigkeiten*

## FAMILIENSACHE

Kosma Jettinger kommt aus einer Technikerfamilie. Vater, Cousins und Cousinen – alle sind sie Ingenieur\*innen. Was sollte aus ihr sonst werden? Hautärztin vielleicht. Das war ein erster Plan. Da ihre Lieblingsfächer Mathe, Chemie und Bio hießen, war der Gedanke gar nicht so abwegig. Letztlich entschied sie sich aber doch für das Verfahrenstechnikstudium an der Hochschule in Heilbronn. Also startete sie mit viel Elan, lernte die instrumentelle Analytik zu lieben und spürte, dass die Thermodynamik und sie keine Freunde werden. Aber es nützt ja alles nichts, auch das muss man irgendwie schaffen. „Wir haben einige Stunden vor den Thermo-Prüfungen beinahe noch Nervenzusammenbrüche gehabt, geweint. Aber das gehört wohl auch dazu.“ Freud und Leid, und dann schließt sie den Bachelor mit 1,3 ab.

## TRAUMJOB

Jettingers Mutter stammt aus Kamerun. Der Vater kommt aus Deutschland. Auch sie wurde in Afrika geboren und kam als Dreijährige nach Augsburg. Fast ein ganzes Leben in Bayern – und immer war Hosokawa auch für sie sichtbar. Denn zur Unternehmensgruppe gehören weltweit über 1.000 Mitarbeitende an rund 25 Standorten. HOSOKAWA ALPINE in Augsburg ist mit etwa 850 Mitarbeitenden aber der größte Standort. Hier wird entwickelt, getestet, produziert. Also gab es auch für Kosma Jettinger nach dem Studium nur ein echtes Ziel. „Hosokawa hatte eine Stelle als Versuchsingenieurin ausgeschrieben. Und ich dachte: Die möchte ich unbedingt haben. Also habe ich mich beworben, hatte mehrere Vorstellungsgespräche, und dann kam Wochen später der Anruf, dass ich den Job bekomme. Ich habe richtig aufgeschrien vor Glück. Das war toll.“

## WINZIGST

Nun testet sie, wie man das Protein aus Erbsen mit den Hosokawa-Anlagen am besten herauslöst. Und natürlich ist das nur ein Beispiel ihrer Arbeit. Heute Proteine, morgen Pigmente, übermorgen Karbonfasern. Vier Versuchsingenieur\*innen gibt es bei Hosokawa. Sie erhalten vom Kunden Produkteigenschaften und müssen diese mit ihren Anlagen erreichen. Dabei geht es auch darum, bestimmte Durchsätze zu erzielen, Anlagenparameter vorzugeben und zu kontrollieren. Manche Anlagen zerkleinern dann sogar bis auf Nanogröße herunter. Nano – das ist so winzig, dass die Einheit nahezu unfassbar ist. Ein Fingernagel wächst in der Sekunde 1 Nanometer. Ein Blatt Papier ist 80.000 Nanometer dick. Ein Atom 0,1 Nanometer klein. „Bei unserer Arbeit geht es hauptsächlich um Partikelgrößen, wobei das Feinste, was wir produzieren können, 200 Nanometer ist“, sagt Jettinger. Produkte, die dann hauptsächlich in der Chemie zum Einsatz kommen, als Karbonfasern, Lacke oder auch Karbonfüllstoffe.

## BESONDERHEITEN

Für derart atomare Größen gibt es bei Hosokawa Kugel- und Strahlmühlen. Hochspezialisierte Anlagen für ganz besondere Anwendungen, die in Bezug auf den Massenmarkt auch Ausnahmetechnologien sind, hier aber wiederum weltweit herausstechen. Nanoklein ist eben etwas sehr Spezielles. Egal, ob nano-, mikro- oder millimetergroß – Jettingers Ergebnisse sind immer ein Pulver mit unterschiedlichen Korngrößen für unterschiedliche Anwendungen. „Man stellt sich den Beruf als Ingenieurin immer als etwas ganz Besonderes vor. Aber am Ende ist es nicht so kompliziert,“ meint die Versuchsingenieurin und lächelt, während feinstes Pulver ihre Anlage verlässt.



