

KREBS IM FOCUS

Die Wissenschaftszeitschrift des NCT/UCC Dresden

Ausgabe 20 | Dezember 2025



10 JAHRE Nationales Centrum für Tumorerkrankungen in Dresden



- 17 | Surgomics: ein KI-basiertes chirurgisches Assistenzsystem
- 21 | Kurzwelliges Infrarotlicht: das Unsichtbare sichtbar machen
- 36 | Wie Nerven das Krebswachstum beeinflussen
- 42 | Autofluoreszenz ermöglicht Abgrenzung von Hirntumoren
- 54 | NCT/UCC-Forschung kompakt



**SAVE THE
DATE**

Patiententag am NCT/UCC Dresden

Samstag, 6. Juni 2026

- Anmeldung erforderlich
- Teilnahme kostenfrei

Veranstalter: Universitätsklinikum Carl Gustav Carus Dresden



➤ goto.ukdd.de/fSkPeSF



Strukturförderung:



Eine gemeinsame Einrichtung von:



Universitätsklinikum
Carl Gustav Carus
DIE DRESDNER.



Inhalt

- 5 | Editorial
HD. Saeger
- 6 | 10 Jahre Nationales Centrum für Tumorerkrankungen in Dresden – exzellente Forschung, modernste Technik und interdisziplinäre Zusammenarbeit für bestmögliche Behandlungen zum Wohle von Patientinnen und Patienten
A. Vetter
- 14 | Hämatologie: KI und innovative Studien lassen personalisierte Medizin Realität werden
S. Winter, J.-N. Eckardt, J. M. Middeke
- 17 | Surgomics: Von Daten zu Entscheidungen Ein KI-basiertes, kognitives, chirurgisches Assistenzsystem (COSA)
M. Wagner, Z. Chen, J Brandenburg, A. Schulz, S. Bodenstedt, M. Distler, S. Speidel
- 21 | Was dem bloßen Auge verborgen bleibt: Wie die Bildgebung im kurzwelligen Infrarotbereich die Krebschirurgie revolutionieren kann
I. Mukha, O. Bruns
- 24 | Intelligente Assistenz für die Onkologie: Wie KI-Agenten die Krebsforschung verändern
V. Bosak
- 27 | 20. Ausgabe „Krebs im Focus“ – eine Zeitschrift als Spiegel von Innovationen in der Dresdner Krebsmedizin. Ein Gespräch mit Prof. Hans-Detlev Saeger zum Ende seiner Tätigkeit als Chefredakteur
A. Vetter
- 30 | Fit für die Operation – das Fast-Track-Programm in der Klinik und Poliklinik für Viszeral-, Thorax- und Gefäßchirurgie am Universitätsklinikum Dresden
K. Krumm, K. Kniese, G. Krause-Jüttler, S. Hempel, J. Weitz
- 33 | Onkologische Notfälle in der Viszeralchirurgie: Symptomatik, Diagnostik, Therapie und Prognose
F. de Molière, M. Pecqueux, J. Weitz, J. Kirchberg
- 36 | Wie Nerven das Krebswachstum beeinflussen Neue Perspektiven aus dem neuen Forschungsfeld der Cancer Neuroscience
V. Thiel, A. Trumpp
- 39 | Krebs und Nervensystem stehen in Verbindung Krebs-Neurowissenschaft – ein neues Fachgebiet
K. Kranzhöfer, A. Penzkofer, S. Weg-Remers
- 42 | Licht ins Dunkel: Wie Autofluoreszenz Hirntumore sichtbar macht
O. Uckermann, S. Richter, I. Y. Eyüpoglu
- 45 | Neue Möglichkeiten für innovative molekulare Diagnostik am Zentrum für Personalisierte Medizin in der Onkologie (ZPMO)
J. Hilsenbeck, C. Heining, D. Richter, G. Baretton, D. Le Duc, H. Glimm
- 48 | Neuer Hoffnungsträger gegen Therapieresistenz bei Eierstockkrebs: Methylnat verstärkt die Wirkung moderner Krebsmedikamente
J. D. Kuhlmann, P. Wimberger, F. Buchholz, M. Theis
- 49 | Partizipative Entscheidungsfindung in der Onkologie erfordert Zusammenwirken von Betroffenen und Behandelnden
S. Metan, F. Bruns
- 51 | Infografik statt Text: Visuelle Hilfen erhöhen die Entscheidungskompetenz bei komplexen Krebstherapien
H. Jambor
- 54 | NCT/UCC – Forschung kompakt
F. Buchholz
- 60 | Wasserspringerin Saskia Oettinghaus engagiert sich für Krebsprävention am Nationalen Centrum für Tumorerkrankungen (NCT/UCC) Dresden
N. Knauth
- 62 | Ganzheitliche Unterstützung für Familien in der Kinderonkologie
D. Teichner
- 64 | Vorgestellt
- 65 | Panorama
- 66 | Aktuelle klinische Studien
- 72 | Auf einen Blick Nationales Centrum für Tumorerkrankungen Dresden (NCT/UCC)
- 74 | Impressum



Sonnenstrahl e. V. Dresden
Förderkreis für krebskranke Kinder und Jugendliche



Helfen Sie mit!

Damit Kinder neue Kraft finden

Musiktherapie



Wenn Worte fehlen, spricht oft die Musik. Seit 2006 ist Musiktherapie Teil der Kinderkrebstation – initiiert und finanziert durch unseren Verein. Unsere Therapeutinnen musizieren mit den kleinen Patient*innen und schaffen so Raum für Ausdruck, Entspannung und neue Kraft.

Kunsttherapie



Seit 2001 begleitet die Kunsttherapie krebskranke Kinder dabei, Erlebtes mit Stiften, Kreide, Modelliermasse, Pinsel und Schere auszudrücken. Sie stärkt die Persönlichkeit, fördert die Kreativität und hilft, mit den eigenen Gefühlen in dieser herausfordernden Lebenssituation umzugehen.

Sporttherapie



Seit 2023 ist die Sporttherapie Bestandteil der Behandlung auf der Kinderonkologie und danach in der VILLA SONNENSTRAHL. Sie hilft Kindern, Kraft zu gewinnen und neues Selbstvertrauen zu fassen. Im künftigen HAUS SONNENSTRAHL wird das Angebot erweitert.

Ihre Hilfe bewegt! Jede Spende zählt.

Alle drei Therapieangebote werden zu 100 % durch Spenden finanziert. Wir unterstützen und begleiten seit 1990 krebskranke Kinder und ihre Familien. Mit Ihrer Spende können wir unsere Arbeit auf Dauer absichern und unsere vielfältigen Angebote für die kleinen und großen Patient*innen weiterentwickeln. Helfen Sie uns, den Familien in dieser schweren Zeit der Erkrankung Hoffnung, Mut und Zuversicht zu geben.

Sonnenstrahl e. V. Dresden
Goetheallee 13 • 01309 Dresden
Tel: 0351 315 839 00 • info@sonnenstrahl-ev.org

Ostsächsische Sparkasse Dresden
IBAN: 64 8505 0300 3200 0769 67
BIC: OSDDDE81XXX

Unser
Spendenkonto:



Gemeinsam stark!

www.sonnenstrahl-ev.org

Sehr geehrte Frau Kollegin, sehr geehrter Herr Kollege,

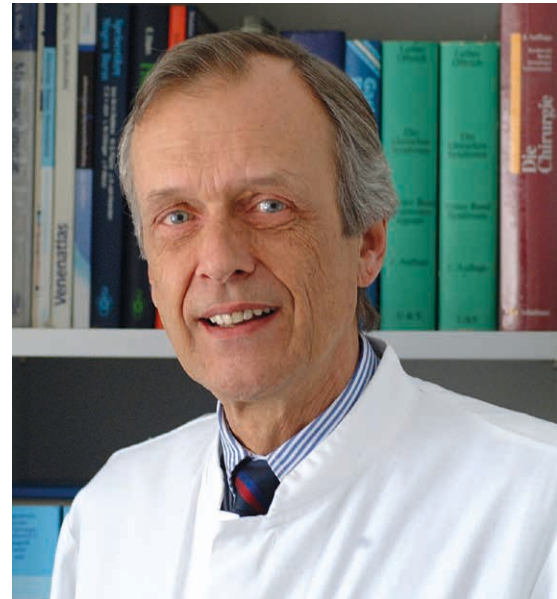
vor Ihnen liegt die 20. Ausgabe des NCT/UCC-Wissenschaftsmagazins Krebs im Focus. Seit der Ersterscheinung vor zwölf Jahren hat sich in Forschung und Behandlung des breiten Spektrums von Krebskrankheiten viel getan. Wir haben versucht, Sie mit der aktuellen Berichterstattung aus dem Nationalen Centrum für Tumorerkrankungen (NCT/UCC) Dresden und der Hochschulmedizin Dresden auf diesem spannenden Weg mitzunehmen. Mit dem NCT/UCC, dem Deutschen Konsortium für Translationale Krebsforschung (DKTK) und dem neuen, im Bau befindlichen Deutschen Krebsforschungszentrum – am Standort Dresden (DKFZ) hat sich ein onkologischer Campus gebildet – haben wir eine gute Voraussetzung für die optimale Versorgung von krebserkrankten Menschen.

Von der künstlichen Intelligenz bis zum Einfluss der Nervenzellen auf das Tumorstadium, vom onkologischen Notfall über die partizipative Entscheidungsfindung bis zur Rubrik Forschung kompakt – auch für Sie, liebe Leserinnen und Leser, sollte etwas dabei sein. Wir hoffen, mit innovativen Inhalten und Informationen aus Grundlagen- und klinischer Forschung bei der Krebsbekämpfung Ihr Interesse zu wecken.

Ich verabschiede mich jetzt auch als Chefredakteur dieser Zeitschrift in den Ruhestand. Aus den für mich anfänglich neuen Erfahrungen ist fast ein Hobby geworden. Ich bin einigermaßen in der Materie geblieben und konnte andererseits die Idee zur regionalen Verbreitung interner Fortschritte bei Krebskrankheiten verwirklichen helfen. Seit meinem Start auf dem chirurgischen Lehrstuhl 1993 sind inzwischen fast 32 Jahre verschiedenster Tätigkeiten in Universitätsklinikum und Medizinischer Fakultät Dresden vergangen. Das Foto rechts neben dem Text ist auch nicht mehr das aktuellste. Es müsste mal ausgetauscht werden. Für mich ist es Zeit zu gehen.

Ich danke allen Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern der Zeitschrift für ihr großartiges Engagement über die Jahre, den Autorinnen und Autoren für ihre Beiträge und Ihnen für Ihr Interesse an unserer Zeitschrift. Meiner Nachfolgerin oder dem Nachfolger wünsche ich Freude und Erfolg bei der Arbeit im Projekt Krebs im Focus.

Ihr Hans-Detlev Saeger ■



H.D. Saeger

Prof. Dr. med. Hans-Detlev Saeger
Chefredakteur

Ehemaliger Direktor
der Klinik und Poliklinik für Viszeral-,
Thorax- und Gefäßchirurgie
Universitätsklinikum Carl Gustav Carus
Dresden

10 Jahre Nationales Centrum für Tumorerkrankungen in Dresden

Exzellente Forschung, modernste Technik und interdisziplinäre Zusammenarbeit für bestmögliche Behandlungen zum Wohle von Patientinnen und Patienten

Anne Vetter

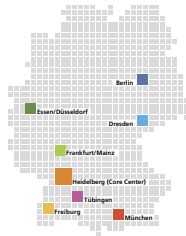


Förderung des Universitäts KrebsCentrums im neu eingerichteten Programm „Onkologische Spitzenzentren“ der Deutschen Krebshilfe. Als eines von nur drei Zentren darf das Dresdner Zentrum die begehrte Auszeichnung seit dem Start des Förderprogramms im Jahr 2007 durchgehend tragen.

2007



Deutsches Konsortium für Translationale Krebsforschung Standort Dresden



DKTK-Partnerstandort Dresden

Das Deutsche Krebsforschungszentrum verbindet sich mit acht in der Krebsforschung und -therapie führenden universitären Standorten

2012



NATIONALES CENTRUM FÜR TUMORERKRANKUNGEN DRESDEN UCC

getragen von:
Deutsches Krebsforschungszentrum
Universitätsklinikum Carl Gustav Carus Dresden
Medizinische Fakultät Carl Gustav Carus, TU Dresden
Helmholtz-Zentrum Dresden-Rossendorf

Dresden wird zum deutschlandweit zweiten Standort des Nationalen Centrums für Tumorerkrankungen (NCT) ernannt. Das Dresdner Comprehensive Cancer Center firmiert fortan unter dem Namen Nationales Centrum für Tumorerkrankungen Dresden (NCT/UCC).

Das NCT/UCC vereint die Stärken der vier Trägereinrichtungen: Deutsches Krebsforschungszentrum, Universitätsklinikum Dresden, Medizinische Fakultät der TU Dresden und Helmholtz-Zentrum Dresden-Rossendorf.

2015



Eröffnung des NCT/UCC-Neubaus (Haus 136). Das Gebäude spiegelt die enge Wechselbeziehung zwischen Forschung und Krankenversorgung wider. Es enthält Bereiche für die multidisziplinäre ambulante Patientenversorgung ebenso wie einzigartige Forschungsplattformen.

2020

2003

Gründung des **Universitäts KrebsCentrums Dresden (UCC)** als erstes Comprehensive Cancer Center eines Universitätsklinikums in Deutschland zusammen von Universitätsklinikum und Medizinischer Fakultät Carl Gustav Carus der TU Dresden. Die Gründung erfolgte als gemeinsame Initiative der Kliniken Medizin I, Viszeral-, Thorax- und Gefäßchirurgie sowie Strahlentherapie und Radioonkologie.



2008

Landesexzellenzinitiative des Freistaats Sachsen: Förderung des OncoRay-Neubaus „OncoRay – gemeinsames Zentrum für Strahlenforschung in der Onkologie“



2014

Zertifizierung des Universitäts KrebsCentrums als Onkologisches Zentrum durch die Deutsche Krebsgesellschaft.



2016

Einweihung des neu gebauten Portalgebäudes (Haus 31c). Das Gebäude ist zentraler Anlaufpunkt für Patientinnen und Patienten mit einer Krebserkrankung. Es vereint Untersuchungs-, Therapie- und Beratungsräume unter einem Dach. Der Neubau entstand mit maßgeblicher Unterstützung der Deutschen Krebshilfe.



Erneute Zertifizierung des NCT/UCC als
Onkologisches Zentrum, erstmals mit
elf Organkrebszentren:

- Regionales Brustzentrum Dresden
- Gynäkologisches Krebszentrum
- Universitäts Hauttumorzentrum
- Viszeralonkologisches Zentrum mit den Tumorentitäten Darm, Magen, Leber, Pankreas und Speiseröhre
- Uroonkologisches Zentrum mit den Tumorentitäten Prostata, Harnblase, Niere, Hoden und Penis
- Neuroonkologisches Zentrum
- Sarkomzentrum
- Kinderonkologisches Zentrum
- Zentrum für Hämatologische Neoplasien
- Kopf-Hals-Tumorzentrum
- Zentrum für familiären Brust- und Eierstockkrebs

2021



Gründung des ONE NCT
Erweiterung des NCT auf deutschlandweit sechs Standorte

2023

2022

Etablierung des NCT/UCC-Patientenbeirats. In Dresden ist dieses Gremium in den bereits 2011 gegründeten Patientenbeirat am Universitäts KrebsCentrum Dresden integriert. Der Beirat bringt die Patientenperspektive in Forschungsfragen ein und ist darüber hinaus an der strategischen Ausrichtung des Dresdner Zentrums beteiligt.



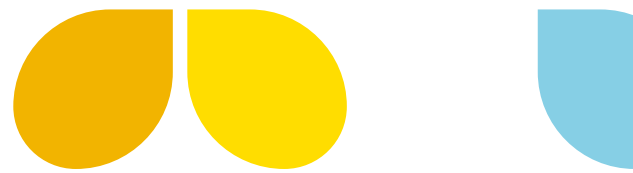
2025

10 JAHRE NCT
IN DRESDEN

Wissen, das Leben schenkt.

Das Nationale Centrum für Tumorerkrankungen (NCT/UCC) Dresden ist für Menschen wie Henry Schneider oder Stefanie Beyer ein Segen. Menschen, die mitten im Leben standen und plötzlich mit der Diagnose einer potenziell tödlichen Erkrankung konfrontiert sind. Die von einem Tag auf den anderen Spezialistinnen und Spezialisten in zahlreichen medizinischen und wissenschaftlichen Disziplinen brauchen, die ihnen auf Grundlage aktueller Forschung präzise Diagnosen und individuelle Behandlungsempfehlungen geben können. Und einen Ort, an dem diese Empfehlungen auch in wirkungsvolle Therapien umgesetzt werden inklusive unterstützender Angebote von psychologischer Begleitung über Sport bis hin zu Ernährung.

Sowohl der Musiker Henry Schneider als auch die Verwaltungsangestellte Stefanie Beyer erkrankten an einem Weichteil-Sarkom – bösartigen Tumoren, die sich in Binde- und Fettgewebe bzw. der Muskulatur bilden. Sie sind aufgrund ihrer unauffälligen Symptomatik schwer zu diagnostizieren und äußerst aggressiv, weil sie sich über die Blutbahn oder das Lymphsystem verbreiten. Mit einem Anteil von einem Prozent an allen Tumorerkrankungen gelten sie zudem als selten, was jedoch bei geschätzt über 500.000 Krebsdiagnosen pro Jahr in Deutschland immerhin 5.000 Fälle mit sehr individuellen Ausprägungen sind, die hochspezialisierte Therapien erfordern.



Aufbauzeit: UCC und OncoRay

Seit der Gründung des Universitäts KrebsCentrums 2003 (UCC Dresden) wurde der Standort Dresden mit der Medizinischen Fakultät der TU Dresden und dem Universitätsklinikum Carl Gustav Carus Dresden zu einem der wichtigsten bundesdeutschen Standorte für die Krebsforschung und -behandlung ausgebaut. 2007 erhielt das UCC mit der Zertifizierung als Onkologisches Spitzenzentrum durch die Deutsche Krebshilfe (DKH) erstmals das höchstmögliche Gütesiegel für universitäre Krebszentren in Deutschland. Eine international besetzte Kommission prüft hierbei, ob Medizinerinnen und Mediziner sowie Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler die Tumorforschung voranbringen und diese wissenschaftlichen Fortschritte auch der Versorgung von Betroffenen in Form neuer Therapien und Standards zugutekommen. Dresden gehört zu den wenigen deutschen Standorten, die seit der Erstbegutachtung durchgehend zertifiziert worden sind.

Zwei Jahre nach dem UCC ging 2005 das OncoRay als gemeinsame Einrichtung von Medizinischer Fakultät, Helmholtz-Zentrum Dresden-Rossendorf (HZDR) und Universitätsklinikum Dresden für die Strahlentherapie inklusive neuer Forschungslabore in Betrieb, direkt verbunden mit der Klinik für Strahlentherapie am Campus der Hochschulmedizin. Gemeinsam mit dem HIRO-Zentrum in Heidelberg bildet das Dresdner OncoRay seit 2010 das Nationale Zentrum für Strahlenforschung in der Onkologie (NCRO). Zudem wurde Dresden 2012 ins Deutsche Konsortium für Translationale Krebsforschung (DKTK) aufgenommen. In diesem Konsortium

kooperieren acht Standorte in Deutschland, um erfolgversprechende Ansätze der Krebsforschung schneller in die klinische Praxis zu bringen. Der Dresdner Schwerpunkt liegt auf der Hochpräzisions-Strahlentherapie mit dem Fokus auf Partikeltherapie.

Gründung

Die ausgezeichnete Infrastruktur für exzellente Forschung und die Versorgung für Patientinnen und Patienten war die Voraussetzung für den nächsten Meilenstein: die Gründung des NCT-Standortes Dresden im Jahr 2015. Neben Heidelberg wurde Dresden nun zum zweiten Pilotstandort des Nationalen Zentrums für Tumorerkrankungen mit dem Schwerpunkt einer engen Verzahnung von Forschung und Versorgung. Ziel der Erweiterung auf Dresden war es vor allem, die Angebote für klinische Studien, die die Versorgung systematisch verbessern sollten, deutlich zu erweitern und an beiden Standorten komplementär zu entwickeln. Für den Campus Hochschulmedizin bedeutete dies konkret, die innovative Krebsforschung zu stärken und auszubauen, ihre Erkenntnisse zeitnah in die Versorgung zu übertragen und gleichzeitig die Bedürfnisse von Ärztinnen und Ärzten sowie Erkrankten besser mit den Forschenden zurückkoppeln zu können. An einem Ort, ideell und räumlich verbunden, entwickelte sich Dresden zu einem internationalen Spitzenzentrum der patientennahen Krebsforschung, getragen vom Deutschen Krebsforschungszentrum (DKFZ), dem Universitätsklinikum Dresden, der Medizinischen Fakultät der TU Dresden und dem HZDR. Seitdem konzentriert sich das Zentrum auf die Forschungsschwerpunkte Lokalthherapie (Strahlentherapie

und Chirurgie), Immuntherapie und Molekulare Stratifizierung. Bereiche, die durch die systematische Vorarbeit der vorangegangenen Jahre in Dresden bereits sehr stark ausgebaut worden waren. Mit der Gründung des DKFZ-Standorts Dresden 2019 ergaben sich zudem weitere Kooperationsmöglichkeiten im Bereich der Nano- und Mikrorobotik und der Prävention.

Ausbau

Der Auf- und Ausbau des NCT/UCC Dresden erfolgte auf verschiedenen Ebenen. Parallel zur Rekrutierung von Expertinnen und Experten wurden einzigartige Forschungs- und Behandlungsstrukturen errichtet. Die Idee des Zentrums manifestierte sich Dank der Förderung des Freistaates Sachsen 2020 in einem völlig neu errichteten Gebäude, das klinisch translationale Forschungsbereiche, onkologische Ambulanz und Kommunikationsflächen unter einem Dach vereint und damit den engen Austausch von Forschenden, Ärztinnen und Ärzten sowie Patientinnen und Patienten ermöglicht. Die zentralen Räume der Forschungsplattform – Operationssaal der Zukunft, Bildungs- und Strahlentherapieeinheiten sowie Labore für molekulare und zellbiologische Forschung – haben alle einen Platz in dem neuen Gebäude gefunden.

Forschung

Mit Blick auf die lokale Präzisionstherapie (Strahlentherapie und Chirurgie) und ihre Unterstützung durch künstliche Intelligenz, Robotik und Bildgebung sind insbesondere die 2018 eingeweihte Bildungsplattform für klinische Studien und radiologische Forschungsprojekte, die Bestrahlungsplattform

Ein onkologisches Spitzenzentrum NCT/UCC:

- ganzheitliches Betreuungskonzept: Vorsorge, Diagnostik, Therapie und Nachsorge / supportive Bereiche (psychosoziale Beratung, Ernährungsberatung, Sport). 2007 als onkologisches Spitzenzentrum durch die DKH zertifiziert. Prüfung erfolgt im Vierjahresrhythmus.

Wöchentliche Tumorboards

- für die bestmögliche Behandlungsstrategie

Elf Organkrebszentren:

- Regionales Brustzentrum Dresden
- Gynäkologisches Krebszentrum
- Universitäts-Hauttumorzentrum
- Viszeralonkologisches Zentrum mit den Tumorentitäten Darm, Magen, Leber, Pankreas und Speiseröhre
- Uroonkologisches Zentrum mit den Tumorentitäten Prostata, Harnblase, Niere, Hoden und Penis
- Neuroonkologisches Zentrum
- Sarkomzentrum
- Kinderonkologisches Zentrum
- Zentrum für Hämatologische Neoplasien
- Kopf-Hals-Tumorzentrum
- Zentrum für familiären Brust- und Eierstockkrebs



Experimental-OP und Simulationsraum:

- Integrierter, mit Sensoren ausgestatteter OP für die Datengenerierung
- Forschung mit Phantomen
- Neue Trainingsmodelle und intelligente Assistenzsysteme für die Chirurgie und Ausbildung
- Sensorgestütztes Training
- Entwicklung von Assistenzsystemen
- Intraoperative Bildgebung und Navigation
- Robotische Chirurgie
- Laserablation

Bildgebungsplattform/Strahlentherapieeinheit:

- Hochmoderne, funktionelle Bildgebung für klinische Studien und radiologische Forschungsprojekte
- Ausstattung: CT für bildgeführte Biopsien, PET/MR
- Anatomische, funktionelle Bildgebung im Rahmen klinischer Studien
- Integration von PET/MRT-Bildgebung in die Lokalbehandlung bei verschiedenen Krebserkrankungen
- Ganzkörperbildgebung bei systemischen Erkrankungen
- Präklinische Versuche und Messungen an Phantomen



Das geschäftsführende Direktorium des NCT/UCC Dresden: Prof. Hanno Glimm, Prof. Martin Bornhäuser, Prof.in Mechthild Krause und Prof. Jürgen Weitz (v. l. n. r.). © UKD / Kirsten Lassig

sowie der Experimental-OP inklusive Simulationsraum zu nennen. In zahlreichen hochmodern ausgestatteten Laboren kann zudem die Molekulare Tumordiagnostik als Schlüsseltechnologie für eine personalisierte Krebsmedizin in klinischen Studien vorangetrieben werden (siehe Seite 45). Einerseits ermöglicht sie, Dynamiken und Mechanismen der Entstehung und Entwicklung von Tumorzellen auf den Grund zu gehen, zum anderen bietet sie mit der Entwicklung neuer diagnostischer Methoden und der Substanztestung insbesondere bei schweren oder seltenen Krebserkrankungen die Möglichkeit, neue Behandlungsansätze zu finden. Einen weiteren Schwerpunkt bildet die über Jahrzehnte aufgebaute Erforschung von Zell- und Immuntherapien als Ergänzung zu Chemotherapien und Operationen. Grundlage und gleichzeitig Eckpfeiler für alle Bereiche ist ein Daten- und Studienzentrum.

Personalia

Die inhaltliche Arbeit spiegelt sich in der zusätzlichen Rekrutierung von vier NCT-Professorinnen und -Professoren wider: So besetzt Stefanie Speidel (siehe Seite 17) seit 2017 die NCT-Professur für Translationale chirurgische Onkologie. Forschungsschwerpunkt der Informatikerin ist die Entwicklung intelligenter Assistenzsysteme für die Chirurgie durch die Verbindung von Robotik und künstlicher Intelligenz. 2018 wurde Hanno Glimm auf die NCT-Professur für Translationale Medizinische Onkologie berufen. Der Hämatologe und internistische Onkologe ist Experte für die molekulare Tumordiagnostik. 2022 erfolgte die Berufung von Oliver Bruns auf die Professur für Funktionelle Bildgebung in der Operativen Onkologie. Er widmet sich der Entwicklung exzellenter Techniken für die biomedizinische Bildgebung. Dazu gehört u.a. die Weiterentwicklung zielgerichteter

Kontrastmittel und Instrumente für neuartige Bildgebungsverfahren, die bei hochpräzisen Eingriffen in Echtzeit zum Einsatz kommen (siehe Seite 21). Zuletzt kam im Jahr 2023 der Nuklearmediziner Matthias Miederer ans NCT in Dresden. Er besetzt die Professur für Translationale Bildgebung in der Onkologie. Damit obliegt ihm die Leitung der Bildgebungsplattform, um Diagnostik und Therapie für verschiedene Tumorerkrankungen zu verbessern und neu zu entwickeln sowie leicht radioaktiven Arzneimitteln den Weg in die klinische Praxis zu ebnet.

Komplettiert wird die Expertise durch die Besetzung des geschäftsführenden Direktoriums des NCT/UCC, dem neben Prof. Hanno Glimm die Radioonkologin Prof. Mechthild Krause (Direktorin der Klinik und Poliklinik für Strahlentherapie), der Chirurg Prof. Jürgen Weitz (Direktor der Klinik für Viszeral-, Thorax- und Gefäßchirurgie),

Prof. Martin Bornhäuser (Facharzt für Innere Medizin, Hämatologie und Onkologie, Direktor der Medizinischen Klinik I und des UCC) sowie Dr. Heidrun Groß (Administrative Leitung) angehören.

Nachwuchsförderung

Innovation in der Forschung hängt bekanntermaßen nicht nur an den leitenden Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftlern, sondern insbesondere an ihren Teams. Die gezielte Nachwuchsförderung in der Onkologie ist daher ein weiterer Schwerpunkt des NCT/UCC Dresden.

Das beginnt bei der engen Zusammenarbeit mit der Dresden School of Clinical Science (DSCS), bei der die Förderprogramme für Nachwuchsforschende der Medizinischen Fakultät zusammenlaufen. Gemeinsam richten NCT/UCC Dresden und DSCS das Dresden Translational Oncology Seminar (DTOS) aus, bei dem nationale und internationale Referent:innen ihre neuesten translationalen Themen aus der Onkologie vorstellen und mit Clinician Scientists im Bereich der translationalen Onkologie zusammenkommen. Ein ähnliches Prinzip verfolgt der Young Investigator Club mit dem Deutschen Konsortium für Translationale Krebsforschung (DKTK). In Seminaren erhalten die Teilnehmenden die Möglichkeit, sich kennenzulernen, über ihre Forschungsprojekte zu informieren und Kompetenzen auszutauschen. Auch ganz praktische finanzielle Unterstützung für den Austausch ist möglich. Seit 2018 können sich Doktorandinnen und Doktoranden sowie Postdocs in der frühen Karrierephase um einen Travel Grant, also einen Reisekostenzuschuss für die Teilnahme an

wissenschaftlichen Veranstaltungen u. Ä. bewerben. Für die Konzeption und Durchführung von KI-gestützten klinischen Studien wurde außerdem gerade zum zweiten Mal in Zusammenarbeit mit der DSCS und dem Else Kröner Fresenius Zentrum (EKFZ) für Digitale Gesundheit ein „Digital Clinical Trialist“-Programm mit den Schwerpunkten künstliche Intelligenz (KI) und Bioinformatik in der Onkologie ausgeschrieben. Daneben gibt es auch Angebote, die insbesondere für studieninteressierte Ärztinnen und Ärzte interessant sind. Über das OCT² Incubator Program des NCT/UCC Dresden erhalten sie finanzielle Unterstützung, um Zeit für die Entwicklung klinisch relevanter sowie international wettbewerbsfähiger Studienideen zu haben und die Zusammenarbeit innerhalb der NCT Community auszubauen.

Neben diesen Dresden-spezifischen Förderungen bietet die NCT Masterclass zwei Personen je NCT-Standort die Möglichkeit, an einem Qualifizierungskurs für die Konzipierung und Durchführung innovativer, patientenzentrierter sowie qualitativ hochwertiger, klinisch-translationaler Studien teilzunehmen.

Patientenbeteiligung

Forschung und Versorgung auf Augenhöhe, wie es das NCT verspricht, funktioniert nicht ohne die Beteiligung von Patientinnen und Patienten. Mit der Erfahrung rund um die eigene Erkrankung sind sie neben der wissenschaftlichen und der medizinischen Expertise die dritte Säule für eine bedarfsgerechte Krebsforschung. Um die Perspektive der Patientinnen und Patienten einzubeziehen, wurde an jedem Standort des NCT ein Patientenforschungsrat gegründet,

In den letzten 10 Jahren ...

7.763

Tumorboards, die direkt am UKD stattfanden (beim Mamma-Board beschränkt auf UKD-Patientinnen – ohne Vorstellung der Partnerstandorte des RBZ)

123.396

Behandlungsempfehlungen

10.651

zusätzliche Empfehlungen aus dem elektronischen Umlaufverfahren

68.000

behandelte Patienten (circa), alle Patienten, die wegen einer C- oder D-Diagnose in Behandlung waren, wurden nur einmal gezählt.

von dem aus je ein Mitglied in den standortübergreifenden NCT-Patientenforschungsrat entsendet wird. Ziel ist die Einbindung der Perspektive von Betroffenen in die Planung und Durchführung von Studien, damit die Forschungsprojekte auch auf ihre Bedürfnisse abgestimmt sind. In Dresden ist dieses Gremium in den bereits 2011 gegründeten Patientenbeirat am Universitäts KrebsCentrum Dresden integriert.

Ganz praktisch sind die Mitglieder vor Ort aber auch an Veranstaltungen beteiligt: dem jährlichen Patiententag, beim Benefizlauf „FortSCHRITT gegen Krebs“, der Konzertreihe „Takte gegen Krebs“ und dem quartalsweise veranstalteten Patientencafé. Hier wird Erkrankten und Genesenen die niedrigschwellige Möglichkeit gegeben, sich mit anderen Betroffenen auszutauschen und zu vernetzen. Zugleich erhalten sie Informationen zu Veranstaltungen im onkologischen Bereich, aktuellen Studien und neuen Therapieangeboten. Von Expertinnen und Experten erfahren sie regelmäßig Neuigkeiten zu aktuellen Forschungsprojekten und den zahlreichen Unterstützungsangeboten am Campus der Hochschulmedizin Dresden.

Persönliche Perspektive

„So furchtbar die Diagnose war und ist, so dankbar bin ich, dass ich in Dresden so gut versorgt werde“, sagt Stefanie Beyer nach mittlerweile zwei Jahren Behandlungsmarathon, bei dem es aufgrund immer neuer Tumorherde nicht leicht war, den Lebensmut zu behalten. „Die Ärzte finden immer wieder neue Möglichkeiten zu behandeln, und solange das so ist, versuche ich, alles mitzunehmen“, sagt sie. Ähnlich klingt es bei Henry Schneider,

der seit 2019 in Dresden betreut wird: „Ich bin den Leuten hier so dankbar. Die haben gezaubert. Alle.“

Um ihre Erkrankung einzudämmen bzw. zurückzudrängen, haben Stefanie Beyer und Henry Schneider zahlreiche Therapien durchlaufen. Beide wurden mehrfach operiert, bestrahlt und erhielten eine Chemotherapie, um den Krebs zu unterdrücken. Da sie unter einer seltenen Erkrankung leiden, wurden sie in das sogenannte MASTER-Programm des NCT eingebunden. Mithilfe molekularer Analysen werden die Krebszellen untersucht und darauf angepasste Therapievorschlüsse unterbreitet.

„Ich war 2020 in einem tiefen Loch und hatte bereits mein Ableben geplant“, erinnert sich Henry Schneider, der bis zu seiner Erkrankung als Musiker im Leipziger Gewandhausorchester gearbeitet hatte. „Wenn ihr mich am Leben lasst, spiele ich für euch“, hatte er dem Personal versprochen. Und es klappte. Dank der Studienteilnahme erhielt Henry Schneider ein Medikament, das nicht nur das Tumorstadium stoppte, sondern die Krebsherde zumindest zeitweise verschwinden ließ. Mit neuem Lebensmut unterstützte er die Benefizkonzertreihe „Takte gegen Krebs“. Besonders die Aufführung 2023 mit Jugendlichen, die als Kinder oder junge Erwachsene an Krebs erkrankt waren, ist ihm in tiefer Erinnerung geblieben. In musikalischen, tänzerischen und poetischen Einlagen gaben sie Einblicke in ihre Ängste und Wünsche. „Danach kam ein junger Wissenschaftler mit den Worten zu mir, jetzt ergibt meine Arbeit Sinn. Ich finde, besser kann man das nicht auf den Punkt bringen“, sagt Schneider.



„So furchtbar die Diagnose war und ist, so dankbar bin ich, dass ich in Dresden so gut versorgt werde.“

Stefanie Beyer



„Wenn ihr mich am Leben lasst, spiele ich für euch.“

Henry Schneider



Spendenzahlen

Lauf	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	Gesamt
Kilometer	3.100	2.000	6.000	1.700	8.600	7.700	10.700	39.800
Anzahl Läufer	470	300	520	280	970	870	960	4.370
Erlöse	10.000 €	7.500 €	13.000 €	10.500 €	40.000 €	42.000 €	45.000 €	168.000 €

Konzert	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	Gesamt
Verkaufte Tickets	461	Lockdown	Lockdown	250	250	500	verlegt	1.461
Erlöse	12.000 €	2.000 €	–	10.500 €	16.000 €	10.000 €	–	50.500 €

Perspektive

Im Grunde ist dieser enge Austausch auch genau das, was die Zukunft des NCT/UCC Dresden ausmachen soll: eine starke wissenschaftliche sowie medizinische Expertise in der Onkologie, die durch ihre enge Verzahnung Patientinnen und Patienten trotz Erkrankung Lebensjahre mit viel Lebensqualität schenkt. Durch mehr Digitalisierung und Automatisierung sollen Abläufe schneller, Diagnosen genauer und Behandlungen präziser werden. Dank der engen Zusammenarbeit vor Ort und dem Austausch

mit den anderen NCT-Standorten gibt es eine deutschlandweit einzigartige Bündelung und Weiterentwicklung von Fachwissen, von der sowohl künftige Generationen klinischer Krebsforschenden als auch Patientinnen und Patienten profitieren sollen, damit jede und jeder Einzelne die Therapie bekommt, die am meisten nützt. Auch wenn es ihr Dank der vielfältigen Behandlungen momentan gut geht, weiß Stefanie Beyer, dass ihr Krebs wahrscheinlich zurückkehren wird: „Dennoch dürfen Krebserkrankte den Mut nicht verlieren. Man sollte

sich für Forschungszwecke anmelden, Blut und Gewebe zur Verfügung stellen“. Oder wie es Henry Schneider ausdrückt: „Egal, was jetzt passiert, ich habe fünf Jahre perfekt gelebt“. ■

KONTAKT

Anne-Stephanie Vetter
 Stabsstelle Öffentlichkeitsarbeit
 Medizinische Fakultät Carl Gustav Carus der
 Technischen Universität Dresden
 Nationales Centrum für Tumorerkrankungen
 (NCT/UCC) Dresden
 E-Mail: anne-stephanie.vetter@tu-dresden.de

Hämatologie: KI und innovative Studien lassen personalisierte Medizin Realität werden

Susann Winter¹, Jan-Niklas Eckardt^{1,2,3}, Jan Moritz Middeke^{1,2,3}

¹ Medizinische Klinik I, Universitätsklinikum Carl Gustav Carus Dresden;

² Else Kröner Fresenius Zentrum für Digitale Gesundheit (EKFZ), TU Dresden, Universitätsklinikum Carl Gustav Carus Dresden;

³ Nationales Centrum für Tumorerkrankungen (NCT/UCC) Dresden

Die Vision einer personalisierten Medizin, bei der Therapien auf die genetischen und molekularen Eigenschaften einer Erkrankung zugeschnitten sind, wird in der Hämatologie zunehmend Wirklichkeit. So eröffnen innovative Technologien bei der akuten myeloischen Leukämie (AML), einer aggressiven Form von Blutkrebs, neue Wege für Diagnostik und Therapie. Dabei nimmt künstliche Intelligenz (KI) eine zentrale Rolle ein: Neue Studien zeigen, wie generative KI-Modelle und Methoden des maschinellen Lernens – insbesondere Deep Learning – in Kombination mit molekular zielgerichteten Therapien die Behandlung der AML grundlegend verändern können. Jüngste Fortschritte in der KI-basierten Leukämiediagnostik wurden kürzlich mit dem renommierten Förderpreis „Digitales Labor“ der DGKL ausgezeichnet – ein klares Signal für die zunehmende Bedeutung KI-gestützter Ansätze.

