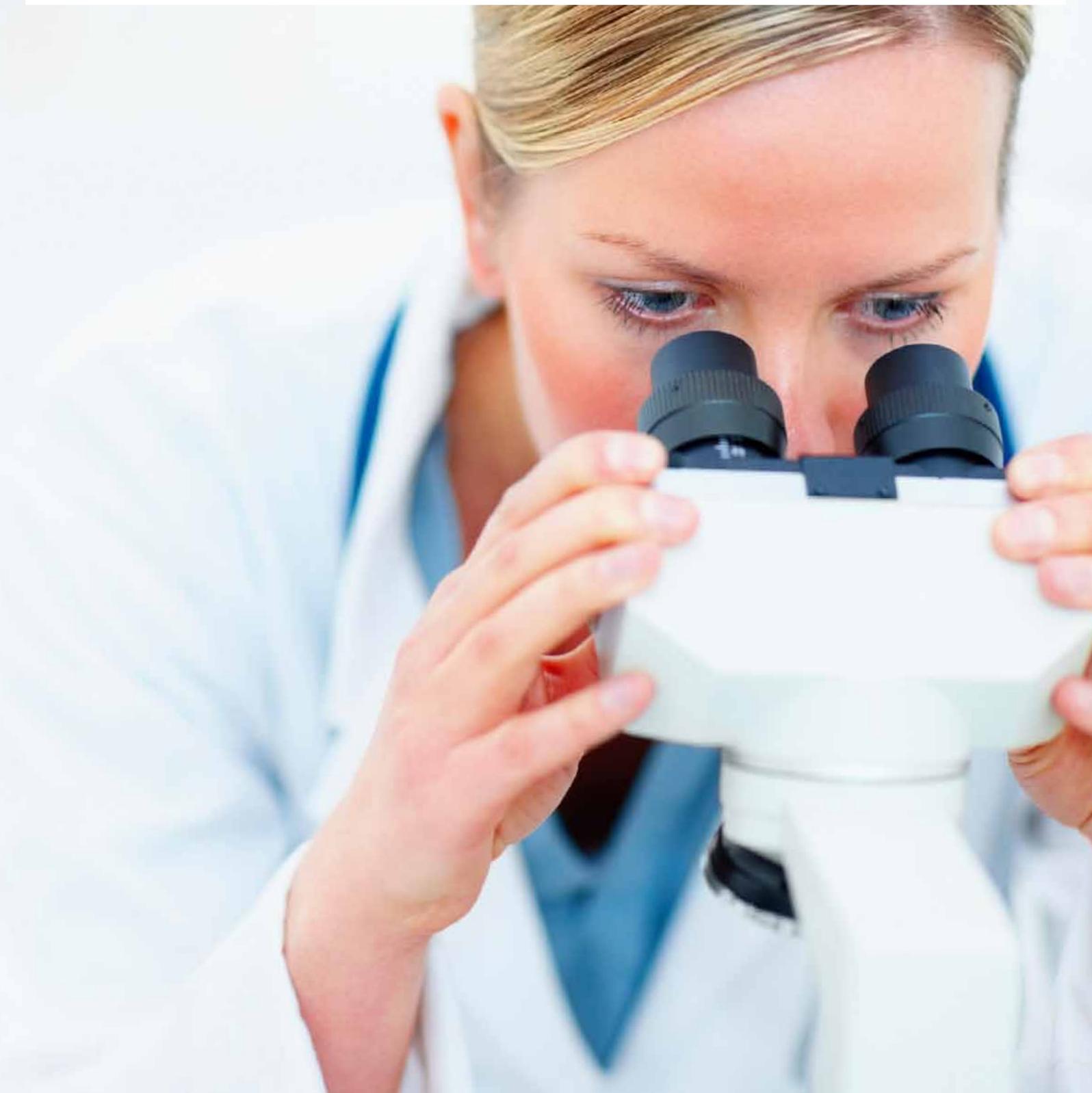




Bundesministerium  
für Bildung  
und Forschung

# Aktuelle Ergebnisse der Gesundheitsforschung

Newsletter 74 | August 2015





# Aktuelle Ergebnisse der Gesundheitsforschung

## Inhaltsverzeichnis

<b>Aktuelle Themen</b>	<b>2</b>
<hr/>	
<b>Lecker, fetthaltig und doch gesund</b> .....	<b>2</b>
Wie Lebensmittel mit gesunden Fetten angereichert werden können	
<b>„Für die Erforschung psychischer Störungen bedarf es konzentrierter und vernetzter Forschungsanstrengungen“</b> .....	<b>5</b>
Interview mit Professor Michael Bauer, Sprecher des Forschungsnetzes zu psychischen Erkrankungen	
<b>Antipsychotika im Fokus</b> .....	<b>8</b>
Studie belegt, dass neue Antipsychotika wirksamer sind als Medikamente der alten Generation	
<b>Fachthemen</b>	<b>10</b>
<hr/>	
<b>Computermodell ermöglicht maßgeschneiderte Krebstherapie</b> .....	<b>10</b>
Forschungsteam entwickelt Simulator, der Schwachstellen des Tumors aufdeckt	
<b>Prostatakrebs: Wie bösartig ist der Tumor?</b> .....	<b>12</b>
Neuer Biomarker könnte Hinweise auf den Verlauf der Erkrankung geben	
<b>Wenn das Immunsystem zum Feind wird</b> .....	<b>14</b>
Der Entstehung chronisch entzündlicher Erkrankungen auf der Spur	

## Aktuelle Themen

# Lecker, fetthaltig und doch gesund

## Wie Lebensmittel mit gesunden Fetten angereichert werden können

**Fett – so die gängige Meinung – ist ungesund und macht dick. Doch es gibt auch gesunde Fette. Von diesen nehmen die meisten Menschen aber viel zu geringe Mengen zu sich. In Zusammenarbeit mit der Lebensmittelindustrie haben Wissenschaftler nun eine Technologie entwickelt, mit der gesunde Fette in verschiedenen Lebensmitteln angereichert werden können. Die Idee ist, mit diesen Lebensmitteln den Anteil der gesunden Fette in der täglichen Ernährung zu erhöhen. Dass solche Lebensmittel tatsächlich dazu beitragen können, beispielsweise Risikofaktoren für Herz-Kreislauf-Erkrankungen zu senken, hat nun eine Studie ergeben.**

Manche Menschen kratzen sich die Butter vom Brot und schneiden beim Grillfleisch den Fettrand ab, denn Fett hat einen schlechten Ruf. Aber Fett ist nicht gleich Fett. Der menschliche Körper braucht die Moleküle dringend zum Leben, da Fettsäuren beispielsweise unverzichtbare Bausteine von Zellmembranen sind. Den Verzehr von gesättigten Fetten, wie sie im Fettrand vom Fleisch und der Butter enthalten sind, sollte man jedoch möglichst gering halten. Im Gegensatz dazu sollten Fette mit einfach und mehrfach ungesättigten Fettsäuren, insbesondere langkettigen Omega-3-Fettsäuren, einen höheren Stellenwert in unserer täglichen Ernährung einnehmen, da ihr Verzehr beispielsweise das Herzinfarktrisiko senken und entzündungshemmend wirken kann.

### **Gesundes Fett steckt in Pflanzen und Fischen**

Enthalten sind die gesunden Omega-3-Fettsäuren in pflanzlichen Ölen

wie Echium- und Leinöl oder in verschiedenen Fischarten wie Lachs oder Sardinen. Die Europäische Behörde für Lebensmittelsicherheit empfiehlt Erwachsenen, täglich langkettige Omega-3-Fettsäuren zu sich zu nehmen, und zwar ein viertel bis ein halbes Gramm. Um Herz-Kreislauf-Erkrankungen vorzubeugen, ist mindestens ein halbes Gramm nötig. „Aber die Realität unserer Ernährung sieht anders



Gesunde Omega-3-Fettsäuren sind in pflanzlichen Ölen wie Echium- und Leinöl und in verschiedenen Fischarten wie Lachs oder Sardinen enthalten.

aus“, sagt Professor Gerhard Jahreis. „Im Durchschnitt nehmen wir alle deutlich weniger als die empfohlene Menge an langkettigen Omega-3-Fettsäuren zu uns. Der Grund ist, dass die natürlichen Quellen für diese Fette in unserer täglichen Nahrung oft nicht ausreichen, um den empfohlenen Bedarf zu decken.“ Es sind also Alternativen nötig, um die tägliche Zufuhr dieser Fettsäuren zu erhöhen.

