







Einleitung

Neugier ist die treibende Kraft hinter den meisten wissenschaftlichen Entdeckungen. Von Anbeginn an kam dem menschlichen Sehvermögen eine Schlüsselrolle zu, wenn es darum ging, die Natur zu beobachten und das Gesehene einzuordnen. Dies führte zur Entwicklung immer neuer Apparate, mit denen sich die Sehstärke verbessern ließ. Von den ersten uns bekannten Linsen von Nimrud aus dem Jahr 750 v. Chr. bis zum Hubble Weltraumteleskop hat die Wissenschaft stets versucht, das bisher Ungesehene sichtbar zu machen. In den Lebenswissenschaften ermöglichen uns moderne Mikroskopietechniken heutzutage, biologische Proben in nie dagewesener räumlicher und zeitlicher Auflösung zu untersuchen: zum ersten Mal in der Geschichte der Menschheit ist es wissenschaftlicher Standard, die lebendige Natur dreidimensional aufnehmen zu können. Gleichwohl werden die 3D-Bilder häufig mithilfe von projizierten 2D-Karten dargestellt, jedoch kommt es mit dem Verlust einer Dimension zu Verzerrungsartefakten. Dieses Problem ist nicht neu: schon seit vielen Jahrhunderten setzt sich die Kartographie mit diesen Abweichungen auseinander, indem sie versucht, unsere dreidimensionale Erde auf der zweidimensionalen Seite eines Atlasses abzubilden. Die Komplexität und die Schönheit der Natur sind jedoch nur wirklich erfahrbar, wenn sie in ihrer ganzen Räumlichkeit betrachtet werden können.

"Life in Perspective" beschreitet bei der Darstellung von 3D-Mikroskopie-Bildern neue Wege. Die Natur soll abgebildet werden, wie sie ist – dreidimensional und ohne Verzerrungen. Dabei werden bislang verborgene Aspekte plötzlich sichtbar: Formen sind klar erkennbar, spektakuläre Symmetrien und ihre einmalige Schönheit. Die Facetten der Natur werden in ihrer ganzen Tiefe enthüllt. Und so sind diese

wissenschaftlichen 3D-Bilder noch viel mehr – wahre Kunstwerke.

Um die Natur dreidimensional darstellen zu können, wurden verschiedene Visualisierungs—techniken verwendet und mit Mikroskopie—Bil—dern kombiniert. Die Ausstellung legt den Fokus auf den Lentikulardruck. Bei dieser Methode werden ineinander verflochtene Drucke ge—schickt mit Mikrolinsenplatten kombiniert. So erhält jedes Auge einzeln eine Ansicht desselben 3D—Objekts jeweils aus einer anderen Perspek—tive. Den Rest erledigt unser Gehirn, indem es die beiden Bilder zu einem dreidimensionalen Bild zusammenfügt. In ähnlicher Weise erfahren wir tagtäglich die Welt um uns herum.

Neben den lentikularen Bildern umfasst die se Ausstellung noch andere Medien, auf die Sie z.B. mit Ihrem Smartphone zugreifen können: **Machen Sie mit!**

Die Ausstellung markiert den Beginn zu einer innovativen Zusammenarbeit – einem zentralen Gedanken hinter "Life in Perspective". Dabei sind wir ständig auf der Suche nach neuen ent—husiastischen Partnern und Mitarbeitern. Falls Sie mehr erfahren oder mitmachen möchten, gehen Sie auf unsere Webseite oder hinterlassen Sie unseine Nachricht.

Wir laden Sie herzlich ein, mit uns die verschiedensten Aspekte des Lebens in ihrer ganzen Tiefe und in all ihren Farben zu erfahren. Teilen Sie mit uns die Begeisterung für Kunst, Wissenschaft und die Natur!

3D@lifeinperspective.de www.lifeinperspective.de

Life in Perspective - Team

DR. GUSTAVO DE MEDEIROS

Meine Arbeit fokussiert sich auf *in toto* Fluoreszenz-mikroskopie und Laser-Gewebe Wechselwirkung: Von der Entwicklung von Fluoreszenzmikroskopen über die Datenakquise bis zur Verarbeitung großer Mengen an 3D Bilddaten. Im Rahmen der Initiative "Life in Perspective" fanden Stefan und ich neue Wege 3D Biologiedaten naturgetreu zu visualisieren.

gustavo@lifeinperspective.de



Meine wissenschaftliche Erfahrung liegt im Bereich der theoretischen Physik, der 3D Bio-Mikroskopie und der Datenwissenschaft. Die Visualisierung von Daten und 3D Bildern ist eins meiner
essentiellen Werkzeuge, es Menschen zu ermöglichen, fundamentale Prinzipien der Biologie zu erfassen und die Ästhetik des Lebens zu bewundern.
stefan@lifeinperspective.de | www.sguenther.eu





JORAN DESCHAMPS

Ich arbeite als Doktorand an neuen Methoden in der 3D Superauflösungs-Lichtmikroskopie und der Automatisierung von Mikroskopen. Mit der Zeit habe ich ein starkes Interesse an bildenden Künsten entwickelt, insbesondere an Schablonenkunst. Ich wirke im Team mit als Webdesigner und erkunde neue Medien zur Datenvisualisierung.

