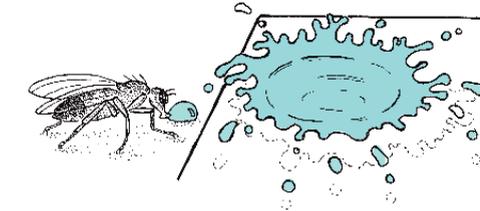


FÜR DICH SIND JETZT NOCH
FRAGEN OFFEN ODER DU
INTERESSIERST DICH FÜR
ETWAS GANZ BESONDERS?
Wenn du die beiden ForscherInnen
noch etwas fragen möchtest oder mehr
über das IST Austria erfahren willst,
dann hast du hier Gelegenheit dazu:

www.ist.ac.at
Am Campus 1, 3400 Klosterneuburg
neugier@ist.ac.at

IST AUSTRIA
Institute of Science and Technology



DIE

ANIMIERTE FRUCHTFLIEGE

Ein Besuch am IST Austria



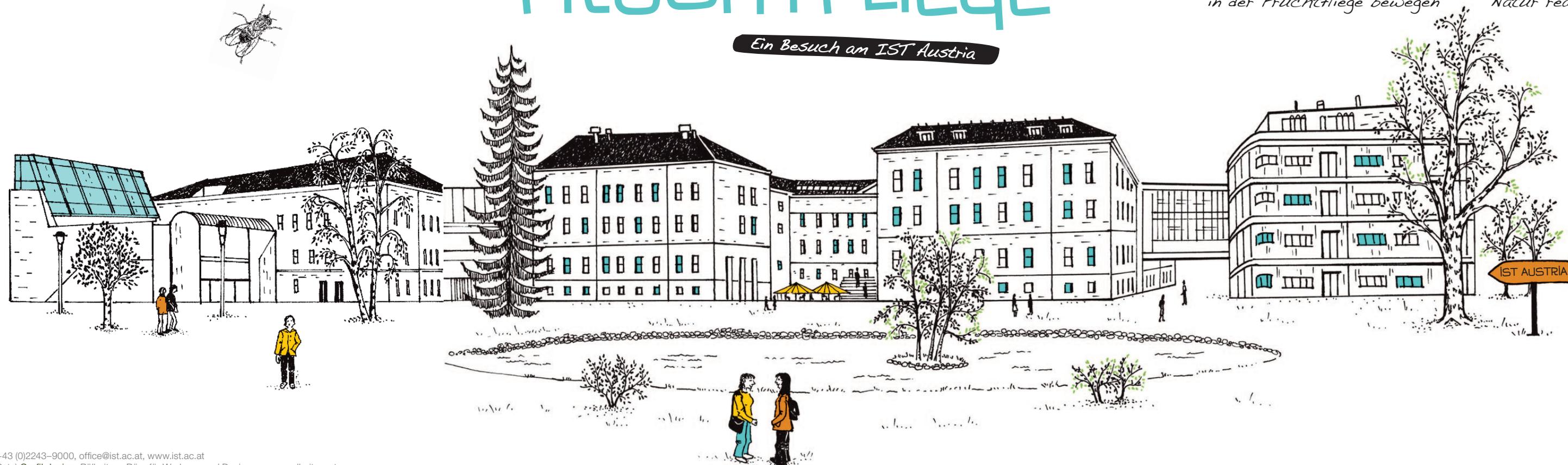
DARIA SIEKHAUS

erforscht, wie sich Zellen
in der Fruchtfliege bewegen



CHRIS WOJTAN

erforscht, wie Computer die
Natur realistisch darstellen



Daria Siekhaus
und Chris Wojtan
arbeiten am
Forschungsinstitut
IST Austria

Impressum

Institute of Science and Technology Austria
Am Campus 1, 3400 Klosterneuburg, Telefon +43 (0)2243-9000, office@ist.ac.at, www.ist.ac.at
Editor: Sophie Cate Text: IST Austria (Sophie Cate) Grafikdesign: Pölleritzer, Büro für Werbung und Design, www.poelleritzer.at
Illustrationen: Eva Sixt Druck: Druckerei Berger Papier: Munken Polar 300g, 150g Copyright: Institute of Science and Technology Austria, 2012

DU TRITTEST NUN
EIN IN DAS

IST AUSTRIA

(ei-es-tie austria)

WO? WAS? WIE HEISST DAS?