Professor Jahreis, Leiter des Lehrstuhls für Ernährungsphysiologie an der Friedrich-Schiller-Universität Jena, hat sich deshalb mit mehreren Kooperationspartnern aus Industrie und Lebensmitteltechnologie zusammengetan, um neuartige Lebensmittel herzustellen. Lebensmittel, in denen die ungesunden gesättigten Fettsäuren durch gesunde Omega-3-Fettsäuren ausgetauscht wurden.

### **Problem gelöst: Lebensmittel schmecken nicht ranzig und riechen nicht fischig**

Was einfach klingt, ist in der Umsetzung eine große Herausforderung. „Denn die eine Schwierigkeit mit ungesättigten Fettsäuren wie Omega-3-Fettsäuren ist, dass sie nicht stabil sind und schnell ranzig werden. Oxidation ist das chemisch präzise Wort dafür“, erklärt Jahreis. „Hinzu kommt, dass Omega-3-Fettsäuren einen charakteristischen fischigen Geschmack haben. Diesen zu maskieren ist nicht einfach.“

Ziel des vom Bundesforschungsministerium unterstützten Projektes „Allipids“ war es deshalb, den Anteil der Omega-3-Fettsäuren in herkömmlichen Lebensmitteln wie Wurst, Brötchen, süßen und herzhaften Brotaufstrichen und Milchprodukten zu erhöhen – ohne den Geschmack nachteilig zu verändern und gleichzeitig die Haltbarkeit und Stabilität der Produkte zu gewährleisten.

Hierzu haben die Forscherinnen und Forscher eine Technologie entwickelt, um den natürlichen Fettanteil der Lebensmittel durch Öle, die reich an

Omega-3-Fettsäuren sind, zu ersetzen. „Das Geheimnis sind spezielle Emulsionen, welche die Fette vor Oxidation schützen und den charakteristischen Geruch und Geschmack maskieren. Mithilfe dieser Emulsionen können wir nun problemlos Omega-3-Fettsäuren in verschiedenen Lebensmitteln anreichern“, sagt Jahreis.



Fett ist nicht gleich Fett. Im Vergleich zu gesättigten Fetten, wie sie zum Beispiel in Butter oder im Fettrand von Fleisch enthalten sind, sollten ungesättigte Fettsäuren einen höheren Stellenwert in der täglichen Ernährung einnehmen.

### **Schutz fürs Herz: Blutfettwerte verbessern sich**

Anschließend wurden die mit Omega-3-Fettsäuren angereicherten Lebensmittel in einer Studie von Personen mit erhöhtem kardiovaskulären Risiko im Vergleich zu Kontrollprodukten getestet. Letztere hatten einen ähnlich hohen Fettgehalt, aber eine andere Fettsäuren-Verteilung. Im Ergebnis zeigte sich, dass die Studienteilnehmerinnen und -teilnehmer durch den Verzehr der Lebensmittel – angereichert mit Ölen, die reich an Omega-3-Fettsäuren sind (z. B. Leinöl) – tatsächlich deutlich mehr langkettige Omega-3-Fett-



Wurst, Roggenbrötchen und Knäckebrot mit Schokofüllung – drei Produkte, die für die Studie mit Omega-3-Fettsäuren angereichert wurden.

säuren im Körper enthielten. Dies führte beispielsweise zu einer nachweisbaren Verbesserung der Blutfettwerte der Probandinnen und Probanden: Das Gesamtcholesterin, das LDL-Cholesterin und das Verhältnis zwischen LDL- und HDL-Cholesterin im Blut nahmen ab. „Das zeigt, dass unsere neuen Lebensmittel einen kardioprotektiven Effekt haben, also die Risikofaktoren für Herz-Kreislauf-Erkrankungen positiv beeinflussen“, beschreibt Jahreis.

### Gesunde Fette auch bei Gelenkrheuma hilfreich

In einer weiteren Studie untersuchten Jahreis und sein Team den Einfluss der mit Omega-3-Fettsäuren angereicherten Lebensmittel auf die krankheitsbedingten Beschwerden bei Gelenkrheuma, der rheumatoiden Arthritis. Bei dieser chronisch-entzündlichen Erkrankung leiden die Betroffenen unter druckschmerzhaften Gelenken. Durch den Verzehr der Omega-3-reichen Lebensmittel – bei Weiterführung der verordneten Therapien – konnten diese Beschwerden statistisch signifikant reduziert werden. Auch die Entzündungswerte im Blut der Patientinnen und Patienten nahmen ab. „Diese Studie zeigt, dass die Lebensmittel neben einer kardioprotektiven auch eine entzündungshemmende Wirkung entfalten können.

Aus unserer Sicht eignen sich die mit Omega-3-Fettsäuren angereicherten Lebensmittel deshalb zur Prävention kardiovaskulärer und weiterer ernährungsmitbedingter Erkrankungen“, resümiert Jahreis.

Bis die neu entwickelten Lebensmittel als markt-reife Produkte für den Konsumenten verfügbar sein werden, wird noch einige Zeit vergehen.

### Alternative zum Fischöl

Für die Anreicherung der Lebensmittel nutzen Jahreis und seine Kolleginnen und Kollegen ausschließlich Pflanzenöle wie Leinöl oder Öl aus Mikroalgen. „Wegen der Knappheit der Fischressourcen und der

Überfischung der Weltmeere setzen wir bewusst kein Fischöl als Quelle für Omega-3-Fettsäuren ein. Unsere Untersuchungen haben ergeben, dass auch pflanzliche Öle mit einem substantiellen Anteil an hochungesättigten Fettsäuren in Verbindung mit Mikroalgenöl eine ideale Kombination für die Prävention von kardiovaskulären Erkrankungen darstellen“, betont Jahreis.

---

#### Ansprechpartner:

Prof. Dr. Gerhard Jahreis  
Friedrich-Schiller-Universität Jena  
Institut für Ernährungswissenschaften  
Dornburger Straße 24  
07743 Jena  
Tel.: 03641 949-610  
Fax: 03641 949-612  
E-Mail: [gerhard.jahreis@uni-jena.de](mailto:gerhard.jahreis@uni-jena.de)

---

# „Für die Erforschung psychischer Störungen bedarf es konzentrierter und vernetzter Forschungsanstrengungen“

Interview mit Professor Michael Bauer, Sprecher des Forschungsnetzes zu psychischen Erkrankungen

In Deutschland leiden mindestens 40 Prozent aller Menschen im Laufe ihres Lebens an einer psychischen Erkrankung. Sowohl für die Betroffenen als auch für die Angehörigen stellen sie eine erhebliche Belastung dar und sind der häufigste Grund für Frühverrentungen. Das Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) fördert deshalb in den nächsten vier Jahren mit bis zu 35 Millionen Euro ein neues Forschungsnetz zu psychischen Erkrankungen. Im Februar 2015 haben die Forschungsgruppen ihre Arbeit aufgenommen. Professor Dr. Dr. Michael Bauer ist Sprecher des Forschungsnetzes und Direktor der Klinik und Poliklinik für Psychiatrie und Psychotherapie am Universitätsklinikum Dresden. Im Interview spricht er über die Ziele des Forschungsnetzes und eine neue Smartphone-App.

Was genau verbirgt sich hinter dem „Forschungsnetz psychische Erkrankungen“?

**Professor Dr. Dr. Michael Bauer:** Das vom BMBF für vier Jahre geförderte „Forschungsnetz psychische Erkrankungen“ ist ein bundesweiter Zusammenschluss von neun Forschungsverbänden. Jeder einzelne Verbund besteht aus bis zu neun Partnerinstitutionen, die überwiegend an den psychiatrischen Universitätsklinken der medizinischen Fakultäten angesiedelt sind. Alle wichtigen psychischen Erkrankungen werden in diesem Netzwerk beforscht.