joran@lifeinperspective.de



MANUELA BECK

Ich arbeite als Vorsitzende der EMBL Kunstgruppe, Grafikerin und Projektmanagerin. Nunmehr ist es eine große
Freude das Projekt "Life in Perspective" mit zugestalten.
Dabei macht es mir besonder Spaß interdisziplinär zu
arbeiten – in den Bereichen Wissenschaft, Kommunikation und Kunst. Es ist inspirierend mit faszinierenden
Bildern zu arbeiten, um Spitzenforschung einem größeren Publikum verständlich und zugänglich zu machen.
manuela@lifeinperspective.de



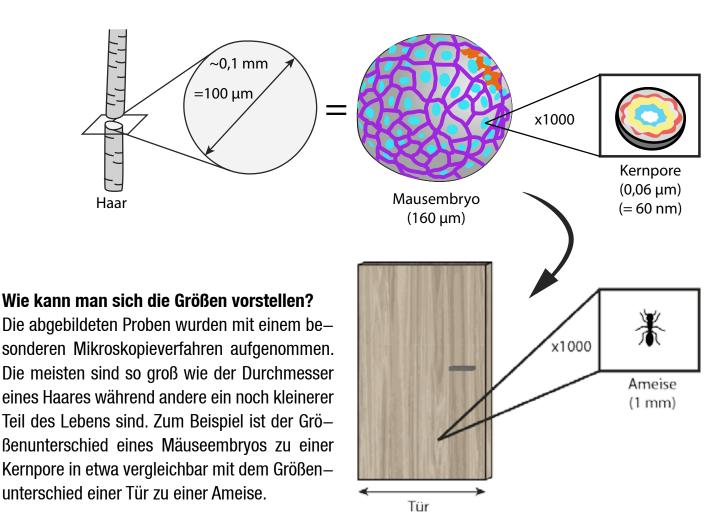
Daten und Fakten

Leben im Meer



Die hier dargestellten Meeresorganismen wurden an bestimmten Orten der Erde gefunden. Sie sind Teil des Projektes TARA Oceans expedition.

Winziges Leben



(1 m)



Nummer: 1 - Wimperntierchen

Größe: 80 x 100 cm (Breite x Höhe) Bilderfassung: S. Colin, Tara Oceans

Probengröße: 100 μm Durchmesser

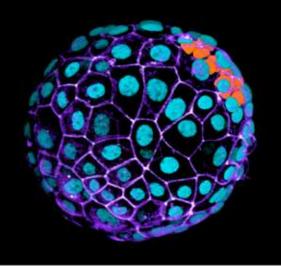
Konzept & Visualisierung: S. Günther, G. de Medeiros, J. Deschamps, M. Beck

Fleur de mer

Rankenförmige Membrane strudeln die Beute in die Nähe dieser winzigen planktonischen Spezies

Die ersten Ciliaten, zu Deutsch "Wimperntierchen", wurden vor mehr als 200 Jahren beschrieben. Seitdem wurden zwar hunderte weitere Arten entdeckt, diese Abbildung jedoch zeigt ein bislang nicht identifiziertes Exemplar. Bei den faserförmigen Strahlen, die aus dem Apex entspringen, handelt es sich um Membranellen oder Wimpern, mit deren Hilfe Nahrung herbeigestrudelt wird. Aus der Nähe sieht es wie eine Sonneneruption aus. Im Zentrum der Sonne befindet sich eine Art Fresswerkzeug – es ist jedoch kein Mund, denn die Ciliaten sind Einzeller. Nicht im Bild ist die Lorica, eine vasenförmige Schale, die den Zellkörper beherbergt. Beim Fressen stülpt sich die Zelle aus der Lorica heraus und verleibt sich die Nahrung mithilfe der mundähnlichen Pore ein.

Wimperntierchen sind Weidegänger am unteren Ende der Nahrungskette – sie ernähren sich hauptsächlich von winzigem Plankton und anderen Mikroalgen. Sie gehen nicht aktiv auf Beutejagd, sondern strudeln ihre Nahrung mithilfe der Wimpern auf der Zelloberfläche herbei, transportieren sie in Richtung der "Mundregion" und verleiben sie sich dort ein. Diese Ansicht der Ciliatensonne zeigt die Komplexität des räuberischen Verhaltens der Protisten aus dem Reich der Mikroben, zu denen die Wimperntierchen gehören. Studien zur Diversität der Protisten geben uns einen besseren Einblick in die planktonischen Ökosysteme, die Finfluss auf das Leben in unseren Weltmeeren haben.



Nummer: 2 - Mausembryo

Größe: 120 x 140 cm (Breite x Höhe) Bilderfassung: L. Panavaite, EMBL

Probengröße: 160 μm Durchmesser

Konzept & Visualisierung: S. Günther, G. de Medeiros, J. Deschamps, M. Beck

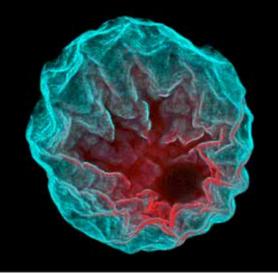
Raum zur Entfaltung

Die spezialisierten Zellen eines Mausembryos stammen von einer einzigen Zelle ab

Ähnlich wie beim Menschen beginnt das Leben bei Mäusen mit einer einzigen Zelle. Und innerhalb weniger Tage teilt sich diese Zelle in Dutzende weitere. Gemeinsam bilden sie eine kugelförmige, mit Flüssigkeit gefüllte Struktur, die sogenannte Blastozyste. Im folgenden nistet sie sich in die Gebärmutterschleimhaut ein, ein Prozess, der unter dem Namen Implantation bekannt ist. Der Mausembryo auf diesem Bild ist vier Tage alt und die Blastozyste befindet sich kurz vor der Implantation.

