

# KREBS IM FOCUS

Die Wissenschaftszeitschrift des NCT/UCC Dresden



Ausgabe 19 | Dezember 2024

## Intraoperative Radiotherapie (IORT) bei Sarkomen

16 | Fokus Zweitmeinung

18 | Mikro-/Nanoroboter für die Tumorthherapie

24 | Der onkologische Notfall – Wirbelsäulenmetastasen

28 | Kampf gegen das Glioblastom

40 | Forschung kompakt





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

## Helfen Sie mit, das neue Haus Sonnenstrahl zu realisieren!

Das Haus Sonnenstrahl ist ein gemeinnütziges Neubauprojekt, das Hoffnung und Zuversicht für krebskranke Kinder und Jugendliche sowie deren Familien schafft. Im März 2023 erhielt der Sonnenstrahl e. V. Dresden die Baugenehmigung für den modernen barrierefreien Neubau auf dem Gelände des Dresdner Uniklinikums.

Der jetzige Standort des Vereins stieß durch die Einführung der Protonenbestrahlung an seine Kapazitätsgrenzen. Das künftige Projekthaus wird neben dem weiter bestehenden Elternhaus ausreichend Raum für Sport-, Kunst- und Musiktherapie, Nachsorge-, Beratungs- sowie Vereinsaktivitäten bieten. Ziel des Sonnenstrahl e. V. ist eine ganzheitliche, begleitende Betreuung und Therapie krebskranker Kinder und Jugendlicher während der Intensivbehandlung und in der Nachsorge.

Krebskranke Kinder und Jugendliche sowie deren Familien erhalten so voraussichtlich ab Ende 2025 Platz und die Zeit, um miteinander neue Kraft zu tanken. Deshalb arbeitet der Verein mit Hochdruck daran, das Haus Sonnenstrahl zu errichten.

**Jede Unterstützung zählt! Mit Ihrer Spende helfen Sie, den Neubau weiter zu realisieren.**

**Vielen Dank für Ihre Hilfe!**

### **Sonnenstrahl e. V. Dresden**

Seit 35 Jahren kümmern wir uns um krebskranke Kinder und Jugendliche sowie deren Familien. Als gemeinnütziger Verein sind wir auf die finanzielle Unterstützung anderer Menschen angewiesen. Wir freuen uns sehr, wenn Sie den Bau und die Einrichtung des Haus Sonnenstrahl unterstützen möchten. Sie können gern spenden, eine Baupatenschaft oder eine Zimmerpatenschaft übernehmen.

### **Kontakt**

Goetheallee 13, 01309 Dresden • 0351 31583900 • [info@sonnenstrahl-ev.org](mailto:info@sonnenstrahl-ev.org)

### **Unser Spendenkonto**

Ostsächsische Sparkasse Dresden • IBAN: DE 82 8505 0300 3120 1134 32 • Zweck: „Haus Sonnenstrahl“



**JETZT SPENDEN!**

[www.sonnenstrahl-ev.org/haus-sonnenstrahl](http://www.sonnenstrahl-ev.org/haus-sonnenstrahl)



# Inhalt

- 5 | Editorial  
HD. Saeger
- 6 | Rezertifizierung Sarkomzentrum Dresden und Implementierung der Intraoperativen Strahlentherapie (IORT)  
H. Fritzsche, F. Lohaus, K.-D. Schaser, J. Weitz, M. Wagner, S. Richter, A. Weidlich, J. Kirchberg
- 11 | Die Lebensqualität von Sarkompatienten. Ausgewählte Resultate der bundesweiten PROSa-Studie  
M. Eichler
- 16 | Fokus Zweitmeinung: Roboter-OP verhindert künstlichen Darmausgang  
N. Domschke
- 18 | Mikro-/Nanoroboter für die Tumorthherapie  
J. K. Mariyanna, F. Fischer, M. Zhang, T. Qiu
- 20 | Interview: Wenn ich noch einmal wählen dürfte – gern Nuklearmedizin, gerne Dresden  
Gespräch mit Prof. Dr. med. Jörg Kotzerke  
A. Vetter, HD. Saeger
- 24 | Der onkologische Notfall: Vorgehen bei Wirbelsäulenmetastasen mit neurologischen Defiziten  
C. Hofbauer, S. Zwingenberger
- 28 | Kampf gegen das Glioblastom: Innovative Grundlagenforschung und klinische Anwendung Hand in Hand  
P. Warnke, U. Schumann, A. Hagstotz, M. HH Schmidt
- 33 | Meningeom – beobachten oder therapieren? Immer häufiger werden diese Hirntumoren zufällig entdeckt – doch welches Vorgehen ist dann angeraten?  
J. Folkerts, K. Kranzhöfer, A. Penzkofer, S. Weg-Remers
- 36 | Zehn Jahre Onkologisches Zentrum am NCT/UCC Dresden  
C. Schwabe, F. Bollmeier
- 38 | Grundstein für DKFZ-Neubau in Dresden gelegt  
N. Domschke
- 40 | NCT/UCC – Forschung kompakt  
F. Buchholz
- 43 | Das Projekt TETRIS  
N. Scheuplein
- 44 | Die Klinik- und Krankenhausschule am Universitätsklinikum Dresden: Unterricht zwischen Krankenbett, Chemotherapie und Avataren  
N. Domschke
- 46 | Panorama
- 48 | Vorgestellt
- 52 | Aktuelle klinische Studien
- 56 | Stiftung Hochschulmedizin Dresden: Unterstützung für junge Menschen mit Krebs  
A. Bonß
- 58 | Auf einen Blick  
Nationales Centrum für Tumorerkrankungen Dresden (NCT/UCC)
- 59 | Veranstaltungskalender
- 62 | Impressum



Fragen zu Krebs?  
Wir sind für Sie da.



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



[krebsinformationsdienst@dkfz.de](mailto:krebsinformationsdienst@dkfz.de)



[www.krebsinformationsdienst.de](http://www.krebsinformationsdienst.de)

## Sehr geehrte Frau Kollegin, sehr geehrter Herr Kollege,

nachdem bereits im Jahr 2021 das Sarkomzentrum am NCT/UCC Dresden durch die Deutsche Krebsgesellschaft (DKG) zertifiziert wurde, besteht hier inzwischen eine weitere Option im Behandlungskonzept. Neben der multimodalen Strategie von Diagnostik, Operation, Radio-, Chemo-, Immun- und molekularer Therapie wurde am Standort Dresden die intraoperative Radiotherapie (IORT) etabliert. Mit der Erweiterung des Behandlungsspektrums wird besonders eine Verbesserung der Prognose fortgeschrittener primärer und rezidivierender Sarkome, die Reduktion von Komplikationen und die weitestgehende Erhaltung der Funktionalität erwartet. Ein weiterer Artikel zur Lebensqualität von Sarkomkranken (PROSa-Studie) vertieft die Bedeutung der unter den Krebskrankheiten selten auftretenden Weichgewebstumoren.

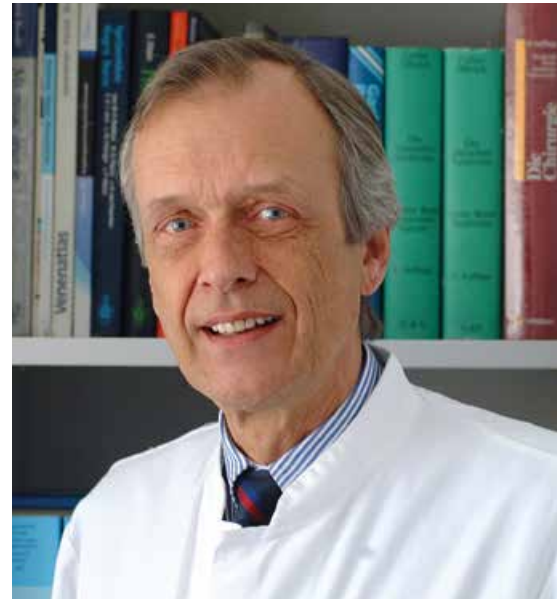
An einem Fallbeispiel wird der Stellenwert der Zweitmeinung bei komplexen Tumorerkrankungen dargestellt. Zu aktuellen Berichten aus der Forschung gehört die Vorstellung selbst entwickelter, aktiver Micro-/Nanoroboter, die Medikamente in die Tumorzelle verbringen, um dort die gewünschte Wirkung zu verbessern. Die Heterogenität von Glioblastomzellen bedeutet nach wie vor eine Herausforderung für eine wirksame Therapie. Molekulare Grundlagen- und klinische Forschung sollen im Verbund zu effektiveren Behandlungsergebnissen führen. Die Nutzung von Patientendaten durch den Einsatz künstlicher Intelligenz (KI) gehört zu den entscheidenden Faktoren für Fortschritte in der Krebsforschung. In einer Studie zur akuten myeloischen Leukämie konnten durch die Erzeugung synthetischer Daten selbst komplexe biologische Zusammenhänge exakt repliziert werden und als Grundlage für weitere Forschung dienen. KI wird auch für die Erhebung strukturierter Patientendaten aus medizinischen Freibefunden eingesetzt. In einer Pilotstudie wird Freitext mit einem „Large Language Model“ strukturiert, vom medizinischen Fachpersonal überprüft, um die Algorithmen ständig zu justieren und in das Tumor- Dokumentationssystem übernommen.

Aus der Klinik lesen Sie im Focus *Der onkologische Notfall* zum Vorgehen bei Wirbelsäulenmetastasen. Der Krebsinformationsdienst stellt einen Leitfaden zum Meningeom vor. Der langjährige Direktor der Klinik für Nuklearmedizin hat sich am Ende seiner Amtszeit einem Interview gestellt.

Das zehnjährige Bestehen des onkologischen Zentrums am NCT/UCC, die Grundsteinlegung des DKFZ – Standort Dresden sowie die Rubriken *Der besondere Focus*, *Panorama*, *Vorgestellt*, *Aktuelle klinische Studien* und die Stiftung Hochschulmedizin Dresden ergänzen den Inhalt dieser Ausgabe.

Wir danken allen Autorinnen und Autoren für ihre Beiträge und Ihnen für Ihr Interesse an unserer Zeitschrift.

Ihre Redaktion von Krebs im Focus. ■



*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

# Rezertifizierung Sarkomzentrum Dresden und Implementierung der Intraoperativen Strahlentherapie (IORT)

Hagen Fritzsche<sup>1</sup>, Fabian Lohaus<sup>2</sup>, Klaus-Dieter Schaser<sup>1</sup>, Jürgen Weitz<sup>3</sup>, Martin Wagner<sup>3</sup>, Stephan Richter<sup>4</sup>, Anne Weidlich<sup>1</sup>, Johanna Kirchberg<sup>3</sup>

<sup>1</sup> UniversitätsCentrum für Orthopädie, Unfall- u. Plastische Chirurgie, Universitätsklinikum Carl Gustav, Technische Universität Dresden

<sup>2</sup> Klinik und Poliklinik für Strahlentherapie und Radioonkologie, Universitätsklinikum Carl Gustav Carus, Technische Universität Dresden

<sup>3</sup> Klinik und Poliklinik für Viszeral-, Thorax- und Gefäßchirurgie, Universitätsklinikum Carl Gustav Carus, Technische Universität Dresden

<sup>4</sup> Medizinische Klinik und Poliklinik I, Universitätsklinikum Carl Gustav Carus, Technische Universität Dresden



## Erfolgreiche Rezertifizierung Sarkomzentrum Dresden

Das Sarkomzentrum am Nationalen Centrum für Tumorerkrankungen (NCT/UCC) Dresden wurde 2021 erfolgreich für Knochen- und Weichteilsarkome zertifiziert. Um die Leiter Prof. Dr. med. Klaus-Dieter Schaser (Klinikdirektor Orthopädie, Unfall- und Plastische Chirurgie) sowie Prof. Dr. med. Jürgen Weitz (Klinikdirektor Viszeral-, Thorax- und Gefäßchirurgie) konnte das Dresdner Sarkomzentrum in diesem Jahr erfolgreich die Rezertifizierung durch die Deutsche Krebsgesellschaft (DKG) erreichen. Die Behandlungszahlen wachsen seit der Zertifizierung stetig und konnten auch im vergangenen Jahr weiter gesteigert werden.

## Hintergrund

Sarkome sind seltene (ca. ein Prozent aller Krebserkrankungen) und aggressive Tumoren, die aufgrund ihrer Ursprungspunkte in mesenchymalen Geweben in allen Lokalisationen (untere Extremität 46 Prozent, obere Extremität 14 Prozent, Rumpf 18 Prozent, Retroperitoneum 13 Prozent) vorkommen können [1]. Das Zeitintervall zwischen Beginn der klinischen Symptomatik, nach bestimmten Richtlinien durchgeführter Biopsie, adäquat kompletierter Umfelddiagnostik und Einleitung der spezifischen systemischen und lokalen Therapiemaßnahmen ist entscheidend für die Langzeitprognose [2]. Trotz Optimierung der radiologischen Bildgebung, chirurgischer Resektionstechniken und multimodaler

Therapieansätze bleiben Sarkome weiterhin eine diagnostische und therapeutische Herausforderung, deren Prognose sich in den letzten Jahrzehnten nicht signifikant verbessert hat [3]. Aufgrund der Seltenheit und der hochspeziellen Resektionstechniken und Verfahren in der Defektrekonstruktion bestehen nur an ausgewiesenen Zentren mit tumororthopädischer/-chirurgischer Expertise hierzu entsprechende Erfahrungen. Die Behandlung muss in solchen Zentren im interdisziplinären Ansatz unter Einbindung aller am multimodalen Therapiekonzept beteiligten Fachdisziplinen (Tumororthopädie, Viszeral-, Gefäß- und Thoraxchirurgie, Plastische Chirurgie, internistische Onkologie, Radioonkologie, Radiologie, Pathologie etc.) geplant

und durchgeführt werden [4]. Nachweislich ist die Behandlung von Tumorerkrankungen an einem Zentrum mit hoher Erfahrung mit deutlich verbesserten Überlebensraten assoziiert [4].

Im multimodalen Therapieansatz werden Knochen- und Weichteilsarkome i. d. R. interdisziplinär behandelt. Zentrale Säule der Lokalthherapie ist die Sicherstellung der vollständigen extraläsionalen Tumorentfernung durch Operateur(inne)n der Tumororthopädie bzw. -chirurgie, die dabei durch hochmoderne robotische Verfahren, intraoperative MRT-Bildgebungen und Navigationssysteme unterstützt werden.

Weitere wichtige Säulen neben der operativen Behandlung sind je nach Subtyp und Verlauf der Sarkom-Erkrankung die medikamentöse neoadjuvante/adjuvante Therapie (klassische Chemotherapie, Immuntherapie, molekular-zielgerichtete Medikamente) und vielfach eine Strahlentherapie durch die internistische Onkologie und Radioonkologie. Hierfür steht das gesamte Spektrum der neoadjuvanten/adjuvanten Strahlentherapie, einschließlich der Protonentherapie zur Verfügung.

### Externe Strahlentherapie (EBRT) – neoadjuvant vs. adjuvant

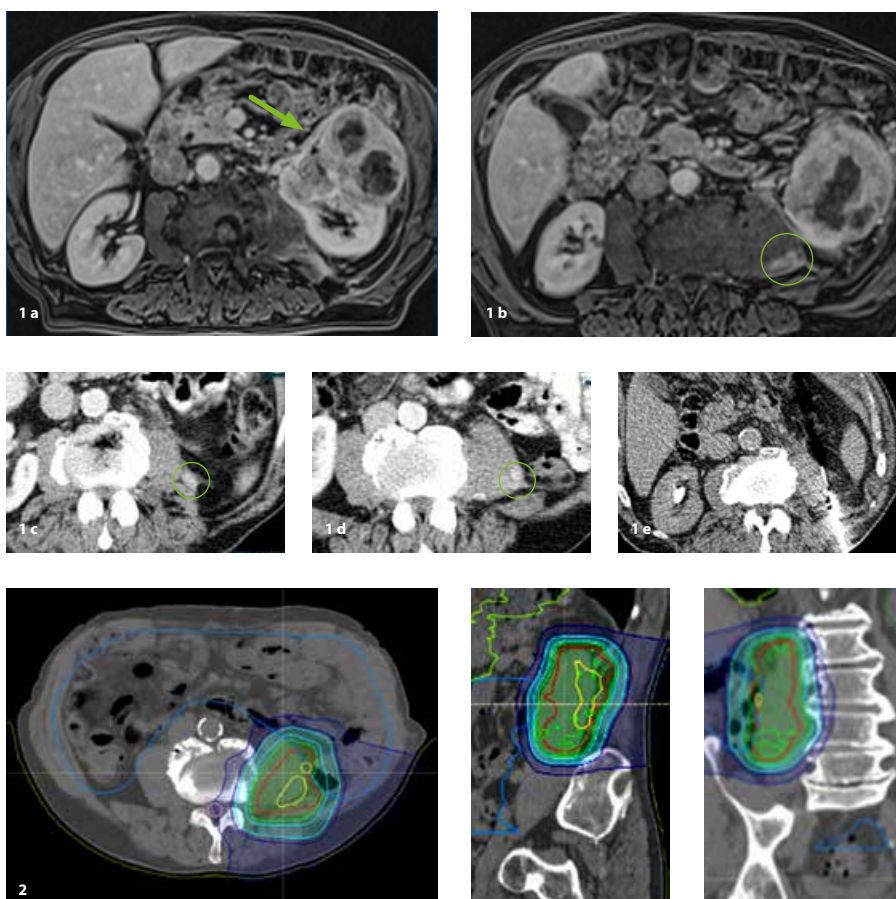
Die Bestrahlung kann prä-, intra- oder postoperativ erfolgen. Alternativ zur externen, perkutanen Therapie kann eine Brachytherapie durchgeführt werden. Seit 1982, als Rosenberg et al. eine mit einer Amputation vergleichbare lokale und systemische Tumorkontrollrate nach Extremität erhaltender Resektion mit adjuvanter Strahlentherapie demonstrierten, gilt die Strahlentherapie als etablierte Zusatztherapie zu

chirurgischen Resektionen [5]. Bei der adjuvanten Strahlentherapie umfasst das Bestrahlungsfeld die ehemalige Tumorkontrolle und das gesamte chirurgisch eröffnete Tumorbett mit einem zusätzlichen Sicherheitsabstand. Die Bestrahlung erfolgt in der Regel von außen (Teletherapie, „external beam radiotherapy“, EBRT) und mit kleiner Einzeldosis (Fraktionen) über fünf bis sechs Wochen. Die Fraktionierung der Dosis verringert das Risiko von späten Schäden am gesunden Gewebe. Kontrovers wird weiter darüber diskutiert, ob eine prä- oder postoperative Strahlentherapie angewendet werden sollte und wie das Zeitintervall zwischen Resektion und adjuvanter Bestrahlung oder Abschluss der neoadjuvanten Strahlentherapie und Operation die Tumorkontrolle und Komplikationsraten beeinflusst. Vorteil bei der präoperativen Strahlentherapie ist das intakte Gewebe und die im Vergleich zur postoperativen Situation ungestörte Sauerstoffversorgung des Gewebes. Zusätzlich ist die Abgrenzung des Tumors bei intaktem Gewebe deutlich besser möglich, wodurch die zytotoxische Wirkung verstärkt wird. Darüber hinaus wird durch die Bereitstellung kleinerer, kumulativer, aber vergleichbar wirksamer Dosen und Behandlungsfelder die Zielabgrenzung verbessert und weniger normales Gewebe einbezogen [6]. Von der neoadjuvanten Strahlentherapie wird eine induzierte Regression und Verringerung des Tumorumfanges erwartet und die Bildung einer zellulären Pseudokapsel induziert. Es wird erwartet, dass dies insbesondere bei großen Tumoren in der Nähe kritischer neurovaskulärer Strukturen die Operation erleichtern kann, das Risiko einer Aus-

breitung von Tumorzellen während der chirurgischen Manipulation verringert wird und therapiebedingte Funktionsdefizite geringer sind [7]. Diese Vorteile sowie der chirurgische und onkologische Nutzen müssen jedoch gegen eine erhöhte Rate an postoperativen Wundkomplikationen oder -infekten, insbesondere bei komplexen Rekonstruktionen mit orthopädischen Implantaten und/oder Gefäßrekonstruktionen, abgewogen werden [8].

### Intraoperative Strahlentherapie (IORT)

Als weitere vielversprechende Möglichkeit kann eine intraoperative Strahlentherapie (IORT) durchgeführt werden. Bei der IORT wird eine hohe Einzeldosisbestrahlung während der Operation direkt nach der Entfernung des Tumors gezielt im OP-Situs auf das „Tumorbett“ angewendet. Unter Sicht und Verlagerung strahlenempfindlicher Strukturen aus dem Bestrahlungsfeld kann eine präzise Bestrahlung gewährleistet werden. Infolge moderner, teilweise fahrbarer oder tragbarer Geräte hat sich das Einsatzspektrum der IORT in den letzten Jahren erheblich erweitert. Im OP-Zentrum Haus 32 der Universitätsklinik Dresden wurde 2024 eine IORT-Anlage implementiert, sodass zunehmend bei chirurgischen Eingriffen lokal fortgeschrittener oder rezidivierender Sarkome in Anwesenheit eines Strahlentherapeuten und Medizinphysikers eine optimierte Lokalthherapie direkt nach Entfernung des Tumors bereits intraoperativ möglich ist. Weitere Anwendungsgebiete (Mammakarzinom, kolorektales Karzinom, Pankreaskarzinom, Magenkarzinom, Tumoren im Kopf-Hals-Bereich sowie im zentralen Nervensystem und der Wirbelsäule)



**Abb. 1 a, b:** 86-jähriger, männlicher Patient mit dedifferenziertem Liposarkom mit zur Erstvorstellung UKD Z. n. externer lumbaler Tumornephrektomie links. Bereits in der initialen MRT Nachweis einer Tumordinfiltration des M. psoas links, welcher in der externen Resektion nicht berücksichtigt wurde.

**Abb. 1 c, d, e:** in der postoperativen CT Nachweis von multilokulären Tumorresten im M. psoas. CT gestützte Biopsie mit Nachweis von einem residuellen Tumor (e).

**Abb. 2:** Planung und Durchführung einer neoadjuvanten Bestrahlung mit 50 Gy fraktioniert.

werden beschrieben [9]. Mittlerweile gibt es für diese Anwendungsgebiete multizentrische Phase-III-Studien, wodurch die Methode zunehmend in Leitlinien aufgenommen wird [9]. Vorteile eine IORT sind:

- präzise Lokalisierung des „Tumorbetts“ und gezielte Abgabe von Hochdosisstrahlung direkt ins „Tumorbett“
- minimale Exposition des strahlenempfindlichen, normalen Gewebes, welches vom Tumorbett weggelagert und vor Strahlung geschützt wird
- bei vorbestrahltem Rezidiv ergibt sich die Möglichkeit für eine erneute Bestrahlung

Die IORT wird zur Optimierung des therapeutischen Verhältnisses idealerweise mit einer externen Bestrahlung (neoadjuvant/adjutant) kombiniert.

#### Etablierte Indikationen sind:

- Ergänzung der neoadjuvanten/adjutanten Teletherapie bei retroperitonealen Sarkomen
- Applikation der Dosiserhöhung (sog. „Boost“) bei gelenknahen Sarkomen, bei denen postoperativ suffiziente Strahlendosen sonst nicht erreicht werden können
- fortgeschrittene Sarkome, bei denen onkologisch suffiziente Resektionsränder ohne verstümmelnde Eingriffe

nicht möglich sind, aber ein Funktionserhalt möglich erscheint

- vorbestrahlte rezidierte Sarkome, bei denen mit erneuter hochdosierter Teletherapie das Risiko für radiogene Komplikationen zu hoch erscheint und eine Teletherapie mit IORT kombiniert wird

Neuere Studien zur IORT zeigen hervorragende lokale Kontrollraten und funktionelle Ergebnisse, die mit denen alleiniger EBRT vergleichbar sind, obwohl ein höherer Anteil an Tumoren mit ungünstigen Faktoren eingeschlossen wurde [9, 10]. Extremitäterhaltende Verfahren sind in Kombination mit





**Abb. 3:** Set-up IORT-Gerät ohne Patient



**Abb. 4:** Nachresektion im Sinne einer retroperitonealen Kompartimentresektion mit Resektion kompletter retroperitonealer Fettkörper links, Arteria und Vena renalis links, Ureter distal, Musculus psoas/ quadratus lumborum partiell, Resektion Knoten dorsal des Pankreasschwanzes, Hemikolektomie links. Intraoperative Bestrahlung (IORT) mit 12 Gy. Abb. 4a: Set-up IORT-Gerät intraoperativ, Abb. 4b: Blickrichtung des Strahlengangs durch den aufgesetzten Strahlentrichter auf den Musculus psoas.



IORT bei rezidivierenden Erkrankungen ggf. noch besser möglich. Die Komplikationen wie Neuropathie, Kontrakturen und Lymphödeme sind gering und unterschieden sich nicht wesentlich von denen bei alleiniger EBRT [9]. Weichteilsarkome im Retroperitoneum sind aufgrund ihrer Größe, des fortgeschrittenen Stadiums und der Lage in der Nähe von kritischen Strukturen wie Aorta und Wirbelsäule gelegentlich nur mit knappen Resektionsrändern zu entfernen. Daher wird die Chirurgie in solchen Fällen ggf. mit einer Strahlentherapie kombiniert, um die lokale Tumorkontrolle zu verbessern. Die Nähe zu gesunden Organen und neurovaskulären Strukturen

erschwert jedoch die Verabreichung therapeutischer Dosen einer adjuvanten EBRT, was gerade bei hohen Dosen zu höheren gastrointestinalen Komplikationsraten führen kann. Die neoadjuvante Bestrahlung kombiniert mit IORT wird aufgrund kleinerer Volumina und geringerer Komplikationsrate favorisiert. Häufige Komplikationen sind gastrointestinale Toxizität, Neuropathien und Harnleiterstenosen, deren Häufigkeit zwischen zehn und 35 Prozent liegt [10]. Gerade die Vorbereitung und genaue zeitliche Absprache erfordern eine enge Kommunikation zwischen den beteiligten Disziplinen, um eine erfolgreiche Tumorthherapie zu gewährleisten.

Der Fall Abb. 1 bis 4 zeigt ein Beispiel der hervorragenden interdisziplinären Interaktion am Standort Sarkomzentrum Dresden. Ein 86-jähriger Patient mit Resttumor/Rezidiv eines retroperitonealen Sarkoms am M. psoas links. Es erfolgte eine neoadjuvante Vorbestrahlung mit Protonen 04/2024-05/2025 sowie intraoperative Bestrahlung zur Resektion. ■

## KONTAKT

für Einweiser und Patienten:  
Universitätsklinikum Dresden  
Interdisziplinäre Onkologische Ambulanz  
des NCT/UCC Dresden  
Telefon: 0351 458-4500  
patientenanfrage.nct-ucc@ukdd.de  
www.nct-dresden.de

## LITERATUR

1. Lahat G, Lazar A, Lev D. Sarcoma epidemiology and etiology: potential environmental and genetic factors. *Surg Clin North Am.* 2008;88(3):451-v. doi:10.1016/j.suc.2008.03.006.
2. Soomers et al.. The sarcoma diagnostic interval: A systematic review on length, contributing factors and patient outcomes. *ESMO Open.* 2020;5:e000592.
3. Stricker E, Reed DR, Schabath MB et al.. Trends in Overall Survival among Patients Treated for Sarcoma at a Large Tertiary Cancer Center between 1986 and 2014. *Cancers* 2023, 15, 514. <https://doi.org/10.3390/cancers15020514>
4. SJ Strauss, AM Frezza, N Abecassis et al.. Bone sarcomas: ESMO-EURACAN-GENTURIS-ERN PaedCan Clinical Practice Guideline for diagnosis, treatment and follow-up. *Ann Oncol.* 2021 Dec;32(12):1520-1536. doi: 10.1016/j.annonc.2021.08.1995. Epub 2021 Sep 6
5. Rosenberg SA, Tepper J, Glatstein E, et al. The treatment of soft-tissue sarcomas of the extremities: prospective randomized evaluations of (1) limb-sparing surgery plus radiation therapy compared with amputation and (2) the role of adjuvant chemotherapy. *Ann Surg.* 1982;196(3):305-315. doi:10.1097/0000658-198209000-00009
6. Hoeffkens F, Dehandschutter C, Somville J et al.. Soft tissue sarcoma of the extremities: pending questions on surgery and radiotherapy. *Radiat Oncol.* 2016 Oct 12;11(1):136. doi: 10.1186/s13014-016-0668-9. PMID: 27733179; PMCID: PMC5062836.
7. Sampath S, Schultheiss TE, Hitchcock YJ, et al.. Preoperative versus postoperative radiotherapy in soft-tissue sarcoma: multi-institutional analysis of 821 patients. *Int J Radiat Oncol Biol Phys.* 2011;81(2):498-505. doi:10.1016/j.ijrobp.2010.06.034.
8. Callaghan CM, Hasibuzzaman MM, Rodman SN, et al. Neoadjuvant Radiotherapy-Related Wound Morbidity in Soft Tissue Sarcoma: Perspectives for Radioprotective Agents. *Cancers (Basel).* 2020;12(8):2258. Published 2020 Aug 12. doi:10.3390/cancers12082258.
9. A Pilar, M Gupta, SG Laskar et al.. Intraoperative radiotherapy: review of techniques and results. 2017 Jun 29;11:750. doi: 10.3332/ecancer.2017.750. eCollection 2017.
10. K Joehle, E Gkika, AL Grosu et al. Intraoperative radiotherapy-Indications and options in visceral surgery. *Chirurg.* 2020 Sep;91(9):743-754. doi: 10.1007/s00104-020-01179-7.