Künstliche Daten, reale Fortschritte – Medizin neu denken mit KI

Die Entwicklung leistungsfähiger KI-Modelle für die Erkennung von Erkrankungen erfordert große, vielfältige und gut annotierte Datensätze. Doch gerade bei seltenen Erkrankungen wie der AML erschweren geringe Fallzahlen und datenschutzrechtliche Vorgaben den Zugang zu ausreichend Trainingsmaterial. Eine aktuelle Studie der Forschungsgruppe „AI in Hematology“ im Journal npj Digital Medicine [1] zeigt hierfür einen innovativen Lösungsansatz: Mithilfe eines generativen Modells (StyleGAN2-ADA) wurden synthetische Knochenmarkausstriche von AML erzeugt (Abb. 1). Selbst für erfahrene Hämatolog:innen waren

diese künstlichen Bilder nicht von echten zu unterscheiden. KI-Modelle, die mit unterschiedlichen Anteilen realer und synthetischer Daten trainiert wurden, erzielten durchweg hohe Genauigkeiten bei der Leukämiedetektion – selbst mit rein synthetischen Trainingsdaten. Besonders bemerkenswert: Das Beimischen synthetischer Bilder verbesserte die Erkennung der seltenen Subgruppe der akuten Promyelozytenleukämie (APL), für die reale Bilddaten nur sehr begrenzt verfügbar sind.

Auch ganze Patientendatensätze lassen sich mit KI erzeugen. So zeigte das Forschungsteam auf Basis realer Daten von über 1.600 AML-Patient:innen, wie sich mithilfe spezieller KI-Modelle (CTAB-GAN+ und nFlow) synthetische Patientenkohorten generieren lassen, die klinische Merkmale und Zusammenhänge realitätsgetreu abbilden und zugleich den Schutz sensibler Daten von Patient:innen gewährleisten [2]. Solche frei teilbaren, synthetischen Kohorten eröffnen neue Möglichkeiten, etwa zur

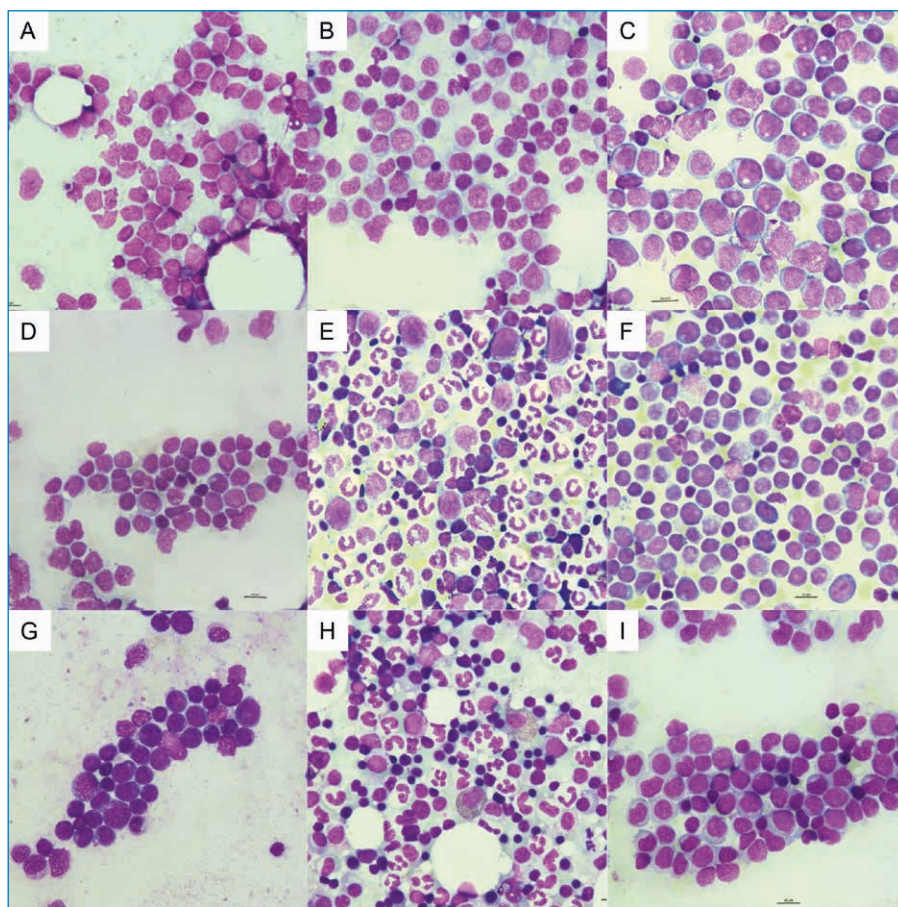


Abb. 1: Synthetische Knochenmarkausstriche können für das Training von diagnostischen KI-Modellen genutzt werden. Die Bilder in A, F, G und H zeigen echte Knochenmarkausstriche, während B, C, D, E und I synthetische Bilder sind.

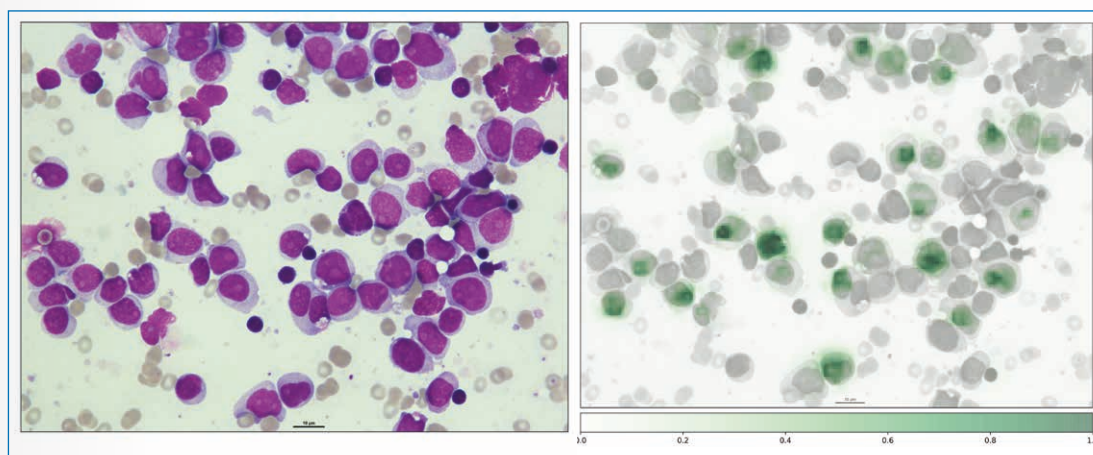


Abb. 2: KI sagt NPM1-Mutationsstatus bei akuter myeloischer Leukämie voraus.

Erweiterung von Trainingsdaten für KI-Modelle, zur Simulation klinischer Studien oder zur Nutzung als virtuelle Kontrollgruppen. Dadurch könnten Studien effizienter gestaltet werden, ohne auf valide Vergleichsdaten verzichten zu müssen.

KI-gestützte Risikostratifizierung bei AML

Neben der Generierung synthetischer Daten eröffnet KI auch neue Möglichkeiten zur differenzierten Risikostratifizierung, um individuelle Krankheitsverläufe auf Basis relevanter Risikofaktoren besser vorhersagen zu können. Eine aktuelle Studie der Forschungsgruppe „AI in Hematology“ verdeutlicht dieses Potenzial: Durch den Einsatz von Machine-Learning-Modellen konnten altersabhängige Unterschiede in der prognostischen Relevanz molekularer Veränderungen bei AML gezeigt werden – ein zentraler Schritt hin zu wirklich individualisierten Behandlungsstrategien [3].

Bildbasierte Mutationserkennung mit KI

Ein weiterer vielversprechender Ansatz beim Einsatz von KI ist die bildbasierte Erkennung genetischer Veränderungen. Für die wegweisende Forschung zur KI-gestützten Analyse von Knochenmarksausstrichen bei Leukämien [4, 5] wurden Jan Moritz Middeke und Jan-Niklas Eckardt mit dem DGKL-Förderpreis „Digitales Labor“ ausgezeichnet. Ihre Studie zeigt, dass KI den NPM1-Mutationsstatus – eine Mutation, die bei rund einem Drittel aller AML-Fälle auftritt – direkt aus digitalen Bilddaten erkennen kann, ohne dass zusätzliche molekulare Tests hierfür erforderlich sind [4]. Die Ergebnisse belegen, dass Deep-Learning-Modelle zytomorphologische Merkmale ableiten können, die den Mutationsstatus zuverlässig vorhersagen (Abb. 2). Dadurch könnten routinemäßig erhobene Bilddaten besser genutzt und Diagnosen deutlich beschleunigt werden. Derzeit wird geprüft, ob der Ansatz auch zur Vorhersage von IDH1-Mutationen geeignet ist.

IDH-Mutation ist nicht gleich IDH-Mutation: Neue Erkenntnisse zur personalisierten Therapie bei Leukämie

Mutationen in den Genen IDH1 und IDH2 treten bei etwa 20 % der Patient:innen mit AML auf. In einer multizentrischen Studie untersuchten Middeke et al., wie sich verschiedene Mutationsubtypen auf den Krankheitsverlauf auswirken [6]. So war die IDH1-R132C-Mutation häufiger mit ungünstigen Begleitfaktoren, einer niedrigeren Rate vollständiger Remissionen und einem Trend zu schlechterem Gesamtüberleben verbunden. Im Gegensatz dazu zeigte die IDH2-R172K-Mutation – insbesondere bei Patient:innen mit hohem Risiko gemäß den Kriterien des European LeukemiaNet – ein signifikant besseres Gesamtüberleben. Diese Erkenntnisse unterstreichen die zentrale Rolle einer präzisen molekulargenetischen Diagnostik für maßgeschneiderte Behandlungsstrategien bei AML.

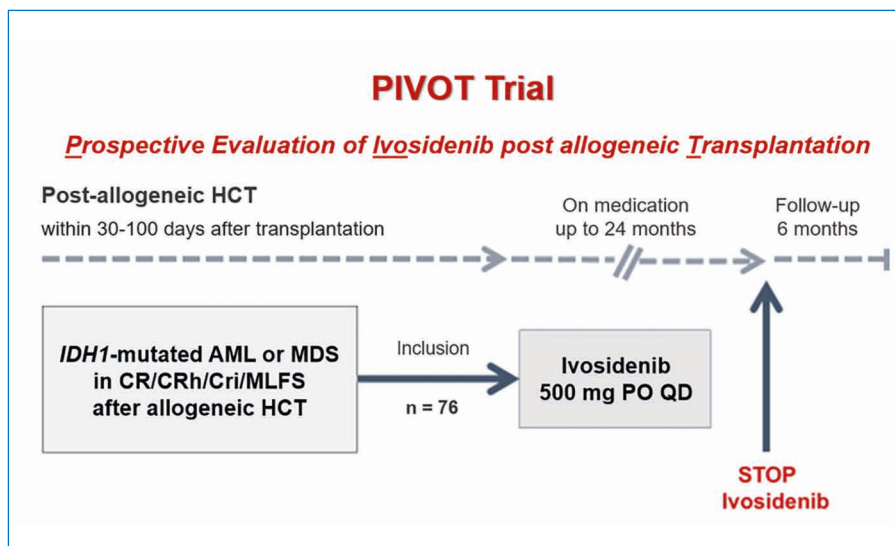


Abb. 3: Design der PIVOT-Studie

Vor diesem Hintergrund wird aktuell in der PIVOT-Studie unter der Leitung der Universitätskliniken Dresden und Kiel – und mit Beteiligung vieler weiterer Universitätskliniken – untersucht, ob eine Erhaltungstherapie mit Ivosidenib (einem IDH1-Inhibitor, bei Patient:innen mit bestätigter IDH1-mutierter AML nach Stammzelltransplantation) molekulare Rückfälle verhindern und das Langzeitüberleben verbessern kann (Abb. 3). Sollte sich die Wirksamkeit bestätigen, könnte dies einen neuen Behandlungsstandard etablieren und die nachhaltigen Heilungschancen deutlich verbessern.

Fazit

Die hier vorgestellten Arbeiten zeigen: Personalisierte Medizin in der Hämatologie ist keine ferne Vision, sondern wird Schritt für Schritt durch den Einsatz von KI und innovativen Studien umgesetzt. ■

KONTAKT

Dr. med. Jan Moritz Middeke
Medizinische Klinik I
Universitätsklinikum Carl Gustav Carus Dresden
E-Mail: JanMoritz.Middeke@ukdd.de

REFERENZEN

- [1] Eckardt JN, Srivastava I, Wang Z, et al. Synthetic bone marrow images augment real samples in developing acute myeloid leukemia microscopy classification models. NPJ Digit Med. 2025;8(1):173. doi:10.1038/s41746-025-01563-9
- [2] Eckardt JN, Hahn W, Röllig C, et al. Mimicking clinical trials with synthetic acute myeloid leukemia patients using generative artificial intelligence. NPJ Digit Med. 2024;7(1):76. doi:10.1038/s41746-024-01076-x
- [3] Eckardt JN, Hahn W, Ries RE, et al. Age-stratified machine learning identifies divergent prognostic significance of molecular alterations in AML. Hemasphere. 2025;9(5):e70132. doi:10.1002/hem3.70132
- [4] Eckardt JN, Middeke JM, Riechert S, et al. Deep learning detects acute myeloid leukemia and predicts NPM1 mutation status from bone marrow smears. Leukemia. 2022;36(1):111-118. doi:10.1038/s41375-021-01408-w
- [5] Eckardt JN, Schmittmann T, Riechert S, et al. Deep learning identifies Acute Promyelocytic Leukemia in bone marrow smears. BMC Cancer. 2022;22(1):201. doi:10.1186/s12885-022-09307-8
- [6] Middeke JM, Metzeler KH, Röllig C, et al. Differential impact of IDH1/2 mutational subclasses on outcome in adult AML: results from a large multicenter study. Blood Adv. 2022;6(5):1394-1405. doi:10.1182/bloodadvances.2021004934

Surgomics: Von Daten zu Entscheidungen

Ein KI-basiertes, kognitives, chirurgisches Assistenzsystem (COSA)

Martin Wagner², Zhaoyu Chen¹, Johanna Brandenburg², André Schulz², Sebastian Bodenstedt¹, Marius Distler², Stefanie Speidel¹

¹ Nationales Centrum für Tumorerkrankungen (NCT/UCC) Dresden;

² Klinik und Poliklinik für Viszeral-, Thorax- und Gefäßchirurgie am Universitätsklinikum Carl Gustav Carus, Technische Universität Dresden

Von Daten zu Entscheidungen – das Konzept hinter Surgomics

Chirurgische Behandlungsprozesse sind hochkomplex und entscheidend für das postoperative Überleben onkologischer Patient:innen. Standardisierte Abläufe treffen auf personalisierte Entscheidungen – eine Kombination, die angesichts wachsender Datenmengen während der Operation zunehmend datenbasierte Unterstützung erfordert. Die Integration multimodaler Informationen kann helfen, Risiken frühzeitig zu erkennen und personalisierte Entscheidungen sowie Behandlungskonzepte zu ermöglichen [1]. Surgomics ist definiert als die Gesamtheit der chirurgischen Prozessmerkmale (Surgomic Features, Abb. 1), die automatisiert mithilfe von maschinellen Lernverfahren (ML) aus multimodalen intraoperativen Daten abgeleitet werden können. Surgomics ist somit das chirurgische Pendant zu Genomics und Radiomics und soll die Vorhersage von Komplikationen wie Morbidität, Mortalität und Langzeitergebnissen sowie die Entscheidungsunterstützung durch gezieltes Feedback für Chirurg:innen ermöglichen [2].

Ein zentrales Ziel des Projektes ist der Aufbau eines klinisch einsetzbaren Systems, das mittels Prozessmodellierung sowie statistischer Analysen und maschinellem Lernen prädiktiver Algorithmen chirurgische Abläufe analysiert und als mobile Assistenzlösung – im Sinne eines kognitiven chirurgischen Assistenzsystems (COgnitive Surgical Assistance System, COSA) – in Echtzeit nutzbar macht. Damit sollen sowohl die Patient:innensicherheit als auch der Informationsfluss im klinischen Alltag entscheidend verbessert werden.

Semantische Modellierung des Behandlungspfades

Um chirurgische Behandlungsverläufe digital abbilden und besser analysieren zu können, wurde ein strukturierter Datenrahmen entwickelt [2]². Dieser verbindet medizinische Informationen aus verschiedenen Behandlungsphasen – vor, während und nach der Operation – und integriert dafür relevante Patient:innendaten aus den IT-Systemen zweier Universitätskliniken. In einem ersten Schritt wurde das Konzept Surgomics mit prä- und postoperativen Schnittstellen definiert. Außerdem wurden mögliche Sensorquellen im Operationssaal ausfindig gemacht, Surgomic Features identifiziert und übergreifenden Kategorien zugeordnet [2].

Im nächsten Schritt ging es darum, eine standardisierte Entwicklungs- und Validierungsstrategie für die automatische Detektion von zehn ausgewählten Surgomic Features zu etablieren, bei der insgesamt 14.004 Bilder von 22 chirurgischen Operationsvideos analysiert wurden. Hierfür war das Annotieren der Daten, also das Versehen der chirurgischen Bilder mit Expert:inneninformationen notwendig. Um den Annotationsprozess perspektivisch leichter zu gestalten und zu standardisieren, wurde ein intelligentes ML-Verfahren, das sogenannte Active Learning, untersucht. Active Learning lernt mit jeder neuen Annotation dazu und ermöglicht dadurch die gezielte Auswahl von potenziell besonders aufschlussreichen Bildern für den Annotationsprozess, womit der Aufwand reduziert werden könnte [3].

Um chirurgische Behandlungsverläufe vollständig digital abbilden und besser

analysieren zu können, wurde ein strukturiertes Workflowmodell am Beispiel der roboterassistierten minimalinvasiven Ösophagektomie (RAMIE) entwickelt. Das Workflowmodell wurde in das sogenannte Business Process Model and Notation (BPMN) übersetzt, welches als Grundlage für die Integration in ein bereits bestehendes Checklisten-Tool diente [4]. Durch Einsatz des Checklisten-Tools live im OP konnte die klinische Anwendbarkeit des Workflow-Modells geprüft werden. Somit war eine Dokumentation wichtiger chirurgischer Schritte in Echtzeit möglich. Es folgte eine retrospektive multizentrische Validierungsstudie für die chirurgischen OP-Phasen mit 36 annotierten RAMIE-Videos. Mit diesen Videoannotationen wurde schließlich ein ML-Modell zur automatischen OP-Phasendetektion trainiert und getestet. Darüber hinaus wird aktuell ein standortübergreifender Federated-Learning-Ansatz evaluiert, der datenschutzkonformes Training von KI-Modellen ohne zentralisierten Datenaustausch ermöglichen soll [5].

Intraoperative, Surgomic-Feature-basierte Berechnung von Komplikationsrisiken

Die datenbasierte Vorhersage chirurgischer Komplikationen eröffnet neue Möglichkeiten für eine personalisierte Therapieplanung. Ziel ist es, individuelle Risikoprofile von Patient:innen während eines Eingriffs zu erfassen, um Behandlungsstrategien gezielt anzupassen und die postoperative Versorgung zu optimieren.

Ein zentraler Fokus lag zunächst auf der systematischen Identifikation und Klassifikation intraoperativ erfassbarer

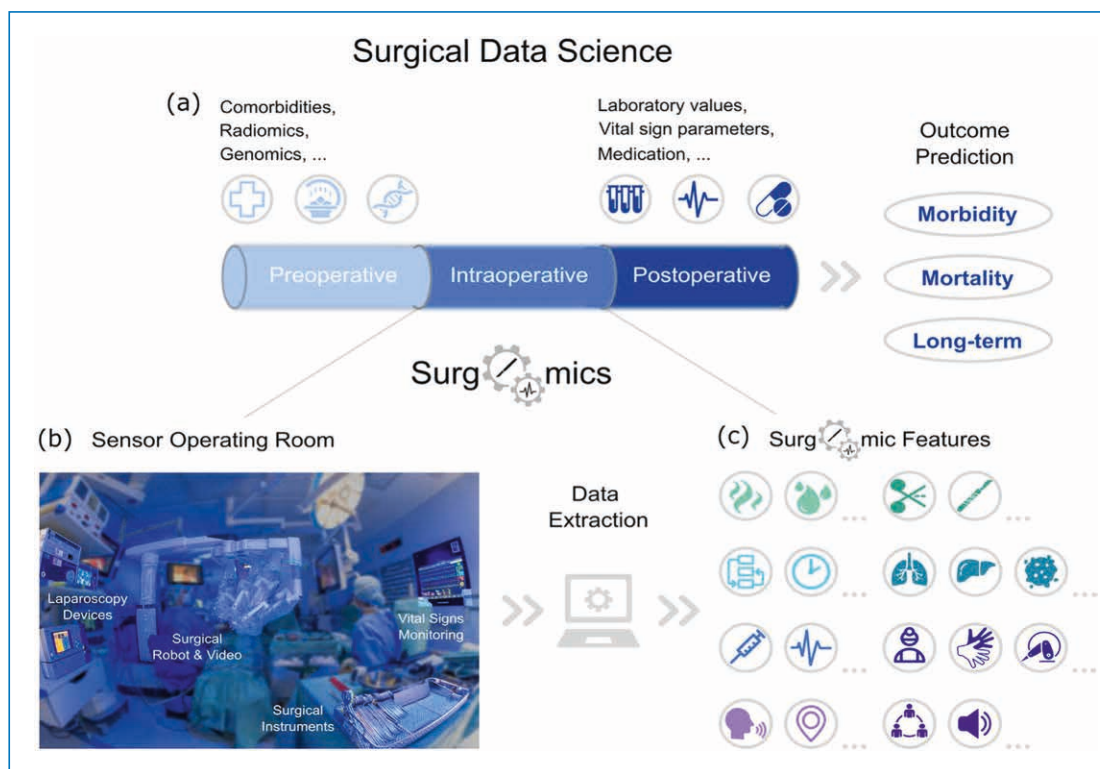


Abb. 1:

Konzept von Surgomics [2]

a) In der chirurgischen Datenwissenschaft (Surgical Data Science [5]) werden prä-, intra- und postoperative Daten integriert, um Morbidität, Mortalität und Langzeitergebnisse vorherzusagen.

b) Surgomics konzentriert sich auf den intraoperativen Kontext, der Datenquellen, wie das chirurgische Video oder die Überwachung der Vitalparameter, die die Anästhesie umfasst.

c) Surgomic Features können automatisiert aus geeigneten Datenquellen mithilfe maschineller Lernverfahren extrahiert werden.

Prozessmerkmale – den sogenannten Surgomic Features (Abb. 1). In einem interdisziplinären Team aus Chirurgie und Informatik wurden 52 solcher Features definiert und in acht übergeordnete Kategorien sortiert. Ihre klinische Relevanz und technische Umsetzbarkeit mittels ML-Verfahren wurden durch eine Expert:innenbefragung mit 66 Teilnehmenden bewertet und priorisiert [2].

Basierend auf diesen Erkenntnissen wurden zehn videobasierte Surgomic Features ausgewählt, die sich spezifisch auf intraoperative Blutung und Beeinträchtigung der Sichtbarkeit als relevante Komplikationen beziehen. Diese Features umfassten unter anderem die Blut- und Rauchmenge im Operationsfeld, sechs chirurgische Instrumente, die zu der Entstehung von Blut und Rauch

im Sichtfeld beitragen können bzw. hiermit assoziiert sein können, und zwei anatomische Zielstrukturen, die auch als Blutungsquelle in Betracht kommen. Die roboterassistierte minimalinvasive Ösophagektomie bei einem fortgeschrittenem Ösophaguskarzinom diente als komplexes Anwendungsbeispiel [6,7]. Ziel war es, diese Features mithilfe von ML-Modellen automatisiert im Operationsvideo zu erkennen. Erste klinische Tests bestätigten die Einsatzfähigkeit der Modelle im OP-Saal [3].

Zur Integration dieser Features in den operativen Kontext wurden die chirurgischen Phasen der Ösophagusresektion analysiert. 36 Eingriffe aus drei akademischen Zentren wurden durch zwei Expert:innen annotiert, um ein phasenbasiertes Workflow-Modell zu erstellen.

Dieses diente als Trainingsbasis für ein Deep-Learning-Netzwerk, ein spezieller ML-Ansatz, der künftig eine automatische multizentrische Phasenerkennung ermöglichen soll. Die Ergebnisse sind Teil einer derzeit in Vorbereitung befindlichen Publikation.

COSA: MSobile KI-Assistenz für chirurgische Entscheidungen in Echtzeit

Die Echtzeitintegration intraoperativer Informationen gewinnt zunehmend an Bedeutung für die moderne chirurgische Entscheidungsunterstützung. Die Erfassung und Auswertung von Surgomic Features während der Operation hat das Potenzial, Risiken frühzeitig zu erkennen und die klinische Entscheidungsfindung unmittelbar zu beeinflussen. Das Cognitive Surgical Assistance System COSA

setzt genau an diesem Punkt an: Es kombiniert standardisierte Datenkommunikation mit KI-basierter Bildverarbeitung und stellt relevante Informationen direkt im OP bereit.

Für den mobilen Einsatz von COSA wurde eine spezialisierte Kommunikationsinfrastruktur entwickelt. Zur Integration wurde eine Plattform aufgebaut, die den Ablauf von der Videosignal-Erfassung bis zur Visualisierung auf mobilen Geräten abbildet. Im Zentrum steht ein Medical PC, der im OP das endoskopische Signal erfasst und mithilfe leistungsstarker Hardware Surgomic Features in Echtzeit berechnet (Abb. 2). Diese Architektur wurde zunächst außerhalb des OPs und danach im klinischen Betrieb getestet – beide Male erfolgreich. Ein weiterer Aufbau wurde im Universitätsklinikum Heidelberg installiert. Die COSA-App kann diese Informationen in Echtzeit abrufen.

Tests in realen OPs bestätigten die Praxistauglichkeit. Über eine Benutzeroberfläche können erkannte Features im Live-Bild hervorgehoben und als Score visualisiert werden. Der „Surgomic Report“ (Abb. 3) bietet eine barcodeähnliche Übersicht über den OP-Verlauf. Parallel wird das de-identifizierte OP-Video zur nachträglichen Feature-Berechnung genutzt. Diese Ergebnisse werden samt Patient:innen-daten zentral gespeichert und für die COSA-App bereitgestellt. So gelingt eine vollständige Integration chirurgischer Daten – von der Echtzeitanalyse bis zur Dokumentation und Entscheidungsunterstützung – datenschutzkonform und klinisch relevant.

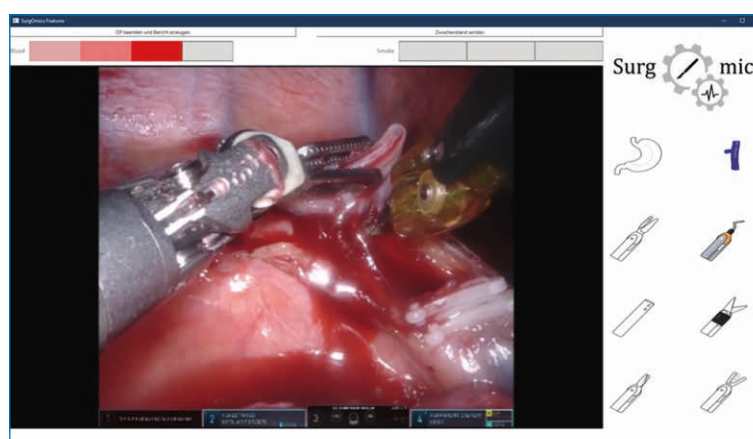


Abb. 2: Interface zur Visualisierung der in Echtzeit erkannten Features
© UKD / Neurochirurgie / Ortrud Uckermann

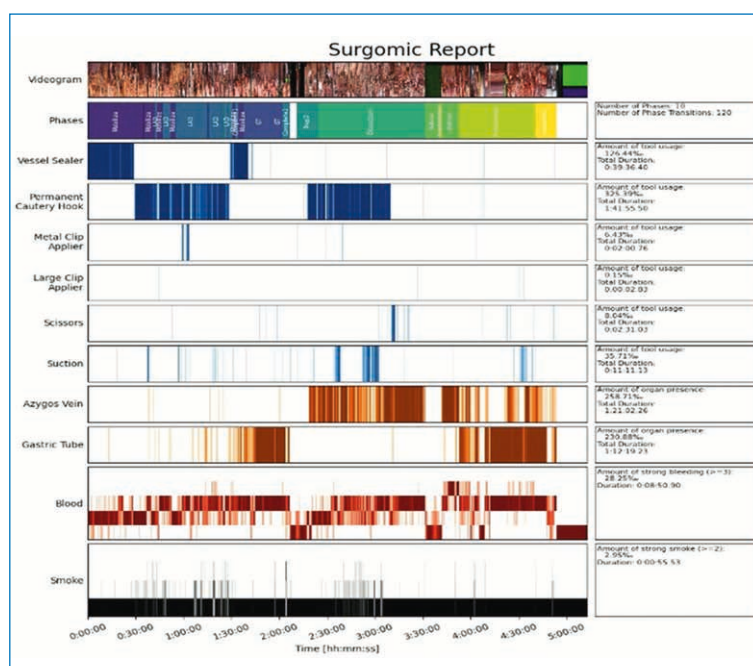


Abb. 3: Der Surgomic Report stellt die vorhergesagten Surgomic Features über den OP-Verlauf hinweg dar und kann als individueller Fingerabdruck jedes Eingriffs angesehen werden.
© UKD / Neurochirurgie / Ortrud Uckermann

Klinische Pilotstudie

Um die Machbarkeit des COSA-Systems unter realen Bedingungen zu prüfen, wurde eine Machbarkeitsstudie an den Universitätskliniken Dresden und Heidelberg durchgeführt. In beiden Einrichtungen kam der mobile Aufbau teilweise während laufender Operationen zum Einsatz – ohne sichtbare Ablenkung für das Operationsteam (Abb. 4).

Am Universitätsklinikum Dresden wurde 2024 mit dem Medical PC eine weiterentwickelte Version installiert, der die SF in Echtzeit berechnet und auf einem Bildschirm darstellt. Im weiteren Verlauf ist eine klinische Pilotstudie in Dresden geplant, die dazu dient, erste Erkenntnisse zur Anwendbarkeit und Wirksamkeit der Technologie an Patient:innen zu gewinnen. ■

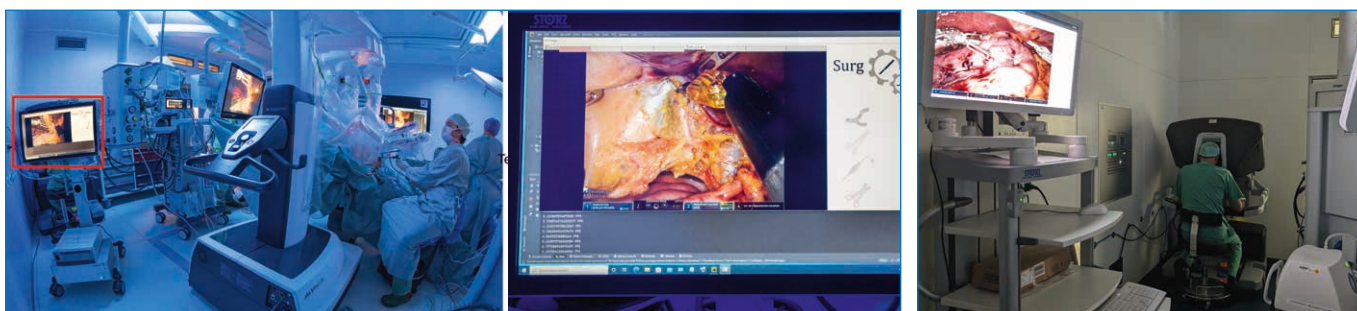


Abb. 4: Aufnahmen vom mobilen Aufbau (fahrbarer Turm mit Medical PC und Bildschirm) im Universitätsklinikum Heidelberg (links) und in Dresden (rechts) während einer Operation

KONTAKT

Prof. Dr.-Ing. Stefanie Speidel
Nationales Centrum für Tumorerkrankungen
(NCT/UCC) Dresden
Fetscherstraße 74, 01307 Dresden
E-Mail: stefanie.speidel@nct-dresden.de

REFERENZEN

- [1] Maier-Hein, L.; Eisenmann, M.; Sarikaya, D.; März, K.; Collins, T.; Malpani, A.; Fallert, J.; Feussner, H.; Gianarou, S.; Mascagni, P.; Nakawala, H.; Park, A.; Pugh, C.; Stoyanov, D.; Vedula, S. S.; Cleary, K.; Fichtinger, G.; Forestier, G.; Gibaud, B.; Grantcharov, T.; Hashizume, M.; Heckmann-Nötzel, D.; Kenngott, H. G.; Kikinis, R.; Mündermann, L.; Navab, N.; Onogur, S.; Roß, T.; Sznitman, R.; Taylor, R. H.; Tizabi, M. D.; Wagner, M.; Hager, G. D.; Neumuth, T.; Padoy, N.; Collins, J.; Gockel, I.; Goedeke, J.; Hashimoto, D. A.; Joyeux, L.; Lam, K.; Leff, D. R.; Madani, A.; Marcus, H. J.; Meireles, O.; Seitel, A.; Teber, D.; Ückert, F.; Müller-Stich, B. P.; Jannin, P.; Speidel, S. Surgical Data Science – from Concepts toward Clinical Translation. *Medical Image Analysis* 2022, 76, 102306. <https://doi.org/10.1016/j.media.2021.102306>.
- [2] Wagner, M.; Brandenburg, J. M.; Bodenstedt, S.; Schulze, A.; Jenke, A. C.; Stern, A.; Daum, M. T. J.; Mündermann, L.; Kolbinger, F. R.; Bhasker, N.; Schneider, G.; Krause-Jüttler, G.; Alwanni, H.; Fritz-Kebede, F.; Burgert, O.; Wilhelm, D.; Fallert, J.; Nickel, F.; Maier-Hein, L.; Dugas, M.; Distler, M.; Weitz, J.; Müller-Stich, B.-P.; Speidel, S. Surgomics: Personalized Prediction of Morbidity, Mortality and Long-Term Outcome in Surgery Using Machine Learning on Multimodal Data. *Surg Endosc* 2022, 36 (11), 8568–8591. <https://doi.org/10.1007/s00464-022-09611-1>.
- [3] Brandenburg, J. M.; Jenke, A. C.; Stern, A.; Daum, M. T. J.; Schulze, A.; Younis, R.; Petrynowski, P.; Davitashvili, T.; Vanat, V.; Bhasker, N.; Schneider, S.; Mündermann, L.; Reinke, A.; Kolbinger, F. R.; Jörns, V.; Fritz-Kebede, F.; Dugas, M.; Maier-Hein, L.; Klotz, R.; Distler, M.; Weitz, J.; Müller-Stich, B. P.; Speidel, S.; Bodenstedt, S.; Wagner, M. Active Learning for Extracting Surgomic Features in Robot-Assisted Minimally Invasive Esophagectomy: A Prospective Annotation Study. *Surg Endosc* 2023, 37 (11), 8577–8593. <https://doi.org/10.1007/s00464-023-10447-6>.
- [4] Junger, D.; Just, E.; Brandenburg, J. M.; Wagner, M.; Schaumann, K.; Klentzner, T.; Burgert, O. Toward an Interoperable, Intraoperative Situation Recognition System via Process Modeling, Execution, and Control Using the Standards BPMN and CMMN. *Int J CARS* 2024, 19 (1), 69–82. <https://doi.org/10.1007/s11548-023-03004-y>.
- [5] Kirchner, M.; Jenke, A. C.; Bodenstedt, S.; Kolbinger, F. R.; Saldanha, O. L.; Kather, J. N.; Wagner, M.; Speidel, S. Federated EndoViT: Pretraining Vision Transformers via Federated Learning on Endoscopic Image Collections. *arXiv* May 8, 2025. <https://doi.org/10.48550/arXiv.2504.16612>.
- [6] Jenke, A. C.; Bodenstedt, S.; Wagner, M.; Brandenburg, J. M.; Stern, A.; Mündermann, L.; Distler, M.; Weitz, J.; Müller-Stich, B. P.; Speidel, S. Stay Focused – Enhancing Model Interpretability Through Guided Feature Training. In *Medical Image Computing and Computer Assisted Intervention – MICCAI 2022*; Wang, L., Dou, Q., Fletcher, P. T., Speidel, S., Li, S., Eds.; Springer Nature Switzerland: Cham, 2022; pp 121–129. https://doi.org/10.1007/978-3-031-16437-8_12.
- [7] Jenke, A. C.; Bodenstedt, S.; Kolbinger, F. R.; Distler, M.; Weitz, J.; Speidel, S. One Model to Use Them All: Training a Segmentation Model with Complementary Datasets. *Int J CARS* 2024, 19 (6), 1233–1241. <https://doi.org/10.1007/s11548-024-03145-8>.