Während der Einnistung in die Gebärmutter bauen die zum Trophectoderm gehörenden Zellen in der äußeren Schicht (hier in blau) lebenswichtige Verbindungen zur Mutter auf und bilden die Plazenta. Dieser Prozess ist wesentlich für die Erhaltung und Ernährung des Fötus während der Schwangerschaft. Die Membranen dieser embryonalen Zellen sind

hier als spinnwebartiges Netzwerk violet—
ter Linien zu sehen. Bei dem orangefarbenen
Fleck in der inneren Schicht der Kugel handelt
es sich um Zellen des sogenannten Epiblast,
die später den Körper der sich entwickelnden
Maus bilden. Die Probe wurde mittels Antikör—
perfärbung markiert und mit einem konfokalen
Laser—Scanning—Mikroskop aufgenommen.
Die Erforschung der Embryonalentwicklung bei
Mäusen führt zu einem besseren Verständnis
der Entwicklung anderer Organismen, ein—
schließlich des Menschen.



Nummer: 3 – Zellkern eines Seesterns

Größe: 120 x 140 cm (Breite x Höhe) Bilderfassung: N. Wesolowska, EMBL

Probengröße: 65 µm Durchmesser

Konzept & Visualisierung: S. Günther, G. de Medeiros, J. Deschamps, M. Beck

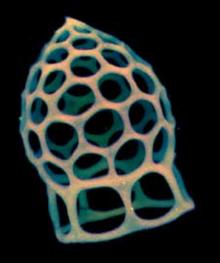
Supernova

Die Zellkerne des Seesterns zerbersten vor der Zellteilung

Auf diesem Bild schaut man durch die Oberfläche des Zellkerns einer Seestern-Eizelle, auch Oozyte genannt, während sie sich anschickt, mit einer Samenzelle zu verschmelzen. Bei der Zellteilung werden die im Zellkern befindlichen Chromosomen auf die Tochterzellen verteilt. Damit die korrekte Anzahl von Chromosomen zugeordnet werden kann, wird der Zellkern der Mutterzelle aufgebrochen. Dabei verliert er auf ein hormonelles Signal hin seine strukturelle Stabilität (hier in rot). Er wird durchlässig, so dass Aktin (ein hier in blau dargestelltes Protein) eindringen und dort seine Mikrofilamente aufbauen kann. Aktin bildet normalerweise das Zellgerüst und es kann zelluläre Kompartimente umformen oder sogar aufbrechen. Flutartig strömt es in den Zellkern ein und bildet dort eine innenliegende zweite Schicht. Diese Schicht scheint nach außen zu drängen und die Kernhülle zum Bersten zu

bringen. Dadurch wird das genetische Material freigesetzt und kann in die Tochterzelle überführt werden. Schaut man genauer hin, sieht man winzige Teile der Kernhülle dünn überzogen mit Aktin. Dieser Prozess des Aufbrechens der Kernhülle ist entscheidend für die Entstehung einer reifen Eizelle.

Die Eizelle dieses Seesterns wurde mit einem Konfokalmikroskop aufgenommen, d.h. die Wissenschaftler konnten die Bilder Schicht für Schicht machen. Dadurch wird auch das Kernkörperchen sichtbar, eine spezielle Struktur im Zellkern, die als dunkler Ring am rechten unteren Ende der Aufnahme zu sehen ist. Seestern-Oozyten sind für die Wissenschaft besonders interessant, da sie transparent und fast tausend Mal größer sind als eine durchschnittliche menschliche Zelle. So erhält man bislang unbekannte Einblicke in die wesentlichen Mechanismen der Fortpflanzung.



Nummer: 4 – Dictyocysta mitra

Größe: 80 x 100 cm (Breite x Höhe) Bilderfassung: S. Colin, Tara Oceans

Probengröße: 65 μm x 45 μm (Höhe x Durchmesser)

Konzept & Visualisierung: S. Günther, G. de Medeiros, J. Deschamps, M. Beck

Ozeanische Tiara

Einige Wimperntierchen sind von einem natürlichen Schutzpanzer umgeben

Bei den Wimperntierchen handelt es sich um einzellige Meereslebewesen, die mit einer Schale, der sogenannten Lorica, ausgestattet sind. Der Begriff Lorica bezeichnete einst die Rüstung römischer Soldaten – hier steht er für einen die Zelle umgebenden Panzer. Loricae dienen zum einen dem Schutz vor Fressfeinden, zum anderen tragen sie zur Zellasymmetrie bei. Jedes Wimperntierchen ist sein eigener einzelliger Bauherr dieser mikroskopisch kleinen Kunstwerke und ihre Formenvielfalt ist atemberaubend. Einige sind röhrenförmig, andere sehen aus wie Schüsseln. Es gibt sie in Becherform, oftmals mit Rippen und Poren, ihre Form hängt von der jeweiligen Art ab. Diese spezielle Lorica gehört zu einer Art, die als Dictyocysta mitra bekannt ist, und sie ist leer. Es gibt viele Gründe, warum die Lorica verlassen wird, unter ihnen das Absterben oder die

Zellteilung. Wenn sich das Wimperntierchen teilt, behalten die Tochterzellen die Schale der Mutter, während die Mutter sich daran macht, einen neuen Panzer für sich selbst zu bauen.