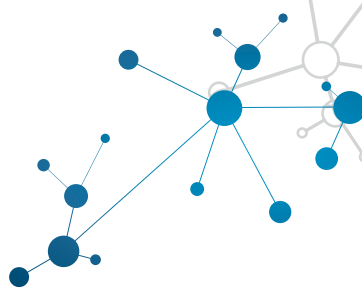
© HOSOKAWA ALPINE

*Kosma Jettinger überprüft ihre Versuchsreihe auf dem Weg zum optimalen Kundenprodukt - meist ein Pulver*

# MINIMALER PLATZ, MAXIMALE LEISTUNG

## WIE KLEINSTE TECHNIK FÜR GROSSE INNOVATIONEN SORGT

Unsere Geräte werden immer kleiner – behalten aber ihre Leistungsfähigkeit oder können sogar noch mehr. Um das zu schaffen, setzt die Forschung und Entwicklung auf Mikro- und Nanotechnologien. Dünner als ein Haar und kleiner als ein Sandkorn ermöglichen diese Teilchen hochkomplexe technische Mechaniken. Das winzige Arbeitsmaterial hat für Forscher\*innen seine Tücken, birgt aber unglaubliches Potenzial für Verbesserungen bestehender Produkte und Impulse für Neues.



*In Tests zeigte sich, dass Mais eine nachwachsende Alternative zur Herstellung von Nanostrukturen ist*



## NAH DRAN AM INTELLIGENTEN IN-OHR-KOPFHÖRER

Könntest du dir vorstellen, dass das Smartphone bald von Kopfhörern abgelöst wird? Bisher fehlte zur Umsetzung der zahlreichen Funktionen noch eine geeignete Lautsprechertechnologie, die mit der smarten Nutzung kompatibel ist. Ein Forschungsteam des Fraunhofer-Instituts IPMS und der Bosch Sensortec GmbH ist es jetzt aber gelungen, dem intelligenten In-Ohr-Kopfhörer einen Schritt näher zu kommen. Möglich machte es die Mikroelektronik-Technologie. Der entwickelte Mini-Lautsprecher besitzt eine Lautheit von 120 Dezibel, ohne dabei zu viel Energie zu verbrauchen – Voraussetzungen für die Marktreife. Dafür setzten sie zwei innovative Ideen um: Schallverdrängende Technik sitzt nun auf einem Silizium-Chip und die Antriebstechnologie wird durch „Nano e-drive“-Aktoren, einer Art elektrostatischen Hebel, bewegt. Mehrere dieser Hebel werden hochkant in den Chip gebaut und können durch Spannung in Bewegung gebracht werden. Dabei wird Luft aus dem Chip gepresst und Töne entstehen. Diese Technik ist platzsparend und lässt somit Raum für weitere wichtige Bauteile.