# Die Lebensqualität von Sarkompatienten

## Ausgewählte Resultate der bundesweiten PROSa-Studie

Martin Eichler  
Nationales Centrum für Tumorerkrankungen (NCT/UCC) Dresden

### Einleitung

Die systematische Erfassung der gesundheitsbezogenen Lebensqualität (Health-Related Quality of Life; HRQoL) und weiterer Patientenselbsteinschätzungen (Patient Reported Outcomes; PROs) hat in den letzten Jahrzehnten zunehmend an Bedeutung gewonnen. Die U. S. Food and Drug Administration (FDA) definiert PROs als „Messung des Gesundheitszustands der Patientinnen und Patienten, der auf Angaben beruht, welche direkt von ihnen selbst stammen, ohne dass diese von einem Arzt oder einer anderen Person geändert oder interpretiert wurden.“ [1]. Zur Erhebung von PROs werden standardisierte und validierte Fragebögen (Patient-Reported Outcome Measurements; PROMs) verwendet. Als eigene Klasse medizinischer Daten sind PROs überall dann einsetzbar, wenn Patientinnen und Patienten in der Lage sind, kompetent Aussagen über ihre Gesundheit zu treffen.

Bis weit in die 2010er-Jahre hinein existierten nur wenige Untersuchungen zur HRQoL bei Sarkomen. Durchgeführte Studien schlossen häufig nur eine geringe Anzahl an Erkrankten ein [2] und konzentrierten sich auf bestimmte Lokalisationen und Subgruppen. Aus diesem Grund wurde am NCT/UCC Dresden in den Jahren 2017 bis 2020 eine Studie initiiert, die diese Forschungslücke schließen sollte.

Die PROSa-Studie (Krankheitslast und Versorgungssituation bei Sarkomen: eine nationale Studie zu Einflussfaktoren patientenberichteter Krankheitsfolgen bei Menschen mit Sarkomerkrankungen) war eine multizentrische, prospektive Beobachtungsstudie. Erwachsene Sarkom-

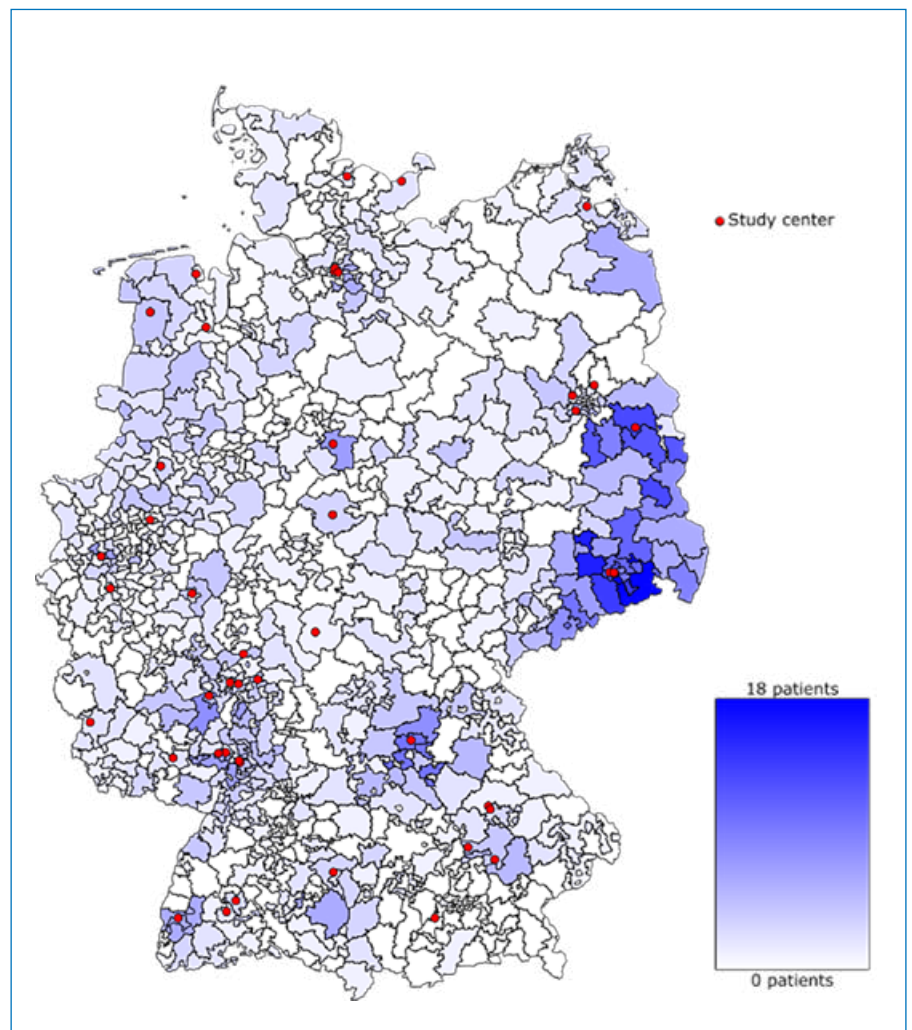


Abb. 1: Studienzentren und regionale Verteilung der Studienpatientinnen und Patienten [4].

patientinnen und -patienten jeglicher Entität und aller Krankheitsstadien wurden innerhalb eines Jahres zu drei Zeitpunkten befragt. Der Patientenrekrutierung voraus ging eine intensive Vernetzungsarbeit, sodass die Studie in insgesamt 39 Studienzentren in Deutschland durchgeführt werden konnte (22 Krankenhäuser der Maximalversorgung, neun Krankenhäuser der Basis- und Spezialversorgung, acht onkologische Schwerpunktpraxen).

Ziel der Studie war es, die HRQoL und weitere PROs in Bezug auf die Krankheits- und Versorgungssituation zu erheben. Insgesamt kamen 16 validierte Fragebögen teils mehrfach zum Einsatz. Dementsprechend lang war die Liste an einzelnen Forschungsfragen. Stand Sommer 2024 konnten 16 wissenschaftliche Publikationen veröffentlicht werden [3–18]. Im Folgenden werden einige der wichtigsten Ergebnisse vorgestellt.

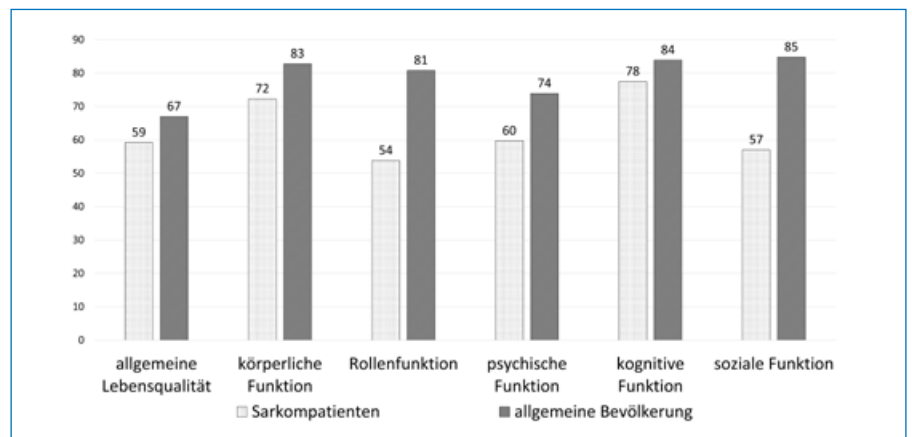
## Deskription

1.309 Personen erklärten ihre Bereitschaft, an der Studie teilzunehmen, von 1.113 lagen ausgefüllte Fragebögen vor. Damit ist PROSa bis heute eine der weltweit größten Studien in diesem Bereich. Im Vergleich zu Referenzdaten der deutschen Krebsregister [19], waren die eingeschlossenen Sarkomkranken deutlich jünger (54,1 vs. 67,5 Jahre). Auch nahmen etwas weniger Frauen an PROSa teil als erwartet (47,3 vs. 50,0 Prozent). 80 Prozent der Teilnehmenden kamen aus Einrichtungen, die mehr als 100 Sarkomfälle pro Jahr behandelten. Dies repräsentierte nicht die Realität der Sarkombehandlung in Deutschland. Hier zeigte sich beispielhaft die generelle Schwierigkeit, in kleineren Zentren Studien durchzuführen. Regional wurde hingegen eine gute Abdeckung erreicht (Abb. 1).

Darüber hinaus zeigen die deskriptiven Daten, dass Patientinnen und Patienten aus allen histologischen Sarkomsubtypen, Tumorlokalisationen und Krankheitsstadien rekrutiert werden konnten [4, 18].

## Die Lebensqualität

Die HRQoL wurde in zwei Veröffentlichungen dargestellt [7,18]. Im alters- und geschlechtsstandardisierten Vergleich mit einer deutschen Referenzstichprobe [20] zeigten sich dabei in allen Lebensqualitätsskalen signifikante Unterschiede. Große Unterschiede (bewertet nach den Referenzwerten von K. Cocks et al. und bewertet hinsichtlich klinischer Relevanz [21]) wurden für die Rollenfunktion (27 Punkte auf einer Skala von 0 bis 100) und die soziale Funktion (27,8 Punkte) festgestellt. Mittlere Unterschiede wurden bei den finanziellen



**Abb. 2:** Vergleich der Lebensqualität (Funktionsskalen) von Sarkompatienten mit einer deutschen Referenzpopulation. Verwendet wurde der Fragebogen EORTC-QLQ-C30. Die Skalen reichen von 0 (größte Einschränkung) bis 100 (keine Einschränkung). [18]

Schwierigkeiten (15,7 Punkte) und der emotionalen Funktionsfähigkeit (14,2 Punkte) gemessen (Abb. 2).

Deutliche Belastungen zeigten sich auch, wenn man die Skalen in Bezug auf vorhandene Grenzwerte für klinische Bedeutsamkeit [22] bewertet. In Bezug auf die körperliche Funktionsfähigkeit gaben 60 Prozent der Patientinnen und Patienten überschwellige Werte an, in Bezug auf die emotionale Funktionsfähigkeit 63 Prozent. Auch bei der Rollenfunktion sowie den Symptomen Fatigue und Schmerzen überschritten mehr als 50 Prozent die Grenzwerte für klinische Bedeutsamkeit.

Wichtige mit der Lebensqualität assoziierte Faktoren fanden sich u. a. im Bereich der Sozioökonomie. Frauen waren in vielen Bereichen stärker belastet als Männer. Beobachtet wurde zudem eine größere Belastung von Menschen mit einem geringeren sozioökonomischen Status. Menschen, die eine Altersrente erhielten, waren im Vergleich zu berufstätigen Personen geringer belastet.

Es ist möglich, dass durch den Wegfall beruflicher Anforderungen mentale und physische Kapazitäten freigesetzt werden, die letztlich einen positiven Effekt auf verschiedene HRQoL-Domänen besitzen. Auch waren 55- bis 65-Jährige (neben denen  $\geq 75$  Jahre) am stärksten eingeschränkt. Dies impliziert, dass das Erreichen des Rentenalters mit einer Verbesserung verschiedener Lebensqualitätsskalen einhergeht.

In Bezug auf den Tumortyp waren Knochensarkompatientinnen und -patienten am stärksten beeinträchtigt. Davon waren diejenigen mit Tumoren der unteren Extremitäten am stärksten, solche mit Tumoren der oberen Extremitäten am geringsten belastet. Zudem wiesen Erkrankte, die ausschließlich operativ behandelt wurden, die geringsten Einschränkungen hinsichtlich funktioneller Beeinträchtigungen und Symptomlast auf.

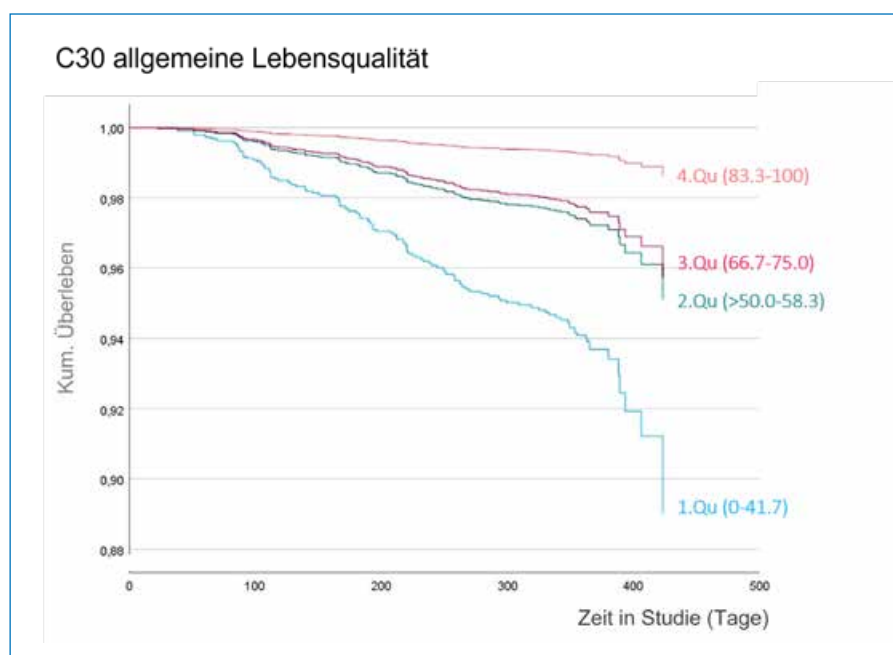
Für die allgemeine Lebensqualität („Wie geht es Ihnen?“) wurde bereits ein halbes Jahr nach der Behandlung eine positive

Veränderung beobachtet. Klinisch relevante Verbesserungen in der Rollenfunktion und bei Fatiguesymptomen zeigten sich jedoch erst zwei bzw. fünf Jahre nach der Behandlung. Bei Schmerzen gab es im Laufe der Zeit keine signifikanten Änderungen. Auch die körperliche Funktionsfähigkeit verbesserte sich nicht in klinisch relevantem Maße. Hier besteht also eventuell Bedarf, Rehabilitation und Nachsorge zu optimieren.

### Emotionale Belastungen

Emotionale Belastungen wie Angst und Depression treten bei Sarkompatienten häufig auf [5, 6]. Die Analysen zeigten eine erhöhte emotionale Belastung bei mehr als 25 Prozent der Befragten, an Weichteilsarkom- und GIST-Erkrankten. 17 Prozent der Befragten hatten Anzeichen einer Angststörung und fast 20 Prozent litten an einer depressiven Störung; dieser Wert ist etwa 2,5-mal höher als die Prävalenz von depressiven Störungen in der deutschen Allgemeinbevölkerung im Jahr 2013 [23].

Eine erhöhte emotionale Belastung trat vor allem im sozioökonomischen Bereich auf. Relativ am wenigsten belastet waren Personen zwischen 65 und 75 Jahren. Arbeitslose sowie Personen, die eine Erwerbsminderungsrente erhielten, waren deutlich anfälliger als arbeitende Teilnehmende. Auch eine Krankschreibung und ein Schwerbehindertenausweis wurden mit erhöhten Belastungen assoziiert. Je länger die Diagnose zurücklag, desto geringer wurde das Risiko einer überschweligen Belastung. Patientinnen und Patienten mit einer fortgeschrittenen Erkrankung waren – erwartungsgemäß – häufig emotionalen Belastungen ausgesetzt.



**Abb. 1:** Ergebnisse der multivariablen Cox-Regression. Gezeigt werden die Überlebenskurven stratifiziert nach der allgemeinen Lebensqualität. Dazu wurde die Population in vier Quartilen aufgeteilt (1. Quartil: General Health 0–41,7 Punkte, 2. Quartil General Health >50–58, Punkte, 3. Quartil General Health 66,7–75,0 Punkte, 4. Quartil General Health 83,3–100 Punkte). N=1102. Ereignisse= 126. Variablen im Modell: Geschlecht, Alter bei Studienbeginn, Beschäftigungsstatus bei Studienbeginn, Schulbildung, Sarkomtyp, Ort des Tumors, Grading bei Diagnose, Tumorgröße bei Diagnose, Zeit seit Diagnose, Tumorrezidiv bis Studieneinschluss, Metastasierung bis Studieneinschluss, Krankheitsstatus bei Studieneinschluss, Komorbiditäten, erhaltene Behandlungen (Operation, Chemotherapie, Strahlentherapie) bis Studienbeginn. (Qu: Quartil)

### Finanzielle Belastungen

45 Prozent der Befragten berichteten von subjektiv empfundenen finanziellen Belastungen (im Englischen häufig als financial toxicity bezeichnet [3]). Damit hatten die Betroffenen im Vergleich zu einer alters- und geschlechtsabgeglichenen Normpopulation [20] eine 2,5-mal höhere Wahrscheinlichkeit, über finanzielle Schwierigkeiten zu berichten. Besonders gefährdet für finanzielle Toxizität waren Kranke, die arbeitslos waren, eine Erwerbsminderungsrente bezogen oder einen Schwerbehindertenausweis hatten.

### Die Lebensqualität als Prädiktor des Überlebens

Die Frage ob und in welchem Maße die gesundheitsbezogene Lebensqualität ein unabhängiger prognostischer Faktor des Überlebens ist, wird seit geraumer Zeit in der Forschung diskutiert [24–26]. Sie berührt direkt die Frage, inwiefern die Aussagen von Patientinnen und Patienten über ihr gesundheitliches Befinden kompetente Urteile darstellen oder nicht.

Für an einem Sarkom Erkrankte existierten zu dieser Fragestellung keine Untersuchungen. Im Vordergrund der Analyse

standen dabei die Hypothesen, dass die globale Gesundheit, der C30-Gesamtscore, körperliche Funktionsfähigkeit, Appetitverlust, Müdigkeit und Schmerzen signifikant mit dem Gesamtüberleben bei Sarkompatientinnen und -patienten assoziiert sind [11].

Insgesamt 1.102 Teilnehmende konnten in die Analyse eingeschlossen werden. Von diesen verstarben 126 bis zum Studienende, weitere 28 mussten zensiert werden. Die Ergebnisse zeigen, dass alle angenommenen HRQoL-Domänen ein unabhängiger, statistisch signifikanter, prognostischer Faktor für das Überleben bei Sarkompatientinnen und -patienten sind. Besonders eindrucksvoll waren die Ergebnisse bei der allgemeinen Lebensqualität (Abb. 3). Darüber hinaus zeigten sich signifikante Assoziationen zwischen dem Überleben und verschiedenen explorativ analysierten HRQoL-Domänen. Dyspnoe, Übelkeit/Erbrechen und soziale Funktionsfähigkeit wiesen signifikante Assoziationen auf, während Schlaflosigkeit und Diarrhoen nicht mit dem Überleben assoziiert waren.

### Schlussfolgerung

Die Ergebnisse von PROSa zeigen, dass Patientinnen und Patienten mit Sarkomen erheblichen physischen, emotionalen und finanziellen Belastungen ausgesetzt sind. Diese Belastungen variieren in einzelnen Risikogruppen deutlich und erfordern eine umfassende Betreuung, die sowohl medizinische als auch psychosoziale Unterstützung umfasst. Es ist wichtig, sich dieser Herausforderungen bewusst zu sein und entsprechende Maßnahmen zu ergreifen, um die Lebensqualität der Betroffenen zu verbessern. ■

## LITERATUR

1. U.S. Department of Health and Human Services FDA Center for Drug Evaluation and Research, U.S. Department of Health and Human Services FDA Center for Biologics Evaluation and Research, U.S. Department of Health and Human Services FDA Center for Devices and Radiological Health. Guidance for industry: patient-reported outcome measures: use in medical product development to support labeling claims: draft guidance. *Health Qual Life Outcomes*. 11. Oktober 2006;4(1):79.
2. Winnette R, Hess LM, Nicol SJ, Tai DF, Copley-Merriman C. The Patient Experience with Soft Tissue Sarcoma: A Systematic Review of the Literature. *The Patient*. April 2017;10(2):153–62.
3. Büttner M, Singer S, Hentschel L, Richter S, Hohenberger P, Kasper B, u. a. Financial toxicity in sarcoma patients and survivors in Germany: results from the multicenter PROSa study. *Support Care Cancer*. 1. Januar 2022;30(1):187–96.
4. Eichler M, Andreou D, Golcher H, Hentschel L, Richter S, Hohenberger P, u. a. Utilization of Interdisciplinary Tumor Boards for Sarcoma Care in Germany: Results from the PROSa Study. *Oncol Res Treat*. 2021;44(6):301–12.
5. Eichler M, Hentschel L, Singer S, Hornemann B, Hohenberger P, Kasper B, u. a. Distress in soft-tissue sarcoma and gastrointestinal stromal tumours patients—Results of a German multicentre observational study (PROSa). *Psychooncology*. 2022;31(10):1700–10.
6. Eichler M, Hentschel L, Singer S, Hornemann B, Hohenberger P, Kasper B, u. a. Psychische Verfassung und psychosoziale Versorgungssituation von Patienten mit Knochensarkomen: Resultate einer deutschen multizentrischen Beobachtungsstudie (PROSa). *Onkol*. Juli 2022;28(7):604–11.
7. Eichler M, Hentschel L, Singer S, Hornemann B, Richter S, Hofbauer C, u. a. Health related Quality of Life over time in German sarcoma patients. An analysis of associated factors - results of the PROSa study. *Front Endocrinol [Internet]*. 2023 [zitiert 31. August 2023];14. Verfügbar unter: <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fendo.2023.1166838>
8. Eichler M, Pink D, Menge F, Jakob J, Hentschel L, Richter S, u. a. Quality of life of GIST patients with and without current tyrosine kinase inhibitor treatment: Cross-sectional results of a German multicentre observational study (PROSa). *Eur J Cancer Care (Engl)*. 2021;30(6):e13484.
9. Eichler M, Richter S, Hohenberger P, Kasper B, Andreou D, Heidt V, u. a. Current State of Sarcoma Care in Germany: Results of an Online Survey of Physicians. *Oncol Res Treat*. 2019;42(11):589–98.
10. Eichler M, Schmitt J, Schuler MK. Duration and variation of the ethics approval process in Germany – an example from a non-interventional study with 44 participating centers. *Z Für Evidenz Fortbild Qual Im Gesundheitswesen*. 1. Oktober 2019;146:15–20.
11. Eichler M, Singer S, Hentschel L, Richter S, Hohenberger P, Kasper B, u. a. The association of Health-Related Quality of Life and 1-year-survival in sarcoma patients—results of a Nationwide Observational Study (PROSa). *Br J Cancer*. 20. Januar 2022;1–9.
12. Eichler M, Singer S, Hentschel L, Hornemann B, Hohenberger P, Kasper B, u. a. Die psychoonkologische Versorgungssituation von Patienten mit Weichteilsarkomen: Resultate einer deutschen multizentrischen Beobachtungsstudie (PROSa). *Onkol*. Februar 2023;29(2):147–54.

13. Jakob J, Hentschel L, Richter S, Kreisel I, Hohenberger P, Kasper B, u. a. Transferability of health-related quality of life data of large observational studies to clinical practice – comparing retroperitoneal sarcoma patients from the PROSa study to a TARPS-WG cohort. *Oncol Res Treat* [Internet]. 14. Juni 2022 [zitiert 17. Juni 2022]; Verfügbar unter: <https://www.karger.com/Article/FullText/525288>
14. Schoffer O, Roessler M, Datzmann T, Andreou D, Jakob J, Eichler M, u. a. Medical Care and Survival of Soft-Tissue and Bone Sarcoma Patients: Results and Methodological Aspects of a German Subnational Cohort Study Based on Administrative Healthcare Data. *Oncol Res Treat*. 2021;44(3):103–10.
15. Singer S, Semrau S, Golcher H, Fechner K, Kallies A, Bonilla SZ, u. a. The health-related quality of life of sarcoma patients treated with neoadjuvant versus adjuvant radiotherapy - Results of a multi-center observational study. *Radiother Oncol* [Internet]. 20. September 2023 [zitiert 22. September 2023];0(0). Verfügbar unter: [https://www.thegreenjournal.com/article/S0167-8140\(23\)89807-3/fulltext](https://www.thegreenjournal.com/article/S0167-8140(23)89807-3/fulltext)
16. Thomas B, Bigdeli AK, Nolte S, Gazyakan E, Harhaus L, Bischel O, u. a. The Therapeutic Role of Plastic and Reconstructive Surgery in the Interdisciplinary Treatment of Soft-Tissue Sarcomas in Germany—Cross-Sectional Results of a Prospective Nationwide Observational Study (PROSa). *Cancers*. Januar 2022;14(17):4312.
17. Zapata Bonilla SA, Fried M, Singer S, Hentschel L, Richter S, Hohenberger P, u. a. Working situation and burden of work limitations in sarcoma patients: results from the multi-center prospective PROSa study. *J Cancer Res Clin Oncol* [Internet]. 10. Januar 2023 [zitiert 11. Januar 2023]; Verfügbar unter: <https://doi.org/10.1007/s00432-022-04556-3>
18. Eichler M, Hentschel L, Richter S, Hohenberger P, Kasper B, Andreou D, u. a. The Health-Related Quality of Life of Sarcoma Patients and Survivors in Germany—Cross-Sectional Results of a Nationwide Observational Study (PROSa). *Cancers*. 30. November 2020;12(12):3590.
19. Rensing M, Wardelmann E, Hohenberger P, Jakob J, Kasper B, Emrich K, u. a. Strengthening health data on a rare and heterogeneous disease: sarcoma incidence and histological subtypes in Germany. *BMC Public Health*. 12.2018;18(1):235.
20. Nolte S, Liegl G, Petersen MA, Aaronson NK, Costantini A, Fayers PM, u. a. General population normative data for the EORTC QLQ-C30 health-related quality of life questionnaire based on 15,386 persons across 13 European countries, Canada and the United States. *Eur J Cancer*. 1. Januar 2019;107:153–63.
21. Cocks K, King MT, Velikova G, Martyn St-James M, Fayers PM, Brown JM. Evidence-Based Guidelines for Determination of Sample Size and Interpretation of the European Organisation for the Research and Treatment of Cancer Quality of Life Questionnaire Core 30. *J Clin Oncol*. 1. Januar 2011;29(1):89–96.
22. Giesinger JM, Loth FLC, Aaronson NK, Arraras JL, Caocci G, Efficace F, u. a. Thresholds for clinical importance were established to improve interpretation of the EORTC QLQ-C30 in clinical practice and research. *J Clin Epidemiol*. Februar 2020;118:1–8.
23. Busch MA, Maske UE, Ryl L, Schlack R, Hapke U. Prävalenz von depressiver Symptomatik und diagnostizierter Depression bei Erwachsenen in Deutschland: Ergebnisse der Studie zur Gesundheit Erwachsener in Deutschland (DEGS1). *Bundesgesundheitsblatt - Gesundheitsforschung - Gesundheitsschutz*. Mai 2013;56(5–6):733–9.
24. Efficace F, Collins GS, Cottone F, Giesinger JM, Sommer K, Anota A, u. a. Patient-Reported Outcomes as Independent Prognostic Factors for Survival in Oncology: Systematic Review and Meta-Analysis. *Value Health*. 1. Februar 2021;24(2):250–67.
25. Husson O, de Rooij BH, Kieffer J, Oerlemans S, Mols F, Aaronson NK, u. a. The EORTC QLQ-C30 Summary Score as Prognostic Factor for Survival of Patients with Cancer in the „Real-World“: Results from the Population-Based PROFILES Registry. *The Oncologist*. April 2020;25(4):e722–32.
26. Mierzynska J, Piccinin C, Pe M, Martinelli F, Gotay C, Coens C, u. a. Prognostic value of patient-reported outcomes from international randomised clinical trials on cancer: a systematic review. *Lancet Oncol*. Dezember 2019;20(12):e685–98.

## KONTAKT

Martin Eichler  
 Nationales Centrum für Tumorerkrankungen  
 (NCT/ UCC) Dresden  
[martin.eichler@ukdd.de](mailto:martin.eichler@ukdd.de)

# Fokus Zweitmeinung: Roboter-OP verhindert künstlichen Darmausgang

Nora Domschke  
Pressestelle Universitätsklinikum Dresden

**Uwe Seiferheld erkrankte an Darmkrebs und hatte sich nach erster ärztlicher Beratung auf ein Leben mit künstlichem Darmausgang eingestellt. Die Zweitmeinung von Prof. Jürgen Weitz am Universitätsklinikum Dresden ermöglichte ihm einen anderen Weg.**

Bei vielen komplexen Erkrankungen ist das Einholen einer Zweitmeinung sinnvoll. Häufig können Tumore oder Metastasen, die bereits als nicht operabel eingeschätzt wurden, durch entsprechende Expertinnen und Experten doch chirurgisch entfernt werden. Insbesondere auf dem Gebiet der Tumorerkrankungen und deren Metastasen oder Rezidive verfügt das Universitätsklinikum Dresden über eine große Expertise, denn alle für ein optimales Therapiekonzept notwendigen Fachdisziplinen sind am Universitätsklinikum und am Nationalen Centrum für Tumorerkrankungen (NCT/UCC) Dresden vorhanden. Wie wichtig die Behandlung in einem zertifizierten Zentrum für Patientinnen und Patienten ist, zeigt die Studie „Wirksamkeit der Versorgung in onkologischen Zentren“ aus dem vergangenen Jahr [Schoffer O, ... Schmitt J. WIZen-Studie, Krebs im Focus, 17. Aug, 2023, S.12–14]. Die Untersuchung weist nach, dass Krebspatientinnen und -patienten, die sich in zertifizierten Krebszentren erstbehandeln lassen, Vorteile im Gesamtüberleben haben. Diese Studie ermöglicht, medizinische Qualität messbar und sichtbar zu machen.

Prof. Jürgen Weitz, Direktor der Klinik für Viszeral-, Thorax- und Gefäßchirurgie, rät Krebspatientinnen und -patienten in jedem Fall zu einer Zweitmeinung, wenn sie unsicher sind, ob die von ihrer Ärztin



oder ihrem Arzt gewählte Therapie die richtige ist. „Dabei geht es um das eigene Leben und nicht darum, wie sich die primär beratenden Ärztinnen oder Ärzte fühlen.“ Ohne spezielle Kompetenzen sei es schwierig zu entscheiden, ob eine operative Tumorentfernung technisch möglich und prognostisch sinnvoll ist. Wollen sich Betroffene eine zweite Einschätzung einholen, sollten sie ihre Ärztin oder ihren Arzt darüber informieren und darum bitten, Berichte, Laborwerte sowie etwa die Ergebnisse von Röntgenuntersuchungen auszuhändigen.