## „ Psychische Erkrankungen sind hochkomplexe Gehirnerkrankungen mit multifaktoriellen Ursachen “

Professor Dr. Dr. Michael Bauer

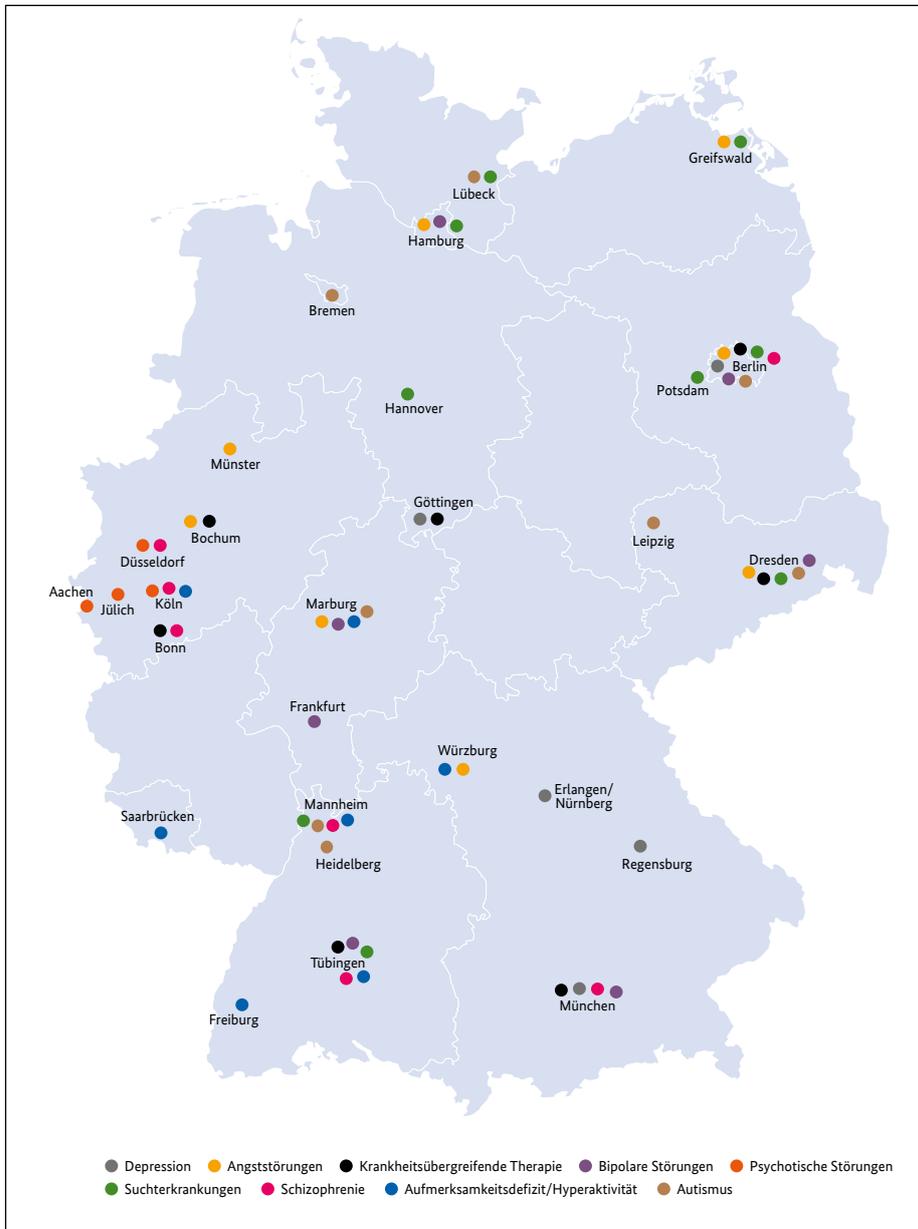
Wie kommt es bei einem Zusammenschluss von neun Forschungsverbänden zu einer gemeinsamen Strategie im Forschungsnetz?

Psychische Erkrankungen sind hochkomplexe Gehirnerkrankungen mit multifaktoriellen Ursachen, deren Entstehung und Verlauf auch durch Umweltfaktoren und das soziale Umfeld der betroffenen Personen beeinflusst werden. Einzelne universitäre Institutionen können heute solche komplexen Fragestellungen nicht mehr alleine beantworten oder methodisch hochwertige klinische Studien erfolg-



Professor Dr. Dr. Michael Bauer, Sprecher des Forschungsnetzes und Direktor der Klinik und Poliklinik für Psychiatrie und Psychotherapie am Universitätsklinikum Dresden

reich durchführen. Neben der notwendigen Expertise in verschiedenen Bereichen, die ein einzelner Forschungsstandort nicht vorhalten kann, bedarf es bei der Entwicklung neuer Therapieformen institutions-



Neun Forschungsverbände mit mehr als 50 wissenschaftlichen Einrichtungen bilden das neue Forschungsnetz zu psychischen Erkrankungen.

übergreifender Anstrengungen. Im Forschungsnetz wird diese Expertise unter den Partnern ausgetauscht. Regelmäßige Zusammenkünfte und Konferenzen sollen diesen Austausch fördern. Neben den einzelnen Forschungsprojekten der Verbände wird es auch drei sogenannte Querschnittsprojekte geben, in denen krankheitsübergreifend nach gemeinsamen Ursachen der Krankheitsentwicklung und nach neuen Diagnostikmöglichkeiten gesucht wird.

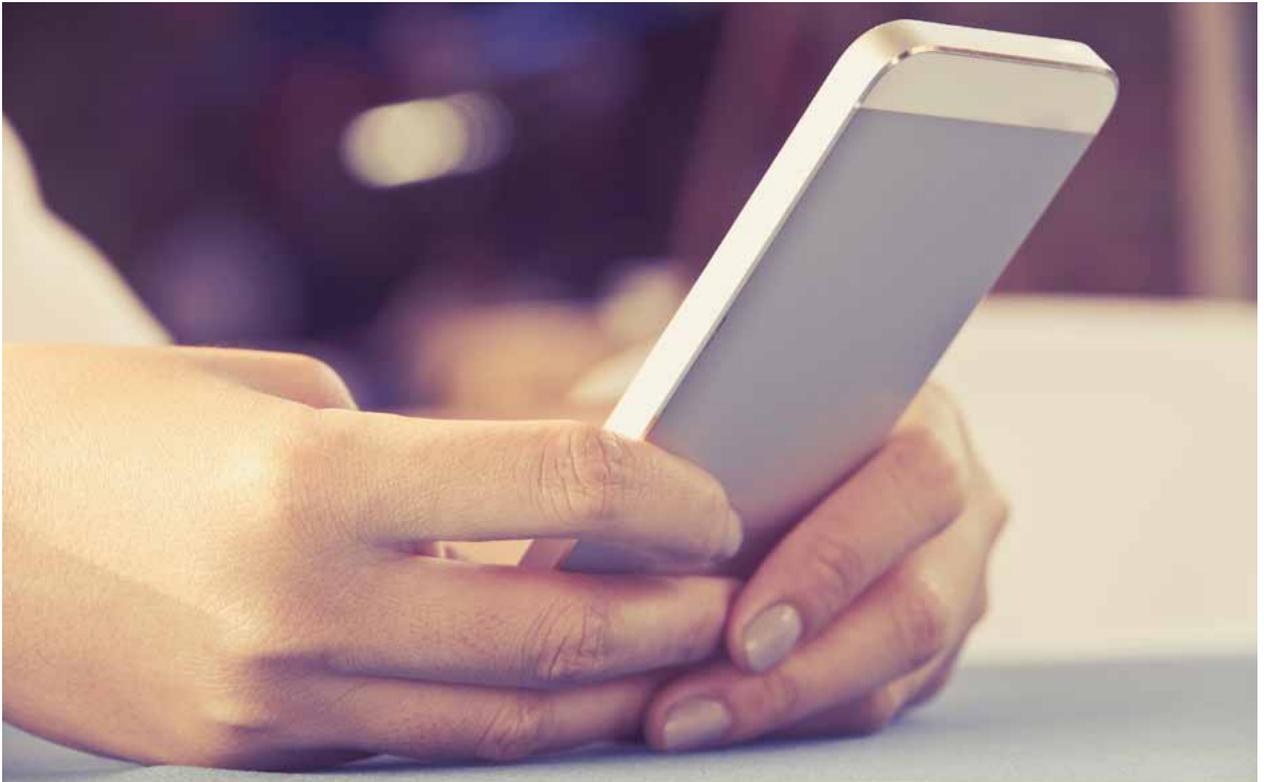
*Was kann das Forschungsnetz zu einer besseren Erforschung psychischer Störungen und zu einer besseren*

