

## Kathrin Runggatscher (Host)

Hallo und herzlich willkommen zum Audimax Podcast der Universität Wien. Mein Name ist Kathrin Runggatscher und gemeinsam mit zwei Experten nehmen wir sie heute in die Nanowelt mit und diskutieren die Frage, ob und wie Nanomaterialien der Stoff sein können, aus dem unsere Zukunft ist. Dafür aber haben wir zwei spannende Gäste in unserem Studio eingeladen. Ich bitte Sie, kurz sich vorzustellen und uns kurz zu erzählen, mit was Sie sich gerade beschäftigen.

## Jani Kotakoski

Guten Tag, mein Name ist Jani Kotakoski und ich komme ursprünglich aus Finnland. Was wir hier erforschen, ist die atomare Struktur von zweidimensionalen Materialien und wie sie verändert werden kann.

## Alexander Bismarck

Guten Tag. Mein Name ist Alexander Bismarck. Ich bin Professor für Materialchemie und was uns in der Gruppe interessiert, sind Polymermaterialien im Allgemeinen und wie man deren Eigenschaften einstellen kann. Idealerweise mit wenig Chemie, sondern durch materialwissenschaftliche Ansätze.

## Kathrin Runggatscher (Host)

Ja, vielen Dank für diese Vorstellung. Jetzt tauchen wir vielleicht direkt ein in diese rätselhafte Nanowelt. Herr Kotakoski können Sie uns vielleicht eine kleine Tour geben? Können Sie uns erzählen, wie es aussieht in der Nanowelt? Wie klein sind die Materialien, an denen Sie forschen?

## Jani Kotakoski

Ja, also Nanomaterialien sind sehr kleine Materialmaterialien. Und die sind so klein, dass man Nanometer verwendet, um ihre Größe zu beschreiben. Und ein Nanometer entspricht einem Milliardstel Meter, also wirklich sehr klein. Und es ist richtig schwierig zu verstehen, wie klein die Nanoobjekte eigentlich sind. Am einfachsten ist es, an Vergleiche zu denken, die helfen können. Ich denke, wer zum Beispiel das Molekül Fullerene. Das Fullerene, ist ein Kohlenstoffmolekül mit nur 60 Atomen, und es sieht aus wie ein Fußball. Und es ist ein Nanometer groß. Da stellen Sie sich jetzt vor, dass wir alles vergrößern, so dass das Fullerene statt einem Nanometer die Größe von einem echten Fußball hat. Jetzt wäre der eigentliche Fußball so groß wie die Erde. Die Objekte sind eigentlich, also sind sehr, sehr klein. Und zwei der Materialien, die wir vorstellen, die sind noch kleiner. Zum Beispiel Graphen ist nur ein Kohlenstoffatom dick.

## Kathrin Runggatscher (Host)

Und welche besonderen Eigenschaften bekommen die Materialien in diesem Nanoscale?

## Jani Kotakoski

Vieles kann sich ändern, wenn Materialien auf der Nanoskala geschrumpft werden, zum Beispiel Farben und chemische Eigenschaften. Und was auch interessant ist, dass viele Nanomaterialien eigenartige elektrische Eigenschaften haben, die bei normalen Materialien nie gemessen geworden sind. Und meistens Änderungen ereignen sich, weil sich die Elektronen in den Nanostrukturen irgendwie anpassen müssen. Und das folgt aus der Quantenmechanik.

## Kathrin Runggatscher (Host)

Mit welchen Geräten schauen Sie denn in die Nanowelt? Wie kann man diese sichtbar machen?

## Jani Kotakoski

Die Welt ist nicht nur für unsere Augen, aber auch für Lichtmikroskope zu klein. Also die kann man eigentlich nicht sehen. Deswegen müssen wir andere Methoden benutzen. Und was wir in meiner Gruppe machen, ist wir verwenden Elektronen anstelle von Licht in so einem Elektronenmikroskop. Und das ist möglich, weil die schnellen Elektronen so klein sind, dass sie jeweils nur ein Atom treffen. Und somit können wir Bilder von Nanomaterialien machen, bei denen jedes Atom zu sehen ist. Und das ist natürlich manchmal schwierig, denn das ist nur bei gutem Vakuum möglich und es erfordert sehr stabile Bedingungen. Und außerdem Die Geräte sind ziemlich teuer.