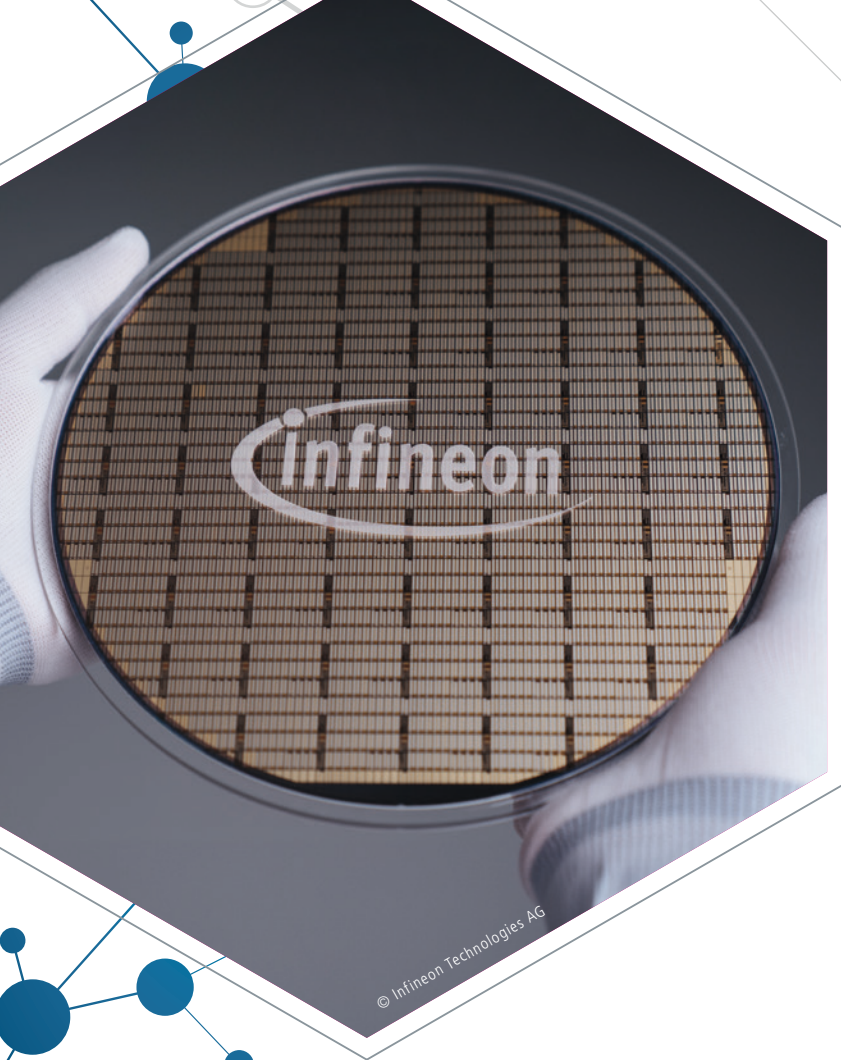


*Mit Nanoteilchen wird Platz für eine Internetschnittstelle im intelligenten Kopfhörer geschaffen*

## VIELVERSPRECHENDE NACH- WACHSENDE ROHSTOFFE

Auch wenn sie nicht sichtbar ist, Nanotechnologie ist aus unserem alltäglichen Leben nicht mehr wegzudenken. Um sie nachhaltiger zu machen, erforscht ein Team von Expert\*innen des Chemischen Instituts der Linnaeus-Universität in Schweden die Möglichkeit, nachwachsende Rohstoffe für nanotechnische Prozesse zu nutzen. Die meisten der bisherigen Strukturen werden aus Materialien aus fossilen Brennstoffen gewonnen. Mit ihrer Studie haben die Wissenschaftler\*innen nachgewiesen, dass auch Mais, Milch oder Flusskrebsschalen als passende Biomaterialien geeignet sind. Während einer sechsmonatigen Testphase konnten keine großen Unterschiede in der Qualität des Stoffes auf Nano-Ebene erkannt werden. Das in den Stoffen enthaltene Zein, Kasein und Chitosan kann als Rohmaterial für Nanostrukturen dienen, die zum Beispiel in der Oberflächenbehandlung für Textilien und Verpackungen Verwendung finden.





Der Einsatz von Galliumnitrid  
in Halbleitern sorgt für  
eine Reduzierung des  
Energieverlustes

## SCHUTZSCHICHT FÜR MEDIZINISCHE WIRKSTOFFE

Auch in Impfstoffen finden Nanopartikel Verwendung. Viele Wirkstoffe würden vom Körper direkt angegriffen werden, weswegen sie einen Schutzmechanismus brauchen, solange sie noch nicht am Wirkungsort angekommen sind. Für den Transport kommen deswegen häufig Lipid-Nanopartikel zum Einsatz, die sich wie eine Schutzschicht um den Wirkstoff oder die mRNA legen. So können diese ohne von Erregern angegriffen zu werden, bis zur Zelle gelangen, um dort die Bildung von Anti-Körpern anzuregen. Dieses Verfahren wird zum Beispiel bei den Corona-Impfstoffen von BioNTech-Pfizer und Moderna-Lonza verwendet. Die Nano-Partikel sind dabei etwa 10.000-mal kleiner als ein Millimeter. Dank dieser Größe können sie in Zellen eindringen, wo die Lipidschicht, die entweder fett- oder wasserlöslich ist, aufgelöst wird. Der Wirkstoff kann dann anfangen, die Krankheit zu bekämpfen.

## MIT HALBLEITERN ZUM GRÜNEN DEAL

Im Zuge des „Green Deals“ entstand das Projekt „ALL2GaN“ (Affordable smart GaN IC solutions for greener applications) mit dem die Infineon Technologies Austria AG der Europäischen Union helfen will, Europa bis 2050 zum ersten klimaneutralen Kontinent zu machen. Kernstück des Projektes sind Galliumnitrid-Chips. Das Forschungsprojekt vereint 45 Partner unter der Leitung des österreichischen Tech-Unternehmens. Durch den verbreiteten Einsatz von Halbleitern in vielen Anwendungsbereichen, wie z. B. der Telekommunikation oder E-Mobilität, möchte das Forschungsteam mit dem energieeffizienten Material Galliumnitrid (GaN) Emissionen einsparen. Galliumnitrid ist effizienter und kostengünstiger als vergleichbare Stoffe wie Silizium und kann so bei Ladevorgängen etwa 30 Prozent Energie einsparen. Das entspricht rund 218 Millionen Tonnen CO<sub>2</sub> bei weltweitem Einsatz.



