



Eine wichtige Energiequelle: die Sonne – hier erstrahlt sie über dem neuen Hörsaalgebäude der Chemie auf dem Campusbereich Seltersberg.

Sonnenlicht

## Saubere und nachhaltige Energie gewinnen

**str.** Sonnenlicht ist eine erneuerbare und besonders reichhaltige Quelle, um die Energieversorgung der Zukunft zu gewährleisten. JLU-Forscherinnen und -Forscher am Physikalisch-Chemischen Institut haben deshalb die Umwandlung von Sonnenenergie und die Produktion solarer Brennstoffe zu ihrem Forschungsschwerpunkt gemacht und fragen sich: Wie kann man mithilfe neuer Materialien die Sonnenenergie optimal nutzen und speichern? Dazu stellt die Emmy-Noether Nachwuchsgruppe um Dr. Roland Marschall nanostrukturierte Materialien her, mit maßgeschneiderten Eigenschaften, optimierten Oberflächen und Funktionalitäten sowie eingestellten Partikelgrößen und -formen.

Die katalytischen Eigenschaften dieser neuen Materialien untersuchen die Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler

in photokatalytischen und photoelektrochemischen Reaktionen, dazu gehört zum Beispiel die Wasserstoff-Erzeugung aus Wasser. Auf diese Art hergestellter Wasserstoff als Energieträger stellt eine mögliche Alternative zu bisher genutzten fossilen Brennstoffen dar, das Erzeugen aus der Wasserspaltung mithilfe solarer Energie einen besonders nachhaltigen Weg der Produktion.

### Wussten Sie schon, ...

... dass sich JLU-Geographinnen und -Geographen unter anderem damit beschäftigen, welche Konflikte beim Bau neuer Windkraftanlagen entstehen? Die Veränderungen, die sich durch die Nutzung erneuerbarer Energien ergeben, sind enorm, nicht nur im technischen, sondern auch im sozialen und politischen Bereich. Wie dabei entstehende Konflikte auf kommunaler Ebene künftig vermieden werden können, untersuchen Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler an der Professur für Raumplanung und Stadtgeographie von Prof. Dr. Christian Diller. Sie nehmen vor allem regionale Besonderheiten in den Blick. So zeigte die „Akzeptanzstudie Vogelsberg“, dass sich Touristen durch die dortigen Windräder entgegen anderslautender Befürchtungen kaum gestört fühlen.



Foto: Colubron.de

### IMPRESSUM

**Herausgeber:** Der Präsident der Justus-Liebig-Universität Gießen  
**forumforschung** erscheint zwei Mal jährlich mit dem **uniforum**  
**Redaktion:** Sara Strüßmann (str), verantwortlich, Charlotte Brückner-Ihl (chb), Lisa Dittrich (dit), Caroline Link (cl)  
 Pressestelle der JLU, Postfach 11 14 40, 35390 Gießen (Ludwigstraße 23),  
 Telefon: 0641 99-12041, Fax: 0641 99-12049,  
 pressestelle@uni-giessen.de, www.uni-giessen.de  
**Layout:** Wolfgang Polkowski  
**Druck:** Druckerei H. Bender GmbH  
**Titelbild:** Dr. Kathrin Buchholz inspiziert rote Blutzellen, die mit Malaria-Parasiten infiziert sind. Die Wissenschaftlerin ist mit einem Marie-Skłodowska-Curie Fellowship bei Prof. Katja Becker tätig. Foto: Rolf K. Wegst

# forum forschung

3. Jahrgang · 2016 · Nr. 1

JUSTUS-LIEBIG-  
UNIVERSITÄT  
GIESSEN



## Forschen für die Ärmsten

Interdisziplinäres Team entwickelt wirkungsvolle Malaria-Medikamente

Im Gespräch: Prof. Jürgen Bast

## Perspektive der Integration



Prof. Jürgen Bast (48) lehrt seit 2013 Öffentliches Recht und Europarecht an der JLU. Zuvor war er Professor für Völker- und Europarecht an der Radboud Universität Nijmegen. Seine Arbeitsschwerpunkte sind das Migrationsrecht sowie Studien zu Bürgerschaft und das Europäische Verfassungsrecht.