## Kathrin Runggatscher (Host)

Wie teuer ungefähr?

## Jani Kotakoski

Millionen Euro.

## Kathrin Runggatscher (Host)

Viele Millionen oder wenige Millionen?

## Jani Kotakoski

Ein paar Millionen.

## Kathrin Runggatscher (Host)

Und Ihre Arbeitsgruppe beschäftigt sich nicht nur damit, wie man Nanomaterialien anschauen kann, sondern auch, wie man diese Nanomaterialien manipulieren kann. Was ist denn der Zweck davon, diese Nanomaterialien zu manipulieren?

## Jani Kotakoski

Ja, wir haben eigentlich vor einiger Zeit bemerkt, dass das möglich ist, dass das wir mit diesen schnellen Elektronen auch einzelne Atome innerhalb des Materials bewegen können. Und so etwas macht viel Spaß. Also das ist eine tolle Sache. Aber das Manipulieren könnte uns auch eines Tages erlauben, neue Strukturen zu schaffen, also ganz was Neues zu bauen, die sonst nicht möglich werden. Zum Beispiel nur neue atomare Strukturen mit neuen Eigenschaften für zum Beispiel für Quantentechnologie oder neue andere Anwendungen.

## Kathrin Runggatscher (Host)

Reden wir vielleicht später ein bisschen darüber, wie man dann die Eigenschaften nutzen könnte in der Praxis. Kommen wir vielleicht zuerst aber zu unserem zweiten Gast, Herrn Bismarck. Sie als Chemiker sind auch an Nanomaterialien interessiert. Und meine erste Frage ist, ob Sie jetzt

vielleicht einen anderen Zugang zu den Nanomaterialien haben als Ihr Physikerkollege. Erklären Sie uns vielleicht kurz, ob und wie Sie die Nanowelt mit anderen Augen betrachten.

## Alexander Bismarck

Für uns kommt die Nanowelt eigentlich aus der Natur? Also, wenn wir uns die Bäume anschauen. Das strukturelle Element aller Grünpflanzen ist Zellulose. Und wenn man die Zellulose Fasern herunterbricht in die Elementarfibrillen, die die Zellulose Fasern ausmachen, dann haben wir hierarchische Struktur Nanomaterialien in Mikromaterialien aufgebaut und die zusammen geben unsere Pflanzenzelle und im Endeffekt den Baum. Die strukturellen Eigenschaften sind bestimmt durch die der Nanozellulose-Eigenschaften. Nanomaterialien kann man sehen, wenn sie. Wenn es viel davon gibt.

## Kathrin Runggatscher (Host)

Für unsere Zuhörer: Herr Bismarck hält gerade eine Flasche in die Höhe mit einem etwas ominösen weißen, pulverigen Material, das aber in sich sehr plastisch aussieht. Es ist nicht ein Pulver, das statisch auf dem Boden der Flasche liegt, sondern es verteilt sich eigentlich ganz geschmeidig auf den ganzen Rand der Flasche. Ist das Nanocellulose?

## Alexander Bismarck

Das ist Nanocellulose. Was uns interessiert ist, wie kommen wir zur Nanocellulose und wie können wir die Nanocellulose wieder organisieren, damit sie zum Beispiel vernünftige Materialien ergeben?

## Kathrin Runggatscher (Host)

Was bedeutet organisieren?

## Alexander Bismarck

Organisieren bedeutet die die Nanomaterialien und eine Nanocellulose-Fibrille ist ungefähr vier Nanometer breit, also 4 Milliarden-stel Meter breit, ungefähr 1,5 Mikrometer lang. Also das ist so, wie wenn man sich rasiert hat. Und diese Materialien wieder so zusammenzubauen, dass man ein Gesamtmaterial hat, das man dann auch verwenden kann.