Das bedeutet nicht etwa EI wie Eis, ES wie Espresso und TIE wie Tiergarten, sondern es ist die Abkürzung für den Namen Institute of Science and Technology Austria.

Das IST Austria ist ein Forschungsinstitut in Klosterneuburg, in Niederösterreich. Hier treffen sich Menschen aus aller Welt und arbeiten an verschiedenen fesselnden Fragen in der Naturwissenschaft und in der Mathematik. Auf den nächsten Seiten erfährst du, was die Zellbiologin Daria Siekhaus und der Computerwissenschaftler Chris Wojtan erforschen. Du lernst Spannendes über ihre Arbeit, ihre Forschung und ihr Leben, und sie verraten dir, weshalb sie so gerne forschen.

$-\nabla p + \eta \Delta v + (\lambda + 2\mu) \nabla(\nabla \cdot v)$
 $\rho \frac{\partial v}{\partial t} + p$
 $(v \cdot \nabla)v + f$
 $\frac{dx}{v} = \frac{dy}{v} = \frac{dz}{w}$
 $\frac{dx}{v} = \frac{dy}{v} = \frac{dz}{w}$
 $\rho \frac{\partial v}{\partial t} + p(v \cdot \nabla)v = \frac{dx}{v} = \frac{dy}{v}$
 $-\nabla p + \eta \Delta v + (\lambda + 2\mu) \nabla(\nabla \cdot v)$

WARNUNG !!!
WENN DU WEITERLEIST,
DANN KÖNNTE AUS
DIR AUCH EINE
FORSCHERIN ODER
EIN FORSCHER
WERDEN!



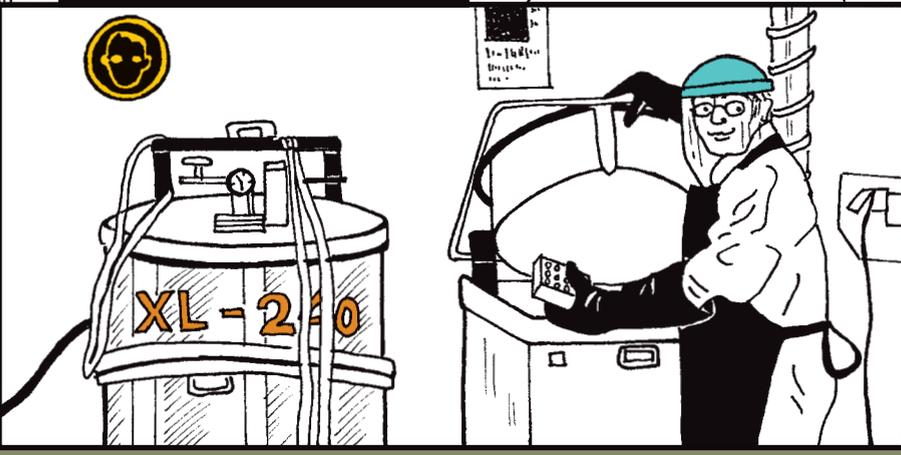
Theoretische Wissenschaft wird oft am Computer betrieben, oder einfach mit Stift und Papier – oder an einer Tafel!



Hinter jeder Forschung steht eine Frage: Wie funktioniert das? Wieso passiert das? Oft entwickeln sich solche Fragen in Gesprächen mit Kolleginnen und Kollegen.



Experimentelle Forscherinnen und Forscher testen ihre Ideen, indem sie sie ausprobieren und Versuche machen, also experimentieren. Sie arbeiten auch viel am Computer, um Ergebnisse zu berechnen und zu verstehen.



ABENTEUER MIT FLIEGEN

Ich wollte Wissenschaftlerin werden, weil ... mein Vater, selbst ein Wissenschaftler, mir die Welt als etwas zeigte, das man erkundet. Er weckte in mir den Wunsch zu verstehen, wieso die Welt so ist, wie sie ist.