Form und Textur der Lorica sind abhängig von der Umgebung. Auf diesem Bild der *D. mitra* wurde sie mithilfe wasserabweisen—der Farbstoffe angefärbt, was auf organisches Material in der Hülle hinweist. Während die chemische Zusammensetzung der Loricae noch weitgehend unbekannt ist, glauben Wis—senschaftler, dass ihr Aufbau von Faktoren wie Wassertemperatur und Salzgehalt beeinflusst wird. Einige Arten sammeln sogar minerali—sche Überreste ihrer Mikroalgenbeute, um sie für den Bau der Panzer zu verwenden.



Nummer: 5 – Dictyocysta lepida

Größe: 120 x 140 cm (Breite x Höhe) Bilderfassung: S. Colin. Tara Oceans

Probengröße: 140 μm x 88 μm (Höhe x Durchmesser)

Konzept & Visualisierung: S. Günther, G. de Medeiros, J. Deschamps, M. Beck

Der einzellige Räuber

Eine Mikrobe im Käfig verschlingt ihre Beute

Auf den ersten Blick ist die Dictyocysta lepida ziemlich unscheinbar: eine einzellige Kreatur tausend Mal kleiner als ein Stecknadelkopf. Doch trotz ihrer winzigen Größe ist sie ein natürlicher Räuber, geschützt durch eine käfigartige Hülle, die sogenannte Lorica (in orange). Hier sieht man sie eine Mikroalge (in magenta) verschlingen. Die D. lepida gehört zu den Wimperntierchen, einer Art Plankton. Dieses spezielle Exemplar entstammt einer Probe der Tara Oceans Expedition im Südindischen Ozean. Zwischen 2009 und 2013 besegelten Wissenschaftler an Bord der Tara die Weltmeere und nahmen dort Wasserproben. Diese ermöglichen Forschern am EMBL und anderen Partnerinstituten nun, mehr über die Milliarden von Organismen zu erfahren, die in jedem einzelnen Tropfen Meerwasser zuhause sind.

Die meisten dieser Organismen – so auch *D. lepida* – sind heterotroph und zur Energiege— winnung auf Beutefang angewiesen. Bei der Beute sind einige auffällige Merkmale zu se— hen: lichtemittierendes Chlorophyll (in magen— ta) und sogar die Chloroplasten (in hellrosa). Auf dieser Aufnahme eines konfokalen La— ser—Scanning—Mikroskops ist auch die DNA der *D. lepida* zu sehen (in hellgelb). Durch die Analyse der morphologischen und genetischen Biodiversität planktonischer Spezies gelingt es Wissenschaftlern zunehmend, ihre Bedeutung für das Ökosystem Ozean zu erkennen und in welchem Maß Klimaveränderungen dieses System beeinflussen.



Nummer: 6 - Nervenzellen

Größe: 120 x 150 cm (Breite x Höhe) Bilderfassung: A. Ciccarelli, EMBL

Probengröße: 15 μm (Durchmesser Neuronenkörper;

500μm Axonlänge

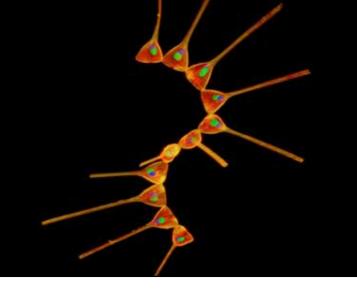
Konzept & Visualisierung: S. Günther, G. de Medeiros, J. Deschamps, M. Beck

Wald aus Neuronen

Die Form der Nervenzellen gibt Aufschluss über Konnektivität und Funktion des Gehirns

Das Innere unseres Gehirns ähnelt mit seinen weitverzweigten Nervenzellen, den sogenannten Neuronen, einem Wald. Bei dieser Momentaufnahme eines Mäusegehirns erhellt ein Blitzlicht die ansonsten undurchdringliche Dunkelheit dieses Dickichts, so dass lediglich ein Bruchteil der Bäume sichtbar ist. Wären alle Zellen gleichzeitig zu sehen, gliche das Bild einem unentwirrbaren Kabelsalat. Aus diesem Grund haben Wissenschaftler hier lediglich 10 Prozent der Neuronen in den Fokus gerückt. Die verschiedenen Nuancen von Gelb, Orange und Weiß verraten ihre Position in Bezug auf den Betrachter. Manche Umrisse leuchten heller diese Bäume befinden sich mehr im Vordergrund. Die blasseren Bäume sind etwas weiter entfernt. Aus den Zellkörpern entspringen die sogenannten Dendriten, ein verschlungenes Labyrinth aus Gewebe, das die Form von Zweigen hat. Tatsächlich stammt das Wort Dendrit aus dem Griechischen und bedeutet Baum. Die Dendriten empfangen, integrieren und speichern Informationen in Form elektro-chemischer Signale, die von anderen Neuronen kommen.

