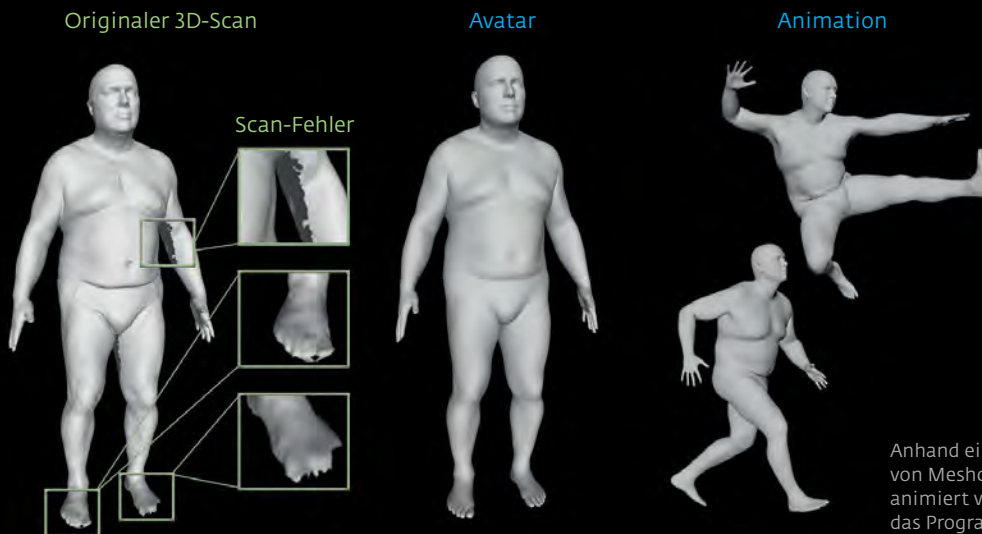


# Avatare für alle

Meshcapade erzeugt 3D-Modelle von menschlichen Körpern – nicht nur für Animationen in Filmen und Computerspielen



Anhand eines 3D-Scans erstellt die Software von Meshcapade einen Avatar, der realistisch animiert werden kann. Dabei korrigiert das Programm die Körperteile im 3D-Modell, die durch den 3D-Scan nicht korrekt erfasst werden – hier eine Partie des Oberarms und einige Zehen.

So einfach war es noch nie, animierbare dreidimensionale Modelle menschlicher Körper zu erstellen. Möglich wird das durch die Software des Tübinger Start-ups Meshcapade, das Michael Black, Direktor am Max-Planck-Institut für Intelligente Systeme, sowie Naureen Mahmood und Talha Zaman, zwei seiner ehemaligen Mitarbeitenden, gegründet haben. „Die realistischen Avatare und Bewegungen, die unser System erzeugt, können Kunden in vielen Bereichen einsetzen“, sagt Naureen Mahmood, die Geschäftsführerin des Unternehmens.

So werden mithilfe solcher Modelle überzeugend animierte Charaktere in Filmen und Computerspielen sowie realistische Akteure in der virtuellen und erweiterten Realität produziert. Mit den Avataren können Onlinehändler von Bekleidung ihren Kunden aber auch eine virtuelle Anprobe ermöglichen, indem sie Kleidungsstücke an

Modellen verschiedener Körperformen oder an einem variablen Modell präsentieren. Außerdem können Roboter mit den Avataren den Umgang mit Menschen trainieren. Und das sind noch nicht alle potenziellen Anwendungen der 3D-Modelle.

So vielfältig sind die Einsatzmöglichkeiten vor allem deshalb, weil Meshcapade die Avatare aus Daten ganz unterschiedlicher Qualität erzeugen kann. Die aufwendigste der Methoden ist wahrscheinlich eine Bewegungsanalyse. Dabei erfassen Kameras die Bahnen von 30 bis 40 reflektierenden Markern, die eine sich bewegende Person an entscheidenden Körperstellen trägt. Die Bewegungen der Marker rechnet die Software von Meshcapade in ein 3D-Modell der Person um. Meshcapade genügt dafür aber auch der 3D-Scan eines Menschen. Da solche Scans oft keine gute Qualität haben, kriert

einschlägige Software aus ihnen nur statische Modelle. „Und selbst aus Körpermaßen wie etwa der Größe, dem Gewicht oder dem Hüft- und Schulterumfang können wir ein ziemlich realistisches Modell erzeugen“, sagt Naureen Mahmood.