© BioNTech SE 2023, alle Rechte vorbehalten

Lipid-Nanopartikel schützen  
den Impfwirkstoff bis dieser zum  
Wirkungsort im Körper gelangt



© Hochschule Kaiserslautern

# MICRO- AND NANO-ENGINEERING AN DER HOCHSCHULE KAISERSLAUTERN

Für Lea Braun und Gregor Schambach kommt es auf die kleinsten Details an. Als Studierende des Studienganges Micro- and Nanoengineering kennen sie sich mit kleinsten Partikeln aus und setzen ihr Wissen für die Entwicklung neuester Technik ein.

## WAS IST SO FASZINIEREND AN DEM GEBIET MICRO- UND NANO-ENGINEERING?

Das, was wohl am faszinierendsten ist, ist der Maßstab. Wir arbeiten zum Beispiel mit Zahnrädern, die sind so groß wie das Bein einer Ameise. Ein Haar oder Staubkorn ist im Vergleich zu dem, womit wir forschen, riesig.

## THEORIE ODER PRAXIS – WAS ÜBERWIEGT IN EUREM STUDIUM?

Wir sind häufig im Reinraum und ständig mit Projekten beschäftigt. Diese Übung ist für unseren Bereich besonders wichtig, denn bei der filigranen Arbeit kann so einiges schiefgehen – so haben wir die Chance, auch mal Fehler zu machen und daraus zu lernen. Die Theorie kommt aber auch nicht zu kurz. Da wir super interdisziplinär aufgestellt sind, ist von den Grundlagen wie Chemie und Physik bis hin zu erweiterten Vorlesungen im Lehrplan alles dabei.

## WAS IST EIN GROSSER PLUSPUNKT FÜR EURE STUDIENRICHTUNG?

Die Interdisziplinarität. Es gibt immer neue Blickwinkel, die uns helfen, Zusammenhänge zu verstehen. Deswegen sind die Vertiefungsblöcke auch so spannend. Wir lernen zum Beispiel auch Mikrosysteme in der Biologie kennen.

## WIE VIEL POTENTIAL FÜR TECHNISCHE INNOVATIONEN LIEGT IN DIESEM STUDIENGANG?

Im Moment boomt vor allem die Halbleiterindustrie. Mikro- und Nanoerfindungen werden für die Technik der Zukunft nicht wegzudenken sein. Sensoren und Chips werden immer kleiner, aber haben immer mehr technische Leistung – dafür braucht es Expert\*innen. Deswegen haben wir uns auch für den anschließenden Master "Systems Engineering for Micro-Electro-Mechanical Systems or Biomedical Micro Engineering" entschieden.



Das ganze Interview gibt es hier zu lesen:  
[s.think-ing.de/ganz-genau-hingeschaut](https://s.think-ing.de/ganz-genau-hingeschaut)

## WAS STUDIEREN?

Das Thema hat dich neugierig gemacht und nun suchst du nach Micro- and Nanoengineering-Studiengängen? Das ist gar nicht so einfach, da es in Deutschland vergleichsweise wenige Studiengänge dazu gibt. Oft versteckt sich das Themengebiet in anderen Studiengängen oder Bezeichnungen. Wir haben dir eine Auswahl zusammengestellt. Hier hast du alles auf einen Blick.



Mehr zu den Studiengängen im Bereich Nanotechnologie:  
[s.think-ing.de/nanotechnologie-studieren](https://s.think-ing.de/nanotechnologie-studieren)

## THINK ING. @SOCIAL MEDIA

Spannende Einblicke und Geschichten von Ingenieur\*innen, Tipps, Termine und Wissenswertes rund um das Ingenieurwesen findest du auf unseren Social-Media-Kanälen und in der think ING. App.



ING\_WERDEN



THINKINGVIDEOS



THINK-ING.APP



APPLE STORE



PLAY STORE

## IMPRESSUM

### Herausgeber

GESAMTMETALL  
Gesamtverband der Arbeitgeberverbände der Metall- und Elektro-Industrie e.V.  
Voßstraße 16 - 10117 Berlin

### Verantwortliche Leitung

Indra Hadelor

### Redaktion und Gestaltung

concedra GmbH, Bochum

### Druck

color-offset-wälter GmbH & Co. KG, Dortmund

Alle in dieser kompakt enthaltenen Inhalte und Informationen wurden sorgfältig auf Richtigkeit überprüft. Dennoch kann keine Garantie für die Angaben übernommen werden.

**GESAMTMETALL**  
Die Arbeitgeberverbände der Metall- und Elektro-Industrie