Diese kortikalen exzitatorischen Neuronen befinden sich in einem Bereich des Gehirns, der für Empfindungen und willkürliche Bewegungen zuständig ist. Sie werden mit fluoreszierenden Markern angefärbt, die verschiedenen Farben zeigen ihre 3D-Position innerhalb des Waldes an. Aufgenommen wurde das Bild mit einem Lichtblattmikroskop, das einzelne Schichten einer Probe ausleuchten kann, die bis zu hundert Mal dünner sind als der Durchmesser eines Haares. Zusammen zeigen die Aufnahmen eine hochaufgelöste 3D-Projektion eines dickeren Hirnschnitts. Das Sichtbarmachen von Neuronen mithilfe dicker Schnitte von Hirngewebe ist kompliziert aufgrund der ausgeprägten Lichtstreuung. Um diese Schwierigkeit zu umgehen, wurden die Schnitte einem Aufreinigungsprozess unterzogen. Dabei wurden die hauptsächlich für die Lichtstreuung verantwortlichen Lipide entfernt. Die Kombination von Lichtblattmikroskopie und Probenaufreinigung hat sich bei der Erforschung der eleganten Morphologie von Neuronen in einem kurzen Zeitraum bei hoher Auflösung als äußerst hilfreich erwiesen. Zu verstehen wie diese Verzweigungen aussehen und wie sie untereinander verbunden sind, ist unerlässlich für die Erforschung der Funktionsweise des Gehirns.



Nummer: 7 - Asterionellopsis sp.

Größe: 86 x 100 cm (Breite x Höhe) Bilderfassung: S. Colin, Tara Oceans

Probengröße: 10 µm Einzelldurchmesser

Konzept & Visualisierung: S. Günther, G. de Medeiros, J. Deschamps, M. Beck

Planktoncollier

Einzelne Zellen des Asterionellopsis bilden nach der Zellteilung eine spiralförmige Kette

Bei dieser filigranen Spirale aus Dornen handelt es sich nicht um eine einzelne Zelle sondern um eine ganze Zellkolonie. Sie gehört zur Gattung der Diatomeen oder Kieselalgen, den sogenannten *Asterionellopsis sp.*, und bezeichnet eine Gruppe einzelliger Algen, die eine außerordentliche Vielfalt an Habitaten, Formen und Größen aufweisen. Jede Zelle enthält Chloroplasten, die es der Kieselalge ermöglichen, Energie durch Photosynthe—se zu erzeugen. Die hervorstechendsten Eigenschaften der Kieselalgen sind jedoch ihre Zellwände: sie bestehen aus transparentem Siliciumdioxid, das aussieht wie Glas.

Nach der Zellteilung bleiben die Zellen des Asterionellopsis miteinander verbunden und bilden eine spiralförmige Kette. Durch An-färben werden zwei zentrale intrazellulä-re Komponenten innerhalb der dreieckigen Basis der Zelle sichtbar – die DNA (in blau) und das Chlorophyll (in grün). Die Zellwände aus Siliciumdioxid (in rot) bilden ein winzig gemustertes Glashaus, in dem sich das Licht tausendfach bricht.



Nummer: 8 - Fruchtfliegenembryo

Größe: 170 x 120 cm (Breite x Höhe) Bilderfassung: S. Günther, EMBL

Probengröße: 500 μm x 200 μm (Höhe x Durchmesser)

Konzept & Visualisierung: S. Günther, G. de Medeiros, J. Deschamps, M. Beck

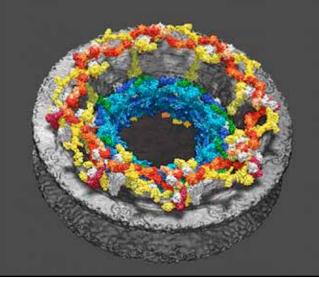
Zum Reisen gefaltet

Das Gewebe der Fruchtfliege faltet sich wie ein Vorhang – eine komplexe Anatomie entsteht

Was hier direkt vor unseren Augen zu sehen ist, passiert rund um die Uhr auch in jeder Küche. Von links nach rechts zeigen die Aufnahmen die Embryonalentwicklung einer einzelnen Fruchtfliege, der Drosophila melanogaster. In der oberen Reihe sieht man den zukünftigen Rücken der Fliege, in der unteren den Bauch: ein mit Dotter gefülltes Ei, eingehüllt in eine einzelne Zellschicht. Die Fruchtfliegen, die unseren Biomüll umschwirren, haben sich aus einem Ei entwickelt, aus dem wiederum eine Larve wurde, aus der dann schließlich die Fliege schlüpfte. Ihre Embryonalentwicklung verläuft zügig und doch äußerst komplex. Dieser Embryo ist erst drei Stunden alt. In diesem Stadium der Entwicklung befinden sich die Vorläufer der Zellen, die eine Rolle bei der Ausbildung der Organe spielen, noch an der Oberfläche des Embryos. Um jedoch Strukturen im Inneren des Körpers aufzubauen, müssen die Zellen dorthin gebracht werden. Und so beginnen sie, sich zusammen zu falten. Dies ist in etwa so, wie wenn man vor einem Vorhang steht, der sich über den ganzen Raum spannt und jemand beginnt auf der anderen Seite des Vorhangs, den Stoff zusammen zu legen. Der Stoff kräuselt sich und faltet sich nach innen. So ungefähr transportiert der Embryo seine Zellen

ins Innere. Eine dieser Falten ist auf den letzten drei Einzelbildern am unteren Rand deutlich zu erkennen. Dort werden Keimbahnzellen gebildet, d.h. Spermien oder Eizellen. Sie bewegen sich nach innen, um dort rundum geschützt zu sein.