## Kathrin Runggatscher (Host)

Das heißt, die werden quer strukturiert, oder wie muss man sich das so vorstellen wie ein Netz?

## Alexander Bismarck

Oh ja, wir müssen uns das vorstellen wie ein Netz. Ein Stück Papier, das eigentlich auch aus Fasern besteht. Jetzt sind die Fasern nicht mehr Mikrometer groß, sondern Nanometer groß. Das heißt, wir haben die Möglichkeit, das Porenvolumen und den Porendurchmesser zu verändern, sodass wir zum Beispiel Flüssigkeiten heraushalten können oder herein halten können, Gase transportieren können; Je nachdem, was gefragt ist und wofür.

**Kathrin Runggatscher (Host)**

Das heißt, im größeren Bereich forschen sie beide an ähnlichen Größen.

**Alexander Bismarck**

Janie interessiert, was ganz klein ist und wie man Atome hin und her schieben kann. Die Struktur der Nanomaterialien, wenn ich das richtig verstanden habe.

**Jani Kotakoski**

Ist genau richtig!

**Alexander Bismarck**

Uns interessiert, das makroskopische Verhalten dieser Nanomaterialien als Assembly.

**Jani Kotakoski**

Also die Menge, sind sehr unterschiedlich.

**Kathrin Runggatscher (Host)**

Das heißt, sie arbeiten. Ich schätze, wenn ich jetzt diese Flasche anschau, das sind vielleicht ein paar Gramm, höchstens zehn Gramm Material drin?

**Alexander Bismarck**

Gut geschätzt.

**Kathrin Runggatscher (Host)**

Okay, wie viel sind da drinnen?

**Alexander Bismarck**

Ein paar 100. Milligramm.

**Kathrin Runggatscher (Host)**

Ein paar 100 Milligramm? Weil diese Flasche nämlich ziemlich voll ist.

**Alexander Bismarck**

Genau.

**Kathrin Runggatscher (Host)**

Ist das eine der guten Eigenschaften dieser Nanozellulose?

## Alexander Bismarck

Die gute Eigenschaft der Nanozellulose ist, dass wir, wenn wir ein Material kolloidal zerkleinern, dann erhöhen wir die Oberfläche und die Moleküle, die an der Oberfläche sitzen, um ein Vielfaches. Und damit kann man vernünftig Chemie machen oder die Materialien wieder zusammenfügen und auch zusammenhalten.

## Kathrin Runggatscher (Host)

Und Herr Kotakoski, wenn Sie 100 Milligramm von einem Material hätten, mit denen Sie forschen...

## Jani Kotakoski

Das wäre ziemlich viel. Also wenn man also einzelne Atome anschaut, dann schaut man viel, viel kleinere Mengen an, das ist ja, das wäre ein Lebenslanger Vorrat. Müsste jemand mikroskopisch machen, um so was zu auf der atomaren Skala zu beobachten.

## Kathrin Runggatscher (Host)

Das heißt, Sie arbeiten nicht nur im Nanoschale, sondern auch im Nanogramm Bereich?

## Jani Kotakoski

Ja, natürlich.

## Kathrin Runggatscher (Host)

Sind diese Materialien eigentlich teuer?

## Jani Kotakoski

Nur die können teuer sein, aber manchmal auch nicht. Also zum Beispiel Graphen kommt aus Graphit und Graphit ist nicht teuer. Warum es teuer wäre, ist, weil man diese einzelnen Lagen aus Graphit ausmachen ausnehmen muss. Und das dauert lang und ist viel Arbeit und deswegen sind diese Materialien manchmal teurer.

## Kathrin Runggatscher (Host)

Können Sie uns das noch ein bisschen erklären? Mit welcher Methode sie das Graphen gewinnen?