Was dem bloßen Auge verborgen bleibt

Wie die Bildgebung im kurzwelligen Infrarotbereich die Krebschirurgie revolutionieren kann

Iuliia Mukha und Oliver Bruns

Nationales Centrum für Tumorerkrankungen (NCT/UCC) Dresden

Die Herausforderung: Molekulare Präzision in der chirurgischen Onkologie

Präzision ist in der modernen Krebsbehandlung von höchster Bedeutung. Während systemische Therapien und Bestrahlungen immer gezielter eingesetzt werden, steht die chirurgische Entfernung von Tumoren immer noch vor einer grundlegenden Herausforderung: Wie können Chirurg:innen das gesamte Krebsgewebe präzise identifizieren und entfernen und gleichzeitig lebenswichtige gesunde Strukturen erhalten? Wenn auch nur mikroskopisch kleine Krebsreste zurückbleiben, steigt das Risiko eines Rückfalls erheblich. Umgekehrt kann die Entfernung von zu viel Gewebe zu immensen Einschränkungen der Lebensqualität führen. Dieser Herausforderung stellt sich die Abteilung für Funktionelle Bildgebung in der Operativen Onkologie am Nationalen Centrum für Tumorerkrankungen (NCT/UCC) Dresden mit innovativen, hochpräzisen Bildgebungsverfahren. Die Forschung ist stark interdisziplinär und geprägt von der Zusammenarbeit von Wissenschaftler:innen und Wissenschaftlern aus verschiedenen Disziplinen, darunter organische Chemie, Materialwissenschaften, Optik, Physik, Ingenieurwissenschaften, Informatik, Biologie und Chirurgie. Sie alle beschäftigt eine Kernfrage: Wie können während einer Operation kleinste Rückstände von Tumoren sichtbar gemacht werden?

Kurzwelliges Infrarotlicht: das Unsichtbare sichtbar machen

Die Antwort liegt in der Erforschung von Licht jenseits des sichtbaren Spektrums – dem kurzwelligen Infrarotlicht (short wave infrared, kurz: SWIR),

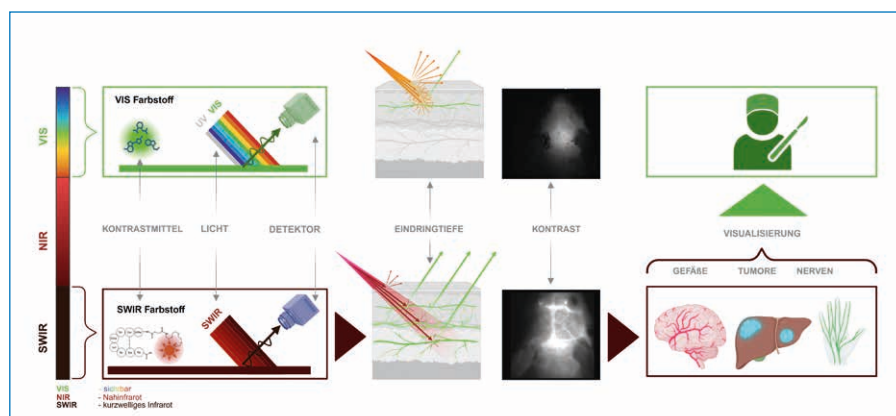


Abb. 1: Intraoperative Visualisierung im SWIR-Bereich mittels Fluoreszenz

das typischerweise zwischen 1.000 und 2.000 Nanometern liegt. Im Gegensatz zu sichtbarem Licht ist die Streuung bei diesen erhöhten Wellenlängen sehr viel geringer, sodass SWIR-Licht deutlich tiefer in Gewebe eindringen kann und aufgrund des erhöhten Kontrasts mehr Klarheit bietet (Abb. 1). Diese Eigenschaft ist der Schlüssel zur Visualisierung von Strukturen, die bei herkömmlichen chirurgischen Eingriffen nicht sichtbar sind.

Entwicklung neuartiger Fluoreszenzfarbstoffe für die SWIR-Bildgebung

Um kleinste Tumorstellen im SWIR-Bereich sichtbar zu machen, werden spezielle Kontrastmittel, Fluoreszenzfarbstoffe, die für diese Wellenlängen optimiert sind, neu entwickelt. Die Forschung von Oliver Bruns am Massachusetts Institute of Technology (MIT) hatte gezeigt, dass einige bereits klinisch zugelassene Farbstoffe wie Indocyaningrün (ICG) eine sehr gut sichtbare Emission im SWIR-Bereich aufweisen und somit das Potenzial haben, den Weg zur klinischen Anwendung der SWIR-Bildgebung zu verkürzen.

Parallel dazu wird mit weltweit führenden Chemikerinnen und Chemikern an der Synthese völlig neuartiger, klinisch sicherer SWIR-Farbstoffe gearbeitet.

Molekulare, gezielte SWIR-Bildgebung in verschiedenen Farben für verbesserte Tumorspezifität

Verschiedene SWIR-Farbstoffe mit unterschiedlichen Wellenlängen zu verwenden, eröffnet die Chance der Mehrfarbenbildgebung, welche die gleichzeitige Visualisierung mehrerer Ziele, wie z.B. von Tumorrändern, abfließenden Lymphbahnen und wichtigen Nerven ermöglicht und damit wesentliche Informationen während der Operation liefert.

SWIR-Farbstoffe können hierbei mit Molekülen verknüpft werden, die sich gezielt an Rezeptoren binden, die verstärkt auf Tumorzellen vorkommen. So soll die hohe molekulare Spezifität, über welche neue Krebsmedikamente bereits verfügen, auch in der optischen Bildgebung genutzt werden. Tumorzellen, die mit bloßem Auge nicht erkennbar sind, können auf diese Weise während der Operation gezielt sichtbar gemacht werden.

Nutzung endogener Kontrastmechanismen: Wassergehalt als natürlicher SWIR-Marker

Neben der Verwendung fluoreszierender Marker stellt das Absorptionsverhalten von Wasser im SWIR-Bereich eine weitere effektive Kontrastquelle dar. Besonders ausgeprägt ist die Wasserabsorption um 1.500 nm, wodurch im sichtbaren Licht klare Flüssigkeiten im SWIR-Bereich undurchsichtig oder schwarz erscheinen. Dieser körpereigene Kontrast kann genutzt werden, um Gewebe wie in der Kernspin-Bildgebung (MRT) anhand ihres Wassergehalts zu unterscheiden. Zu den potenziellen klinischen Anwendungen gehören die Erkennung von Flüssigkeitsansammlungen, z. B. bei Mittelohrentzündungen, die Identifikation von Liquorleckagen als Folge von operativen Eingriffen im Bereich der Schädelbasis sowie die Darstellung von Lymphknoten und Nerven im Fettgewebe. Bei diesen Anwendungen stößt die konventionelle Bildgebung mit sichtbarem Licht oft an ihre Grenzen. Die zentrale Herausforderung in puncto Sichtbarkeit liegt in der Erzeugung eines ausreichenden Kontrasts. Dieser kann entweder intrinsisch – etwa durch Gewebeeigenschaften wie den Wassergehalt – oder extrinsisch – durch den Einsatz hochspezifischer fluoreszenter Marker, die auf bestimmte Moleküle oder Rezeptoren abzielen – realisiert werden. Die geringere Streuung im längeren SWIR-Wellenbereich trägt erheblich zu einer erhöhten Bildschärfe in tieferen Gewebeschichten bei (Abb. 2).

Lebenswichtige Strukturen schützen: Präzisionsbildgebung zur Darstellung von Nerven

Neben der Entwicklung neuartiger Fluoreszenzfarbstoffe und moderner Bildgebungs-

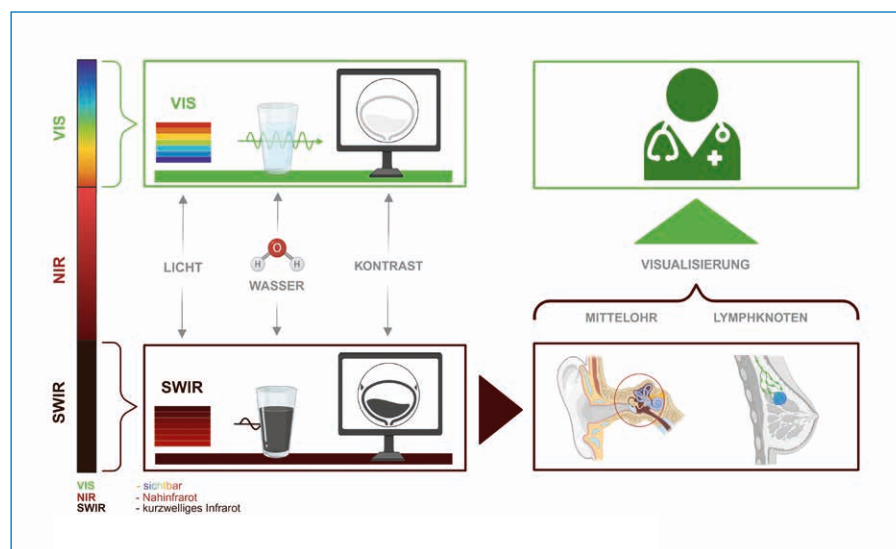


Abb. 2: Nutzung von Wasserabsorption im SWIR-Bereich für die Bildgebung

verfahren wie der SWIR-Fluoreszenz rücken im Streben nach einer höheren chirurgischen Präzision zunehmend auch innovative Anwendungen bereits etablierter Instrumente in den Fokus. Ziel ist es, bestehende Technologien kreativ weiterzuentwickeln, um die Ergebnisse für die Patienten nachhaltig zu verbessern.

Unbeabsichtigte Nervenschädigungen stellen insbesondere bei komplexen onkologischen Eingriffen weiterhin eine erhebliche Herausforderung dar. Solche Verletzungen können die Lebensqualität der Betroffenen dauerhaft beeinträchtigen, etwa in Form chronischer Schmerzen, funktioneller Einschränkungen oder bleibender Behinderungen. Operationen im Beckenraum sowie im Kopf- und Halsbereich sind mit einem besonders hohen Risiko für solche Komplikationen verbunden. Während die Entwicklung neuartiger nervenspezifischer Bildgebungsmethoden weiter voranschreitet, fehlt bislang eine regulatorische Zulassung für alternative Verfahren.

Jüngste Forschungsergebnisse konnten nun zeigen, dass ein bereits klinisch zugelassener Farbstoff – Fluoreszein – eine vielversprechende Möglichkeit zur intraoperativen Darstellung von Nerven bietet. Der Einsatz von Fluoreszein, das kostengünstig und sicher sowie in der Augheilkunde bereits etabliert ist, kann nun auch die Visualisierung von Nerven bei chirurgischen Eingriffen erheblich verbessern. Bereits bei der Verwendung von konventionellen Bildgebungssystemen und der Verabreichung von Standard Dosen des Farbstoffs konnte ein besserer Kontrast als bei der Verwendung herkömmlicher Verfahren mit sichtbarem Licht erzielt werden. So konnte eine eindeutigere Identifizierung von Nerven realisiert werden, selbst wenn diese durch das umgebende Fettgewebe verdeckt waren (Abb. 3).

Dieser Durchbruch eröffnet einen vielversprechenden Ansatz zur unmittelbaren Optimierung der intraoperativen Darstellung kritischer neuronaler

Strukturen und verdeutlicht, wie die innovative Nutzung etablierter Substanzen wie Fluoreszein, ergänzend zur Entwicklung neuartiger Technologien, maßgeblich zum Erhalt lebenswichtiger Funktionen und zur Verbesserung der Lebensqualität von Krebspatient:innen beiträgt.

Perspektiven der SWIR-Bildgebung in Forschung und Klinik

Die SWIR-Bildgebung wird in den kommenden fünf bis zehn Jahren sowohl in der Grundlagenforschung als auch in der klinischen Praxis zu einer etablierten Technologie avancieren. Die Forschungsgruppe um Oliver Bruns am Nationalen Centrum für Tumorerkrankungen (NCT/UCC) Dresden verfolgt das Ziel, diesen Prozess zu beschleunigen, indem sie grundlegende Konzepte entwickelt, relevante klinische Indikationen identifiziert, die erforderliche Technologie weiter optimiert und passende Kontrastmittel erforscht.

Dieses ambitionierte Vorhaben wird durch eine umfassende, internationale und interdisziplinäre Zusammenarbeit möglich, die von verschiedenen Organisationen gefördert und Partnern unterstützt wird. Die Arbeit am Nationalen Centrum für Tumorerkrankungen (NCT/UCC) Dresden stellt ein herausragendes Beispiel dafür dar, wie synergetische Zusammenarbeit über fachliche Grenzen hinweg innovative Lösungen für drängende Fragen und Herausforderungen in der Krebschirurgie hervorbringen kann. ■

KONTAKT

Dr. Iuliia Mukha und Prof. Dr. Oliver Bruns
E-Mail: iuliia.mukha@nct-dresden.de
E-Mail: oliver.bruns@nct-dresden.de

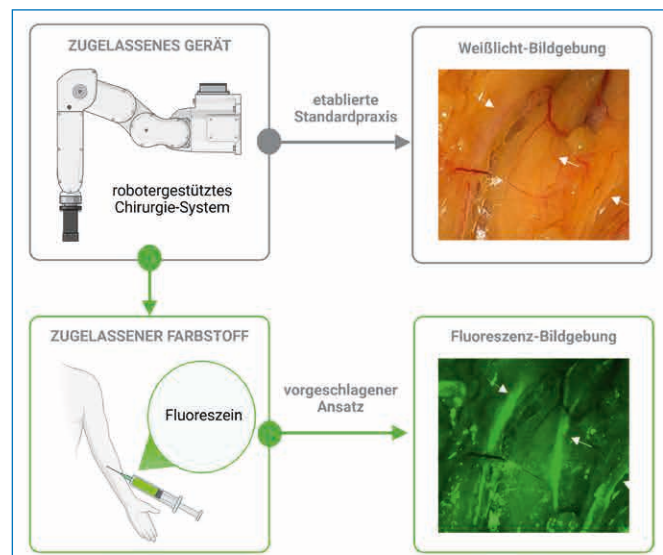


Abb. 3: Visualisierung von Nerven in der Fluoreszenz-Bildgebung mit erhöhtem Kontrast

REFERENZEN

- [1] Intraoperative nerve imaging with sodium fluorescein, Roy K. Park, Bernardo A. Arús, Jennifer Y. Lee, Merle M. Weitzenberg, Melissa C. Lee, Mark S. Nyaeme, Julia Barthel, Giuseppe Balsamo, Fred M. Baik, Katie Speirs, Berit Blume, Metar Heller-Algazi, Andriy Chmyrov, Oliver Plettenburg, Uchechukwu C. Megwalu, Jürgen Weitz, Marius Distler, Oliver T. Bruns, Tulio A. Valdez. MedRxiv (2025), Development of a shortwave infrared sinuscope for the detection of cerebrospinal fluid leaks. Klein TW, Yang S, Tusty MA, Nayak JV, Chang MT, Bruns OT, Bischof TS, Valdez TA. J Biomed Opt. (2023)
- [2] Targeted multicolor in vivo imaging over 1,000 nm enabled by nonamethine cyanines. Bandi VG, Luciano MP, Saccomano M, Patel NL, Bischof TS, Lingg JGP, Tsrunchev PT, Nix MN, Ruehle B, Sanders C, Riffle L, Robinson CM, Diflippantonio S, Kalen JD, Resch-Genger U, Ivanic J, Bruns OT, Schnermann MJ. Nat Methods. (2022)
- [3] Bright Chromenyl Polymethine Dyes Enable Fast, Four-Color In Vivo Imaging with Shortwave Infrared Detection. Cosco ED, Arús BA, Spearman AL, Atallah TL, Lim I, Leland OS, Caram JR, Bischof TS, Bruns OT, Sletten EM. J Am Chem Soc. (2021)
- [4] Shortwave infrared polymethine fluorophores matched to excitation lasers enable non-invasive, multicolour in vivo imaging in real time. Cosco ED, Spearman AL, Ramakrishnan S, Lingg JGP, Saccomano M, Pengshung M, Arús BA, Wong KCY, Glasl S, Ntziachristos V, Warmer M, McLaughlin RR, Bruns OT, Sletten EM. Nat Chem. (2020)
- [5] Initial findings of shortwave infrared otoscopy in a pediatric population, Valdez TA, Carr JA, Kavanagh KR, Schwartz M, Blake D, Bruns O, Bawendi M.. Int J Pediatr Otorhinolaryngol. (2018)
- [6] Shortwave infrared fluorescence imaging with the clinically approved near-infrared dye indocyanine green. Carr JA, Franke D, Caram JR, Perkinson CF, Saif M, Askoxylakis V, Datta M, Fukumura D, Jain RK, Bawendi MG, Bruns OT. Proc Natl Acad Sci U S A. (2018)
- [7] Flavylium Polymethine Fluorophores for Near- and Shortwave Infrared Imaging. Cosco ED, Caram JR, Bruns OT, Franke D, Day RA, Farr EP, Bawendi MG, Sletten EM. Angew Chem Int Ed Engl. (2017)
- [8] Using the shortwave infrared to image middle ear pathologies. Carr JA, Valdez TA, Bruns OT, Bawendi MG. Proc Natl Acad Sci U S A. (2016)

Intelligente Assistenz für die Onkologie

Wie KI-Agenten die Krebsforschung verändern

Viktoria Bosak

Else Kröner Fresenius Zentrum (EKFZ) für Digitale Gesundheit TU Dresden

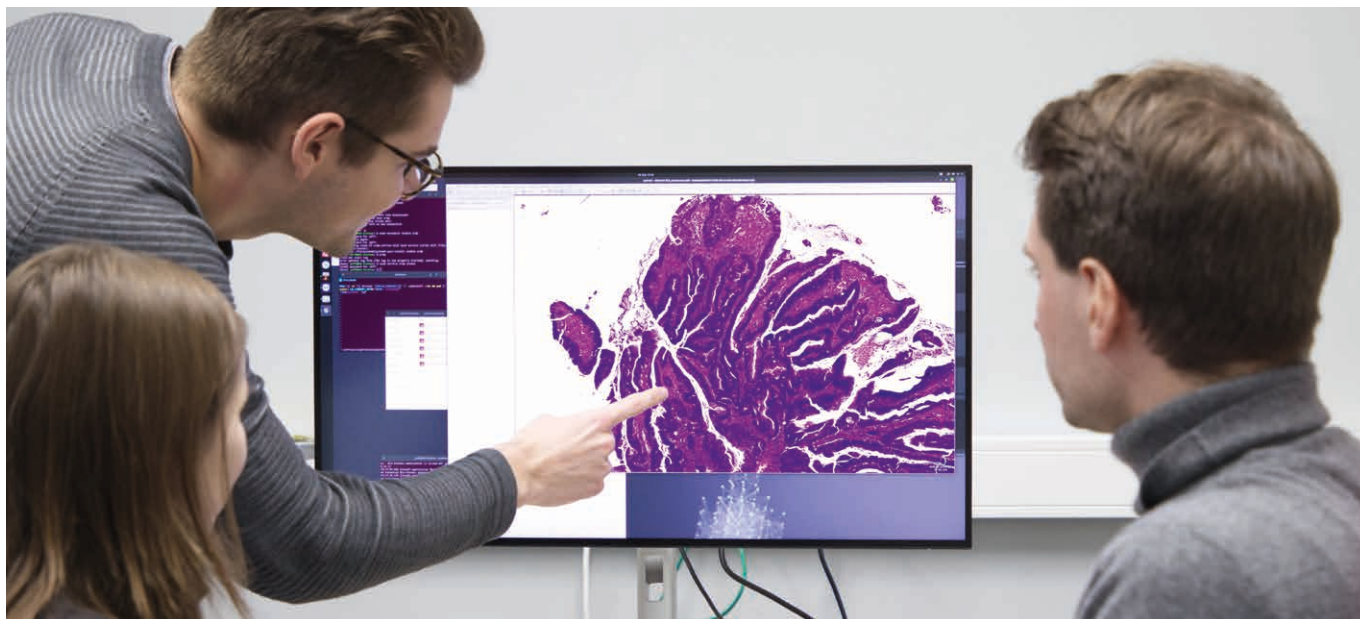


Abb. 1: Prof. Kather und Forschende aus seinem Team diskutieren die digitale Aufnahme eines histopathologischen Gewebeschnittes.

Der Einsatz von künstlicher Intelligenz (KI) in der Medizin und Krebsforschung ist ein zentrales Forschungsfeld der Dresdner Hochschulmedizin. Hier arbeiten Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler mit Hochdruck daran, KI-Systeme effizient, sicher und vertrauenswürdig für die Forschung und spätere klinische Anwendung zu entwickeln. Einer von ihnen ist Prof. Jakob N. Kather, Professor für Clinical Artificial Intelligence am Else Kröner Fresenius Zentrum (EKFZ) für Digitale Gesundheit der Technischen Universität Dresden (TUD).

Neben seiner Forschung ist Kather als Onkologe am Universitätsklinikum Dresden und am Nationalen Centrum für Tumorerkrankungen (NCT/UCC) Dresden tätig. Er kennt die Herausforderungen des Klinikalltags aus eigener Erfahrung und verfolgt das Ziel, mithilfe von KI die Arbeit des medizinischen

Personals zu erleichtern und die Versorgung von Patientinnen und Patienten zu verbessern. Gemeinsam mit seinem Team erforscht er unter anderem den Einsatz großer Sprachmodelle in der Medizin. In der Fachzeitschrift „Nature Cancer“ hat er kürzlich das Konzept sogenannter KI-Agenten vorgestellt und skizziert, wie diese Technologien die Krebsforschung und -behandlung in Zukunft grundlegend verändern könnten.

Große Sprachmodelle – sogenannte Large Language Models, kurz: LLMs – wie ChatGPT, Gemini oder LLaMA sind schon jetzt nicht mehr aus unserem Alltag wegzudenken. Auch für die Anwendung in Wissenschaft und Medizin werden die Modelle kontinuierlich verbessert. KI und sogenanntes Deep Learning unterstützen Forschende in zahlreichen Bereichen und erleichtern ihnen die Arbeit. Bislang konnten diese Modelle nur spezifische Aufgaben lösen,

wofür sie genaue Vorgaben und Anleitungen durch Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler benötigten. Biomedizinische Forschung wie etwa die Entwicklung neuartiger Krebstherapien beinhaltet jedoch meist komplexe und mehrstufige Arbeitsschritte. KI konnte hier bislang nur bei einzelnen Schritten wie etwa der Datenanalyse helfen. Durch die Einführung von LLMs, die auf Basis menschlicher Sprache arbeiten, können inzwischen auch wissenschaftliche Aufgaben wie Literaturrecherche, Hypothesengenerierung und Planung von Experimenten durch eine KI unterstützt werden. Mittlerweile verstehen diese Modelle nicht nur reinen Text, sondern auch Bilder, Videos und strukturierte Daten wie Tabellen. Ihre Stärke liegt in der Kombination, Analyse und Bewertung von Informationen, weniger in der bloßen Abfrage von Fakten – hier besteht die Gefahr von sogenannten Halluzinationen, wenn ein LLM falsche oder irreführende Ergebnisse generiert.

KI-Agenten vereinfachen komplexe Arbeitsabläufe und unterstützen im Alltag

Im Unterschied zu einem Sprachmodell, kann ein KI-Agent direkt auf weitere Werkzeuge (Tools) und Software zugreifen, Prozesse anstoßen und eigenständig Aufgaben ausführen. Zunehmend verbessert sich auch die Fähigkeit, selbstständig zu lernen, Wissen zu reflektieren und komplett neue Problemstellungen zu lösen. Forschende um Prof. Kather am EKFZ für Digitale Gesundheit in Dresden arbeiten genau an solchen Systemen. Gemeinsam mit weiteren Expertinnen und Experten entwickeln sie KI-gestützte Agenten, die als digitale Co-Piloten den Arbeitsalltag von Forschenden künftig erleichtern könnten. Langfristig bergen sie auch großes Potenzial für den Einsatz in der Klinik. Durch die Verbindung von Sprachmodellen mit verschiedenen Software-Tools könnten KI-Agenten in naher Zukunft komplexe Aufgaben nicht nur verstehen, sondern auch selbstständig aktiv bearbeiten.

Ein Beispiel ist ein vom Kather Lab entwickelter LLM-basierter Assistent, der aus tausenden PDF-Berichten gezielt Informationen wie Tumorstadien oder Biomarker extrahieren kann. Damit wird die zeitintensive, händische Annotation medizinischer Daten erheblich beschleunigt. Auch Aufgaben wie die Codierung – etwa das Zuordnen von ICD-10-Codes – lassen sich durch KI automatisieren. Diese Arbeiten sind enorm wichtig, aber in der Praxis oft monoton und fehleranfällig.

Ein weiteres Beispiel für eine mögliche Anwendung im Klinikalltag ist ein Agent für Tumorboards: Dieser kann verschiedene Datenquellen wie Schnitte aus der



© EKFZ / Anja Stübner

„Diese neuen Systeme werden die biomedizinische Forschung maßgeblich verändern und beschleunigen. Zugleich müssen sich Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler auch der ethischen und sicherheitsrelevanten Konsequenzen bewusst sein. Es ist unsere Aufgabe, KI verantwortungsvoll einzusetzen und die dafür erforderlichen Rahmenbedingungen zu definieren.

Dann sind diese KI-Systeme eine wertvolle Ergänzung und Unterstützung, um die Forschung voranzubringen, Krankheiten besser zu verstehen und passende Therapieansätze finden zu können“, sagt Prof. Jakob N. Kather.



© EKFZ / Anja Stübner



„Während große Sprachmodelle bisher nur einzelne, isolierte Aufgaben unterstützen konnten, eröffnen KI-Agenten erstmals das Potenzial, Ärztinnen und Ärzte im gesamten Prozess der klinischen Entscheidungsfindung zu begleiten. Als virtuelle Co-Piloten werden sie in der Lage sein, Bildgebung, Genomdaten und klinische Informationen zu analysieren, aktuelle Studien zu durchsuchen und daraus fundierte Therapieempfehlungen abzuleiten. Künftig könnten damit alle Ärztinnen und Ärzte einen digitalen Experten zur Unterstützung in der Kitteltasche mit sich tragen“, sagt Dyke Ferber, Mediziner am NCT Heidelberg.

Pathologie, Radiologiebilder und Krankenakten zusammenführen, analysieren und daraus Therapieempfehlungen ableiten. Dabei greift der Agent auf spezialisierte Module zurück, etwa zur Bildverarbeitung oder Interpretation von Biomarkern. Erste Prototypen zeigen: Diese Systeme können mit menschlichen Fachärztinnen und -ärzten mithalten und komplexe diagnostische Entscheidungsprozesse strukturiert durchlaufen.

Sicherheit und Regulierung von Anfang an mitdenken

Eine Stärke der von Prof. Kather entwickelten Systeme liegt darin, dass sie lokal auf Klinikrechnern betrieben werden können. Damit erfüllen sie die strengen Anforderungen an Datenschutz und Privatsphäre im Gesundheitswesen. Gleichzeitig bieten sie intuitive Benutzeroberflächen, die auch ohne technisches Vorwissen nutzbar sind. Ideale Voraussetzungen, um sie in Zukunft im Alltag anwenden zu können. Aktuell arbeiten auch medizinische Fachgesellschaften wie die European Society for Medical Oncology (ESMO) daran, Empfehlungen für die Anwendungen großer Sprachmodelle in der Onkologie zu erstellen. Ziel ist es, sinnvolle Einsatzbereiche zu identifizieren, Chancen und Risiken abzuwägen und den regulatorischen Rahmen mitzugestalten. Denn trotz des enormen Potenzials sind mit Blick auf Regulierung und Implementierung noch viele Fragen ungeklärt. LLMs sind bislang nicht als medizinische Geräte zugelassen, obwohl sie die Kriterien als solche erfüllen. Ihre Einbettung in klinische Workflows ist daher nicht nur eine Frage der Technologie, sondern auch der entsprechenden Regulierung und Sicherheit.

KI soll Menschen unterstützen, nicht ersetzen

Ein wiederkehrendes Missverständnis ist die Sorge, dass KI-Modelle Ärztinnen und Ärzte oder Forschende ersetzen könnten. Das Gegenteil ist der Fall: Gut trainierte Agenten sollen Fachleute entlasten, nicht verdrängen. Sie könnten Routineaufgaben übernehmen, bei der Planung unterstützen und so Freiräume für kreative und strategische Entscheidungen schaffen. Kontrolle und Verantwortung bleiben dabei jedoch stets beim Menschen – das soll sich auch zukünftig nicht ändern. Für den Klinikalltag bedeutet eine Entlastung des Personals letztlich vor allem mehr Zeit für die Versorgung von Patientinnen und Patienten und somit eine bessere Behandlung.

Ausblick: Multi-Agenten-Systeme

Ein spannender neuer Forschungsbereich sind sogenannte Multi-Agenten-Systeme. Hier übernehmen mehrere spezialisierte Agenten verschiedene Rollen, etwa als „virtuelle Patholog:innen“, „Onkolog:innen“ oder „Radiolog:innen“, und diskutieren einen Fall untereinander, um eine Entscheidung zu treffen. Ob diese Team-Ansätze tatsächlich bessere Ergebnisse liefern als ein einzelner Agent, muss wissenschaftlich noch bewiesen werden. Klar ist aber: Die Entwicklung schreitet rasch voran. Zugleich bleibt viel zu tun. Neben der technischen Weiterentwicklung braucht es, wie oben bereits erwähnt, regulatorische Klarheit, bessere digitale Infrastrukturen und eine praxisnahe Integration in den Klinikalltag. Wenn es gelingt, die Potenziale verantwortungsvoll zu nutzen, könnten KI-Agenten in Zukunft ein wichtiger Bestandteil für eine präzisere, schnellere und menschlichere Krebsforschung sowie medizinische Versorgung werden. ■

PUBLIKATIONEN

- [1] Yongju Lee, Dyke Ferber, Jennifer E. Rood, Aviv Regev and Jakob Nikolas Kather: How AI agents will change cancer research and oncology, *Nature Cancer*, 2024. <https://doi.org/10.1038/s43018-024-00861-7>
- [2] Dyke Ferber, Omar S. M. El Nahhas, Georg Wölflein, Isabella C. Wiest, Jan Clusmann, Marie-Elisabeth Leßmann, Sebastian Foersch, Jacqueline Lammert, Maximilian Tschocher, Dirk Jäger, Manuel Salto-Tellez, Nikolaus Schultz, Daniel Truhn and Jakob Nikolas Kather: Development and validation of an autonomous artificial intelligence agent for clinical decision-making in oncology, *Nature Cancer*, 2025. <https://doi.org/10.1038/s43018-025-00991-6>

KONTAKT

Anja Stübner und Dr. Viktoria Bosak
Else Kröner Fresenius Zentrum (EKfZ)
für Digitale Gesundheit
Medizinische Fakultät Carl Gustav Carus
Technische Universität Dresden
Fetscherstraße 74, 01307 Dresden
E-Mail: news.ekfz@tu-dresden.de

20. Ausgabe „Krebs im Focus“

Eine Zeitschrift als Spiegel von Innovationen in der Dresdner Krebsmedizin. Ein Gespräch mit Prof. Hans-Detlev Saeger zum Ende seiner Tätigkeit als Chefredakteur

Anne Vetter

Vor zwölf Jahren, im November 2013, erschien die erste Ausgabe der „Krebs im Focus“, damals noch „Die Wissenschaftszeitschrift des Universitäts KrebsCentrums Dresden (UCC)“ in einer Startauflage von 3.000 Stück. Die Zeitschrift ist rückblickend ein spannendes Dokument der Zeitgeschichte. Blättert man die 19, seit 2013 erschienenen Ausgaben, durch, entfaltet sich eine beeindruckende Entwicklungslinie des Campus' Hochschulmedizin hin zum onkologischen Spitzenzentrum. Auch die (Karriere-)Wege vieler prägender Persönlichkeiten lassen sich nachvollziehen.

Mit der aktuellen 20. Ausgabe wird Prof. Hans-Detlev Saeger, bis August 2012 Direktor der Klinik für Viszeral-, Thorax- und Gefäßchirurgie, seine Arbeit als Chefredakteur der Zeitschrift abgeben. Wir haben ihn aus diesem Anlass um ein Gespräch gebeten.

Wer hatte die Idee, die Zeitschrift „Krebs im Focus“ zu gründen und was war das Ziel?

Da muss ich etwas weiter ausholen: Als Vertreter der Fachgebiete Innere Medizin, Strahlentherapie und Viszeral-, Thorax und Gefäßchirurgie hatten wir, also meine Kollegen, Gerhard Ehninger, Michael Baumann und ich, im Juli 2003 das Universitäts KrebsCentrum, kurz UCC, gegründet. In einem starken, multidisziplinären Netzwerk aller onkologischen Fragestellungen sollten Patientenversorgung und Forschung im translationalen Ansatz am Standort Dresden vorangetrieben und praktiziert werden. In den USA und Großbritannien gab es diese Comprehensive Cancer Center bereits

seit der ersten Hälfte des 20. Jahrhunderts. In Deutschland gehörten wir zu den Vorreitern bei der Errichtung derartiger Zentren. Innerhalb weniger Jahre schlossen sich alle Kliniken und Institute an, die auf dem Campus mit der Behandlung von krebskranken Menschen zu tun hatten.

Seit der Gründung war das UCC in den regelmäßigen, meist internationalen Begutachtungen verschiedener Förderinstitutionen erfolgreich und als Zentrum im Jahr 2012 etabliert. Nach dem Motto „Tue Gutes und rede darüber“ haben wir beschlossen, diese Zeitschrift herauszugeben. Die Redaktion wurde zunächst durch die Gründer besetzt, zum Team kamen dann noch die Psycho-Onkologin Beate Hornemann und die damalige Geschäftsführerin des UCC, Katja Baum hinzu. Beide hatten einen entscheidenden Anteil daran, die Zeitschrift ins Leben zu holen.

Krebs im Focus erschien zum ersten Mal im November 2013 – ein gutes Jahr nach ihrem Renteneintritt mit ihnen als Herausgeber. Wollten sie denn nicht Ihre Ruhe?

Von 100 % auf null zu gehen, ist keine gute Idee. Da sei die Gefahr groß, in ein Loch zu fallen – das habe ich von anderen immer wieder gehört. Also habe ich mich entschieden, den Übergang in den Ruhestand aktiv zu gestalten. Als ich gefragt wurde, ob ich Chefredakteur dieser Zeitschrift sein möchte, habe ich gern zugesagt. Gleichzeitig war ich mit dem Aufbau der Stiftung Hochschulmedizin Dresden beschäftigt und außerdem in diversen chirurgischen Fachgesellschaften aktiv. Über die letzten Jahre habe ich

Stück für Stück alles abgegeben. Wenn jetzt mein Engagement für „Krebs im Focus“ endet, dann endet auch mein letztes Ehrenamt.

Wen wollten Sie mit der Zeitschrift erreichen?

Zielgruppe waren alle niedergelassenen und Krankenhausärzte sowie Klinikleitungen in Dresden und Ostsachsen, von Görlitz bis Chemnitz. Natürlich haben wir uns immer wieder gefragt, ob die Zeitschrift überhaupt gelesen wird. Das ist trotz aller Evaluationen bis heute eine kleine Wissenslücke geblieben. Aber wenn man nachfragte, war die Zeitschrift erfreulicherweise doch häufig bekannt. Gern hätte ich sie auch an die Assistenz- und Oberärzte verschickt, das ließ aber unser Budget nicht zu.

Mit welchen Herausforderungen hatten Sie zu kämpfen?

Natürlich der Beginn. Struktur und Organisation mussten festgelegt und Aufgaben sinnvoll verteilt werden. Später war die Finanzierung häufig ein Problem. Die Zeitschrift sollte sich selbst tragen. Wir waren also immer auf Anzeigen angewiesen. Der Verlag der ersten Ausgaben bestand darauf, sich selbst um Inserate zu kümmern. Im Ergebnis boten diverse Pharmafirmen ihre Präparate an. Das wollten wir nicht. Deshalb haben wir uns nach drei Ausgaben von dem ersten Verlag getrennt und sind 2015 ganz zu Ketchum gewechselt, die sich ohnehin von Beginn an um das Layout gekümmert hatten.

Die alternative Verbreitung über E-Mail oder soziale Medien hätte uns zwar Kosten erspart, schien aber hinsichtlich der zu erwartenden Zugriffe weniger

effektiv. Auf der Website des NCT/UCC Dresden findet man im Archiv die Ausgaben 1–19 und demnächst auch die 20.

Und wer hat die Anzeigenkunden übernommen?

Wir haben selbst eine Auswahl von potenziellen Kunden getroffen, die dann angeworben wurden. Beispielsweise Rehakliniken und niedergelassene Praxen. Auch das UKD und die Stiftung Hochschulmedizin Dresden kamen später noch dazu. Die Gewinnung von Inseraten war nicht immer einfach. Aber im Endeffekt hat es geklappt.

Zurück zum Inhaltlichen. Nach welchen Kriterien erfolgt die Themenauswahl?

Es gab von Anfang an einen festen Rahmen und bestimmte Rubriken bzw. Darstellungsformen, die wir bringen wollten. Mindestens ein Interview sollte immer drin sein, besser zwei. Wir fanden das lebendiger. Die „Forschungshighlights“ von Prof. Buchholz sind seit Beginn dabei, genauso wie „Vorgestellt“ und der Veranstaltungskalender. Von vornherein wurde festgelegt, dass die drei Gründungskliniken, VTG, Strahlen und MK I, in jeder Ausgabe einen Artikel schreiben. Auch der Krebsinformationsdienst Heidelberg und die Stiftung Hochschulmedizin sollten immer sichtbar sein. Für die weiteren Texte haben wir in der Redaktionskonferenz Vorschläge gesammelt und die entsprechenden Autorinnen und Autoren angefragt, eigentlich so wie wir es bis heute handhaben. Später kamen als Rubriken noch aktuelle Studien, der andere Fokus und der onkologische Notfall dazu sowie möglichst ein wissenschaftlicher Beitrag aus dem NCT Heidelberg.

Was wir nie ganz durchgehalten haben, war ein durchgehender Schwerpunkt pro Ausgabe. Ich habe das aber nicht wirklich bedauert. Dadurch blieben wir flexibler und hatten immer Platz für neueste Nachrichten aus der onkologischen Forschung und Krankenversorgung. Manuskripte aus der Grundlagenforschung waren und sind immer sehr gefragt – wenn irgendwie möglich in einer Sprache, die auch für niedergelassene Ärztinnen und Ärzte verständlich ist.

Autorinnen und Autoren ist, neben der Arbeitsdichte für Forschung, Lehre und Krankenversorgung ein Manuskript zu verfassen. Ein Manuskript für eine Zeitschrift ohne Impactpunkte, die keinen Wert für die berufliche Karriere des Autors bietet. Trotzdem haben fast alle mit bewundernswerter Bereitschaft die Einladung für einen Beitrag angenommen.

Zeitschriften wie das Ärzteblatt oder eben „Krebs im Fokus“ eignen sich in meinen Augen besonders dafür, bei fachlich nicht spezialisierten Kolleginnen und Kollegen und regional bekannter zu werden.

Hatten Sie eine Lieblingsausgabe oder Themen, die Ihnen besonders in Erinnerung geblieben sind?