Die Zellkerne wurden mit einem fluoreszierenden Molekül namens mCherry markiert, das unter der Bestrahlung mit Laserlicht leuchtet. Mithilfe eines Multi-Perspektiven- Lichtblattmikroskops können Wissenschaftler dann über mehrere Tage hinweg und ohne dem Organismus zu schaden biologische Prozesse beobachten wie z.B. die Embryonalentwicklung. Diese Screenshots stammen aus einem rund 20-minütigen Segment eines 24-Stunden-Films. Die Lichtblattmikroskopie generiert enorme Mengen an Daten: der gesamte Film hat den Umfang von zwei Terabyte. Indem wir die zeitlich wechselnden Positionen bei Tausenden von Zellen eines heranwachsenden Fruchtfliegenembryos nachverfolgen, erhalten wir tiefere Einblicke in die wesentlichen Ereignisse bei der Entwicklung von D. melanogaster – und dies wiederum hilft uns, unsere eigene Entwicklung besser zu verstehen.



Nummer: 9 - Kernpore

Größe: 120 x 140 cm (Breite x Höhe) Bilderfassung: J. Kosinski, EMBL

Probengröße: 60 nm Durchmesser

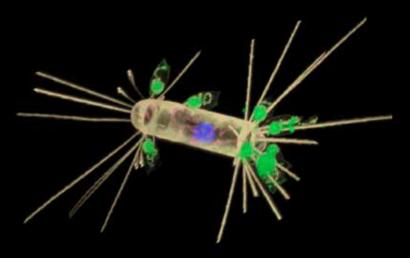
Konzept & Visualisierung: S. Günther, G. de Medeiros, J. Deschamps, M. Beck

Die Pforten des Zellkerns

Kernporen regulieren im Zellkern den Transport molekularer Stoffe in beide Richtungen

Jede einzelne unserer Zellen besitzt einen Zellkern, dessen Oberfläche mit Tausenden von Poren übersät ist. Vergleicht man diesen Zellkern mit einem Schloss, so sind die Kernporen seine Pforten – sie lassen bestimmte Moleküle hinein, andere müssen draußen bleiben. Und sie regulieren nicht nur, was in den Zellkern hineindarf, sondern auch, was diese mikroskopisch kleine Festung verlässt. Auf diesem eindrucksvollen Bild sieht man eine einzelne Kernpore, umringt von einem Bollwerk tausender Proteine. Zusammen bilden die Poren und die Proteine eine Struktur, die unter dem Namen Kernporenkomplex bekannt ist. Und obwohl er winzig ist - 1000 Mal schmaler als ein menschliches Haar – gehört er in der Welt der Naturwissenschaften zu den Giganten: Es ist eine der größten und komplexesten molekularen Strukturen, die jemals untersucht wurden. Einige Viren haben Wege gefunden, diese Verteidigungslinie zu durchbrechen. So nutzen zum Beispiel das HI-Virus und Grippeviren die Kernporen dazu, ihr eigenes genetisches Material in den Zellkern zu schleusen, um sich von unseren eigenen Zellen vervielfältigen zu lassen.

Auf diesem Bild führt der Weg in den Zellkern abwärts und die Proteine um die Pore herum wurden angefärbt, um die Tiefe der Kernpore zu veranschaulichen. Blau steht für tiefer in den Kanal hinein, während die roten Stellen sich näher an der Außenseite des Zellkerns befinden. Diese Zellkerne wurden aus menschlichen Zellen isoliert und die Wissenschaftler verwendeten die Kryoelektronentomographie – ein Verfahren aus der Elektronenmikroskopie – um die Bilder aus verschiedenen Perspektiven aufzunehmen. Dabei konnten sie die ungefähre Form der Kernpore bestimmen, in etwa so wie bei der Vorlage für ein Puzzle. Eine automatisierte und speziell programmierte Software ermöglichte es den Wissenschaftlern dann, Proteine, die bereits aus Online-Datenbanken bekannt waren, in die ermittelte Form einfügen, wie bei einem 3D-Puzzle. Ein besseres Verständnis von der Struktur der Kernpore gibt Aufschluss darüber, wie Proteine und Viren mit ihr interagieren.