## Jani Kotakoski

Das kann man mit, mit so einfachen Tixo machen. Also man nimmt ein Stück Graphit und ein Stück Tixo und dann mit diesem Stück Tixo, so nimmt man Grafit von der Oberfläche raus und dann, kann es passieren, dass das auf dem Tixo nachher eine einzelne atomare Lage von Graphit ist die wir Grafen heißen, aber die muss man dann zuerst finden. Und das ist was, was viel Arbeit ist.

## Alexander Bismarck

Verstanden...und teuer!

**Jani Kotakoski**

Ja!

**Kathrin Runggatscher (Host)**

Das heißt, Sie schmeißen den Text dann einfach so ins Elektronenmikroskop?

**Jani Kotakoski**

Nein, das machen wir eigentlich mit einem Lichtmikroskop. Dann nehmen wir diesen Tixo und wir transportieren diese, dieses Grafit vom Tixo auf, auf Silizium Wafer. Und dann schauen wir dieses Silizium mit dem Lichtmikroskop an und dann, dann kann man diese einzelne Lage von Grafit finden.

**Kathrin Runggatscher (Host)**

Interessant.

**Jani Kotakoski**

Nach ein paar Stunden.... 😊

**Kathrin Runggatscher (Host)**

Und dann wird die isoliert und dann ins Elektronenmikroskop zugänglich. Herr Bismarck, eine Frage, die ich noch an Sie habe, ist bei Nanomaterialien, ob es da spezielle Bedenken gibt in puncto Umweltbelastung oder in puncto Gefährlichkeit für den Menschen und für die Umwelt, jetzt vielleicht in Ähnlichkeit zu Mikroplastik?

**Alexander Bismarck**

Die Schwierigkeit mit Nanoplastik oder Mikroplastik ist die von kolloidalen Systemen, die natürlich vorkommen, zum Beispiel heruntergewaschenes und klein gemahltes Gebirge zu unterscheiden. Was typische Polymere, die verwendet werden in industriellen Prozessen, bestehen ja nun nicht nur aus dem reinen Polymer, sondern enthalten auch Additive wie Antioxidantien, Farbstoffe und Weichmacher. Und wahrscheinlich sind die Weichmacher und die Antioxidantien das, was gefährlich ist, wenn wir auf Nanomaterialien heruntergehen. Okay, es gibt welche die sind fotokatalytisch aktiv. Ein Negativbeispiel ist Titandioxid, das aktiv organische Materie auf deren Oberfläche abbaut. Es wird angewandt, zum Beispiel in weißen Farben "reinweiß" oder in Sonnencreme als UV-Absorber und darf demnächst nicht, oder ist schon verboten, und wird aussortiert, weil es eben krebserregend sein kann. Ansonsten kommt es immer auf das Seiten-Längen Verhältnis an von Nanomaterialien. Bestimmte Carbon-Nano-Tubes zum Beispiel, die ein Aspekt-Ratio, ein Seiten-Längen Verhältnis, haben, das dem von Asbest entspricht, können halt auch Asbestose hervorrufen. Nur sind diese Materialien relativ selten. Es kommt halt immer darauf an, die Menge und was damit versucht wird zu machen.

**Kathrin Runggatscher (Host)**

Also es gibt keine potenziell potenzielle Gefahr, die die von allen Nanomaterialien ausgeht.

## Alexander Bismarck

Alles über einen Kamm zu scheren wäre viel zu einfach!

## Kathrin Runggatscher (Host)

Gut. Vielen Dank für diese abenteuerliche erste Tour durch die Nanowelt. Ich glaube, wir verstehen schon ein bisschen besser, warum Forschung in diesem Größenbereich so faszinierend ist. Aber eine Frage an Sie beide Warum sind denn Nanomaterialien Materialien der Zukunft? Warum haben sie so viel Potenzial und warum wird so viel über sie geredet?