Bald werde Meshcapade 3D-Avatare sogar anhand von Bildern und Videos schaffen können. „Während die Forschung weitergeht, um die Methoden robuster und vielseitiger zu machen, hat die Möglichkeit, 3D-Modelle anhand von Bildern zu erzeugen, bereits den Weg für zahlreiche spannende Anwendungen geebnet“, so Naureen Mahmood. So könnten wir im digitalen Raum künftig immer häufiger mit virtuellen Repräsentanten unterwegs sein. Zumindest aber werden wir dort sicher öfter Figuren mit realistischen Körperproportionen begegnen, die sich auch realistisch bewegen.

# Zuverlässiger DNA-Kopierer

Ein biochemischer Trick verhindert Fehler bei der Vervielfältigung von Erbgutmolekülen

Manche Wissenschaftler erzielen Durchbrüche, indem sie Bekanntes aus verschiedenen Bereichen auf überraschende Weise zusammenbringen. Das trifft auch auf Igor Iwanow zu, der zwei molekularbiologische Standardverfahren kombinierte – und damit einen regelrechten Coup landete.

Die Geschichte, die der Forscher heute als ein Märchen bezeichnet, beginnt in den frühen 1980er-Jahren. Iwanow, ursprünglich Physiker, arbeitet während seiner Diplomarbeit für einige Monate in einem molekularbiologischen Labor in Moskau und lernt dort eine Methode kennen, bei der zwischen verschiedenen DNA-Strängen mittels Formaldehyd Verbindungen eingefügt werden. Jahre später forscht er als Postdoktorand am Max-Planck-Institut für molekulare Genetik in der Abteilung von Hans Lehrach. Dort dominiert den

Laboralltag die Polymerase Chain Reaction (PCR), damals wie heute ein Standardverfahren zur Vervielfältigung von DNA. Eine Schlüsselrolle bei der PCR spielt die DNA-Polymerase, ein thermotstabiles Enzym, das bei 95 Grad Celsius sowie bei Zugabe weiterer Reagenzien den gewünschten DNA-Abschnitt kopiert. Die Polymerase selbst ist allerdings bereits bei deutlich niedrigeren Temperaturen aktiv ist, erstellt dann aber nur fehlerhafte Kopien. Auch Iwanow wird im Labor mit diesem Problem konfrontiert, will sich damit aber nicht abfinden. Er erinnert sich an das Crosslinking-Verfahren aus Moskauer Zeiten und versetzt die Polymerase mit Formaldehyd. Das Molekül mit der chemischen Summenformel  $\text{CH}_2\text{O}$  sollte, so Iwanows Überlegung, an die DNA binden und auf diese Weise den Zugang für die Polymerase blockieren. Bei höherer

Temperatur, bei der die korrekten DNA-Abschriften entstehen, würden diese Bindungen brechen und die Kettenreaktion in Gang kommen.

Schon nach wenigen Versuchen ist dem Wissenschaftler klar, dass seine Methode immenses Potenzial hat und sich erfolgreich vermarkten lassen könnte. Die Patentexperten von Max-Planck-Innovation stehen ihm dabei hilfreich zur Seite, und so entscheidet man sich schließlich für Qiagen als Partner, ein Biotechnik-Unternehmen, mit dem Igor Iwanow zuvor schon zusammengearbeitet hatte. Die HotStar Polymerase entwickelt sich zum Kassenschlager, der die Molekularbiologie nachhaltig beeinflusst. Eine Erfolgsgeschichte – auch finanziell. Bis zum Ablauf des Patents im Jahre 2018 erzielte die Max-Planck-Gesellschaft damit Erlöse in Millionenhöhe.