Prof. Bast habilitierte sich zu Fragen des Einwanderungsrechts, unter anderem dem Schutz der Grund- und Menschenrechte von Migranten.

Interview: Georg Kronenberg

**forumforschung:** In Deutschland machen sich einige Politiker vehement für Obergrenzen bei der Aufnahme von Asylsuchenden stark. Ist das überhaupt mit europäischem Recht vereinbar?

**Bast:** Das Flüchtlingsrecht in Deutschland wird heute maßgeblich durch EU-Gesetze bestimmt. Der europäische Gesetzgeber hat sich dafür entschieden, das Asylrecht als einen individuellen Rechtsanspruch auszugestalten: Man hat ein einklagbares Recht auf Asyl, wenn im Herkunftsland schwere Menschenrechtsverletzungen drohen. Wir in Deutschland hatten ja bis zur Änderung des Grundgesetzes Anfang der 1990er Jahre etwas ganz Ähnliches. Die Gewährung von Asyl in der EU ist damit keine politische Frage, über die die Regierungen entscheiden, sondern eine juristische Frage, die vor den Gerichten ausgefochten wird. Unsere Politiker sollten also ehrlich sagen, dass es in einem solchen System keine Obergrenzen geben kann.

**forumforschung:** Die gerechte Verteilung der Flüchtlinge in der Europäischen Union funktioniert nicht. Woran liegt das?

**Bast:** Die EU hat es in ruhigeren Zeiten versäumt, einen Solidaritätsmechanismus zu schaffen, der die Lasten gerecht verteilt, die mit der Gewährung von Asyl verbunden sind. Wohlgermerkt, es geht nicht unbedingt um eine gleichmäßige Verteilung der Menschen, sondern der Lasten. Es kann durchaus auch andere Solidaritätsmechanismen geben, etwa den Ausgleich der Kosten für die Erstunterbringung aus einem gemeinsamen Fonds. In Zeiten großer Flüchtlings-



Ein Beitrag zur Solidarität: Prof. Bast fordert, anerkannte Flüchtlinge von Beginn an als Neubürgerinnen und -bürger Europas zu behandeln, die sich in der EU frei bewegen dürfen.

zahlen und lautstarker Populisten fällt es verständlicherweise schwer, das Versäumte nachzuholen.

**forumforschung:** Was halten Sie vom Abkommen der EU mit der Türkei?

**Bast:** Ich habe große rechtliche Bedenken. Nach den europäischen Asylgesetzen kann man einen Asylsuchenden nur dann in einen Transitstaat zurückschicken, wenn dieser Staat die hohen Anforderungen an einen „sicheren Drittstaat“ erfüllt. Dafür reicht es aber nicht aus, wenn die Flüchtenden in dem betreffenden Land nicht mehr verfolgt werden. Der Drittstaat muss auch ein leistungsfähiges eigenes System des Flüchtlingsschutzes aufweisen. Bei beidem habe ich im Fall der Türkei erhebliche Zweifel. Hinzu kommt, dass Flüchtlingen gegen ihre Zurückweisung direkt aus der Türkei in der EU offenstehen muss. Eine pauschale Zurückweisung ohne ein faires Verfahren ist ausgeschlossen.

**forumforschung:** An dem Problem der Verteilung ändert sich durch die Absprache mit der Türkei doch wenig?

**Bast:** Die Absprache sieht vor, dass die EU-Staaten ein bestimmtes Kontingent von Flüchtlingen direkt aus der Türkei aufnehmen. Solche Schritte hätte man schon viel früher unternehmen müssen, dann wären vielleicht weniger Menschen bei ihrer gefährlichen Flucht über das Mittelmeer ge-

storben. Aber Sie haben Recht, das Problem der fehlenden Solidarität stellt sich auch hier, das muss der europäische Gesetzgeber regeln, zur Not mit Mehrheitsbeschluss.