## Jani Kotakoski

Na, wie schon gesagt, Nanomaterialien haben oft Eigenschaften, die normale Materialien nicht haben. Und das kann völlig neue Technologien ermöglichen. Zum Beispiel hat es zum Beispiel diese Quanten Anwendungen oder was anderes. Und die sind sehr klein, wie Alexander gerade gesagt. Und das bedeutet, dass die Anwendungen viel weniger Ressourcen verbrauchen, normalerweise für Materialien und auch Energie.

## Kathrin Runggatscher (Host)

Das heißt, ein Quantencomputer, der mit Nanomaterialien ausgestattet ist, braucht weniger Energie. Oder wie kann man sich das vorstellen?

## Jani Kotakoski

Quantencomputer sind wahrscheinlich ein schlechtes Beispiel. Die brauchen viel, viel Energie. Aber man könnte zum Beispiel Transistoren machen oder so was für normale Computern, aber mit Nanomaterialien. Und die würden dann weniger Energie verbrauchen. Das ist einfach, weil sie klein sind. Also die Elektronen zum Beispiel müssen nicht so lang durch diese Materialien bewegen und deswegen sind Verluste Energieverluste auch geringer.

## Kathrin Runggatscher (Host)

Das heißt, es gibt weniger Widerstand?

## Jani Kotakoski

Ja, also zum Beispiel, wenn man Transistoren baut von Nanomaterialien statt normale Materialien, dann gibt es weniger Möglichkeiten für die Elektronen Energie zu verlieren und deswegen braucht das ganze Objekt oder Transistor weniger Energie.

## Kathrin Runggatscher (Host)

Und wird das schon gemacht oder ist das noch Zukunftsmusik?

## Jani Kotakoski

genau! Laut meines Wissens gibt es das noch nicht. Solche Anwendungen gibt es noch nicht. Also mit Transistoren.

## Kathrin Runggatscher (Host)

Ist das jetzt noch weit weg oder gibt es schon Firmen, die daran arbeiten, zum Beispiel Forschungsteams, die schon daran arbeiten, wie man das macht? Und wenn nein, woran scheitert jetzt die praktische Umsetzung?

## Jani Kotakoski

Das Problem ist der Preis. Also diese Dinge wären zu teuer für Computer und Handys und so was. Und deswegen, deswegen werden diese Technologien, die man momentan benutzt, noch weiter benutzt. Und das kann auch so bleiben. Vielleicht verändert das nicht.

## Kathrin Runggatscher (Host)

Und fällt Ihnen jetzt spontan eine Möglichkeit ein, wie Sie das billiger machen? Das man das machen könnte?

## Jani Kotakoski

Dann wäre ich schon reich. 😊

## Kathrin Runggatscher (Host)

Ähm, gibt es noch andere Anwendungsgebiete, die es vielleicht schon gibt oder die es vielleicht schon in Zukunft geben wird?

## Alexander Bismarck

Anwendungsgebiete zum Beispiel von Carbon Nanotubes gibt es, die werden hauptsächlich eingesetzt als antistatische Additive in Polymeren. Da geht es eigentlich nur darum, die Leitfähigkeit zu erhöhen. Und das geht relativ einfach mit Carbon-Nanotubes, die ein zweidimensionales Objekt sind; lang und sehr dünn. Deswegen bilden die im Polymeren Netzwerke und somit werden die stromleitfähig oder elektrisch leitfähig. Und damit hilft es zum Beispiel. Statische Ladung loszuwerden, sodass es nicht zum Funkenflug kommt, zum Beispiel und ein Tank explodiert.

## Kathrin Runggatscher (Host)

Sehr interessant.

## Jani Kotakoski

Was es auch schon gibt, sind flexible Displays und faltbare Displays. Bildschirme für Handys zum Beispiel. Und für diese verwendet man schon Graphen. Und das ist, weil. Weil diese Materialien, die man früher benutzt hat, dass diese Faltbarkeit nicht machbar war.