## Gen-Fähren für die Pflanzenzüchtung

Von Bakterien stammende Plasmide lassen sich für die Übertragung von DNA auf Pflanzen nutzen

Das sogenannte Ti-Plasmid ist ein kleines, ringförmiges DNA-Molekül, das von dem Bakterium *Agrobacterium tumefaciens* auf Pflanzen übertragen wird. Das Molekül kann in



Pflanzen genetische Veränderungen auslösen und dadurch Tumore verursachen. Forscher des Max-Planck-Instituts für Züchtungsforschung in Köln und der Universität Gent in Belgien hatten in den 1970er-Jahren die Idee, mit dem Plasmid neue Gene in Pflanzen einzuschleusen. Bei diesem Verfahren werden die Gene für die Tumorbildung durch die jeweils gewünschten Gene ersetzt. 1989 hat Max-Planck-Innovation die Lizenz für die Ti-Plasmid-Patente an das Biotechnologie-Unternehmen Plant Genetic Systems zur Vermarktung vergeben. Nach mehreren Übernahmen ist inzwischen Bayer CropScience im Besitz der Patente und entrichtet dafür noch heute Lizenzgebühren. Ti-Plasmide haben etwa die Entwicklung von Nutzpflanzen möglich gemacht, die widerstandsfähiger gegen Trockenheit und Schädlinge sind.

Neue Weizensorten sollen widerstandsfähiger gegenüber Schädlingen, Trockenheit und Versalzung der Böden sein. Außerdem sollen die Pflanzen noch mehr Erträge liefern.

# Neue Klasse von Medikamenten

Die Wirkstoffe Patisiran und Givosiran gegen seltene Erbkrankheiten beruhen auf der RNA-Interferenz

Mit Patisiran und Givosiran hat das US-amerikanische Pharmaunternehmen Alnylam 2018 und 2019 zwei völlig neue Wirkstoffe gegen seltene erbliche Erkrankungen auf den Markt gebracht. Sie basieren unter anderem auf zwei von der Max-Planck-Gesellschaft im Jahr 2000 patentierten Forschungsergebnissen zur RNA-Interferenz, kurz RNAi. Für den Einsatz der RNAi-Methode in der Medizin hatte Max-Planck-Innovation Alnylam zwei Jahre später eine Lizenz erteilt.

RNAi vermittelnde Wirkstoffe setzen an einem früheren Punkt der Erkrankung an als andere Medikamente, indem sie die RNA-Moleküle krankheitsauslösender Proteine abschalten

USA und vielen europäischen Ländern inklusive Deutschland zugelassen. Bei dieser Erkrankung handelt es sich um eine Erbkrankheit, die zu einer fortschreitenden Behinderung und häufig innerhalb von fünf Jahren zum Tod führt. Mit Patisiran können Nervenschäden behandelt werden, die durch die Erkrankung verursacht werden. Bislang gab es für diese Patienten keine zugelassenen Medikamente.

Givosiran wiederum wird zur Behandlung von Patienten mit akuter hepatischer Porphyrie eingesetzt. Bei dieser selten auftretenden Erbkrankheit entstehen während der Bildung des Blutfarbstoffs Hämoglobin giftige Porphyrin-Moleküle. Dies kann zu starken Schmerzen, Lähmungserscheinungen, Atemstillstand und Krampfanfällen führen.