*Versorgung der Betroffenen beitragen?*

Der Bedarf an wissenschaftlich begründeten Konzepten für eine nachhaltig wirksame Prävention, Diagnostik, Therapie und Nachsorge von psychischen Erkrankungen ist enorm hoch. Solche Konzepte sollen im Forschungsnetz erforscht und optimiert werden. Hierfür werden insgesamt mehr als 50 wissenschaftliche Einrichtungen aus ganz Deutschland gemeinsam an den bedeutendsten psychischen Erkrankungen unserer Zeit forschen, das sind Schizophrenie und psychotische Störungen, bipolare Störungen, Depressionen, Angststörungen, Suchterkrankungen, ADHS und Autismus. Zudem werden krankheitsübergreifende Konzepte zur Anwendung von Stimulationstechniken des Gehirns erforscht.

*Welche konkreten Projekte werden Sie im Netz auf den Weg bringen?*

Ein Kernthema verschiedener Verbände ist eine verbesserte Prävention psychischer Erkrankungen. Zum Beispiel möchten wir Menschen dabei unterstützen, frühzeitig zu erkennen, ob sie ein erhöhtes Risiko für bestimmte psychische Erkrankungen haben. Ein weiteres Ziel des Forschungsnetzes ist es, sogenannte Prodromal-Zustände wissenschaftlich fundiert zu beschreiben. Unter Prodromal-Zuständen versteht man die Zeit unmittelbar vor dem Ausbruch einer psychischen Erkrankung. Uns interessiert: Was passiert eigentlich in dieser Zeit, wie verändern sich das Verhalten und Denken der Betroffenen?



Immer in Verbindung: Mit einer Smartphone-App soll der Kontakt zu Patienten mit bipolarer manisch-depressiver Störung nicht abreißen.

Weitere wichtige Themen sind der Einsatz von moderner IT-Technologie zur Verbesserung der Diagnostik und Früherkennung von Krankheitsrückfällen und zur Prognose des weiteren Verlaufs der Krankheiten – natürlich auf freiwilliger Basis. Auch die Untersuchung neuer psychotherapeutischer und medikamentöser Verfahren ist ein Schwerpunkt im Forschungsnetz.

*Welches Projekt werden Sie in Dresden angehen?*

In einem unserer Projekte geht es zum Beispiel um die Anwendung von Smartphones und einer eigens entwickelten App bei Menschen mit bipolarer Störung, einem Krankheitsbild mit einer unvorhersehbaren raschen Abfolge manischer und depressiver Episoden. Unsere App erlaubt es den behandelnden Ärzten, den unmittelbaren Kontakt mit den Patientinnen und Patienten zu halten. Hintergrund für dieses Projekt ist, dass ein Mensch in einer Manie praktisch permanent unterwegs ist. Im Extremfall schlafen die Menschen beispielsweise nicht mehr, sind hyperaktiv und unterschätzen Risiken und Gefahren. Durch den Kontakt über das Smartphone können wir – wenn vom Patienten oder der Patientin gewünscht – praktisch in Echtzeit die Bewegungsmuster und Aktivitäten der

Person verfolgen und dann bei Bedarf eine schnelle Intervention einleiten. Eine schwere Episode, die Wochen und Monate dauern kann, kann so möglichst früh abgefangen werden. Das Smartphone wird für die Studienzeit von uns gestellt. Wenn unser Projekt Erfolg hat, hätten die Ärzte ein ähnliches Instrumentarium dann auch für Patientinnen und Patienten mit einer Depression in der Hand. Hier könnte die Smartphone-App möglicherweise dabei helfen, suizidgefährdete Menschen im Alltag ärztlich zu begleiten.

*Vielen Dank für das Gespräch.*

---

**Ansprechpartner:**

Professor Dr. Dr. Michael Bauer  
Universitätsklinikum Carl Gustav Carus  
Klinik und Poliklinik für Psychiatrie  
und Psychotherapie  
Fetscherstraße 74  
01307 Dresden  
Tel.: 0351 458-2760  
Fax: 0351 458-4324  
E-Mail: [Michael.Bauer@uniklinikum-dresden.de](mailto:Michael.Bauer@uniklinikum-dresden.de)

---

# Antipsychotika im Fokus

## Studie belegt, dass neue Antipsychotika wirksamer sind als Medikamente der alten Generation

**Schizophrenie ist eine schwere psychische Erkrankung. Sie wird zumeist mit Antipsychotika behandelt. Die ältesten Präparate dieser Arzneimittelklasse gibt es inzwischen seit mehr als 60 Jahren. Doch häufig ist unklar, welches Antipsychotikum für wen am besten geeignet ist. Eine klinische Studie der Universität Bremen hat jetzt gezeigt, dass eine neue Gruppe von Antipsychotika den älteren Präparaten grundsätzlich überlegen ist.**

John Forbes Nash war Mathematiker und Träger des Wirtschaftsnobelpreises. Seine Lebensgeschichte wurde 2001 durch den Hollywood Spielfilm „A Beautiful Mind“ weltweit bekannt. Der Film zeigte eindrucksvoll, dass Nashs Leben neben seinen wissenschaftlichen Erfolgen auch von großer Tragik geprägt war – wegen seiner Erkrankung. Nash litt an Schizophrenie.

### Antipsychotika helfen bei Schizophrenie

Damit gehörte Nash zu dem gut einen Prozent der Menschen weltweit, die im Laufe ihres Lebens an Schizophrenie erkranken. Trotz dieser – im Vergleich zu anderen psychischen Erkrankungen – relativ geringen Erkrankungsrate verursacht die Schizophrenie signifikante gesellschaftliche Kosten, die vergleichbar mit Volkskrankheiten wie etwa Diabetes sind. Für die Betroffenen bedeutet die Erkrankung immer ein hohes persönliches Leid. Es ist daher enorm wichtig, eine diagnostizierte Schizophrenie effektiv und schnell zu behandeln. Die gute Nachricht ist: Es gibt zugelassene Medikamente, sogenannte Antipsychotika, mit denen dies möglich ist.

Antipsychotika werden grob in zwei Gruppen eingeteilt. Die konventionellen Antipsychotika wurden bereits in den 1950er-Jahren entwickelt. Zu ihnen gehört unter anderem der Wirkstoff Haloperidol. Ab den 1970er-Jahren wurde dann eine zweite Generation von Antipsychotika entwickelt. Die neue Generation, darunter beispielsweise die Wirkstoffe Clozapin und Olanzapin, gilt als wirksamer und besser verträglich. Bekannt ist, dass alle Antipsychotika in den Stoffwechsel von Botenstoffen des Gehirns eingreifen, vor allem in denjenigen von Dopamin, das umgangs-



Um die individuelle Krankheitsgeschichte von Schizophrenie-Patienten bei der Medikamentenwahl zu berücksichtigen, sind intensive Gespräche nötig.

sprachlich häufig als Glückshormon bezeichnet wird. Die genauen Wirkmechanismen sind jedoch bislang nicht vollständig aufgeklärt. Man geht jedoch davon aus, dass die Vertreter der zweiten Generation der Antipsychotika andere Wirksamkeiten aufweisen als die sehr breit wirkenden Vertreter der ersten Generation.