## Kathrin Runggatscher (Host)

Gibt es vielleicht...Wenn wir jetzt ein bisschen in das Reich der Science Fiction gehen, gibt es vielleicht Anwendungen, die Ihnen einfallen, die jetzt noch unmöglich erscheinen, aber die mit Nanotechnologie theoretisch realisierbar sind?

## Alexander Bismarck

Woran Leute jetzt schon forschen in der Nanomedizin ist, 'controlled delivery' das ist Nanopartikel, die, ein bestimmtes Medikament tragen und genau dort andocken, wo sie sollen, um dieses Medikament loszuwerden und dort den therapeutischen Effekt hervorzurufen, den es geben soll und somit Nebeneffekte zum Beispiel in der Krebstherapie zu vermeiden. Wenn man weiter träumt, na dann.... Wie die Borg Technologie... Nanobots. Wird das möglich sein? Vielleicht, wenn man biologische Organismen wie Makrophagen so modifiziert, dass sie das dann auch alles können. Die sind dann aber Mikrometer groß und engineer am Nanoscale...Träumereien, vielleicht....Vielleicht aber auch irgendwann Realität.

## Kathrin Runggatscher (Host)

Ist es ein bisschen ein Problem der Forschung mit Nanomaterialien, weil es gibt ja und es gab ja seit jetzt 2010 der Nobelpreis vergeben wurde, in dem Bereich gab es ja schon einen gewissen Hype um diese Nanomaterialien. Werden jetzt Nanomaterialien Ihrer Meinung nach dem Hype gerecht? Sind wir zum Beispiel bei Graphen in diesem berühmten 'Valley of delusion' oder erreicht man da irgendwann, dass dieses 'Plateau of Productivity'?

## Jani Kotakoski

Na ja, was immer passiert, wenn neue Materialien entdeckt werden, es gibt diesen Hype und dann wird da viel, viel geforscht und auch viele Ideen vorgeschlagen. Und dann passiert es normalerweise, dass manche von diesen Ideen nicht so ganz möglich sind. Aber ob das schlecht oder gut ist, dass es das ist? Schwer zu sagen. Also wegen dieses, dieses Hype haben wir auch viel gelernt, neue Materialien entdeckt und neue Ideen bekommen. Und deswegen würde ich sagen, dass dieser Hype nicht nur schlecht ist, sondern gut auch.

## Alexander Bismarck

Es gab mehr als einen Hype, es gab einen Hype um Carbon Nanotubes... Es gab den ersten Hype um Fullerene, es gibt einen zweiten Hype um Carbon Nanotubes, den Space Elevator, den Weltraum-Fahrsstuhl, den man damit bauen wollte und niemals realisiert hat.

## Kathrin Runggatscher (Host)

Können Sie uns darüber ein bisschen mehr erzählen?

## Alexander Bismarck

Es ist ein Cover von Scientific American, wo...

## Jani Kotakoski

Von den 90er Jahren...

## Alexander Bismarck

Wo Leute gesagt haben okay, Carbon Nanotube ist das festeste und steifste, -höchste Elastizitätsmodul- Material der Welt. Und damit sollte man in der Lage sein, einen stationären Fahrsstuhl in den Weltraum zu schaffen. Das Problem nur ist, dass Carbon Nanotubes, wie alle Materialien, die wir herstellen können, sind nicht perfekt kristallin und damit erreicht es nicht die

perfekten theoretisch möglichen Eigenschaften. Und so bleibt man eben mit Mikrometer großen Objekten, die perfekt sein können. Aber Kilometer lang...

## Kathrin Runggatscher (Host)

Ist das etwas Generelles, dass Sie, Herr Kotakoski, sich als Physiker eher mit dem Idealzustand beschäftigen, während Sie Bismarck als Chemiker eher sich den praktischen Anwendungsthemen zuwenden?

## Jani Kotakoski

Wir arbeiten eigentlich daran, daran genau diese Fehlstellen in diesen Materialien zu untersuchen, nicht nur ideale, perfekte Materialien. Die können zum Beispiel Leerstellen oder Fremdatome sein.