**forumforschung:** Sie haben ein Konzept für die Verteilung vorgeschlagen. Wie sieht das aus?

**Bast:** Zunächst einmal: Mein Vorschlag geht davon aus, dass wir in Europa unsere Verantwortung für den Schutz von Flüchtlingen selbst wahrnehmen, statt sie auf Nachbarn wie die Türkei abzuwälzen. Im ersten Schritt sollten die ankommenden Flüchtlinge in den Staaten an den Außengrenzen der EU registriert und ihr Schutzbedarf dort zügig geklärt werden. Das ist die Regel, die bereits jetzt gilt, wenn kein anderer Staat die Zuständigkeit freiwillig übernimmt. Mein Vorschlag für eine Änderung setzt danach an, er lautet: Gebt den anerkannten Flüchtlingen das Recht, sich innerhalb der Europäischen Union frei zu bewegen, also das Recht, sich ihren zukünftigen Heimatstaat selbst auszusuchen.

**forumforschung:** Was wären die Vorteile?

**Bast:** Es ergibt wenig Sinn, Menschen in einem bürokratischen Verfahren innerhalb Europas umzuverteilen, um erst danach ihren Schutzbedarf zu klären. Ein Recht auf Freizügigkeit würde anerkannte Flüchtlinge gleichstellen mit den Bürgern der anderen EU-Staaten, also Franzosen, Polen oder

Litauern. Wir würden damit anerkennen, dass die meisten Flüchtlinge keine Aussicht auf eine baldige Rückkehr haben, und sie von Anfang an als Neubürger Europas behandeln. Der Vorschlag würde zu einer Entlastung der grenznahen Staaten führen und wäre damit ein Beitrag zur Solidarität innerhalb der EU. Nach derzeitiger Rechtslage müssen die anerkannten Flüchtlinge fünf Jahre warten, bis sie innerhalb Europas weiterwandern dürfen. Das ergibt aus der Perspektive der Integration dieser Menschen wenig Sinn.

**forumforschung:** Zu ihren Arbeitsschwerpunkten gehören das Migrationsrecht und das Flüchtlingsrecht. Drängende Themen der Zeit. Was hat Sie für diese Forschungsthemen eingenommen?

**Bast:** Beim Migrationsrecht treffen zwei meiner Forschungsinteressen als Rechtswissenschaftler zusammen: einerseits das Interesse an den rechtlichen Grundlagen der Europäischen Union, dem Europäischen Verfassungsrecht, andererseits die Frage nach den Möglichkeiten, komplexe gesellschaftliche Prozesse wie die der Migration mit den Mitteln des Rechts zu steuern, um sie demokratisch zu gestalten. Als ich mir vor etwa zehn Jahren das Migrationsrecht für meine Habilitationsschrift vorgenommen habe, war das noch eher ein Nischenthema ...

**forumforschung:** Sie sind wissenschaftlicher Leiter der Refugee Law Clinic Gießen, die studentische Rechtsberatung für Flüchtlinge organisiert. Was bringt das studentische Engagement für die Juristenausbildung?

**Bast:** Wir haben an der JLU schon vor einigen Jahren eine Refugee Law Clinic gegründet, um Theorie und Praxis in der juristischen Ausbildung schon an der Universität stärker zusammenzubringen. Wir nehmen uns dabei das angelsächsische Modell der clinical legal education zum Vorbild: Nach einer gründlichen Schulung im Flüchtlingsrecht lernen unsere Studierenden, Flüchtlinge in der Gießener Erstaufnahmeeinrichtung über das komplizierte Asylverfahren und ihre Rechte als Asylbewerber zu informieren. Wir sind stolz darauf, dass unsere Law Clinic inzwischen an vielen Universitäten Nachahmer gefunden hat und mehrfach preisgekrönt wurde.

In der 2007 gegründeten Refugee Law Clinic werden Studierende im Asyl- und Flüchtlingsrecht ausgebildet. Dabei profitieren sie besonders von der engen Zusammenarbeit mit Experten aus der Praxis, zum Beispiel Rechtsanwälten, die im Flüchtlingsrecht spezialisiert sind. Durch das Zusammenspiel von Theorie und Praxis in der Ausbildung qualifizieren sich die Studierenden für die aktive rechtliche Beratung von Asylsuchenden.