### Alt gegen neu: Eine Studie macht den Vergleich

Deutsche Psychiaterinnen und Psychiater bevorzugen überwiegend die neueren Medikamente. Die Meinungen der Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler gehen jedoch auseinander, ob diese auch wirklich überlegen sind. Gleichzeitig ist bekannt, dass alle bislang zugelassenen Antipsychotika Nebenwirkungen haben. Für die Bremer Professoren Jürgen Timm und Eckart Rütger war das Grund genug, die beiden Substanzklassen einem direkten klinischen Vergleich zu unterziehen. Timm erläutert den Ansatz: „Unsere Studie sollte eine wissenschaftlich fundierte Entscheidung ermöglichen. Gleichzeitig war uns wichtig, dass wir neben der ärztlichen Beurteilung zur Wirkung

und Nebenwirkung der Medikamente auch einen Fokus auf die Lebensqualität der Patientinnen und Patienten legen.“ Zugleich sollte die Studie strengste wissenschaftliche und ethische Kriterien erfüllen. Besonders schwierig war hierbei, dass Schizophrenie in der klinischen Praxis ein sehr heterogenes Krankheitsbild darstellt. „Jeder Betroffene hat eine individuelle Krankheitsgeschichte, und auch die Ausprägung der Erkrankung ist bei jedem Einzelnen sehr unterschiedlich. Dies wollten wir in unserer Studie berück-



Bei der Behandlung der Schizophrenie war bislang nicht wissenschaftlich belegt, welches Antipsychotikum für welchen Betroffenen am besten geeignet ist. Jetzt ist klar: Eine neue Gruppe von Antipsychotika ist den älteren Präparaten überlegen.

sichtigen. Denn die bisherigen Studien basierten fast immer auf standardisierten Laborsituationen. Deren Aussagekraft für die Praxis und für den individuellen Krankheitsfall ist aber beschränkt“, erläutert Rüter.

### Krankheitsgeschichte beeinflusst die Behandlung

Für dieses vom Bundesforschungsministerium geförderte Projekt wurde daher ein eigenes, neues Studiendesign entwickelt. Das Ziel war, zwei therapeutische Strategien miteinander zu vergleichen – nicht bloß einzelne Medikamente. Gleichzeitig sollte die Studienpopulation, also die teilnehmenden Patientinnen und Patienten, ein möglichst praxisnahes Abbild der betroffenen Bevölkerung widerspiegeln. Der wesentliche Unterschied zu früheren Studien lag jedoch im Design der Behandlung, erklärt Rüter: „Das Besondere war, dass die behandelnden Psychiaterinnen und Psychiater die Medikation jedes Teilnehmenden teilweise mitbestimmen konnten. Traditionell wird diese Entscheidung ausschließlich durch einen Zufallsgenerator gefällt. In unserer Studie konnte die Behand-

lungsstrategie jedoch individuell beeinflusst werden, beispielsweise mit Blick auf die jeweilige Krankheitsgeschichte der Patientinnen und Patienten.“

### Neue Antipsychotika sind überlegen

Das neue Studiendesign musste dabei mit den geltenden Regularien für klinische Studien in Einklang gebracht werden. Nur so konnten höchste wissenschaftliche Qualitätsstandards eingehalten werden. Dies allein wäre prinzipiell schon Aufgabe genug

gewesen, aber im Kern ging es ja um eine klinische Fragestellung. „Auch mit Blick auf unsere Ausgangsfrage, welche Medikation bei der Behandlung schizophrener Patientinnen und Patienten überlegen ist, konnten wir eindeutige Ergebnisse erzielen“, erläutert Timm. „Tatsächlich sind die neueren Antipsychotika den älteren Substanzen überlegen. Auch aus der Sicht der Betroffenen. Die neueren Antipsychotika verbesserten ihre Lebensqualität signifikant. Die ärztliche Beurteilung deutet in die gleiche Richtung.“

Interessante Einblicke liefern auch zusätzliche Analysen der Studie. So brachen Studienteilnehmende, die mit den älteren Medikamenten the-

rapiert wurden, die Behandlung häufiger ab. Gleichzeitig zeigten sich bei diesen Personen mehr unerwünschte Nebenwirkungen. Letztere haben aber auch die neueren Medikamente – die Gewichtszunahme der Patientinnen und Patienten etwa war hier erhöht. „Dennoch geben wir den neueren Medikamenten eindeutig den Vorzug“, resümieren Timm und Rüter.

---

#### Ansprechpartner:

Prof. Dr. Dr. h. c. Jürgen Timm  
Kompetenzzentrum für Klinische Studien  
Universitätsklinikum Bremen  
Linzer Straße 4  
28359 Bremen  
Tel.: 0421 218-63797  
Fax: 0421 218-63799  
E-Mail: [timmm@math.uni-bremen.de](mailto:timmm@math.uni-bremen.de)

---

## Fachthemen

# Computermodell ermöglicht maßgeschneiderte Krebstherapie

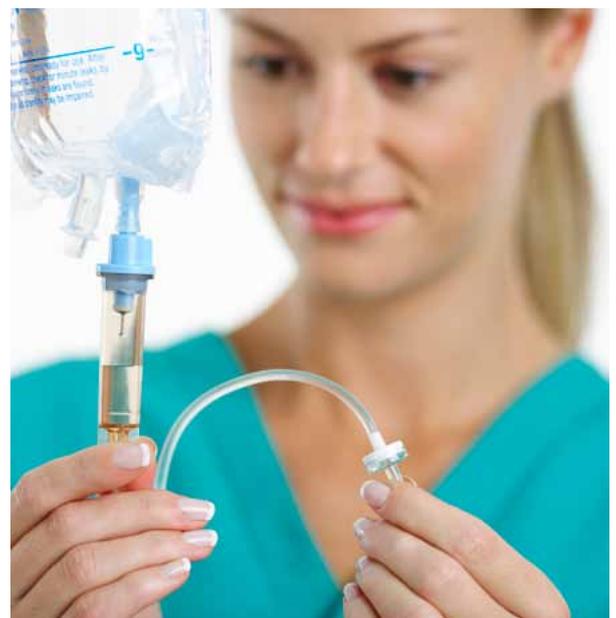
Forschungsteam entwickelt Simulator, der Schwachstellen des Tumors aufdeckt

**Schätzungen zufolge wird die Zahl der Krebskranken in den kommenden Jahren sprunghaft ansteigen. Bereits im Jahr 2020 könnte jeder Zweite im Alter an Krebs leiden. Bislang zeigen viele Krebsmedikamente jedoch nicht die gewünschte Wirkung. Hier bietet die Forschung neue Ansatzpunkte: Das Berliner Unternehmen Alacris Theranostics hat ein Computermodell entwickelt, das die individuellen Schwachstellen eines Tumors ermittelt und so eine maßgeschneiderte Behandlung möglich macht. Dabei wurden die Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler im Rahmen des Forschungsprojekts „Treat20plus“ vom Bundesministerium für Bildung und Forschung unterstützt.**

Jeder Tumor besitzt einen genetischen Fingerabdruck. Doch die individuellen Merkmale der einzelnen Tumorzellen werden bei der Therapie von Krebserkrankungen bisher kaum berücksichtigt. Ärztinnen und Ärzte können sich bei der Wahl der richtigen Behandlungsmethode derzeit in erster Linie auf ihre Erfahrungen verlassen. Ansonsten bleibt ihnen nur das „Trial-and-Error“-Prinzip, also das systematische Ausprobieren durch Versuch und Irrtum. „Das hat zur Folge, dass viele Patientinnen und Patienten nicht so auf ihre Krebsmedikamente reagieren wie erhofft und dazu teilweise unter erheblichen Nebenwirkungen leiden“, sagt Bodo Lange, Geschäftsführer von Alacris Theranostics.