Auf die große Expertise des Onkologischen Zentrums am Uniklinikum Dresden vertraute auch Uwe Seiferheld. Dem 58-jährigen Ottendorfer ist nicht anzumerken, dass er vor einigen Monaten gegen den Krebs kämpfte und mit einem künstlichen Darmausgang zurechtkommen musste. Das bleibt ihm künftig zum Glück erspart, denn er holte sich die

Meinung eines zweiten Arztes ein. Zuvor hatte sein Hausarzt bei einer Routineuntersuchung einige bedenkliche Werte festgestellt. Der Arzt schickte Uwe Seiferheld zur Darmspiegelung – nach knapp zehn Jahren war das die zweite Spiegelung in seinem Leben. Beim ersten Mal war alles unauffällig und auch dieses Mal hatte Uwe Seiferheld keinerlei Beschwerden, er fühlte sich komplett gesund.

Umso schockierender war die Diagnose: Darmkrebs. Der Tumor befand sich nur einen halben Zentimeter vor dem Darmausgang, was eine Operation schwierig machte. Dabei stehen die Heilungschancen bei Enddarmkrebs eigentlich gut, wenn der Tumor keine Metastasen entwickelt hat. Pro Jahr bekommen rund 60.000 Menschen in Deutschland diese Diagnose, der Tumor wird meistens operativ entfernt, wobei der Eingriff – wie bei Uwe Seiferheld – mitunter kompliziert ist, weil der Tumor so nah am After liegt.



Zunächst wurde Uwe Seiferheld in einem Krankenhaus in der Nähe seines Wohnortes behandelt. In einem Tumorboard wurde sein Fall von verschiedenen Fachbereichen begutachtet. Die Ärztinnen und Ärzte entschieden sich für eine Strahlen- und Chemotherapie, wodurch der Tumor verkleinert und anschließend operativ entfernt werden sollte. Der Tumor sprach auf die Kombinationstherapie an und war am Ende verkleinert. Vor der Operation informierte der Arzt Uwe Seiferheld darüber, dass er künftig dauerhaft mit einem künstlichen Darmausgang leben müsse. „Das war der nächste Schock für mich“, erinnert er sich. Dennoch kann die komplette Entfernung des Enddarms unvermeidbar sein, wenn eine komplette Tumorentfernung nicht ohne funktionelle Beeinträchtigung oder Entfernung des analen Schließmuskels möglich ist. In diesem Fall kann der Stuhlgang nicht mehr kontrolliert werden und muss endgültig über eine Öffnung in der Bauchdecke in einen Auffangbeutel ausgeleitet werden. „Das war für mich unvorstellbar“, erzählt Uwe Seiferheld.

Gab es wirklich keine andere Lösung? Das wollte sich Uwe Seiferheld zumindest von einem zweiten Experten bestätigen lassen. Im für Darmkrebs zertifizierten Viszeralonkologischen Zentrum am Universitätsklinikum Dresden begutachtete Prof. Jürgen Weitz seinen Fall, veranlasste zunächst ein zweites Tumorboard und riet ihm zu einem operativen Eingriff mit einem OP-Roboter. „Bei der Operation eines derart tief gelegenen Enddarmtumors ist es nötig, so präzise wie möglich zu schneiden. Deshalb kommt regelmäßig einer unserer DaVinci-Roboter zum Einsatz“, erklärt

Prof. Weitz. Mehr als 120 Darmkrebsoperationen werden am Uniklinikum Dresden jährlich vorgenommen. „Umfangreiche Studien belegen, dass diese Technologie bei Operationen im Enddarmbereich die beste Wahl ist.“ Sie ist schonend für Patientinnen und Patienten, zugleich aber eben auch sehr genau. „Die Herausforderung bei Enddarmkrebs ist, den Tumor komplett zu entfernen, gleichzeitig aber den Schließmuskel zu erhalten und die umliegenden Nerven nicht zu verletzen.“ Komplikationen treten nur äußerst selten auf, betont der Experte.

Uwe Seiferheld ließ den Eingriff mit dem OP-Roboter vornehmen und ist heute sehr glücklich über diese Entscheidung. Um einen vorübergehenden künstlichen Darmausgang kam er allerdings nicht herum. Dies war nötig, damit die OP-Wunde gut verheilt. Letztlich kam Uwe Seiferheld aber besser damit zurecht als gedacht. „Ich konnte sogar Sport machen“, berichtet er. Nach drei Monaten wurde der Darm wieder zurückgelegt, inzwischen lebt Uwe Seiferheld wieder komplett ohne Einschränkungen. „Ich bin sehr froh, dass ich den Weg gegangen bin“, sagt er. „Ich kann das Einholen einer Zweitmeinung allen empfehlen, die unsicher über ihre Behandlung sind oder über weitere Möglichkeiten informiert sein wollen.“ ■

## KONTAKT

Prof. Dr. med. Jürgen Weitz, MSc  
Klinik und Poliklinik für Viszeral, Thorax-  
und Gefäßchirurgie  
jurgen.weitz@ukdd.de  
ukdd.de/vtg

# Mikro-/Nanoroboter für die Tumorthherapie

Jyothi Kumari Mariyanna<sup>1,2</sup>, Felix Fischer<sup>1,3</sup>, Meng Zhang<sup>1</sup>, Tian Qiu<sup>1,2,4</sup>

<sup>1</sup> Abteilung Smart Technologies für die Tumorthherapie, Deutsches Krebsforschungszentrum (DKFZ) Dresden

<sup>2</sup> Medizinische Fakultät Carl Gustav Carus, Technische Universität Dresden

<sup>3</sup> Fakultät für Ingenieurwissenschaften, Universität Heidelberg

<sup>4</sup> Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik, Technische Universität Dresden

Die effiziente Verabreichung von Medikamenten stellt eine große Herausforderung für die wirksame Behandlung von Krebs dar. Herkömmliche Verabreichungsmethoden weisen auf dem langen Weg im Blutkreislauf bis zu den Tumorzellen aufgrund verschiedener biologischer Barrieren eine sehr geringe Effizienz (<1 Prozent) auf [1]. Sie führen zu systemischer Toxizität und begrenzten Wirkstoffkonzentrationen. Trotz der jüngsten Entwicklung passiver Nano-Carrier [2] wird ihr Potenzial häufig durch eine unzureichende Gewebepenetration untergraben.

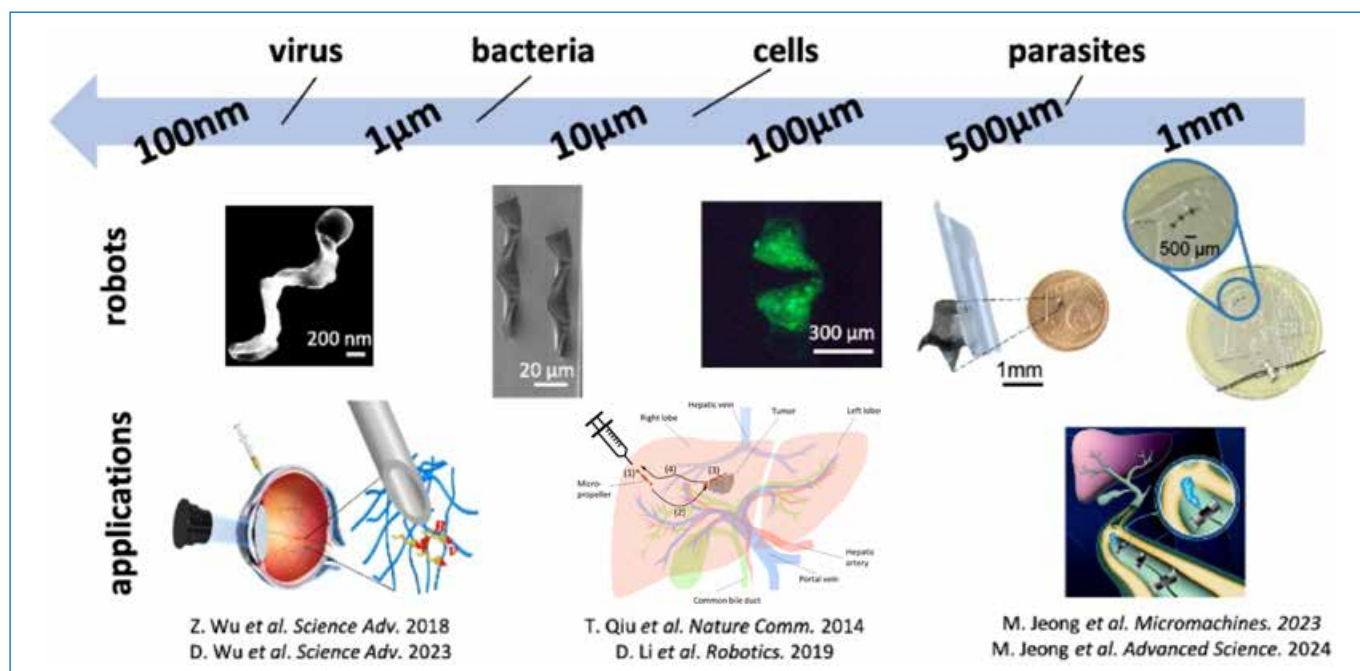
Aktive Mikro-/Nanoroboter bieten eine einzigartige Chance, diese Herausforderung anzugehen. Die Vision ist, dass

selbstangetriebene Mikro-/Nanovehikel im menschlichen Körper navigiert werden und in dichtes Tumorgewebe eindringen, um die Aufnahme von Medikamenten zu verbessern und die Wirksamkeit von Tumorthérapien zu erhöhen. Am DKFZ-Standort Dresden streben wir die ganzheitliche Integration von vier Schlüsselaspekten in ein intelligentes Mikrosystem an: Fortbewegung, Sensorik, Steuerung und biomedizinischer Transport.

## Fortbewegung durch viskoelastisches biologisches Gewebe

Ein Hindernis für die klinische Anwendung aktueller Mikro-/Nanoroboter ist der Mangel an effizienten Antriebs-

mechanismen, um echte biologische Medien zu durchdringen. Die meisten Mikro-/Nanoroboter können sich in Flüssigkeiten fortbewegen. Allerdings lassen sich die gleichen Antriebsmechanismen nicht ohne Weiteres auf viskoelastische Materialien übertragen, zu denen fast alle biologischen Medien gehören [3]. In der bisherigen Arbeit konnte die Forschungsgruppe Mikro-/Nanoroboter mit einer Größe von Hunderten von Nanometern bis hin zu einigen Millimetern entwickeln, um biologisches Gewebe zu durchdringen (Abb. 1). Beispielsweise wurden spiralförmige Nanoroboter mit einem Durchmesser von 500 nm entwickelt, die durch den



**Abb. 1:** Mikro- und Nanoroboter, die sich in biologischen Medien für medizinische Anwendungen fortbewegen können. (Roboter, links nach rechts) Nano-Helices mit magnetischem Kopf für Navigation durch weiche biologische Gewebe [4] (angepasst, CC BY-NC); Mikro-Helices; muschelförmiger Roboter für Fortbewegung in Flüssigkeiten [5] (angepasst, CC BY 4.0), Milli-Roboter zur Bewegung auf rutschigen biologischen Oberflächen [6] (angepasst, CC BY), Milli- und Mikroroboter zum Transport eines elektrischen Drahts für Elektrokauterisation [7] (angepasst, CC BY). (Anwendungen, links nach rechts) Injektion von Nano-Helices zum Transport von Medikamenten durch den Glaskörper des Auges [4]; Injektion von Mikro-Helices für Medikamententransport zu Tumoren [8] (angepasst, CC BY); Elektrokauterisation mittels eines Kollektivs von Millirobotern [7]. © DKFZ



**Abb. 2:** Drahtlose Echtzeitsensorik und Steuerung eines Miniaturroboters mittels Magnetfeldern. (links). Der Bewegungspfad in Form eines „R“ des Roboters wird durch unsere neue Lokalisierungsmethode SMOL gesteuert [9] (rechts). SMOL-Roboter auf Fingerkuppe [9]. © DKFZ

Glaskörper navigieren und die Makula-Region der Netzhaut präzise ansteuern können [4]. Muschelförmige Roboter können durch eine abwechselnde Öffnung und Schließung der beiden Schalen in biologischen Flüssigkeiten schwimmen [5]. Millimetergroße Roboter können auf rutschigen biologischen Oberflächen krabbeln, um Medikamente ins Gewebe zu injizieren [6] oder um ein Team zu bilden, das einen elektrischen Draht für eine endoskopische Elektrokauterisation transportiert [7]. Im ERC-Projekt (European Research Council) VIBEBOT entwickeln wir Mikroroboter, die sich kontrolliert in der Tiefe des Gehirns bewegen können, um gezielt Medikamente in schwer zugängliche Hirntumore einzubringen.

### Magnetische Lokalisierung von Mikrogeräten

Eine weitere Herausforderung für Mikroroboter in der klinischen Anwendung ist deren zuverlässige und

drahtlose Lokalisierung und Steuerung. Moderne bildgebende Verfahren wie Ultraschall, MRT und Fluoroskopie/CT haben Schwierigkeiten, die 3-D-Position und Orientierung von Mikrogeräten kontinuierlich, drahtlos und genau zu überwachen. Wir haben eine neuartige magnetische Lokalisierungsmethode „SMOL“ entwickelt, die auf der mechanischen Schwingung eines Miniaturmagneten im Roboter basiert [9]. Der Resonator erzeugt ein dynamisches Magnetfeld, das in Echtzeit drahtlos über Entfernungen von mehr als 10 cm mit einer Genauigkeit von 100 µm erfasst werden kann. Diese Technik wurde auf einen Miniroboter angewandt, der kabellos fortbewegt und ohne optisches Feedback gesteuert werden kann (Abb. 2).

Die Gruppe arbeitet eng mit UKD, NCT, OncoRay, HZDR und DKTK zusammen, um die entwickelten Roboter präklinisch zu testen, die Technologie zu validieren und zu optimieren. Die Mikro-/Nanorobotik wird einen neuen Ansatz für die aktive und gezielte Verabreichung von Therapeutika an Tumore bieten und damit die Präzisionsonkologie für die Medizin der Zukunft ermöglichen. ■

### KONTAKT

Prof. Dr. Tian Qiu  
Abteilungsleiter Smart Technologies  
für die Tumorthherapie  
Deutsches Krebsforschungszentrum  
Stiftung des öffentlichen Rechts  
Blasewitzer Str. 80  
01307 Dresden  
tian.qiu@dkfz.de

### REFERENCES

- [1] Briolay, T., et al. (2021): Delivery of cancer therapies by synthetic and bio-inspired nanovectors. *Mol Cancer*, 20, 55, <https://doi.org/10.1186/s12943-021-01346-2>
- [2] Eftekhari, A., et al. (2023): Natural and synthetic nanovectors for cancer therapy, *Nanotheranostics*, 7(3): 236–257, <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC10093418/>
- [3] Palagi, S., Fischer, P. (2018): Bioinspired micro-robots, *Nat Rev Mater* 3, 113–124, <https://doi.org/10.1038/s41578-018-0016-9>
- [4] Wu, Z., et al. (2018): A swarm of slippery micropellers penetrates the vitreous body of the eye, *Sci. Adv.* 4, eaat4388, <https://www.science.org/doi/10.1126/sciadv.aat4388>
- [5] Qiu, T., et al. (2014) : Swimming by reciprocal motion at low Reynolds number, *Nat Commun* 5, 5119, <https://doi.org/10.1038/ncomms6119>
- [6] Jeong, M., et al. (2023): A magnetic millirobot walks on slippery biological surfaces for targeted cargo delivery, *Micromachines*, 14(7), 1439, <https://www.mdpi.com/2072-666X/14/7/1439>
- [7] Jeong, M., et al. (2024): A convoy of magnetic millirobots transports endoscopic instruments for minimally-invasive surgery, *Adv. Sci.* 2024, 2308382, <https://doi.org/10.1002/adv.202308382>
- [8] Fischer, F., et al. (2024): Magneto-oscillatory localization for small-scale robots, *npj Robot* 2, 1, <https://doi.org/10.1038/s44182-024-00008-x>

# Wenn ich noch einmal wählen dürfte – gern Nuklearmedizin, gerne Dresden

Gespräch mit Prof. Dr. med. Jörg Kotzerke, Direktor der Klinik und Poliklinik für Nuklearmedizin am Universitätsklinikum Dresden

Anne-Stephanie Vetter, Hans-Detlev Saeger



© Uniklinikum Dresden/Michael Kretzschmar

**Prof. Dr. Jörg Kotzerke wurde 2002 auf die C4-Professur für Nuklearmedizin an der Medizinischen Fakultät der TU Dresden berufen und ist seitdem Direktor der Klinik und Poliklinik für Nuklearmedizin am Universitätsklinikum Dresden. Nach dem Studium der Humanmedizin an der Medizinischen Hochschule Hannover (MHH) folgten die Weiterbildung im Fachgebiet Nuklearmedizin und die Promotion. Als Facharzt wurde Jörg Kotzerke Oberarzt an der Abteilung Nuklearmedizin und spezielle Biophysik der MHH. 1991 habilitierte er im Fach Nuklearmedizin und wechselte 1995 als Sektionsleiter Kardiovaskuläre Nuklearmedizin an das Universitätsklinikum Ulm, wo er im Jahr 2000 zum Geschäftsführenden Oberarzt der Radiologischen Klinik ernannt wurde. 2007 bis 2022 wirkte er im Vorstand der Deutschen Gesellschaft für Nuklearmedizin (DGN), die er von 2010 bis 2015 als Präsident leitete. Ende 2024 wird Prof. Kotzerke nach langjähriger erfolgreicher Tätigkeit emeritiert.**

**Herr Kotzerke, vor 22 Jahren wurden Sie als Professor für Nuklearmedizin an die Medizinische Fakultät der TU Dresden berufen und gleichzeitig Klinikdirektor am Universitätsklinikum. Wenn Sie zurückblicken, wie zufrieden sind Sie mit dieser Zeit?**

Wenn ich noch einmal wählen dürfte, gern Nuklearmedizin, gerne Dresden – auch wenn es am Anfang eher eine

Notlage war. Dresden ist insgesamt sehr besonders, speziell auch von seinen wissenschaftlichen Möglichkeiten her. Da ist die Verbindung zum Helmholtz-Zentrum Dresden-Rossendorf, zum anderen die sehr gute Ausstattung, dank derer wir die PET-Diagnostik aufbauen und die Strahlenbiologie mit offenen Radionukliden etablieren konnten – zwei wesentliche Säulen meiner wissenschaftlichen Arbeit.

**Welche klinisch-wissenschaftlichen Schwerpunkte haben Sie in Ihrer Klinik etabliert?**

Wie gerade erwähnt, haben wir den PET-Bereich, also die sogenannte Positronen-Emissions-Tomographie und damit die bildgebenden Diagnoseverfahren ausgebaut und die Therapie mit offenen Radionukliden stark befördert. Eine Therapie, bei der die radioaktiven Strahler in das betroffene Organ beziehungsweise direkt an den zu bestrahlenden Tumor gebracht werden und nicht wie bei der perkutanen Strahlenbehandlung von außen auf den Körper einwirken. Zudem konnten wir die Alpha-Strahler-Therapie entwickeln und haben zahlreiche Industriekooperationen aufgebaut.

**Was ist das Besondere an den Alpha- im Gegensatz zu den Beta-Strahlern?**

Die Alpha-Strahler haben nur eine Reichweite von 100 Mikrometern, die aber lokal sehr intensiv wirken. Sie sind um den Faktor 1000 wirksamer als die Beta-Strahler, die eine Reichweite von einigen Millimetern haben. Weil man mit Alpha-Strahlern sehr gezielt gegen Krebszellen vorgeht und viel gesundes Gewebe schont, kann man mit ganz wenig Aktivität Erstaunliches bewirken. Insbesondere bei der Behandlung von Prostatakarzinomen und Knochenmetastasen ist diese Behandlung erfolgreich. Insgesamt gibt es in Deutschland fünf Standorte, die Alpha-Strahler anbieten. Dresden ist einer davon.

**Für Ihre wissenschaftliche Arbeit wurden Sie ausgezeichnet.**

Ja, 2017 wurde mir für besondere Verdienste zur Entwicklung der Nuklearmedizin, speziell für die Mikrodosimetrie, die Georg-von-Hevesy-Medaille von der Deutschen Gesellschaft für Nuklearme-

dizin verliehen. Das ist ein Bereich in der Nuklearmedizin, den nicht viele bearbeiten, der aber eine wichtige Basis für unsere Arbeit ist. Man kann mit Zellexperimenten vieles von dem nachstellen, was bei Krebserkrankungen auftritt.

### Wo ordnet sich der Standort Dresden heute in der Nuklearmedizin ein?

Ich würde sagen, wir haben eine ordentliche Schlagkraft erreicht. Uns fehlen zwar im Gegensatz zu Heidelberg und München die Mittel, eigene Geräte oder neue radioaktive Medikamente zu entwickeln. Aber wir sind sehr gut darin, Neues zu adaptieren und schnell an die Patientinnen und Patienten zu bringen.

### Kommen wir zurück zur Bildgebung. Diese hat sich in den letzten Jahrzehnten durch PET unglaublich verbessert.

Die rasante Entwicklung durch PET stammt aus den späten 90ern. Daran waren wir unter meinem damaligen Chef in Ulm wesentlich beteiligt. Dort gab es in jedem Bereich, also Unfallchirurgie, Lungenchirurgie, Frauenheilkunde, Spezialisten dafür. So konnten wir viele wissenschaftliche Untersuchungen zur Bildgebung im Zusammenhang mit spezifischen Tumoren machen.

### Der nächste große Schritt war die Kombination mit dem CT?

Ja, das war 2002. Dabei waren die Chirurgen an Bord und konnten unsere Informationen besser einordnen. Das CT als morphologisches Verfahren hat eine hohe Auflösung, es kann aber einer Läsion nicht ansehen, ob sie bösartig ist oder nicht. Deshalb wurden Nebenkriterien definiert wie Größe etc. Ein wichtiger Indikator für uns ist der Zuckerstoffwechsel, der bei malignen Erkrankungen erhöht ist. Wir

können den Zucker radioaktiv markieren und daran erkennen, ob der Tumor bösartig ist oder nicht. Außerdem sehen wir, ob es befallene Lymphknoten gibt, die so klein oder unspezifisch sind, dass sie im CT allein nicht erkannt werden. Mit Hilfe der kombinierten Bildgebung kann man dann entscheiden, welche Therapie – lokal, systemisch oder auch palliativ – die richtige ist. Den Erfolg kann man hinterher mit derselben Methode kontrollieren.

### Welche Bedeutung hat in diesem Zusammenhang die translationale Bildgebung?

Die translationale Bildgebung ermöglicht, Forschungsergebnisse von der Zelle und dem Tier auf menschliches Gewebe zu übertragen. Professor Matthias Miederer beschäftigt sich am NCT/UCC Dresden intensiv damit, wie translationale Bildgebung zur Unterstützung von Therapien und Operationen beitragen kann.

### Können Sie das etwas weiter ausführen?

Es ist eine vernünftige Überlegung, dass wir am NCT/UCC nicht nur Chirurgen, Internisten, Molekularbiologen und Informatiker brauchen, sondern auch eine Professur für Bildgebung. Prof. Miederer kann sich intensiv bestimmten Fragestellungen widmen, Anträge stellen und schreiben, zu denen wir im Klinikalltag einfach nicht kommen. Mit seiner gleichzeitigen Anstellung am Klinikum hat er Zugang zur Krankenversorgung, auch wenn er im Gegensatz zu uns nicht hauptsächlich am Krankenbett arbeitet. Ich finde es sehr wichtig, dass jemand nicht nur im Elfenbeinturm forscht, sondern in der Krankenversorgung angebunden ist, um zu verstehen, was mit Blick auf Abläufe und Therapiekonzepte wirklich notwendig ist.

### Er ergänzt damit Ihre Arbeit?

Ja, ich gebe Ihnen ein Beispiel: Eine Studie, bei der man neue Radiotracer erforscht, also Stoffe, die in der Nuklearmedizin zur Diagnostik eingesetzt werden, muss nach Arzneimittel- und Strahlenschutzgesetz durchgeführt und betreut werden. Das kostet. Unter 1,5 Millionen Euro geht es nicht los. Dieses Budget hat kein Kliniker zur Verfügung. Hier profitieren wir von der Zusammenarbeit.

### Welche Rolle spielt die Nuklearmedizin innerhalb des Universitätsklinikums?

Wir sind zwar eine eigenständige Klinik, aber normalerweise in einer unterstützenden Rolle. Nur bei den Schilddrüsen-Kranken haben wir das Verfahren allein in der Hand. Ansonsten betreut man gemeinsam mit der Chirurgie und der Inneren Medizin, beispielsweise bei den neuroendokrinen Tumoren und in der Urologie beim Prostatakarzinom. Anhand dieser Tumore sieht man, dass dieses Kooperationsprinzip einfach gut funktioniert. Wir können letztlich immer Angebote machen, auch an die Gynäkologie. Solange es Rezeptoren und Oberflächenproteine gibt, die wir adressieren können, solange ist die Nuklearmedizin im Spiel.

### Und wie spielen Nuklearmedizin und konventionelle Bestrahlung zusammen?

Die konventionelle Strahlentherapie bestrahlt normalerweise mit zwei Gray am Tag, innerhalb von zwei Minuten, fünfmal über sechs Wochen. Wir geben ein radioaktives Medikament, das dann eine gewisse Halbwertszeit hat, sodass zum Beispiel über drei Wochen eine kontinuierliche Bestrahlung mit einer Niedrigdosis stattfindet. Diese hat den Nachteil, dass zahlreiche Reparaturprozesse nebenbei ablaufen, weshalb die



Therapie manchmal weniger wirksam erscheint. Aber bei der externen Strahlentherapie kommen auch irgendwann Nebenwirkungen. Wir müssen immer eine Balance zwischen der Abtötung von Tumorgewebe und der Protektion des Normalgewebes finden. Deshalb hoffe ich, dass der gemeinsame Ansatz von externer Strahlentherapie und innerer Bestrahlung weiterverfolgt wird.

#### **Kommen wir noch einmal auf das HZDR und Ihre Kooperation zurück. Wie können wir uns die Zusammenarbeit vorstellen?**

Am Anfang war es so, dass das HZDR für verschiedene Radiopharmaka keine Zulassung hatte, weil dieser Prozess Zeit und Geld kostet. Wir haben uns zusammengetan, weil das Arzneimittelgesetz die Möglichkeit bietet, dass unter der Verantwortung eines Arztes eine bestimmte Substanz hergestellt wird, die unter Verantwortung dieses Arztes auch klinisch angewendet werden kann. Eine Gefährdung geht davon nicht aus, weil die verwendeten Mengen minimal sind. Eine systemische Wirkung ist nicht zu erwarten. Die Strahlenexposition ist die Voraussetzung, dass wir unsere Bilder machen können. Sie bleibt aber weitestgehend lokal begrenzt.

#### **Geben Sie bestimmte Wünsche für die notwendigen Tracer vor?**

Ja, zum Teil, immer auch in Abhängigkeit davon, was das HZDR selbst herstellen kann. Wir brauchen in der Klinik für unterschiedliche Strahler unterschiedliche Markierungen. Für Jod und die Antikörpermarkierung ist es einfach. Ebenso für Standardverfahren der Markierung, sogenannte Linker, die Radioaktivität mit einem Biomolekül verbinden können. Das HZDR hat neben der Herstellung von Radioaktivität auch die Forschungsaufgabe, wie bestimmte Biomoleküle markiert werden können.

#### **Wo sehen Sie zukünftig das größte Potenzial Ihres Fachgebiets?**

Das größte Potenzial liegt einerseits bei den Radiopharmaka, das haben wir an der Prostata-spezifischen-Membran-Antigen-(PSMA)Diagnostik und -Therapie gesehen. Und das Zweite ist die Ganzkörper-PET zur Erforschung der Systembiologie. Eine Ganzkörper-PET mit 110 Zentimetern Gesichtsfeld kann auf einen Schlag vom Scheitel bis zum Oberschenkel messen. Das Gerät ist so empfindlich, dass man nicht mehr 15 Minuten misst, sondern nur 15 Sekunden. Diese 15 Sekunden kann der Patient genau wie beim CT einfach den Atem anhalten. Damit

kann ich gleichzeitig die Biologie von Kopf, Herz, Leber und Bauch, also die sogenannte Hirn-Bauch-Achse sehen. Davon verspreche ich mir interessante Einsichten. Zum Beispiel wissen wir vom M. Parkinson, dass die Erkrankung nicht nur im Kopf sitzt, sondern auch Auswirkungen auf Herz und Bauch hat. Gleiches gilt für die Alzheimer-Demenz und andere neurodegenerative Erkrankungen. So kann man sehen, welche anderen Organe reagieren beziehungsweise in Mitleidenschaft gezogen sind.

#### **Das klingt alles sehr spannend. Welchen Reiz hat da Ihr Ruhestand?**

Ich werde es ruhig angehen lassen. Ich möchte das Motorradfahren intensivieren und mein Saxophon reaktivieren. Außerdem würde ich gern Prof. Manfred Curbach bei seinem Bauforschungsprojekt „Living Art of Building“ in der Lausitz unterstützen. Die Nuklearmedizin hat hier zwar keinen direkten Anknüpfungspunkt, aber grundsätzlich ist die Medizin eingebunden. Da kann man immer wieder überlegen, wie sich die Gebiete befruchten: Kann man beim Bauen von der Haut lernen oder vom Skeletttapparat? Welche Erkenntnisse des Tissue Engineering lassen sich auf das Bauen übertragen? Das ist unglaublich spannend. ■



## Diagnose „Krebs“ – und alles ist anders.

Die rehabilitative Psychoonkologie der VAMED Rehaklinik Schwedenstein in Pulsnitz unterstützt und begleitet den Behandlungsprozess in vielfältiger Weise:

- Psychoonkologische Gesprächsgruppen & Einzeltherapien
- Ausdruckszentrierte Ergotherapie
- Ernährungsberatung & Kochgruppe
- Physio-, Musik- & Körpertherapie
- zertifizierte Therapie durch Fachpsychologen für Rehabilitation (DRV Bund)

VAMED Rehaklinik Schwedenstein | Fachklinik für Psychosomatische Medizin

Obersteinaer Weg | 01896 Pulsnitz | T +49 35955 47-0 | info.schwedenstein@vamed-gesundheit.de | www.vamed-gesundheit.de/schwedenstein

## 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



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

# Der onkologische Notfall: Vorgehen bei Wirbelsäulenmetastasen mit neurologischen Defiziten

Christine Hofbauer<sup>1</sup>, Stefan Zwingenberger<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Universitätskrebszentrum am Nationalen Centrum für Tumorerkrankungen (NCT/UCC) Dresden

<sup>2</sup> UniversitätsCentrum für Orthopädie, Unfall- u. Plastische Chirurgie, Dresden

Wirbelsäulenmetastasen sind die am häufigsten vorkommenden Wirbelsäulentumoren und haben in den letzten Jahrzehnten erheblich an epidemiologischer Bedeutung gewonnen. Fortschritte bei den Behandlungsstandards und gezielte systemische Therapien führten zu einer signifikanten Erhöhung der Lebenserwartung, gleichzeitig ist jedoch eine steigende Inzidenz des metastatischen spinalen Kompressionssyndroms (MSCC) zu beobachten. Moderne interdisziplinäre und zunehmend personalisierte Behandlungsansätze berücksichtigen die Krebsbiologie, die voraussichtliche Überlebenszeit und den funktionalen Status der Patientinnen und Patienten.