Was ich an meiner Arbeit liebe ist, ... dass sie jeden Tag anders ist, dass ich neue Fragen stellen und in einen Dialog mit der Welt treten kann. Ich liebe es, mit Leuten aus aller Welt zusammenzuarbeiten.

IST Austria ist für mich ... ein wunderbarer Ort um ausgezeichnete Wissenschaft zu betreiben. Es ist eine Ansammlung von abenteuerlustigen Menschen, die zusammenarbeiten und gemeinsam neue Dinge schaffen.

Ich habe meine besten Ideen, wenn ... ich Gedanken in meinem Kopf wälze und lese. Plötzlich kommt ein Geistesblitz und alles erklärt sich wie von selbst. Manchmal habe ich meine besten Ideen unter der Dusche.

Ich kann am besten arbeiten, wenn ... ich von Leuten umgeben bin, die anders denken als ich, aber mit denen ich über die Fragen, die mich interessieren, reden kann.

Ich würde jungen WissenschaftlerInnen raten, dass ... WissenschaftlerIn sein ein toller Beruf ist. Es ist nicht einfach, aber es ist ein Leben voll Abenteuer, das dich überallhin auf der Welt bringen kann. Du musst arbeiten und lernen können, aber auch immer neugierig bleiben.



Name: **Daria Siekhaus**
 Alter: **45 Jahre**
 Aufgewachsen in: **Berkeley, Kalifornien, USA**

- Studium der Biologie an der Harvard University, USA
- Doktoratsstudium an der Stanford University, USA
- Forschungsaufenthalt in Berkeley, USA
- Forschungsaufenthalt an der New York University, USA
- Seit 2012 leitet Daria Siekhaus eine Arbeitsgruppe am IST Austria.

Mondspaziergang mit Schokolade

Kindheitstraum

als Ritterin für die Gerechtigkeit zu kämpfen

Ich kann nicht sein ohne

Schokolade

Auf eine einsame Insel würde ich mitnehmen

einen Gedichtband, ein Messer und eine Lupe um Feuer zu entfachen

Mein Wunschtraum ist

dass meine Arbeit etwas Nützliches für die Behandlung von Krebs liefert

Könnte ich auf den Mond fliegen

würde ich auf die Erde zurückblicken und realisieren, wie klein doch die Welt ist

Mein liebstes Kinderbuch

Max und Moritz und Bücher von Dr. Seuss

ZELLEN - BAUSTEINE DES LEBENS

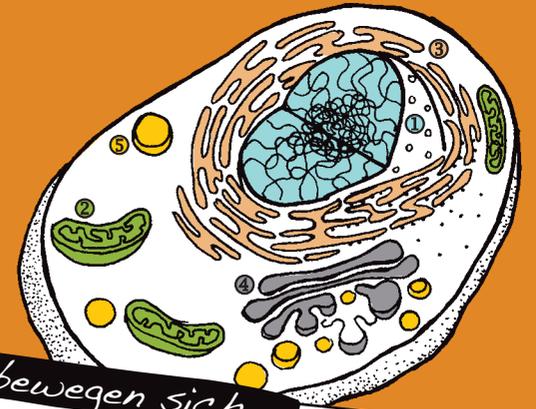
ALLE LEBEWESEN, SO VERSCHIEDEN SIE AUCH AUSSEHEN, SIND AUS ZELLEN AUFGEBAUT. DU KANNST DIR ZELLEN WIE KLEINE BAUSTEINE VORSTELLEN, AUS DENEN ALLES IN DEINEM KÖRPER GEBASTET IST, DEIN HERZ, DEINE MUSKELN, DEINE HAUT. AUCH BLUMEN, BÄUME UND PILZE SIND AUS ZELLEN AUFGEBAUT.