2010 wurde die RLC mit dem Hessischen Hochschulpreis für Exzellenz in der Lehre ausgezeichnet; im Dezember 2015 erhielt sie den Peter Becker-Preis für Friedens- und Konfliktforschung der Philipps-Universität Marburg.

Beitrag für eine bessere Welt

# Helfen und heilen: Moleküle gegen Malaria

Von Katja Irlé

Alexander der Große könnte an ihr gelitten haben, ebenso Friedrich Schiller und Albrecht Dürer. Im 16. Jahrhundert raffte die Malaria Mitglieder der Medici-Dynastie in den Sumpfgeländen rund um Florenz dahin – ganz zu schweigen vom hungernden Volk, bei dem die Plage ein noch leichteres Spiel hatte.

Eine Krankheit der Armen ist die Malaria heute mehr als jemals zuvor. Während sie in den reichen Ländern der Welt fast ausgerottet wurde, sterben in Afrika, Südostasien und Lateinamerika immer noch Millionen Menschen an den Folgen eines Mückenstichs – weil der Erreger Resistenzen bildet, weil es keine ausreichende ärztliche Versorgung gibt und der Anreiz zur Entwicklung neuer Medikamente für die Pharmaindustrie bisher gering ist. Katja Becker kennt die unbarmherzigen Gesetze des Marktes sehr genau. Sie arbeitet trotzdem oder gerade deshalb seit Jahren an neuen Strategien gegen den so winzigen wie wirkungsvollen einzelligen Parasiten *Plasmodium*.

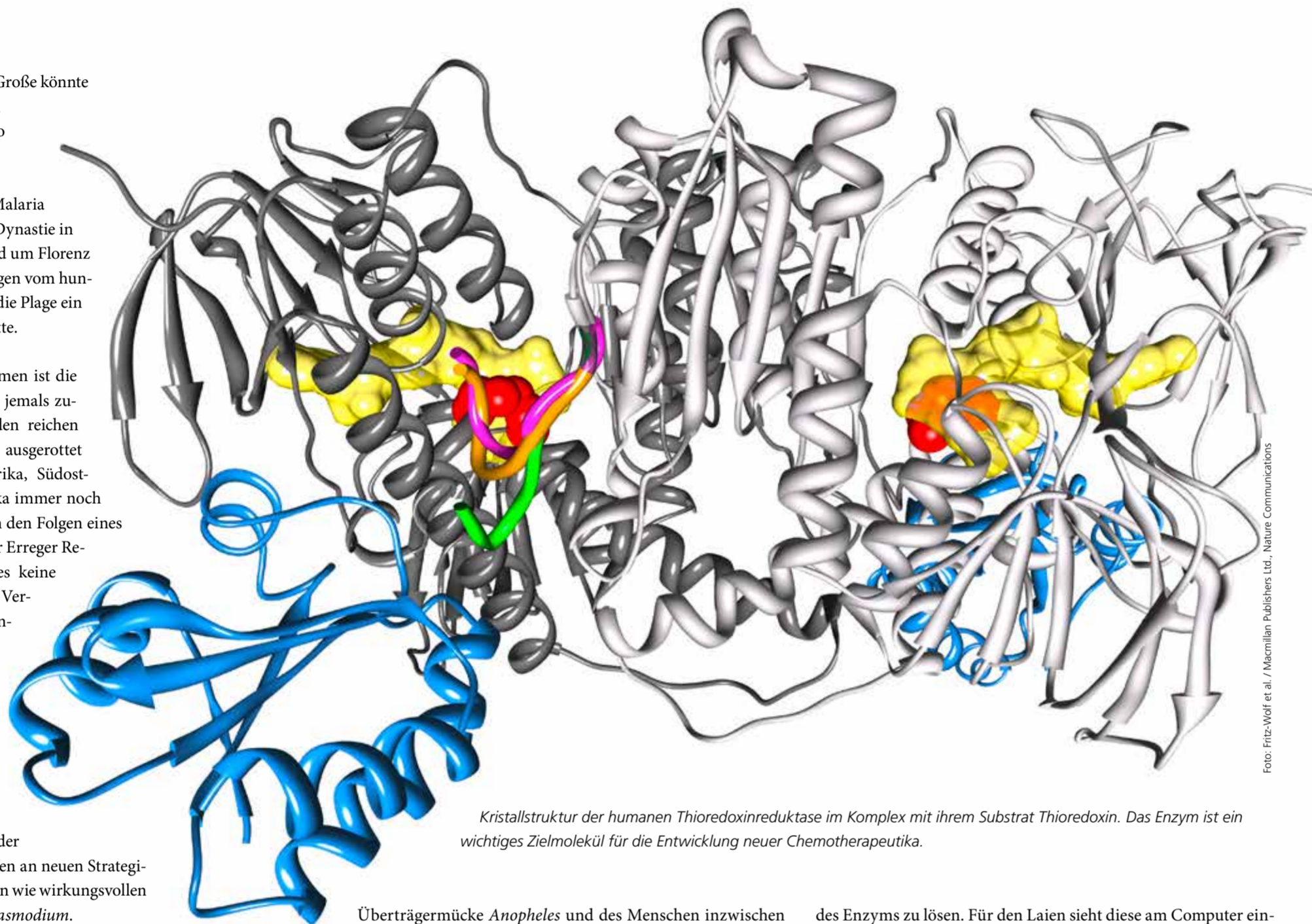
„In den letzten Jahren gab es nur eine Handvoll neuer Medikamente gegen tropische Infektionskrankheiten wie Malaria. Das stand nicht im Fokus, weil die Kundschaft kein Geld hat, um teure Medikamente zu zahlen“, sagt die Professorin für Biochemie und Molekularbiologie. Sie schildert das ganz nüchtern. Bei ihren Forschungsaufenthalten in den Malaria-Gebieten konnte sie die Folgen dieser auf Gewinnoptimierung zielenden Strategie immer wieder beobachten: Hohe Standards und teure Medikamente in den reichen Industriestaaten – mangelhafte bis gar keine medizinische Versorgung in den armen Ländern der Erde.