Die Berliner Firma hat zusammen mit Forschungsgruppen des Max-Planck-Instituts für molekulare Genetik ein Computermodell entwickelt, das eine maßgeschneiderte Krebstherapie möglich macht. Hierfür hat Alacris vor Kurzem den Deutschen Innovationspreis unter der Schirmherrschaft des Bundesforschungs- und des Bundeswirtschaftsministeriums erhalten. „In vielen Bereichen des Lebens, wo hohe Risiken bestehen, spielt man Situationen vorher am Computer durch. Im Flugsimulator oder bei Crashtests können Gefahren so vorausgesagt und vermieden werden“, erklärt Lange. „Wir wollen ein ähn-

liches System in der Medizin einführen, damit Medikamente zuerst am Computer an ‚virtuellen Patienten‘ getestet werden, noch bevor sie der Krebskranke verabreicht bekommt.“ Schwere Nebenwirkungen lassen sich damit ebenso vermeiden wie das Verschreiben überflüssiger Medikamente.



Bei vielen Patientinnen und Patienten zeigen die verabreichten Krebsmedikamente nicht die erhoffte Wirkung.



Zwei Wissenschaftler bei der Diskussion über das Alacris-ModCell-Modellierungssystem am Computer

### Einsatz in der Medikamentenentwicklung geplant

Das Modell identifiziert die molekularen Schwachstellen des Tumors und ermittelt die passenden Wirkstoffe, die genau diese Stellen angreifen und somit das Wachstum des Tumors stoppen können. Die Forscherinnen und Forscher erfassen hierfür die genetischen Besonderheiten des Tumors, indem sie das Erbgut der Tumorzellen mit dem Erbgut gesunder Zellen vergleichen. Zudem wird untersucht, welche dieser tumorspezifischen Veränderungen tatsächlich im Tumor aktiv sind und diesen somit charakterisieren. Darüber hinaus fließen in das Modell Daten aus Medikamentenstudien, der Genforschung und eigene Forschungsergebnisse ein.

Der Simulator des Berliner Forscherteams soll auch in der Medikamentenentwicklung zum Einsatz kommen. „Gerade in der Krebsforschung fallen derzeit rund 95 Prozent der Medikamente bereits in den klinischen Versuchen durch, weil sie nicht an den passenden Patienten getestet werden“, erklärt Lange. „Unser Computermodell könnte bereits im Vorfeld voraussagen, welche Patientengruppe für die Tests

eines bestimmten Wirkstoffs geeignet wäre.“ Die Entwicklung von Alacris stößt daher auch bei Pharmakonzernen auf großes Interesse. Die Firma kooperiert unter anderem mit Bayer und Glaxo-SmithKline. Das Modell soll nun in klinischen Studien getestet und weiter verfeinert werden. Geschäftsführer Lange rechnet damit, dass die Entwicklung seiner Firma nach einer Zertifizierung in etwa zwei Jahren im Klinikalltag ankommt.

### Rheuma-Wirkstoff hilft Hautkrebs-Patienten

Bei der Wahl der passenden Medikamente greift das Alacris-Modell nicht nur auf geläufige Wirkstoffe zur Krebsbehandlung, sondern auch auf andere Arzneimittel

zurück. „Wir haben in unserer Datenbank die Wirkweisen von rund 130 Medikamenten erfasst“, sagt Lange. So konnte der Simulator bereits einem Hautkrebs-Patienten im Endstadium der Krankheit helfen – mit einem Mittel gegen rheumatoide Arthritis, ein Wirkstoff, der in der Standardtherapie nicht zum Einsatz gekommen wäre. „Die Situation des Patienten hat sich ein Jahr lang stabilisiert“, sagt Lange. „Für den Erkrankten war das sicherlich ein großer Gewinn.“

---

#### Ansprechpartner:

PD Dr. Bodo Lange  
Alacris Theranostics GmbH  
Fabeckstraße 60–62  
14195 Berlin  
Tel.: 030 8431-22510  
Fax: 030 8431-22540  
E-Mail: [b.lange@alacris.de](mailto:b.lange@alacris.de)

---

# Prostatakrebs: Wie bösartig ist der Tumor?

Neuer Biomarker könnte Hinweise auf den Verlauf der Erkrankung geben



**Auf der Suche nach einem molekularen Marker, der zuverlässig anzeigen kann, wie bösartig ein Prostata-Tumor ist, hat ein internationales Wissenschaftsteam zahlreiche Datenbanken durchforstet und mehr als 7.700 Gewebeprobe untersucht. Die Suche hat sich gelohnt: Sie haben einen Biomarker entdeckt, der in direktem Zusammenhang**

**mit der Bösartigkeit von Prostatakrebs steht. Diese Information entscheidet darüber, wie intensiv und radikal behandelt werden muss.**

Prostatakrebs ist die häufigste Krebserkrankung bei Männern in Deutschland. Bislang sind die Ursachen für die Entstehung sowie Faktoren, die den Verlauf und die Prognose der Erkrankung beeinflussen, im Wesentlichen unbekannt. Wird ein Tumor an der Prostata diagnostiziert, steht für die Betroffenen und behandelnden Ärzte oftmals eine Frage im Vordergrund: Ist der Tumor bösartig? Denn die Antwort auf diese Frage entscheidet über die Prognose des Betroffenen und darüber, wie intensiv und radikal die Behandlung ausfallen muss. Denn Prostatakrebs kann von Patient zu Patient einen sehr unterschiedlichen Verlauf nehmen. Deshalb suchen Forscherinnen und Forscher nach messbaren, zuverlässigen Biomarkern, an denen sie die Aggressivität des Tumors ablesen können. Einem Forschungsteam des Internationalen Krebsgenomkonsortiums ICGC ist genau das mit Förderung des Bundesministeriums für Bildung und Forschung gelungen. Sie haben ein Protein entdeckt, das in direktem Zusammenhang mit der Bösartigkeit von Prostatakrebs steht.

## Epigenetisches Muster beeinflusst die Tumorzellen

Bei zahlreichen Krebsarten geben Veränderungen des Erbguts Hinweise auf die Bösartigkeit. Doch gerade bei Prostatakrebs sind solche Mutationen längst nicht so zahlreich wie bei anderen Krebsarten. „Wir vermuteten daher, dass Prostatakrebs vor allem durch veränderte epigenetische Merkmale angetrieben wird“, sagt Professor Dr. Christoph Plass vom Deutschen Krebsforschungszentrum (DKFZ), einer der Leiter der ICGC-Studie. Epigenetische Informationen sind chemische Veränderungen am Erbgut, die nicht die Reihenfolge der DNA-Bausteine betreffen. Sie versehen die DNA-Sequenz mit zusätzlichen Informationen, steuern den Gebrauch der DNA und bestimmen, welche Gene wann und wo an- oder abgeschaltet werden. Jede Zelle trägt somit neben ihrer rein genetischen Information auch ein charakteristisches epigeneti-



Jedes Jahr wird allein in Deutschland bei mehr als 65.000 Männern ein Prostatakarzinom diagnostiziert. Ein molekularer Gradmesser für die Aggressivität des Tumors könnte bei der Entscheidung helfen, wie intensiv und radikal die Behandlung ausfallen muss.

sches Muster. Zahlreiche Proteine der Zelle nehmen Einfluss auf dieses Muster.

Das Forschungsteam startete seine Suche nach epigenetischen Steuerproteinen für Prostatakrebs zunächst in Datenbanken, in denen die molekularen Informationen zahlreicher Prostatakrebsfälle gespeichert sind. Diese Daten überprüften sie darauf, ob die Tumorzellen eines der bekannten epigenetischen Steuerproteine signifikant stärker oder schwächer ausprägen als gesunde Zellen desselben Patienten.

## BAZ2A: Gradmesser für die Bösartigkeit

Den auffälligsten Unterschied ermittelten die Forscherinnen und Forscher für das Protein BAZ2A. Es lag in Prostatakrebszellen in deutlich höherer Konzentration vor als in gesunden Zellen. In gesunden Zellen unterdrückt das Protein BAZ2A die Aktivität von Ribosomen, den Proteinfabriken der Zelle. So hemmt BAZ2A das Zellwachstum. In Zellen von metastasierendem Prostatakrebs bewirkt BAZ2A jedoch genau das Gegenteil. Schalteten die Wissen-

schaftler BAZ2A in Prostatakrebszellen aus, verlangsamte sich ihr Wachstum. Höhere Konzentrationen von BAZ2A steigerten die bösartigen Eigenschaften der Prostatakrebszellen, etwa ihre Beweglichkeit oder die Fähigkeit, in umgebendes Gewebe einzudringen, also Metastasen zu bilden.