Es gibt sogar Lebewesen, die nur aus einer einzigen Zelle bestehen! Eine Zelle enthält daher alles, was für das Überleben wichtig und notwendig ist. Die größten Zellen im menschlichen Körper sind so groß wie der Punkt am Satzende, die kleinsten so klein, dass wir sie nur unter einem sehr starken Mikroskop sehen können. Unsere Zellen sind wie eine kleine Stadt aufgebaut: **Der Zellkern, das Rathaus ①**, steuert, was in der Zelle passiert. Er enthält die Steuerinformation in Form von Genen, die an Tochterzellen vererbt werden. **Mitochondrien sind die Kraftwerke ②** der Zelle und liefern die Energie, die die Zelle für ihre Aufgaben benötigt. Die Zelle besitzt auch ein Postsystem: Wichtige Zellbausteine, wie Proteine, nehmen im sogenannten **Endoplasmatischen Retikulum ③** ihre richtige Form an. In der Verteilerstelle namens **Golgi-Apparat ④** werden Proteine verpackt und sortiert, und von dort zu den einzelnen Strukturen der Zelle oder zum Zellrand geliefert. Abfallprodukte werden in den **Lysosomen, den Mülldeponien ⑤**, gelagert und abgebaut. Wie eine Stadtmauer umgibt die Zellmembran die Zelle, sie grenzt die Zelle von anderen Zellen ab und kontrolliert, was in die Zelle hineinkommt und was sie verlässt. Zellen sind aber nicht voneinander abgeschottet, sondern können Information austauschen und aufeinander reagieren. Das ist wichtig, damit Zellen zusammenarbeiten können und ihre Funktion im Körper erfüllen.



BLICK IN DIE ZUKUNFT

Nicht nur Immunzellen bewegen sich, auch manche Krebszellen können sich bewegen und sich so im Körper verbreiten. Diese Zellen bewegen sich auf dieselbe Art fort wie Immunzellen. Daher hoffen wir, dass die Arbeit von Daria Siekhaus uns auch helfen kann, die Fortbewegung von Krebszellen zu verstehen. Das könnte bei der Entwicklung von neuen Möglichkeiten der Krebstherapie helfen.



Auch Zellen bewegen sich

Die meisten Zellen in deinem Körper bewegen sich nicht und bauen stabile Organe wie deine Lunge. Es gibt aber Zellen, die durch den Körper wandern müssen, denn sie bekämpfen Krankheitserreger. Diese Immunzellen verwenden die Blutbahn als ihre Schnellstraße, um sich durch den Körper zu bewegen und zu den Erregern vorzudringen. Um diesen Pfad zu betreten und zu verlassen, müssen sie durch die Wand von Blutgefäßen dringen. Daria Siekhaus erforscht in der Fruchtfliege, wie Immunzellen Barrieren überwinden können. Sie fand heraus, dass Zellen unterschiedlich „klebrig“ sein können: wenn Immunzellen sich durch ein Hindernis quetschen möchten, machen sie sich klebriger als sonst, wahrscheinlich um so an der Barriere anzuhafte und ihr mitzuteilen, dass sie durch möchten. Sie hat viele Gene entdeckt, die zum Überwinden von Hindernissen wichtig sind, und versucht herauszufinden, was die Gene tun, damit sich die Zelle durch die Barriere bewegen kann.

Wusstest du ...

... dass Fruchtfliegen uns Menschen erstaunlich ähnlich sind?

Viele unserer Gene, die Steuer-elemente unserer Zellen, sind auch in Fruchtfliegen zu finden. Diese Gene sind nicht genau gleich – sonst gäbe es keinen Unterschied zwischen Mensch und Fruchtfliege. Trotz dieser Unterschiede kann man sagen, dass die Gene miteinander verwandt sind, denn sie kontrollieren dieselbe Aktivität, zum Beispiel die Entwicklung des Auges oder die Zellbewegung. Aus diesem Grund wird die Fruchtfliege von Forschern oft verwendet, um biologische Vorgänge zu studieren. Fruchtfliegen sind ein guter Modellorganismus, denn sie haben einige Vorteile: sie sind klein, benötigen nicht viel zum Überleben und man kann viele Fruchtfliegen auf einmal studieren. In Daria Siekhaus' Labor werden 60'000 Fruchtfliegen auf einem Kubikmeter gehalten, und sie essen nur eine Mischung aus Maismehl, Agarose, Maissirup und Hefe. Mit Hilfe von Fruchtfliegen erforschen Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler etwa, wie aus einer einzigen Zelle ein gesamter Organismus wird, oder wie unser Tag-Nacht Rhythmus gesteuert wird.



VERSUCH DOCH MAL ...