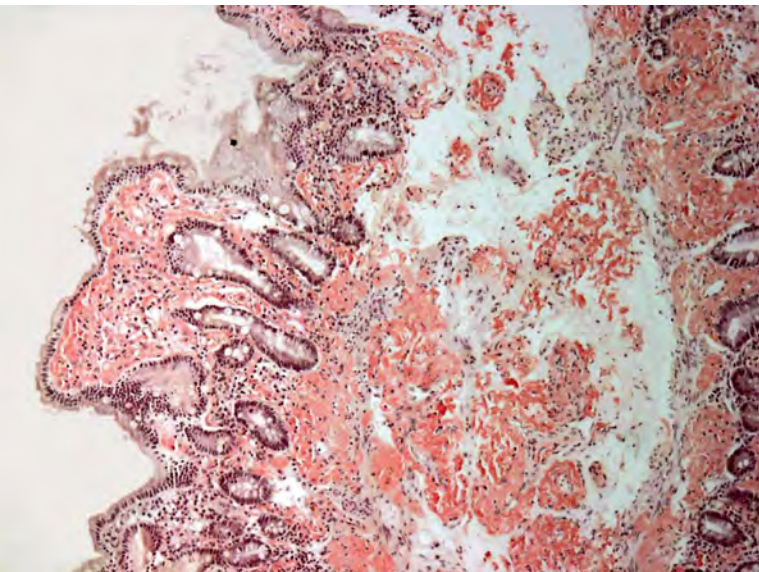
Givosiran hemmt die Bildung der toxischen Substanzen. Eine Phase-III-Studie hatte ergeben, dass monatliche Injektionen unter die Haut die Häufigkeit von Krankheitsattacken um 70 Prozent reduzieren können. In den USA ist das Medikament bereits zugelassen, in Europa wird eine Zulassung derzeit geprüft.

Mit den RNAi-Wirkstoffen wurden inzwischen rund tausend Patienten behandelt. „Wir rechnen damit, dass in den nächsten Jahren noch weitere RNAi-Wirkstoffe als Medikamente zugelassen werden“, sagt der Geschäftsführer von Max-Planck-Innovation, Jörn Erselius. „Die Technik ist ein Paradebeispiel dafür, wie Grundlagenforschung völlig neue Anwendungen hervorbringen kann. Man braucht allerdings manchmal einen langen Atem, denn bis eine Entdeckung beim Patienten ankommt, vergehen in der Regel zehn bis 15 Jahre.“

Aber nicht nur für die Medizin, auch für die Grundlagenforschung ist RNAi heute ein unverzichtbares Werkzeug. Max-Planck-Innovation hat neben den Lizenzen für den Einsatz in der Medizin auch Lizenzen an Unternehmen für Forschungsreagenzien vergeben. Wissenschaftler können dank RNAi die Funktion von Genen aufklären.

Damit die Technologie nicht nur in den USA weiterentwickelt würde, erhielt damals auch das deutsche Start-up-Unternehmen Ribopharma eine Lizenz. Schon im Jahr darauf übernahm Alnylam jedoch seinen Mitbewerber, sodass das Unternehmen heute die exklusiven Verwertungsrechte besitzt. Der deutsche Standort der RNAi-Entwicklung wurde später von der Firma Roche übernommen und einige Jahre später aufgegeben, als sich das Unternehmen aus der RNAi-Technologie zurückzog.

RNAi steht somit auch exemplarisch dafür, dass ausländische Unternehmen eine maßgeblich in Deutschland entwickelte Technologie zur Marktreife bringen und hohe Gewinne daraus erwirtschaften. Aber auch wenn es nicht gelungen ist, die Entwicklung von RNAi-Medikamenten in Deutschland zu halten, so hat die Max-Planck-Gesellschaft doch finanziell in erheblichem Maße von den Lizenzeinnahmen und dem Börsengang von Alnylam 2004 profitiert.



Bei einer Amyloidose lagern sich krankhaft veränderte Proteine außerhalb von Zellen ab, wie hier im Bindegewebe des Zwölffingerdarms. Die Ablagerungen erscheinen als hellrotes Material.

und so die Herstellung dieser Proteine verhindern. RNA ist eine Abschrift der DNA, die unter anderem als Blaupause für die Proteinsynthese dient. Ende der 1990er-Jahre hatten zwei US-amerikanische Wissenschaftler entdeckt, dass der Fadenwurm *C. elegans* RNA-Moleküle und damit Gene zum Schweigen bringen kann. Thomas Tuschl und seine Mitarbeiter vom Max-Planck-Institut für biophysikalische Chemie in Göttingen analysierten die Struktur der beteiligten Moleküle und entdeckten, dass die RNA-Interferenz auch bei Säugetieren und beim Menschen wirkt. Damit legten die Forschenden den Grundstein für die Entwicklung der RNAi-Medikamente.