Diesen Einfluss nimmt BAZ2A, indem es die epigenetischen Muster der Prostatakrebszellen verändert. Diese veränderten Muster wiederum drosseln die Aktivität einer Reihe von krebsbremsenden Genen. „Deshalb lag die Vermutung nahe, dass sich die BAZ2A-Überproduktion direkt auf die Bösartigkeit von Prostatakrebs auswirkt und daher ein Indikator für den Verlauf der Erkrankung sein könnte“, erläutert Plass.



Mehr als 7.700 Gewebeproben hat ein internationales Wissenschaftsteam untersucht und dabei einen molekularen Marker gefunden, der zuverlässig anzeigen kann, wie bösartig ein Prostata-Tumor ist.

### Hypothese bestätigt

Das Forschungsteam, an dem unter anderem auch Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler der Universität Zürich, dem Universitätsklinikum Hamburg-Eppendorf und der Universität Heidelberg beteiligt waren, überprüfte diese Hypothese an fast 7.700 Gewebeproben von Prostatakrebs und stellte fest: Je mehr BAZ2A das Gewebe enthielt, desto fortgeschrittener war der Tumor bei seiner Diagnose, desto häufiger hatte der Krebs bereits Metastasen gestreut und desto höher war der PSA-Wert des jeweiligen Patienten. PSA steht für „prostataspezifisches Antigen“, ein Protein, das in der Prostata gebildet wird und im Blut nachgewiesen werden kann. Die Bestim-

mung des PSA-Wertes dient zur Früherkennung von Prostatakrebs.

### ICGC – weltweite Vernetzung im Kampf gegen Krebs



Im Internationalen Krebsgenom-Konsortium (International Cancer Genome Consortium, ICGC) arbeiten weltweit Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler daran, die 50 häufigsten Krebserkrankungen genetisch zu untersuchen, um neue verbesserte Ansätze zu Prävention, Diagnose und Therapie zu finden. Derzeit gibt es drei deutsche ICGC-Beteiligungen, eines der Projekte untersucht die Genome von früh entstehenden Prostata-Tumoren. Es wird dabei vom Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) mit einem Gesamtbudget von rund acht Millionen Euro über einen Zeitraum von fünf Jahren gefördert. Die beiden anderen Projekte untersuchen die molekularen Ursachen kindlicher Hirntumore und maligner Lymphome. Mehr zum ICGC und zu den deutschen Beteiligungen lesen Sie unter [www.gesundheitsforschung-bmbf.de/de/2604](http://www.gesundheitsforschung-bmbf.de/de/2604).

„Tatsächlich scheint BAZ2A einen direkten Einfluss auf die Aggressivität von Prostatakrebs zu haben. Von daher könnte der Grad der BAZ2A-Expression deutliche Hinweise auf den Verlauf der Erkrankung geben. Das muss natürlich noch klinisch bestätigt werden“, sagt Plass. Gerade bei Patienten, deren sonstige klinische Werte ein mittleres Risiko anzeigen, könnte die BAZ2A-Expression zukünftig wertvolle Hinweise darauf geben, mit welcher Wahrscheinlichkeit der Krebs zurückkehrt. Das würde Ärzte und Patienten bei der Wahl der aussichtsreichsten Therapie unterstützen.

### Ansprechpartner:

Prof. Dr. Christoph Plass  
Epigenomik und Krebsrisikofaktoren  
Deutsches Krebsforschungszentrum  
Im Neuenheimer Feld 280  
69120 Heidelberg  
Tel.: 06221 42-3300  
Fax: 06221 42-3359  
E-Mail: [c.plass@dkfz.de](mailto:c.plass@dkfz.de)

# Wenn das Immunsystem zum Feind wird

Der Entstehung chronisch entzündlicher Erkrankungen auf der Spur

**Das Immunsystem soll den Körper vor feindlichen Eindringlingen schützen. Doch manchmal schießen die Abwehrzellen weit über das Ziel hinaus. Chronische Entzündungen sind die Folge. Ein Wissenschaftsverbund unter der Leitung des Deutschen Rheuma-Forschungszentrums in Berlin ist auf der Suche nach den Ursachen. Dabei wird es im Rahmen der Fördermaßnahme „e:Bio“ vom Bundesministerium für Bildung und Forschung unterstützt. Die Erkenntnisse können neue Ansätze für die Therapie chronisch entzündlicher Erkrankungen liefern. Erste Erfolge gibt es bereits bei der Behandlung von Neurodermitis.**

Sobald ein Krankheitserreger eindringt, bringt der Körper seine „Abwehrspieler“ in Stellung. Ein Wettkampf beginnt: Die Immunzellen müssen die Eindringlinge angreifen und unschädlich machen. Nur dann können sie den Ausbruch der Krankheit verhindern. Doch das Immunsystem kann auch zum gefährlichen Gegner des Körpers werden, wenn es zwischen körpereigenen Zellen und Fremdstoffen wie Viren oder Bakterien nicht mehr unterscheidet. Dann reagieren die Abwehrzellen über, greifen Haut, Knochen, Organe oder Nervenzellen an. Gesundes Gewebe wird beschädigt, die betroffenen Areale sind permanent entzündet.

Dies kann der Beginn einer schweren chronischen Erkrankung sein. Hierzu zählen Autoimmunerkrankungen wie multiple Sklerose, rheumatoide Arthritis oder Diabetes Typ 1, aber auch chronisch entzündliche Darmerkrankungen wie Morbus Crohn oder Colitis Ulcerosa. In Deutschland sind allein etwa vier Millionen Menschen von Autoimmunerkrankungen betroffen. Noch ist es nicht gelungen, die Entstehung dieser Krankheiten vollständig aufzuklären.

## Abwehrzellen richten sich auf falschen Entzündungszustand ein

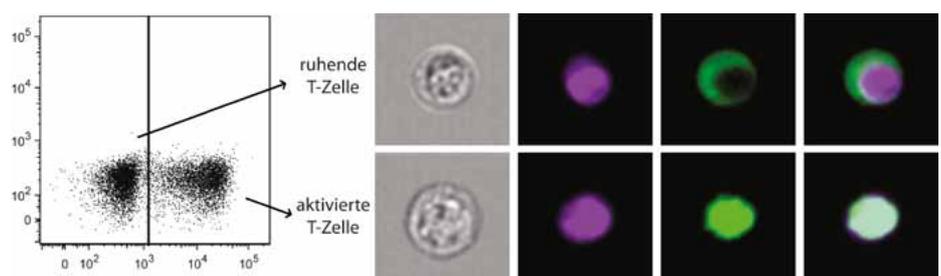
Die Wissenschaftsteams unter der Leitung des Deutschen Rheuma-Forschungszentrums in Berlin sind diesem Ziel nun ein Stück näher gekommen: Die Forscherinnen und Forscher fahnden nach den entscheidenden Schaltstellen, die steuern, ob die Immunantwort in die richtige oder die falsche Richtung läuft. Hier wollen sie ansetzen, um die Gründe für eine Fehlleitung des Immunsystems zu verstehen – und damit

letztendlich den Grundstein für neue Therapien von chronisch entzündlichen Erkrankungen legen.

Bei der Immunabwehr folgen die beteiligten Zellen einem hochkomplexen Regelwerk. Wechselseitig kontrollieren sie ihre Aktivitäten. Dabei geben zentrale Schaltstellen die Richtung vor. „Wird eine Entzündung chronisch, justieren sich diese Schaltstellen neu. Sie halten die Immunzellen in einem andauernden Aktivierungszustand“, erklärt Projektleiterin Professor Dr. Ria Baumgrass. Ist das Abwehrsystem des Körpers einmal außer Kontrolle geraten, gibt es bislang keine Möglichkeit, die Weichen wieder zurückzustellen. „Die Immunzellen richten sich dauerhaft auf den falschen Zustand ein“, sagt Baumgrass.