Tumoren, die die Wirbelsäule betreffen, werden oft nach ihrer Lage als extradural, intradural-extramedullär oder intradural-intramedullär klassifiziert. Die Lage des Tumors ist nicht nur wichtig für die Differenzialdiagnose, sondern auch für das Verständnis neurologischer Symptome, die der Kranke möglicherweise erlebt oder für die er gefährdet ist. Das häufigste Symptom, das mit MSCC assoziiert ist, sind Rückenschmerzen (> 95 Prozent zum Zeitpunkt der Diagnose), gefolgt von motorischer Schwäche (35 bis 85 Prozent) und sensorischen Beeinträchtigungen (60 Prozent) [1].

Die Literatur zeigt, dass 20 bis 40 Prozent der Krebspatientinnen und -patienten im Verlauf ihrer Erkrankung Wirbelsäulenmetastasen entwickeln und dass fünf bis zehn Prozent der Betroffenen Symptome einer metastatischen epiduralen Rückenmarkskompression erleben [2]. Die extra- oder auch epidurale Manifestation ist die häufigste Lokalisation

von Wirbelsäulenmetastasen und kommt meistens an der Brustwirbelsäule vor, gefolgt von Manifestationen an der Lendenwirbelsäule. MSCC tritt gehäuft durch direkte Ausdehnung des Tumors von der Wirbelkörperhinterkante in den epiduralen Raum auf, kann jedoch auch im Rahmen pathologischer Frakturen und der Retropulsion von Knochenfragmenten in den Duralsack eindringen. Die Symptome, die mit MSCC assoziiert sind, hängen von den betroffenen Spinalsegmenten und -bahnen ab.

Die Schmerzen oder sogar das Vorhandensein von neurologischen Defiziten und beeinträchtigter funktioneller Autonomie haben negative Auswirkungen auf die Fähigkeit der Betroffenen, eine unterstützende Behandlung in Anspruch zu nehmen und somit auf das Gesamtüberleben.

Die Planung einer der aktuellen onkologischen Situation angemessenen lokalen Therapie der Wirbelsäulenmetastase ist eine Herausforderung, die interdisziplinär getroffen werden muss.

Es ist seit Langem bekannt, dass Patientinnen und Patienten mit symptomatischem MSCC von einer chirurgischen Dekompression zusätzlich zur Radiotherapie in Bezug auf ihr funktionales Ergebnis und möglicherweise auch auf ihre Lebenserwartung profitieren. Basierend auf den zugrunde liegenden pathophysiologischen Konzepten der Schädigung des Rückenmarks durch eine wachsende epidurale Masse mit rascher neurologischer Verschlechterung, d. h. durch direkten Druck und Ischämie sowie tumorbedingte spinale Instabilität, ist offensichtlich, dass das Timing entscheidend ist, ähnlich

wie bei der Operationsindikation von Wirbelsäulentraumata. Dies hat die meisten orthopädischen/neurochirurgischen Abteilungen dazu veranlasst, eine Strategie zu verfolgen, die auf eine zeitnahe Operation abzielt.

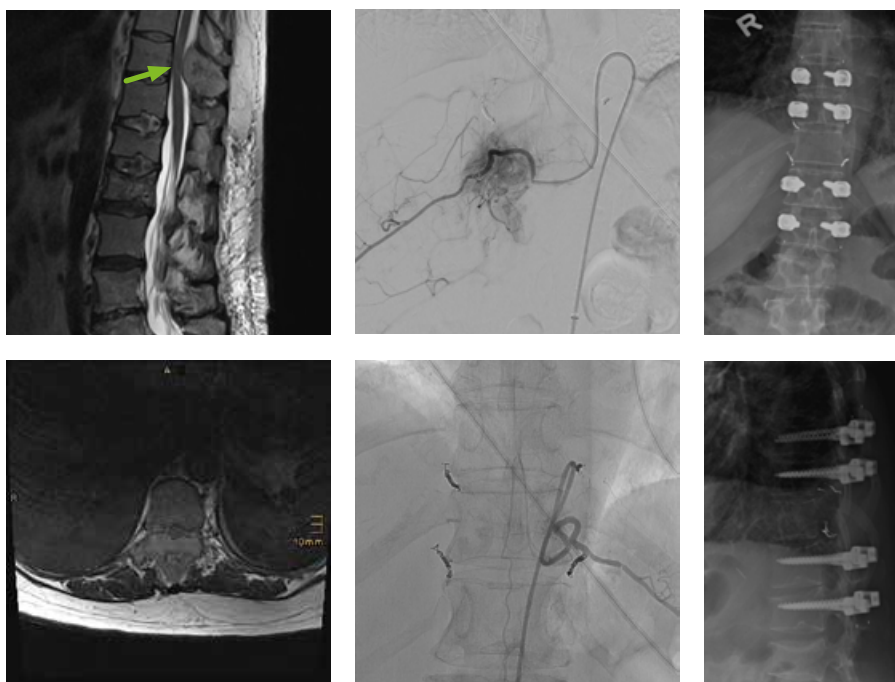
## Behandlung von Wirbelsäulenmetastasen

Ein multidisziplinärer Ansatz, der medizinische und strahlentherapeutische Expertinnen und Experten aus der Onkologie, Wirbelsäulen Chirurgie sowie Schmerz- und Palliativmedizin einbezieht, ist entscheidend für die Behandlung von Wirbelsäulenmetastasen.

Vielleicht ist das beste Beispiel für diesen Bedarf der LNMOP-Algorithmus (Location of disease in the spine, Neurology, Mechanical instability, Oncology, Patient fitness and prognosis) [3]. LNMOP zielt darauf ab, die beste Behandlungsstrategie unter Berücksichtigung der Fähigkeit der Patientinnen und Patienten zur Tolerierung der Behandlungen zu bestimmen. Die neurologischen und onkologischen Elemente helfen gemeinsam dabei, den besten Ansatz für die Strahlentherapie zu definieren und zu entscheiden, ob eine Operation angezeigt ist. Eine mechanische Instabilität der Wirbelsäule ist in der Regel eine Indikation für einen chirurgischen Eingriff, sofern dieser verkräftet werden kann. Schließlich berücksichtigt der systemische Bestandteil von LNMOP das Ausmaß und die Auswirkungen der systemischen Erkrankung auf die Behandlungsergebnisse und die Toleranz.

Radikulärer Schmerz kann auf epidurale Erkrankungen hindeuten, die lokale Nervenwurzeln betreffen. Wenn er vorhanden ist, sollte eine bildgebende





MRT LWST2 transversal und sagittal mit von dorsal das Myelon komprimierender Metastase Th11 bei bekanntem multipel metastasiertem Nierenzell-Ca. Klinisch zeigte sich eine einlaufende Querschnittssymptomatik mit Harn- und Stuhlinkontinenz, Kraft der unteren Extremitäten war zum Zeitpunkt der Vorstellung noch erhalten, jedoch zeigte sich eine deutliche Schmerzzunahme.

Bei bekanntem Nierenzell-Ca erfolgte präoperativ die Embolisierung der Tumorgefäße durch die interventionellen Radiologen. Dokumentation der Embolisierung mit Coils.

Operativ ist die Metastase mit einer offenen dorsalen Stabilisierung Th9/10 auf Th12/L1 (FlexStaas, Coligne) und Laminektomie Th11 versorgt worden.

**Abb. 1:** Vorgehen bei Wirbelsäulenmetastasen mit neurologischem Defizit

Untersuchung mit einem panspinalen MRT durchgeführt werden, um das Risiko einer epiduralen Rückenmarkskompression einzuordnen. Radikulärer Schmerz wird typischerweise als stechender, ausstrahlender Schmerz beschrieben, der bei Beteiligung der Hals- oder Lendenwirbelsäule in eine Gliedmaße ausstrahlt oder bei thorakaler Beteiligung um den Brustbereich herum auftritt.

Mechanischer, mobilisationsabhängiger Schmerz ist ein wichtiger Indikator, da seine Behandlung oft einen chirurgischen Eingriff erfordert. Dieser bewegungsabhängige Schmerz verschlechtert sich bei Positionswechseln und Aktivitäten und deutet auf eine Wirbelsäuleninstabilität hin. Patientinnen und Patienten berichten möglicherweise von zunehmenden Schmerzen in der Rückenlage und Symptomen einer me-

chanischen Radikulopathie, wobei sich der radikuläre Schmerz bei axialer Belastung verschlimmert. Eine chirurgische Konsultation ist für mechanischen Schmerz erforderlich, da diese Art von Schmerz oft nicht auf andere Behandlungsmethoden anspricht. Mechanische Instabilität kann weiter mit dem SINS (Spine Instability Neoplastic Score) bewertet werden.

Obwohl Wirbelsäulenmetastasen erhebliche Schmerzen und funktionelle Beeinträchtigungen verursachen können, ist die gefürchtetste Komplikation von Wirbelsäulenmetastasen die MSCC. Die mit MSCC assoziierten Symptome hängen von den betroffenen spinalen Segmenten und Bahnen ab.

Zur Beurteilung der Schwere der neurologischen Symptome wird die Einteilung nach Janda genutzt [4]. Mit der Einteilung der Muskelkraft in fünf Stufen wird das Ausmaß der neurologischen Schädigungen klassifiziert.

Zur groben Orientierung der Schwere der neurologischen Beeinträchtigung gilt hier die Bewertung, ob die Muskulatur noch gegen die Schwerkraft arbeiten kann oder nicht (Janda 3).

**Stufe 5: N (normal)** Volle, normale Muskelkraft (100 Prozent der Norm), normal kräftiger Muskel bedeutet nicht, dass der Muskel in allen Funktionen normal ist (z. B. Ermüdbarkeit).

**Stufe 4: G (good)** Circa 75 Prozent der normalen Muskelkraft, d. h. mittelgroßer Widerstand kann in vollem Bewegungsausmaß überwunden werden.

**Stufe 3: F (fair)** Circa 50 Prozent der normalen Muskelkraft, d. h. Bewegung kann gegen die Schwerkraft in vollem Bewegungsmaß ausgeführt werden.

**Stufe 2: P (poor)** Circa 25 Prozent der normalen Muskelkraft, d. h. Ausführung der Bewegung in vollem Bewegungsmaß möglich, jedoch nicht gegen die Schwerkraft.

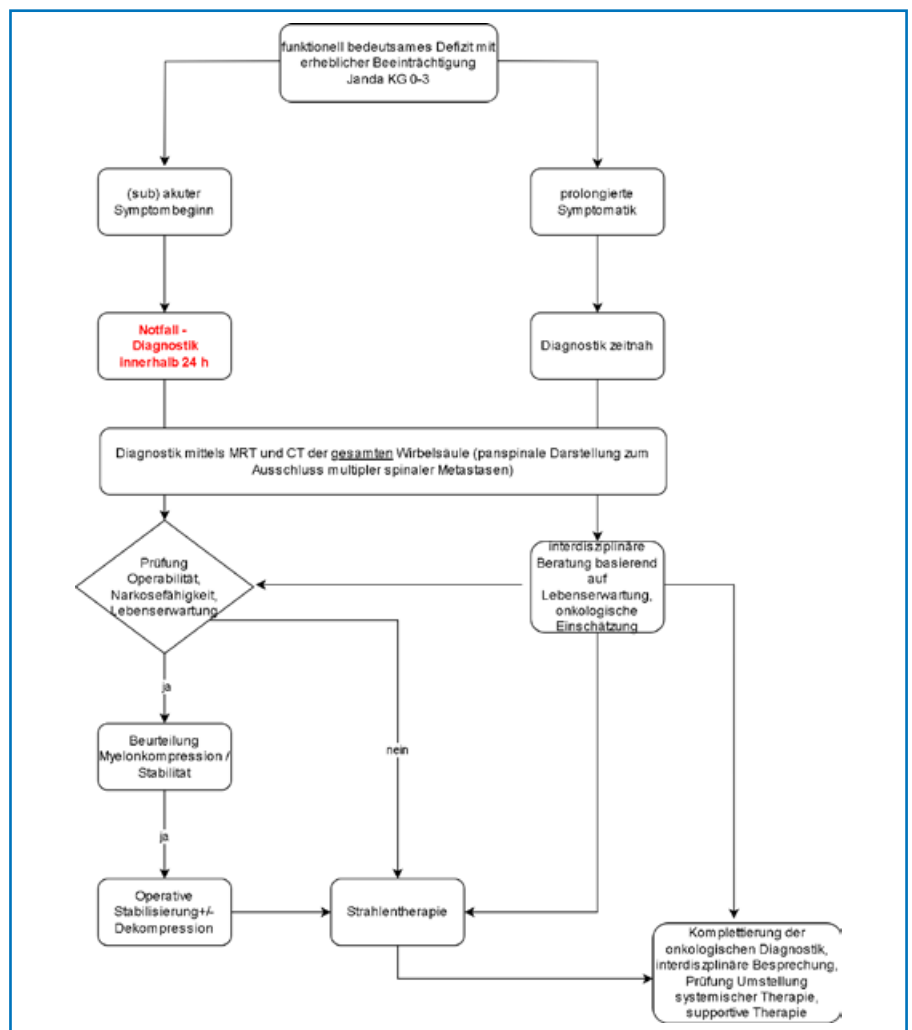
**Stufe 1: T (trace)** Spur einer Anspannung; circa 10 Prozent der normalen Muskelkraft.

**Stufe 0: Z (zero)** Beim Bewegungsversuch keine Muskelkontraktion möglich.

Zusätzlich zu den Kraftgraden sollte das Vorliegen von Anzeichen einer Myelopathie untersucht werden. Typisch hierfür sind zum Beispiel gesteigerte Reflexe, eine neu auftretende Ungeschicklichkeit der Hände oder eine Gangunsicherheit.

Betroffene, die allmählich Symptome einer MSCC entwickeln, haben wahrscheinlich eine bessere Prognose für neurologische Erholung als diejenigen, die Symptome schnell entwickeln. Akute MSCC gilt als Notfall, der eine rasche Behandlung erfordert, um dauerhafte neurologische Defizite wie Lähmungen zu verhindern. Studien über die Rückkehr zur Mobilität nach MSCC zeigen, dass zwei der wichtigsten Prädiktoren die neurologische Funktion bei der Präsentation und die Zeit zwischen dem Auftreten der Defizite und der Behandlung sind.

Die chirurgische Notfallintervention bei Patientinnen und Patienten mit neurologischen Defiziten und fortgeschrittenem



**Abb. 2:** Vorgehen bei Wirbelsäulenmetastasen mit neurologischem Defizit

Tumorleiden ist die dorsale Dekompression und Stabilisierung. In Abhängigkeit der gesamt-onkologischen Situation kann auch ein Wirbelkörperersatz indiziert sein. (Abb. 2, Ablaufschema)

### Strahlentherapie bei Wirbelkörpermetastasen

Die Strahlentherapie ist eine wichtige Säule bei der Behandlung von Wirbelsäulenmetastasen. Sie kommt in unterschiedlichen Indikationen zum Einsatz, von der symptomatischen Therapie von

Wirbelsäulenmetastasen mit neurologischen Komplikationen bis hin zur kurativen Behandlung in bestimmten Fällen.

Bei oligometastasierten Tumoren kann eine Strahlentherapie kurativ eingesetzt werden. Die Hochpräzisionstechnik der stereotaktischen Strahlentherapie erlaubt, konzentriert sehr hohe Strahlendosen auf die Metastasen zu applizieren. Dabei werden die Metastasen dreidimensional von allen Seiten bestrahlt, sodass sich die Strahlen

zielgenau in der Metastase aufaddieren und das umliegende Gewebe geschont wird. Diese „messerscharfe“ Technik wird oft auch als Strahlenchirurgie bezeichnet. So können mit einer einzigen oder wenigen Bestrahlungssitzungen (Fraktionierungen) hohe Raten einer lokalen Tumorkontrolle erreicht werden – das bestätigt eine Metaanalyse von Studien bei verschiedenen Primärtumoren (u. a. von Lunge, Haut, Darm oder Prostata) und vereinzelt Metastasen in der Wirbelsäule. Die stereotaktische Einzeitbestrahlung führte zu einer besseren Lokalkontrolle mit einem Vorteil von etwa 5 Prozent pro 10 Gy Dosisanstieg gegenüber einer Mehrfachfraktionierung [5].

Gute Ergebnisse zeigt die Bestrahlung von Oligometastasen v. a. bei Prostatakrebs. Hier kann die Bestrahlung den Beginn der Hormontherapie hinauszögern. Dies zeigte die prospektive klinische Phase-II-Studie aus Deutschland OLI-P („Effectiveness and Toxicity of Percutaneous High-dose Radiotherapy in Patients with OLIgometastases of Prostate Carcinoma“) [6], die an zwei Zentren (Dresden und Tübingen) durchgeführt wurde und die lokale Kontrolle bzw. das Muster der Tumorprogression nach ablativer Radiotherapie untersuchte. Eingeschlossen waren 63 Prostatakrebspatienten mit durchschnittlich ein bis zwei Metastasen in Lymphknoten oder Knochen, die noch keine Hormontherapie erhielten. Es kamen zwei Bestrahlungsschemata zum Einsatz (25×2 Gy bei 34 MET und 3×10 Gy bei 55 MET). Die mittlere Nachbeobachtungszeit betrug 40,7 Monate. Nach drei Jahren lag die lokale Kontrollrate bei beiden Bestrahlungsformen bei exzellenten

## REFERENZEN

1. Patchell RA, Tibbs PA, Regine WF, Payne R, Saris S, Kryscio RJ, Mohiuddin M, Young B. Direct decompressive surgical resection in the treatment of spinal cord compression caused by metastatic cancer: a randomised trial. *Lancet*. 2005 Aug 20-26;366(9486):643-8. doi: 10.1016/S0140-6736(05)66954-1. PMID: 16112300.
2. Nelson KA, Walsh D, Abdullah O, McDonnell F, Homsji J, Komurcu S, LeGrand SB, Zhukovsky DS. Common complications of advanced cancer. *Semin Oncol*. 2000 Feb;27(1):34-44. PMID: 10697020.
3. Spratt DE, Beeler WH, de Moraes FY, Rhines LD, Gemmete JJ, Chaudhary N, Shultz DB, Smith SR, Berlin A, Dahele M, Slotman BJ, Younge KC, Bilsky M, Park P, Szerlip NJ. An integrated multidisciplinary algorithm for the management of spinal metastases: an International Spine Oncology Consortium report. *Lancet Oncol*. 2017 Dec;18(12):e720-e730. doi: 10.1016/S1470-2045(17)30612-5. PMID: 29208438.
4. Vladimir Janda: Manuelle Muskelfunktionsdiagnostik. 6. Auflage bearbeitet von Lothar Beyer, Ulrich-Christian Smolenski, Johannes Buchmann, Gabriele Harke, Jens Pahnke, Wolfram Seidel: Janda Manuelle Muskelfunktionsdiagnostik. 6. Auflage, Urban & Fischer Verlag/Elsevier, München 2020. ISBN 978-3-437-05801-1
5. Singh R, Lehrer EJ, Dahshan B, Palmer JD, Sahgal A, Gerszten PC, Zaorsky NG, Trifiletti DM. Single fraction radiosurgery, fractionated radiosurgery, and conventional radiotherapy for spinal oligometastasis (SAFFRON): A systematic review and meta-analysis. *Radiother Oncol*. 2020 May;146:76-89. doi: 10.1016/j.radonc.2020.01.030. Epub 2020 Feb 28. PMID:32114269.
6. Hölscher T, Baumann M, Kotzerke J, Zöphel K, Paulsen F, Müller AC, Zips D, Thomas C, Wirth M, Troost EGC, Krause M, Löck S, Lohaus F. Local Control after Locally Ablative, Image-Guided Radiotherapy of Oligometastases Identified by Gallium68-PSMA-Positron Emission Tomography in Castration-Sensitive Prostate Cancer Patients (OLI-P). *Cancers (Basel)*. 2022 Apr 21;14(9):2073. doi: 10.3390/cancers14092073. PMID: 35565207; PMCID: PMC9100669.

93,5 Prozent. Insgesamt kam es durch die Bestrahlung zu einem durchschnittlichen Zeitgewinn von über einem Jahr, bis eine systemische antihormonelle Dauertherapie notwendig wurde. Weitere Metastasen traten im Mittel erst 1,5 Jahre nach Bestrahlung der Oligometastasen auf. Über 20 Prozent der Patienten blieben sogar über drei Jahre progressionsfrei. Das waren vor allem jene mit Metastasen in den Wirbelkörpern, während die Therapie bei Metastasen in den Beckenknochen und bei größeren Metastasen weniger gut ansprach. ■

## KONTAKT

PD Dr. med Christine Hofbauer  
UniversitätskrebsCentrum  
Nationales Centrum für Tumorerkrankungen  
(NCT/UCC) Dresden  
Fetscherstraße 74  
01307 Dresden  
christine.hofbauer@ukdd.de

# Kampf gegen das Glioblastom: Innovative Grundlagenforschung und klinische Anwendung Hand in Hand

Paul Warnke, Ulrike Schumann, Alexander Hagstotz, Mirko HH Schmidt  
Institut für Anatomie, TU Dresden

## Glioblastoma multiforme – der bösartige Hirntumor

Das Glioblastoma multiforme (GBM) gilt als der häufigste und aggressivste primäre Tumor des zentralen Nervensystems [1]. Dieser hochmaligne Hirntumor wächst invasiv in das umgebende gesunde Gewebe ein, ist genetisch sehr heterogen und durch die Blut-Hirn-Schranke geschützt. GBM wird neben einer äußerst schlechten Prognose mit begrenzt effektiven Behandlungsoptionen assoziiert. Rezidive treten trotz Behandlung regelmäßig auf. Momentan gilt der Tumor als nicht heilbar.

Die Überlebenszeit von Glioblastom-Patientinnen und -Patienten nach der Diagnosestellung beträgt statistisch gesehen im Mittel zwölf bis 14 Monate. Aktuelle Daten des Central Brain Tumor Registry of the United States (CBTRUS) verweisen für GBM auf ein medianes Überleben von nur acht Monaten nach Diagnosestellung unabhängig von therapeutischen Interventionen mit einer Fünf-Jahres-Überlebensrate von 6,7 Prozent was diesen zum tödlichsten aller Hirntumore macht [2].

Obwohl wir immer mehr über die Pathogenese und Biologie dieser Tumore erfahren, müssen die aktuelle klinische Prognose und der gängige multimodale Therapiestandard (SOC) verbessert werden. Therapeutische Interventionen erfolgen bis jetzt nach dem sogenannten Stupp-Schema mittels maximaler und sicherer Resektion des Tumors sowie postoperativer Radiotherapie und Chemotherapie mit Temozolomid [3]. Erweitert wurde dieses Therapieregime jüngst um neoadjuvante TumortheraPIefelder (TTFields), die das mediane Überleben nach SOC um ca. fünf Monate verlängern [4, 5].

Die Wirksamkeit der etablierten Therapieoptionen wird insbesondere durch die Heterogenität und Therapie-Resistenz dieser Tumorerkrankung limitiert. Charakteristisch für GBM, welches zunächst de novo aus Gliazellen entsteht, ist ein sehr schnelles und diffus invasives Wachstum. Jeder Tumor zeigt individuelle (epi-)genetische, metabolische und immunologische Veränderungen. Dies führt zu einem begrenzten Behandlungserfolg und spiegelt sich in den molekulargenetisch-histopathologischen Signaturen wider. Diese werden mit Hilfe innovativer diagnostischer Verfahren kontinuierlich aktualisiert und sollen eine einheitliche Diagnose des GBM ermöglichen. Die aktuelle Klassifizierung der Weltgesundheitsorganisation (WHO) für GBM mit dem höchsten Malignitätsgrad 4 beinhaltet die Analyse mehrerer molekularer Faktoren. Dazu zählen u. a. (1) der Mutationsstatus der Isocitrat-Dehydrogenase (IDH), der in GBM einem Wildtyp entspricht, (2) der epidermale Wachstumsfaktor-Rezeptor (EGFR), der amplifiziert ist, (3) der Promotor eines Subkomplexes vom Enzym Telomerase (TERT), der mutiert ist und (4) die Chromosomenanzahl, die ein zusätzliches Chromosom 7 in Kombination mit einem Verlust von Chromosom 10 beinhaltet. Sollten trotz pathologischer Indikation all diese genetischen Veränderungen nicht zutreffen, werden weitere Faktoren analysiert, um in Kombination mit histologischen und bildgebenden Verfahren eine eindeutige Diagnose stellen zu können [1, 6].

Vor fast 15 Jahren wurden auf Basis von transkriptionellen Signaturen die drei GBM-Subtypen proneural, klassisch und mesenchymal identifiziert, die mit

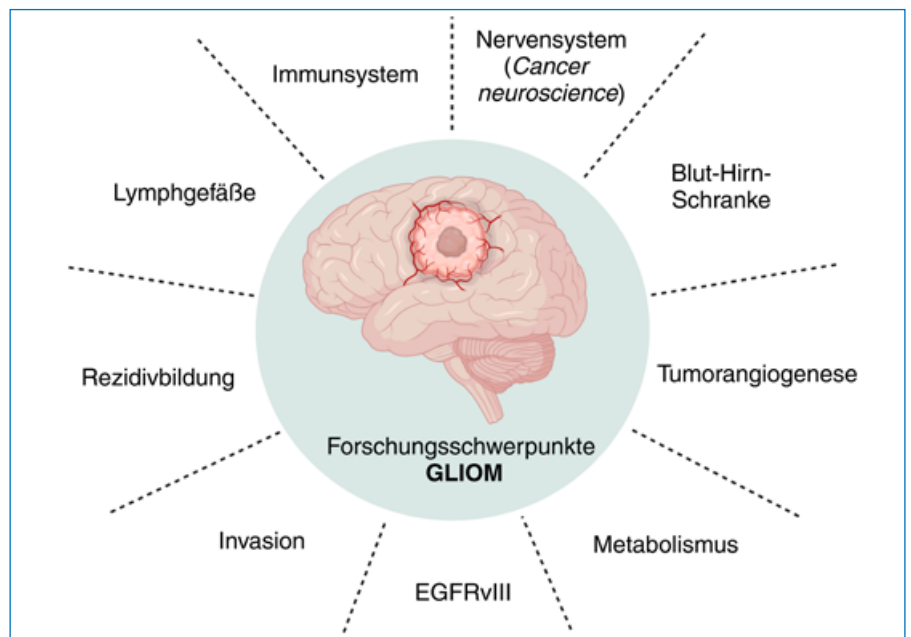
spezifischen genetischen Veränderungen korrelieren [7]. Seitdem wurde mithilfe neuerer, innovativerer Methoden, wie z. B. der Einzelzell-Sequenzierung, festgestellt, dass GBM nicht nur aus Zellen eines Subtyps besteht, sondern immer eine Mischung mehrerer Subtypen darstellt [8]. GBM-Zellen sind sehr plastisch und können ihren Subtyp während der Entwicklung eines Rezidivs ändern, was eine gezielte Behandlung erschwert [9].

Im klinischen Alltag zeigte die Nutzung sonst hocheffizienter TumortheraPIen von soliden oder hämatologischen Tumorentitäten in Bezug auf GBM leider bisher nur einen begrenzten Erfolg. So werden beispielsweise immuntherapeutische Strategien verfolgt, die eine erfolgreiche immunologische Kontrolle des Tumors durch die Erkrankten zum Ziel haben. Bei vielen malignen Tumoren ist die immunologische Eigentoleranz durch die Hochregulierung von Rezeptoren, den Immuncheckpoints, auf der Membran von T-Lymphozyten gestört, welche die Immunabwehr ausbremsen. Checkpoint-Inhibitoren (ICIs), meist monoklonale Antikörper, richten sich gegen diese Rezeptoren oder ihre Liganden und sollen die Immunabwehr aktivieren. Obwohl ICIs bereits in der Behandlung von fortgeschrittenem Melanom, nichtkleinzelligem Lungenkarzinom (NSCLC) und Nierenzellkarzinom (RCC) erfolgreich eingesetzt werden [10], haben sie im GBM bisher keinen positiven Überlebenseffekt gezeigt.

Auch die CAR-T-Zell-Therapie, die erfolgreich bei der Behandlung der akuten lymphatischen Leukämie und Lymphomen eingesetzt wird, soll beim GBM

Anwendung finden. T-Zellen werden aus dem Blut der Patientinnen und Patienten gewonnen und im Labor gentechnologisch so verändert, dass sie chimäre Antigenrezeptoren (CAR) auf ihrer Oberfläche bilden. Diese Rezeptoren sind darauf ausgerichtet, tumorspezifische Antigene zu erkennen. Die Zellen werden wieder in den Blutkreislauf eingebracht und führen idealerweise zu einer effizienten Immunreaktion gegen den Tumor. Beim GBM wurden vielversprechende Antigene, wie z.B. Interleukin [IL]-13R $\alpha$ 2, der EGFR Variante III [EGFRvIII] und der humane epidermale Wachstumsfaktor-Rezeptor 2 [HER2], die in Tiermodellen überzeugend wirkten, auch in klinischen Studien mit CAR-T-Zell-Therapie getestet. Leider blieben die Antitumoreffekte in diesen ersten klinischen Studien hinter den Erwartungen zurück. Tumorheterogenität, Antigenverlust und die immunsuppressive Mikroumgebung (TME) des Tumors schränken die Wirksamkeit extrem ein [11].