Der unter dem Namen Onpattro vertriebene Wirkstoff Patisiran ist die erste Behandlung für Patienten mit erblicher Transthyretin-vermittelter Amyloidose. Er ist bislang in den

# Rostschutz nach Bedarf

Eine Beschichtung der Firma Enviral enthält winzige Kapseln, die Korrosion verhindern – etwa im Bauhaus Museum in Dessau

Das Bauhaus setzte nicht nur in Kunst und Architektur Maßstäbe, sondern auch bei neuen Baumaterialien. Das gilt ebenso für seine Nachfolgeeinrichtungen, etwa das 2019 eröffnete Bauhaus



Kratzer im Lack machen es dem Rost oft leicht – allerdings nicht, wenn der Stahl mit SmartCorr beschichtet ist.

Museum Dessau. Für die Stahlkonstruktion hinter dessen Glasfassade hat die Brandenburger Firma Enviral einen besonders raffinierten Korrosionsschutz verwendet: SmartCorr. Die Beschichtung enthält Nanokapseln mit einem Rostschutzmittel. Die winzigen Kapseln öffnen sich, wenn etwa ein Kratzer den Lack beschädigt, Korrosion einsetzt und der pH-Wert sich ändert. Dann schütten sie ihren korrosionshemmenden Inhalt aus. Der SmartCorr-Lack beruht auf einer Technik, die Forschende um Helmuth Möhwald am Max-Planck-Institut für Kolloid- und Grenzflächenforschung in Potsdam entwickelt haben. Max-Planck-Innovation hat die Technologie im Jahre 2018 an Enviral lizenziert. Mit drei Herstellern von Lacken hat Enviral bereits Beschichtun-

gen entwickelt, denen die Nanokapseln für den zusätzlichen Korrosionsschutz zugesetzt werden. Der Lack, genauer gesagt: Pulverlack, kommt bislang nicht nur im Bauhaus Museum Dessau zum Einsatz, sondern unter anderem auch im Thomas-Mann-Haus in Los Angeles. Das Anwesen liegt direkt am Pazifik und ist besonders korrosiven Bedingungen ausgesetzt. Mit weiteren Lackherstellern testet das Unternehmen derzeit ebenfalls die Zusätze für Lacke. Davon profitieren sowohl die Kunden als auch die Umwelt. „SmartCorr macht die Beschichtungen nicht nur kostengünstiger, sondern auch nachhaltiger“, sagt Rainer Rogovits, der Geschäftsführer von Enviral. „Weil wir dabei auf eine Pulverlackschicht verzichten können, sparen wir Material und Energie.“

# Heilung für das Schwarze Fieber

Mit einem Wirkstoff gegen Krebs ließ sich eine der schlimmsten Infektionskrankheiten besiegen

Ein Mittel gegen Krebs gesucht – und nebenbei die Schwarze Krankheit besiegt. So lässt sich die Geschichte von Miltefosin erzählen, das Hansjörg Eibl am Max-Planck-Institut für biophysikalische Chemie und Clemens Unger von der Universität Freiburg in den 1980er-Jahren entwickelt haben. Ursprünglich zielten sie mit dem Präparat auf Hautmetastasen von Brustkrebspatientinnen – wofür die Substanz 1992 unter dem Namen Miltex, das zunächst das Pharmaunternehmen Asta Medica vertrieb, auch zugelassen wurde. Die Biochemiker untersuchten aber auch die Wirkung von Miltefosin gegen parasitäre Einzeller wie Leishmanien oder Trypanosomen, da diese aus Sicht des Immunsystems den Tumorzellen ähneln. Schnell zeigte sich: Diese Idee war ein Volltreffer. Das Präparat macht kurzen Prozess mit den Leishmanien, jenen Erregern, welche die viszerale Leishmaniose verursachen. Daran erkrankten jährlich mehrere Millionen Menschen; ohne Behandlung verläuft diese umgangssprachlich auch als Schwarzes Fieber oder Schwarze Krankheit bezeichnete Infektion stets tödlich. Dem ist heute nicht mehr so, denn Miltefosin, wofür das Unternehmen Zentaris unter dem Handelsnamen Impavido 2002 in Indien und 2004 in Deutschland eine Zulassung erhielt, weist bei einer vierwöchigen Therapie eine Erfolgsrate von 98 Prozent auf.