## Zielmolekül gesucht

Becker erinnert sich an Aufenthalte in Nigeria und Ghana. „Wenn man das einmal gesehen hat, dann sind unsere eigenen Probleme kaum verständlich. Natürlich ist jeder Schmerz individuell, aber wenn man Vergleiche mit dem Leiden der Menschen in den ärmsten Regionen zieht, dann fehlen einem manchmal die Worte.“ Auch wenn die gelernte Ärztin heute nur noch sehr selten Patientinnen und Patienten sieht, ist die Misere in den Entwicklungsländern immer noch die wichtigste Motivation für ihre Arbeit als Forscherin. „Das ist mein Beitrag dazu, dass sich die Verhältnisse in der dritten Welt irgendwann ändern“, erzählt sie, und klingt jetzt gar nicht mehr nüchtern.

Beckers Beitrag in der Malariaforschung nennt sich rationale Medikamentenentwicklung. „Rational bedeutet, dass man sich ein Zielmolekül aussucht. In unserem Fall ist das ein wichtiges Enzym im Stoffwechsel des Malaria-Parasiten, das durch ein neues Medikament gehemmt beziehungsweise ausgeschaltet werden soll“, erklärt Becker. Dabei geht es darum, genau die Stelle zu finden, an der ein Medikament beim Parasiten möglichst großen Schaden anrichtet. Das hört sich einfach an, aber dahinter steckt eine enorm aufwändige Analyse des Zielmoleküls. Das interdisziplinäre Team aus Medizinerinnen, Biologen und Chemikern muss nicht nur die Funktion des Moleküls entschlüsseln, sondern auch seine dreidimensionale Struktur genau erfassen. Es ist ein bisschen so wie beim Schneidern: Eine Tablette oder ein Serum von der Stange nützt den Malaria-Forscherinnen und -Forschern nichts. Sie brauchen ein maßgeschneidertes Medikament, das genau zur Struktur des Enzyms passt.