Meine Lieblingsausgabe ist immer die letzte. Und Themen? Nein, kann ich nicht sagen. Ich wollte immer sehr offen sein und keines besonders fördern. Das hat sich mit Blick auf das Gesamtspektrum auch sehr bewährt.

Hätten Sie am Anfang gedacht, dass Sie 20 Ausgaben in zwölf Jahren begleiten?

Darüber habe ich mir, ehrlich gesagt, keine Gedanken gemacht. Ich war immer sehr dafür, die Jungen ranzulassen. So eine Zeitschrift ist nun aber eine Aufgabe, die man wirklich einem Ol-die übergeben kann, der mehr Zeit und Ruhe hat. Und für mich war es gut, weil ich dadurch dringeblichen bin in der Entwicklung der Krebstherapien und der Krebsforschung. Und so auch den Kontakt zur Klinik und den Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern nie ganz verloren habe.

The image shows the cover of the journal 'KREBS IM FOCUS', which is the scientific magazine of the NCT/UCC Dresden. The cover features a photograph of a group of people running outdoors. Below the title, there is a list of topics and their corresponding page numbers: 'Fortschritte in der Chirurgie von Lebertumoren' (Seite 18), 'Kommunikation Arzt - Patient - Ihr die gemeinsame Verantwortung verbindet' (Seite 30), 'Tumorerkrankungen' (Seite 34), and 'Forschungshighlights von UCC' (Seite 45). At the bottom of the cover, there is a QR code and the text: 'Ausgabe 20 und 1 des NCT/UCC-Wissenschaftsmagazins „Krebs im Fokus“. Weitere vergangene Ausgaben finden Sie hier:'. The NCT logo is also visible on the cover.

Sie brauchten bei so vielen Themen also Autorinnen und Autoren. War es schwer, sie zu gewinnen?

Nein. Und das, obwohl es einerseits im Grunde eine Zumutung für alle

Und jetzt hören Sie ohne Bedauern auf?

Ich hatte mir eigentlich zum Ziel gesetzt, mit 70, spätestens 75 alle Ämter abzugeben. Jetzt ist es doch etwas länger geworden. Rückblickend bin ich froh und dankbar, dass ich 20 Ausgaben begleiten konnte.

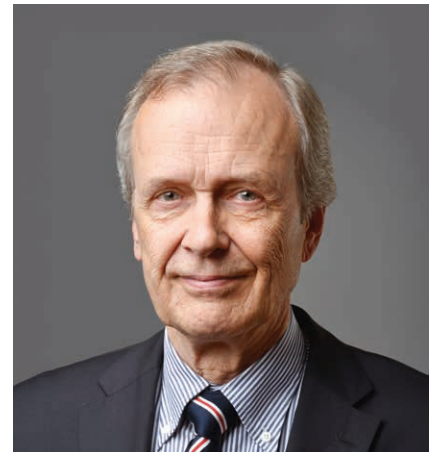
Und was machen Sie jetzt, nachdem Sie Ihr letztes Ehrenamt abgegeben haben?

Ich bin gut mit Haus und Garten beschäftigt, aber auch sehr gerne unterwegs. Hin und wieder besuche ich meine sieben Enkel in Berlin und Kiel oder sie kommen zu uns. Dann ist natürlich Leben in der Bude. Ich fahre aber auch gern durch die Gegend. Obwohl ich hier 20 Jahre gearbeitet habe, habe ich vieles nicht gesehen, weil „mein Hauptwohnsitz“ die Klinik war. Heute nehme ich an vielen Kulturveranstaltungen teil und spiele regelmäßig Tennis im Waldpark. Daneben halte ich die Verbindungen zu meinen chirurgischen Freunden

in aller Welt. Demnächst treffen wir uns in Utrecht. Da ich in der Deutschen Gesellschaft für Chirurgie als ehemaliger Präsident Senator auf Lebenszeit bin, nehme ich natürlich an deren Hauptveranstaltungen sowie den internationalen und nationalen Chirurgenkongressen teil. Außerdem habe ich Zeit für Bücher – gerne lese ich auch mehrere parallel – und schreibe über eigene Erinnerungen für Kinder und Enkel.

Das klingt nach reichlich Abwechslung. Was geben Sie uns mit auf den weiteren Weg?

Zunächst möchte ich ganz herzlich all jenen danken, die in den vergangenen zwölf Jahren zum Gelingen der Zeitschrift beigetragen haben: der Redaktion, den Autorinnen und Autoren, Anzeigenkunden, UKD, Medizinischer Fakultät, dem Direktorium, dem NCT/UCC und seinen Trägern DKFZ, UKD, TUD, HZDR sowie natürlich der Agentur Ketchum. ■



© Thomas Albrecht/UKD

ZUR PERSON

Prof. Dr. Hans-Detlev Saeger

- geboren im Juli 1946 in Berlin
- studierte von 1965 bis 1971 Medizin an der FU Berlin
- Bis 1975 arbeitete er im DRK Krankenhaus Berlin-Wedding
- Danach wechselte Saeger an die damals so genannte „Fakultät für klinische Medizin Mannheim der Universität Heidelberg“ (heute „Universitätsmedizin Mannheim“).
- 1993 erfolgte die Berufung nach Dresden als Lehrstuhlinhaber und Direktor der Klinik für Viszeral-, Thorax- und Gefäßchirurgie.
- Mit Gründung der Medizinischen Fakultät am 1. Oktober 1993 trat er seine Stelle am Universitätsklinikum an und zog mit seiner Familie nach Dresden, wo er bis zum August 2012 im Amt war und seitdem seinen Ruhestand genießt.



Mein Wunsch: weitere Innovationen in der Dresdner Krebsmedizin und Verbreitung der Fortschritte – regional bis international.

Prof. Dr. Hans-Detlev Saeger



Fit für die Operation

Das Fast-Track-Programm in der Klinik und Poliklinik für Viszeral-, Thorax- und Gefäßchirurgie am Universitätsklinikum Dresden

Katja Krumm, Katja Kniese, Grit Krause-Jüttler, Sebastian Hempel, Jürgen Weitz
Klinik und Poliklinik für Viszeral-, Thorax- und Gefäßchirurgie, Universitätsklinikum Carl Gustav Carus Dresden

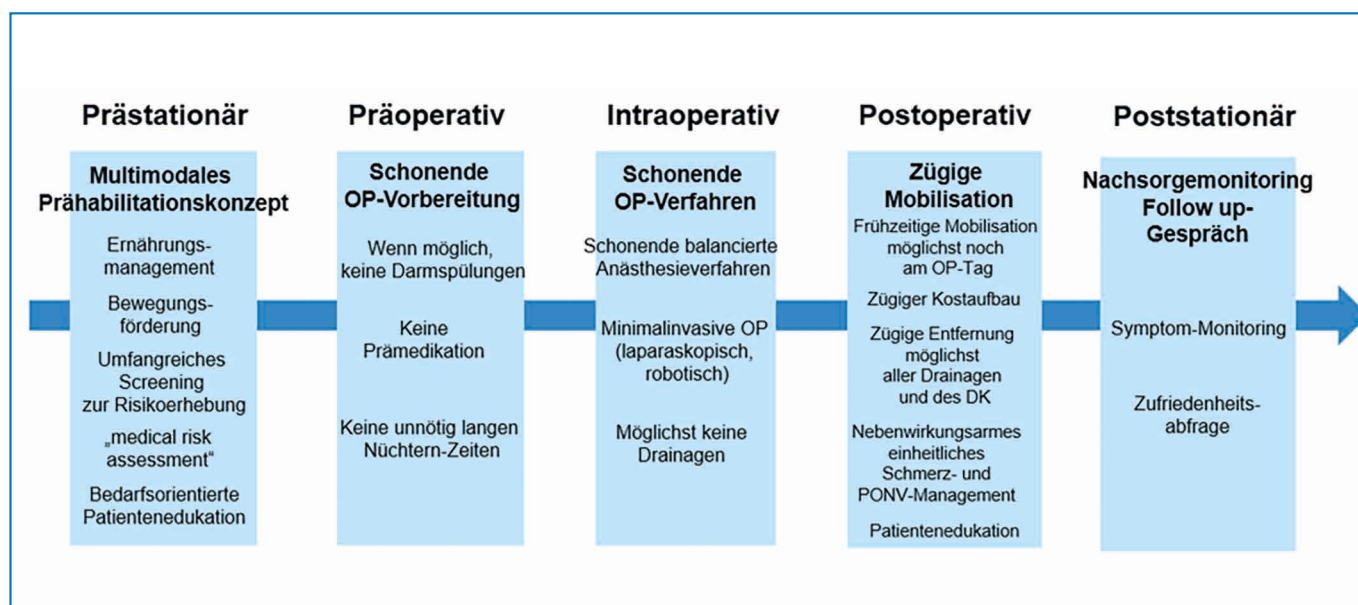


Abb. 1: Der Fast-Track-Patientenpfad in der Übersicht. Eigene Darstellung in Anlehnung an Gustafsson et. al. 2018.

Fast-Track – Definition und Hintergrund

Fast Track oder ERAS® sind synonyme Bezeichnungen für einen perioperativen, evidenzbasierten und interprofessionellen Behandlungspfad, welcher darauf abzielt, durch die Kombination mehrerer Einzelmaßnahmen nichtchirurgische Komplikationen zu vermeiden und die Genesung zu beschleunigen [1]. Das perioperative Management innerhalb des Fast-Track-Konzeptes für die kolorektale Chirurgie orientiert sich dabei an den aktuellen „Guidelines for Perioperative Care in Elective Colorectal Surgery“ der ERAS®-Society in der Fassung von 2018 [2], deren Inhalte auch in die S-Leitlinie „Perioperatives Management von gastrointestinalen Tumoren“ (POMGAT) in der Fassung von 2023 eingeflossen sind [3]. Durch eine hohe Adhärenz zu den ERAS®/Fast-Track-Protokollen und der damit verbundenen Aufrechterhaltung der metabolischen Homöostase sowie der Reduzierung des perioperativen

Stresszustandes können nachweislich nosokomiale Komplikationen verringert, die Rekonvaleszenz beschleunigt und somit die Krankenhausverweildauer verkürzt werden [4]. Erreicht wird dies vor allem durch eine präoperative Optimierung des körperlichen Zustandes, schonende Narkose- und Operationsverfahren sowie eine frühestmögliche Mobilisation und einen zügigen Kostenaufbau nach der Operation. Als ein weiteres Ziel gilt es, durch eine Stärkung der Gesundheitskompetenz, der Förderung von Selbstbefähigung und Eigenverantwortung, die Selbstständigkeit der Patientinnen und Patienten zu erhalten und somit eine Steigerung der Adhärenz zum Protokoll zu erreichen. Eine besondere Rolle im Rahmen dieses Konzeptes nehmen die Fast-Track-Nurses ein, die in einem interprofessionellen Team koordinierend agieren und als persönliche Ansprechpersonen für die Patientinnen und Patienten sowie deren An- und Zugehörige eine Schnittstellenfunktion

innehaben [5]. Der Fast-Track-Behandlungspfad der Klinik und Poliklinik für Viszeral-, Thorax- und Gefäßchirurgie (VTG) gliedert sich in fünf Pfadschritte (Abb.1).

Der Fast-Track-Pfad in der VTG am Universitätsklinikum Dresden

Die Klinik und Poliklinik für Viszeral-, Thorax- und Gefäßchirurgie (VTG) am Universitätsklinikum Dresden ist im März 2025 mit der Einführung des Fast-Track-Konzeptes in die Pilotphase gestartet. Eingeschlossen wurden zunächst Patientinnen und Patienten mit sowohl malignen als auch benignen kolorektalen Erkrankungen. Für die Koordination der Umsetzung des Patientenpfades sind aktuell zwei Fast-Track-Nurses in der VTG tätig.

Im Folgenden werden die einzelnen Schritte anhand ihrer Umsetzung in der VTG näher beschrieben.

Prästationär

Der Behandlungspfad beginnt bereits in der prästationären Phase. Die Patientinnen und Patienten werden neben der ärztlichen Aufklärung in der Sprechstunde in einer von den Fast-Track-Nurses durchgeführten Sprechstunde umfassend beraten und geschult. Ziel ist es, die Patientinnen und Patienten möglichst optimal auf ihre Operation vorzubereiten. Schwerpunkte der Patientenedukation bilden die Themen Bewegungsförderung und Ernährungsmanagement vor einer Operation. Des Weiteren wird ein umfangreiches Screening zur Risikoerhebung durchgeführt. Dies bezieht sich insbesondere auf den Ernährungszustand sowie die allgemeine physische und psychische Verfassung der Patientinnen und Patienten [1]. Hervorzuheben ist an dieser Stelle die klinikbezogene Besonderheit der Etablierung eines geriatrischen Patientenpfades innerhalb des Fast-Track-Programms, um den speziellen Bedürfnissen dieser Zielgruppe gerecht zu werden [6]. Patientinnen und Patienten ab dem 65. Lebensjahr erhalten durch die Fast-Track-Nurses ein zusätzliches geriatrisches Screening, welches neben der Erfassung motorischer und kognitiver Parameter vornehmlich ein potenzielles Delir-Risiko feststellen soll [7]. Bei einem positiven Screening-Ergebnis wird bereits präoperativ eine geriatrische Mitbehandlung eingeleitet. Alle Patientinnen und Patienten erhalten außerdem umfangreiche Informationen zu allen Phasen ihres Klinikaufenthaltes sowie die Möglichkeit, Fragen zu stellen und Unsicherheiten auszuräumen. Im Ergebnis

kommen die Patientinnen und Patienten informierter und aufgeklärter in die Klinik, was Angst und Stress vor der Operation sowie Unsicherheiten im weiteren Behandlungsverlauf minimiert. Dies allein trägt bereits nachweislich zu einer höheren Adhärenz im Genesungsprozess bei.

Prä- und intraoperativ

Die ERAS®-Protokolle geben für die präoperative Phase die Empfehlung, vor geplanten Kolonresektionen von einer mechanischen Darmvorbereitung (MBP) abzusehen [2]. Studien konnten mit hoher Evidenz nachweisen, dass eine MBP keine Vorteile hinsichtlich Komplikationsraten, z. B. Anastomoseninsuffizienzen und Wundinfektionen, bringt [2, 8]. Für geplante Rektumresektionen gilt jedoch weiterhin die Empfehlung einer MBP in Kombination mit einer oralen Antibiotikagabe [2]. Einen großen Stellenwert nimmt neben einem umfassenden Schmerzmanagement zudem die Prophylaxe postoperativer Übelkeit und Erbrechen (PONV) ein, welche durch die Vermeidung unnötig langer Nüchternzeiten, schonende Anästhesieverfahren und intraoperative medikamentöse Maßnahmen umgesetzt wird [2, 3].

Zur Minimierung des OP-Traumas kommen, wenn möglich, minimalinvasive OP-Verfahren zum Einsatz. Invasive Zugänge und Drainagen werden auf ein Minimum reduziert bzw. postoperativ noch im OP-Saal entfernt [2, 3]. Dies soll u. a. die schnellstmögliche postoperative Mobilisation der Patientinnen und Patienten unterstützen.

Postoperativ und poststationär

Kernpunkte der postoperativen Phase stellen die zügige Mobilisation sowie der Kostenaufbau dar [8, 9]. Als Voraussetzungen dafür gelten, wie beschrieben, ein angepasstes Schmerz- und PONV-Management. Die Patientinnen und Patienten werden nach der Operation in einer täglichen pflegerischen Visite durch die Fast-Track-Nurses begleitet und in ihrer aktiven Rolle innerhalb des Genesungsprozesses unterstützt. So können sie so schnell wie möglich wieder in ihre gewohnte häusliche Umgebung zurückkehren.

Zum Fast-Track-Programm gehört ebenso ein telefonisches Follow-up-Gespräch, das die Fast-Track-Nurses vier Wochen nach der Entlassung mit den Patientinnen und Patienten führen. Hier sollen unter anderem der aktuelle Gesundheitszustand erfragt sowie die Sicherstellung der nachstationären Weiterversorgung geprüft und, wenn nötig, weiterführende Maßnahmen eingeleitet werden.

Zusammenfassung

Rückmeldungen der bisher im Fast-Track-Programm der VTG betreuten Patientinnen und Patienten haben ergeben, dass diese sich insgesamt besser informiert und dadurch in Bezug auf ihren Klinikaufenthalt und die geplante Operation sicherer fühlen. Dabei wird das Vorhandensein einer kontinuierlichen Ansprechperson in Form der Fast-Track-Nurse für alle Phasen des Behandlungsprozesses als ein zentraler

Punkt angesehen. Letztlich ist Fast-Track ein interprofessionelles Behandlungskonzept, bei dem alle an der Behandlung beteiligten Professionen Hand in Hand zusammenarbeiten. Die positiven Rückmeldungen der Patientinnen und Patienten zeigen, dass dies in der VTG bisher sehr gut gelungen ist. Nach erfolgreicher Evaluation der Pfad-Adhärenz ist der Kolorektal-Pfad seit August 2025 fest implementiert. Geplant ist eine Ausweitung auf weitere Entitäten, damit noch mehr Patientinnen und Patienten der VTG von diesem innovativen Konzept

profitieren. Aktuell wird der Fast-Track-Pfad mit dem Schwerpunkt Leber vorbereitet, welcher ab Februar 2026 in die Pilotphase starten soll. ■

KONTAKT

Katja Krumm, M. Sc.
Uniklinikum Dresden
Fetscherstr. 74; 01307 Dresden
E-Mail: katja.krumm@ukdd.de
Telefon: 0351 458-17950

LITERATUR

- [1] Weimann et. al. (2022): Präoperative Konditionierung des viszeralchirurgischen Risikopatienten. Konzept und Umsetzung der Prähabilitation. Berlin (Springer).
- [2] Gustafsson et. al. (2018): Guidelines for Perioperative Care in Elective Colorectal Surgery: Enhanced Recovery After Surgery (ERAS) Society Recommendations: 2018. *World J Surg* (2019) 43:659–695. Abrufbar unter: <https://doi.org/10.1007/s00268-018-4844-y>. Letzter Zugriff: 13.05.2025.
- [3] Leitlinienprogramm Onkologie (Deutsche Krebsgesellschaft, Deutsche Krebshilfe, AWMF): Perioperatives Management bei gastrointestinalen Tumoren (POMGAT), Langversion 1.0, 2023, AWMF-Registernummer: 088-0100L <https://www.leitlinienprogramm-onkologie.de/leitlinien/perioperatives-management-bei-gastrointestinalen-tumoren-pomgat/>; letzter Zugriff: 13.05.2025.
- [4] Ljungqvist O (2019): Enhanced Recovery After Surgery and the ERAS® Society. *J Pancreatol* 2019;2: 65–68. Abrufbar unter doi: 10.1097/JIP9.000000000000025. Letzter Zugriff: 13.05.2025.
- [5] Brodersen F. (2022): Die ERAS-Nurse: Pflegeexpertise in der Chirurgie. *Im OP* 2022; 12: 206–210. Abrufbar unter: DOI: 10.1055/a-1655-5685. Letzter Zugriff: 20.05.2025.
- [6] Olotu C et. al. (2019): The perioperative care of older patients- time for a new, interdisciplinary approach. *Dtsch Arztebl Int* 2019; 116: 63–9. DOI: 10.3238/arztebl.2019.0063.
- [7] Duning et. al. (2021): Delirmanagement im Krankenhaus. Risiken erkennen und präventiv handeln. Hannover (Schlütersche VG).
- [8] Grundmann R, Debus E (Hrsg.) (2021): Evidenzbasiertes perioperatives Management in der Viszeralchirurgie. Leitlinien, Empfehlungen und Studienlage. Berlin (Springer).
- [9] Deutsche Gesellschaft für Ernährungsmedizin (DGEM) e.V. (Hrsg.) (2022): S3-Leitlinie Klinische Ernährung in der Chirurgie. AWMF-Registernr.: 073-005. Abrufbar unter: <https://register.awmf.org/de/leitlinien/detail/073-005>. Letzter Zugriff: 20.05.2025.

Onkologische Notfälle in der Viszeralchirurgie

Symptomatik, Diagnostik, Therapie und Prognose

Florian de Molière, Mathieu Pecqueux, Jürgen Weitz, Johanna Kirchberg
Klinik und Poliklinik für Viszeral-, Thorax- und Gefäßchirurgie, Medizinische Fakultät
Universitätsklinikum Carl Gustav Carus, Technische Universität Dresden

Onkologisch-chirurgische Notfälle stellen eine besondere Herausforderung dar und erfordern rasches, multidisziplinäres Handeln, um unmittelbar lebensbedrohliche Zustände abzuwenden. Zu den häufigsten und zugleich gefährlichsten chirurgischen Komplikationen onkologischer Erkrankungen zählen die Hohlorganperforation, der mechanische Ileus (Darmverschluss) und die gastrointestinale Blutung [1, 2, 3, 4].

Eine Hohlorganperforation manifestiert sich typischerweise mit heftigen Bauchschmerzen, oft begleitet von Übelkeit und Erbrechen, Fieber, Tachypnoe, Verwirrtheit und diffuser oder lokalisierter Druckschmerzhaftigkeit des Abdomens. Die Inzidenz bei kolorektalen Karzinomen beträgt in der Literatur zwischen 3 % und 10 % [2]. Besonders betroffen sind Patientinnen und Patienten mit einem fortgeschrittenen kolorektalen Karzinom, Magenkarzinom oder seltener auch einem abdominellen Sarkom. Die Diagnose erfolgt mittels klinischer Untersuchung, Sonographie, Röntgen und Computertomographie (CT). In der Labordiagnostik können Leukozytose, Neutrophilie und erhöhte Entzündungsmarker auf eine Infektion hinweisen. Ein notfallmäßiger chirurgischer Eingriff ist zwingend erforderlich, da eine lebensgefährliche Infektion bis hin zur Blutvergiftung droht. Dieser kann je nach Lage der Perforation und dem klinischen Zustand der Patientin oder des Patienten als Darmresektion mit primärer Anastomose oder als Diskontinuitätsresektion erfolgen. Eine weitere Option kann bei unzugänglichem Abdomen (z. B. bei Peritonealkarzinose) auch die Ausschaltung der Perforation aus der Stuhlpassage durch Ausleitung eines Stomas proximal

der Perforation sein. Bei perforiertem Magenkrebs kann ein zweistufiger Ansatz gewählt werden, bei dem zunächst die Perforation behandelt wird und im Verlauf nach Neoadjuvant eine definitive onkologische Operation durchgeführt wird. Minimalinvasive Operationen können in ausgewählten Fällen erwogen werden, stellen jedoch die Ausnahme dar [5].

Ein mechanischer Ileus zählt zu den häufigsten viszeralchirurgischen Notfällen mit einer Prävalenz von bis zu 20 % bei Patientinnen und Patienten mit Darmkrebs [6]. Typische Symptome sind das Ausbleiben von Stuhlgang, starke, krampfartige Bauchschmerzen, Übelkeit und Erbrechen. Kolorektale Karzinome, Pankreas- und Duodenalkarzinome sowie gynäkologische Tumore wie Ovarial- oder Endometriumkarzinome sind besonders häufige Auslöser [4]. Als diagnostische Instrumente stehen neben der körperlichen Untersuchung, bei der sich in der Auskultation charakteristisch veränderte Darmgeräusche zeigen, vor allem das konventionelle Röntgen sowie die CT im Vordergrund [7]. Therapeutisch ist nach Anlage einer Magensonde zur Ableitung eine rasche chirurgische Intervention entscheidend, da ein länger bestehender Ileus durch Mikrozirkulationsstörungen und bakterielle Durchwanderung der Darmwand zu lebensbedrohlichen Infektionen bis hin zur Blutvergiftung führen kann. Neben der Resektion des tumortragenden Darmabschnitts ist die Anlage eines künstlichen Darmausgangs oder eine Umgehungsanastomose möglich. Selbstexpandierende Metallstents (SEMS) können in sehr ausgewählten Fällen eingesetzt werden, um die Obstruktion zu dekomprimieren, bis eine elektive Resektion erfolgen kann [7, 8].

Eine gastrointestinale Blutung kann sowohl akut lebensbedrohlich als auch chronisch rezidivierend vorkommen. Besonders häufig betroffen sind hierbei Patientinnen und Patienten mit Magenkarzinomen, Ösophaguskarzinomen, kolorektalen Karzinomen und gastrointestinalen Stromatumoren (GIST). Diese äußern sich typischerweise in Form von Hämatemesis (Bluterbrechen), Meläna (dunkler, teerartiger Stuhl) oder Hämatochezie (hellrotes Blut im Stuhl). Diese Symptome gehen oft mit einer Anämie einher und können zu einem lebensgefährlichen hypovolämischen Schock führen. Diagnostisch ist neben der klinischen Untersuchung eine zügige Evaluation mittels Magen- oder Darmspiegelung entscheidend. Die endoskopische Blutstillung, z. B. mittels Clipping, Adrenalin-Unterspritzung oder Argonplasma-Koagulation, ist in den meisten Fällen die primäre Behandlungsmethode. Wenn diese fehlschlägt, müssen je nach onkologischer Grundkonstellation radiologisch-interventionelle oder chirurgische Interventionen abgewogen werden. In einer palliativen Situation wäre eher eine radiologische Intervention mittels transkatheteraler arterieller Embolisation (TAE) der nächste Schritt. Eine Notfalloperation ist das geeignete Instrument bei schweren, therapierefraktären Blutungen, die sich endoskopisch und/oder interventionell nicht beherrschen lassen [4, 9].

In einer kurativen Situation kann mit der Resektion das akute Blutungsproblem behoben und der onkologische Befund saniert werden. Auch in einer palliativen Situation kann eine palliative Tumorsektion bei therapierefraktären Blutungen sinnvoll sein.

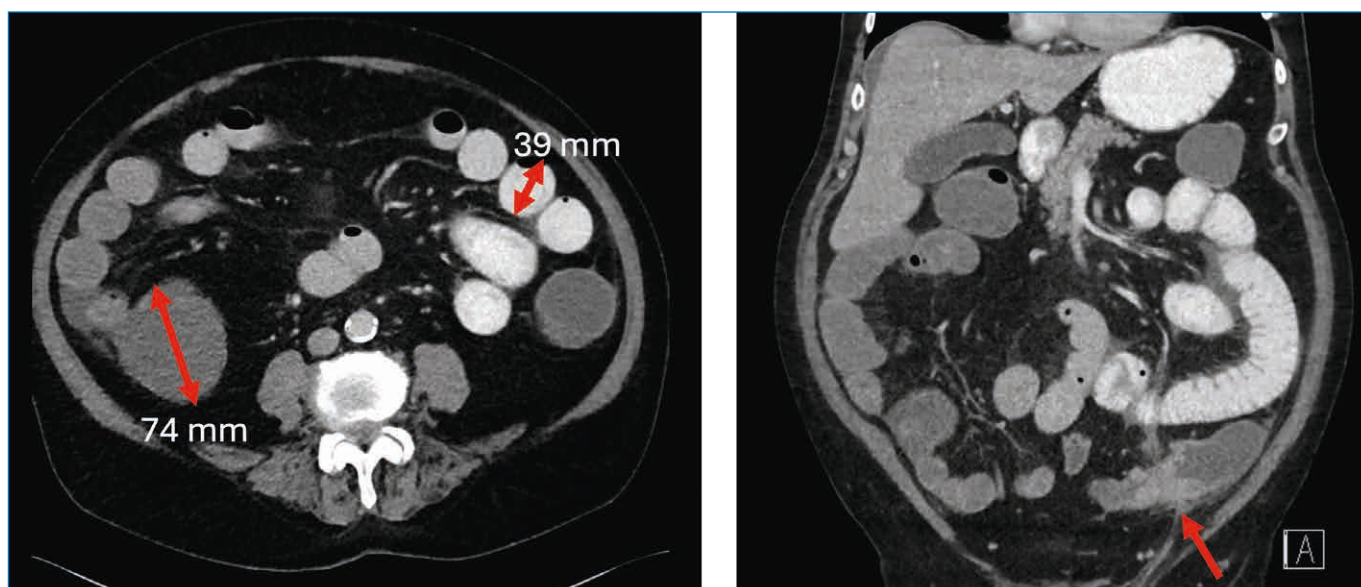


Abb.: Klinischer Fall: Ein 73-jähriger Patient stellte sich mit dem klinischen Bild eines akuten Abdomens vor. Im Notfall-CT zeigte sich eine stenosierende, karzinomverdächtige Raumforderung am Übergang zwischen Colon descendens und Sigmoideum sowie ein Dünn- und Dickdarmileus, jedoch keine freie Luft. Es wurde eine chirurgische Entlastung mittels Anlage einer Coecalpolfistel durchgeführt. Anschließend wurde ein kolorektales Karzinom histologisch gesichert, gefolgt von einer elektiven onkologischen Resektion nach 18 Tagen. Bei Nachweis lokoregionärer lymphonodaler Metastasen erhielt der Patient eine adjuvante Chemotherapie. Im Anschluss erfolgte die Stomarrückverlagerung. Derzeit befindet sich der Patient in unauffälliger Tumornachsorge.

Insgesamt zeigt sich in der Literatur, dass z. B. bis zu 30 % aller Erstdiagnosen von kolorektalen Karzinomen als Notfallvorstellungen erfolgen. Diese Patientinnen und Patienten weisen oft eine schlechtere Prognose auf [2].

Eine Notfalloperation bei Darmkrebs ist gegenüber einer elektiven Operation mit einer höheren 30-Tage-Mortalität (Odds Ratio [OR] 4,86–6,98) und insgesamt einer höheren Rate von postoperativen Komplikationen (OR 1,70–2,18) verbunden. Die postoperative Morbidität und die Rate von Anastomosen-Insuffizienzen sind nach Notfallresektionen des Dickdarms deutlich höher. Notfallresektionen verringern die Fünf-Jahres-Gesamtüberlebensrate (35,6 % vs. 64,4 %)

und die krankheitsfreie Überlebensrate (54,2 % vs. 75,4 %) [1]. Die im Rahmen von Notfalloperationen beschriebene ungünstigere Prognose ist nicht allein auf den akuten Eingriff zurückzuführen, sondern spiegelt in erster Linie das fortgeschrittenere Stadium der Erkrankung zum Zeitpunkt der Diagnose wider [2].

Daten aus einer großen, retrospektiven, niederländischen Studie mit über 700 Patientinnen und Patienten zeigen jedoch, dass eine Verlegung der onkologischen Resektion in ein elektives Setting – z. B. durch ein dekomprimierendes Stoma im Sinne eines „Bridge-to-Surgery“-Ansatzes (BTS) – die kurzfristige und langfristige Prognose signifikant verbessern kann. So war bei Patientin-

nen und Patienten mit linksseitigen obstruktiven Kolonkarzinomen mit Ileus in der BTS-Gruppe die 90-Tage-Mortalität signifikant niedriger (1,7 % vs. 7,2 %), insbesondere bei Patientinnen und Patienten über 70 Jahren (3,5 % vs. 13,7 %). Zudem wurden häufiger laparoskopische Resektionen (57 % vs. 9 %) und primäre Anastomosen (89 % vs. 41 %) durchgeführt; die Rate permanenter Stomata war geringer (23 % vs. 42 %) [10].

Vor diesem Hintergrund wurde 2024 durch die VTG der Universitätsklinik Dresden die COMPASS-Studie initiiert. Sie ist eine multizentrische, randomisierte, offene Studie, die seit Januar 2024 an inzwischen über 50 universitären und akademischen Kliniken in Deutschland

durchgeführt wird [11]. In der Studie werden zwei operative Strategien bei Patientinnen und Patienten mit obstruktivem linksseitigem Kolonkarzinom verglichen: die unmittelbare Notfallresektion versus einem zweistufigen „Bridge-to-Surgery“-Ansatz mit initialem dekomprimierendem Stoma und späterer geplanter Tumorresektion. Primärer Endpunkt ist die 120-Tage-Mortalität; sekundäre Endpunkte umfassen Lebensqualität, Morbidität und onkologische Parameter. Geplant ist die Rekrutierung von 420 auswertbaren Patientinnen und Patienten (210 pro Gruppe) bei insgesamt 588 zu screenenden Fällen. Die Studiendauer beträgt 48 Monate. Bis zum heutigen Tag wurden 55 Personen eingeschlossen.

Zusammengefasst stellen onkologische Notfälle in der Viszeralchirurgie eine Herausforderung dar, die durch hohe Morbiditäts- und Mortalitätsraten gekennzeichnet ist. Dies ist auf das fortgeschrittene Krankheitsstadium und den häufig klinisch schlechteren Allgemeinzustand der Betroffenen zurückzuführen. Es ist bei onkologischen Patientinnen und Patienten mit Verdacht auf einen chirurgischen Notfall eine enge Kooperation zwischen Onkolog:innen und Chirurg:innen notwendig, um eine erfolgreiche Behandlung zu gewährleisten. ■

KONTAKT

PD Dr. med. Johanna Kirchberg, FEBS (Surgical Oncology)
Geschäftsführende Oberärztin, Leiterin Viszeralonkologisches Zentrum
Klinik und Poliklinik für Viszeral-, Thorax- und Gefäßchirurgie (VTG)
Nationales Centrum für Tumorerkrankungen (NCT/UCC) Dresden
E-Mail: Johanna.Kirchberg@ukdd.de

PUBLIKATIONEN

- [1] Hoshino, N., Endo, H., Hida, K., Ichihara, N., Takahashi, Y., Hasegawa, H., Kimura, T., Kitagawa, Y., Kakeji, Y., Miyata, H., Nakayama, T., & Sakai, Y. (2020). Emergency surgery for gastrointestinal cancer: A nationwide study in Japan based on the National Clinical Database. *Annals of Gastroenterological Surgery*, 4(5), 549-561.
- [2] Pajola, M., Fugazzola, P., Cobiainchi, L., Frassini, S., Ghaly, A., Bianchi, C., & Ansaloni, L. (2025). Surgical Emergencies in Rectal Cancer: A Narrative Review. *Journal of Clinical Medicine*, 14(1), 126.
- [3] Vasas, P., Wiggins, T., Chaudry, A., Bryant, C., & Hughes, F.S. (2012). Emergency presentation of the gastric cancer; prognosis and implications for service planning. *World Journal of Emergency Surgery*, 7(31).
- [4] Farooq, M.S., Karakousis, G.C., & Krouse, R.S. (2024). Malignant bowel obstruction: Historical lessons, current trends, and future directions. *Surgical Oncology Insight*, 1, 100046.
- [5] Pisano, M. et al. (2018). 2017 WSES guidelines on colon and rectal cancer emergencies: obstruction and perforation. *World Journal of Emergency Surgery*, 13(1), 36.
- [6] Yoo, R.-N., Cho, H.-M., & Kye, B.-H. (2021). Management of obstructive colon cancer: Current status, obstacles, and future directions. *World Journal of Gastrointestinal Oncology*, 13(12), 1850-1862.
- [7] Pavlidis, E.T., Galanis, I.N., & Pavlidis, T.E. (2024). Management of obstructed colorectal carcinoma in an emergency setting: An update. *World Journal of Gastrointestinal Oncology*, 16(3), 598-613.
- [8] Yoo, R.-N., Cho, H.-M., & Kye, B.-H. (2021). Management of obstructive colon cancer: Current status, obstacles, and future directions. *World Journal of Gastrointestinal Oncology*, 13(12), 1850-1862.
- [9] Weledji, E.P. (2020). Acute upper gastrointestinal bleeding: A review. *Surgery in Practice and Science*, 1, 100004.
- [10] Veld JV et. al; Dutch Snapshot Research Group. (2020). Decompressing Stoma as a Bridge to Elective Surgery is an Effective Strategy for Left-sided Obstructive Colon Cancer: A National, Propensity-score Matched Study. *Ann Surg.*, 272(5):738-743.
- [11] <https://drks.de/search/de/trial/DRKS00031827>

Wie Nerven das Krebswachstum beeinflussen

Neue Perspektiven aus dem neuen Forschungsfeld der Cancer Neuroscience

Vera Thiel und Andreas Trumpp

Division of Stem Cells and Cancer, German Cancer Research Center (DKFZ) and DKFZ-ZMBH Alliance, Heidelberg, Germany
Heidelberg Institute for Stem Cell Technology and Experimental Medicine (HI-STEM gGmbH), Heidelberg, Germany

In den letzten Jahren hat sich das Forschungsfeld der Cancer Neuroscience, das die Wechselwirkungen zwischen Krebs und dem Nervensystem untersucht, als wichtiges neues Forschungsfeld in der Tumorbiologie etabliert. Besonders beim Pankreaskarzinom (PDAC) zeigt sich, dass das periphere Nervensystem (PNS) nicht nur passiv den Tumor infiltriert, sondern aktiv zur Tumorentstehung und -progression beiträgt (Abb.1). Neuronen beeinflussen das Tumormikromilieu, fördern das Krebswachstum und können Therapieresistenzen begünstigen. Gleichzeitig eröffnen gezielte Blockaden dieser Tumor-Neuron-Interaktionen vielversprechende neue therapeutische Ansätze [1–3]. Das PNS spielt dabei eine zentrale Rolle, da es sowohl sensorische als auch sympathische Neuronen umfasst, die den Tumor gezielt anregen. Diese Nervenstrukturen agieren als Signalnetzwerk, das dem Tumor wichtige Wachstumsimpulse vermittelt. Der Tumor wiederum verändert die Neuronen zu seinen Gunsten. Die Identifikation dieser neuronalen Einflussfaktoren könnte künftig neue Wege zur Verbesserung der Therapieoptionen für Patientinnen und Patienten mit PDAC und anderen Karzinomen ebnen.