... den Bauplan von Insekten zu erforschen! Sieh dir die vielen Insekten im Wald, auf der Wiese oder im Garten an. Bienen, Ameisen, Libellen, Schmetterlinge, Fliegen – sie alle sehen sehr verschieden aus. Aber sie sind sich auch ähnlich: sie haben sechs Beine, ihre Augen sind aus einzelnen, kleinen Facetten aufgebaut und sie besitzen ein hartes Außenskelett. Insekten ähneln sich, weil sie nach demselben Bauplan aufgebaut sind. Unterschiede entstehen dadurch, dass Gene, die den Bauplan ausführen, zu anderen Zeiten oder an unterschiedlichen Orten aktiv werden, oder durch Veränderungen in den Genen selbst. **Beobachte die Insekten:** Wie unterscheiden sich die Flügel? Wie können solche Unterschiede entstehen? Entdeckst du noch weitere Gemeinsamkeiten und Unterschiede?



$$\rho \frac{\partial v}{\partial t} + p$$

EIN TAG IM LEBEN VON

Daria Siekhaus & Chris Wojtan



Der Tag beginnt mit einem ausgiebigen Frühstück, natürlich verlangt auch die Katze eine Leckerei.



Daria Siekhaus radelt gerne zum IST Austria Bus, der sie an das Institut bringt.



Mit einer Jungwissenschaftlerin in ihrer Forschungsgruppe bespricht Daria Siekhaus, welche Versuche heute durchgeführt werden.



$$-\nabla p + \eta \Delta v$$

$$+ (\lambda + \frac{2}{3}\eta) \nabla(\nabla \cdot v) + f$$



13:00
Mittags-pause
Mittagessen: Zeit für eine Pause. Daria Siekhaus und Chris Wojtan plaudern über ihre Arbeit, im Sommer sitzen sie gerne im Freien und genießen dabei die Sonne.



$$\rho \frac{\partial v}{\partial t} + p$$

$$\frac{dx}{v} = \frac{dy}{v} = \frac{dz}{w}$$



Am Mikroskop arbeitet Daria Siekhaus mit Fruchtfliegen. Sie sortiert die Fliegen nach ihren Genen, damit sie sie für die entsprechenden Experimente verwenden kann.



Daria Siekhaus besucht ein Seminar, und hört einem anderen Wissenschaftler zu, wie er über seine Arbeit berichtet. Es ist spannend zu erfahren, was andere ForscherInnen herausfinden!



Freunde kommen zum Abendessen – es wird gekocht, geplaudert und gegessen. Die richtige Entspannung nach einem langen Arbeitstag!

7:00

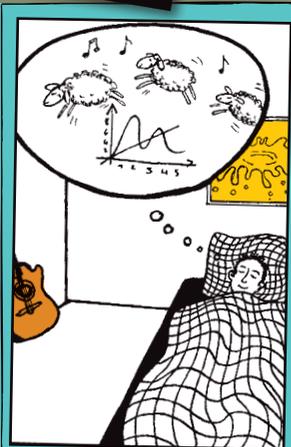
9:00

11:00

15:00

17:00

20:00



Chris Wojtan schläft noch. Manchmal schleicht sich die Mathematik sogar in seine Träume ein!



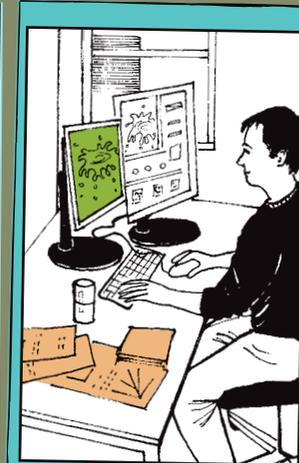
Gemeinsam mit StudentInnen wird programmiert, um eine Animation fertig zu stellen.



Rechnen, rechnen, rechnen. Chris Wojtan löst mathematische Probleme, die ihm bei seiner Animation helfen.



Schnell noch KollegInnen in den USA anrufen und gemeinsame Projekte besprechen.



Für die Konferenz muss noch ein Film geschnitten werden, er soll ja gut aussehen.



Zeit ein Buch zu lesen, die Gitarre oder Videospiele zu spielen. Oft kommen Chris Wojtan so noch Ideen zu Problemen, an denen er gerade arbeitet.