Hansjörg Eibl (rechts) und Clemens Unger präsentieren am Max-Planck-Institut für biophysikalische Chemie die Synthese von Miltefosin, das gegen Brustkrebsmetastasen und die viszerale Leishmaniose wirkt.

# Personenschutz im Datenschatz

Mit einer Software von Aircloak lassen sich Kundeninformationen flexibel anonymisieren und trotzdem statistisch auswerten



Die Kombination verschiedener Daten enthüllt oft sensible Informationen über Individuen – Aircloak will das verhindern.

Daten sind ein Fundus für neue Ideen. So können Unternehmen anhand von Angaben ihrer Kunden Produkte entwickeln. Daten lassen sich aber auch leicht missbrauchen. Gerade Banken, Versicherungen oder Firmen im Gesundheitswesen müssen mit den sensiblen Daten ihrer Klienten besonders sorgsam umgehen, nicht erst seit die Datenschutzgrundverordnung die entsprechenden Vorschriften verschärft hat. Oft reichen ihnen jedoch anonymisierte Angaben, um ihr Angebot an den Bedarf anzupassen. Das Berliner Startup Aircloak mit derzeit zehn Mitarbeitern bietet daher seit 2016 eine Software an, mit der etwa Finanzdienstleister zuverlässig anonymisierte Informationen aus ihren Datensätzen ziehen können. Mitarbeiter eines solchen Unternehmens können dann eine Frage formulieren, die die Aircloak-Software durch eine statistische Analyse beantwortet. Dabei richten sich die Maßnahmen, mit

denen die Software die Antwort anonymisiert, nach der Art der Frage. Je eher etwa die Kombination verschiedener Fragen Rückschlüsse auf Individuen ermöglicht, desto größer ist eine Unschärfe, mit der die Antwort versehen wird. So könnte ein Mitarbeiter etwa nach dem gesamten Einkommen einer Personengruppe fragen und anschließend Informationen zum Gesamteinkommen dieser Gruppe ohne eine Person X verlangen. Die beiden Antworten verändert Aircloak so, dass die Antworten zwar statistischen Wert behalten, die Differenz der Beträge aber keine brauchbare Aussage zum Einkommen von X ermöglicht.

Die Idee, Daten durch eine unabhängige Instanz, nämlich eine Software, flexibel anonymisieren zu lassen, hatte Paul Francis, Direktor am Max-Planck-Institut für Softwaresysteme in Kaiserslautern. „Ausgehend von dieser prinzipiellen Idee, haben wir dann die Software entwickelt“, sagt Felix Bauer, ehemaliger Mitarbeiter von Paul Francis und heute Geschäftsführer von Aircloak. „Damit bieten wir eine Lösung für das Problem, dass es oft nicht genügt, personenspezifische Daten wie den Namen, das Geburtsdatum oder die vollständige Wohnadresse aus Datensätzen zu löschen, um den Datenschutz zu gewährleisten.“ Denn sowohl durch mehrere Anfragen an einen Datensatz als auch durch die Verknüpfung von Daten aus unterschiedlichen Quellen lassen sich Rückschlüsse auf Einzelne ziehen. Das verhindert die Software von Aircloak. So unterstützt sie Unternehmen dabei, die Schätze in ihren Datensätzen zu heben und doch den Schutz persönlicher Informationen zu wahren.