Neue Methode: Trace-n-Seq ermöglicht die Identifizierung Tumor-assoziiierter neuronaler Netzwerke

Bisherige Sequenzierungsstudien von Tumoren erfassen die Zellen innerhalb des Tumors. Die Zellkörper der Nervenzellen und damit deren Zellkerne, befinden sich z. T. weit außerhalb der Tumormasse in den peripheren Ganglien. Daher fehlen Informationen über Nervenzellen in allen großen Krebsgenom-

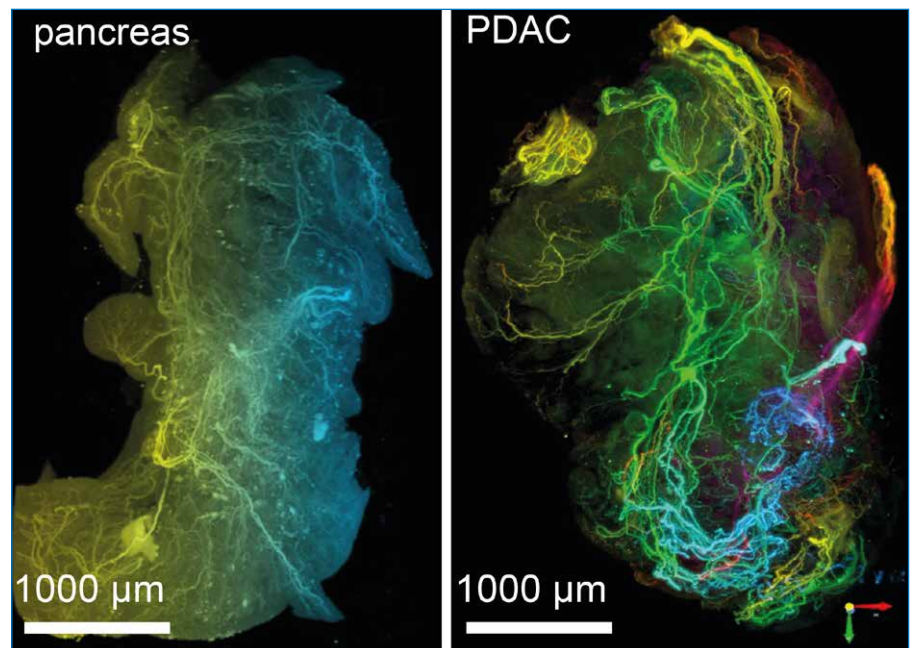


Abb. 1: iDisco-Lichtscheibenmikroskopie von Maus Pankreas und Pankreaskrebs (PDAC). Die neuronale Innervation ist mittels Antikörperfärbung sichtbar gemacht. © Deutsches Krebsforschungszentrum

Datensätzen. Um diese Lücke zu schließen, haben wir die Methode Trace-n-Seq entwickelt [4]. Dabei wird ein fluoreszierender Tracer in den Tumor injiziert, der entlang der Axone zu den Zellkörpern in den peripheren Ganglien zurücktransportiert wird. Anschließend können die markierten Neuronen isoliert und die einzelnen Neuronen per Durchflusszytometrie sortiert und aufbereitet werden. Die nachfolgende Einzelzell-mRNA-Sequenzierung (Transkriptom) ermöglicht die Analyse des gesamten Genexpressionsmusters dieser Neuronen. Mit dieser Trace-n-Seq-Methode konnte zum ersten Mal die Heterogenität der Neuronen, die entweder das gesunde Pankreas oder den Pankreaskrebs innervieren, entschlüsselt werden. Durch den Vergleich der Genexpressionsmuster gelang es erstmals, die durch den Tumor induzierten molekularen und funktionellen Veränderungen

in den tumorinnervierenden Neuronen aufzudecken (Abb. 2). Es zeigte sich, dass PDAC eine erhöhte neuronale Innervation aufweist, die nicht durch Neurogenese entsteht, sondern auf verstärkten axonalen Verästelungen beruht. Insbesondere sensorische Neuronen des neurofilamentreichen (NEFM)-Subtyps werden verstärkt vom Tumor angezogen, während andere neuronale Subtypen relativ gesehen abnehmen. Auch die sympathischen Neuronen zeigen verstärkte Verästelungen. Auf transkriptioneller Ebene konnten zudem Veränderungen in Signalwegen nachgewiesen werden, die mit Axonwachstum, neuronaler Plastizität und Entzündungsreaktionen in Verbindung stehen. Gene wie ROBO1, HOXC5 und FGFR3 waren in den tumorassoziierten Neuronen hochreguliert, was darauf hindeutet, dass der Tumor aktiv die Reorganisation dieser neuronalen Netzwerke treibt.

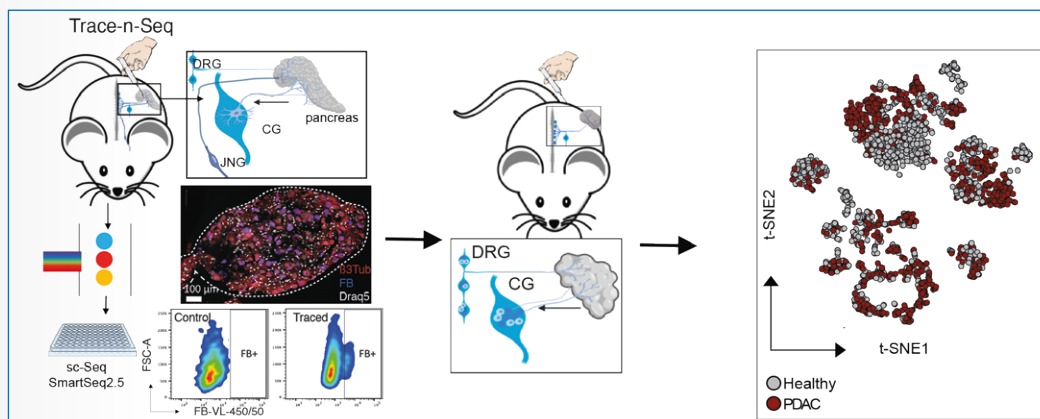


Abb. 2: Schematische Darstellung der Trace-n-Seq-Methode. Tracermarkierungen ermöglichen das Zurückverfolgen tumorinnervierender Nerven und die molekulare Analyse der zugehörigen Zellkörper. © Deutsches Krebsforschungszentrum

Funktionelle Assays und neue therapeutische Ansätze

Um die funktionelle Relevanz dieser Interaktion zu verstehen, wurden verschiedene Denervierungsstrategien angewendet. Eine gezielte Ausschaltung der sympathischen Innervation durch pharmakologische Denervation oder die chirurgische Ganglionektomie führte zu einem signifikanten Rückgang des Tumorstwachstums. Gleichzeitig veränderte sich das Tumormikromilieu: Immunzellen wurden verstärkt rekrutiert und die Wirksamkeit von Immuncheckpoint-Inhibitoren nahm zu. Gleichzeitig stellten wir fest, dass sich die relative Menge immunsuppressiver CAFs, also tumorassoziierte Bindegewebszellen, die durch gezielte Unterdrückung der Immunabwehr das Wachstum und Überleben von Tumoren unterstützen, nach einer Nervenblockade signifikant reduzierte. Da PDAC durch einen hohen Anteil an immunsupprimierendem Stroma charakterisiert ist, könnte eine Nervenblockade wesentlich zur erhöhten Immunaktivität beitragen und damit Immuntherapien auch für PDAC ermöglichen.

Interessanterweise zeigte sich, dass die Chemotherapie mit Paclitaxel, einem

Mikrotubuli blockierenden Wirkstoff, nicht nur die Zellteilung von Tumorzellen hemmt, sondern auch die tumorassoziierte neuronale Innervation reduziert. Besonders sensorische Neuronen sind von dieser Wirkung stark betroffen. Retrospektive Studien haben zudem ergeben, dass Patientinnen und Patienten, die unter einer Paclitaxel-Therapie stärkere Neuropathie-Nebenwirkungen erlitten, im Vergleich zu jenen mit geringeren neurologischen Nebenwirkungen ein verlängertes Überleben zeigten. Diese Beobachtung deutet darauf hin, dass eine effektive Schädigung der Nervenfasern mit einer reduzierten Tumorprogression korreliert und möglicherweise einen positiven Einfluss auf die Prognose der Erkrankten hat.

Tatsächlich zeigte die Kombination aus pharmakologischer sympathischer Denervierung und Paclitaxel im Mausmodell eine besonders starke antitumorale Wirkung, die zu einer synergistischen Hemmung des Tumorstwachstums führte (Abb. 3). Dies ist darauf zurückzuführen, dass diese Kombinationsstrategie nicht nur beide Subtypen an tumorassoziierten Nervenfasern, sympathische und sensorische, blockiert, sondern

gleichzeitig die Krebszellen durch Paclitaxel gezielt angreift. Die Ergebnisse deuten darauf hin, dass ein umfassender therapeutischer Ansatz, der sowohl die tumorinnervierenden Neurone als auch die Tumorzellen angreift, ein vielversprechendes Konzept für die Behandlung von Pankreaskrebs darstellen könnte. Dieses soll nun zeitnah in frühen klinischen Studien getestet werden.

Ausblick: neue Perspektiven für die Onkologie

Aktuelle Erkenntnisse aus dem aufstrebenden Forschungsfeld der „Cancer Neuroscience“ deuten darauf hin, dass die gezielte Blockade neuronaler Komponenten innerhalb eines Tumors künftig ein wichtiger Bestandteil onkologischer Therapiekonzepte sein könnte. Denervierungsstrategien – sei es pharmakologisch oder chirurgisch – könnten die Wirksamkeit bestehender Krebstherapien verbessern.

Darüber hinaus bieten Neurotransmitterblocker oder spezifische Inhibitoren neuronaler Signalwege vielversprechende neue Zielstrukturen für die zukünftige Präzisionsmedizin.

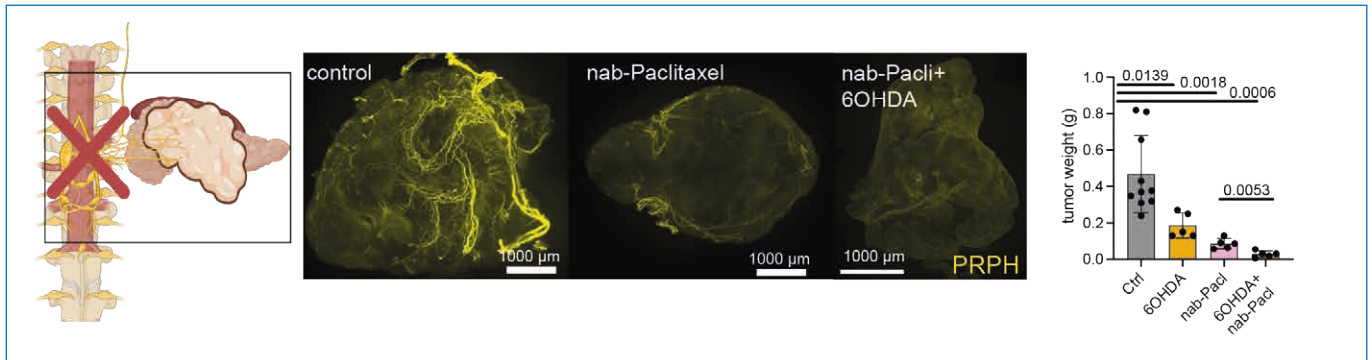


Abb. 3: Neuronale Denervierung synergisiert mit Chemotherapie und führt zu einer signifikanten Verringerung des Tumorwachstums. © Deutsches Krebsforschungszentrum

Mit Trace-n-Seq steht nun eine leistungsfähige Methode zur Verfügung, um die Interaktion zwischen Tumoren und Neuronen auf Einzelzellebene detailliert zu analysieren. Zukünftige Studien werden zeigen, ob sich dieser Ansatz auch auf weitere Tumorentitäten übertragen lässt und so neue therapeutische Optionen für andere schwer behandelbare Krebserkrankungen eröffnet. Darüber hinaus könnte diese Methode auch zur Untersuchung neuronaler Einflüsse bei nichtonkologischen Erkrankungen wie Infektionen, Pankreatitis oder Myokardinfarkten eingesetzt werden, was ihr Potenzial weit über die Onkologie hinaus erweitert. ■

KONTAKT

Prof. Dr. Andreas Trumpp
Deutsches Krebsforschungszentrum (DKFZ)
und HI-STEM gGmbH
Im Neuenheimer Feld 280, 69120 Heidelberg
Telefon: 06221 42-3901
E-Mail: a.trumpp@dkfz-heidelberg.dee

QUELLEN

- [1] Demir, I.E., et al., Future directions in preclinical and translational cancer neuroscience research. *Nature cancer*, 2020. 1(11): p. 1027–1031.
- [2] Demir, I.E., et al., Clinically actionable strategies for studying neural influences in cancer. *Cancer Cell*, 2020. 38(1): p. 11–14.
- [3] Vermeer, P.D., et al., Nerves at Play: The Peripheral Nervous System in Extracranial Malignancies. *Cancer discovery*, 2025. 15(1): p. 52–68.
- [4] Thiel, V., et al., Characterization of single neurons reprogrammed by pancreatic cancer. *Nature*, 2025: p. 1–3.
- [5] Cancer Neuroscience of Brain Tumors: From Multicellular Networks to Neuroscience-Instructed Cancer Therapies. Venkataramani V, Yang Y, Ille S, Suchorska B, Loges S, Tost H, Sahm F, Pfister SM, Trumpp A, Krieg SM, Kuner T, Wick W, Winkler F. *Cancer Discov.* 2025 Jan 13;15(1):39–51. doi: 10.1158/2159-8290.CD-24-0194. PMID: 39801234
- [6] Next Directions in the Neuroscience of Cancers Arising outside the CNS. Amit M, Anastasaki C, Dantzer R, Demir IE, Deneen B, Dixon KO, Egeblad M, Gibson EM, Hervey-Jumper SL, Hondermarck H, Magnon C, Monje M, Na'ara S, Pan Y, Repasky EA, Scheff NN, Sloan EK, Talbot S, Tracey KJ, Trotman LC, Valiente M, Van Aelst L, Venkataramani V, Venkatesh HS, Vermeer PD, Winkler F, Wong RJ, Gutmann DH, Borniger JC. *Cancer Discov.* 2024 Apr 4;14(4):669–673. doi: 10.1158/2159-8290.CD-23-1495. PMID: 38571430

Krebs und Nervensystem stehen in Verbindung

Krebs-Neurowissenschaft – ein neues Fachgebiet

Kristine Kranzhöfer, Andrea Penzkofer, Susanne Weg-Remers
Krebsinformationsdienst, Deutsches Krebsforschungszentrum Heidelberg

In den letzten Jahren ist das enge Zusammenspiel von Nervensystem und Krebs in den Fokus gerückt, da Grundlagenforscherinnen und -forscher gezeigt haben, dass Krebszellen und Nerven Signale austauschen (Crosstalk). Forschende haben eine Vielzahl von Wechselwirkungen entdeckt. Dieser Crosstalk unterscheidet sich je nach Krebsart und Nervenart. Nicht nur das Gehirn (zentrales Nervensystem), sondern auch das periphere Nervensystem ist daran beteiligt.

Krebs-Neurowissenschaft: Was ist das?

Krebs-Neurowissenschaft oder auf Englisch übersetzt „Cancer Neuroscience“ ist eine neue Disziplin in der Krebsmedizin [1]: Sie beschäftigt sich mit dem komplexen Wechselspiel zwischen Krebs und Nervensystem – außerdem mit Behandlungsansätzen, die sich daraus ableiten lassen. Ziel neuer Therapien ist, die Kommunikation zwischen Krebs- und Nervenzellen zu stören, insbesondere dann, wenn sie krebsfördernd wirkt.

Bereits bei der Krebsentstehung können Nerven eine aktive, krebsfördernde Rolle spielen. Sie können aber auch Wachstum und Ausbreitung von Tumoren begünstigen [2, 3].

Wissenschaftlicher Hintergrund: Es gibt vielfältige Mechanismen, wie Krebszellen und Nervensystem sich gegenseitig beeinflussen können. Dabei können Signale in beide Richtungen übertragen werden, also ein bidirektionaler Crosstalk. Mögliche Schaltkreise sind:

- Krebszellen setzen aktiv Wachstumsfaktoren frei und stimulieren das

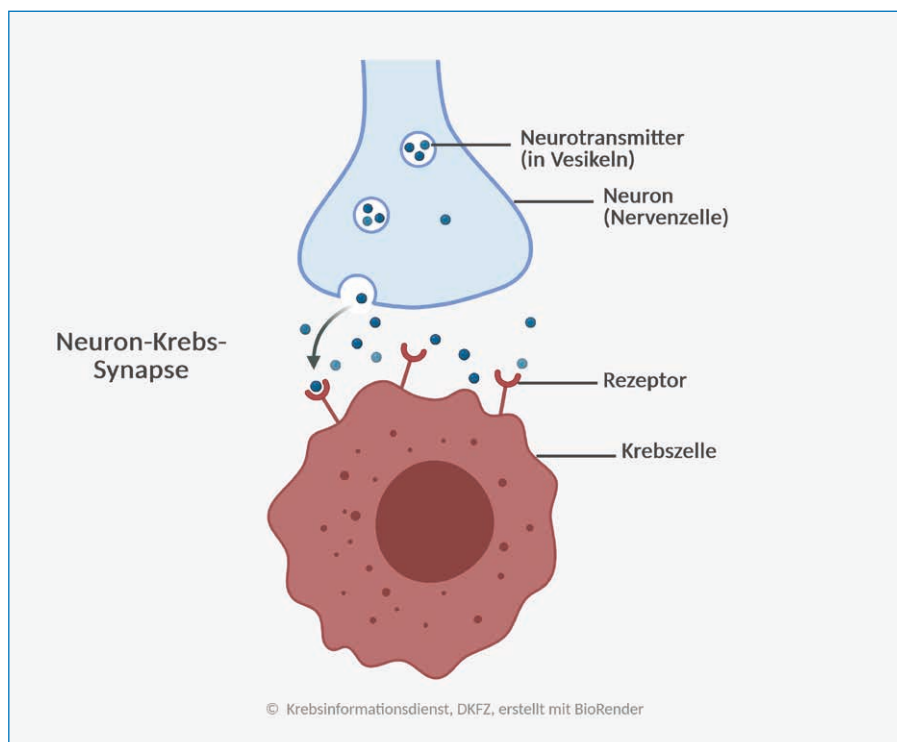


Abb. 1: Nervenzellen (Neuronen) können direkte Synapsen mit Krebszellen bilden. © Krebsinformationsdienst, DKFZ; erstellt mit BioRender.com

Verbindung (Synapse) zwischen Nervenzelle (Neuron) und Krebszelle: Die Nervenzelle schüttet Botenstoffe (Neurotransmitter) über Bläschen (Vesikel) in den synaptischen Spalt aus. Die Krebszelle empfängt die Signale über Bindungsstellen auf ihrer Oberfläche (Rezeptoren).

Einsprossen von neuen Nerven in das Tumorgewebe (Nervneubildung) – analog zur Gefäßneubildung (Neo-Angiogenese). Diese Neu-Innervation fördert das Wachstum und die Ausbreitung der Tumorzellen und ermöglicht es ihnen, der Kontrolle durch das Immunsystem zu entkommen.

- Nervenzellen (Neuronen) und Krebszellen können über „echte“ Neuron-zu-Krebs-Synapsen direkt miteinander kommunizieren – über chemische und elektrische Signale (siehe Abb. 1).
- In der Mikroumgebung des Tumors

gibt es weitere Zellarten, die das Nervensystem beeinflussen, wie zum Beispiel Immun- und Bindegewebszellen.

Wichtig zu wissen: Welche Nervenbahnen und welche Botenstoffe (Neurotransmitter) eine Rolle spielen, kann von Krebsart zu Krebsart variieren. Während etwa der Parasympathikus bei Magenkrebs im Maus-Modell wachstumsfördernd wirkt, ist es bei Brustkrebs gerade umgekehrt: Dort hemmt er das Tumorwachstum. Der Sympathikus hingegen begünstigt die Progression von

Brusttumoren [2]. Ob diese Erkenntnisse aus Tierversuchen auch für Brustkrebspatientinnen von Bedeutung sind, ist jedoch noch unklar.

Im Folgenden werden drei Beispiele beschrieben, wo Cancer Neuroscience den Dialog zwischen Krebs und Nervensystem untersucht und anschaulich erklären kann:

- Crosstalk zwischen ZNS und Hirnmetastasen
- Bedeutung der perineuralen Invasion bei Prostatakrebs
- Warum bei Pankreaskrebs häufig Schmerzen auftreten

Hirnmetastasen und ZNS im Austausch

In der Praxis werden immer häufiger Hirnmetastasen bei Krebserkrankungen beobachtet. Das liegt daran, dass Krebspatientinnen und Krebspatienten mit den modernen onkologischen Therapien länger leben und das Ärzteteam mithilfe der modernen bildgebenden Verfahren Metastasen entdeckt, bevor sie Symptome verursachen.

Schon länger bekannt ist die enge Verzahnung von primären Hirntumoren und zentralem Nervensystem (ZNS). Inzwischen weiß man, dass es eine solche Verbindung auch zwischen den Neuronen im ZNS und Hirnmetastasen gibt – also Krebszellen, die erst sekundär ins Gehirn eingewandert sind.

Krebswachstum kann die Aktivität von Nervenzellen erhöhen und dadurch epileptische Anfälle begünstigen, die bei 10 bis 15 % der Betroffenen auftreten. Gleichzeitig scheint die erhöhte

Nervenzellaktivität das Tumorwachstum im Gehirn zu beeinflussen. Diese Zusammenhänge werden intensiv erforscht, um gezielte Behandlungsansätze zu entwickeln.

Prostatakrebs: perineurale Invasion

In der gesunden Prostata reguliert das vegetative Nervensystem die normale Drüsenfunktion. Auch bei Prostatakrebs interagieren die Nerven mit den Karzinomzellen: Diese Interaktion kann das Zellwachstum fördern und die Ausbreitung von Tumorzellen in Lymphknoten oder entferntes Gewebe unterstützen.

Zusätzlich ist bekannt, dass sich Tumorzellen entlang von Nervenbahnen ausbreiten können (perineurale Invasion). Diese Mechanismen stehen im Zusammenhang mit einer fortgeschrittenen Krankheitssituation – ähnlich wie bei der Absiedlung über den Blut- oder Lymphweg.

Im Unterschied zu den Blut- und Lymphgefäßen haben Nervenfasern keinen Hohlraum. Voraussetzung für die perineurale Invasion ist daher ein enger wechselseitiger Austausch zwischen Tumor- und Nervenzellen samt ihren Hüllzellen:

- Die Tumorzellen schädigen die Nerven.
- Reparaturprogramme werden aktiviert, Botenstoffe und Wachstumsfaktoren ausgeschüttet und Nerven umgebaut.
- Dadurch entstehen Bedingungen, die es den Krebszellen erleichtern, entlang der Nervenbahnen zu wandern.

Pankreaskarzinom: wie Schmerzen entstehen

Wie die Prostata-drüse ist auch die Bauchspeicheldrüse dicht innerviert [4]. Von Pankreaskrebs Betroffene leiden daher häufig unter Schmerzen. Wissenschaftliche Untersuchungen zeigen, dass die Schmerzsymptomatik eng mit einer perineuralen Invasion im Gewebe verknüpft ist. Auch die Mikroumgebung des Tumors und Immunfunktionen werden dadurch beeinflusst.

Pankreaskrebszellen bilden Wachstumsfaktoren, beispielsweise den Nervenwachstumsfaktor (nerve growth factor, NGF). NGF unterstützt das Wachstum von Nervenfasern in das Tumorgewebe hinein. Diese Wechselwirkung zwischen Tumorzellen und Nerven scheint dazu beizutragen, dass der Tumor weiterwachsen kann.

Auch bei fortgeschrittenem Prostatakrebs können Schmerzen Hinweise auf den Krankheitsverlauf geben. Aktuelle klinische Studien legen nahe, dass Männer mit Knochenmetastasen und Knochenschmerzen eine tendenziell ungünstigere Prognose haben als Betroffene ohne Knochenschmerzen [5]. Die Wissenschaftler und Wissenschaftlerinnen vermuten, dass hier ebenfalls der Nervenwachstumsfaktor NGF eine Rolle spielen könnte.

Ausblick

Die junge Disziplin Cancer Neuroscience oder auf Deutsch „Krebs-Neurowissenschaft“ weckt großes Interesse unter Expertinnen und Experten. Denn Cancer Neuroscience wird als neues Grundprinzip erkannt, das offenbar bei unterschiedlichen Tumorarten eine Rolle

spielt [6, 7]. Noch steckt Cancer Neuroscience in den Kinderschuhen. Mehr Forschung ist nötig, bevor sich aus den wissenschaftlichen Erkenntnissen eine neue Säule der Krebstherapie entwickeln kann – neben Operation, Strahlen-, Chemo-, Immun-, Hormon- und zielgerichteter Therapie.

In präklinischen und frühen klinischen Studien werden zielgerichtete Therapiestrategien geprüft, die das Nervensystem beeinflussen sollen. Ziel ist es herauszufinden, ob durch die Modulation bestimmter Signalwege auch das Tumorstromwachstum gehemmt werden kann.

Solche neuromodulatorischen Medikamente gibt es. Sie sind bereits für andere Indikationen zugelassen und könnten künftig auch in der Onkologie zum Einsatz kommen (Beispiele):

- Betablocker, die den Sympathikus blockieren
- Antiepileptika, die spezifische synaptische Signalübertragungen hemmen
- Lokale Betäubungsmittel, die die Nervenleitung mindern

Für Krebsbetroffene wichtig zu wissen: Es gibt noch andere Mechanismen, wie Krebs und Nerven miteinander verknüpft sein können – etwa, wenn Krebstherapien Nebenwirkungen im Nervensystem auslösen (Neuropathie, kognitive Beeinträchtigung).

Auch wenn der Gedanke vielleicht nahezuliegen scheint – aus den bisherigen Erkenntnissen der Cancer-Neuroscience-Forschung lässt sich nicht ableiten, ob und inwieweit psychische Faktoren das Tumorstromwachstum unmittelbar über das Nervensystem beeinflussen könnten. Angesichts des sehr komplexen Themas ist hier noch viel weitere interdisziplinäre Forschung notwendig. ■

KONTAKT

Dr. med. Susanne Weg-Remers
Krebsinformationsdienst
Deutsches Krebsforschungszentrum
Im Neuenheimer Feld 280
69120 Heidelberg
Telefon: 06221 42-2189
s.weg-remers@dkfz.de

VERWENDETE QUELLEN

- [1] https://www.dekade-gegen-krebs.de/de/krebsforschung/aktuelles-aus-der-forschung/_documents/24_CancerNeuroscience.html (Zugriff 06.05.2025)
- [2] Winkler F, Venkatesh HS, Amit M, Batchelor T, Demir IE, Deneen B, Gutmann DH, Hervey-Jumper S, Kurer T, Mabbott D, Platten M, Rolls A, Sloan EK, Wang TC, Wick W, Venkataramani V, Monje M. Cancer neuroscience: State of the field, emerging directions. *Cell*. 2023 Apr 13;186(8):1689-1707. doi: 10.1016/j.cell.2023.02.002.
- [3] Mancusi R, Monje M. The neuroscience of cancer. *Nature*. 2023 Jun;618(7965):467-479. doi: 10.1038/s41586-023-05968-y.
- [4] Thiel V, Renders S, Panten J, Dross N, Bauer K, Azorin D, Henriques V, Vogel V, Klein C, Leppä AM, Barriuso Ortega I, Schwickert J, Ourailidis I, Mochayed J, Mallm JP, Müller-Tidow C, Monyer H, Neoptolemos J, Hackert T, Stagle O, Odom DT, Offringa R, Stenzinger A, Winkler F, Sprick M, Trump A. Characterization of single neurons reprogrammed by pancreatic cancer. *Nature*. 2025 Apr;640(8060):1042-1051. doi: 10.1038/s41586-025-08735-3.
- [5] Gebrael G, Jo Y, Swami U, Plets M, Hage Chehade C, Narang A, Gupta S, Myint ZW, Sayegh N, Tangen CM, Hussain M, Dorff T, Lara PN Jr, Lerner SP, Thompson I, Agarwal N. Bone Pain and Survival Among Patients With Metastatic, Hormone-Sensitive Prostate Cancer: A Secondary Analysis of the SWOG-1216 Trial. *JAMA Netw Open*. 2024 Jul 1;7(7):e2419966. doi: 10.1001/jamanetworkopen.2024.19966.
- [6] Amit M. Cancer Neuroscience: Evidence for a New Hallmark of Cancer. *Adv Biol (Weinh)*. 2022 Sep;6(9):e2200192. doi: 10.1002/adbi.202200192.
- [7] Hanahan D, Monje M. Cancer hallmarks intersect with neuroscience in the tumor microenvironment. *Cancer Cell*. 2023 Mar 13;41(3):573-580. doi: 10.1016/j.ccell.2023.02.012.

Licht ins Dunkel

Wie Autofluoreszenz Hirntumore sichtbar macht

Ortrud Uckermann¹, Sven Richter^{1,2}, Ilker Y. Eyüpoglu¹

¹ Klinik und Poliklinik für Neurochirurgie, Medizinische Fakultät und Universitätsklinikum Carl Gustav Carus, Technische Universität Dresden

² Else Kröner Fresenius Zentrum für Digitale Gesundheit, Medizinische Fakultät, Technische Universität Dresden

Die präzise Unterscheidung zwischen gesundem und krankem Hirngewebe ist eine der größten Herausforderungen in der neurochirurgischen Onkologie. Entscheidungen über das Resektionsausmaß werden intraoperativ getroffen und sind für den Behandlungserfolg von großer Bedeutung. Trotz zahlreicher Hilfsmittel, wie z. B. Magnetresonanztomographie, Ultraschall und Fluoreszenzfarbstoff-gestützter Resektion bleibt die intraoperative Tumorrandfindung oft eine Gratwanderung. Genau hier setzt die Forschung zur natürlichen Autofluoreszenz (AF) von Hirngewebe an. Ohne Farbstoffe, ohne Markierung, allein mit Licht bringt ein endoskopisches System Gewebestrukturen während der Operation zum Leuchten, erzeugt Bilder der Tumormikrostruktur und bietet daher großes Potenzial für die Diagnostik und Abgrenzung von Hirntumoren.

Was ist Fluoreszenz und warum leuchtet Gewebe von selbst?

Fluoreszenz ist ein physikalisches Phänomen, bei dem Moleküle nach Anregung durch Licht einer bestimmten Wellenlänge selbst Licht emittieren. In der medizinischen Forschung und Diagnostik wird dieses Prinzip seit Langem unter Einsatz von Farbstoffen oder Markern zur Bildgebung genutzt. Doch Gewebe besitzt ein intrinsisches Leuchten: Zellen und extrazelluläre Matrix enthalten Moleküle, die ohne externe Markierung fluoreszieren, dies wird als AF bezeichnet [1]. Bei der Analyse von Fluoreszenzfärbungen oder der Expression fluoreszierender Proteine wird diese üblicherweise als störender Hintergrund oder Fehlerquelle betrachtet. Allerdings kann AF auch als Signal genutzt und analysiert werden. Die wichtigsten

endogenen Fluorophore sind Pyridine (NAD(P)H) und Flavine, Lipofuszin, Advanced glycation end-products, Kollagen und Elastin [2]. Die Kombination und Verteilung dieser Moleküle ergibt ein charakteristisches Muster, das durch mikroskopische Techniken sichtbar gemacht werden kann. Es entstehen kontrastreiche Bilder, die erstaunlich viel über das untersuchte Gewebe verraten. So sind z. B. Struktur und Schichten der Gefäßwand in der AF-Bildgebung auch ohne Färbung gut zu erkennen (Abb. 1).

Autofluoreszenzmuster von Hirntumoren

Wir konnten zeigen, dass Neurone des menschlichen Hippocampus durch intensive zytoplasmatische AF gekennzeichnet sind. Die Analyse des AF-Musters ermöglichte die Erkennung der hippocampalen Schichten, die Identifizierung von sklerotischen Läsionen und die Visualisierung von Blutgefäßen [3]. Zahlreiche Studien zeigen, dass Tumorstromwachstum das regelmäßige Muster autofluoreszierender Zellen des gesunden Gehirns zerstört. Sowohl die spektrale Signatur und die Intensität [4,5]

als auch die räumliche Verteilung [6] ist in primären Hirntumoren und Hirnmetastasen im Vergleich zum regulären Gehirn verändert. Darüber hinaus gibt es in Hirntumoren Regionen mit diffuser AF und nekrotische Bereiche mit intensiver punktueller extrazellulärer AF [7], die im normalen Gehirn nicht zu finden sind. Zusätzlich zeichnen sich aktivierte Mikroglia/Makrophagen nach einer Verletzung des Zentralen Nervensystems durch eine intensive AF aus [11] und Komponenten der Tumormikroumgebung könnten wesentlich zu den AF-Signalen von primären und sekundären Hirntumoren beitragen. Die Beispiele in Abbildung 2 verdeutlichen die Unterschiede zwischen Hirntumoren und normalem Gehirn und veranschaulichen die erstaunliche Übereinstimmung von AF und korrespondierender Hämatoxylin-Eosin-Färbung.

Klinischer Einsatz: Autofluoreszenz-Bildgebung für neurochirurgische Eingriffe

Die konfokale Laser-Endomikroskopie (CLE) wird üblicherweise in Kombination mit Fluoreszenzfarbstoffen zur

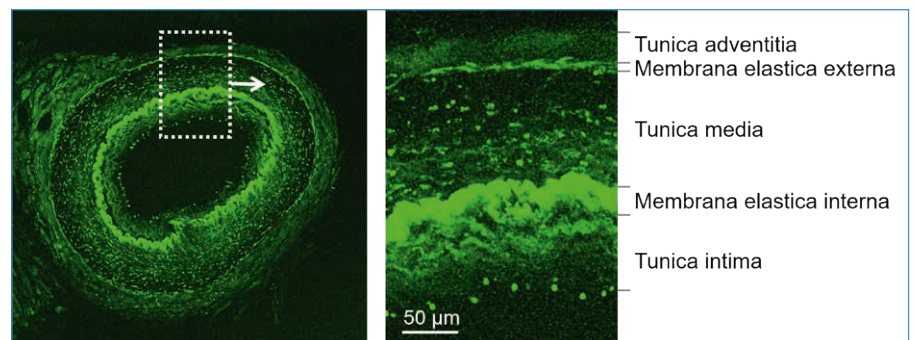


Abb. 1: Autofluoreszenzbildgebung visualisiert die Gewebestruktur. Querschnitt eines Blutgefäßes.

Die Schichten der Gefäßwand besitzen spezifische AF-Muster. Die Membrana elastica externa und interna werden durch die starke AF von Elastin dargestellt. Die AF des Gefäßquerschnitts wurde zwischen 500–550 nm mit einem Multiphotonenmikroskop aufgenommen. © Universitätsklinikum Dresden

Bildgebung zerebraler Neoplasien eingesetzt. Unsere Forschung konnte erstmals zeigen, dass diese Technologie auch die Visualisierung der AF von Hirntumoren ermöglicht [8]. Mithilfe einer Fasersonde können während neurochirurgischer Operationen endogene Fluorophore des Hirngewebes sichtbar gemacht werden. Die Sonde wird mit einem sterilen Bezug versehen und lässt sich wie ein chirurgisches Instrument handhaben. Sie wird in Kontakt mit Gewebe gebracht und nach 488-nm-Laseranregung entsteht auf dem Monitor des CLE-Gerätes ein Live-Bild der AF. Dieses kann sofort interpretiert und analysiert werden, da sich die Gewebestruktur und die histologischen Merkmale der Hirntumore in den jeweiligen AF-Mustern widerspiegeln [8]. So zeigen Glioblastome hauptsächlich punktierte AF, in Meningiomen werden Fasern und Psammomkörperchen sichtbar, und nichtneoplastisches Gewebe zeichnet sich durch zahlreiche autofluoreszente Zellen verschiedener Größe aus (Abb. 3).

Abb. 3: CLE visualisiert die Autofluoreszenz-Muster von Hirntumoren in situ. A: Beispiele von intraoperativen CLE-Bildern von Hirngewebe, aufgenommen während Tumorresektionen bzw. Epilepsiechirurgien. Bilder entnommen aus [8] unter den Bedingungen der Creative Commons CC BY 4.0 Lizenz (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>). B: Heatmap der Häufigkeit identifizierter Features in den CLE-Bildern der AF für verschiedene Hirntumore und nichtneoplastisches Gehirn: 1: punktierte AF (a: vereinzelt, b: dicht); 2: kleine Zellen < 25 µm (a: <5, b: ≥5); 3: große Zellen ≥ 25 µm (a: <5, b: ≥5), 4: diffuse AF; 5: Fasern; 6: runde Strukturen. GBM: Glioblastome (n=6), Men: Meningiome (n=6), Met: Hirnmetastasen (n=10); HA: Hypophysenadenome (n=2); nicht-neopl: nicht-neoplastisch (n=2). © Universitätsklinikum Dresden

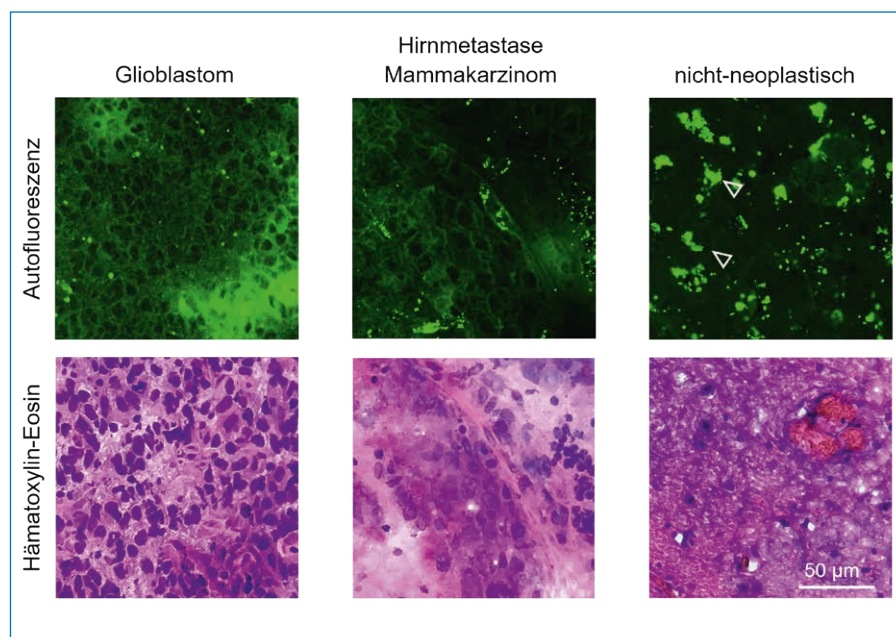
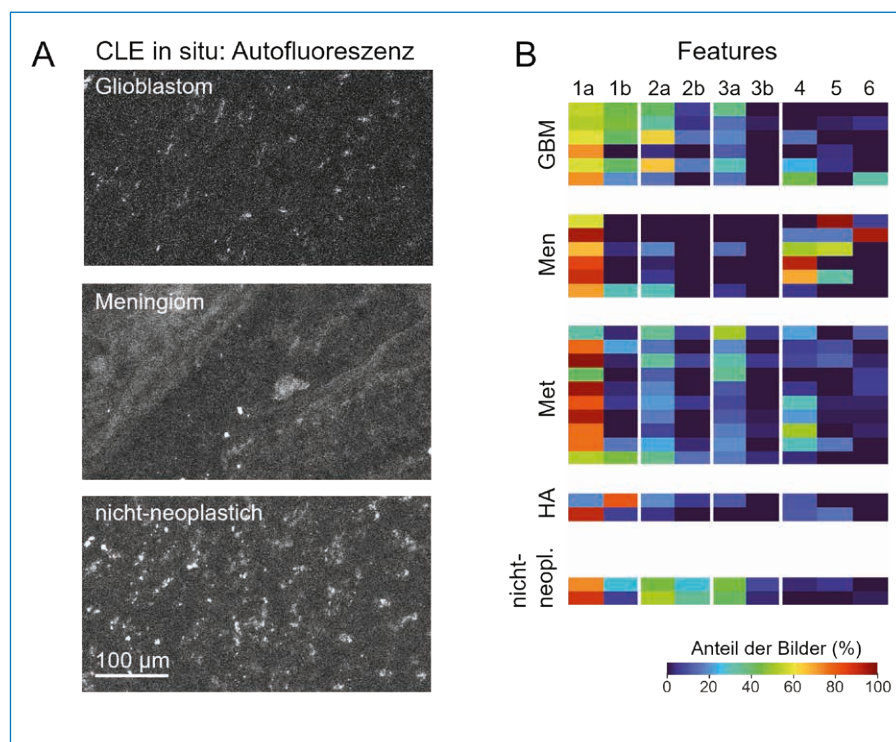


Abb. 2: Autofluoreszenz von Hirntumoren im Vergleich zur Histologie. Nichtneoplastisches humanes Hirngewebe (aus epilepsiechirurgischen Eingriffen) ist durch Zellen mit intensiver AF (Pfeile) gekennzeichnet, die in Hirntumoren fehlen. Die AF von Gefrierschnitten der Gewebe wurde bei 450-490 nm Anregung zwischen 500-550 nm mit einem Fluoreszenzmikroskop aufgenommen. © Universitätsklinikum Dresden



Klinische Bedeutung und Zukunftsperspektiven

Die Fähigkeit, Tumorgewebe in Echtzeit und vor Resektion zu analysieren, birgt enormes Potenzial: Die chirurgische Entscheidungsfindung könnte erheblich verbessert werden und damit zu präziseren Resektionen und potenziell besseren Ergebnissen für die Betroffenen führen. Gerade bei Gliomen, die diffus ins umliegende Hirngewebe einwachsen, kann die AF-Bildgebung helfen, den Tumorrand besser zu definieren und den Tumor vollständig zu entfernen, was ein entscheidender Faktor für die Prognose ist. Weiterhin können AF-Signale zur Charakterisierung der Mikroumgebung des Tumors genutzt werden [9]. Verschiedene Ansätze zeigen, dass sich Muster in AF-Bildern algorithmisch klassifizieren lassen [10,11]. Damit besteht die Möglichkeit, eine zuverlässige, objektive Diagnostik direkt im OP noch vor der Resektion bereitzustellen und personalisierte Therapien intraoperativ zu beginnen.