DIE NATUR IM COMPUTER

Ich wollte Wissenschaftler werden, weil ... ich die Idee mochte, die Wirklichkeit mit Mathematik darzustellen und die Natur mit Animationen im Computer nachzubilden.

Was ich an meiner Arbeit liebe ist ... das Gefühl etwas zu verstehen, Verbindungen herzustellen zwischen Dingen, von denen man vorher gar nicht wusste, dass sie verbunden sind. Ich mag es auch, mit StudentInnen und KollegInnen zusammenzuarbeiten.

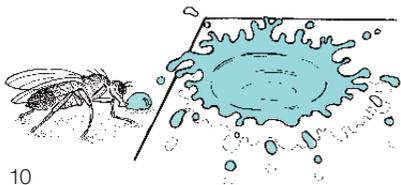
IST Austria ist für mich ...

ein Ort, an dem mir vertraut wird und ich das Gefühl habe, dass ich gute Arbeit leisten kann.

Ich habe meine besten Ideen, wenn ... ich schwimme oder bei Wasserfällen wandere, wenn ich also einfach die Natur beobachten kann.

Ich kann am besten arbeiten, wenn ... niemand sonst wach ist.

Ich würde jungen WissenschaftlerInnen raten ... immer weiter Fragen zu stellen und die Neugier nie versiegen zu lassen.



Name: Chris Wojtan
 Alter: 30 Jahre
 Aufgewachsen in: Homer Glen, einem Vorort von Chicago, USA

- Studium der Computerwissenschaften an der Universität von Illinois, USA
- Doktoratsstudium am Georgia Institute of Technology, USA
- Seit 2011 ist Chris Wojtan Leiter einer Arbeitsgruppe am IST Austria.

Zur Person

23456
 110100
 100015
 10

3
 10
 6
 9

$\frac{14 \cdot 2}{7 \cdot 9E}$

13
 24



KNETMASSE

Von Karate und denkender Knete

Kindheitstraum
 Jackie Chan zu sein

Ich kann nicht sein ohne
 meine morgendliche Schüssel Cornflakes und Milch

Auf eine einsame Insel würde ich mitnehmen
 meine Gitarre, einen Stift und Papier

Mein Wunschtraum ist
 dass alle, die ich kenne, glücklich sind

Könnte ich auf den Mond fliegen
 würde ich ein Trampolin mitnehmen und Gymnastik machen

Mein liebstes Kinderbuch
 Ich habe gerade Harry Potter gelesen und sehr gemocht



WIE ANIMIERT MATH EMATIK DIE WIRKLICHKEIT?

VIELE FILME, DIE DU IM KINO SIEHST, WERDEN NICHT MIT ECHTEN SCHAUSPIELERN IN DER WIRKLICHEN WELT GEDREHT, SONDERN AM COMPUTER GESCHAFFEN. ABER WAS GLAUBST DU MÜSSEN FILMEMACHER BEDENKEN, UM ANIMIERTE FILME REALISTISCH ZU GESTALTEN?

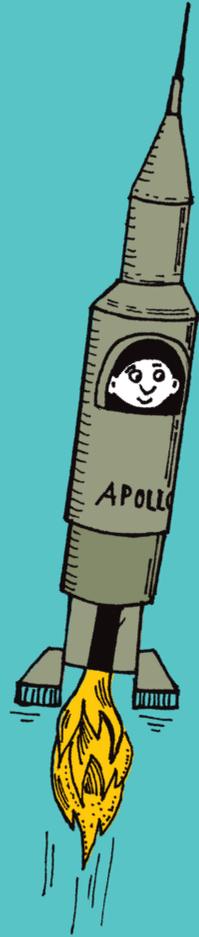
Kannst du immer einen animierten von einem „wirklichen“ Film unterscheiden? Die Welt im Computer sieht oft der Welt rund um uns sehr ähnlich. Um so realistische Szenen zu drehen, müssen FilmemacherInnen die Natur im Computer nachahmen. Dafür müssen sie eine ganze Reihe an Dingen bedenken, die wir für selbstverständlich halten: wie das Licht strahlt, wie Wasser fließt oder wie der Wind weht. Wenn ein Blatt zu Boden fällt, muss die Animation nicht nur das Blatt zeigen, sondern auch das Sonnenlicht, die Bewegung des Blatts, die Veränderungen seiner Form und seinen Schatten. Um ein physikalisches Phänomen darzustellen, müssen wir also zuerst verstehen, wie es in der Natur wirklich funktioniert. Dafür benötigen wir die Wissenschaft. Physik hilft uns, Vorgänge in der Natur zu verstehen und Mathematik erlaubt es uns, sie zu beschreiben und zu berechnen. Berechnungen sind die Grundlage für Animationen: Als Chris Wojtan „denkende Knete“ animierte, beobachtete er erst, wie sie sich verhält, beschrieb dann ihre Eigenschaften in Gleichungen und animierte sie schlussendlich am Computer. Chris Wojtan hat Gleichungen entwickelt, die Flüssigkeiten wie Wassertropfen, Spritzer und Wellen realistisch animieren. Das macht es möglich, Wasserfälle, Bäche und das Meer darzustellen.