Foto: Caro / Oberhaeuser (oben); MPI für extraterrestrische Physik (unten)

## Kaltes Plasma gegen Keime

Ionisiertes Gas desinfiziert Wunden und OP-Besteck

Welche Aggregatzustände gibt es? Die meisten Menschen antworten darauf vermutlich mit dem bekannten Dreiklang: „fest, flüssig, gasförmig“. Gregor Morfill aber nennt immer noch einen vierten: Plasma. Mit dem Zustand, in dem Atome als Ionen und Elektronen vorliegen, beschäftigte sich der Astrophysiker Morfill zunächst, weil sich die Materie in Sternen im Plasmazustand befindet. Inzwischen interessiert sich der emeritierte Direktor des Max-Planck-Instituts für extraterrestrische Physik besonders für sogenanntes kaltes Plasma, das, anders als das Plasma in Sternen, eine milde Temperatur besitzt und – wie Morfill erkannte – eine desinfizierende Wirkung

hat. Der Astrophysiker entwickelte daraus eine konkrete medizinische Anwendung, in der kaltes Plasma wie ein Lufthauch über eine Wunde oder eine zu desinfizierende Stelle strömt und in wenigen Minuten alle Arten von Bakterien oder Viren abtötet. Auf der Basis dieser Idee gründete Gregor Morfill in Garching im Jahre 2011 das Unternehmen terraplasma.

Neben der Wunddesinfizierung oder der Sterilisation von OP-Besteck haben die Forscher um Gregor Morfill eine Reihe weiterer Anwendungsgebiete ausgemacht. So entfaltet kaltes Plasma seine antibakterielle Wirkung auch in Wasser und kann zur Trinkwasseraufbereitung genutzt werden.



Mit dem fahlblau leuchtenden kalten Plasma lassen sich unter anderem Wunden effizient desinfizieren.

Es zerstört aber auch Moleküle, die Gerüche verursachen, und Allergene. Darüber hinaus eignet sich kaltes Plasma für die Luftreinigung oder Abgaskontrolle, die ebenfalls von terraplasma und daraus hervorgegangenen Ausgründungen verfolgt werden.

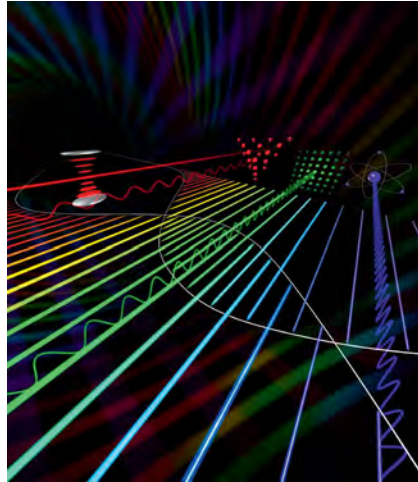
# Lichtkämme setzen Maßstäbe

Eine nobelpreisgekrönte Technik verbessert etwa die Satellitennavigation sowie Zeit- und Entfernungsmessungen

Atomuhren sind wegweisend. Nicht nur in puncto Zeitmessung – schließlich gehen sie in 30 Millionen Jahren nicht einmal eine Sekunde falsch –, sondern auch im ganz wörtlichen Sinn. Denn Atomuhren sind ein wesentliches Element in Systemen zur Satellitennavigation wie GPS oder Galileo. Von ihrer Genauigkeit hängt damit auch ab, wie gut diese Systeme unsere Position bestimmen. Noch genauer als herkömmliche Atomuhren sind sogenannte optische Uhren. Ihr Taktgeber ist die Frequenz einer Lichtwelle, die ein Atom aufnimmt beziehungsweise abgibt, wenn es von einem Energiezustand in einen anderen wechselt. Extrem genau messen lassen sich diese Übergänge mit einem optischen Frequenzkamm. Ein solcher Kamm besteht aus regenbogenfarbenen optischen Linien, die mit extrem hoher Genauigkeit immer denselben Abstand zueinander aufweisen. Frequenzmessungen mit dem Lichtkamm machen optische Uhren nicht nur genauer, sie ermöglichen auch den Vergleich unterschiedlicher Uhren.

Entwickelt hat die Technik der Frequenzkämme Theodor W. Hänsch, Direktor am Garching Max-Planck-Institut für Quantenoptik und Professor an der Ludwig-Maximilians-Universität München. Im Jahr 2005 erhielt er dafür den Nobelpreis für Physik. Schon 2001 hatte er gemeinsam mit Ronald Holzwarth und Michael Meiß das Unternehmen Menlo Systems in Martinsried bei München gegründet, das heute mehr als 100 Mitarbeiter beschäftigt und Weltmarktführer bei den optischen Frequenzkämmen ist.