Die AF-Bildgebung eröffnet einen innovativen, unmittelbaren Zugang zur mikroskopischen Beurteilung von Hirngewebe direkt im OP, in Echtzeit und ohne zusätzliche Färbung. Was heute wie Zukunftsmusik klingt, könnte mittelfristig fester Bestandteil der neurochirurgischen Routine werden, insbesondere wenn KI-basierte Auswertungen und automatisierte Mustererkennung die visuelle Interpretation ergänzen. ■

KONTAKT

PD. Dr. rer. nat. Ortrud Uckermann
Klinik und Poliklinik für Neurochirurgie
Fetscherstr. 74
01307 Dresden
E-Mail: ortrud.uckermann@ukdd.de

REFERENZEN

- [1] R. Galli, O. Uckermann, Toward cancer detection by label-free microscopic imaging in oncological surgery: Techniques, instrumentation and applications, *Micron Oxf. Engl.* 1993 191 (2025) 103800. <https://doi.org/10.1016/j.micron.2025.103800>.
- [2] M. Monici, Cell and tissue autofluorescence research and diagnostic applications, *Biotechnol. Annu. Rev.* 11 (2005) 227–256. [https://doi.org/10.1016/S1387-2656\(05\)11007-2](https://doi.org/10.1016/S1387-2656(05)11007-2).
- [3] O. Uckermann, R. Galli, S. Leupold, R. Coras, M. Meinhardt, S. Hallmeyer-Elgner, T. Mayer, A. Storch, G. Schackert, E. Koch, I. Blümcke, G. Steiner, M. Kirsch, Label-free multiphoton microscopy reveals altered tissue architecture in hippocampal sclerosis, *Epilepsia* 58 (2017) e1–e5. <https://doi.org/10.1111/epi.13598>.
- [4] A. Pascu, M.O. Romanitan, J.-M. Delgado, L. Dana-ila, M.-L. Pascu, Laser-induced autofluorescence measurements on brain tissues, *Anat. Rec. Hoboken NJ* 2007 292 (2009) 2013–2022. <https://doi.org/10.1002/ar.21034>.
- [5] R. Galli, M. Meinhardt, E. Koch, G. Schackert, G. Steiner, M. Kirsch, O. Uckermann, Rapid Label-Free Analysis of Brain Tumor Biopsies by Near Infrared Raman and Fluorescence Spectroscopy-A Study of 209 Patients, *Front. Oncol.* 9 (2019) 1165. <https://doi.org/10.3389/fonc.2019.01165>.
- [6] A.C. Croce, S. Fiorani, D. Locatelli, R. Nano, M. Ceroni, F. Tancioni, E. Giombelli, E. Benericetti, G. Bottiroli, Diagnostic potential of autofluorescence for an assisted intraoperative delineation of glioblastoma resection margins, *Photochem. Photobiol.* 77 (2003) 309–318. [https://doi.org/10.1562/0031-8655\(2003\)077<0309:dpoafa>2.0.co;2](https://doi.org/10.1562/0031-8655(2003)077<0309:dpoafa>2.0.co;2).
- [7] R. Galli, O. Uckermann, T. Sehm, E. Leipnitz, C. Hartmann, F. Sahm, E. Koch, G. Schackert, G. Steiner, M. Kirsch, Identification of distinctive features in human intracranial tumors by label-free non-linear multimodal microscopy, *J. Biophotonics* 12 (2019) e201800465. <https://doi.org/10.1002/jbio.201800465>.
- [8] M. Reichenbach, S. Richter, R. Galli, M. Meinhardt, K. Kirsche, A. Temme, D. Emmanouilidis, W. Polanski, I. Pilop, D. Krex, S.B. Sobottka, T.A. Juratli, I.Y. Eyüpoglu, O. Uckermann, Clinical confocal laser endomicroscopy for imaging of autofluorescence signals of human brain tumors and non-tumor brain, *J. Cancer Res. Clin. Oncol.* 151 (2024) 19. <https://doi.org/10.1007/s00432-024-06052-2>.
- [9] S. You, E.J. Chaney, H. Tu, Y. Sun, S. Sinha, S.A. Boppart, Label-Free Deep Profiling of the Tumor Micro-environment, *Cancer Res.* 81 (2021) 2534–2544. <https://doi.org/10.1158/0008-5472.CAN-20-3124>.
- [10] F. Poulon, J. Pallud, P. Varlet, M. Zanella, F. Chretien, E. Dezamis, G. Abi-Lahoud, F. Nataf, B. Turak, B. Devaux, D. Abi Haidar, Real-time Brain Tumor imaging with endogenous fluorophores: a diagnosis proof-of-concept study on fresh human samples, *Sci. Rep.* 8 (2018) 14888. <https://doi.org/10.1038/s41598-018-33134-2>.
- [11] O. Uckermann, R. Galli, G. Mark, M. Meinhardt, E. Koch, G. Schackert, G. Steiner, M. Kirsch, Label-free multiphoton imaging allows brain tumor recognition based on texture analysis-a study of 382 tumor patients, *Neuro-Oncol. Adv.* 2 (2020) vdaa035. <https://doi.org/10.1093/oaajnl/vdaa035>.

Neue Möglichkeiten für innovative molekulare Diagnostik

am Zentrum für Personalisierte Medizin in der Onkologie (ZPMO)

Julia Hilsenbeck, Christoph Heining, Daniela Richter, Gustavo Baretton, Diana Le Duc, Hanno Glimm
Nationales Centrum für Tumorerkrankungen (NCT/UCC) Dresden



Mit dem Start des Modellvorhabens zur umfassenden Diagnostik und Therapiefindung mittels Genomsequenzierung bei seltenen und bei onkologischen Erkrankungen (MV GenomSeq) eröffnen sich neue Möglichkeiten der Ganzgenomsequenzierung am Universitätsklinikum Dresden.

Die molekulare Diagnostik hat sich als eine Schlüsseltechnologie in der modernen Onkologie etabliert, da sie in vielen Fällen eine genauere Diagnose und individuellere Therapieansätze ermöglicht. Besonders bei komplexen und fortgeschrittenen Krebserkrankungen sowie seltenen Erkrankungen bietet eine umfassende genomische Diagnostik neue Chancen, die Behandlungsergebnisse deutlich zu verbessern. Zwei zentrale, eng miteinander verzahnte Initiativen – das Modellvorhaben zur Genomsequenzierung gemäß § 64e SGB V und die Gründung des Zentrums für

Personalisierte Medizin in der Onkologie (ZPMO) Dresden – spielen speziell bei onkologischen Erkrankungen am Standort eine entscheidende Rolle bei der Umsetzung der personalisierten Medizin in die klinische Praxis.

Das Modellvorhaben zur Genomsequenzierung nach § 64e SGB V

Das Modellvorhaben Genomsequenzierung (MV GenomSeq) gemäß § 64e SGB V ist eine bundesweite Initiative, die seit 2024 deutschlandweit an ausgewählten Kliniken ausgerollt wird. Das MV GenomSeq ermöglicht es, Patient:innen mit fortgeschrittenen onkologischen Erkrankungen, seltenen Erkrankungen sowie erblichen onkologischen Erkrankungen eine umfassende Analyse ihres Genoms anzubieten, um genetische Ursachen und molekulare Mechanismen ihrer Krankheit zu identifizieren und maßgeschneiderte Therapieansätze zu entwickeln.

Durch die Analyse des gesamten Genoms können seltene genetische Varianten und alterierte Gene entdeckt werden, die mit der Entstehung und dem Fortschreiten von Erkrankungen in Verbindung stehen. In der Onkologie bedeutet dies eine präzisere Diagnostik des molekularen Tumorprofils und die Möglichkeit der gezielteren Auswahl von Therapien, die auf die spezifischen molekularen Eigenschaften des jeweiligen Tumors abzielen. Dies kann zu einer höheren Therapieeffizienz und geringerer Nebenwirkungshäufigkeit im Vergleich zu konventionellen Chemotherapien führen und auch bei ausgedehnt vorbehandelten Patient:innen neue Therapieoptionen eröffnen.

Ein entscheidender Bestandteil des MV GenomSeq ist die multidisziplinäre Fallbesprechung in Molekularen Tumorboards. In diesen Besprechungen werden die genetischen Daten der Patient:innen

von einem Expertengremium aus der Onkologie, Pathologie, Humangenetik, Bioinformatik und beteiligten klinischen Fachdisziplinen interpretiert. Auf Basis dieser genetischen Erkenntnisse werden individuell abgestimmte Therapieempfehlungen ausgesprochen. Diese enge Zusammenarbeit und die Nutzung modernster Technologien stellt sicher, dass die Patient:innen von den neuesten wissenschaftlichen Erkenntnissen profitieren und eine optimal angepasste Behandlung erhalten können.

Darüber hinaus spielt die Dateninfrastruktur des MV GenomSeq eine wichtige Rolle. Die klinischen und genetischen Daten werden in sicheren, vom Plattformträger zugelassenen Genomrechenzentren und klinischen Datenknoten gespeichert. Diese Infrastruktur ermöglicht nicht nur die direkte Anwendung der gewonnenen Daten in der klinischen Versorgung, sondern auch in der wissenschaftlichen Forschung, um zukünftige Behandlungsansätze weiter zu optimieren.

Integration des Modellvorhabens in die klinische Praxis am ZPMO Dresden

Am 2023 gegründeten Zentrum für Personalisierte Medizin in der Onkologie (ZPMO) Dresden wird das MV GenomSeq für onkologische Erkrankungen mit dem Ziel umgesetzt, die Genommedizin in die onkologische Versorgung der Klinik zu integrieren. Das ZPMO wird von einer erfahrenen interdisziplinären Zentrumsleitung der Pathologie, Humangenetik und Translationaler Medizinischer Onkologie geführt, die für die kontinuierliche Qualitätssicherung und Weiterentwicklung des Zentrums verantwortlich ist. Im Jahr 2023 wurde das Zentrum

erfolgreich durch OnkoZert zertifiziert, was die hohen Qualitätsstandards und die Expertise in der onkologischen Versorgung bestätigt. Darüber hinaus erfolgt eine jährliche Überwachung durch Audits, um die kontinuierliche Einhaltung der Qualitätsrichtlinien und die Weiterentwicklung der versorgungsrelevanten Prozesse sicherzustellen.

Das Zentrum, das durch das NCT/DKFZ/DKTK MASTER Program auf mehr als zehn Jahren Erfahrung in der klinischen Interpretation genomischer Daten aufbaut, bietet eine direkte Schnittstelle zwischen modernster molekularer Diagnostik und der klinischen Versorgung. Durch die enge Verzahnung von diagnostischer, therapeutischer und wissenschaftlicher Expertise können Patient:innen mit fortgeschrittenen Krebserkrankungen sowie seltenen Krankheitsbildern von einer innovativen, personalisierten Therapie profitieren. Das Zentrum bietet eine Sprechstunde und einen Konsildienst an, in denen Patient:innen über die molekulare Diagnostik aufgeklärt und Therapieansätze auf Basis der resultierenden Befunde erörtert werden. Der Einschluss von Patient:innen, die umfangreiche molekulare Diagnostik und das Molekulare Tumorboard finden in einem zertifizierten Rahmen statt.

In Molekularen Tumorboards werden nicht nur die genomischen Daten der Patient:innen ausgewertet, sondern auch die neuesten wissenschaftlichen Erkenntnisse aus der onkologischen Forschung berücksichtigt, um die bestmögliche Therapie und eventuelle Studienoptionen zu ermitteln. In wissenschaftlichen Publikationen zur Ganzgenomsequenzierung im

DKFZ/NCT/DKTK MASTER Program, einem seit 2015 am Dresdener Campus Hochschulmedizin etablierten, präzisionsonkologischen Programm zur Umsetzung molekular stratifizierter Krebstherapie, konnte für einige Tumorerkrankungen gezeigt werden, dass diese umfassende Betrachtung Patient:innen zu Gute kommt und das Wissen über das molekulare Profil seltener Tumorerkrankungen erweitert [1-4]. Beispielsweise zeigte sich, dass Patient:innen mit einem CUP-Syndrom erheblich von der breiten Diagnostik profitieren und oftmals ein verbessertes Ansprechen auf die molekular informierte Therapie im Vergleich zur letzten Vortherapie zeigen. Dieser positive Effekt konnte in unterschiedlichem Ausmaß bei verschiedenen seltenen Tumorerkrankungen in fortgeschrittenen Stadien beobachtet werden.

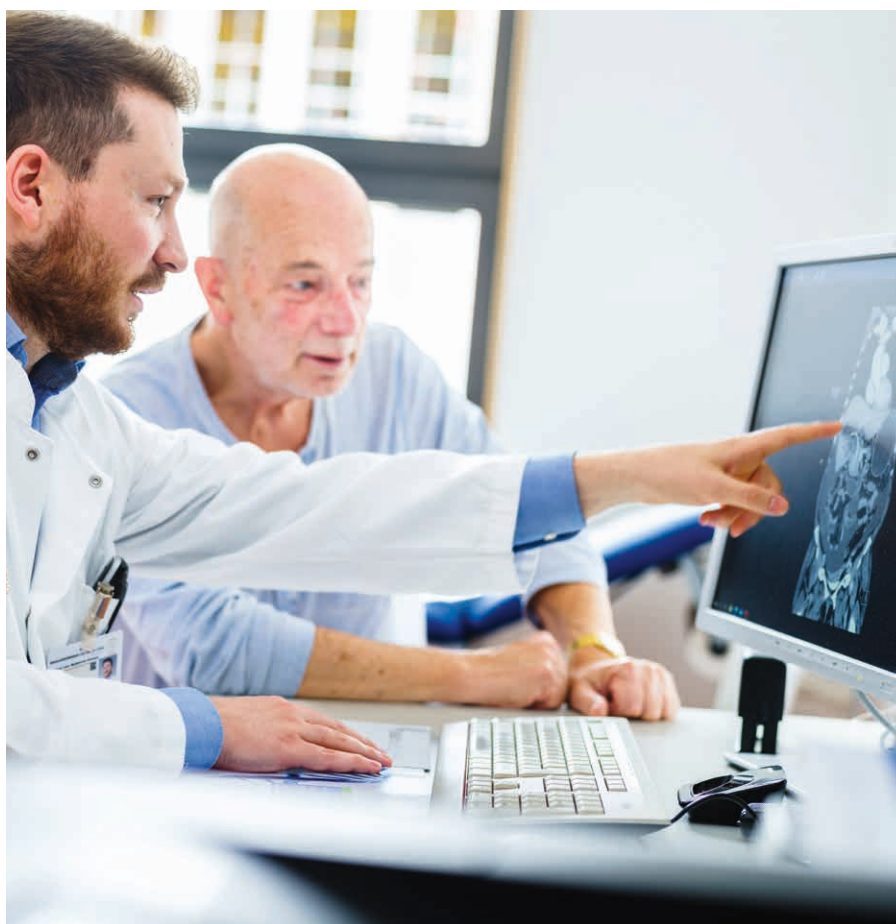
Vernetzung und nationale Zusammenarbeit

Neben der internen Integration am ZPMO Dresden ist die Vernetzung auf nationaler Ebene ein wichtiger Aspekt des Projekts. Das ZPMO engagiert sich aktiv in bedeutenden multizentrischen Programmen und Initiativen, wie dem NCT/DKFZ/DKTK MASTER Program, das eine führende Rolle bei der Entwicklung und Umsetzung molekular stratifizierter Krebstherapien einnimmt. Zusätzlich beteiligt sich das ZPMO an molekular stratifizierten klinischen Prüfungen und dem Deutschen Netzwerk für Personalisierte Medizin (DNPM). Hierdurch wird ermöglicht, die Expertise aus verschiedenen Zentren und Forschungseinrichtungen zu bündeln und die Erkenntnisse zur molekularen Stratifizierung von Krebstherapien auf eine breite Basis zu stellen.

Die Teilnahme an diesen Programmen fördert nicht nur die Weiterentwicklung der personalisierten Medizin, sondern auch die flächendeckende Standardisierung von breiter molekularer Diagnostik und darauf basierender zielgerichteter Behandlungsempfehlungen. Durch die Zusammenarbeit mit anderen nationalen und internationalen Partnern wird zudem ein bestmöglicher Austausch von Forschungsergebnissen und klinischen Daten sichergestellt, was die Qualität der Versorgung weiter steigert.

Fazit

Das MV GenomSeq und die Gründung des Zentrums für Personalisierte Medizin in der Onkologie (ZPMO) Dresden sind wichtige Meilensteine in der qualitätsgesicherten Umsetzung personalisierter Medizin in der Onkologie. Durch die enge Verzahnung von umfangreicher molekularer Diagnostik und personalisierter Therapie am ZPMO Dresden werden in vielen Fällen zielgerichtete und individuelle Behandlungsansätze ermöglicht und damit zum Teil zusätzliche Therapiemöglichkeiten nach Ausschöpfung der Leitlinientherapie eröffnet. Die Vernetzung auf nationaler Ebene und die Integration modernster wissenschaftlicher Erkenntnisse tragen maßgeblich dazu bei, die Behandlungsqualität zu verbessern und Patient:innen eine zukunftsweisende medizinische Versorgung zu bieten. Das MV GenomSeq stellt somit einen entscheidenden Schritt in der Umsetzung personalisierter Medizin dar und hat das Potenzial, die Behandlung von Krebserkrankungen sowie seltener Erkrankungen nachhaltig zu verbessern. ■



© NCT/UCC / André Wirsig

KONTAKT

PD Dr. Christoph Heining
Zentrum für Personalisierte Medizin
in der Onkologie (ZPMO) Dresden
Fetscherstr. 74
01307 Dresden
E-Mail: zpmo@ukdd.de

REFERENZEN

- [1] Jahn et al. Ann Oncol 2022,
- [2] Möhrmann et al. Nat Commun 2022
- [3] Möhrmann et al. Med 2025,
- [4] Schöpf et al. Nat Commun 2024,

Neuer Hoffnungsträger gegen Therapieresistenz bei Eierstockkrebs

Methylstat verstärkt die Wirkung moderner Krebsmedikamente

Jan Dominik Kuhlmann^{1,2,3}, Pauline Wimberger^{1,2,3}, Frank Buchholz^{2,3,4}, Mirko Theis^{2,3,4}

¹ Klinik für Frauenheilkunde und Geburtshilfe, Medizinische Fakultät und Universitätsklinikum Carl Gustav Carus, Technische Universität Dresden;

² Nationales Centrum für Tumorerkrankungen (NCT/UCC) Dresden, Deutsches Krebsforschungszentrum (DKFZ), Heidelberg, Medizinische Fakultät und Universitätsklinikum Carl Gustav Carus, Technische Universität Dresden, Helmholtz-Zentrum Dresden-Rossendorf (HZDR), Dresden;

³ Deutsches Konsortium für Translationale Krebsforschung (DKTK), Dresden, Deutsches Krebsforschungszentrum (DKFZ), Heidelberg;

⁴ Medizinische Systembiologie, Medizinische Fakultät und Universitätsklinikum Carl Gustav Carus, Technische Universität Dresden, Dresden, Germany

Eierstockkrebs zählt zu den tödlichsten gynäkologischen Tumorerkrankungen [1]. Oft bleibt er lange unbemerkt, weshalb er in etwa 75 % der Fälle erst im fortgeschrittenen Stadium diagnostiziert wird. Eine zentrale Rolle in der Behandlung dieser Krebserkrankung spielen sogenannte PARP-Inhibitoren – Medikamente, die gezielt Schwächen im DNA-Reparatursystem von Tumorzellen ausnutzen [2,3,4]. Viele Patientinnen entwickeln allerdings im Laufe der Therapie eine Resistenz gegen diese Medikamente. Hierfür gibt es bislang keine zugelassene Gegenmaßnahme.

Forschende aus Dresden haben nun einen neuen Ansatz gefunden: In einer im Fachjournal *Cancer Gene Therapy* veröffentlichten Studie zeigen sie, dass der Wirkstoff Methylstat Eierstockkrebszellen erneut empfindlich für PARP-Inhibitoren machen kann – und das unabhängig davon, ob die Zellen bereits resistent sind oder bestimmte Genmutationen (wie BRCA1) aufweisen, die für die Wirksamkeit dieser Medikamente eine Rolle spielen.

Im Zentrum der Forschung standen zwei Enzyme: JMJD1B und JMJD1C. Diese sogenannten Histon-Demethylasen regulieren epigenetisch, also über chemische Veränderungen am Erbgut, die Aktivität von Genen. In Dresden konnte in einem aufwendigen Screening-Verfahren mithilfe der Genschere CRISPR/Cas9 gezeigt werden, dass diese Enzyme eine entscheidende Rolle bei der Entstehung von PARP-Resistenzen spielen. Wurden sie in Krebszellen ausgeschaltet oder mit Methylstat gehemmt, konnten

selbst widerstandsfähige Tumorzellen wieder auf die Behandlung mit PARP-Inhibitoren ansprechen.

Besonders bemerkenswert: Methylstat wirkte sowohl bei Zellen, die ursprünglich empfindlich auf PARP-Inhibitoren reagierten, als auch bei solchen, die bereits Resistenzen entwickelt hatten. Auch in Tumorzellen ohne BRCA1-Mutation – also ohne den klassischen Angriffspunkt für PARP-Inhibitoren – zeigte sich ein positiver Effekt. Die Kombination aus Methylstat und Olaparib, einem gängigen PARP-Inhibitor, führte im Labor zu einem erhöhten DNA-Schaden in den Krebszellen und verhinderte deren Reparatur. Dadurch kam es verstärkt zum Absterben der Tumorzellen.

Darüber hinaus konnte gezeigt werden, dass Methylstat die sogenannte klonale Selektion beeinflusst. Normalerweise setzen sich unter der Therapie resistente Zellklone durch. Die zusätzliche Gabe von Methylstat wirkte diesem Prozess entgegen – ein Hinweis darauf, dass die Ausbreitung therapieresistenter Zellpopulationen verhindert werden könnte.

Ein weiteres Plus: In Vergleichsstudien mit anderen Hemmstoffen ähnlicher Art zeigte Methylstat die stärkste Wirkung in Kombination mit PARP-Inhibitoren. Auch wenn diese Ergebnisse bislang nur im Labor erzielt wurden, eröffnen sie neue Perspektiven für die Behandlung von Patientinnen mit Eierstockkrebs. Methylstat könnte in Zukunft helfen, Resistenzen zu überwinden und die Wirksamkeit bestehender Therapien zu verbessern – insbesondere auch bei

Patientinnen, für die bislang keine gezielte Behandlung verfügbar ist.

Ob der Wirkstoff tatsächlich in die klinische Anwendung überführt werden kann, müssen nun weitere Studien zeigen. Die Ergebnisse aus Dresden liefern jedoch einen wichtigen Baustein auf dem Weg zu einer individuelleren und nachhaltigeren Krebstherapie. ■

KONTAKT

Prof. Dr. Jan Dominik Kuhlmann

E-Mail: jan.kuhlmann@ukdd.de

Telefon: 0351 458-12434

REFERENZEN

- [1] Siegel, R., Ma, J., Zou, Z. & Jemal, A. Cancer statistics, 2014. *CA: a cancer journal for clinicians* 64, 9-29 (2014). <https://doi.org/10.3322/caac.21208>
- [2] Ray-Coquard, I. et al. Olaparib plus Bevacizumab as First-Line Maintenance in Ovarian Cancer. *N Engl J Med* 381, 2416-2428 (2019). <https://doi.org/10.1056/NEJMoa1911361>
- [3] Moore, K. et al. Maintenance Olaparib in Patients with Newly Diagnosed Advanced Ovarian Cancer. *N Engl J Med* 379, 2495-2505 (2018). <https://doi.org/10.1056/NEJMoa1810858>
- [4] Gonzalez-Martin, A. et al. Niraparib in Patients with Newly Diagnosed Advanced Ovarian Cancer. *N Engl J Med* 381, 2391-2402 (2019). <https://doi.org/10.1056/NEJMoa1910962>
- [5] Schwarz, F. M. et al. Methylstat sensitizes ovarian cancer cells to PARP-inhibition by targeting the histone demethylases JMJD1B/C. *Cancer Gene Ther* 32, 286-296 (2025). <https://doi.org/10.1038/s41417-025-00874-z>

Partizipative Entscheidungsfindung in der Onkologie erfordert Zusammenwirken von Betroffenen und Behandelnden

Saskia Metan¹, Florian Bruns^{1,2}

¹ Klinisches Ethik-Komitee, Universitätsklinikum Carl Gustav Carus Dresden

² Lehrstuhl für Ethik und Geschichte der Medizin und Zahnmedizin, Institut für Geschichte der Medizin, Technische Universität Dresden

Die Behandlungsmöglichkeiten von Krebserkrankungen verbessern sich stetig. Für die Betroffenen gehen onkologische Therapien jedoch weiterhin häufig mit Nebenwirkungen und einem Verlust an Lebensqualität einher. Worin die Vor- und Nachteile einer Therapie im individuellen Fall bestehen und welche medizinischen Maßnahmen schließlich genutzt werden, sollte im Arzt-Patienten-Gespräch auf der Grundlage einer partizipativen Entscheidungsfindung abgewogen werden.

Das Modell der partizipativen Entscheidungsfindung (engl.: shared decision making) betont die Wechselseitigkeit des Informationsaustauschs, der sich zwischen ärztlicher und Patientenseite vollzieht und zu einer gemeinsam verantworteten Therapiewahl führt [1]. Beide Seiten verfügen demnach über ein für die Behandlungsplanung entscheidungsrelevantes Wissen: Während der Arzt bzw. die Ärztin die fachliche Expertise besitzt, kennt nur der Patient oder die Patientin die eigenen Werte und Lebenspläne. Das Ziel der partizipativen Entscheidungsfindung besteht daher darin, die erkrankte Person durch die Bereitstellung von medizinischen Informationen zu einer selbstbestimmten Therapiewahl zu befähigen, die unter den Umständen der Erkrankung am ehesten den eigenen Präferenzen entspricht.

Ein solches Vorgehen erfordert von Ärzten und Ärztinnen eine kritische Reflexion der eigenen Indikationsstellung: Denn eine medizinische Indikation ist nicht nur evidenzbasiert auf die physiologische Wirksamkeit einer Maßnahme

bezogen, sondern enthält auch Werturteile über die Sinnhaftigkeit des Behandlungsziels oder das Nutzen-Schaden-Verhältnis der Maßnahme. Diese unterschiedlichen empirisch-deskriptiven und normativen Aspekte sollten in der Indikationsstellung nicht unbesehen vermischt, sondern für die behandelten Personen transparent gemacht werden. Nur dann erhalten sie die Möglichkeit, den Sinn und Nutzen einer Therapie anhand der eigenen Wertvorstellungen zu beurteilen [2].

Dieses medizinethisch wichtige Erfordernis verlangt vom medizinischen Fachpersonal mit einer offenen Grundhaltung gegenüber den Patientinnen und Patienten den potenziellen Nutzen und Schaden der verfügbaren Maßnahmen neutral und ausgewogen darzustellen. Es sollte ein Gesprächsklima geschaffen werden, das die Erkrankten ermutigt, die für sie relevanten Fragen zu stellen und ihre – vielleicht auch ambivalenten – Behandlungswünsche und Ängste zur Sprache zu bringen. Auf der methodischen Grundlage einer patientenzentrierten Kommunikation kann somit eine gemeinsame Abwägung vorgenommen werden [3]. Leicht verständliche Entscheidungshilfen können die Informiertheit von Patientinnen und Patienten zusätzlich fördern und sie bei der Präferenzermittlung unterstützen [4].

Die informierte Einwilligung zu einer therapeutischen Intervention beendet dabei nicht den Entscheidungsprozess. Vielmehr sind die Therapien und das Therapieziel bedarfsweise neu zu bestimmen. Auch die patientenseitige

Ablehnung oder der Abbruch einer bereits begonnenen Therapie können dabei legitime Entscheidungsoptionen darstellen.

Studien belegen eine höhere Zufriedenheit von Patientinnen und Patienten, wenn ihre Therapie auf der Grundlage einer partizipativen Entscheidungsfindung stattfindet [5]. Gerade im Kontext einer onkologischen Diagnose, die bei den Betroffenen naturgemäß ein Gefühl der Verunsicherung erzeugt [6], trägt eine explizite Entscheidungsbeteiligung der Patientinnen und Patienten zur Stärkung ihrer eigenen Selbstbestimmung und Selbstwirksamkeit bei. Leitlinien empfehlen die partizipative Entscheidungsfindung auch aus diesen Gründen als handlungsleitend für die Versorgung onkologischer Patientinnen und Patienten [5]. Die aktive Teilnahme am Entscheidungsprozess und die Einwilligung in die Behandlungsentscheidung bedingen jedoch die Einwilligungsfähigkeit der erkrankten Person. Alternativ sind Möglichkeiten der Entscheidungsassistenz zu prüfen, um die Entscheidungsfähigkeit zu erhöhen [7]. In anderen Fällen kann zur Unterstützung bei der Willensermittlung auf die Ethikberatung durch ein klinisches Ethik-Komitee zurückgegriffen werden.

Trotz der Leitlinienempfehlungen ist die partizipative Entscheidungsfindung noch nicht flächendeckend als Standard realisiert. Um dies zu erreichen, sind patientenorientierte kommunikative Fertigkeiten der onkologischen Behandlungsteams ebenso zu stärken wie die Gesundheitskompetenz von Patientinnen und Patienten. Zudem bedarf es

systemischer und institutioneller Unterstützung durch die Bereitstellung von Ressourcen, die den Zeitaufwand der sprechenden Medizin berücksichtigen [3, 5].

Die partizipative Entscheidungsfindung stellt jedoch einen bedeutenden Gewinn sowohl für die Betroffenen als auch für die Behandelnden dar: In einer höchst vulnerablen, existenziellen Situation erfahren Patientinnen und Patienten kommunikative Zuwendung, Selbstwirksamkeit und eine individuell maßgeschneiderte Versorgung. Für Ärztinnen und Ärzte bietet das Vorgehen die Chance, nicht nur fachlich, sondern auch als Vertrauensperson Hilfe zu leisten. Die partizipative Entscheidungsfindung stellt daher eine medizinische Praxis dar, die zentrale ethische Werte der Medizin – die ärztliche Fürsorgeverantwortung und das Bedürfnis nach Selbstbestimmung – vereinen kann. ■

KONTAKT

Dr. Saskia Metan
Technische Universität Dresden
Institut für Geschichte der Medizin
Klinisches Ethik-Komitee
Fetscherstr. 74
01307 Dresden
E-Mail: saskia.metan@ukdd.de
Telefon: 0351 458-89404



© NCT/UCC / Philip Benjamin

REFERENZEN

- [1] Charles C, Gafni A, Whelan T. Shared decision-making in the medical encounter: what does it mean? (or it takes at least two to tango). *Soc Sci Med.* 1997 Mar; 44 (5): 681–92. doi: 10.1016/s0277-9536(96)00221-3. PMID: 9032835.
- [2] Marckmann G, Schildmann J, Winkler E. Indikationsstellung und ethische Bewertung von Behandlungsstrategien: Ärztliche Werturteile im Kontext der gemeinsamen Entscheidungsfindung. In: Marckmann G. (Hg.) *Praxisbuch Ethik in der Medizin.* Berlin 2022: 15–20.
- [3] Härter, M. Patientenzentrierte Kommunikation und partizipative Entscheidungsfindung in der Onkologie. In: Schmoll, HJ. (Hg.) *Kompodium Internistische Onkologie.* Springer Reference Medizin. Springer, Berlin, Heidelberg 2020. https://doi.org/10.1007/978-3-662-46764-0_354-1.
- [4] Cheetham M, Holzer B, Kleber M, Biller-Andorno N, Meier C A. Patienten-Entscheidungshilfen zur Wertklärung und Präferenzhebung. Herausforderungen und Entwicklungen. *Therapeutische Umschau* 2022 79 (8), <https://doi.org/10.1024/0040-5930/a001383>.
- [5] Lindig A, Frerichs W, Hahlweg P, Scholl I. Partizipative Entscheidungsfindung in der Onkologie. *best practice onkologie* 2023 18 (9): 366–372, <https://doi.org/10.1007/s11654-023-00510-y>.
- [6] Münch U. Psychosoziale Belastungsfaktoren. Krebspatienten auch bei ihren Ängsten und Sorgen zur Seite stehen. *Im Focus Onkologie* 2018 21 (7–8): 73–75.
- [7] Zentrale Kommission zur Wahrung ethischer Grundsätze in der Medizin und ihren Grenzgebieten (Zentrale Ethikkommission bei der Bundesärztekammer) (Hg.). Stellungnahme. Entscheidungsfähigkeit und Entscheidungsassistenz in der Medizin. *Deutsches Ärzteblatt* 15. April 2016, DOI: 10.3238/arztbl.2016.zeko_baek_StellEntscheidung2016_01.

Infografik statt Text

Visuelle Hilfen erhöhen die Entscheidungskompetenz bei komplexen Krebstherapien

Helena Jambor

Fachhochschule für Technik und Wirtschaft Graubünden, Medizinische Fakultät Carl Gustav Carus TU Dresden, Nationales Centrum für Tumorerkrankungen (NCT/UCC) Dresden

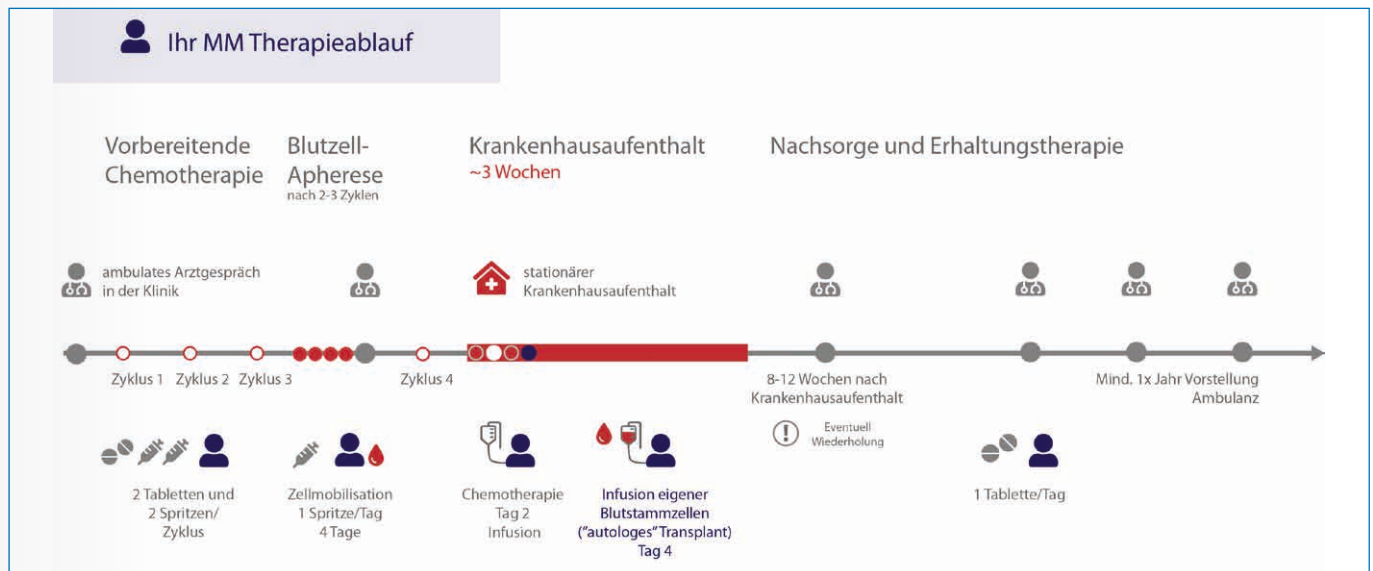


Abb. 1: Beispiel einer visuellen Hilfe für Aufklärung beim Multiplen Myelom. (Zu Beachten: Die Hilfe entspricht nicht mehr dem aktuellsten Behandlungsablauf.)