Nummer: 10 - Corethron criophilum

Größe: 80 x 60 cm (Breite x Höhe) Bilderfassung: S. Colin. Tara Oceans

Probengröße: 10 μm x 35 μm (Durchmesser x Länge Zellkörper)

Konzept & Visualisierung: S. Günther, G. de Medeiros, J. Deschamps, M. Beck

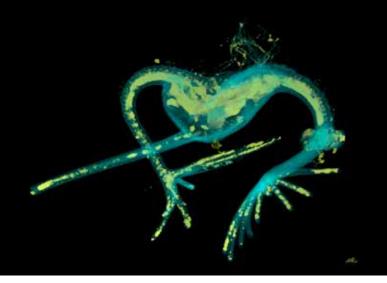
Dornenkrone

Zwei unterschiedliche Zelltypen formen einen mikroskopisch kleinen hängenden Garten

Einige Pflanzen wachsen auf anderen Artgenossen, ohne dass sie sich gegenseitig Schaden zufügen würden. Ähnlich geht es in mikroskopisch kleinem Maßstab zu, wie man auf dieser Aufnahme zweier mariner Lebensformen sieht. Bei dem orangefarbenen pillenförmigen Organismus mit den nadelähnlichen Stacheln handelt es sich um Corethron criophilum - eine einzellige Kieselalge. Wörtlich übersetzt bedeutet der Name "Dornenkrone" schön zu sehen an beiden Enden ihres Körpers. Die Dornen wachsen auf ring-ähnlichen Bändern, die jeweils an den Enden der Alge zu finden sind. Die Mikroben in grün bezeichnet man als Nanoflagellaten. Sie werden von den Dornen nicht durchbohrt, die winzigen Zellen leben vielmehr auf ihnen und ihre Symbiose ist für beide Seiten vollkommen harmlos. In einer im Indischen Ozean genommenen Probe fanden Wissenschaftler des EMBL und ihre

Kollegen der Tara Oceans Expedition zahlreiche Interaktionen wie diese zwischen verschiedenen Mikrobenarten.

Die Aufnahme wurde mit einem Konfokalmikroskop gemacht. Schaut man genauer hin,
sieht man abgeflachte rote Strukturen, die
Chloroplasten. Die Kapsel um die Zelle herum besteht aus dem gleichen Material wie die
Dornen: einer glas-ähnlichen Kieselsäure. Die
DNA von *C. criophilum* (hier in blau) befindet
sich im Zellkern, der ungefähr die gleiche GröBe wie die Nanoflagellaten hat – lediglich ein
Mikrometer im Durchmesser, was einem Hundertstel der Breite eines Haares entspricht. Zu
verstehen, wie manche Organismen in einer
Symbiose leben, trägt wesentlich zur Erweiterung unseres Wissens über die Evolution bei.



Nummer: 11 - Ceratium ranipes

Größe: 80 x 60 cm (Breite x Höhe) Bilderfassung: S. Colin, Tara Oceans

Probengröße: rund 50 μm Länge jeder Finger

Konzept & Visualisierung: S. Günther, G. de Medeiros, J. Deschamps, M. Beck

Fänger des Lichtes

Die fingerartigen Ausläufer des Ceratium ranipes öffnen oder schließen sich je nach Tageszeit

Wenn die Sonne aufgeht, ist Fütterungszeit. Die gespenstisch anmutenden Hände auf diesem Bild gehören dem Ceratium ranipes. Dieser Dinoflagellat – eine Art einzellige Alge – legt ein äußerst elegantes Verhalten an den Tag: Solange es hell ist, spreizt er seine filigranen Ausläufer, in denen sich Chloroplasten befinden, die für ihn Lichtenergie in Zuckermoleküle umwandeln. Indem er sich nach der Sonne ausstreckt, werden diese Chloroplasten in Licht getaucht, was die Photosynthese in Gang setzt. So wird die Energie erzeugt, die Ceratium ranipes zum Wachsen und Gedeihen benötigt. Sobald es Nacht wird, ziehen sich die Finger wieder nach innen zurück.

Diese wunderbare Aufnahme zeigt die komplexe Struktur in beeindruckendem Detail. Klar zu erkennen ist die Zellwand (in blau), die aus Zellulose besteht. Bei den gelben Punkten auf den Fingern und Armen handelt es sich um Chlorophyll. Ungefähr die Hälfte der Dinoflagellaten – einschließlich *C. ranipes* – ist photosynthetisch aktiv, während der Rest darauf angewiesen ist, Beute zu machen. Es gibt jedoch auch endosymbiotische Dinoflagellaten, bei dieser Art von Symbiose lebt der eine Partner im Körper des anderen. Weit entfernt vom Prinzip des "Survival of the fittest" profitieren dabei beide Organismen, wie dies z.B. zwischen Dinoflagellaten und Korallen der Fall ist.

Erleben Sie die Ausstellung per Video

Stereoskopische 3D Videos

Schauen Sie ein 3D Video über die ausgestellten Werke auf ihrem Smartphone! Stereoskopische Videos benötigen besondere Brillen, welche in der Stadtbücherei ausleihbar sind.



- Leihen Sie sich eine Smartphone-Brille an der Beratungstheke der Stadtbücherei
- 2. Folgen Sie dem YouTube-Link mit ihrem Smartphone
- 3. Befestigen Sie ihr Smartphone in der Brille
- 4. Genießen Sie die 3D Videos!

www.bit.ly/lip-stereo

Anaglyphenvideos in 3D

Schauen Sie ein 3D Video zu Hause über die ausgestellten Werke. Anaglyphenvideos ermöglichen es Ihnen eine Szene in 3D mit Hilfe von rot-cyan 3D-Brillen zu sehen.