Zum Einsatz kommt die Technik überall dort, wo es darum geht, Lichtfrequenzen sehr genau zu messen. Neben Atomuhren sind das etwa spektroskopische Untersuchungen in der physikalischen Grundlagenforschung oder die Analyse von Spurengasen in der Atmosphäre. Mit genauen Frequenzmessungen lässt sich aber auch aus dem Licht, das Teleskope von Sternen einfangen, mehr Information etwa über



Frequenzkämme mit ihren akkurat aufgefächerten Linien unterschiedlich farbigen Lichts haben vielfältige Anwendungen etwa in der Spektroskopie.

deren Eigenschaften gewinnen. Denn in welchem Licht ein Stern strahlt, hängt unter anderem von der Temperatur und der Zusammensetzung seiner Oberfläche ab. Da sich über die Frequenzen von Lichtwellen auch Distanzen gut bestimmen lassen – was heute schon Längenmesser aus dem Baumarkt ausnutzen –, helfen Frequenzkämme auch überall dort, wo es auf besonders exakte Entfernungsmessungen ankommt, etwa bei der Koordination von Satellitenschwärmen.

Neben der Frequenzkammtechnik bietet Menlo Systems aber auch zahlreiche andere leistungsfähige Produkte für optische Anwendungen an, zum Beispiel Femtosekunden-Faserlaser, die auf effiziente Weise besonders kurze Lichtblitze erzeugen. Mit diesen lassen sich etwa neurologische Prozesse durchleuchten oder Materialien bearbeiten. Zur Produktpalette des Martinsrieder Unternehmens gehören zudem Systeme, die Frequenzkämme im Terahertzbereich erzeugen. Diese lassen sich unter anderem bei Qualitätskontrollen etwa in der Kunststoff- und Lebensmittelindustrie einsetzen.

## Genetischer Fingerabdruck

Bestimmte DNA-Abschnitte können eine Vaterschaft sicher nachweisen

„Luke, ich bin dein Vater!“ – so offen wie Darth Vader im Leinwandepos *Star Wars* geben Väter nicht immer Auskunft über die Vaterschaft für ein Kind. Meldet eine Partei Zweifel an, so wird die Sache deshalb vor Gericht geklärt, und zwar mithilfe eines Vaterschaftstests, bei dem das Erbgut von Mutter, Vater und Kind verglichen wird.

Diethard Tautz ist gewissermaßen der Vater dieses Verfahrens. Der Biologe, mittlerweile Direktor am Max-Planck-Institut für Evolutionsbiologie in Plön, identifizierte während seiner Doktorarbeit im Erbgut der Taufliege *Drosophila* spezifische DNA-Abschnitte. Bei diesen sogenannten Short Tandem Repeats handelt es sich um kurze, sich wiederholende Abfolgen sehr kurzer Basensequenzen. Tautz fand heraus, dass jedes Individuum einen charakteristischen Satz dieser tandemartigen Wiederholungen besitzt und diese genetischen Merkmale jeweils zur Hälfte vom Vater und von der Mutter übernimmt. Sie eignen sich daher zur Herkunftsbestimmung. Zusammen mit Herbert Jäckle, Direktor am Max-Planck-Institut für biophysikalische Chemie, entwickelte Tautz die Short-Tandem-Repeat-Methode, ein Verfahren für den genetischen Fingerabdruck, mit dem eine Vaterschaft mit voller Sicherheit nachgewiesen werden kann. Dieses Verfahren ist mittlerweile auch die gängige Methode zur Identitätsbestimmung in der Kriminalistik.

Im Jahre 1993 hat die Max-Planck-Gesellschaft eine Lizenz dafür an das US-amerikanische Unternehmen Research Genetics vergeben, 1996 hat die ebenfalls in den Vereinigten Staaten ansässige Firma Promega zudem eine Unterlizenz erworben.