Untersuchung zu visuellen Hilfen in der onkologischen Kommunikation: Einfache, bildgestützte Therapiepläne helfen Krebspatientinnen und -patienten nicht nur bei einem besseren Verständnis ihrer Behandlung – sie erinnern sich auch Wochen später noch erstaunlich gut an die Inhalte.

Dank früher Diagnose, personalisierter Behandlung und verbesserter Versorgung steigt die Überlebensrate bei der Diagnose Krebs. Die National Academy of Medicine (USA) hat für eine qualitativ hochwertige Medizin aber auch die patientenzentrierte Versorgung als Grundpfeiler benannt. Patientinnen und Patienten sollen als gleichwertige Partner bei klinischen Entscheidungen (Shared-decision making) einbezogen werden, was bedeutet, auf ihre individuellen Bedürfnisse und Werte einzugehen. Im Hinblick auf zunehmend komplexere Therapiealgorithmen muss daher auch eine effektive und verständliche Kommunikation in den Blick genommen werden.

Effektive Kommunikation ist jedoch eine Herausforderung im klinischen Kontext. Oft gibt es eine erhebliche kommunikative Diskrepanz in Bezug auf Kenntnisse, Fähigkeiten und Erfahrungen zwischen Patient:innen und medizinischem Personal [1]. Das Fachpersonal überschätzt dabei tendenziell die Gesundheitskompetenz von Patientinnen und Patienten [2–4]. Diese Diskrepanz verschärft sich, wenn Menschen geringe Lese- und Schreibkompetenzen haben oder nicht in ihrer Muttersprache kommunizieren können. Hinzu kommt, dass in einer alternden Gesellschaft, in der die absolute Zahl an Krebsdiagnosen steigt, vermehrt Patientinnen und Patienten mit alters- oder krankheitsbedingt abnehmenden kognitiven Leistungen behandelt werden. Wenn wichtige Informationen zur Behandlung für diese Personengruppen nicht verständlich sind, hat dies gravierende Folgen. Fehlendes Verständnis reduziert die Therapieadhärenz, beeinträchtigt die Lebensqualität und kann im schlimmsten Fall den Behandlungserfolg gefährden.

Bilder unterstützen Kommunikation

Erklärende Bilder haben nachweislich Vorteile für das Verständnis von Informationen und Daten, insbesondere bei der Vermittlung von Risiken, Unsicherheiten und numerischen Informationen [5]. Solche Hilfen können etwa in Form von Fotos, Illustrationen, Diagrammen oder Icon Arrays gestaltet sein [6], aber auch als erklärende Visualisierungen, wie sie in der Wissenschaftskommunikation eingesetzt werden [7, 8].

Bildliche Informationen helfen nicht nur dem kognitiven Verständnis, sondern vermitteln auch ein subjektives Gefühl der Sicherheit. Zudem geben Patient:innen an, dass visuelle Informationen leichter zu verstehen und besser zu erinnern sind (Garcia-Retamero, 2013). Rein auditiv vermittelte Information können sich die behandelten Personen hingegen oft nur schlecht merken, was im klinischen Alltag den Zeitaufwand für die behandelnden Ärztinnen und Ärzte und damit ihre Arbeitsbelastung erhöht [3].

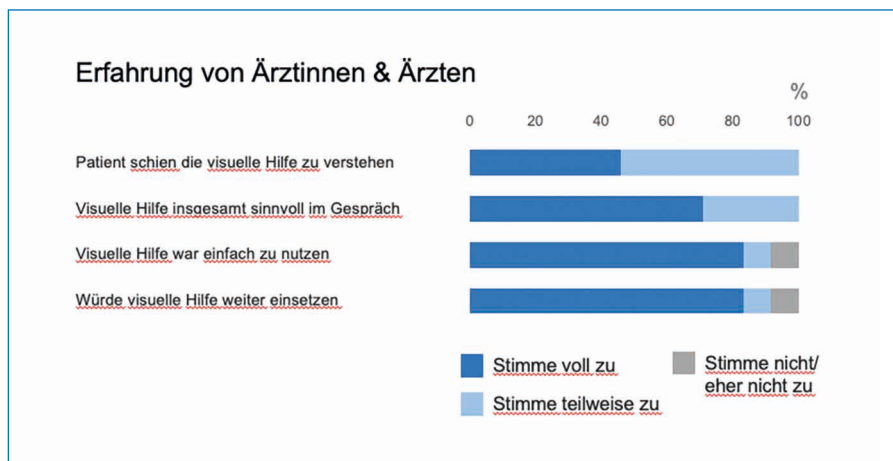


Abb. 2: Erfahrungen der Ärzte mit dem Einsatz der visuellen Hilfe (Angaben in %).

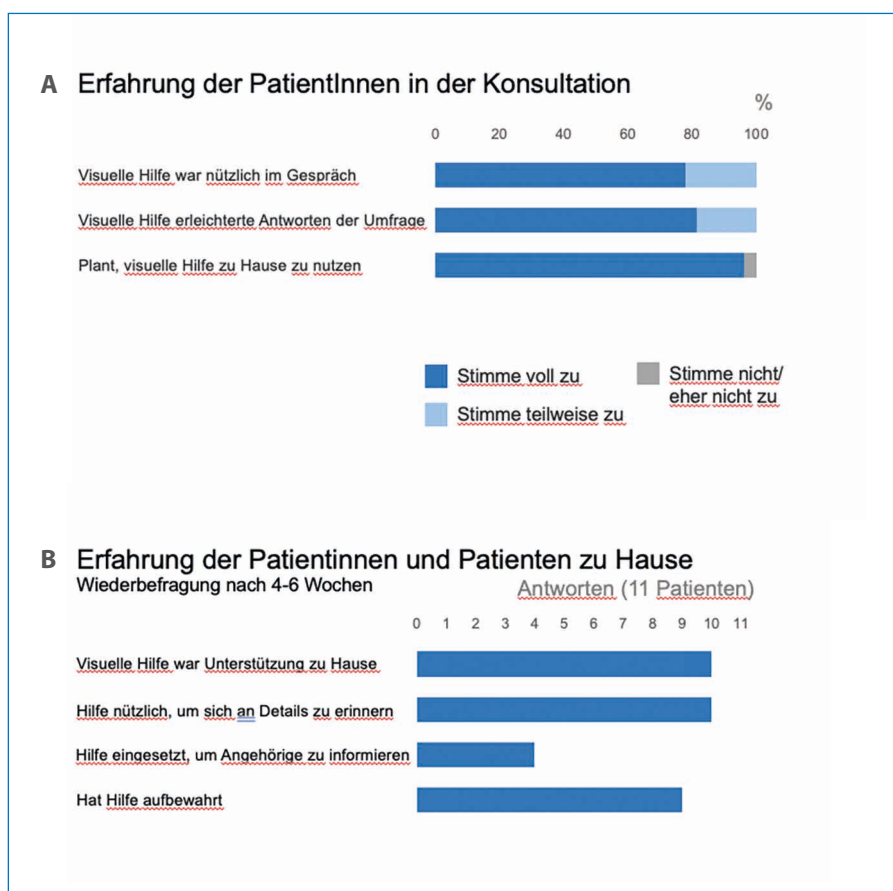


Abb. 3: Erfahrungen der Patienten mit der visuellen Hilfe.

A) Eindrücke direkt nach der Konsultation (Angaben in %).

B) Rückmeldung bei Wiedervorstellung 4–6 Wochen nach Konsultation (Wiederbefragt: 11 Patienten).

Auch zum Verständnis von Risiken und Zahlen sind Diagramme in der Gesundheitskommunikation sinnvoll. So konnte gezeigt werden, dass sowohl für Erkrankte als auch medizinisches Personal sogenannte Icon Arrays, die absolute Zahlen statt relative Häufigkeiten darstellen, helfen, den sogenannten Denominator-Neglect-Fehler zu vermeiden. Dieser bedeutet, dass Menschen nur auf die absolute Zahl der Betroffenen (Zähler) achten, während sie die Gesamtzahl (Nenner) ignorieren [6, 9].

Bilder in der Klinik

Trotz ihrer wissenschaftlich nachgewiesenen Vorteile, werden visuelle Hilfen im klinischen Alltag bisher zu selten eingesetzt. Dabei konnte im pharmazeutischen Bereich bereits gezeigt werden, dass Piktogramme (Symbole) nachhaltig über die richtige Einnahme von verschreibungspflichtigen Medikamenten informieren [10]. Positive Ergebnisse wurden auch bei Aufklärungskampagnen zu Infektionskrankheiten und speziell in der COVID-19-Pandemie erzielt [11]. Im onkologischen Bereich konnten Illustrationen das Verständnis von Patientinnen und Patienten hinsichtlich vorbeugender Screening-Methoden bei der Krebsprävention erheblich verbessern. Bildgestützte Informationen klären anschaulich über Risiko und Nutzen einer Brustbiopsie auf. Dies sollte auch auf Krebsbehandlungen übertragbar sein. Beginnen Erkrankte eine Therapie, stehen sie oft vor sehr langen Prozeduren, die umfassend erklärt werden müssen. Studien zeigen, dass sie sich oft an deutlich weniger als die Hälfte der Informationen zur Behandlung und dem Behandlungsablauf erinnern, wenn dies nur mit Worten erklärt wird.

Entwicklung von visuellen Zeitplänen für Blutkrebsbehandlung

Für unser Forschungsprojekt haben wir uns dieser Lücke angenommen und gemeinsam mit dem Patientenbeirat des NCT/UCC Dresden visuelle Hilfen zum Behandlungsablauf erstellt. Diese visuellen Zeitpläne zeigen mit wenig Text und einfachen Symbolen, wann welche Behandlungsschritte erfolgen, wie zum Beispiel Apheresen, stationäre Aufnahme und Stammzelltransplantation.

Ein interdisziplinäres Forschungsteam aus Hämatologen, Psychologen und Datenvisualisierungsexperten hat darauf aufbauend drei Teilschritte geplant und durchgeführt. In einer Onlinestudie wurden zunächst mögliche visuelle Repräsentationen für Kernbegriffe verglichen. Jeder Begriff wurde als Piktogramm, Comic oder Foto gezeigt. Das Ergebnis zeigte, dass für die meisten Begriffe Piktogramme leicht zu erkennen sind und als geeignet bewertet wurden. In einem zweiten Abschnitt wurden verschiedene Formate zur Informationsvermittlung verglichen: eine rein auditive Erklärung, wie im typischen Arztgespräch, sowie eine mit visuellen Hilfen angereicherte Aufklärung. Dies hat deutlich gezeigt: Teilnehmende, die visuelle Unterstützung zur Verfügung hatten, konnten inhaltliche Fragen deutlich besser beantworten und hatten auch mehr Vertrauen in die eigenen Antworten.

Visuelle Zeitpläne in der Klinik

Im letzten Schritt haben wir die Visualisierungen in der klinischen Routine evaluiert. Es wurden dafür sowohl die aufklärenden Ärztinnen und Ärzte befragt als auch deren Patientinnen und Patienten. Beide Gruppen beurteilten

die visuellen Zeitpläne im Gespräch als hilfreich. Das befragte medizinische Personal befand, dass die Pläne die Kommunikation unterstützen und ohne große Einführung eingesetzt werden könnten. Die Patient:innen erklärten, dass ihnen die Pläne beim Arztgespräch und im Anschluss bei dem Beantworten der inhaltlichen Fragen geholfen hätten. Im Schnitt konnten sie 80 % der Inhalte korrekt wiedergeben. Im letzten Schritt wurde die Wirkungsdauer getestet. Bei der Wiederbefragung nach mehreren Wochen war die Erinnerungsquote noch immer hoch. Auch der subjektive Eindruck der Patient:innen war gut. Alle hatten den visuellen Zeitplan aufbewahrt, zu Hause erneut angeschaut oder sogar für Verwandte kopiert.

Fazit

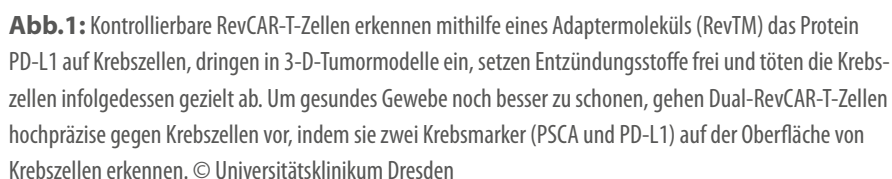
Was noch fehlt, ist eine randomisierte klinische Studie, die den Einfluss solcher Hilfen auf Verständnis mit sogenannten Patient Reported Outcome Measures (PROMs) ermittelt. Die bisherigen Ergebnisse legen jedoch nahe, dass einfache, gut gestaltete Visualisierungen das Gespräch zwischen Ärzt:innen und Patient:innen verbessern. Wir sind überzeugt, dass es in naher Zukunft möglich sein wird, visuelle Hilfen automatisiert zu erstellen – in öffentlich zugänglichen Repositorien von Piktogramm-Bibliotheken, wie beispielsweise <https://healthicons.org/> oder mithilfe von KI-basierten Chatbots, die Texte in Bilder umwandeln können. In einer Zeit, in der Gesundheitssysteme unter Druck stehen, kann eine einfache, visuell unterstützte Kommunikation helfen, Ressourcen zu sparen, dabei zugleich Patientinnen und Patienten stärker einzubeziehen und Vertrauen zu stärken. ■

KONTAKT

Dr. Helena Jambor
Nationales Centrum für Tumorerkrankungen
(NCT/UCC) Dresden
Fetscherstraße 74, 01307 Dresden
E-Mail: helena.jambor@tu-dresden.de

Leiter für translationale Forschung am NCT/UCC Dresden

Die erfolgreichen Studien und innovativen Forschungsarbeiten am Standort Dresden leisten somit nicht nur einen



Krebs ist weltweit die zweithäufigste Todesursache und stellt eine der größten Herausforderungen in der Medizin dar. Zwar gibt es Behandlungsmöglichkeiten wie Chemotherapie oder Bestrahlung, doch diese sind oft mit teilweise schwerwiegenden Nebenwirkungen verbunden. Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler entwickeln ständig neue Strategien, um Tumore effektiver und sicherer zu

AUSGABE 20 | DEZEMBER 2025 | **KREBS IM FOCUS**

In diesem Gemeinschaftsprojekt unter der Leitung des Helmholtz-Zentrums Dresden-Rossendorf (HZDR) mit der Technischen Universität Dresden (TUD), dem Nationalen Centrum für Tumorerkrankungen (NCT/UCC) Dresden und dem Universitätsklinikum Heidelberg wurde ein neues RevTM entwickelt, das auf das Immun-Checkpoint-Molekül PD-L1 auf der Oberfläche von Tumorzellen abzielt [2]. Dieses Molekül nutzen viele Tumorzellen, aber auch verschiedene Tumor-infiltrierende Immunzellen, um das Immunsystem auszuschalten. In Laboruntersuchungen konnte gezeigt werden, dass die modifizierten RevCAR-T-Zellen mit dem PD-L1 RevTM verschiedene Krebszellen und 3-D-Tumormodelle (sogenannte Sphäroide), die PD-L1 auf der Zelloberfläche ausprägen, gezielt und effizient abtöten – sogar Tumorzellen von echten Patientinnen und Patienten. Dabei dringen die RevCAR-T-Zellen in 3-D-Tumormodelle ein und setzen zusätzlich Botenstoffe frei, die die Immunantwort verstärken. Auch in Tierversuchen konnte der neue Ansatz seine Wirksamkeit zeigen. Um die Behandlung noch gezielter zu machen, entwickelten die Dresdner Forscherinnen und Forscher eine sogenannte Dual-RevCAR-Strategie. Dabei visieren die Dual-RevCAR-T-Zellen zwei Krebsmerkmale an, um aktiv zu werden (PD-L1 und PSCA). Nur wenn beide Krebsmerkmale auf der Oberfläche vorhanden sind, greifen die modifizierten T-Zellen an. Das reduziert die Gefahr, gesunde Zellen zu schädigen. Insgesamt bietet dieses System einen vielversprechenden Ansatz, um Tumoren wirksam, sicher und hochpräzise zu bekämpfen – auch bei soliden Tumoren, die schwer zu behandeln sind [1][2].

Ein gepoolter CRISPR-Screen identifiziert das Tα2-Enhancer-Element als Treiber der TRA-Expression in einer Subpopulation reifer menschlicher T-Lymphozyten

Die gezielte Regulation des Immunsystems ist ein zentrales Thema moderner Medizin – insbesondere im Bereich der Immuntherapien wie CAR-T-Zelltherapien. Ein Schlüsselmolekül hierbei ist der T-Zell-Rezeptor (TCR), der es T-Lymphozyten ermöglicht, Krankheitserreger und Tumorzellen spezifisch zu erkennen. Während die Funktion und Bedeutung des TCR gut verstanden sind, blieb lange unklar, welche DNA-Abschnitte („Enhancer“) in reifen, peripheren T-Zellen die Produktion der TCR-α-Kette (TRA) aufrechterhalten. Diese Frage ist nicht nur von biologischem Interesse, sondern auch klinisch hochrelevant, da gezielte Eingriffe in diese Regulationsmechanismen zukünftig Therapien noch präziser steuerbar machen könnten.

Zur Klärung dieser Frage haben wir einen gepoolten CRISPR-Screen durchgeführt. Dabei wurden gezielt Tausende DNA-Abschnitte in lebenden Zellen „ausgeschaltet“, um zu prüfen, welche davon entscheidend für die Expression des TRA-Lokus sind. Dieser systematische, funktionelle Screen ist besonders präzise und erlaubt es, auch bislang unbekannte regulatorische Elemente direkt in menschlichen Immunzellen zu identifizieren. In der aktuellen Studie wurde ein fluoreszenzmarkiertes Reporter-Zellsystem (Jurkat TRAC-GFP) entwickelt, das es erlaubt, Veränderungen der TCRα-Expression in Echtzeit sichtbar zu machen. Mithilfe eines umfangreichen CRISPR/Cas9-Screens wurden über 1.900 Zielregionen

rund um den TRA-Lokus auf ihre regulatorische Funktion getestet. Hierbei konnte festgestellt werden, dass nicht die zuvor vermutete 5'-J-Region, sondern ein spezifisches Segment innerhalb des sogenannten Eα-Enhancers, das Tα2-Element, für die kontinuierliche TCRα-Expression essenziell ist. Diese Erkenntnisse erweitern das bisherige Verständnis der Genregulation in reifen T-Zellen erheblich. Während Eα bislang vor allem als aktiv während der T-Zell-Entwicklung galt, belegen die neuen Daten nun seine zentrale Rolle auch in ausgereiften Immunzellen – insbesondere über das Tα2-Modul. Diese Forschungsergebnisse liefern nicht nur grundlegende Einblicke in die molekularbiologische Regulation der T-Zell-Rezeptor-Expression, sondern eröffnen auch direkte Perspektiven für die Weiterentwicklung zellulärer Immuntherapien. So könnte die gezielte Ausschaltung von Enhancer-Elementen wie Tα2 genutzt werden, um die Expression des T-Zell-Rezeptors in therapeutischen Zellprodukten – etwa bei allogenen CAR-T-Zellen – kontrolliert zu unterdrücken. Dies wäre ein wichtiger Schritt zur Vermeidung unerwünschter Immunreaktionen wie der Graft-versus-Host-Erkrankung.[3]

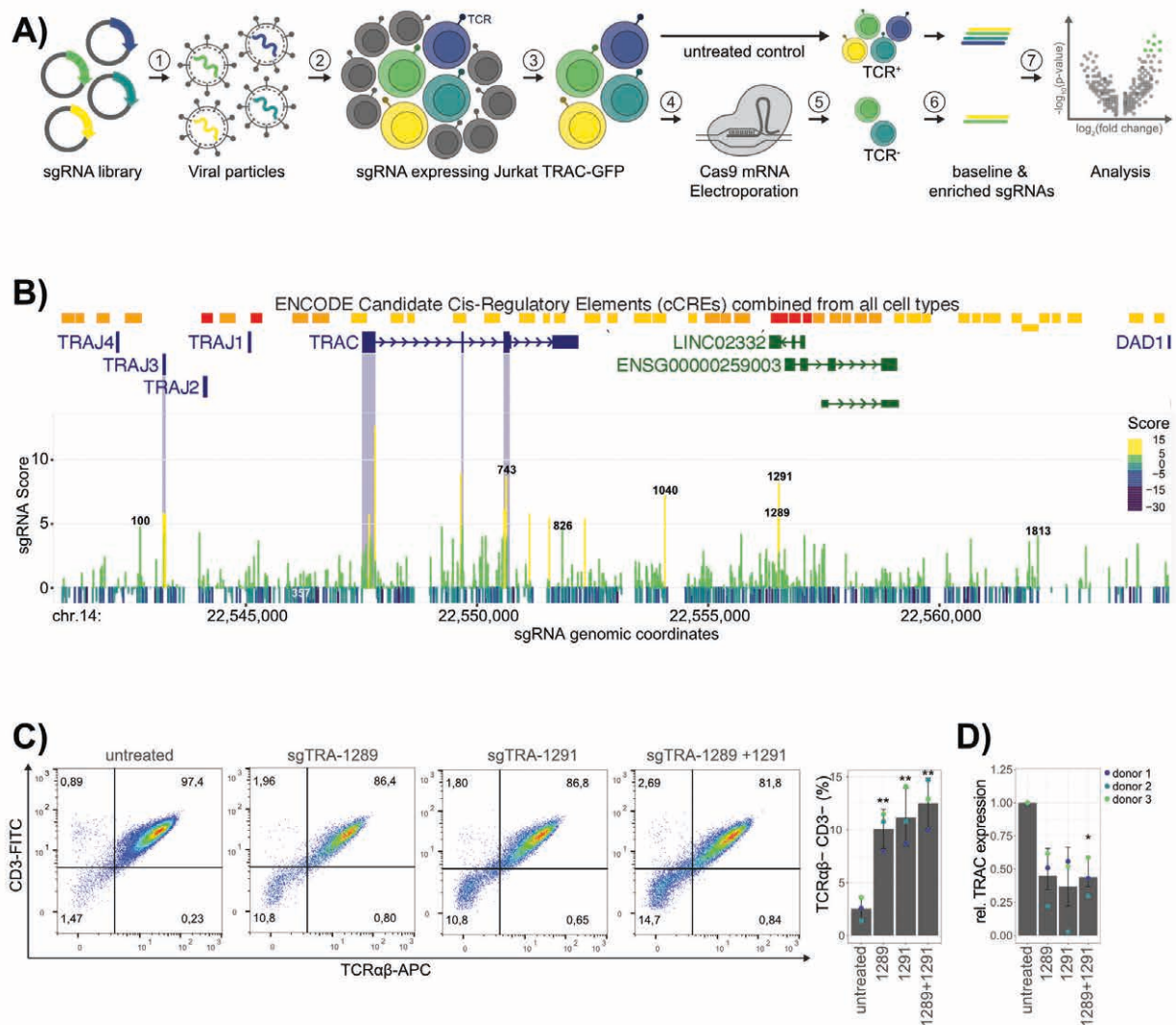


Abb. 2: A: Ablauf des sgRNA Screens. (1) Herstellung lentiviraler Partikel, die den sgRNA-Pool und einen Fluoreszenzmarker enthalten. (2) Transduktion von Jurkat TRAC-GFP-Zellen (3) FACS-Sortierung anhand des Fluoreszenzmarkers in eine reine Population, die eine zufällige sgRNA des Pools pro Zelle exprimiert. (4) Elektroporation des sgRNA-exprimierenden Zellpools mit Cas9 mRNA, gefolgt von (5) FACS-Sortierung von GFP-negativen und TCRαβ-negativen Zellen. (6) Amplifikation der sortierten und unsortierten sgRNAs der Kontrollproben (7) Analysen und Vergleich der Gruppen durch Deep Sequencing.

B: UCSC-Genom-Browser-Ansicht der Zielregion. Annotierte Transkripte und cis-regulatorische Elemente sind im oberen Bereich annotiert. Die genomischen Koordinaten der einzelnen sgRNAs und ihre berechneten Scores (Signifikanz und Intensität der Anreicherung) sind durch einen Farbcode gekennzeichnet. Die relevantesten sgRNAs sind mit ihren IDs gekennzeichnet. sgRNAs, die auf TRAC-Exons und die TRAJ3-Region abzielen, sind durch blassblaue, Eα-Enhancer durch einen roten Balken hervorgehoben.

C: Validierung der sgRNAs für Eα-Enhancer in primären, reifen T-Zellen. Durchflusszytometrie nach der Editierung mit Cas9 mRNA und den identifizierten sgRNAs ist auf der linken Seite dargestellt, wobei die Prozentsätze für jeden Quadranten angegeben sind. Die Daten der Zellen von drei verschiedenen Spendern sind im Balkendiagramm auf der rechten Seite quantifiziert, wobei die Fehlerbalken die Standardabweichung zwischen den Spendern darstellen (n=3).

D: Analyse der transkriptionellen Regulation des TRA-Lokus nach Eα-Enhancer-Editierung mittels RT-qPCR (n=3).

© Universitätsklinikum Dresden

Autologe T-Zelltherapie bei PRAME-positiven fortgeschrittenen soliden Tumoren bei HLA-A*02-positiven Patient:innen: eine Phase-1-Studie

Die Behandlung solider Tumoren stellt trotz erheblicher Fortschritte in der Immunonkologie weiterhin eine große Herausforderung dar – insbesondere im Vergleich zu Blutkrebserkrankungen, bei denen CAR-T-Zellen bereits klinisch etabliert sind. Ein neuer therapeutischer Ansatz zielt darauf ab, sogenannte T-Zell-Rezeptor-(TCR)-modifizierte T-Zellen einzusetzen, die sich auch gegen intrazel-

luläre Tumorantigene richten können – ein Vorteil gegenüber CAR-T-Zellen, die nur Antigene auf der Zelloberfläche erkennen.

Ein vielversprechendes Beispiel dafür ist IMA203, ein T-Zellprodukt, das gegen das Krebsantigen PRAME (Preferentially Expressed Antigen in Melanoma) gerichtet ist. PRAME gehört zur Familie der Krebs-Testis-Antigene und wird in vielen soliden Tumoren hochreguliert, während es in gesundem Gewebe – mit Ausnahme der Hoden – kaum nachweisbar ist. Damit bietet PRAME ein attraktives Ziel für TCR-basierte Immuntherapien.

Die aktuell veröffentlichte Zwischenanalyse einer laufenden Phase-1-Studie (NCT03686124) beschreibt die Sicherheit und Wirksamkeit von IMA203 bei Patientinnen und Patienten mit fortgeschrittenen PRAME-positiven Tumoren. Die Studie umfasst bislang 40 mit IMA203 behandelte Personen, darunter Erkrankte mit Melanom, Sarkomen und weiteren soliden Tumoren. Alle Teilnehmenden waren HLA-A*02-positiv – eine Voraussetzung dafür, dass die PRAME-Peptide von den patienteneigenen Tumorzellen korrekt präsentiert werden.

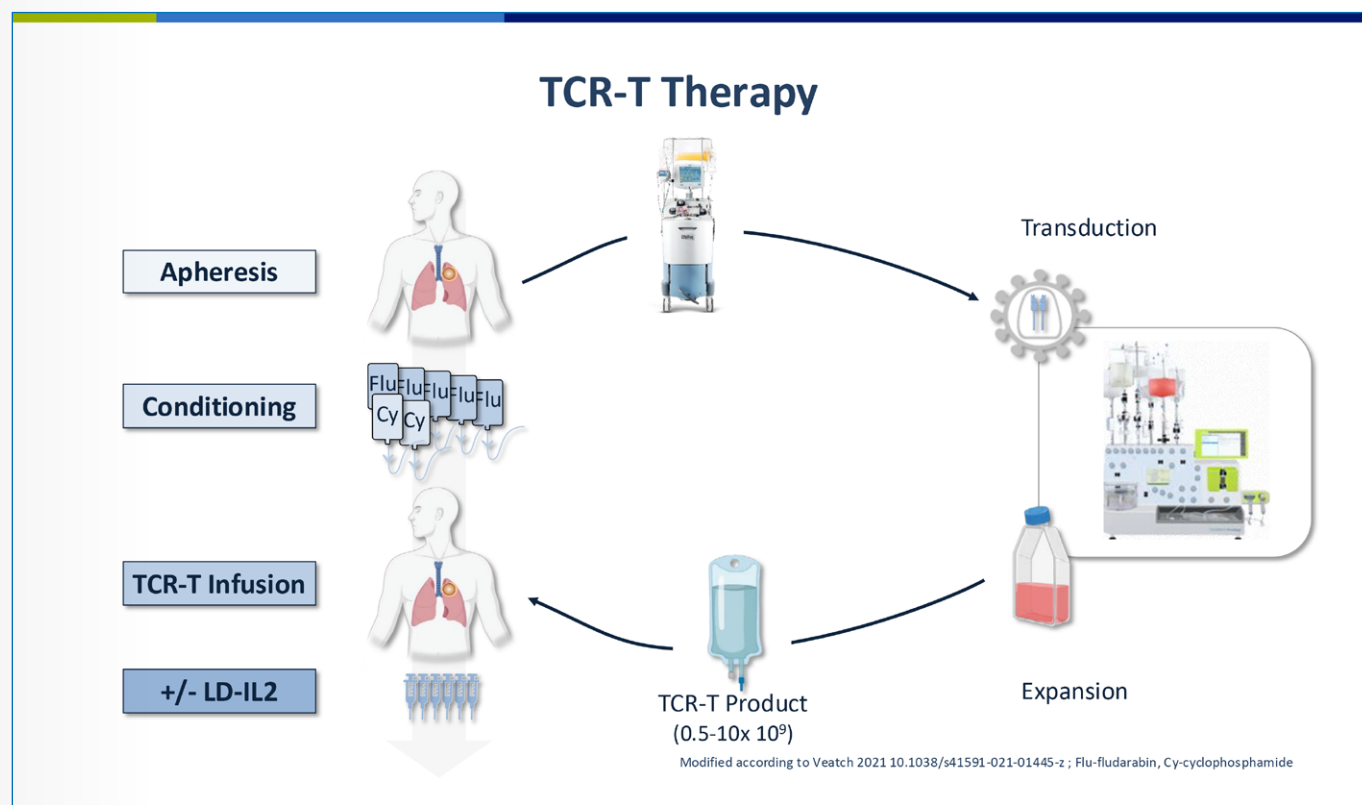


Abb. 3: Die Herstellung von T-Zell-Rezeptor-modifizierten T-Zellen (TCR-T) beginnt über die Entnahme von Abwehrzellen aus dem Blut des Patienten über eine Art Blutwäsche (Apherese). Im Labor werden diese Zellen dann mittels Gentechnik umgebaut und vermehrt. Um optimale Wachstumsbedingungen für diese Zellen zu schaffen, erhalten die Patient:innen vor Rückgabe der Zellen eine vorbereitende Chemotherapie. Schließlich wird den Patient:innen das Hormon Interleukin-(IL)-2, welches die Vermehrung und Aktivierung der Abwehrzellen stimuliert, verabreicht. © Universitätsklinikum Dresden

Das Therapieverfahren besteht darin, patienteneigene T-Zellen zu entnehmen, im Labor genetisch mit einem optimierten TCR auszustatten, der spezifisch PRAME erkennt, und sie nach Lymphozytendepletion wieder zu verabreichen. Diese Methode soll die Immunantwort gegen Tumorzellen gezielt verstärken.

Die bisherigen Ergebnisse zeigen eine gute Verträglichkeit von IMA203. Schwere Nebenwirkungen traten nur vereinzelt auf: Eine schwere Zytokinsturm-Reaktion (CRS) wurde in 4,9 % der Fälle beobachtet, schwere neurotoxische Ereignisse traten hingegen nicht auf. Auch auf molekularer Ebene fanden sich keine Hinweise auf eine nennenswerte Kreuzreaktivität gegenüber gesundem Gewebe – ein wichtiges Sicherheitskriterium bei TCR-basierten Therapien.

Besonders bemerkenswert ist die beobachtete Tumorantwort: Bei 52,5 % der behandelten Patientinnen und Patienten wurde ein teilweises oder vollständiges Ansprechen festgestellt (u/cORR), wobei 28,9 % ein bestätigtes objektives Ansprechen (cORR) zeigten. Die mittlere Dauer des Ansprechens lag bei 4,4 Monaten. Diese Resultate sind vor allem deshalb bedeutsam, weil die Behandelten bereits als therapierefraktär galten und andere Optionen ausgeschöpft waren.

Die Ergebnisse dieser frühen klinischen Studie sind ermutigend und deuten darauf hin, dass TCR-T-Zelltherapien wie IMA203 eine neue therapeutische Option für Patientinnen und Patienten mit fortgeschrittenen, PRAME-positiven soliden Tumoren darstellen könnten. Während die endgültigen Resultate der laufenden Studie noch ausstehen, markieren die bisherigen Daten einen wichtigen Schritt in Richtung gezielter, personalisierter Zelltherapien jenseits der Hämatologie [4]. ■

KONTAKT

Prof. Dr. Frank Buchholz
Leiter für translationale Forschung
Medizinische Fakultät Carl Gustav Carus,
TU Dresden
frank.buchholz@tu-dresden.de

REFERENZEN

- [1] Feldmann A, Hoffmann A, Bergmann R, Koristka S, Berndt N, Arndt C, Rodrigues Loureiro L, Kittel-Boselli E, Mitwasi N, Kegler A, Lamprecht C, González Soto KE, Bachmann M. Versatile chimeric antigen receptor platform for controllable and combinatorial T cell therapy. *Oncoimmunology*. 2020 Jul 3;9(1):1785608. doi: 10.1080/2162402X.2020.1785608. PMID: 32923149; PMCID: PMC7458653.
- [2] Crespo E, Loureiro LR, Stammberger A, Hoffmann L, Berndt N, Hoffmann A, Dagostino C, Soto KEG, Rupp L, Arndt C, Schneider M, Ball CR, Bachmann M, Schmitz M, Feldmann A. RevCAR-mediated T-cell response against PD-L1-expressing cells turns suppression into activation. *NPJ Precis Oncol*. 2025 Feb 9;9(1):42. doi: 10.1038/s41698-025-00828-6. PMID: 39924591; PMCID: PMC11808103.
- [3] Pascal Y, Schönberg, Ángela Muñoz-Ovalle, Maciej Paszkowski-Rogacz, Eugenia Crespo, Duran Sürün, Anja Feldmann, Frank Buchholz. A pooled CRISPR screen identifies the Ta2 enhancer element as a driver of TRA expression in a subset of mature human T lymphocytes. *Front Immunol*. 2025 Mar 14;16:1536003. doi: 10.3389/fimmu.2025.1536003.
- [4] Wermke M et al. Autologous T cell therapy for PRAME+ advanced solid tumors in HLA-A*02+ patients: a phase 1 trial. *Nat Med*. 2025 Apr 9. doi: 10.1038/s41591-025-03650-6.



© adobestock.com/ | Tomsickova



Stiftung
Hochschulmedizin
Dresden

Ihre Spende hilft heilen.

Mit Ihrer Hilfe unterstützt die Stiftung zur Förderung der Hochschulmedizin Dresden innovative Projekte in Krankenversorgung, Forschung und Lehre, die nicht von der Regelfinanzierung abgedeckt sind.



www.stiftung-hochschulmedizin.de

Wasserspringerin Saskia Oettinghaus engagiert sich für Krebsprävention

am Nationalen Centrum für Tumorerkrankungen (NCT/UCC) Dresden

Nadja Knauthe



Abb. 1: Saskia Oettinghaus (rechts) und Susanne Klehn (links) im Gespräch. © Deutsche Krebshilfe, 2025, Foto: René Jungnickel

Nach einem Praktikum am NCT/UCC Dresden im vergangenen Jahr ist Saskia Oettinghaus jetzt als Testimonial zum Thema UV-Schutz im Sport aktiv.

Sport und Bewegung an der frischen Luft stärken das Immunsystem, Sonnenstrahlen spenden Wärme und Lebenskraft. Die UV-Strahlung der Sonne kann aber auch Hautkrebs verursachen. Die Prävention von Hautkrebs wird, bedingt durch den Klimawandel, in den kommenden Jahren noch wichtiger werden. In diesem Jahr hat das NCT/UCC Dresden gemeinsam mit der Deutschen Krebshilfe und dem Universitären Cancer Center Schleswig-Holstein eine neue Social-Media-Kampagne aufgelegt, um für die nötige Aufmerksamkeit zu sorgen.

Mit dabei war Olympionikin Saskia Oettinghaus, die den Fokus auf den UV-Schutz im Sport lenkte. Für den Dreh zeigte sie in „ihrer“ Dresdner Schwimmhalle einige beeindruckende Sprünge ins

Wasser. Im Interview mit Susanne Klehn erzählte die Athletin, warum ihr das Thema am Herzen liegt: „Wir trainieren ja nicht nur in der Halle, sondern haben auch viele Wettkämpfe draußen, sind im Trainingslager, wo wir viel im Freien trainieren. Ich habe da früher nicht so intensiv darauf geachtet – mit den Jahren ist mir aber immer bewusster geworden, wie wichtig UV-Schutz ist, um meine Leistung optimal abrufen zu können, und gerade auch für die Hautkrebsprävention.“ Wenn möglich gilt es daher, die Mittagsstunden im Schatten zu verbringen, schützende Kleidung sowie Sonnenbrille und Kopfbedeckung zu tragen und Sonnenschutzmittel zu verwenden – diese Botschaften gelten für alle, vom Leistungs- bis zum Gelegenheitssport, auch wenn die Empfehlungen abhängig von der Sportart umgesetzt werden müssen.

Für das Dresdner NCT/UCC ist die erfolgreiche Wasserspringerin des Dresdner SC 1898 e.V. keine Unbekannte.

2024 erreichte sie bei den Olympischen Spielen in Paris einen sehr guten 7. Platz. Nach diesem sportlichen Höhepunkt folgte der Einstieg in den beruflichen Alltag.

Im Rahmen ihres Studiums „Präventions-, Rehabilitations- und Fitnesport“ an der TU Chemnitz absolvierte sie ein vierwöchiges Praktikum beim Präventionszentrum des NCT/UCC am Universitätsklinikum Dresden.