- 1. Beschaffen Sie sich eine rot-cyan 3D-Anaglyphenbrille
- 2. Folgen Sie dem YouTube-Link
- 3. Genießen Sie die 3D Videos!

www.bit.ly/lip-anaglyph

Perspektivische Videos

Schauen Sie sich perspektivische Videos der ausgestellten Stücke an und teilen Sie das Erlebnis mit ihren Freunden und Familie.



- 1. Folgen Sie dem YouTube-Link
- 2. Genießen Sie die Videos!

www.bit.ly/lip-perspective

Danksagung

"Life in Perspective" ist eine Initiative, die neue Methoden der Visualisierung von wissenschaftlichen 3D Bilddaten exploriert, damit Wissenschaftler bessere Werkzeuge bekommen, um ihre eigenen Bilder zu verstehen. So stießen die beiden Wissenschaftler Dr. Stefan Günther und Dr. Gustavo de Medeiros bei der Suche nach neuen Visualisierungsmöglichkeiten auf unerwartet kunstvolle Aspekte: Durch die Nutzung innovativer Visualisierungstechniken zeigen wissenschaftliche Daten spektakuläre Formen und Symmetrien. Dieser künstlerische Aspekt motivierte die Designerin Manuela Beck bei der künstlerischen Gestaltung, der Kommunikation und der Ausstellungsorganisation mitzuwirken. Den Wissenschaftler Joran **Deschamps** inspirierte das Ausprobieren und Kombinieren neuer Visualisierungstechniken die Gruppe zu unterstützen.

Erst die kontinuierliche Unterstützung von Au-Ben hat diese Ausstellung überhaupt ermöglicht. "Life in Perspective" ist eine Initiative, die Menschen mit verschiedenen Expertisen an zieht, multidisziplinär zu arbeiten um biologische Daten in Kombination mit visuellen Kommuni kationstechniken in eine einzigartige Erfahrung für die Öffentlichkeit zu verwandeln.

Insbesondere möchten wir Professor Dr. **Matth– ias Hentze** und seinem Büro vom Europäischen

Laboratorium für Molekularbiologie (EMBL) für seine vollumfängliche Unterstützung unseres Projektes, sowie bei der Umsetzung unserer ersten Ideen und seine Beratung zur Anlage der Ausstellung, danken. Wir danken dem **EMBL** als Institution, welche offen für neue künstlerische ldeen im Rahmen einer wissenschaftlichen Umgebung war und für seine finanzielle Unterstützung. Am EMBL erhielten wir Unterstützung der Strategie- und Kommunikationsabteilung insbesondere von Dr. Margaux Phares für die Erstellung wissenschaftlicher Beschreibungen und **Angela Michel** für die Übersetzungen und Pressearbeit. Auch möchten wir uns bei Sonja Noss vom Grants Services für ihre große Unterstützung bedanken.

Für die weitere Unterstützung bedanken wir uns bei der Abteilung für **Ressourcenentwicklung**, dem **Fotolabor**, den **Werkstätten**, den **Hausmeistern** und der **Kunstgruppe**. Wir möchten auch Dr. **Giorgia Guglielmi** für ihre Mitarbeit in einem frühen Stadium der Initiative danken.

Weiterhin danken wir **ArtX** und **Digi-Art** für die synergetisch-kollaborative Zusammenar-beit, die es uns erlaubt hat, wissenschaftliche Mikroskopiebilder als 3D Lentikularposter zu zeigen. **Tara Oceans** unterstützte unsere Ide-en mit vielen spektakulären Planktonaufnahmen und der **Roscoff Meeresstation** danken wir für die Zusammenarbeit.

Wir danken insbesondere allen Wissenschaftlern, die die Initiative enthusiastisch befürworteten und es uns durch den Zugang zu ihren Mikroskopiedaten und durch ihre wertvolle
Expertise über die Proben erlaubten, ihre Daten in einem neuen künstlerischen Format zu
visualisieren. Namentlich waren dies bisher
Dr. Alessandro Ciccarelli, Laura Panavaite,
Dr. Sebastien Colin, Dr. Natalia Wesolowska, Hernando Martinez Vergara,
Dr. Jan Kosinski und Dr. Florian Schur.

Wir danken allen, die das Projekt in die Stadt Heidelberg getragen haben:

Oberbürgermeister Dr. **Eckart** Würzner und Susanne Nisius, die als Inhaberin der Stabsstelle Koordination Wissenschaft in der Stadt Heidelberg die gute Idee hatte, die Stadtbücherei Heidelberg als publikumsstarken und anerkannten Ausstellungort anzufragen; Büchereidirektorin Christine Sass und Ausstellungsmacherin Beate Frauenschuh, die die Idee spontan und mit großer Begeisterung aufgriffen und gemeinsam mit dem "Life in Perspective" Team im Rahmen des OFF // Foto-Festivals realisiert haben. Allen Unterstützern der Ausstellung sowie Kulturbürgermeister Dr. Joachim Gerner, der die Ausstellung eröffnet, sei ebenso gedankt. Ebenso den Machern des OFF // Foto-Festivals für die werbliche und ideelle Einbettung der Ausstellung in das ambitionierte Festivalprogramm.

Wenn Sie unsere Initiative unterstützen möchten oder Interesse an einer Eigennutzung haben, bitte schreiben Sie uns:

E-Mail: 3D@lifeinperspective.de