## Alexander Bismarck

Und Fremdatome manipulieren zu können, in einem idealem 2D Material erlaubt dann für clevere Chemiw Katalyse an Oberflächen und zwar an einem Atom, das so positioniert worden ist, dass es zugänglich für die Reaktanten ist... Das wäre coole Zukunftsmusik!

## Kathrin Runggatscher (Host)

Das heißt, man kann damit Oberflächen wirklich gezielt im atomaren Bereich verändern.

## Jani Kotakoski

Das ist die Idee, Ja genau.

## Alexander Bismarck

Und unsere Idee wäre dann, damit schöne Chemie machen zu können. Zum Beispiel bestimmte chemische Reaktionen, die ein Palladium Atom brauchen, um eine C-C Verknüpfung zu machen. Kann man die besser schneller mit höheren Umsätzen betreiben. Das wäre etwas Schönes!

Und uns als Chemiker oder Materialwissenschaftler interessiert natürlich schon noch, die perfekten Nanotubes herzustellen. Das ist Arbeit, die wir gemeinsam mit unseren Kollegen vom Imperial College betreiben. Also wie kann man kurze Nanotubes herstellen, die als Wald, als Nano-Wald, auf größere Kohlenstofffasern aufbringen und somit die Eigenschaften einer Grenzfläche in einem Verbundmaterial, also so was wie ein Formel Eins-Material oder im Airbus 350, oder so ähnlich, so zu beeinflussen, dass man die Gesamt-Materialeigenschaften, und in dem Fall die mechanischen Eigenschaften unter Druck, verbessern zu können. Und wenn wir da aufgeben als Chemiker und Materialwissenschaftler, dann werden wir wahrscheinlich niemals dahin kommen, bessere Materialien, die Materialien der Zukunft zu bauen.

## Kathrin Runggatscher (Host)

Ist die Universität Wien ein guter Ort für Materialforschung?

## Jani Kotakoski

Ja, generell. Österreich hat stabile Forschungsmittel für die Grundlagenforschung, das was wir machen. Und das ist auch von der von den Universität unterstützt. Und das ermöglicht uns, mit

den besten Geräten in der Welt zu arbeiten. Und natürlich haben wir hier an der Uni auch die Freiheit, uns auf die interessantesten Fragen zu konzentrieren.

## Alexander Bismarck

Dadurch, dass es eben eine Grundausstattung gibt, muss man hier nicht jedem Hype hinterherrennen und ein Proposal schreiben, damit man immer das Neueste macht. Hier können wir auch noch iterativ zu neuen Sachen kommen und das über einen langen Zeitraum. An der Uni Wien sind wir nur relativ wenig Materialforscher, oder besser Forscherinnen. Das ist vielleicht ein kleiner Nachteil.

## Jani Kotakoski

Ja, stimmt schon. Wäre noch besser, wenn es viel mehr Leute gibt.

## Kathrin Runggatscher (Host)

Also es soll mehrere Materialforscher in Zukunft auf der Universität Wien geben!

## Jani Kotakoski

Das wäre toll!

## Alexander Bismarck

Das würden wir beide begrüßen!

## Kathrin Runggatscher (Host)

Ja super. Vielen Dank an beide, dass Sie uns heute in die spannende Welt der Nanomaterialien entführt haben und uns auch ein bisschen eingeordnet haben, wie weit die Forschung schon auf dem Gebiet ist und vor allem wo auch wo die Reise in Zukunft hingehen könnte. Das ist immer sehr spannend! Also nicht wahrscheinlich nicht zum Space Elevator, aber immerhin! Jetzt zum Abschluss vielleicht noch zwei persönliche Fragen. Erstens Was treibt Sie an? Was treibt Ihre Forschung an? Warum sind Sie Wissenschaftler geworden?