Dennoch zeigen andere Strategien wie die Verwendung einer sogenannten Impfung mit dendritischen Zellen (DC-Vax-L), dass das Potenzial dieses immuntherapeutischen Ansatzes längst nicht ausgeschöpft ist. Mononukleäre Zellen wie Lymphozyten und Monozyten werden aus dem Patientenblut isoliert und im Labor *in vitro* mit Tumorgewebe „trainiert“. Die dendritischen Zellen sind mit GBM-spezifischen Antigenen beladen und können nach der Impfung die T-Zellen des Immunsystems aktivieren. Hier zeigte eine klinische Phase-3-Studie eine Verlängerung des medianen Gesamtüberlebens bei primären GBM um drei Monate bzw. mit Rezidiven um bis zu fünf Monate [12].



**Abb. 1:** Gliom-Forschungsschwerpunkte am Institut für Anatomie, TU Dresden (Created with BioRender.com)

Die translationale neuroonkologische Forschung spielt eine entscheidende Rolle, um das Verständnis für die Biologie dieser Tumoren zu erweitern. Es ist sehr wichtig, die molekularen und zellulären Mechanismen der Adaptabilität und Resistenz bei GBM zu verstehen. Letztlich entfaltet sich dadurch ein Spektrum an neuartigen, potenziell therapeutischen Ansatzpunkten für die gezielte Tumortherapie, um die Überlebenschancen und die Lebensqualität zu verbessern.

### Entschlüsselung neuer Angriffspunkte des Glioms

Die interdisziplinäre Krebsforschung konzentriert sich auf die Entschlüsselung der Merkmale, die es gesunden Zellen ermöglichen, sich aus einem gesunden in einen neoplastischen Phänotyp umzuwandeln und in Geweben maligne Tumoren zu bilden. Dabei geht es nicht

nur um altbekannte Merkmale wie die Vermeidung einer Immunantwort, Aufrechterhaltung proliferativer Signalwege, Deregulation des Stoffwechsels, Aktivierung der Zellinvasion oder Induktion von Angiogenese, sondern auch um begünstigende Prozesse wie z. B. die Instabilität des Genoms und tumorfördernde Entzündungen [13].

Um zugrunde liegende Mechanismen aufzuklären, bedient sich die neuroonkologisch-molekularbiologische Forschung neben klassischen molekularbiologischen und proteinbiochemischen Methoden, präklinischen Mausmodellen inklusive patientenabgeleiteten Modellen auch modernster bildgebender Verfahren. Die klassische Kultivierung und gentechnische Manipulation von immortalisierten Tumorzelllinien *in vitro* gestattet die Analyse von grundlegenden Zellparametern wie Proliferation,

Apoptose, Migration und Invasion. Patientenabgeleitete Tumormodelle, die in In-vivo-Modelle überführt werden können, bieten zusätzlich die Möglichkeit, die Komplexität des TME abzubilden, um dieses für die Aufklärung grundlegender Fragestellungen nutzbar zu machen.

Beispielsweise kann man in der Forschung spezifische Gene, von denen angenommen wird, dass sie das Wachstum und bestimmte Eigenschaften sich entwickelnder Tumoren beeinflussen, gezielt in GBM-Zellen deaktivieren oder ihre Expression verstärken. Anschließend können diese modifizierten Zellen gezielt (stereotaktisch) in die Gehirne von Mäusen implantiert werden, um die Auswirkungen dieser genetischen Veränderungen auf das Tumorstadium und die Tumoreigenschaften zu untersuchen.

Erst wenn sich das Verständnis zur Biologie dieser Tumoren grundlegend verbessert hat, können die Erkenntnisse in erfolgreiche konkrete Anwendungen für die Krankenversorgung umgesetzt werden. Die Zukunft liegt in der Kombination von Biomarker-basierten Therapiestrategien und Immuntherapien mit einem verbesserten SOC.

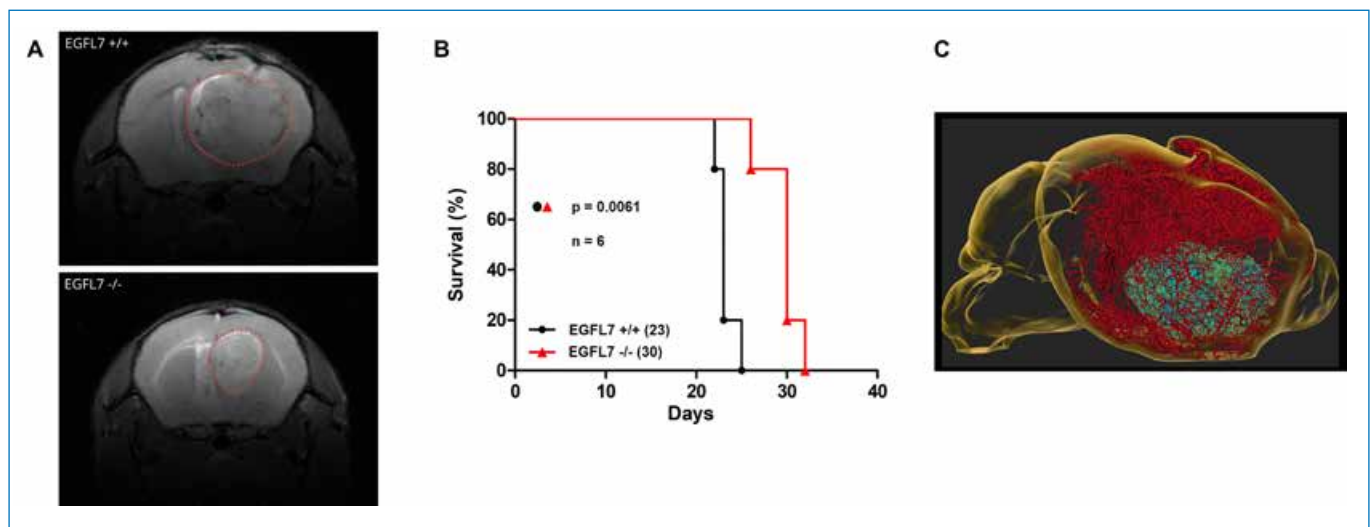
### Beispiele aus der Forschung am Institut für Anatomie

Am Institut für Anatomie der Medizinischen Fakultät Carl Gustav Carus der TU Dresden wird an verschiedenen Aspekten der Glioblastom-Entwicklung und -Therapie geforscht (Abb. 1).

### Tumorangiogenese

Hirntumore zeichnen sich durch eine gesteigerte Neubildung von Blutgefäßen aus, die eine sehr heterogene Ausbildung

der Blut-Hirn-Schranke aufweisen [14]. Diese Barriere schützt physiologisch das Gehirn vor toxischen Substanzen, limitiert jedoch auch den Zugang von Chemotherapeutika und wirkt daher protektiv für das Glioblastom. Mechanistisch beeinflussen Glioblastome Blutgefäße und die Blut-Hirn-Schranke durch die Ausschüttung von Faktoren, die ein tumorförderndes Mikromilieu schaffen. Einer dieser Faktoren ist das dem epidermalen Wachstumsfaktor ähnliche Protein 7 (EGFL7), welches von Endothelzellen sezerniert und in die extrazelluläre Matrix (ECM) eingelagert wird. Es stimuliert physiologisch wie pathologisch die Blutgefäßneubildung in vivo, wirkt stabilisierend auf die Blut-Hirn-Schranke und beeinflusst so das Wachstum von Gliomen (Abb. 2). EGFL7-hemmende Antikörper wurden im Tiermodell bereits erfolgreich zur Therapie



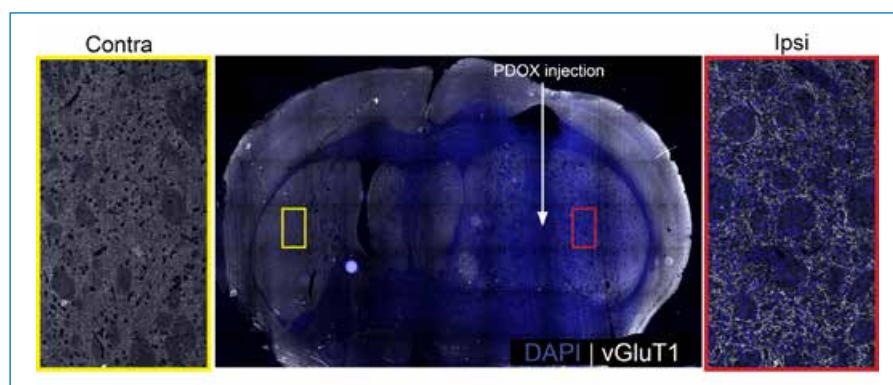
**Abb. 2:** Nutzung von bildgebenden Verfahren wie der Magnetresonanztomographie (MRT) und Light-Sheet-Mikroskopie zur Erzeugung von Schnittbildern, die in 3-D-Modelle umgewandelt werden können. A) Die Analyse der Tumorgöße zeigt ein verringertes GBM-Wachstum in einem EGFL7-Knock-out-Modell im Vergleich zu gleichaltrigen Wildtyp-Geschwistern im MRT. B) Überlebenskurven von EGFL7-Knock-out-Mäusen zeigen einen signifikanten Überlebensvorteil bei Abwesenheit dieses Faktors im TME. C) Die Gefäßarchitektur kann durch Light-Sheet-Mikroskopie mithilfe des gefäßspezifischen Markers CD31 (rot im gesamten Gehirn, türkis im Tumor) visualisiert werden, was die Untersuchung des Einflusses verschiedener Signalmoleküle auf die Morphologie des Tumors ermöglicht.

© Institut für Anatomie, TU Dresden / Sukrit Mahajan und Philipp Abe

eingesetzt [15]. Auch microRNAs (miRNAs) sind vielversprechende Regulatoren bei der Progression von Hirntumoren. Sie beeinflussen intrinsische zelluläre Prozesse wie Proliferation, Apoptose, Angiogenese, Migration und Invasion. Die miRNA-126, die in einem Intron des EGFL7-Gens lokalisiert ist, reguliert von EGFL7 unabhängig die physiologische Angiogenese, ist also potenziell auch an der Tumorangiogenese beteiligt. In neu generierten Mauslinien, in welchen spezifisch EGFL7 oder miR126 in bestimmten Zellen manipuliert wird, werden mittels State-of-the-Art-Techniken Zusammensetzung, Integrität und Funktionalität der Gefäße untersucht. Derart werden neue Zielgene identifiziert, um die Neubildung von Blutgefäßen im Glioblastom zu reduzieren. Außerdem sollen GBMs durch die reversible Öffnung der Blut-Hirnschranke besser zugänglich für Chemotherapeutika gemacht werden.

### Immunevasion

Das Institut für Anatomie unter Leitung von Prof. Mirko HH Schmidt partizipiert am Sonderforschungsbereich 1292: „Gezielte Beeinflussung von konvergierenden Mechanismen ineffizienter Immunität bei Tumorerkrankungen und chronischen Infektionen“. Insbesondere die Rolle des Immunsystems im Gliom ist dabei von besonderem Interesse. Neuere Erkenntnisse deuten darauf hin, dass das Tumormikromilieu die Immunevasion (Umgehung des Immunsystems) befördert, wodurch das Tumorstadium stimuliert wird [16]. EGFL7 wird im GBM im Vergleich zu niedriggradigen Gliomen besonders stark exprimiert. Erste Analysen deuten darauf hin, dass EGFL7 einwandernde Immunzellen beeinflusst.



**Abb. 3:** Histologische Analyse von Synapsen in einem koronaren Schnitt des Gehirns einer Maus. In einem patientenabgeleiteten Tumormodell (PDX) wurden humane Zellen ins Gehirn der Maus implantiert und nach dem Wachstum des Tumors Querschnitte des Gehirns angefertigt. In der Mikroumgebung des Hirntumors auf der ipsilateralen Seite (Ipsi) kann man im Vergleich zur kontralateralen Hemisphäre (Contra) im Gehirn sehr viele glutamaterge Synapsen erkennen, die durch den Marker Vesicular glutamate transporter 1 (vGluT1) detektiert werden können. Der zellkernspezifische Marker DAPI erlaubt durch die starke blaue Anfärbung eine einfache Lokalisation des Tumors. © Institut für Anatomie, TU Dresden / Julia Göhler und Philipp Abe

Die molekularen Mechanismen, durch die EGFL7 die Immunzellpopulationen im Gliom verändert, sind jedoch noch nicht bekannt. Zudem ist unbekannt, aus welchen Hirnkompartmenten die einwandernden Immunzellen stammen. Aktuell werden die Kompartimente identifiziert, aus denen sich Gliom-residente Immunzellen rekrutieren. Immunzellen können den Tumor also auf verschiedenen Wegen erreichen und ihre tumorfördernde oder -unterdrückende Wirkung ausüben. Sobald diese Mechanismen besser verstanden sind, kann hier therapeutisch gezielt eingegriffen werden [17]. Die Forschungsgruppe studiert dabei insbesondere die Interaktionen zwischen Immunzellen und löslichen Faktoren im TME wie EGFL7 mittels Einzelzell-Transkriptom-Analysen (scRNAseq) und Massenspektrometrie, um so die relevanten Mechanismen der Immunevasion zu entschlüsseln und letztendlich alternative therapeutische Strategien gegen GBM zu entwickeln.

### Cancer Neuroscience

In diesem sich neu entwickelnden Forschungsgebiet wird der entscheidende Einfluss des Nervensystems auf die Entstehung, Progression und Therapieresistenz von Tumoren innerhalb und außerhalb des Gehirns untersucht [18, 19]. Innerhalb des Tumormikromilieus kommunizieren Neuronen und Gliazellen direkt mit malignen Tumorzellen über Synapsen oder parakrine Faktoren. Neurotransmitter modulieren dabei potenziell die Aktivierung immunsuppressiver Immunzellen oder tragen zur Hochregulierung von Immuncheckpoints bei (Abb. 3). Darüber hinaus kann die Invasion in gesundes Hirngewebe entlang des Tumorrandes durch Kalziumsignale erleichtert werden [18]. Die systematische Analyse der Tumor-Neuron-Synapsen und des assoziierten TME wird das Verständnis für die komplexen Wechselwirkungen zwischen dem Nervensystem, Hirntumoren und Immunsystem erweitern. Unter Anwendung von

sogenannten Spatial Transcriptomics für die räumliche Analyse von RNA-Signaturen individueller Zellen in von patientenabgeleiteten In-vivo-Modellen wird dabei der direkte Einfluss klinischer Therapieregime auf die Ausbildung von Rezidiven untersucht. Darüber hinaus ermöglicht diese Methode die Analyse der Auswirkungen von gezielt manipulierten Biomarkern auf die Gliom-Invasion.

## Fazit

Ein ständiger Austausch zwischen der molekularbiologischen Grundlagenforschung und der klinischen Wissenschaft ist essenziell im Kampf gegen das Glioblastom. Die Grundlagenforschung liefert wertvolle Erkenntnisse über die Mechanismen dieser Erkrankung, die zur Entwicklung neuer Therapieansätze zwingend erforderlich sind, da momentan nur begrenzt effektive Behandlungsoptionen existieren. Die klinische Forschung ermöglicht die Überprüfung der in der Grundlagenforschung identifizierten Zielmoleküle. Die Personalisierung von Therapieansätzen, die vorklinische und klinische Testung neuer immunbasierter Strategien, die Verbesserung chirurgischer Verfahren und die intensive interdisziplinäre Zusammenarbeit zwischen Neurochirurgie und Grundlagenwissenschaften eröffnen vielversprechende Möglichkeiten für eine bessere Prognose und Lebensqualität der Betroffenen. ■

## KONTAKT

Prof. Mirko HH Schmidt  
Institut für Anatomie  
Medizinische Fakultät Carl Gustav Carus  
Technische Universität Dresden  
mhhs@mailbox.tu-dresden.de

## REFERENZEN

1. Louis, D.N., et al., The 2021 WHO Classification of Tumors of the Central Nervous System: a summary. *Neuro Oncol*, 2021. 23(8): p. 1231-1251.
2. Ostrom, Q.T., et al., CBTRUS Statistical Report: Primary Brain and Other Central Nervous System Tumors Diagnosed in the United States in 2016-2020. *Neuro Oncol*, 2023. 25(12 Suppl 2): p. iv1-iv99.
3. Stupp, R., et al., Radiotherapy plus concomitant and adjuvant temozolomide for glioblastoma. *N Engl J Med*, 2005. 352(10): p. 987-96.
4. Stupp, R., et al., Effect of Tumor-Treating Fields Plus Maintenance Temozolomide vs Maintenance Temozolomide Alone on Survival in Patients With Glioblastoma: A Randomized Clinical Trial. *JAMA*, 2017. 318(23): p. 2306-2316.
5. Ballo, M.T., et al., Association of Tumor Treating Fields (TTFields) therapy with survival in newly diagnosed glioblastoma: a systematic review and meta-analysis. *J Neurooncol*, 2023. 164(1): p. 1-9.
6. Weller, M., et al., EANO guidelines on the diagnosis and treatment of diffuse gliomas of adulthood. *Nat Rev Clin Oncol*, 2021. 18(3): p. 170-186.
7. Verhaak, R.G., et al., Integrated genomic analysis identifies clinically relevant subtypes of glioblastoma characterized by abnormalities in PDGFRA, IDH1, EGFR, and NF1. *Cancer Cell*, 2010. 17(1): p. 98-110.
8. Patel, A.P., et al., Single-cell RNA-seq highlights intratumoral heterogeneity in primary glioblastoma. *Science*, 2014. 344(6190): p. 1396-401.
9. Wang, J., et al., Clonal evolution of glioblastoma under therapy. *Nat Genet*, 2016. 48(7): p. 768-76.
10. Hirsch, L., et al., PD-Loma: a cancer entity with a shared sensitivity to the PD-1/PD-L1 pathway blockade. *Br J Cancer*, 2019. 120(1): p. 3-5.
11. Karschnia, P., et al., Chimeric Antigen Receptor T Cells for Glioblastoma: Current Concepts, Challenges, and Future Perspectives. *Neurology*, 2021. 97(5): p. 218-230.
12. Liao, L.M., et al., Association of Autologous Tumor Lysate-Loaded Dendritic Cell Vaccination With Extension of Survival Among Patients With Newly Diagnosed and Recurrent Glioblastoma: A Phase 3 Prospective Externally Controlled Cohort Trial. *JAMA Oncol*, 2023. 9(1): p. 112-121.
13. Hanahan, D., Hallmarks of Cancer: New Dimensions. *Cancer Discov*, 2022. 12(1): p. 31-46.
14. Walchli, T., et al., Shaping the brain vasculature in development and disease in the single-cell era. *Nat Rev Neurosci*, 2023. 24(5): p. 271-298.
15. Dudvarski Stankovic, N., et al., EGFL7 enhances surface expression of integrin alpha(5)beta(1) to promote angiogenesis in malignant brain tumors. *EMBO Mol Med*, 2018. 10(9).
16. Lim, M., et al., Current state of immunotherapy for glioblastoma. *Nat Rev Clin Oncol*, 2018. 15(7): p. 422-442.
17. Mahajan, S., M.H.H. Schmidt, and U. Schumann, The Glioma Immune Landscape: A Double-Edged Sword for Treatment Regimens. *Cancers (Basel)*, 2023. 15(7).
18. Mancusi, R. and M. Monje, The neuroscience of cancer. *Nature*, 2023. 618(7965): p. 467-479.
19. Winkler, F., et al., Cancer neuroscience: State of the field, emerging directions. *Cell*, 2023. 186(8): p. 1689-1707.



# Meningeom – beobachten oder therapieren?

## Immer häufiger werden diese Hirntumoren zufällig entdeckt – doch welches Vorgehen ist dann angeraten?

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

Meningeome gehören zu den häufigsten gutartigen Hirntumoren. Beschwerden machen die Tumoren oft erst, wenn sie eine bestimmte Größe erreicht haben. Manchmal wachsen Meningeome aber auch rasch und aggressiv.

Aktuelle Berichte zeigen, dass die Zahl der Meningeome, die durch Zufall entdeckt werden (inzidentelle Meningeome), zunimmt [1]. Der Grund: Bei unspezifischen neurologischen Beschwerden oder beim Staging einer Krebserkrankung erfolgt immer häufiger eine MRT-Bildgebung des Kopfes. Patientinnen und Patienten und das betreuende Ärzteteam müssen dann gemeinsam über das weitere Vorgehen beraten. Die Abwägung zwischen beobachten und einer sofortigen Therapie stellt dabei nicht selten eine Herausforderung für alle Beteiligten dar.

### Steckbrief Meningeom

Meningeome stammen von Zellen der mittleren weichen Hirnhaut (Arachnoidea) ab [2, 3, 4].

- Pro Jahr erkranken etwa neun von 100.000 Menschen neu an einem Meningeom.
- Die Inzidenz nimmt mit dem Alter zu.
- Frauen sind etwas häufiger betroffen als Männer.
- Meningeome treten meist intrakraniell auf, selten auch im Spinalkanal.
- Multiple Meningeome kommen bei ein bis zehn Prozent aller Meningeomkranken vor.

Machen Meningeome Beschwerden, können diese oft zunächst unspezifisch sein. Typisch sind Kopfschmerzen oder

epileptische Anfälle. Weitere neurologische Defizite sind vor allem von der Lage des Meningeoms abhängig. Goldstandard für die Diagnostik ist die MRT. Bei eindeutigen Hinweisen auf einen gutartigen Tumor kann auf eine Biopsie verzichtet werden.

### Meist gutartig und langfristig heilbar

Die allermeisten Meningeome sind gutartig und werden, wenn das Tumorgewebe untersucht wird, histologisch als WHO-Grad-1-Tumoren eingeteilt. Sie wachsen in der Regel sehr langsam, sind scharf begrenzt und sitzen der harten Hirnhaut (Dura mater) breitbasig auf. Oft können Meningeome zunächst beobachtet werden. Machen sie Beschwerden, werden sie in der Regel operativ entfernt – gegebenenfalls samt mitbetroffener Strukturen wie Hirnhaut oder Schädelknochen. Alternativ kann man Meningeome auch bestrahlen. Eine endgültige histologische Untersuchung des Tumors ist dann allerdings nicht möglich. Die Prognose bei vollständiger Entfernung eines gutartigen Meningeoms ist gut [2, 3, 4].

### Manchmal aggressiv mit hohem Rezidivrisiko

Aggressiv wachsende Meningeome wie beispielsweise das atypische Meningeom (WHO-Grad 2) oder das anaplastische Meningeom (WHO-Grad 3) sind selten. Aggressiv wachsende Meningeome machen insgesamt weniger als zehn Prozent aller Meningeome aus. Bei ihnen besteht ein höheres Risiko, dass sie nach Entfernung erneut wachsen. Metastasen außerhalb des Gehirns, wie beispielsweise in Knochen, Lunge oder Leber, sind selten. Neben einer Operation können

eine adjuvante Strahlentherapie und gegebenenfalls eine Chemotherapie oder zielgerichtete Medikamente infrage kommen. Die Prognose ist im Vergleich zu gutartigen Meningeomen ungünstiger [2, 3, 4].

### Meningeom-Subtypen

Neben der histologischen Einteilung der Meningeome in WHO-Grad 1 (gutartig) und WHO-Grad 2 oder 3 (nicht gutartig) spielen zunehmend auch molekulare Veränderungen in den Tumorzellen eine Rolle [4]. Sie helfen dabei, das Rezidivrisiko noch besser einzuschätzen. Eingesetzt werden dafür vor allem die sogenannte DNA-Methylierungsanalyse sowie die Panel-Gensequenzierung. Einige molekulare Veränderungen spielen bereits heute eine Rolle bei der Einteilung:

- Mutationen in den Genen KLF4/TRAF7 definieren ein gutartiges Meningeom,
- Mutationen im TERT-Promoter sowie die homozygote Deletion CDKN2A/B einen aggressiven Tumor.

### Risikofaktoren

Ein bekannter Risikofaktor für die Entstehung eines Meningeoms ist eine vorangegangene Strahlentherapie im Kopfhals-Bereich. Die Tumoren können noch Jahrzehnte nach einer Bestrahlung auftreten. Auch seltene Krebs-Syndrome wie die Neurofibromatose Typ 2 (NF2) sind mit einem erhöhten Risiko für Meningeome verbunden [2, 3].

Weibliche Geschlechtshormone wie Progesteron (Gestagen) fördern das Wachstum von Meningeomzellen – darauf deuten sowohl wissenschaftliche Daten aus Laborversuchen als auch Fallberichte

hin. Klare Hinweise gibt es beispielsweise zum Zusammenhang von hoch dosiertem Cyproteronacetat (CPA) und der Entstehung von Meningeomen [5, 6]. Für andere hormonelle Kontrazeptiva beziehungsweise eine Hormonersatztherapie gibt es bislang keine einheitlichen Studienergebnisse.

Ein erhöhtes Risiko für Hirntumoren wie das Meningeom durch die Nutzung von Mobilfunkgeräten gilt heute als unwahrscheinlich – das legen auch aktuelle Daten einer großen internationalen Kohortenstudie aus Schweden nahe [7].

### Zufällig entdeckte Meningeome: beobachten, operieren oder bestrahlen?

Zum Umgang mit zufällig entdeckten Meningeomen gibt es bislang kaum aussagekräftige Studien. Erste Daten zeigen: Inzidentelle asymptomatische Meningeome, die beobachtet werden, wachsen meist weiter. Sie führen im Verlauf aber nur sehr selten zu Beschwerden. Aktuell werden verschiedene Risikoscores untersucht, um den Verlauf inzidenteller Meningeome künftig besser abschätzen zu können. Ein Beispiel ist das Berechnungstool IMPACT (Incidental Meningeoma: Prognostic Analysis Using Patient Comorbidity and MRI Tests) [8]. Neben Größe, Wachstumsgeschwindigkeit und MRT-Veränderungen des Tumors sind auch das Alter der Patientinnen und Patienten sowie Begleiterkrankungen wichtige Parameter.

Das Vorgehen muss immer die Vorteile einer Behandlung gegen die möglichen Einschränkungen, die das Therapieverfahren mit sich bringt, für den Einzelnen abwägen [2, 3].



Abb. 1: Meningeome werden heute oft zufällig entdeckt. © MART PRODUKTION, Pexels

- Eine Beobachtung (watch and wait) kommt vor allem bei kleinen Meningeomen infrage, wenn sie keine Beschwerden machen und keine Nachbarstrukturen gefährden.
- Eine Operation sollte stets angestrebt werden, wenn das Meningeom Beschwerden macht, rasch größer wird oder darüber hinaus in der Bildgebung Hinweise für ein aggressives Tumorwachstum vorliegen.
- Je nach Größe und Lage kann alternativ auch eine stereotaktische Strahlentherapie beziehungsweise eine Radiochirurgie (SRS) erfolgen.

### Neue Therapieoptionen für aggressive Meningeome?

In der Erstbehandlung aggressiver anaplastischer Meningeome wird international aktuell eine Operation mit zusätzlicher Strahlentherapie empfohlen, bei atypischen Meningeomen kann eine Bestrahlung nach der Operation infrage kommen. Die Erfahrungen mit einer

systemischen medikamentösen Therapie bei aggressiven Meningeomen sind bislang begrenzt [2, 3].

Einige wenige genetische Veränderungen, die bei einzelnen Meningeomen gefunden werden, könnten künftig Ziel für einzelne zielgerichtete Medikamente sein. Auch Immun-Checkpoint-Hemmer werden bei Meningeomen untersucht. Noch ist zu diesen Therapieansätzen aber weitere klinische Forschung notwendig.

Im Rahmen einer Forschungsarbeit wird aktuell an der Neurochirurgischen Klinik der Universität Heidelberg ein neues Testverfahren entwickelt, um in Zukunft wirksame Medikamente für Menschen mit einem aggressiven Meningeom zu entwickeln. Grundlage für das neue, vollautomatisierte Hochdurchsatz-Medikamentenscreening sind sogenannte Minitumoren, die direkt aus Tumorgewebe von Meningeomkranken hergestellt werden [9].

## Fazit für die Praxis

Ist nach der Diagnose Meningeom eine Entscheidung bezüglich des weiteren Vorgehens getroffen, bleiben dennoch oftmals Fragen offen. Wird zunächst beobachtet, ist zu bedenken: Wie häufig sollen Kontrollen erfolgen? Wann wird doch eine Therapie notwendig? Wie können Betroffene mit dem Wissen um den verbliebenen Tumor im Kopf zurechtkommen? Aber auch nach einer Entfernung eines Meningeoms tun sich häufig Fragen auf, so beispielsweise zu postoperativen Nebenwirkungen, aber auch zur Fahrerlaubnis oder dem Wiedereinstieg in den Beruf.