## Gleichgewicht des Immunsystems wieder herstellen

Eine entscheidende Rolle bei der Immunantwort des Körpers spielen die sogenannten T-Zellen, die bei der Abwehr verschiedene Aufgaben übernehmen. Die „proinflammatorischen T-Zellen“ verstärken die Entzündung, wenn etwa ein Virus den Körper angreift. Die „regulatorischen T-Zellen“ haben dagegen eine Kontrollfunktion. Im entscheidenden Moment dämpfen sie die Entzündungsreaktion und sorgen dafür, dass das Immunsystem nicht übers Ziel hinaus-schießt. „Bei chronisch entzündlichen Erkrankungen ist diese Balance dauerhaft gestört“, erklärt Baum-



Mithilfe einer Kombination verschiedener Verfahren lassen sich aktivierte und ruhende T-Zellen im Blut des Menschen nachweisen.



Bei chronischen Darmerkrankungen wie Morbus Crohn schießen die Abwehrzellen über das Ziel hinaus. Die Folge sind immer wiederkehrende Entzündungsschübe, die die Betroffenen erheblich belasten.

grass. Das Forschungsteam nimmt daher die Regulierung der T-Zellen auf molekularer Ebene genau in den Blick. Die zentralen Fragen sind: Was führt dazu, dass das Gleichgewicht zwischen entzündungsfördernden und -hemmenden T-Zellen gestört wird? Und warum sind die einen aktiver als die anderen bzw. vermehren sich die einen zu viel oder die anderen zu wenig?

Bislang setzen Mediziner bei der Behandlung chronisch entzündlicher Erkrankungen häufig sogenannte Immunsuppressiva ein. Sie unterdrücken das gesamte Immunsystem und haben daher erhebliche Nebenwirkungen. Die Patientinnen und Patienten sind anfälliger für Infektionen und haben ein erhöhtes Tumorrisiko. Die Berliner Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler wollen dagegen die Basis für die Entwicklung von Wirkstoffen legen, die das fehlgeleitete Immunsystem wieder in die richtige Bahn lenken. Kurz gesagt geht es darum, das Gleichgewicht der Immunabwehr wieder herzustellen und die permanente Entzündung somit abzuschalten.

### Entscheidender Fortschritt bei der Behandlung von Neurodermitis

Erste Erfolge gibt es bereits: So haben die Erkenntnisse des Berliner Wissenschaftlerteams dazu beigetragen, die Behandlung von Neurodermitis entscheidend zu verbessern. Bei der Therapie schwerer Verlaufsformen dieser Erkrankung wird bislang ein Immunsuppressivum eingesetzt. In Zusammenarbeit mit Professorin Margitta Worm von der Berliner Charité hat das Team

um Baumgrass herausgefunden, dass es wirksamer ist, eine niedrigere Dosis des Medikaments zu verabreichen. „Die Gabe von zu viel Immunsuppressivum ist kontraproduktiv. Sie dämpft die überschießende Abwehrreaktion des Körpers, aber hemmt zugleich auch die Bildung der regulatorischen T-Zellen“, erklärt Baumgrass. Eine geringere Menge des Wirkstoffs zügelt dagegen ebenfalls die „Entzündungstreiber“, die proinflammatorischen T-Zellen, gibt dem Immunsystem aber gleichzeitig noch die Chance, sich selbst wieder ins Lot zu bringen.

### Schnelltest bei chronischen Darmentzündungen

Derzeit erforschen die Projektgruppen von Professor Andreas Radbruch und Ria Baumgrass auch die Möglichkeiten, die T-Zell-Regulierung bei chronischen Darmentzündungen zu beeinflussen. Zugleich entwickeln sie ein Prognose-Instrument, um den Verlauf der Krankheit präziser vorhersagen zu können. Ein schneller Test soll zeigen, wie viele entzündungsfördernde T-Zellen im Blut der Betroffenen vorhanden sind. „Je mehr aktivierte T-Zellen, desto schlechter ist die Prognose für den weiteren Verlauf der Krankheit“, sagt Baumgrass. „Mit unserem Test könnten die Mediziner ihre Behandlung entsprechend anpassen und schnell eingreifen, wenn eine dramatische Entwicklung zu erwarten ist.“

Schnelles Eingreifen ist bei chronisch entzündlichen Erkrankungen essenziell. Denn sie laugen das Immunsystem dauerhaft aus. „Man kann sich das wie bei einem Marathonläufer vorstellen, der immer weiterläuft“, beschreibt Baumgrass. „Wenn er am Ende einen Sprint machen möchte, ist er dafür viel zu erschöpft.“ So sei es auch mit den Immunzellen. Wenn sie die ganze Zeit aktiv sind, fehle ihnen die Kraft für ihre eigentliche Aufgabe, die Abwehr von feindlichen Angriffen auf den Körper.

---

#### Ansprechpartnerin:

Prof. Dr. Ria Baumgrass  
Deutsches Rheuma-Forschungszentrum  
Berlin (DRFZ)  
Charitéplatz 1  
10117 Berlin  
Tel.: 030 28460-732  
Fax: 030 28460-604  
E-Mail: [baumgrass@drfz.de](mailto:baumgrass@drfz.de)

---

## Impressum

**Herausgeber**

Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF)  
Referat Gesundheitsforschung  
11055 Berlin  
[www.bmbf.de](http://www.bmbf.de)  
[www.gesundheitsforschung-bmbf.de](http://www.gesundheitsforschung-bmbf.de)

**Stand**

August 2015

**Druck**

BMBF

**Gestaltung**

W. Bertelsmann Verlag, Bielefeld; Gerald Halstenberg

**Bildnachweis**

Thinkstock: luchschen: S. 2 (oben); FikMik: S. 2 (unten);  
olgakr: S. 3; ponsulak: S. 7 alexsokolov: S. 8; Ingram Publishing:  
S. 9; Katarzyna Bialasiewicz: S. 10 (oben), Fuse: S. 10 (unten)  
monkeybusinessimages: S. 12 nikesidoroff: S. 13; Staras: S. 15  
Friedrich-Schiller-Universität Jena: S. 4; Christoph Reichelt: S. 5  
BMBF: S. 6; Alacris Theranostics GmbH: S. 11; Dr. Timo Lischke,  
Deutsches Rheuma-Forschungszentrum Berlin: S. 14

**Redaktion**

DLR Projektträger  
Gesundheitsforschung  
Dr. Caroline Steingen  
Heinrich-Konen-Straße 1  
53227 Bonn  
Tel: 0228 3821-1781  
Fax: 0228 3821-1257  
E-Mail: [caroline.steingen@dlr.de](mailto:caroline.steingen@dlr.de)

**Texte**

Dr. Caroline Steingen, Dr. Thomas Becker, Melanie Bergs

Dieser Newsletter ist Teil der Öffentlichkeitsarbeit des Bundesministeriums für Bildung und Forschung; er wird kostenlos abgegeben und ist nicht zum Verkauf bestimmt.

Diese Druckschrift wird im Rahmen der Öffentlichkeitsarbeit vom Bundesministerium für Bildung und Forschung unentgeltlich abgegeben. Sie ist nicht zum gewerblichen Vertrieb bestimmt. Sie darf weder von Parteien noch von Wahlwerberinnen/Wahlwerbern oder Wahlhelferinnen/Wahlhelfern während eines Wahlkampfes zum Zweck der Wahlwerbung verwendet werden. Dies gilt für Bundestags-, Landtags- und Kommunalwahlen sowie für Wahlen zum Europäischen Parlament. Missbräuchlich ist insbesondere die Verteilung auf Wahlveranstaltungen und an Informationsständen der Parteien sowie das Einlegen, Aufdrucken oder Aufkleben parteipolitischer Informationen oder Werbemittel. Untersagt ist gleichfalls die Weitergabe an Dritte zum Zwecke der Wahlwerbung. Unabhängig davon, wann, auf welchem Weg und in welcher Anzahl diese Schrift der Empfängerin/dem Empfänger zugegangen ist, darf sie auch ohne zeitlichen Bezug zu einer bevorstehenden Wahl nicht in einer Weise verwendet werden, die als Parteinahme der Bundesregierung zugunsten einzelner politischer Gruppen verstanden werden könnte.