Bei der Suche nach einem geeigneten Zielmolekül kommt der Arbeitsgruppe die Genom-Forschung zur Hilfe, die Analyse von Erbbausteinen. So sind die Genome des Malariaerregers, der



Kristallstruktur der humanen Thioredoxinreduktase im Komplex mit ihrem Substrat Thioredoxin. Das Enzym ist ein wichtiges Zielmolekül für die Entwicklung neuer Chemotherapeutika.

Überträgermücke *Anopheles* und des Menschen inzwischen entschlüsselt, und das Team kann in Datenbanken nach Genen beziehungsweise Enzymen suchen, die als Zielmoleküle besonders geeignet sind. Trotzdem bleibt es ein hochkomplexer Vorgang, wie Becker erläutert: „Der Mensch hat etwa 35.000 Gene, der einzellige Malaria-Parasit *Plasmodium* immerhin noch etwa 5.000. Und die wirkliche Funktion eines Enzyms versteht man erst, wenn man es im Labor untersucht.“

Ein ideales Zielmolekül ist für das Überleben des Parasiten essentiell und kommt im menschlichen Wirt gar nicht vor. So können Nebenwirkungen minimiert werden. „Haben wir ein interessantes Zielmolekül ausgewählt, können wir das Gen klonieren und Bakterien damit beauftragen, das entsprechende Enzym für uns herzustellen. Nach der Reinigung des Enzyms untersuchen wir seine Funktion und seine Hemmbarkeit durch mögliche neue Wirkstoffe“, sagt die Forscherin: „Das alles geht nur mit Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftlern, die sehr viel Erfahrung auf ihrem Gebiet haben.“

Einer der spannendsten, aber auch heikelsten Momente im langwierigen Prozess der rationalen Medikamentenentwicklung ist es, wenn die Forscherinnen und Forscher das Enzym kristallisieren, um die dreidimensionale Struktur des Zielmoleküls aufzuklären. „Mit der Struktur an der Hand können Hemmstoffe ganz gezielt optimiert werden“, sagt Becker. Manche Kristalle wachsen so schnell, dass man den Prozess sogar unter dem Mikroskop verfolgen kann, andere Kristalle wiederum brauchen viele Wochen, um zu entstehen, und an manchen Bedingungen wurde in der Arbeitsgruppe offenbar 15 Jahre lang gefeilt. „Wenn eine Kristallisation gelingt, freut sich immer das ganze Labor – und außerdem sind Proteinkristalle wunderschön“, schwärmt Becker und zeigt auf Poster an der Wand in ihrem Arbeitszimmer. Die Gebilde darauf sehen aus wie Eiskristalle oder funkelnde Diamanten – und man ahnt, dass ihre Herstellung zu den ästhetischen Sternstunden im Arbeitsleben der Wissenschaftlerin gehört.

## Wunderschöne Kristalle

In einem Kristall sind die Moleküle wie in einer Apfelplantage aufgereiht. Dann wird der Kristall mit Röntgenstrahlen bestrahlt. „Am Beugungsmuster können wir schließlich die Aufenthalts-Wahrscheinlichkeit der Atome bestimmen“, erklärt Becker den komplexen Vorgang. Mit Hilfe von mathematischen Verfahren gelingt es, die dreidimensionale Struktur

## Von Mücken und Menschen

Malaria ist fast so alt wie die Menschheit. Die frühesten Aufzeichnungen über die Fieberkrankheit stammen aus dem alten Ägypten und aus China. Noch heute bedroht Malaria die Hälfte der Weltbevölkerung. Jedes Jahr sterben eine halbe Million Menschen an ihren Folgen, die meisten von ihnen sind Kinder in den ärmsten Regionen der Welt. Zwar wird seit Jahrzehnten nach einem Impfstoff gesucht, doch einen wirklichen Durchbruch gibt es noch nicht. Deshalb gehen Forscherinnen und Forscher auch andere Wege, um Malaria zu stoppen. Die Gießener Medizinerin und Biochemikerin Katja Becker und ihr Team haben eine Möglichkeit gefunden, das zerstörerische Wirken des Malaria-Parasiten zu durchkreuzen: Sie bekämpfen ihn auf der Molekülebene.