Wichtige Eckpunkte bei der Betreuung von Menschen mit einem Meningeom:

- Betroffene sollten initial bei einem in der Behandlung von Hirntumoren erfahrenen Team vorstellig werden.
- International wird ein konservatives Vorgehen bei kleinen Tumoren in unkritischer Lage bevorzugt.
- Erste Verlaufskontrollen sind nach Expertenmeinung eher engmaschig zu planen (meist nach sechs bis zwölf Monaten). Weitere Termine werden dann individuell vereinbart.
- In der hausärztlichen Begleitung spielen neben rein medizinischen Fragen auch psychosoziale Themen eine wichtige Rolle. Für Letztere können beispielsweise Krebsberatungsstellen Ansprechpartner sein. ■

## QUELLEN

- 1 Näslund O, Strand PS, Solheim O, Al Masri M, Rapi O, Thurin E, Jakola AS. Incidence, management, and outcome of incidental meningioma: what has happened in 10 years? *J Neurooncol.* 2023 Nov;165(2):291-299. doi: 10.1007/s11060-023-04482-5.
- 2 Goldbrunner R, Stavrinou P, Jenkinson MD, Sahm F, Mawrin C, Weber DC, Preusser M, Minniti G, Lund-Johansen M, Lefranc F et al. EANO guideline on the diagnosis and management of meningiomas. *Neuro Oncol.* 2021 Nov 2;23(11):1821-1834. doi: 10.1093/neuonc/noab150.
- 3 Wang JZ, Landry AP, Raleigh DR, Sahm F, Walsh KM, Goldbrunner R, Yefet LS, Tonn JC, Gui C, Ostrom QT et al. International Consortium on Meningiomas (ICOM); Aldape K, Wen PY, Short S, Preusser M, Nassiri F, Zadeh G. Meningioma: International Consortium on Meningiomas (ICOM) consensus review on scientific advances & treatment paradigms for clinicians, researchers, and patients. *Neuro Oncol.* 2024 May 2;noae082. doi: 10.1093/neuonc/noae082.
- 4 Sahm F. Meningioma. In: WHO Classification of Tumours Editorial Board. Central nervous system tumours. Lyon (France): International Agency for Research on Cancer; 2021. WHO classification of tumours series, 5th ed.; vol. 6. Available from: [tumourclassification.iarc.who.int/chapters/45](http://tumourclassification.iarc.who.int/chapters/45). (Zugriff am 08.08.2024)
- 5 Fontanel S, Froelich S, Coste J. Use of high dose cyproterone acetate and risk of intracranial meningioma in women: cohort study. *BMJ.* 2021 Feb 3;372:n37. doi: 10.1136/bmj.n37.
- 6 Mikkelsen AP, Greiber IK, Scheller NM, Hilden M, Lidegaard Ø. Cyproterone acetate and risk of meningioma: a nationwide cohort study. *J Neurol Neurosurg Psychiatry.* 2022 Feb;93(2):222-223. doi: 10.1136/jnnp-2021-326138.
- 7 Feychting M, Schüz J, Toledano MB, Vermeulen R, Auvinen A, Harbo Poulsen A, Deltour I, Smith RB, Heller J, Kromhout H et al. Mobile phone use and brain tumour risk - COSMOS, a prospective cohort study. *Environ Int.* 2024 Mar 2;185:108552. doi: 10.1016/j.envint.2024.108552.
- 8 <https://www.klinikum.uni-heidelberg.de/kopf-klinik-zentrum/neurochirurgische-klinik/forschung/experimentelle-forschung/ag-praezisionsmedizin-fuer-aggressive-meningeome> (Zugriff 08.08.2024)
- 9 <https://www.impact-meningioma.com/home> (Zugriff 08.08.2024)

## KONTAKT

Juliane Folkerts  
Deutsches Krebsforschungszentrum  
Krebsinformationsdienst  
Im Neuenheimer Feld 280  
69120 Heidelberg  
[j.folkerts@dkfz.de](mailto:j.folkerts@dkfz.de)

# Zehn Jahre Onkologisches Zentrum am NCT/UCC Dresden

Carolin Schwabe<sup>1</sup>, Felix Bollmeier<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Nationales Centrum für Tumorerkrankungen (NCT/UCC) Dresden

<sup>2</sup> DKMS Group gGmbH



© André Wirsig

Das Nationale Centrum für Tumorerkrankungen (NCT/UCC) Dresden wurde 2024 erneut von der Deutschen Krebsgesellschaft (DKG) und nach DIN EN ISO 9001 als Onkologisches Zentrum rezertifiziert. Seit der Erstzertifizierung im Jahr 2014 wurden die im dreijährigen Rhythmus stattfindenden Rezertifizierungen erfolgreich absolviert. Bei der diesjährigen dreitägigen Begutachtung des Onkologischen Zentrums und der elf Organkrebszentren im April bescheinigten die insgesamt zwölf Fachexpertinnen und Fachexperten erneut die sehr guten Behandlungsergebnisse, eine exzellente fachliche Kompetenz aller Berufsgruppen sowie eine hervorragende interdisziplinäre Zusammenarbeit und Versorgungsqualität.

Das Onkologische Zentrum hat sich stetig mit dem Ziel weiterentwickelt, eine flächendeckende, exzellente Versorgung, gemeinsame Therapiestandards und

Tumorkonferenzen sowie abgestimmte Studienaktivitäten zu gewährleisten. Durch das Onkologische Zentrum wird die Zusammenarbeit unter den verschiedenen zertifizierten Organkrebszentren sowie den Kliniken und Instituten des Uniklinikums Dresden auf dem Gebiet der Onkologie übergreifend organisiert und koordiniert. Jährlich werden mehr als 10.000 Patientinnen und Patienten, davon knapp 6.000 mit Primär Diagnosen, behandelt. Mit einer vereinheitlichten interdisziplinären Diagnostik, Therapie und Nachsorge verfolgt das Onkologische Zentrum des NCT/UCC eine Versorgung auf höchstem klinischen und wissenschaftlichen Niveau. Der Fokus auf eine zugewandte Patientenbetreuung wird ergänzt durch eine enge Verzahnung mit Forschung und Lehre.

Ein zentraler Bestandteil des NCT/UCC ist die Interdisziplinäre Onkologische Ambulanz, in der verschiedenste onko-

logische Fachabteilungen in täglich stattfindenden Sprechstunden vor Ort zusammenarbeiten. Weiteres Kernelement sind die interdisziplinären Tumorkonferenzen. Wöchentlich finden 27 Tumorboards statt, um für alle Patientinnen und Patienten ein individuelles Behandlungsschema zu erarbeiten und die gesamte Behandlung optimal auf die Patientinnen und Patienten abzustimmen.

Ebenfalls von großer Bedeutung sind die unterstützenden Angebote des NCT/UCC Dresden, wie die psychoonkologische Betreuung, das sporttherapeutische Zentrum, das supportive Tumorboard, die Pflegeberatung, das Ernährungsmanagement und der Lotsendienst.

Das NCT/UCC blickt auf eine erfolgreiche Geschichte zurück. Das Universitäts KrebsCentrum (UCC) wurde 2003 als erstes Comprehensive Cancer Center (CCC) eines Uniklinikums in

# Sie wollen mit dem Rauchen aufhören?

Das Rauchfreizentrum am Uniklinikum Dresden unterstützt Sie mit Rauchfrei-Kursen 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](mailto:Rauchfreizentrum@ukdd.de)  
Telefon +49 351 458-3746  
[www.carus-management.de/rauchfrei/](http://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

Deutschland gegründet und erhielt nach internationaler Begutachtung 2007 die Auszeichnung „Onkologisches Spitzenzentrum“ von der Deutschen Krebshilfe (DKH) verliehen. Seither kann es diesen Status erfolgreich verteidigen.

Um die interdisziplinäre Zusammenarbeit in der Versorgung onkologischer Patientinnen und Patienten zu stärken, die qualitativ hochwertige Versorgung nach außen sichtbar zu machen und die zu diesem Zeitpunkt bestehenden Organkrebszentren unter einem Dach zu vereinen, wurde das Onkologische Zentrum im April 2014 erstmals nach den Anforderungen der Deutschen Krebsgesellschaft e.V. zertifiziert. Das heutige NCT/UCC Dresden verbindet über institutionelle Grenzen hinweg eine Patientenversorgung auf dem neuesten Stand der wissenschaftlichen Erkenntnisse mit praxisnaher Forschung auf internationalem Spitzenniveau. Das

NCT/UCC arbeitet intensiv an einer modernen, personalisierten Krebsmedizin. So konnte im September 2023 das Zentrum für Personalisierte Medizin in der Onkologie ebenfalls unter dem Dach des Onkologischen Zentrums des NCT/UCC nach den Anforderungen der DKG zertifiziert werden. ■

## KONTAKT

Carolin Schwabe, MPH  
Nationales Centrum für Tumorerkrankungen  
Dresden  
Qualitätsmanagement  
Universitätsklinikum Carl Gustav Carus Dresden  
Fetscherstr. 74  
01307 Dresden

**Am Onkologischen Zentrum sind heute elf Organkrebszentren nach den Anforderungen der DKG und der DIN EN ISO 9001 zertifiziert:**

- Regionales Brustzentrum Dresden
- Uroonkologisches Zentrum
- Gynäkologisches Krebszentrum
- Viszeralonkologisches Zentrum
- Hauttumorzentrum
- Neuroonkologisches Zentrum
- Sarkomzentrum
- Kinderonkologisches Zentrum
- Kopf-Hals-Tumorzentrum
- Zentrum für Hämatologische Neoplasien
- Zentrum für Familiären Brust- und Eierstockkrebs

# Grundstein für DKFZ-Neubau in Dresden gelegt

Nora Domschke  
Pressestelle Universitätsklinikum Dresden



**Abb. 1:** So wird der Neubau des Dresdner DKFZ-Standortes 2026 aussehen. © wtr-Architekten

Am Standort Dresden des Deutschen Krebsforschungszentrums (DKFZ) sollen bundesweit einmalige Voraussetzungen für die Entwicklung innovativer, technologiebasierter Ansätze zur Prävention, Diagnostik und Behandlung von Krebserkrankungen entstehen. Am 23. Juli 2024 wurde auf dem Gelände des Universitätsklinikums Dresden der Grundstein für dieses zukunftsweisende Projekt gelegt.

Der Neubau für die Außenstelle des DKFZ wird vom Freistaat mit 20 Millionen Euro finanziert und auf dem Campus der Hochschulmedizin der TU Dresden errichtet. Hier sollen ab 2027 neue Methoden für die Prävention und Behandlung von Krebserkrankungen auf Spitzenniveau entwickelt werden. Das Besondere: die Verbindung mit

Zukunftstechnologien wie smarten Sensoren und künstlicher Intelligenz.

Auf fünf Etagen und 1.350 Quadratmetern Nutzfläche wird der Neubau des DKFZ-Standorts Dresden verschiedene Bereiche der onkologischen Forschung und Krebsprävention beherbergen und verzahnen. Im Mittelpunkt steht das Bioengineering, ein neuartiges Konzept, das Teildisziplinen der Ingenieurwissenschaften und Physik mit Erkenntnissen der Biologie und Medizin zusammenbringt, um zukunftssträchtige Techniken für die Krebsprävention sowie die onkologische Diagnostik und Therapie zu entwickeln. Dazu zählt zum Beispiel die Forschung an smarten Sensoren, Robotik, künstlicher Intelligenz oder die Entwicklung dezentraler digitaler Endgeräte für eine technologische Verbesserung

der Prognose von Krebserkrankungen. Ein weiterer Fokus liegt auf der Entwicklung und Validierung innovativer technologischer Methoden zur personalisierten, risikoadaptierten Krebsprävention und Früherkennung.

Eine nach dem Heidelberger Vorbild konzipierte Präventionsforschungsambulanz wird Menschen dazu einladen, sich über Möglichkeiten der Krebsvorsorge zu informieren, ihr individuelles Krebsrisiko zu ermitteln und gegebenenfalls das Interesse zur Teilnahme an wissenschaftlichen Studien wecken. Die Ambulanz entsteht als Teil des Nationalen Krebspräventionszentrums, das das DKFZ und die Deutsche Krebshilfe derzeit in einer strategischen Partnerschaft aufbauen.



**Abb. 1:** Grundsteinlegung des DKFZ-Gebäudes in Dresden. Im Vordergrund: Michael Baumann, Vorstandsvorsitzender DKFZ; Michael Kretschmer, Ministerpräsident des Freistaates Sachsen. Im Hintergrund v. l. n. r.: Frank Ohi, Kaufmännischer Vorstand des UKDD; Angela Rösen-Wolff, Prorektorin Forschung der TU Dresden; Sebastian Gemkow, Staatsminister für Wissenschaft, Kultur und Tourismus; Ursula Weyrich, Kaufmännischer Vorstand des DKFZ; Michael Albrecht, Medizinischer Vorstand des UKDD; Esther G. C. Troost, Dekanin der Medizinischen Fakultät der TU Dresden; Stefanie Speidel, Gründungsdirektorin DKFZ Standort Dresden.

© Kirsten Lassig / UKDD

Das Gebäude wird zudem die BioBank Dresden beherbergen, in der Biomaterial von Patientinnen und Patienten sowie gesunden Probanden vollautomatisch aufgearbeitet und bei bis zu minus 180 Grad in Stickstoff eingelagert wird. Vom Neubau soll auch die Lehre profitieren, denn er erweitert das Leistungsportfolio der Hochschulmedizin in Dresden. Mit dem geplanten Krebspräventionszentrum entsteht eine komplementäre und zugleich beispielhafte Struktur. Hinzu kommen Themenschwerpunkte, die bereits im Else Kröner Fresenius Zentrum für Digitale Gesundheit, dem Zentrum für evidenzbasierte Gesundheitsforschung und natürlich im NCT/UCC eine wichtige Rolle spielen.

Parallel zur Entstehung des Neubaus wird der wissenschaftliche Ausbau des

DKFZ-Standorts Dresden fortgeführt, etwa mit der Rekrutierung von Professorinnen und Professoren sowie Arbeitsgruppenleiterinnen und -leitern in den Bereichen Prävention, Smart Technologies und Medical Data Sciences in der Onkologie. Weitere Arbeitsgruppen sollen zu den Themen smarte Sensoren, Robotik, künstliche Intelligenz und dezentrale digitale Endgeräte gebildet werden, um Diagnostik und Therapie von Krebserkrankungen mit modernsten Technologien zu verbessern. Um den nötigen Raum zu schaffen, soll der DKFZ-Neubau nach einer entsprechenden Finanzierungszusage in einem zweiten Bauabschnitt durch einen Anbau mit weiteren knapp 1.000 Quadratmetern Nutzfläche erweitert werden. ■

# NCT/UCC – Forschung kompakt

Frank Buchholz  
Translationale Forschung am NCT/UCC Dresden

Der Einsatz von generativer künstlicher Intelligenz (KI) ist weltweit auf dem Vormarsch und spielt auch in verschiedenen Bereichen des Gesundheitswesens eine zunehmend zentrale Rolle. Indem sie Diagnostikverfahren verbessern, die Entdeckung neuer Medikamente beschleunigen und Behandlungen individuell auf Patientinnen und Patienten zuschneiden kann, besitzt die Nutzung von KI das Potenzial, die medizinische Landschaft grundlegend zu verändern. Gleichzeitig treibt sie die medizinische Forschung mit nie dagewesener Geschwindigkeit und Präzision voran. Eine der größten Stärken von KI liegt hierbei in der Fähigkeit, große und zunehmend komplexer werdende

Datenmengen im medizinischen Bereich zu verarbeiten. Dies ermöglicht nicht nur eine effiziente Verarbeitung von hohen Datenfluten, sondern auch die übergreifende Analyse verschiedenster Datenpunkte, die die Erkennung von Mustern und Zusammenhängen ermöglichen und somit neue Wege für die Früherkennung und die personalisierte Medizin eröffnen.

Die Medizinische Fakultät Carl Gustav Carus der TU Dresden unterstützt Forscherinnen und Forscher in ihrem Bestreben, diesen innovativen und zukunftsweisenden Weg zu beschreiten und dabei neue Maßstäbe am Standort Dresden zu setzen.

## KONTAKT

Prof. Dr. Frank Buchholz  
Leiter für translationale Forschung am NCT/UCC  
Professur für Medizinische Systembiologie  
Medizinische Fakultät Carl Gustav Carus, TU Dresden  
[frank.buchholz@tu-dresden.de](mailto:frank.buchholz@tu-dresden.de)

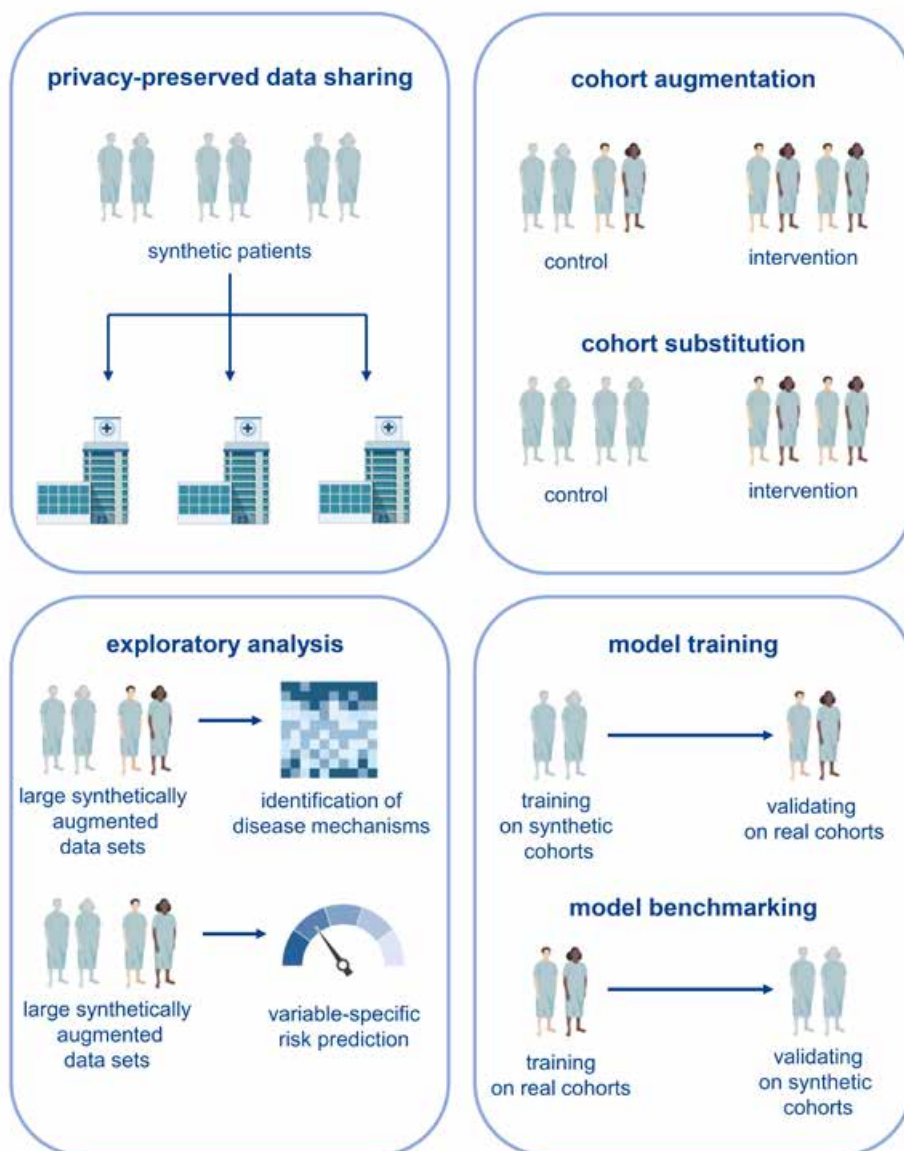
## Neue Möglichkeiten für klinische Studien durch generative KI: synthetische AML-Patientinnen und -patienten

Die effektive Nutzung von Patientendaten ist von entscheidender Bedeutung für Fortschritte in der Krebsforschung. Dennoch steht die Forschung vor der Herausforderung, dass die Erhebung umfassender und qualitativ hochwertiger Patientendaten mit hohen Kosten und erheblichem Zeitaufwand verbunden ist. Hinzu kommt, dass das Teilen dieser Daten häufig durch datenschutzrechtliche und regulatorische Hürden erschwert wird. Eine vielversprechende Lösung stellt die Erzeugung synthetischer Daten durch Methoden der generativen künstlichen Intelligenz dar. Im Rahmen dieser Studie wurden zwei generative Modelle, CTAB-GAN+ und Normalizing Flows (NFlow), verwendet, um die Daten von

1606 Patientinnen und Patienten mit akuter myeloischer Leukämie (AML), einer komplexen Blutkrebserkrankung, synthetisch nachzubilden. Die beiden synthetischen Kohorten wiesen eine hohe Ähnlichkeit mit den Originaldaten auf, sowohl in Bezug auf demografische, klinische, laborchemische und genetische Variablen als auch bei der Überlebensanalyse. Gleichzeitig sind die synthetisch erzeugten Daten nicht auf die originalen Trainingsdaten rückführbar, sodass sie frei teilbar sind. Anhand der Studie konnte demonstriert werden, dass selbst komplexe biologische Zusammenhänge, z. B. Beziehungen zwischen gleichzeitig auftretenden genetischen Alterationen oder deren Einfluss auf die

Aggressivität der Erkrankung, in synthetischen Daten exakt repliziert werden können. Die im Rahmen dieser Studie erzeugten synthetischen Datensätze stehen der Forschungsgemeinschaft jetzt als wertvolle Grundlage für künftige Projekte zur Verfügung. Darüber hinaus eröffnet die Verfügbarkeit synthetischer Patientendaten neue Möglichkeiten für das Design und die Durchführung klinischer Studien durch die Erweiterung von Kohorten oder den Ersatz von Kontrollkohorten. In Zukunft könnte die Nutzung synthetischer Daten dazu beitragen, die Entwicklung neuer Therapien und personalisierter Behandlungsansätze zu beschleunigen.



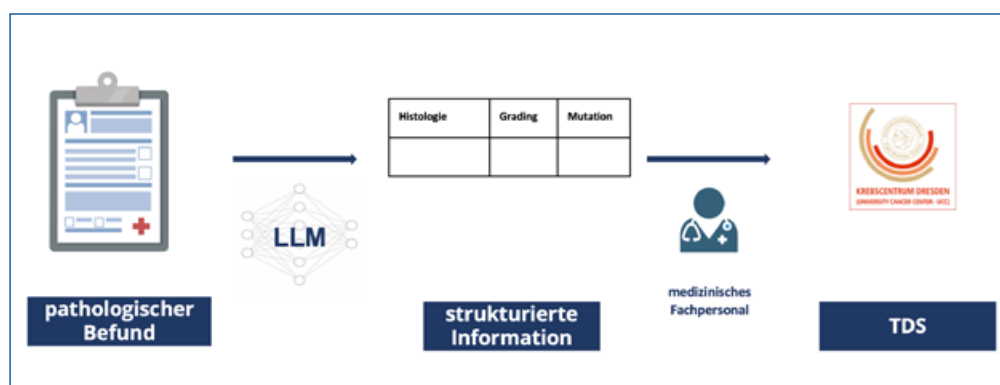


**Abb. 1:** Synthetische Daten bieten zahlreiche Vorteile für Forschung und klinische Studien. Da sie keine persönlichen Identifikationsmerkmale enthalten, können sie sicher geteilt werden. Sie erweitern bestehende Datensätze, ermöglichen explorative Analysen, unterstützen das Modelltraining für robustere Algorithmen und können in klinischen Studien zur Erweiterung von Kohorten oder als Ersatz für Kontrollgruppen verwendet werden, wobei sorgfältige Validierung und Regulierung notwendig sind.

## REFERENZ

Eckardt, J-N et al. Mimicking clinical trials with synthetic acute myeloid leukemia patients using generative artificial intelligenc. NPJ Digit Med. 2024 Mar 20;7(1):76. doi: 10.1038/s41746-024-01076-x.

## Einsatz von künstlicher Intelligenz zur Gewinnung von strukturierten Daten aus medizinischen Freibefunden



**Abb. 1:** Ablauf Pilotversuch zum Einsatz von Sprachmodellen (Large Language Models – LLM) für das Tumordokumentationssystem (TDS). Der Pathologiebefund wird durch das LLM verarbeitet und ein Vorschlag zu den extrahierten strukturierten Informationen gemacht. Das medizinische Fachpersonal kann den Vorschlag annehmen oder verbessern und in das Tumordokumentationssystem (TDS) übernehmen.

In der Medizin finden sich viele wichtige Informationen und Daten in Freitextbefunden, wie beispielsweise in Arztbriefen. Wenn man strukturierte Daten gewinnen möchte, bedeutet dies in der Regel viel manuelle Arbeit, um die Informationen aus dem Text zu extrahieren. Die Forschungsgruppe „Large Language Models in der Medizin“ unter der Leitung von Dr. Isabella Wiest aus der Arbeitsgruppe Clinical Artificial Intelligence (Leitung: Prof. Jakob Kather) des Else Kröner Fresenius Zentrums (EKFZ) für Digitale Gesundheit erforscht große Sprachmodelle (englisch: Large Language Models – auch als künstliche Intelligenz bezeichnet) und deren Fähigkeiten, Informationen aus medizinischen Fachtexten herauszulesen und zu verarbeiten. In einer neuen Publikation analysierte die Gruppe, wie gut Sprachmodelle darin sind, Symptome wie Bauchschmerz,

Aszites, Luftnot, Verwirrung und Leberzirrhose aus klinischen Notizen von medizinischem Personal korrekt herauszulesen. Die Sensitivität und Spezifität der Informationsextraktion lagen dabei zwischen 83 und 99 Prozent (Wiest et al., Privacy-Preserving Large Language Models for Structured Medical Information Retrieval, NPJ 2024 [accepted]).

Durch eine Initiative der Thoracic Oncology Group (Leitung: Prof. Martin Wermke), des Nationalen Zentrums für Tumorerkrankungen (NCT/UCC) Dresden und der Arbeitsgruppe Clinical Artificial Intelligence entsteht aktuell ein Pilotprojekt, in dem der Einsatz dieser Sprachmodelle im klinischen Alltag für das Tumordokumentationssystem getestet werden soll. Das Tumordokumentationssystem (TDS) des NCT/UCC wird täglich für Behandlungsempfehlungen bei Krebs-

erkrankungen genutzt. Das medizinische Fachpersonal gibt dafür zumeist alle Patientendaten händisch ein. In dem aktuellen Projekt wird nun dem medizinischen Fachpersonal im TDS ein Vorschlag basierend auf Pathologiebefunden durch das Sprachmodell gemacht, der dann angenommen oder verbessert werden kann. Für das Projekt werden nur Sprachmodelle genutzt, die lokal auf klinikinternen Servern installiert sind und keine Daten an Dritte oder Unternehmen weitergeben können. Damit verlassen die Patientendaten nicht das Universitätsklinikum.

Das Universitätsklinikum Dresden nimmt gemeinsam mit dem NCT/UCC Dresden und der Arbeitsgruppe Clinical Artificial Intelligence des Kather Lab eine Vorreiterrolle beim Einsatz von künstlicher Intelligenz im klinischen Alltag in Deutschland ein.

### REFERENZ

Wiest et al., Privacy-Preserving Large Language Models for Structured Medical Information Retrieval. NPJ Digit Med. 2024 Sep 20;7(1):257. doi: 10.1038/s41746-024-01233-2.

# Das Projekt TETRIS

Dr. Nicolas Scheuplein  
Deutsches Krebsforschungszentrum, Krebsinformationsdienst

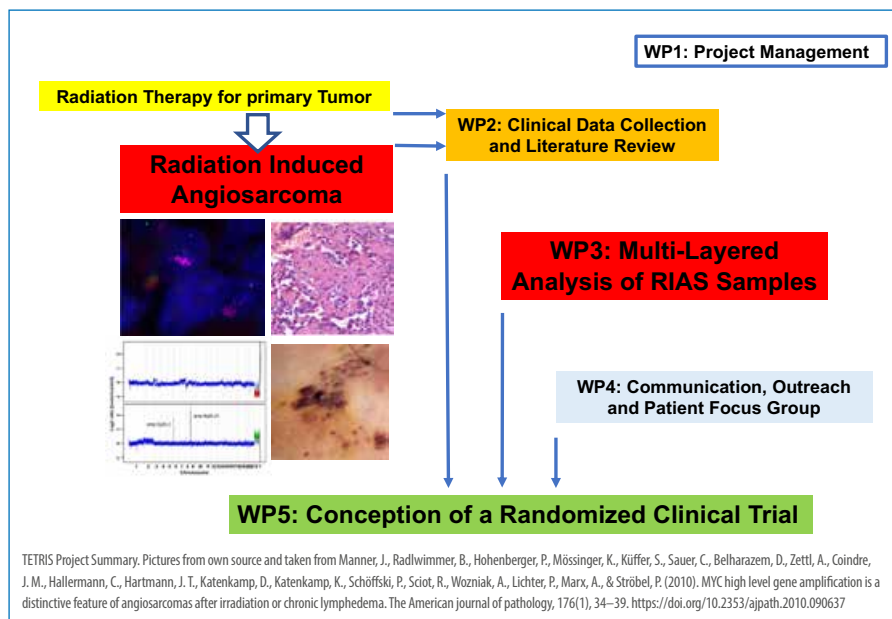
Strahleninduzierte Sarkome stellen mit ihrer Seltenheit, histologischen Vielfalt und Aggressivität Betroffene, Angehörige und die Ärzteschaft vor erhebliche Herausforderungen. Die Diagnostik ist komplex, Behandlungsoptionen sind begrenzt und Informationen zur Erkrankung kaum vorhanden. Um die Versorgung Betroffener zu verbessern, fördert das Hector-Seed-Funding-Programm des Deutschen Krebsforschungszentrums (DKFZ) das in diesem Jahr angelaufene, zweijährige Projekt TETRIS.

Durch molekulargenetische Untersuchungen von Tumoren und die Analyse von Erstbehandlungen und Patientenmerkmalen werden Risikofaktoren und Entstehungsmechanismen untersucht sowie die Diagnostik und Therapieansätze weiterentwickelt. Parallel dazu erstellt der Krebsinformationsdienst des DKFZ gemeinsam mit Betroffenen und Angehörigen evidenzbasierte und verständliche Informationen, um Unsicherheiten zu reduzieren und aufgeklärte Entscheidungen zu ermöglichen. ■

## KONTAKT

Julia Geulen  
Deutsches Krebsforschungszentrum  
Krebsinformationsdienst  
Im Neuenheimer Feld 280  
69120 Heidelberg  
j.geulen@dkfz.de

Weitere Informationen zum Projekt finden Sie unter [hector.dkfz.de/seed-funding-programm/tetris.html](https://hector.dkfz.de/seed-funding-programm/tetris.html) sowie unter [www.krebsinformationsdienst.de/forschungsprojekte](https://www.krebsinformationsdienst.de/forschungsprojekte).



# Die Klinik- und Krankenhausschule am Universitätsklinikum Dresden: Unterricht zwischen Krankenbett, Chemotherapie und Avataren

Nora Domschke  
Pressestelle Universitätsklinikum Dresden

In der Lehrstätte am Universitätsklinikum lernen junge Patientinnen und Patienten, die ihre normale Schule nicht besuchen können. Hier heißt es: Dranbleiben am Unterrichtsstoff – trotz Krankheit. Warum Schulfrust kaum ein Thema ist und wie moderne Technik den Kontakt zur eigenen Klasse ermöglicht.