BLICK IN DIE ZUKUNFT

Schon heute sind Computer überall – in deinem Handy, deinem Zuhause, im Auto, im Flugzeug. In Zukunft werden Computer noch kleiner und noch schneller werden. Sie werden dann viel schneller rechnen und noch mehr Dinge tun als heute: Videospiele werden von der Wirklichkeit nicht zu unterscheiden sein, animierte Filme werden realistischere Details zeigen, und Computer können noch kompliziertere Berechnungen durchführen und uns ein besseres Verständnis der Welt geben.

Wusstest du ...

... dass ein Auto mehr Rechenleistung besitzt als die Computersysteme, die die Apollo-Raketen zum Mond steuern? Als Menschen zum ersten Mal an Bord der Apollo-Rakete zum Mond reisten, war ihr Raumfahrzeug mit dem ersten Computer ausgestattet, der Fluginformationen in Echtzeit liefert und das Raumfahrzeug automatisch steuern konnte. Er verwendete elektronische Schaltkreise in Miniaturformat wie die Mikrochips in unseren Computern heute, aber hatte eine Tastatur und einen Bildschirm wie ein Taschenrechner. Während dieser einfache Computer genügte, um Raumfahrzeuge zu steuern, finden wir in einem durchschnittlichen Auto auf unseren Straßen bis zu 50 verschiedene Computer. Diese steuern alles, angefangen von Airbag, Klimaanlage, Überwachung des Motors bis zu den Türschlössern.



PHYSIK - WAS IST DAS?

Alles im Universum wirkt auf alles andere, und die Physik erforscht diese Wirkungen. Physikerinnen und Physiker stellen große Fragen, etwa: Wie begann das Universum? Was ist Licht? Was sind die Bausteine der Materie? PhysikerInnen fragen sich, wie die Welt funktioniert, und versuchen das durch Beobachten und Versuche zu beantworten. Ideen dazu bietet oft die Natur selbst: Isaac Newton begann angeblich über die Schwerkraft nachzudenken, als er sich im Schatten eines Baumes ausruhte und ein Apfel auf seinen Kopf fiel. Das brachte ihn dazu Theorien zu formulieren, wie die Erde Dinge durch die Schwerkraft anzieht. Um ihre Ideen zu testen, führen PhysikerInnen Experimente durch, bei denen sie etwas verändern und beobachten, was passiert. Wenn du einen Apfel schnell und hoch in die Luft wirfst, fliegt er ins All? Und was beschleunigst und beobachtest, wie sich der Flug des Apfels verändert, machst du bereits ein kleines Experiment. PhysikerInnen versuchen sich der Welt mit Mathematik anzunähern. PhysikerInnen würden dein Experiment beobachten und dann versuchen, die exakte Geschwindigkeit zu berechnen, mit der du den Apfel werfen müsstest, damit er ins All fliegen kann. Tatsächlich haben PhysikerInnen bereits errechnet, dass du den Apfel mit 11,2 km pro Sekunde werfen musst – das ist 3600 Mal schneller, als ein Mensch laufen kann! Wenn PhysikerInnen ihre Berechnungen nicht einfach mit Stift, Papier und viel Nachdenken lösen können, verwenden sie einen Computer, der für sie rechnet – ähnlich wie wir manchmal einen Taschenrechner benutzen. Wenn die Berechnungen selbst für den Computer zu schwierig werden, versuchen PhysikerInnen neue Gleichungen zu entwickeln, die leichter zu lösen sind.