## Gefährlicher Kreislauf

Der einzellige Parasit *Plasmodium* ist der Verursacher der Malaria. Er vermehrt sich in Mücken und Menschen. Übertragen wird die Krankheit durch den Stich einer weiblichen *Anopheles*-Mücke, die den Erreger so in den menschlichen Körper einschleust. Die Erreger wandern in die Leber und werden von dort aus ins Blut abgegeben. Dort befallen sie die roten Blutkörperchen (Erythrozyten) und vermehren sich. Irgendwann reißt das Blutkörperchen auf, und die neu herangebildeten Parasiten befallen wiederum neue Erythrozyten. Und damit explodiert die Krankheit im Körper: Bei der gefährlichsten Form der Krankheit, die Prof. Katja Becker und ihr Team untersuchen, der Malaria tropica, geht das rasend schnell – der Parasit bildet in 48 Stunden 16 Nachkommen.

Neben diesem fatalen Kreislauf kommen aber weitere Faktoren hinzu, die aus der Malaria eine so bedrohliche Krankheit machen. Um sich optimal zu entwickeln, brauchen die Parasiten hohe Temperaturen und Sumpfgelände, in denen die Mücken brüten können. Schlechte Lebensbedingungen, mangelnder Zugang zu sauberem Trinkwasser und zu medizinischer Versorgung tun ein Übriges, um das Erkrankungs-Risiko zu steigern. Deshalb spricht man bei der Malaria auch von einer armutsbedingten Krankheit.



Proteinkristalle unter dem Mikroskop. Manchen der Kristalle können Prof. Katja Becker und ihr Team fast beim Wachsen zusehen.

des Enzyms zu lösen. Für den Laien sieht diese am Computer eingefärbte Struktur später aus wie ein Tanz langgezogener Spiralen. Die Forscherinnen und Forscher sehen darin genau, wie das Parasiten-Enzym, also das Zielmolekül aussieht. Erst jetzt können sie maßgeschneiderte Hemmstoffe entwickeln, die genau an den Bindetaschen des Enzyms andocken – und es so blockieren können.

Mit dem gefundenen Hemmstoff ist die Arbeit aber noch lange nicht beendet. Zum einen müssen die Expertinnen und Experten den Hemmstoff noch am Parasiten testen. Zum anderen müssen sie sichergehen, dass er tatsächlich nur den Parasiten schädigt und keine Nebenwirkungen für den Menschen hat. Und erst wenn das alles geklärt ist, weisen Ärztinnen und Ärzte in klinischen Studien bei Malaria-Kranken nach, dass das neue Wundermittel auch wirkt. Oft vergehen mehr als zehn Jahre, bis ein tatsächlich wirksames Medikament entsteht und auf den Markt kommt.

Hier schließt sich der Kreis: „Viele Pharmafirmen haben ihre Abteilungen für Malaria-Forschung geschlossen und setzen stattdessen auf andere Bereiche, etwa die Schmerz- oder Krebstherapie“, erzählt Becker. Aber sie hat Hoffnung, dass sich das ändert – und zwar wieder aus ganz rationalen und marktorientierten Gründen: „Die steigende Mobilität der Menschen rund um den Globus und der Klimawandel führen dazu, dass sich die vernachlässigten und armutsbedingten Tropenkrankheiten auch in den Industrienationen wieder ausbreiten können“, sagt die Forscherin. Als Beispiel nennt sie die aktuelle Debatte über das von Mücken übertragene Zika-Virus.

Deshalb möchte Becker gemeinsam mit Expertinnen und Experten anderer Universitäten sowie dem Paul-Ehrlich-Institut die rationale Medikamentenentwicklung für Tropenerkrankungen auf eine breitere Basis stellen und die Kapazitäten bündeln. „Mehr als eine Milliarde Menschen in 149 Ländern der Erde leiden unter Krankheiten, die durch Infektionserreger wie Parasiten, Bakterien, Viren oder Pilze verursacht werden“, sagt Becker. Sie zu bekämpfen, um den Armutskreislauf zu unterbrechen und die globale Ausbreitung von Krankheiten zu verhindern, sei eine humanitäre Notwendigkeit.