Martina Schuster begleiten gemischte Gefühle, wenn sie in die Zukunft blickt. Seit 16 Jahren leitet sie die Klinik- und Krankenhausschule am Universitätsklinikum Carl Gustav Carus Dresden, seit 18 Jahren unterrichtet sie dort kranke Kinder und Jugendliche. Doch der Abschied kündigt sich bereits leise an, in zwei Jahren geht die heute 63-Jährige in den Ruhestand. Die gute Nachricht: Ein potenzieller Nachfolger steht mit Michael Beyer bereits in den Startlöchern. Der kommissarisch eingesetzte, stellvertretende Schulleiter unterrichtet in seinem neunten Jahr an der Klinikschule und man spürt sofort, wie sehr er für seinen Job brennt und wie groß die Lust auf den Leitungsposten ist. Entscheiden wird darüber allerdings das Landesamt für Schule und Bildung, das für die Lehrerinnen und Lehrer an den staatlichen Schulen in Sachsen zuständig ist.

In den vergangenen Jahren hat sich die staatliche Förderschule am Uniklinikum zu einem Förderzentrum entwickelt, das thematisch breit aufgestellt ist. Unterrichtet werden junge Patientinnen und Patienten aus den Bereichen Kinder- und Jugendpsychiatrie, des Kinderonkologischen Zentrums sowie der Klinik für Kinder- und Jugendmedizin. Jede Station hat eine eigene Stationslehrerin bzw. einen Stationslehrer. Die meisten Schülerinnen und Schüler werden in der



Martina Schuster und Michael Beyer leiten die Klinikschule am Uniklinikum Dresden. Sie und ihr Team sind nicht nur für den Lehrstoff der kranken Kinder zuständig, sondern haben auch ein offenes Ohr für sie.

© MUKD/Michael Kretzschmar

Kinder- und Jugendpsychiatrie behandelt. Allein dort gibt es sechs verschiedene Stationen, auf denen unter anderem junge Patientinnen und Patienten mit Ess- oder Zwangsstörungen betreut und therapiert werden. Sie nutzen die Schulräume vor Ort auf dem Campus, die in den Häusern 25, 21 und 71 zur Verfügung stehen. Die sechsköpfigen Unterrichtsgruppen sind gemischt, sowohl in Bezug auf das Alter als auch auf die Schulart. Die Zusammenstellung dieser Gruppen erfolgt stationsbezogen. „Alle Schülerinnen und Schüler, egal, ob sie eine Grundschule oder ein Gymnasium besuchen, bekommen ihre eigenen Aufgaben und erarbeiten sich den Lernstoff

mit Unterstützung der erfahrenen Lehrkräfte“, erklärt Martina Schuster. Welche Aufgaben das sind, wird in enger Abstimmung mit der Stammschule des jeweiligen Kindes entschieden. Über allem stehe immer ein Ziel, betont Martina Schuster: die Kinder und Jugendlichen fit für den weiteren Unterricht an ihrer Stammschule zu machen. Sie sollen den Anschluss nicht verlieren und nach ihrem Klinikaufenthalt möglichst stressfrei wieder in ihrer eigenen Schulklasse ankommen. „Eine schwere Krankheit ist ein großer Einschnitt in die Bildungsbiografie eines Kindes“, sagt Michael Beyer. „Dort wollen wir Stabilität und Struktur geben.“

Die Lehrerinnen und Lehrer unterstützen ihre Schützlinge während des Klinikaufenthaltes beim Lösen ihrer Aufgaben, helfen weiter, wenn es Fragen gibt. In diesem besonderen „Schulalltag“ kann die jeweilige Erkrankung der Kinder nicht immer ausgeklammert werden. Sie ist Teil von ihnen – und sie stülpt nicht selten ihr und das Leben ihrer Familien komplett um. Auch damit müssen die Lehrkräfte umgehen. Eine spezielle Ausbildung haben sie dafür nicht, aber Zuhören und Mut machen gehören zum wichtigen Handwerkszeug in dieser sensiblen Schulumgebung, sagt Martina Schuster. Meistens sei der Unterricht willkommene Abwechslung im Krankenhausalltag. Er lenkt ab von Schmerzen, schlechten Gedanken und bringt etwas Normalität und Struktur in das Leben der Kinder und Jugendlichen, das plötzlich ganz anders ist als bisher. Wie wichtig diese Ablenkung für die Genesung sein kann, zeigen wissenschaftliche Studien. Gleiches gilt für den Kontakt zu Familie und Freunden. Seit einigen Jahren kommen in Kooperation mit dem Sonnenstrahl e.V. deshalb sogenannte Avatare zum Einsatz. Die kleinen „Roboter“ befinden sich im Klassenzimmer an der Stammschule, über eine Kamera kann das Kind den Unterricht am Tablet verfolgen oder mit Freundinnen und Freunden sprechen. Hier geht es in erster Linie darum, dass das Kind nicht komplett aus seinem sozialen Umfeld herausgerissen wird – der Avatar ermöglicht es ihm, am Unterrichtsalltag der Regelschule teilzuhaben.

Die individuelle Betreuung, die oft vom gesundheitlichen Zustand der jungen Patientinnen und Patienten abhängt,

verlangt viel Flexibilität von den Lehrkräften der Klinikschule, insbesondere bei onkologischen Erkrankungen. Kinder, die gegen den Krebs kämpfen, bilden die zweite große Gruppe der Schülerinnen und Schüler. Im Haus 65, in der Kinderonkologie, sitzen die Lehrerinnen und Lehrer oft direkt am Patientenbett, der Einzelunterricht findet therapiebedingt vor Ort in der Klinik statt.

Die dritte Schülergruppe wird in der Kinderklinik behandelt und meist auch dort unterrichtet. Und es gibt sogar noch eine vierte Schülergruppe: Auch im Städtischen Klinikum Dresden-Neustadt werden die jungen Patientinnen und Patienten vor Ort von der Klinik- und Krankenhausschule im Uniklinikum beim Lernen unterstützt. Jeden Morgen bekommen die Lehrerinnen und Lehrer eine Art Laufzettel, auf dem vermerkt ist, welches Kind mit welchem Schulstoff auf welcher Station unterrichtet wird. Anders als bei den psychiatrischen Patientinnen und Patienten, die oft über längere Zeit im Uniklinikum behandelt werden, ist eine langfristige Planung in der Kinderonkologie und in der Kinderklinik kaum möglich. Zu schnell kommen und gehen hier die jungen Patientinnen und Patienten. Dieser rasche Wechsel, Kinder, denen es gesundheitlich nicht gut geht, verzweifelte Familien und auch Abschiede gehören zum Alltag der Kliniklehrerinnen und -lehrer. „Wir verabschieden die Kinder natürlich am liebsten zurück in ihr normales Leben. Aber es gibt auch jene befürchteten Abschiede, wenn der Krebs gesiegt hat“, sagt Michael Beyer. Das gehe allen nah. „Vor allem, wenn wir sehen, wir sehr ein Kind darum gekämpft hat, zu leben.“ ■

RUDERN GEGEN KREBS:

## Starkes Comeback der Benefizregatta

Nach einem Jahr Pause konnte am 8. Juni 2024 die Benefizregatta „Rudern gegen Krebs“ in Dresden wieder an den Start gehen. Zum nunmehr elften Mal trafen sich 51 Ruderteams auf der Elbe, um für den guten Zweck gegeneinander anzutreten. Die Partner der Stiftung Leben mit Krebs waren wie immer der Sächsische Elbe-Regattaverein (SERV) sowie das Universitätsklinikum Carl Gustav Carus Dresden.

In bester Tradition starteten Patientinnen und Patienten, Ärzteschaft, Pflegepersonal, Rudersportlerinnen und -sportler, aber auch Ruderneulinge regional ansässiger Unternehmen auf der Elbe. Sie alle stellten ihr großartiges Engagement unter Beweis und setzen so durch ihren Einsatz ein starkes Zeichen gegen Krebs. Insgesamt 21.000 Euro Spenden wurden gesammelt, die nun in Projekte für Menschen mit Krebs an der Dresdner Hochschulmedizin fließen.



PATIENTENTAG DES NCT/UCC:

## Gut informiert, bestens vernetzt

Eine Krebserkrankung ist trotz aller medizinischen Fortschritte eine große Belastung für Betroffene und ihre Angehörigen. Oft verbinden sich mit der Erkrankung zahlreiche Fragen. Beim NCT/UCC-Patiententag haben sich über 200 Patientinnen und Patienten, Angehörige und Interessierte über neueste onkologische Therapieansätze, Beratungsangebote und aktuelle Studien informiert. Im Rahmen eines Expertenaustauschs mit Vertreterinnen und Vertretern verschiedener Selbsthilfegruppen konnten Erfahrungen und Wissen geteilt werden. Darüber hinaus gab es weiterführende Beratungsangebote und neueste wissenschaftliche Erkenntnisse zu unterschiedlichen Krebserkrankungen wurden vorgestellt.

**Der nächste Patiententag findet am 17. Mai 2025 statt.**  
([www.nct-dresden.de/patiententag](http://www.nct-dresden.de/patiententag))

MISSION4SAX :

## Pilotprojekt für bessere Krebsbehandlungen

Mit dem Pilotprojekt „Mission4Sax“ baut die Hochschulmedizin Dresden einen Leuchtturm mit Strahlkraft für weitere Regionen in Deutschland. Zentrales Ziel des Modellprojektes ist es, Krebspatientinnen und -patienten in der Region Ostsachsen auf hohem Niveau zu behandeln und zu versorgen. Dafür werden ambulante und stationäre Strukturen aller beteiligten Medizinbereiche einbezogen. Das vom Universitätsklinikum Carl Gustav Carus Dresden und der Medizinischen Fakultät der TU Dresden initiierte dreijährige Projekt wird mit einem Gesamtvolumen von 2,15 Millionen Euro vom Bundesministerium für Bildung und Forschung gefördert.

NCT/UCC-BENEFIZLAUF:

## Mit großen Schritten gegen den Krebs

Am 3. September 2024 fand der nunmehr sechste NCT/UCC-Benefizlauf „Fortschritt gegen Krebs“ im Großen Garten statt. Insgesamt 900 Läuferinnen und Läufer haben von 16 Uhr bis in den Abend hinein bei bester Stimmung ihre Runden gedreht.

Der großen Hitze zum Trotz legten die Teilnehmerinnen und Teilnehmer, jung wie alt, Angehörige und Patientinnen und Patienten, rennend oder spazieren gehend auf dem zwei Kilometer langen Rundkurs im Großen Garten knapp 7.700 Kilometer zurück. Statt einer Startgebühr entrichteten die Läuferinnen und Läufer eine Spende zugunsten onkologischer Projekte, u. a. zum Ausbau der Sporttherapie für krebskranke Kinder, wobei eine Spendensumme von rund 42.000 Euro zusammenkam. Organisiert wurde der Lauf vom Nationalen Centrum für Tumorerkrankungen (NCT/UCC) Dresden in Kooperation mit dem Sonnenstrahl e.V., dem Schösserland Sachsen und der Stiftung Hochschulmedizin.



BENEFIZKONZERT:

## Takte gegen Krebs

Den Reigen der Benefizveranstaltungen 2024 zugunsten von Krebspatientinnen und -patienten schloss am 22. November das Benefizkonzert „Takte gegen Krebs“ in der Lukaskirche Dresden. Das Universitätsorchester Dresden und das Ensemble Consociati gestalteten gemeinsam mit Betroffenen und Pflegepersonal diesen musikalischen Abend zwischen Tschaikowsky, Bach und einer Uraufführung. Moderation und Geleit gab der vielseitige Musiker Henry Schneider, u. a. über 40 Jahre Bratschist am Gewandhausorchester Leipzig. Er war selbst an Krebs erkrankt und wurde am Nationalen Centrum für Tumorerkrankungen (NCT/UCC) Dresden erfolgreich behandelt.



Das durch die Stiftung Hochschulmedizin unterstützte Konzert kommt dem AYA-Guide am NCT/UCC zugute. Bei dem Pilotprojekt werden junge Menschen mit Krebs untereinander vernetzt. Für sie ist es häufig schwierig, gleichaltrige Patientinnen und Patienten kennenzulernen. So werden Jugendliche oft zusammen mit Säuglingen und kleinen Kindern in der Kinderklinik behandelt und junge Erwachsene zusammen mit älteren Menschen in der Erwachsenenklinik. Der AYA-Guide besucht die jungen Patientinnen und Patienten während ihres stationären Aufenthalts, stellt Kontakte her und schafft auch während der ambulanten Therapie und Nachsorge Möglichkeiten zum regelmäßigen Austausch über ein Café und Bewegungsangebote.



© Anja Schneider

## Prof. Dr. Larysa Baraban

Larysa Baraban hat am 1. Mai 2024 die neu geschaffene Professur für Medical Nanotechnology an der Medizinischen Fakultät Carl Gustav Carus der Technischen Universität Dresden übernommen. Diese wurde gemeinsam vom Helmholtz-Zentrum Dresden-Rossendorf (HZDR) und dem Else Kröner Fresenius Zentrum (EKFZ) für Digitale Gesundheit eingerichtet. Die Physikerin erforscht Nanoelektronik für individualisierte Krebs-Immuntherapien und innovative, kostengünstige Nachweismethoden für Krankheitserreger.

### Zur Person

Larysa Baraban begann ihre wissenschaftliche Karriere in der Ukraine, wo sie an der Nationalen Taras-Schewtschenko-Universität Kiew Physik studierte. Nach erfolgreichem Abschluss promovierte sie an der Universität Konstanz in Experimenteller Physik. Im Jahr 2009 schloss sie sich einem französischen Forschungsteam an der École Supérieure de Physique et de Chimie Industrielles de la Ville de Paris (ESPCI) an und beschäftigte sich erstmals mit Biotechnologien. Um sich auf Systeme im Nanometerbereich zu spezialisieren, wechselte sie zwei Jahre später ans Leibniz-Institut für Festkörper- und Werkstoffforschung Dresden (IFW) und anschließend an die TU Dresden. Seit 2020 ist Larysa Baraban Leiterin der Forschungsgruppe „Nano-Microsystems for Life Sciences“ am HZDR, aus der sich Anfang 2023 eine eigene Abteilung am Institut für Radiopharmazeutische Krebsforschung am Helmholtz-Zentrum in Rossendorf entwickelt hat.



© ASTUEBNER@EKFZ

## Prof. Dr. Stephen Gilbert (EKFZ)

Stephen Gilbert besetzt seit März 2022 die Professur für Medical Device Regulatory Science am Else Kröner Fresenius Zentrum für Digitale Gesundheit der Technischen Universität Dresden. Der gebürtige Nordire wechselte aus der Wirtschaft zurück in die Wissenschaft und wird mit seinem Know-how auf diesem Gebiet die fächerübergreifende Forschung der Dresdner Hochschulmedizin verstärken. Er forscht unter anderem zu den regulatorischen Herausforderungen beim Einsatz von künstlicher Intelligenz für neue Therapien in der personalisierten Krebsmedizin. Um mit technologischen Entwicklungen Schritt zu halten und neue Therapien schnell und effizient zugänglich zu machen, müssen die Zulassungsbedingungen flexibler, aber dennoch sicher sein.

### Zur Person

Stephen Gilbert ist Professor für Medical Device Regulatory Science am Else Kröner Fresenius Zentrum (EKFZ) für Digitale Gesundheit der TU Dresden. Nach seiner Promotion an der University of Leeds (UK) war er mehrere Jahre in der Forschung tätig. Er arbeitete zwischen 2017 und 2022 im Bereich Medizintechnik und digitale Gesundheit in der Industrie, als Clinical Evaluation Director in der medizinischen Abteilung von Ada Health in Berlin sowie bei Biotronik in der Abteilung für Regulatorik. Im Jahr 2022 wechselte er zurück in die akademische Forschung.





© Uniklinikum Dresden/  
Michael Kretzschmar

## Prof. Dr. Anna Kühne

Anna Kühne besetzt seit 1. April 2024 eine der beiden neuen Professuren für „Öffentliche Gesundheit“ in Sachsen. Die Professur am Universitätsklinikum Carl Gustav Carus Dresden und der Medizinischen Fakultät der TU Dresden wird anteilig vom Sächsischen Staatsministerium für Soziales und der Landeshauptstadt Dresden getragen. Das Konzept sieht eine enge Zusammenarbeit, den Austausch zwischen Forschung, Lehre und Weiterbildung sowie die tägliche Arbeit im Gesundheitsamt vor. Die Professur sowie die wissenschaftlichen Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter sind sowohl an der Hochschulmedizin als auch am Amt für Gesundheit und Prävention angesiedelt, um die Brückenfunktion mit Leben zu füllen – eine deutschlandweit einzigartige Zusammenarbeit. Die enge Kooperation des Amtes für Gesundheit und Prävention mit der Professur soll den Öffentlichen Gesundheitsdienst nachhaltig stärken und langfristig dafür sorgen, dass Studierende diesen schon während des Studiums kennenlernen können.

### Zur Person

Die Humanmedizinerin Anna Kühne hat in London Public Health und in Berlin Angewandte Epidemiologie studiert. Sie verfügt über umfangreiche Erfahrung in der Lehre und Weiterbildung sowie der Entwicklung und Durchführung von Studien im Bereich der öffentlichen Gesundheit, sowohl in den Krisengebieten dieser Welt als auch im deutschen Öffentlichen Gesundheitsdienst auf kommunaler und nationaler Ebene. Ihre Expertise umfasst sowohl infektionsepidemiologische Forschung einschließlich Modellierungen und Krisenmanagement als auch partizipative Forschungsansätze im Bereich der Prävention im kommunalen Setting mit besonderer Berücksichtigung von vulnerablen Gruppen. Zudem ist sie Expertin in der Begleitforschung und Entwicklung von Projekten, die kurative Medizin mit Gesundheitsförderungsangeboten und Verhältnisprävention verschränken.



© Uniklinikum Dresden/  
Michael Kretzschmar

## Prof. Dr. Vjera Holthoff-Detto

Vjera Holthoff-Detto leitet seit April 2024 die Klinik und Poliklinik für Psychiatrie und Psychotherapie. Der bisherige Klinikdirektor Prof. Michael Bauer verantwortet zukünftig als Direktor für Forschung und Lehre Psychiatrie vorrangig wissenschaftliche Projekte sowie die Studierendenausbildung. Einen fachlichen Schwerpunkt von Prof. Holthoff-Detto bilden Menschen mit onkologischen Erkrankungen und die daraus resultierenden existenziellen Sorgen und körperlichen Anstrengungen. Sie stellen nach dem bio-psycho-sozialen Verständnis der Psychiatrie einen Zustand hoher Verletzlichkeit (Vulnerabilität) dar und können zu einer ersten psychischen Erkrankungsepisode oder dem Ausbruch bereits bekannter psychischer Erkrankungen führen. Vjera Holthoff-Detto und ihrem Team ist es ein großes Anliegen, dass Menschen mit psychiatrischen Erkrankungen, die onkologische Behandlungen der Dresdner Hochschulmedizin in Anspruch nehmen, stabilisiert werden. In ihrer neuen Funktion fokussiert sie sich auch auf Ausbildung, Weiterbildung und Fortbildung, um Nachwuchs für die Behandlung von Menschen mit psychiatrischen Erkrankungen zu gewinnen. Darüber hinaus möchte sie das Behandlungsspektrum erweitern und Kooperationen ausbauen.

### Zur Person

Vjera Holthoff-Detto ist Ärztin mit dem Schwerpunkt der Erforschung der Grundlagen der Kognition über die Lebensspanne und bei frühen Störungsbildern im Alter mit Schwerpunkt Demenz. Vjera Holthoff-Detto wurde 2008 auf die Professur für Gerontopsychiatrie und kognitive Neuropsychiatrie an der TU Dresden berufen. 2014 folgte der Wechsel nach Berlin. Dort leitete sie bis zuletzt das Krankenhaus Hedwigshöhe der St. Hedwig Kliniken.



© Uniklinikum Dresden/  
Michael Kretzschmar

## Prof. Dr. Denis Schewe

Seit Mai 2024 leitet Denis Schewe den Bereich Pädiatrische Onkologie und Hämatologie der Klinik für Kinder- und Jugendmedizin am Universitätsklinikum Carl Gustav Carus Dresden. Der Spezialist für Krebserkrankungen bei Kindern ist zugleich auf die W3-Professur für Kinderheilkunde mit dem Schwerpunkt Pädiatrische Hämatologie und Onkologie der Medizinischen Fakultät der TU Dresden berufen worden.

### Zur Person

Denis Schewe absolvierte ein Studium der Humanmedizin an der Ludwig-Maximilians-Universität München, wo er auch promovierte. Für seine praktische Ausbildung war er über ein Stipendium der München-Harvard Allianz unter anderem an der Harvard Medical School in Boston tätig. Mit einem Postdoktoranden-Stipendium der Deutschen Krebshilfe e. V. machte er zudem Station am Department of Biomedical Sciences an der Universität Albany (State University of New York) und am Mount Sinai Medical Center in New York City. 2015 habilitierte Prof. Schewe im Fach Kinder- und Jugendmedizin an der Christian-Albrechts-Universität Kiel. Dort wurde ihm zudem eine außerplanmäßige Professur verliehen.



© Uniklinikum Dresden/  
Michael Kretzschmar

## Prof. Dr. Marius Distler

An der Medizinischen Fakultät der TU Dresden wurde die W2-Professur „Minimalinvasive und Robotische Chirurgie“ ins Leben gerufen. Sie ist seit Mai 2024 mit Prof. Marius Distler durch einen ausgewiesenen Spezialisten dieses Fachgebiets besetzt. Er richtet den Fokus seiner Lehrveranstaltungen auf die neueste OP-Technik, die in der modernen Chirurgie zum Einsatz kommt, und damit Krankenversorgung, Forschung und Lehre nachhaltig verändern wird. Ein weiterer Schwerpunkt ist der Einsatz von künstlicher Intelligenz (KI). Die Professur ist der Klinik für Viszeral-, Thorax- und Gefäßchirurgie (VTG-Chirurgie) zugeordnet, die deutschlandweit führend in komplexer, minimalinvasiver Chirurgie ist und über einen breiten Erfahrungsschatz in robotischer Chirurgie verfügt.

### Zur Person

Marius Distler absolvierte ein Studium der Humanmedizin an der Medizinischen Fakultät der Ludwig-Maximilians-Universität München und an der Technischen Universität Dresden. 2020 erhielt er eine außerplanmäßige Professur an der TU Dresden. Seine klinischen Schwerpunkte liegen unter anderem in der onkologischen Viszeralchirurgie und der komplexen minimalinvasiven robotischen Chirurgie. Wissenschaftlich beschäftigt er sich ebenfalls mit robotischer Chirurgie sowie mit der Diagnostik und Therapie von Pankreaserkrankungen und KI in der Chirurgie.

# KREBS

+ **HILFE** =

## Deutsche Krebshilfe

Seit 50 Jahren stehen wir krebskranken Menschen und ihren Angehörigen zur Seite und bringen die Krebsforschung voran.

**Hilf uns dabei –  
mit deiner Spende!**

Anne-Sophie Mutter  
Präsidentin der  
Deutschen Krebshilfe

Sei **DAS PLUS** im  
Kampf gegen den Krebs!  
Jede Unterstützung hilft.



50 Jahre  
**Deutsche Krebshilfe**  
HELFEN. FORSCHEN. INFORMIEREN.



Mehr erfahren

# Aktuelle klinische Studien

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

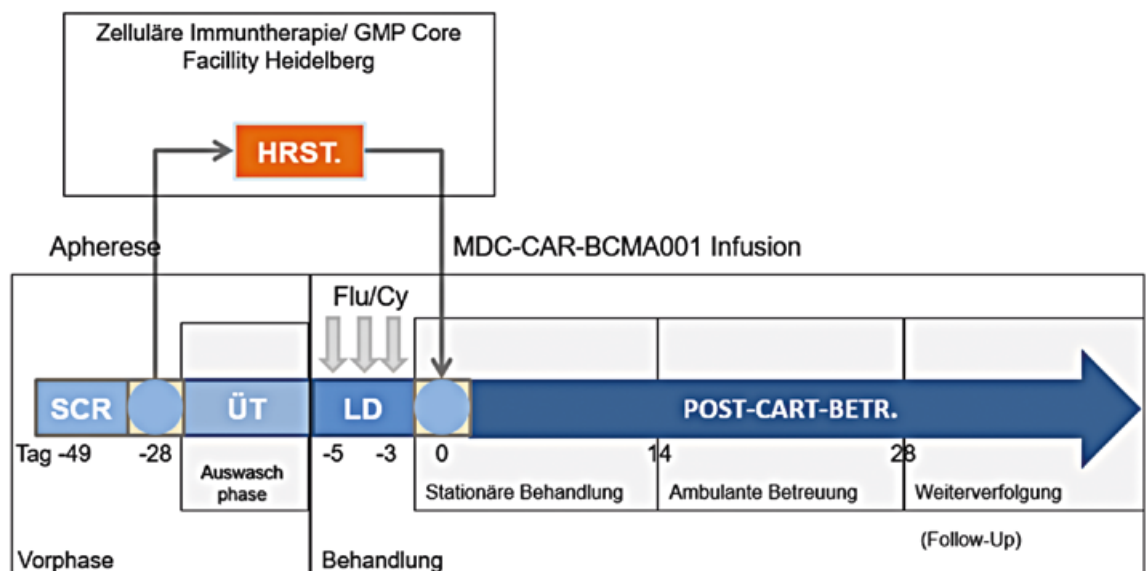
## CARLOTTA01: Phase-I-Studie mit hochaffiner BCMA CAR-T-Zelltherapie zur Behandlung des rezidivierenden und refraktären Multiplen Myeloms sowie des diffusen großzelligen B-Zell-Lymphoms

### Ziele:

In dieser Studie wird untersucht, ob die akademischen und hochaffinen BCMA CAR-T-Zellen „MDC-CAR-BCMA001“ eine wirksame Therapie für rezidivierende und refraktäre Multiple Myelome (rrMM) und/oder diffuse großzellige B-Zell-Lymphome (r/r DLBCL) sind. Die voraussichtlichen Vorteile von MDC-CAR-BCMA001 im Vergleich zu anderen BCMA-gerichteten CAR-T-Zellen ist die humanisierte BCMA-Zielsequenz. Sie verringert das Risiko neutralisierender Anti-CAR-Antikörper und ermöglicht durch die hohe Affinität und Avidität, auch r/r DLBCL und anti-BCMA vorbehandelte rrMM mit niedrigen Antigenexpressionsniveaus zu bekämpfen und so das Risiko der Entstehung von Escape-Varianten mit niedriger Antigenexpression zu reduzieren. Wir führen die CARLOTTA01-Studie durch,

- um die Verträglichkeit und die Nebenwirkungen (Sicherheit und Tolerabilität) der MDC-CAR-BCMA001 festzustellen und
- um erste Erkenntnisse über die Wirksamkeit der MDC-CAR-BCMA001 beim Multiplen Myelom und beim diffusen großzelligen B-Zell-Lymphom zu erhalten.

### Studientherapie:



Legende: HRST Herstellung, GMP good manufacturing practice, SCR Screening, Flu Fludarabin, Cy Cyclophosphamid, LD Lymphodepletion, ÜT Überbrückungstherapie, CART chimäre Antigenrezeptor T-Zellen, BETR Betreuung. Grafik: Jingtong Luan/Martin Wermke (MKI)

**Einschlusskriterien (Auswahl):**

- r/r DLBCL: keine Standardtherapie möglich und nach kommerzieller CD19-CAR-T-Zellen
- rr MM: mindestens zwei Vortherapien (inklusive einer BCMA-gerichteten Therapie)
- Prednisolon  $\leq 20$  mg/Tag
- ECOG Performance Status: 0-2

**Ausschlusskriterien (Auswahl):**

- ZNS-Beteiligung durch Grunderkrankung
- aktive Infektionen

**Kontakt:**

Studienleitung: Prof. Dr. med. Martin Wermke  
Projektmanagement: Dr. Katja Winkler – carlotta@ukdd.de  
Universitätsklinikum Dresden Carl Gustav Carus  
Medizinische Klinik und Poliklinik I  
Fetscherstr. 74, 01307 Dresden

## Prostatalogenbestrahlung mit alternativen radioonkologischen Ansätzen (PAROS)

**Ziel:**

Nach einer radikalen Prostatektomie eines lokal fortgeschrittenen Prostatakarzinoms kann im interdisziplinären Tumorboard eine postoperative Strahlentherapie der Prostataloge empfohlen werden. Dies gilt auch bei einem PSA-Rezidiv nach einer radikalen Prostatektomie. Der Standard in dieser Situation ist eine Strahlentherapie mit Photonen der Prostataloge über etwa sieben Wochen. Ziel der PAROS-Studie ist es, auf Basis der bisher erhobenen Daten zweier Phase-II-Studien, durch die Verwendung einer hypofraktionierten Protonentherapie der Prostataloge eine Verbesserung der Rektumtoxizitäts-bedingten Lebensqualität nachzuweisen. Zudem soll im Vergleich zur Standardbehandlung die Gleichwertigkeit einer verkürzten Gesamtbehandlungszeit nachgewiesen werden.

**Studientherapie:**

Die Randomisierung erfolgt im Verhältnis 1:1:1 in einen der drei Behandlungsarme:  
Arm 1: adjuvante/ Salvage-Strahlentherapie der Prostataloge normofraktioniert mittels Photonen mit geplanter Gesamtdosis von 70 Gy in IMRT-Technik (35 Fraktionen)  
Arm 2: adjuvante/ Salvage-Strahlentherapie der Prostataloge hypofraktioniert mittels Photonen mit geplanter Gesamtdosis von 57 Gy (19 Fraktionen)  
Arm 3: adjuvante/ Salvage-Strahlentherapie der Prostataloge hypofraktioniert mittels Protonen mit geplanter Gesamtdosis von 57 Gy (RBE; 19 Fraktionen)

**Einschlusskriterien:** 1. histologisch gesichertes Prostatakarzinom mit feingeweblicher Einteilung gemäß Gleason-Score und vorliegendem PSA-Wert  
2. Indikation zur Bestrahlung der Prostataloge (adjuvant/ Salvage) nach erfolgter Prostatektomie  
3. Karnofsky-Index  $\geq$  70 Prozent  
4. Alter ab  $\geq$  18 Jahren  
5. durchgeführte Patientenaufklärung und schriftliche Einwilligung  
6. Einwilligungsfähigkeit der Patientinnen und Patienten

---

**Ausschlusskriterien:** 1. pelvine lymphogene Metastasierung  
2. R2-Situation / makroskopischer Tumor  
3. Stadium IV (Fernmetastasen)  
4. vorangegangene Strahlentherapie im Becken  
5. gleichzeitige Teilnahme an einer anderen klinischen Studie, die die Ergebnisse der jeweiligen Studie beeinflussen könnte

---

**Kontakt:** Hauptprüfer am UKD: Dr. med. Tobias Hölscher  
Universitätsklinikum Carl Gustav Carus Dresden  
Klinik und Poliklinik für Strahlentherapie und Radioonkologie  
Fetscherstraße 74, 01307 Dresden  
Telefon: 0351 458-2238, Fax: 0351 458-7308  
str.studien@ukdd.de

Studienleiter: Prof. Dr. Klaus Herfarth  
Klinik für Radioonkologie und Strahlentherapie  
Universitätsklinikum Heidelberg  
Im Neuenheimer Feld 400, 69120 Heidelberg

---

## COMPASS – deCOMPressing stomA und zweistufige elektive Resektion vs. Notfall-Resektion bei Patientinnen und Patienten mit linksseitigem obstruktivem Dickdarmkrebs

---

In diese multizentrische, randomisiert kontrollierte Studie können Patientinnen und Patienten mit einem linksseitigen Dickdarntumor und Symptomen einer Obstruktion eingeschlossen werden.