VERSUCH DOCH MAL

... deine eigenen Animationen zu zeichnen!

Ein Film besteht aus einzelnen Bildern. Wenn viele Bilder schnell hintereinander gezeigt werden, können wir die einzelnen Bilder nicht mehr sehen und nehmen sie als Film wahr. Zeichne eine Reihe von Bildern auf kleine Stücke Papier. Wenn du schnell durchblätterst, bewegen sich die Bilder! Versuche deinen Film realistisch zu gestalten und denke an all die Physik, die im Hintergrund abläuft.



$$\rho(\mathbf{v} \cdot \nabla) \mathbf{v} = -\nabla p + \eta \Delta \mathbf{v}$$

$$\rho \frac{\partial \mathbf{v}}{\partial t} + \rho(\mathbf{v} \cdot \nabla) \mathbf{v} = -\nabla p + \eta \Delta \mathbf{v} + \mathbf{f}$$

NOCH FRAGEN?
 NEUGIER@IST.AC.AT
 WWW.IST.AC.AT

$$\frac{dy}{v} = \frac{dz}{w}$$

Für die Forschung werden manchmal ganz bestimmte Materialien oder Versuchsanordnungen benötigt. Am IST Austria fertigt eine eigene Werkstatt solche Einzelstücke.



$$\frac{dx}{v} =$$

$$\frac{dy}{v} = \frac{dz}{w}$$

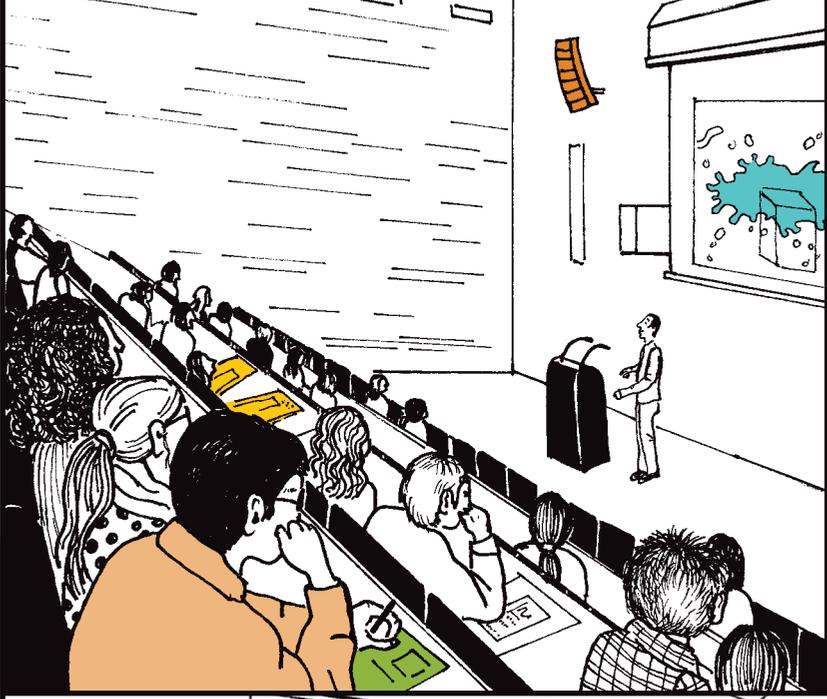
$$\rho \frac{\partial \mathbf{v}}{\partial t} + \rho(\mathbf{v} \cdot \nabla) \mathbf{v} =$$



Ideen und Ergebnisse werden miteinander diskutiert: im Hörsaal, im Seminar, per E-Mail oder im Cafe.



Die besten Ideen entstehen, wenn man mit Kolleginnen und Kollegen spricht. Deshalb treffen sich am IST Austria die Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler oft zum Mittagessen und plaudern.



$$-\nabla p + \eta \Delta \mathbf{v}$$

$$+ (\lambda + \eta) \nabla(\nabla \cdot \mathbf{v})$$