## Jani Kotakoski

Na also. Für mich persönlich. Ich habe immer viele Fragen gehabt. Bis heute sind immer, wenn ich nach einer Antwort auf eine Frage gesucht habe, mehrere neue Fragen aufgetaucht. Und so geht es dann weiter. Einfach gesagt, Das ist der Antrieb für meine Forschung. Die Fragen.

## Alexander Bismarck

Warum ich Wissenschaftler geworden bin? Weil es mir in der Industrie, ehrliche Antwort, nicht gefallen hat. Dort gibt es zwar jede Menge Probleme und die sind extrem interessant. Nur wenn man 80 % dort ist, wird das Projekt verkauft als Produkt. Und man kann wirklich nicht ganz auf den Grund kommen und dieses auf den Grund kommen treibt uns an. Und interessante Probleme wie zum Beispiel kann ich Nanomaterialien, natürliche Nanomaterialien, so zusammenbauen, dass es auch etwas gibt wie 'Das neue Kunstleder', das nicht aus Polymeren besteht oder sich besser anfühlt als ein PVC Lederersatz.

## Kathrin Runggatscher (Host)

Darf ich das mal angreifen? Herr Bismarck hat mir gerade ein Stück Leder in die Hand gedrückt, das aus welchem Material besteht?

## Alexander Bismarck

Das besteht aus Pilz Biopolymeren, kombiniert mit Zellulose.

## Kathrin Runggatscher (Host)

Ich muss mal kurz dran riechen. Es riecht gar nicht nach Pilzen. Ein bisschen vielleicht.

## Alexander Bismarck

Hoffentlich nicht!

## Kathrin Runggatscher (Host)

Aber es fühlt sich, es fühlt sich echt sehr ledrig an, muss ich sagen. Interessant. Der haptische Podcast ist leider noch nicht erfunden worden, aber vielleicht arbeiten wir dann dran. Vielen Dank. Und jetzt als Abschlussfrage Wollen Sie uns vielleicht ein Buch oder einen Film empfehlen, der Sie inspiriert hat? Oder vielleicht der Sie auf neue Ideen gebracht hat?

## Jani Kotakoski

Ich habe kein einzelnes Buch oder Film im Kopf, aber neue Technologien und Materialien sind oft ein Thema in Science-Fiction. Die sind zwar selten wissenschaftlich korrekt, sind aber jedoch gut für die Kreativität und Anschaffung von neuen Ideen. Also Science Fiction generell wunderbar!

## Alexander Bismarck

Star Trek! Mir fällt da das Buch ein von Eric Drexler 'Engines of Creation'. Und das prägende Wort 'Grey Goo' Nanomaterialien, die die Welt, alles Organische auf der Welt, konsumieren um es dann in eine graue Masse zu kreieren. Das ist das extrem-Negativbeispiel. Aber da sind natürlich auch andere faszinierende Beispiele wie ein Zuckerwürfel-großes Nanomaterial, auf dem man die gesamte Library of Congress speichern kann. Und das wäre schon Zukunftsmusik, obwohl Leute mittlerweile auch schon da dran arbeiten.

## Kathrin Runggatscher (Host)

Also das ist sehr spannend, das heißt, man kann das ganze Wissen der Menschheit...

## Alexander Bismarck

...In einem Zuckerwürfel speichern.

**Jani Kotakoski**

Aber das Lesen wird schwierig.

**Alexander Bismarck**

Leider das Problem!

**Kathrin Runggatscher (Host)**

Wir können ja vielleicht irgendwann mal einen Zuckerwürfel ins All schießen und schauen, ob der dann irgendwo ankommt.

**Alexander Bismarck**

Das wurde ja schon gemacht mit Voyager.

**Kathrin Runggatscher (Host)**

Das war aber ein bisschen größer als ein Zuckerwürfel.

**Alexander Bismarck**

Genau.

**Kathrin Runggatscher (Host)**

Ja, mit diesem süßen Ausklang möchte ich mich bei meinen zwei Gästen bedanken, bei Jani Kotakoski und bei Alexander Bismarck. Bis zum nächsten Mal beim Uni Wien Podcast Audimax!