---

**Ziel:** Die Studie soll evaluieren, ob ein dekomprimierendes Stoma als Überbrückung bis zu einer elektiven Operation die 120-Tage-Sterblichkeit im Vergleich zu einer Notresektion bei Patientinnen und Patienten mit einem obstruktiven linksseitigen Dickdarmkrebs verringert. Darüber hinaus werden zusätzliche onkologische und perioperative Ergebnisse sowie die Lebensqualität der Patientinnen und Patienten im jeweiligen Behandlungsarm vergleichend untersucht.

---

- Einschlusskriterien:**
- Kolonobstruktion mit linksseitigem Kolon- oder oberem Rektumtumor (Milzflexur bis zum intraperitonealen Rektum (Tumor > 12 cm von der Analgrenze))
  - Tumor muss hochgradig verdächtig auf Darmkrebs sein (Nachweis mit CT oder Endoskopie)
  - Nachweis der Dünn- oder Dickdarmdilatation durch CT
  - Tumor (einschließlich Metastasen) muss als kurativ resektabel gelten
  - männliche und weibliche Patienten, Alter  $\geq$  18 Jahre
  - Fähigkeit der Patientinnen und Patienten zur Einwilligung

- Ausschlusskriterien:**
- rechtsseitiger Dickdarm
  - extraperitoneales Rektumkarzinom des unteren und mittleren Drittels (Tumor < 12 cm vom Analrand)
  - Lebenserwartung < 120 Tage aufgrund einer fortgeschrittenen Tumorerkrankung
  - lokal fortgeschrittene Tumorerkrankung mit lokaler Infiltration anderen Strukturen, die eine R0-Resektion ausschließt oder eine neoadjuvante Behandlung erfordert
  - abgeschlossene, aktuelle oder geplante neoadjuvante Therapie
  - Anzeichen einer Darmperforation im CT (freie Luft)
  - der Allgemeinzustand lässt eine Operation nicht zu (ASA-Score  $\geq$  IV)
  - erwartete mangelnde Compliance
  - Sucht oder andere Erkrankungen, die es der betroffenen Person nicht erlauben, Umfang und Ausmaß der klinischen Studie und ihrer möglichen Folgen zu beurteilen

**Studienablauf:** Die Randomisierung in die beiden Behandlungsarme erfolgt stratifiziert nach Alter (jünger oder älter als 70 Jahre), Geschlecht, ASA-Klassifizierung (1–2 vs. 3) und Vorhandensein einer Dünndarmdistension im CT. In der Interventionsgruppe wird bei der ersten Operation ein dekomprimierendes Stoma angelegt. Nach der Rekonvaleszenz wird eine elektive, onkologische Tumorresektion durchgeführt. Patientinnen und Patienten in der Kontrollgruppe erhalten eine Notresektion. Im Rahmen der Studie gibt es acht (Kontrollgruppe) bzw. zwölf (Interventionsgruppe) vordefinierte Studienvisiten (Visite 1 – Visite 12). Die Studienvisiten 10 bis 12 entsprechen der klinischen Routineversorgung bei Dickdarmkrebs. Die Nachsorgeuntersuchungen werden alle zwölf Monate gemäß der S3-Leitlinie „Kolorektales Karzinom“ durchgeführt.

**Kontakt:** Studienleiter: Prof. Dr. Christoph Kahlert, Dr. Mathieu Pecqueux  
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 4587273  
studienzentrum-vtg@ukdd.de

**Förderung der Studie:**  
Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF)  
DLR Projektträger Bereich Gesundheit

# Unterstützung für junge Menschen mit Krebs

Annechristin Bonß  
Pressestelle Universitätsklinikum Dresden



Krebskranke Heranwachsende und junge Erwachsene sollen zusammenfinden und sich Mut machen. Dabei unterstützt sie Lisa Franz als AYA-Guide.

Seit September 2024 ist Lisa Franz als AYA-Guide für junge Krebspatientinnen und -patienten auf den pädiatrischen und internistischen Stationen im Universitätsklinikum Dresden unterwegs. Die 23-Jährige ist keine Ärztin und auch nicht in der Pflege beschäftigt. Ihre Aufgabe: Kontakt aufnehmen, Gesprächsangebote schaffen, vernetzen – und das auf Augenhöhe. Das ist vor allem in der Gruppe der Heranwachsenden sowie jungen Erwachsenen wichtig. AYA steht für Adolescents and Young Adults – also Heranwachsende und junge Erwachsene, Menschen im Alter zwischen 16 und 39 Jahren. Wer an Krebs erkrankt, dessen Leben wandelt sich schlagartig. Besonders einschneidend ist dies, wenn sich die Betroffenen in einer solch wichtigen Phase befinden. Im Alter von 20 bis 30 Jahren stehen Ausbildung, der Start in den Beruf, die Familiengründung, Auslandsaufenthalte,

Sport und Erlebnisse mit Freundinnen und Freunden auf dem Plan.

Eine Krebserkrankung ist der plötzliche Stopp, der vieles ungewiss macht und zudem eine Barriere zu Freundinnen, Freunden und der Familie schafft. Oft sind Kontakte und Besuche aufgrund der Erkrankung und Therapie nicht mehr möglich. Zudem möchte nicht jeder und jede mit der Krankheit und der als schwer wahrgenommenen Situation konfrontiert sein oder andere damit belasten – auch, weil die Angehörigen selbst extrem in ihren Alltag eingebunden sind. Was zudem problematisch ist: Für junge Krebskranke ist es oft schwierig, gleichaltrige Patientinnen und Patienten kennenzulernen. Ein Grund hierfür ist die Unterteilung in Kinder- und Erwachsenenmedizin. So werden Jugendliche oft zusammen mit Säuglingen und kleinen Kindern in der Kinderklinik und junge Erwachsene zusammen mit älteren Menschen in der Erwachsenenklinik behandelt. Wie kommen sie zusammen, um sich auszutauschen und gegenseitig Kraft zu geben?

Hier beginnt die Aufgabe von Lisa Franz. Sie studiert Lehramt Sozialpädagogik sowie Lebensmittel-, Ernährungs- und Hauswirtschaftswissenschaften. Sie kocht gern und liebt Brettspiele. Sie interessiert sich für neue Serien auf Netflix. Und sie ist gern offroad mit dem Auto im Gelände unterwegs. Sie ist so, wie die jungen Patientinnen und Patienten, denen sie jetzt als AYA-Guide begegnet. „Das macht die Kontaktaufnahme leicht“, sagt Lisa Franz. Im Austausch mit einem erfahrenen Team geht sie zwei Mal in der Woche über die Onkologiestationen der Kinderklinik und der MK I. Sie klopft an, stellt sich vor, fragt, wer Ablenkung braucht oder ein Gespräch sucht und sie hört zu. Das hilft ihr bei der zweiten Aufgabe, die sie ebenfalls erfüllt. Die jungen Patientinnen und Patienten sollen nicht nur eine Abwechslung im oft langen Klinikalltag bekommen. Sie sollen zueinanderfinden. Das angedachte Netzwerk vereint Betroffene in ähnlicher Situation, die ähnliche Gefühle haben und ähnliche Herausforderungen meistern. Einmal im Monat soll es ein AYA-Café geben, bei dem sie sich künftig treffen. Auch gemeinsame Bewegungsangebote sind angedacht.

Den Anstoß dazu gibt Lisa. Sie weiß, wer gleiche Interessen hat und führt zusammen – wenn auch manchmal nur via Telefon, WhatsApp oder Social Media. „Wichtig ist, dass die jungen Patientinnen und Patienten einen kommunikativen Anker und jemanden haben, mit dem sie sich austauschen können“, sagt Psychoonkologin Theresa Müller. Das Gefühl, nicht allein zu sein und dass es jemanden gibt, der Gleiches durchmacht und in einer ähnlichen Situation ist, solle vermittelt werden. Theresa





# Stiftung Hochschulmedizin Dresden

Müller gehört zusammen mit Kinderonkologin Dr. Judith Lohse und Dr. Katharina Egger-Heidrich aus der MK I zum Team, das das AYA-Guide-Programm initiiert hat und nun begleitet. „Für mich ist es gut zu wissen, dass ich vom Team unterstützt werde und mich austauschen kann. Dabei geht es gar nicht um die medizinische Indikation oder Befunde, sondern eine Unterstützung, wenn ich Fragen habe oder mir etwas auffällt“, sagt Lisa Franz.

Der AYA-Guide am NCT/UCC Dresden konzentriert sich zunächst auf die Altersgruppe 16 bis 27 Jahre. Finanziert wird das Angebot durch Spenden. Durch das Benefizkonzert „Takte gegen Krebs“ kamen in den letzten beiden Jahren für das Projekt ca. 25.000 Euro zusammen. 2023 waren Betroffene der Altersgruppe sogar Teil des Konzerts. „Das Benefizkonzert hat uns gezeigt, wie wichtig es ist, dass sich junge Patientinnen und Patienten zusammenfinden und vernetzen. Die Arbeit an dem Projekt hat unsere Protagonisten bis heute zusammengeschweißt. Diesen Effekt wollen wir auch für andere Be-

troffene am NCT/UCC erreichen“, sagt Dr. Judith Lohse. Mit dem Geld kann das Projekt zunächst zwei Jahre angeboten werden. Die Initiatoren hoffen, dass weitere Spenden ein Fortbestehen darüber hinaus sichern. „Langfristiges Ziel ist es, dass wir zusätzlich eine AYA-Station einrichten können, um das Zusammenkommen zu erleichtern“, ergänzt Dr. Katharina Egger-Heidrich. ■

## FÜR DAS LEBEN.

## FÜR DIE SPITZENMEDIZIN.

Die Stiftung Hochschulmedizin Dresden unterstützt seit über zehn Jahren Projekte in der Patientenversorgung, Lehre und Forschung, die fern der Regelfinanzierung umgesetzt werden sollen. Seit 2012 hat die Stiftung insgesamt ca. 9000 Spenden und Zustiftungen im Gesamtwert von über neun Millionen Euro erhalten. Hinzu kommen Großgeräte, Zustiftungen und Baukostenübernahmen. Die Einzelsummen variieren von fünf Euro bis zu sechsstelligen Beträgen. Damit konnten schon über 400 Projekte in der Krankenversorgung sowie über 290 Projekte in Forschung und Lehre gefördert werden.

Prävention und Bewegungsprogramme, Kochkurse und Sporttherapie, Netzwerkarbeit und Zusammensein – viele Angebote, die Krebspatientinnen und -patienten zusätzlich zur Therapie unterstützen und darüber hinaus begleiten, sind nur dank Spenden möglich. Sie sind von der Regelfinanzierung nicht abgedeckt. Die Stiftung Hochschulmedizin Dresden ist deshalb an vielen Projekten beteiligt, die um Unterstützung werben.

So bringt das NCT/UCC Dresden beim jährlichen Benefizlauf regelmäßig Sportbegeisterte zusammen. Beim letzten Lauf im September 2024 spendeten sie 42.000 Euro – ein toller Erfolg, mit dem die Sporttherapie für krebskranke Kinder, die am Universitätsklinikum in Behandlung sind, weiter ausgebaut wird.

Mit der Konzertreihe „Takte gegen Krebs“ werden musikalisch Spenden gesammelt. Die Idee dahinter: Eine Krebserkrankung ist für Patientinnen und Patienten sowie ihre Angehörigen ein dramatischer Einschnitt und bringt das Leben aus dem Takt. Ein Einschnitt ist es auch, wenn ein Musikstück plötzlich abbricht und statt der eben gehörten Melodie Stille einkehrt. Sollten nicht genug Takte durch eine Spende erworben worden sein, kann genau das bei den Benefizkonzerten „Takte gegen Krebs“ geschehen.

### Kontaktdaten der Stiftung:

#### Dr. Andreas Sperl

Vorsitzender des Stiftungsvorstands  
sperl@stiftung-hochschulmedizin.de

#### Prof. Dr. med. Lena Seifert

Stellv. Vorsitzende des Stiftungsvorstands  
seifert@stiftung-hochschulmedizin.de

#### Prof. Dr. med. Andreas Deußen

Vorstandsmitglied  
deussen@stiftung-hochschulmedizin.de

#### Hansjörg König

Geschäftsführer  
koenig@stiftung-hochschulmedizin.de

#### Evelyn Ziehm

Referentin  
ziehm@stiftung-hochschulmedizin.de

#### Sarah Richter

Stiftungsassistentin  
richter@stiftung-hochschulmedizin.de

[www.stiftung-hochschulmedizin.de](http://www.stiftung-hochschulmedizin.de)

[info@stiftung-hochschulmedizin.de](mailto:info@stiftung-hochschulmedizin.de)

Telefon: 0351 458-3715 und -2757

### Spenden und Zustiftungen:

#### Bankverbindung:

Stiftung Hochschulmedizin Dresden

Ostächsische Sparkasse Dresden,  
IBAN: DE27 8505 0300 0221 0457 40  
BIC: OSDDDE81XXX

# 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 Centruns für Tumorerkrankungen (NCT)

**Interdisziplinäre Kernambulanz:** Universitätsklinikum Carl Gustav Carus, Haus 31c, Erdgeschoss  
Montag bis Donnerstag, 08.00–16.30 Uhr · Freitag, 08.00–15.00 Uhr

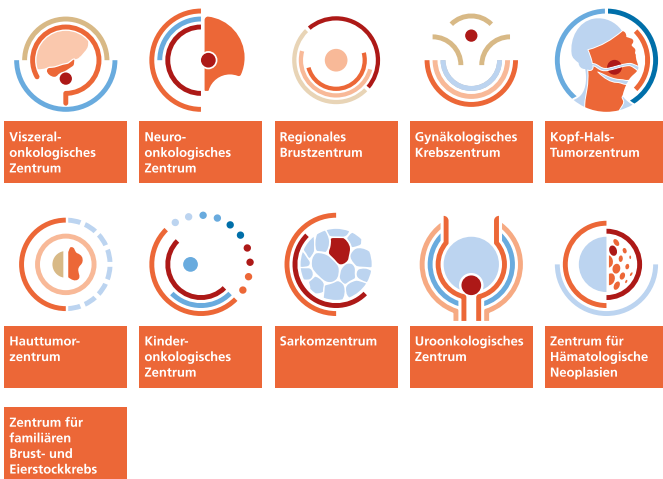
**Anmeldung:** **0351 458-4500**

**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](http://www.nct-dresden.de/tumorboards)

**Krebsinformationsdienst:** **0800 4203040**  DEUTSCHES KREBSFORSCHUNGSZENTRUM IN DER HELMHOLTZ-GEMEINSCHAFT KREBSINFORMATIONSDIENST

**Kontakt:** Fetscherstraße 74 . 01307 Dresden  
[patientenanfrage.nct-ucc@ukdd.de](mailto:patientenanfrage.nct-ucc@ukdd.de) | [www.nct-dresden.de](http://www.nct-dresden.de)

Organkrebszentren:



Träger des NCT/UCC Dresden:



Strukturförderung:



# Veranstungskalender

Klinik	Datum	Titel	Kontakt
VTG	16.01.2025 13.00 – 18.00 Uhr und 17.01.2025 8.30 – 14.30 Uhr	<b>Dresden School of Surgical Oncology (DSSO) – OP-Kurs Leberchirurgie</b>	<b>Kontakt:</b> Sandra Körner sandra.koerner@ukdd.de, Telefon: 0351 458-4801
MK1	18.01.2025 9.00 – 13.00 Uhr	<b>ASH-Nachlese</b>	www.ash-nachlese.de www.medizinkongresse-dresden.de
NCT/UCC	05.03.2025 17.30 – 20.00 Uhr	<b>Krebs im Focus – Fortbildung „Lebensqualität bei Krebs II“</b>	<b>Ort:</b> UKD, Haus 91, Hörsaal und online <b>Kontakt:</b> krebsimfocus@ukdd.de Telefon: 0351 458-4408
URO	05.03.2025 18.30 – 21.30 Uhr	<b>139. Dresdner Urologentreffen</b>	<b>Ort:</b> UKD, Konferenzzentrum Haus 19 <b>Kontakt:</b> fortbildung.urologie@ukdd.de Telefon 0351 458-7465
	14.03.2025	<b>Benefizkonzert vom Sonnenstrahl e.V.</b>	<b>Ort:</b> Kreuzkirche Dresden <b>Kontakt:</b> Sonnenstrahl e.V. Dresden Telefon: 0351 315 83900 www.sonnenstrahl-ev.org
MK1	19.03.2025 17.00 – 19.30 Uhr	<b>Hämatologische Gespräche AML/MDS</b>	<b>Kontakt:</b> juliana.binder@g-wt.de Telefon: 0351 25 93 32 11 www.haematologische-gespraech.de www.medizinkongresse-dresden.de
VTG	19.03.2025 18.00 – 20.30 Uhr	<b>62. Klinischer Abend Update Gefäßchirurgie</b>	<b>Ort:</b> UKD, Haus 19, Hörsaal <b>Kontakt:</b> Sandra Körner sandra.koerner@ukdd.de, Telefon: 0351 458-4801
VTG	20.03.2025 13.00 – 18.00 Uhr und 21.03.2025 8.30 – 14.30 Uhr	<b>Dresden School of Surgical Oncology (DSSO) – OP-Kurs Exzellenzkurs Pankreaschirurgie</b>	<b>Kontakt:</b> Sandra Körner sandra.koerner@ukdd.de, Telefon: 0351 458-4801
URO	09.04.2025 18.30 – 21.30 Uhr	<b>140. Dresdner Urologentreffen</b>	<b>Ort:</b> UKD, Dekanats Hörsaal, Haus 40 <b>Kontakt:</b> fortbildung.urologie@ukdd.de Telefon 0351 458-7465
	12.04.2025	<b>13. Sächsischer Krebskongress</b>	<b>Ort:</b> TU Chemnitz, Zentrales Hörsaal- und Seminargebäude
MK1	14.05.2025 17.00 – 19.30 Uhr	<b>Hämatologische Gespräche Indolentes Non-Hodgkin-Lymphom und Mantelzell-Lymphom</b>	<b>Kontakt:</b> juliana.binder@g-wt.de Telefon: 0351 25 93 32 11 www.haematologische-gespraech.de www.medizinkongresse-dresden.de

Klinik	Datum	Titel	Kontakt
<b>NCT/UCC</b>	17.05.2025 9.00 – 14.00 Uhr	<b>NCT/UCC-Patiententag</b>	<b>Ort:</b> UKD, MTZ, H91 <b>Kontakt:</b> Telefon: 0351 458-4408 <a href="http://www.nct-dresden.de/patiententag">www.nct-dresden.de/patiententag</a>
<b>VTG</b>	21.05.2025 18.00 – 20.30 Uhr	<b>63. Klinischer Abend</b> <b>Im Fokus: primäre Lebertumore</b>	<b>Ort:</b> UKD, Haus 19, Hörsaal <b>Kontakt:</b> Sandra Körner <a href="mailto:sandra.koerner@ukdd.de">sandra.koerner@ukdd.de</a> , Telefon: 0351 458-4801
<b>MK1</b>	11.06.2025	<b>ASCO-Nachlese</b>	<b>Kontakt:</b> <a href="mailto:juliana.binder@g-wt.de">juliana.binder@g-wt.de</a> Telefon: 0351 25 93 32 11
<b>DER</b>	11.06.2025 17.00 – 21.00 Uhr	<b>Best of Chicago 2025</b>	<b>Kontakt:</b> Andrea Schumacher <a href="mailto:andrea.schumacher@ukdd.de">andrea.schumacher@ukdd.de</a> , Telefon: 0351 458-2497
<b>DER</b>	14.06.2025 8.00 – 14.00 Uhr	<b>66. Dresdner Dermatologisches Gespräch</b>	<b>Ort:</b> UKD, Dekanatshörsaal, Haus 40 <b>Kontakt:</b> <a href="mailto:andrea.schumacher@ukdd.de">andrea.schumacher@ukdd.de</a> Telefon: 0351 458-2497
<b>URO</b>	18.06.2025 18.30 – 21.30 Uhr	<b>141. Dresdner Urologentreffen</b>	<b>Ort:</b> UKD, Konferenzzentrum Haus 19 <b>Kontakt:</b> <a href="mailto:fortbildung.urologie@ukdd.de">fortbildung.urologie@ukdd.de</a> Telefon 0351 458-7465
<b>VTG</b>	19.06.2025 13.00 – 18.00 Uhr und 20.06.2025 8.30 – 14.30 Uhr	<b>Dresden School of Surgical Oncology (DSSO) – OP-Kurs</b> <b>Rektumchirurgie</b>	<b>Kontakt:</b> Sandra Körner <a href="mailto:sandra.koerner@ukdd.de">sandra.koerner@ukdd.de</a> , Telefon: 0351 458-4801
	20.06.2025 ab 17.00 Uhr	<b>Lange Nacht der Wissenschaften</b>	<a href="http://www.wissenschaftsnacht-dresden.de">www.wissenschaftsnacht-dresden.de</a>
<b>MK1</b>	20.08.2025 17.00 – 19.30 Uhr	<b>Hämatologische Gespräche</b> <b>Thrombotische Mikroangiopathie</b>	<b>Kontakt:</b> <a href="mailto:juliana.binder@g-wt.de">juliana.binder@g-wt.de</a> Telefon: 0351 25 93 32 11 <a href="http://www.haematologische-gespraech.de">www.haematologische-gespraech.de</a> <a href="http://www.medizinkongresse-dresden.de">www.medizinkongresse-dresden.de</a>
<b>MK1</b>	05. – 07.09.2025	<b>24. Dresdner Symposium</b> <b>Hämatologie und Onkologie</b>	<b>Ort:</b> Radisson Blu Park Hotel & Conference Centre, Radebeul <b>Kontakt:</b> <a href="mailto:juliana.binder@g-wt.de">juliana.binder@g-wt.de</a> Telefon: 0351 25 93 32 11 <a href="http://www.dsho.de">www.dsho.de</a> <a href="http://www.medizinkongresse-dresden.de">www.medizinkongresse-dresden.de</a>
<b>VTG</b>	24.09.2025 18.00 – 20.30 Uhr	<b>64. Klinischer Abend</b> <b>Update Ösophaguskarzinom</b>	<b>Ort:</b> UKD, Haus 19, Hörsaal <b>Kontakt:</b> Sandra Körner <a href="mailto:sandra.koerner@ukdd.de">sandra.koerner@ukdd.de</a> , Telefon: 0351 458-4801

Klinik	Datum	Titel	Kontakt
VTG	25.09.2025 13.00 – 18.00 Uhr und 26.09.2025 8.30 – 14.30 Uhr	<b>Dresden School of Surgical Oncology (DSSO) – OP-Kurs Magen Chirurgie</b>	<b>Kontakt:</b> Sandra Körner sandra.koerner@ukdd.de, Telefon: 0351 458-4801
URO	22.10.2025 18.30 – 21.30 Uhr	<b>142. Dresdner Urologentreffen</b>	<b>Ort:</b> UKD, Dekanatshörsaal, Haus 40 <b>Kontakt:</b> fortbildung.urologie@ukdd.de Telefon: 0351 458-7465
MK1	05.11.2025 17.00 – 19.30 Uhr	<b>Hämatologische Gespräche MPN und CML</b>	<b>Kontakt:</b> juliana.binder@g-wt.de Telefon: 0351 25 93 32 11 www.haematologische-gespraech.de www.medizinkongresse-dresden.de
VTG	05.11.2025 18.00 – 20.30 Uhr	<b>65. Klinischer Abend Update Thoraxchirurgie</b>	<b>Ort:</b> UKD, Haus 19, Hörsaal <b>Kontakt:</b> Sandra Körner sandra.koerner@ukdd.de, Telefon: 0351 458-4801
VTG	06.11.2025 13.00 – 18.00 Uhr und 07.11.2025 8.30 – 14.30 Uhr	<b>Dresden School of Surgical Oncology (DSSO) – OP-Kurs Leberchirurgie</b>	<b>Kontakt:</b> Sandra Körner sandra.koerner@ukdd.de, Telefon: 0351 458-4801
MK1	13.11.2025 9.00 – 13.00 Uhr	<b>AML-Academy</b>	www.medizinkongresse-dresden.de
URO	03.12.2025 18.30 – 21.30 Uhr	<b>143. Dresdner Urologentreffen</b>	<b>Ort:</b> UKD, Dekanatshörsaal, Haus 40 <b>Kontakt:</b> fortbildung.urologie@ukdd.de Telefon 0351 458-7465
VTG	04.12.2025 13.00 -18.00 Uhr und 05.12.2025 8.30 – 14.30 Uhr	<b>Dresden School of Surgical Oncology (DSSO) – OP-Kurs Exzellenzkurs Pankreaschirurgie</b>	<b>Kontakt:</b> Sandra Körner sandra.koerner@ukdd.de, Telefon: 0351 458-4801
VTG	06.12.2025 10.00 – 13.00 Uhr	<b>13. VTG-Symposium</b>	<b>Ort:</b> Festsaal Carl Gustav Carus, Sächsische Landesärztekammer, Schützenhöhe 16, 01099 Dresden <b>Kontakt:</b> Sandra Körner sandra.koerner@ukdd.de, Telefon: 0351 458-4801
STR	wöchentlich freitags 14.00 Uhr	<b>Wöchentliches Fortbildungsprogramm der Klinik und Poliklinik für Strahlentherapie und Radioonkologie</b>	Telefon: 0351 458-2911, anmeldg-str@ukdd.de

Updates zu einzelnen Veranstaltungen finden Sie unter: [www.nct-dresden.de/veranstaltungen](http://www.nct-dresden.de/veranstaltungen)

# 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, C. Dietz, A. Vetter, P. Fanghänel

**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](mailto:info@nct-dresden.de)  
[www.nct-dresden.de](http://www.nct-dresden.de)

**Ausgabe:** Dezember 2024

**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](http://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 Dokumentation

Nicole Adolph sammelt und dokumentiert am Uniklinikum Dresden medizinische Daten und wertet sie aus. Dabei fühlt sie sich als Übersetzerin zwischen Gesundheit und Technologie.

„MEINE ARBEIT TRÄGT  
DAZU BEI, DIE QUALITÄT  
DER MEDIZINISCHEN  
VERSORGUNG ZU  
VERBESSERN“

## Medizinische\*r Dokumentations- assistent\*in

Möchten Sie Nicole Adolph und ihr Team 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](http://www.ukdd.de/jobs)

### Frau Adolph, warum haben Sie sich für den Beruf als Medizinische Dokumentationsassistentin (MDA) entschieden?

Als MDA stelle ich genaue und vollständige medizinische Daten sicher, was die Qualität der medizinischen Versorgung verbessert. Zudem ist die Nachfrage nach qualifizierten medizinischen Dokumentationsassistent\*innen hoch und wird weiter steigen, da die Gesundheitsbranche wächst und sich weiterentwickelt. Das bietet gute Chancen, sich selbst zu verwirklichen.

### Welche Aspekte fanden Sie bei Ihrer Ausbildung am interessantesten?

Der Beruf umfasst das Sammeln, Dokumentieren und Auswerten von medizinischen Daten. Dies kann eine Mischung aus administrativen und technischen Aufgaben beinhalten, was Abwechslung, aber auch Herausforderungen bietet. Ich hatte Einsätze in diversen Kliniken, Ambulanzen und Instituten, bei denen ich viel gelernt habe und mein fachliches Spektrum erweitern konnte. Dies bietet Flexibilität bei der Wahl des Arbeitsplatzes.

### Welche besonderen Aufgaben haben Sie in Ihrem Job am Uniklinikum jetzt?

Ich leite den Bereich der Medizinischen Dokumentationsassistenten und den Schreibpool des UniversitätsCentrums für Orthopädie, Unfall-, und Plastische Chirurgie (OUPC). Zu meinen Aufgaben gehören die Koordination, Organisation und Weiterentwicklung der Dokumentationsprozesse, die fristgerechte Umsetzung der Fallabrechnungen sowie die Führung des Teams.

### Was gefällt Ihnen an Ihrem Job am besten?

Die interdisziplinäre Zusammenarbeit mit Ärzt\*innen, Pflegepersonal und anderen Fachleuten im Gesundheitswesen. Gleichzeitig fühle ich mich als Übersetzerin zwischen Gesundheit und Technologie. Diese Kombination aus vielfältigen Aufgaben und der Möglichkeit, einen positiven Einfluss auf das Gesundheitssystem zu haben und gleichzeitig, motiviert mich jeden Tag.

Medizinische Dokumentationsassistent\*innen sorgen für einen reibungslosen fachlichen Informationsfluss in allen Bereichen des Gesundheitswesens. Am Uniklinikum Dresden ergänzt ihre Arbeit die ärztlichen und pflegerischen Tätigkeiten in den Kliniken und stellen eine sorgfältige Dokumentation sicher. Dies beinhaltet die Erhebung, Strukturierung und Kodierung medizinischer Befunde, Krankenakten, Operationsprotokolle und anderer Informationen. MDAs arbeiten zudem eng mit anderen Berufsgruppen im Uniklinikum zusammen und dokumentieren etwa auch verschiedene klinische Studien.

**Werden Sie Teil unseres Erfolgs!**

Universitätsklinikum  
Carl Gustav Carus  
DIE DRESDNER.