„Für mich war dies eine besondere Möglichkeit Praxiserfahrungen zu sammeln. Endlich konnte ich mein Wissen aus dem Studium und meine Expertise aus dem Profisport mit den Patientinnen und Patienten teilen.“ Die Sportlerin begleitete u. a. die Bewegungsangebote des Sporttherapeutischen Zentrums und die Programme zum UV-Schutz für Sport und Bewegung. Von der Arbeit war sie sehr beeindruckt. „Am Sporttherapeutischen Zentrum können alle Patientinnen

und Patienten eine individuelle Beratung erhalten, um das richtige Maß an Bewegung und die benötigte Menge an Kräftigung zu erfahren. Der empathische und lösungsorientierte Umgang mit Krebserkrankungen, um für Betroffene eine möglichst optimale Lösung zu finden, hat mir am NCT/UCC wirklich gefallen“.

Nach dieser Erfahrung erklärte sich Saskia Oettinghaus gern bereit, auch als Testimonial zum Thema „UV-Schutz“ zur Verfügung zu stehen: „Die Arbeit mit dem Team des Präventionszentrums war für meine berufliche und persönliche Entwicklung sehr wertvoll und inspirierend. Ich konnte viel über das Fachgebiet

Onkologie lernen und durch die Kontakte mit den Patientinnen und Patienten etliches für meinen späteren beruflichen Werdegang mitnehmen. Wenn ich dem Team mit meiner Unterstützung der Kampagne etwas zurückgeben kann, ist das eine große Freude für mich.“

Zukünftig möchte Saskia Oettinghaus den Weg in die Physiotherapie einschlagen. Damit bleibt sie dem Universitätsklinikum Dresden weiterhin verbunden. ■

HINWEIS

Auf der Webseite www.cleverinsonne.de des NCT/UCC sowie auf www.krebshilfe.de/uv-schutz finden Interessierte weitere Informationen zur Kampagne „Clever in Sonne und Schatten“ und zu den Programmen. Hier können beispielsweise Sportvereine, Kitas und Grundschulen kostenfreie Infomaterialien zum UV-Schutz bestellen. Das Interview findet man hier: <https://www.facebook.com/deutsche-krebshilfe/videos/clever-in-sonne-und-schatten-interview-von-susanne-klehn-mit-wasserspringerin-sa/1219362149276589/>



Abb. 2: Saskia Oettinghaus beim Videodreh. © NCT/UCC, 2025



Ganzheitliche Unterstützung für Familien in der Kinderonkologie

Doreen Teichner
Sonnenstrahl e. V. Dresden



Ein Vater steht am Fenster der Elternküche in der VILLA SONNENSTRAHL. Neben an schläft sein Kind erschöpft im Familienzimmer. Draußen blühen Hortensien und Berberitzen. „Hier fühlen wir uns angenommen. Die Aufmerksamkeit für unsere Tochter und unsere Familie hat uns tief berührt. Diese Unterstützung zeigt, wie viel Mitgefühl und Menschlichkeit in unserer Welt existieren.“

Seit über drei Jahrzehnten begleitet der Sonnenstrahl e. V. Dresden als anerkannter Förderverein Familien mit krebserkrankten Kindern. Am 7. Juni 2025 feierte der Verein sein 35-jähriges Bestehen – ein Anlass, um auf die langjährige psychosoziale Unterstützung in enger Zusammenarbeit mit der Kinderonkologie des Universitätsklinikums Dresden (UKD) zurückzublicken.

Von der Vision zur Institution

Die Geschichte des Sonnenstrahl e. V. begann mit einer Vision: 1990 gründeten 27 Ärzte, Pflegekräfte und betroffene Eltern den Verein, um krebserkrankten

Kindern und ihren Familien in einer der schwersten Phasen ihres Lebens beizustehen. Was als kleine Initiative begann, entwickelte sich schnell zu einem unverzichtbaren Unterstützungsnetzwerk. Ziel war und ist es, die Lücke zwischen medizinischer Versorgung und den sozialen, seelischen sowie organisatorischen Bedürfnissen der Familien zu schließen. „Wir haben früh erkannt, dass die psychosoziale Begleitung und die Nachsorge essenziell sind“, erklärt Andreas Führlich, Vorstandsvorsitzender des Vereins. Daraus ist eine beeindruckende Erfolgsgeschichte entstanden, getragen von vielen engagierten Menschen. Heute zählt der Verein über 800 Mitglieder!

Begleitung während und nach der Therapie

In direkter Nähe zur Station 65 der UKD unterstützt der Sonnenstrahl e. V. Dresden während der onkologischen Behandlung und in der Nachsorge durch Einzel- und Familienberatung, kostenfreie Familienzimmer, therapeutische sowie Selbsthilfeangebote.

Seit seiner Gründung hat sich der Verein zu einem zentralen Akteur der psychosozialen Versorgung in der Kinderonkologie entwickelt. Bereits 1991 wurde die erste Elternwohnung eingerichtet – ein Grundstein für die familienzentrierte Ausrichtung. Mit der Einführung der Kunsttherapie (2001) und der Musiktherapie (2006) auf Station sowie dem Einzug in die VILLA SONNENSTRAHL im Jahr 2003 begann eine Phase des Auf- und Ausbaus.

Im Zuge der Professionalisierung des gemeinnützigen Trägers wuchsen die Projekte und Teilnehmerzahlen. 2011 wurde das Projekt „Mutperlen“ eingeführt, 2013 die psychosoziale Beratungsstelle eröffnet. Anerkennung fand der Verein u. a. mit dem Nachsorgepreis der Deutschen Kinderkrebsnachsorge (2017), der „Goldenen Henne“ (2019) sowie dem Publikumspreis Verein des Jahres (2023).

Angebote wie die Musik-, Kunst- und Sporttherapie stärken die Verbindung zum eigenen Körper, der letztlich die Erkrankung bewältigen muss. Jede Art von Bewegung – innerlich oder äußerlich – ist essenziell für den Heilungsprozess. Die Finanzierung dieser Drittmittelstellen am UKD durch den Sonnenstrahl e. V. Dresden schließt eine wichtige Versorgungslücke und ermöglicht Zugang zu therapeutischer und psychologischer Unterstützung.

HAUS SONNENSTRAHL – Raum für Zukunft

Um auch künftig ein verlässlicher Begleiter für Familien mit krebserkrankten Kindern zu sein, stellt sich der Dresdner Verein zukunftsorientiert auf. Das bisher größte Projekt ist das

HAUS SONNENSTRAHL – ein barrierefreier Neubau auf dem Gelände des UKD neben der Kinderonkologie. Hier entstehen bis Ende 2025 moderne Räume, die dringend benötigten Platz für psychosoziale Angebote schaffen und zugleich eine enge Zusammenarbeit mit dem Kinderpalliativzentrum und dem Kinderschutzhhaus Dresden ermöglichen. Was als Vision begann, wird nun Realität: neue Kapazitäten für eine ganzheitliche, professionelle und menschlich zugewandte Begleitung in Therapie und Nachsorge.

Geteilte Verantwortung – getragene Hilfe

All dies ist nur möglich durch die konstante Kraft an Wegbegleitern, die den Verein über Jahrzehnte hinweg tragen: Menschen, die Zeit schenken, ihr Fachwissen einbringen sowie Sach- und Finanzmittel spenden.

Der ehrenamtlich engagierte Vereinsvorstand arbeitet Hand in Hand mit einem professionellen Team aus zwölf Hauptamtlichen, die tagtäglich das breite Unterstützungsangebot mit Kompetenz und Herz umsetzen – sei es in der direkten psychosozialen Begleitung betroffener Familien oder in den Bereichen Finanzierung, Verwaltung, Kommunikation und Organisation. Dieses Zusammenspiel aus Ehrenamt, Hauptamt und gesellschaftlicher Solidarität macht den Sonnenstrahl e. V. Dresden seit 35 Jahren zu einem verlässlichen Anker für Familien in Ausnahmesituationen. ■

KONTAKT

Doreen Teichner
Sonnenstrahl e. V. Dresden
Goetheallee 13, 01309 Dresden
info@sonnenstrahl-ev.org
Tel.: 0351 315 839 00





© Michael Kretzschmar

Prof. Dr. Dr. Ralph A. Bundschuh (Klinik für Nuklearmedizin)

Prof. Ralph Bundschuh leitet seit Februar 2025 die Klinik für Nuklearmedizin. Er tritt damit die Nachfolge von Prof. Jörg Kotzerke an. Die Expertise von Prof. Bundschuh liegt in der Hybrid-Bildgebung und dem Einsatz von innovativen Radiopharmaka. Eines seiner Spezialgebiete ist die Theranostik – die zunehmend engere Verzahnung von Diagnostik und Therapie. Sie gilt als innovativer Baustein in der onkologischen Versorgung. Als neuer Direktor fokussiert sich Prof. Bundschuh neben der nuklearmedizinischen Therapie auch auf die Hybrid-Bildgebung mittels PET/CT und PET/MR. Dieses Verfahren kann neben der hochsensitiven, onkologischen Diagnostik auch für nichtonkologische Indikationen zum Beispiel im Rahmen kardiovaskulärer und rheumatologischer Fragestellungen eingesetzt werden.

Zur Person

Prof. Ralph Bundschuh studierte Physik an der TU München und Medizin an der Ludwig-Maximilians-Universität, wo er in beiden Fächern auch promovierte. Der anerkannte Facharzt für Nuklearmedizin war anschließend am Klinikum rechts der Isar in München, dem Massachusetts General Hospital Boston sowie in Würzburg, Bonn und Augsburg tätig. In Bonn leitete Prof. Bundschuh die Schilddrüsenambulanz des PET/CT-Zentrums und den Funktionsbereich der konventionellen nuklearmedizinischen Diagnostik. Es erfolgte zunächst die Berufung auf eine W2-Professur für Translationale Molekulare Bildgebung in Bonn. Vor seinem Wechsel nach Dresden arbeitete Bundschuh als stellvertretender Klinikdirektor und leitender Oberarzt der Klinik für Nuklearmedizin am Universitätsklinikum Augsburg.



© Michael Kretzschmar

Prof. Dr. rer. nat. Diana Le Duc (Klinische Genetik)

Diana Le Duc ist seit Juli 2025 Direktorin des Instituts für Klinische Genetik am Universitätsklinikum Dresden. Sie trat damit die Nachfolge von Prof. Evelyn Schröck an. Die international anerkannte Expertin Le Duc bringt umfassende Erfahrung in der genetischen Diagnostik und Erforschung seltener und onkologischer Erkrankungen mit. Ihr Fokus liegt auf innovativen molekulargenetischen Methoden, Genomforschung und der Entwicklung neuer Strategien für personalisierte Medizin. Mit der Berufung von Prof. Diana Le Duc führt das Institut für Klinische Genetik seine Ausrichtung auf Präzisionsmedizin und individualisierte Therapieansätze fort.

Zur Person

Prof. Le Duc wuchs in Rumänien auf, wo sie an der Carol Davila Universität für Medizin und Pharmazie in Bukarest ihr Studium als Jahrgangsbeste abschloss. Noch vor ihrer Promotion in Bukarest absolvierte sie Forschungs- sowie Studienaufenthalte in Leipzig und Michigan, USA. Nach dem Erhalt der deutschen Approbation wechselte sie nach Leipzig, wo sie ihre akademische Ausbildung am Max-Planck-Institut für Evolutionäre Anthropologie im Rahmen eines MD/PhD-Studiengangs fortsetzte und mit einer weiteren Promotion zum Dr. rer. nat. beendete. Am Universitätsklinikum in Leipzig arbeitete Le Duc in der Humangenetik, leitete ihre eigene Forschungsgruppe und etablierte die Exomdiagnostik am dortigen Institut für Humangenetik.

RUDERN GEGEN KREBS:

Regatta verbindet Sport und Benefiz

Am 14. Juni hat die Regatta „Rudern gegen Krebs“ erneut Sportbegeisterung und Unterstützung für Krebspatientinnen und -patienten zusammengebracht. Über 200 Teilnehmende in 48 Booten waren auf der Elbe am Start. Durch Startgelder und die Tombola vor Ort kamen über 21.200 Euro zusammen. Mit dem Erlös werden therapiebegleitende Projekte für Onkologie-Patientinnen und Patienten unterstützt.

Seit über zwölf Jahren arbeiten das Universitätsklinikum Dresden, der Sächsische Elbe-Regattaverein und die Stiftung Leben mit Krebs zusammen und organisieren die Regatta. Auf dem Wasser treten Hobbysportlerinnen und -sportler, Mitarbeitende sowie Betroffene und deren Angehörige an. Gemeinsam machen sie Mut und fördern gleichzeitig Sport- und Ernährungsangebote, die begleitend zur eigentlichen Krebsterapie angeboten werden können. Und das mit Erfolg: Insgesamt sind in Dresden seit der ersten Benefizregatta über 250.000 Euro zusammengekommen. Im kommenden Jahr wird wieder eine Benefizregatta „Rudern gegen Krebs“ in Dresden stattfinden.



© UKD / Kirsten Lassig

FORTSCHRITT GEGEN KREBS:

Beste Stimmung und neuer Kilometerstand beim NCT/UCC-Benefizlauf



© UKD / Jens Wittig

Beim 7. NCT/UCC-Benefizlauf am 2. September im Großen Garten gingen rund 950 Läuferinnen und Läufer an den Start. Gemeinsam knackten sie erstmals die 10.000-Kilometer-Marke und legten 10.698 Kilometer zurück. Es konnten über 41.000 Euro an Spenden gesammelt werden.

Mit den selbst gewählten Spenden pro gelaufener Runde wird u. a. der weitere Ausbau der Sporttherapie für krebskranke Kinder sowie das sporttherapeutische Angebot für erwachsene Patientinnen und Patienten am Universitätsklinikum Dresden und am Nationalen Centrum für Tumorerkrankungen (NCT/UCC) Dresden gefördert.

Der Lauf wurde vom NCT/UCC in Kooperation mit dem Sonnenstrahl e. V., dem Schloßerland Sachsen und der Stiftung Hochschulmedizin Dresden organisiert. Veranstalter war das Uniklinikum Dresden. Übrigens steht bereits jetzt der Zeitpunkt für den Lauf im Jahr 2026 fest. Am 1. September können wieder bis zu 1.000 Teilnehmende ihre Runden durch den Großen Garten drehen.

Aktuelle klinische Studien

Aus der Vielzahl derzeit rekrutierender klinischer Studien zu onkologischen Fragestellungen am NCT/UCC Dresden werden nachfolgend einzelne Beispiele beschrieben. Weitere Informationen zu klinischen Studien am NCT/UCC Dresden finden Sie unter www.nct-dresden.de/studie. Bei Interesse zur Teilnahme wenden Sie sich bitte an die genannten Kontaktadressen.

VINCENT: Eine randomisierte, kontrollierte, multizentrische Phase-II-Studie zur Untersuchung von Venetoclax plus Azacitidin im Vergleich zur intensiven Chemotherapie bei neu diagnostizierter, NPM1-mutierter AML

Ziele:

Diese Studie untersucht, ob die Kombination aus Venetoclax und Azacitidin (VEN/AZA) bei jüngeren, intensiv behandelbaren Patientinnen und Patienten mit einer neu diagnostizierten akuten myeloischen Leukämie (AML) genauso wirksam ist wie die bisherige Standardtherapie mit intensiver Chemotherapie.

Hintergrund: Aktuell gilt eine intensive Chemotherapie für jüngere und fitte Betroffene mit einer bestimmten genetischen Form der AML (*NPM1*-mutiert, *FLT3*-Wildtyp) als Standardbehandlung mit hohen Ansprech-raten. Allerdings ist sie mit teils starken Nebenwirkungen und längeren Krankenhausaufenthalten verbunden. VEN/AZA hat sich bei älteren, weniger belastbaren Betroffenen bereits als gut verträglich und trotzdem wirksam erwiesen.

Die VINCENT-Studie wird durchgeführt,

- um zu prüfen, ob VEN/AZA bei jüngeren, fitten Betroffenen ähnlich wirksam ist wie die intensive Standardchemotherapie,
- um die Verträglichkeit und Lebensqualität unter der neuen Therapieform zu erfassen und
- um langfristige Daten zur Wirksamkeit, Rückfallhäufigkeit und zum molekularen Therapieansprechen zu gewinnen.

Studientherapie:

Die Behandlung erfolgt randomisiert in zwei Gruppen.

Studientherapie (VEN/AZA-Gruppe):

Patientinnen und Patienten in der experimentellen Gruppe erhalten zunächst drei sogenannte Induktionszyklen mit Venetoclax (als Tablette täglich über 28 Tage) und Azacitidin (subkutane Injektion an sieben Tagen). Wenn die Krankheit darauf gut anspricht (komplette oder teilweise Remission ohne molekulares Versagen), folgen bis zu neun weitere Zyklen derselben Kombination als Erhaltungstherapie.

Standardtherapie (Vergleichsgruppe):

In der Vergleichsgruppe erhalten die Teilnehmenden eine intensive Chemotherapie nach dem üblichen „7+3 mit GO“-Schema mit Cytarabin, Daunorubicin und Gemtuzumab Ozogamicin. Sollte die Erkrankung nicht ausreichend auf den ersten Zyklus ansprechen, wird ein zweiter Zyklus mit hochdosiertem Cytarabin und Mitoxantron (HAM-Schema) durchgeführt. Bei gutem Ansprechen folgen bis zu drei weitere Zyklen einer Erhaltungstherapie mit intermediär dosiertem Cytarabin (IDAC).

Alle Teilnehmenden werden nach Studieneinschluss für mindestens zwei Jahre nachbeobachtet, um langfristige Behandlungsergebnisse und Nebenwirkungen erfassen zu können.

Haupteinschlusskriterien:

- Patientinnen und Patienten mit Erstdiagnose einer NPM1-mutierten AML
- Alter von 18 bis 70 Jahren
- ECOG-Performance-Status: 0-2
- Belastbarkeit für eine intensive Chemotherapie

Hauptausschlusskriterien:

- Vorliegen einer FLT3-Mutation
- AML-Rezidiv oder refraktäre Erkrankung
- Schwere klinisch relevante Komorbiditäten

Kontakt:

Studienleitung: Prof. Dr. med. Christoph Röllig
Studienzentrale der Medizinischen Klinik und Poliklinik I
Universitätsklinikum Dresden Carl Gustav Carus, Fetscherstr. 74, 01307 Dresden
vincent@ukdd.de

Zymeworks171

Ziel:

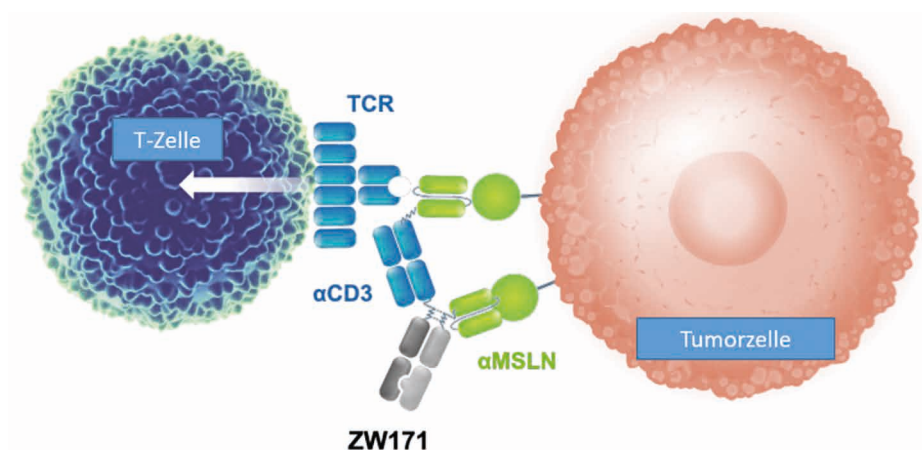
Die Zymeworks171-Studie untersucht die Wirksamkeit und Sicherheit von ZW171, einem bispezifischen T-Zell-Engager. Durch die gleichzeitige Bindung an Mesothelin(MSLN)-exprimierende Tumorzellen und den CD3ε-Rezeptor auf T-Zellen, soll eine gerichtete T-Zell-vermittelte Zytotoxizität induziert werden.

Hintergrund: MSLN wird in verschiedenen malignen Entitäten, darunter Ovarialkarzinom und nicht-kleinzelligem Lungenkrebs (NSCLC), verstärkt exprimiert, während seine Expression in gesundem Gewebe auf wenige Zelltypen beschränkt bleibt. Dies macht MSLN zu einem attraktiven Zielantigen für eine tumorspezifische Immuntherapie.

Die Zymeworks171-Phase-I-Studie wird durchgeführt, um

- die maximal verträgliche Dosis (MTD) und/oder die maximal verabreichte Dosis (MAD) von ZW171 zu bestimmen und
 - die Wirksamkeit, Sicherheit und Verträglichkeit von ZW171 zu charakterisieren.
-

ZW171-Struktur und Wirkmechanismus:



Abkürzungen: TCR: T-Zell Rezeptor, MSLN: Mesothelin

Modifiziert nach Afacan et. el. Abstract 2942: ZW171, a T cell-engaging, bispecific antibody for the treatment of mesothelin-expressing solid tumors, <https://doi.org/10.1158/1538-7445.AM2023-2942>

Studientherapie: wöchentliche subkutane Injektion bis zum Progress

Einschlusskriterien (Auswahl):

- histologisch gesichertes Ovarialkarzinom oder NSCLC
 - adäquate Organfunktion
 - ECOG Performance Status 0-1
-

Ausschlusskriterien (Auswahl):

- aktive Autoimmunerkrankung mit Notwendigkeit einer Steroidtherapie >10 mg Prednisolonäquivalent/Tag
 - aktive Infektionen
-

Kontakt:

Prüfarzt: Prof. Dr. med. Martin Wermke
Early Clinical Trial Unit (ECTU)
ectu@ukdd.de
Nationales Centrum für Tumorerkrankungen (NCT/UCC) Dresden
Universitätsklinikum Carl Gustav Carus Dresden, Fetscherstraße 74 , 01307 Dresden

XandTX: Pankreaskopfresektion oder totale Pankreatektomie mit Insel-Autotransplantation (IAT) bei Patientinnen und Patienten mit periampullärem Karzinom und Hochrisikoprofil für die Entwicklung einer postoperativen Pankreasfistel (POPF)

In diese monozentrische, randomisiert kontrollierte Pilotstudie können Patientinnen und Patienten mit Verdacht auf oder histologisch gesichertem periampullärem Karzinom und einer Hochrisikokonstellation für die Entwicklung einer postoperativen Pankreasfistel eingeschlossen werden.

Ziel: Die Studie soll erste Daten zum Behandlungseffekt sowie der chirurgischen und onkologischen Sicherheit der primären totalen Pankreatektomie mit simultaner autologer Inselzelltransplantation bei Patient:innen mit periampullärem Karzinom und einem Hochrisikoprofil für die Entwicklung einer postoperativen Pankreasfistel (POPF) gewinnen.

Hintergrund: Nach der Entfernung eines erkrankten Teils der Bauchspeicheldrüse kann es zu bestimmten Folgekomplikationen kommen, insbesondere der Ausbildung einer Undichtigkeit (Fistel) an der Nahtverbindung der Bauchspeicheldrüse. Um diese teils schwerwiegende Komplikation zu vermeiden, kann statt einer Teilentfernung (Pankreaskopfresektion) die Entfernung der gesamten Bauchspeicheldrüse (Pankreatektomie) erwogen werden. Da nach einer Pankreatektomie die Inselzellen (Insulin produzierende Zellen) zur Regulation des Blutzuckerspiegels fehlen, führt dies zwangsläufig zu einem Diabetes mellitus (Zuckerkrankheit).

Diese Studie untersucht daher, wie dieses Problem umgangen werden kann: Aus dem gesunden Anteil der entnommenen Bauchspeicheldrüse werden körpereigene (autologe) Inselzellen isoliert und anschließend im Rahmen der gleichen Operation in die Leber gespritzt (transplantiert), wo die Zellen anwachsen und die Insulinproduktion aufnehmen. Dadurch soll die Regulierung des Blutzuckerspiegels deutlich erleichtert und verbessert sowie die chirurgischen Komplikationen vermindert werden.

Insgesamt soll in dieser Studie geprüft werden, ob der Zeitraum zwischen Operation und Beginn der weiteren Krebstherapie durch die totale Entfernung der Bauchspeicheldrüse und gleichzeitiger Inselzelltransplantation kürzer ist als bei der bisherigen Standardtherapie, bei der nur der erkrankte Teil der Bauchspeicheldrüse entfernt wird und unter Umständen mehr Folgekomplikationen auftreten können.

Einschlusskriterien:

- männliche und weibliche Patienten im Alter ab 18 Jahren
- Verdacht auf oder gesichertes periampulläres Karzinom und Indikation zur onkologischen Pankreaskopfresektion (PPPD/Whipple-Operation)
- Hochrisikoprofil für die Entwicklung einer postoperativen Pankreasfistel (POPF) nach Pankreaskopfresektion: weiches Pankreas und Pankreasgangdurchmesser ≤ 3 mm (prä- und intraoperative Bestätigung)
- schriftliche Einwilligung der teilnehmenden Person nach erfolgter Aufklärung

Ausschlusskriterien (Auswahl)

- Patient:innen, an denen simultan ein weiterer Eingriff neben der PPPD oder Whipple Operation durchgeführt werden soll
- Gesicherter anderer Primärtumor
- Vorangegangene Transplantation eines Organs oder Gewebes
- Bekannte Infektion mit HIV (HIV-Antikörper)
- Positive Hepatitis-C-Antikörper, positive Hepatitis-B-Oberflächenantigene oder Hepatitis-Bc-Antikörper
- Insulinbehandelter Diabetes mellitus

Studienablauf:

Die Randomisierung in die beiden Behandlungsarme erfolgt intraoperativ nach Beurteilung der Textur und der Gangweite der Bauchspeicheldrüse und Feststellung einer Hochrisikokonstellation. Die Patienten und Patientinnen werden nach dem Zufallsprinzip der Kontrollgruppe „Standardtherapie“ oder Behandlungsgruppe „experimentelle Therapie“ (Pankreatektomie mit Inselzelltransplantation) zugeordnet.

Für die Patienten und Patientinnen beider Gruppen gibt es zehn geplante Studienvisiten, die u. a. onkologische Konsile, Stoffwechselkontrollen und Fragebögen zur Lebensqualität enthalten. Insgesamt dauert die Studie 24 Monate, in denen neun Studienvisiten stattfinden, sowie weitere drei Jahre Nachbeobachtung.

Kontakt:

Studienleitung: Prof. Dr. Barbara Ludwig, Prof. Dr. Marius Distler
Medizinische Klinik und Poliklinik III, Diabetologie, Inselzelltransplantation
Studienzentrum der Klinik und Poliklinik für Viszeral-, Thorax- und Gefäßchirurgie
Universitätsklinikum Carl Gustav Carus Dresden, Fetscherstraße 74, 01307 Dresden
Telefon: 0351 458-4098, Fax: 0351 458-7273
Studienzentrum-VTG@ukdd.de

Förderung der Studie:

Deutsches Krebsforschungszentrum, Heidelberg, im Rahmen des NCT-PoC-Programms

Sie wollen mit dem Rauchen aufhören?

Das Rauchfreizentrum am Uniklinikum Dresden unterstützt Sie mit Rauchfreikursen in Kleingruppen – gemeinsam fällt der Rauchstopp leichter!

Das Rauchfreizentrum unterstützt all jene, die gerne mit dem Rauchen aufhören möchten. Dazu stehen spezielle Kurse auf der Basis des „Rauchfreiprogramms“ zur Verfügung. Das Konzept der Kurse zur Rauchentwöhnung beruht auf aktuellen wissenschaftlichen Erkenntnissen der Suchtmedizin.

In sieben Terminen werden Sie von speziell dafür zertifizierten Kursleiter*innen auf Ihrem Weg unterstützt, langfristig rauchfrei zu werden. In einer Gruppe von bis zu zwölf Teilnehmenden haben Sie auch die Gelegenheit, sich über Ihre Erfahrungen auszutauschen.

Gemeinsam fällt der Rauchstopp leichter!



Termine und Anmeldungen bitte unter
Rauchfreizentrum@ukdd.de
Telefon +49 351 458-3746
www.carus-management.de/rauchfrei/

**Carl Gustav Carus
Management GmbH**



**Universitätsklinikum
Carl Gustav Carus**
DIE DRESDNER.



Rauchfreizentrum am Uniklinikum Dresden Leitung und Koordination: Prof. Dr. med. Michael N. Smolka und Dr. med. univ. Dr. rer. medic. Johannes Petzold
Universitätsklinikum Carl Gustav Carus Dresden, Klinik und Poliklinik für Psychiatrie und Psychotherapie – in Zusammenarbeit mit der Carl Gustav Carus Management GmbH

Präzise Einblicke

Eine zielgerichtete Therapie bedarf einer gründlichen Voruntersuchung. Mithilfe modernster Geräte blicken wir ins Körperinnere und schaffen so die Basis für eine erfolgreiche Behandlung.



LEISTUNGSSPEKTRUM

MRT | CT + CT-Intervention | Brustultraschall | Röntgen |
Vakuumbiopsie | Mammographie

STANDORTE

MVZ Radiologie am Schillerplatz
Ärztlicher Leiter: Dipl.-Med. H.-H. Hirsch
Loschwitzer Str. 52c, 01309 Dresden
Tel. 0351 312320, Fax: 0351 3123250

Im Ärztehaus Blasewitz „Am Blauen Wunder“
Naumannstr. 3, 01309 Dresden
Tel.: 0351 312320, Fax: 0351 3123250
Im Ärztehaus Budapester Str.
Budapester Str. 2, 01067 Dresden (ehem. Marienstr. 20)
Tel.: 0351 4960510, Fax: 0351 4960522

MRT am Kinderzentrum
Friedrichstr. 32, 01067 Dresden
Tel.: 0351 312320, Fax: 0351 3123250

Im Asklepios-ASB Klinikum Radeberg
Pulsnitzer Str. 60, 01454 Radeberg
Tel.: 03528 459261, Fax: 03528 459269

MRT am UKD, Haus 4
Fetscherstr. 74, 01307 Dresden
Tel.: 0351 312320, Fax: 0351 312350

MVZ Radiologie am KH St. Joseph-Stift
Ärztlicher Leiter: Dr. med. R.-M. Geidel
Wintergartenstr. 15/17, 01307 Dresden
Tel.: 0351 44402970, Fax: 0351 44402972



ÜBERÖRTLICHE RADIOLOGISCHE MVZ GbR

www.roentgen-dresden.de | kontakt@roentgen-dresden.de

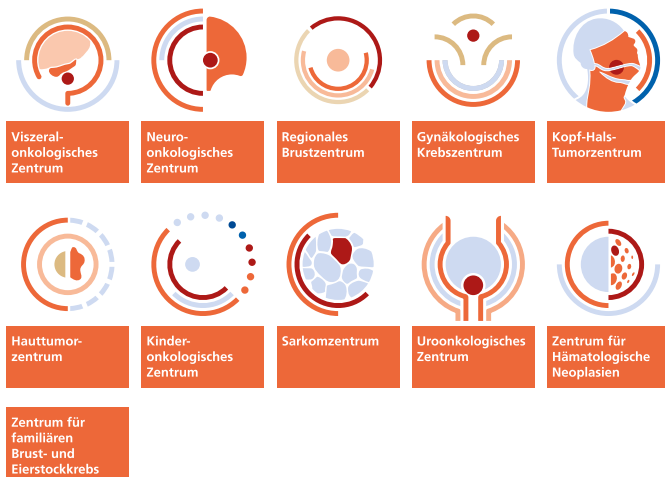
Nationales Centrum für Tumorerkrankungen (NCT/UCC) Dresden



Geschäftsführendes Direktorium:	Prof. Dr. Martin Bornhäuser, Prof. Dr. Hanno Glimm, Prof. Dr. Mechthild Krause, Prof. Dr. Jürgen Weitz
Meilensteine:	1.7.2003: Gründung Universitäts KrebsCentrum (UCC) als „Comprehensive Cancer Center“ seit 2004: Zertifizierung nach DIN EN ISO 9001 seit 2007: ausgezeichnet als Onkologisches Spitzenzentrum durch die Stiftung Deutsche Krebshilfe seit 2010: Mitglied im Deutschen Konsortium für Translationale Krebsforschung (DKTK) seit 2014: Zertifizierung als Onkologisches Zentrum nach DKG und DIN EN ISO 9001 seit 2015: Dresden Standort des Nationalen Centrums für Tumorerkrankungen (NCT)
Interdisziplinäre Kernambulanz:	Universitätsklinikum Carl Gustav Carus, Haus 31c, Erdgeschoss Montag bis Donnerstag, 8.00–16.30 Uhr · Freitag, 8.00–15.00 Uhr
Anmeldung:	0351 458-4500
Tumorboards:	zu allen Tumorentitäten und molekulare Tumorboards, Tele-Tumorboards mit regionalen und überregionalen Partnern Eine Übersicht über die Tumorboards am NCT/UCC und die Möglichkeit zur Anmeldung über das Kontaktformular finden Sie unter: www.nct-dresden.de/tumorboards
Krebsinformationsdienst:	0800 4203040
Kontakt:	Fetscherstraße 74 . 01307 Dresden patientenanfrage.nct-ucc@ukdd.de www.nct-dresden.de



Organkrebszentren:



Träger des NCT/UCC Dresden:



Strukturförderung:





Fragen zu Krebs?
Wir sind für Sie da.



0800 – 420 30 40 (kostenlos)
täglich von 8 bis 20 Uhr



krebsinformationsdienst@dkfz.de



www.krebsinformationsdienst.de

Impressum

Herausgeber: Nationales Centrum
für Tumorerkrankungen Dresden (NCT/UCC)
am Universitätsklinikum Carl Gustav Carus
an der Technischen Universität Dresden
V.i.S.d.P. Prof. Dr. M. Bornhäuser

Redaktion: Prof. Dr. M. Bornhäuser,
Prof. Dr. HD. Saeger, A. Vetter, P. Fanghänel, T. Pauli

Kontaktadresse: Nationales Centrum
für Tumorerkrankungen (NCT/UCC) Dresden
am Universitätsklinikum Carl Gustav Carus
an der Technischen Universität Dresden
Fetscherstraße 74 · 01307 Dresden
Telefon 0351 458-4500 · Fax 0351 458-6340
info@nct-dresden.de
www.nct-dresden.de

Ausgabe: Dezember 2025

Gestaltung: Ketchum GmbH, Dresden

Anzeigenverwaltung: Nationales Centrum
für Tumorerkrankungen (NCT/UCC) Dresden

Abbildungsnachweis: Soweit nicht anders gekenn-
zeichnet, liegen die Bildrechte bei den Autoren.



Universitäts
KrebsCentrum
(NCT/UCC)



Universitätsklinikum
Carl Gustav Carus
DIE DRESDNER.



www.infonetz-krebs.de

INFONETZ KREBS

WISSEN SCHAFFT MUT

Ihre persönliche
Beratung

Mo bis Fr 8 – 17 Uhr



0800
80708877

kostenfrei



Deutsche Krebshilfe
HELLEN. FORSCHEN. INFORMIEREN.

DKG 
KREBSGESELLSCHAFT

Der Traumjob in der Strahlentherapie und Radioonkologie

Dr. Elisa Thomas und Dr. Christian Fischer arbeiten in der Radioonkologie des Universitätsklinikums Dresden und bekämpfen mithilfe ionisierender Strahlen Tumorzellen.



„WIR BEHADELN FAST JEDE TUMORERKRANKUNG.“

Ärztin/Arzt in der Strahlentherapie und Radioonkologie

Möchten Sie Elisa Thomas und Christian Fischer bei ihrer Arbeit am Uniklinikum Dresden unterstützen und Teil des professionellen Teams werden? Dann bewerben Sie sich direkt auf eine ausgeschriebene Stelle unter:

www.ukdd.de/jobs

Was macht Ihren Beruf in der Strahlentherapie so spannend?

Dr. Thomas: Der Beruf ist unglaublich vielfältig. Wir behandeln unterschiedlichste Tumorerkrankungen. Bei manchen steht die Heilung im Vordergrund, bei anderen geht es darum, die Lebensqualität durch palliative Maßnahmen bestmöglich zu erhalten. Dabei arbeiten wir im interdisziplinären Team mit modernster Technik und haben täglich persönlichen Kontakt mit Patientinnen und Patienten jeden Alters und mit ganz individuellen Geschichten.

Wie sieht Ihre Arbeit mit der modernen Technik aus?

Dr. Fischer: Neben konventionellen Linearbeschleunigern setzen wir auch innovative Verfahren wie die MRT-geführte Bestrahlung mit dem MR-Linac sowie die Protonentherapie ein. Dies ermöglicht eine hochpräzise Bestrahlung des kranken Gewebes durch bessere Visualisierung und Steuerung. Täglich werden etwa 20 bis 30 Protonen- und 120 bis 150 Photonenbehandlungen durchgeführt.

Warum haben Sie sich für das Uniklinikum Dresden entschieden?

Dr. Thomas: Ich habe als medizinische Doktorandin am OncoRay promoviert. Das Nationale Zentrum für Strahlenforschung in der Onkologie bietet hier sehr gute Bedingungen für junge Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler. Durch die vielfältigen Fortbildungsangebote bin ich auf die Strahlentherapie als Fachdisziplin aufmerksam geworden. Besonders beeindruckt hat mich das interdisziplinäre Team, das gemeinsam mit der erstklassigen technischen Ausstattung einen großen Vorteil unseres Standortes darstellt.

Was gefällt Ihnen an Ihrem Job am besten?

Dr. Fischer: Besonders wichtig ist für mich die enge interdisziplinäre Zusammenarbeit zwischen Klinik und Forschung. In der Strahlentherapie und Radioonkologie arbeiten wir am Puls der Wissenschaft – neue Erkenntnisse fließen direkt in die Patientenversorgung ein.

Strahlentherapeut*innen, auch Radioonkolog*innen genannt, sind Fachärzt*innen, die hauptsächlich Krebserkrankungen mit ionisierender Strahlung und systemischen Therapien behandeln. Sie erstellen individuelle Behandlungspläne, bei denen sie die Strahlendosis und das Bestrahlungsgebiet festlegen. Dabei achten sie besonders darauf, gesundes Gewebe so gut wie möglich zu schützen, indem sie eine zielgerichtete und präzise Bestrahlung des Tumors gewährleisten. Ein weiterer wichtiger Teil ihrer Arbeit ist die Betreuung der Patientinnen und Patienten während und nach der Strahlentherapie.

Werden Sie Teil unseres Erfolgs!

Universitätsklinikum
Carl Gustav Carus
DIE DRESDNER.

