

IX. Krebsforschung

LE 9.2 Einblicke in die Krebsforschung

Fachwissen	Die Schülerinnen und Schüler (SuS) erhalten einen Einblick in verschiedene Bereiche der Krebsforschung. In Expertengruppen erarbeiten sie Informationen zu den folgenden sechs Forschungsschwerpunkten: Zell- und Tumorbio­logie, Funktionelle und Strukturelle Genomforschung, Krebsrisikofaktoren und Prävention, Immunologie und Krebs, Bildgebung und Radioonkologie sowie Infektion, Entzündung und Krebs.
Kommunikation	In Kleingruppen spezialisieren sich die SuS auf jeweils eines von sechs Forschungsfeldern. Sie bearbeiten in ihren Gruppen zunächst Arbeitsaufträge und bereiten anschließend eine fünfminütige Präsentation vor. Im Rahmen der Kurzpräsentationen werden die Forschungsbereiche von den SuS vorgestellt. Die Vorbereitung der Kurzpräsentationen erfordert das selbständige Erschließen von Informationen aus verschiedenen textlichen und visuellen Quellen.
Erkenntnisgewinnung	Die Lerneinheit zeigt die vielfältigen Tätigkeitsfelder von Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftlern in der Krebsforschung auf. Die SuS erfahren, dass die Teilnahme an Konferenzen, das Verfassen von Präsentationen und der Austausch mit Expertinnen und Experten aus anderen Forschungsbereichen ein wichtiger Teil der Erkenntnisgewinnung darstellt.
Klassenstufe	<div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="border: 1px solid gray; border-radius: 50%; width: 40px; height: 40px; display: flex; align-items: center; justify-content: center;">5/6</div> <div style="border: 1px solid gray; border-radius: 50%; width: 40px; height: 40px; display: flex; align-items: center; justify-content: center;">7/8</div> <div style="border: 1px solid gray; border-radius: 50%; width: 40px; height: 40px; display: flex; align-items: center; justify-content: center;">9/10</div> <div style="border: 1px solid gray; border-radius: 50%; width: 40px; height: 40px; display: flex; align-items: center; justify-content: center; background-color: #007bff; color: white;">Sek II</div> </div>
Lehrplanbezug	Biologie: Krebs, Zusammenhänge zwischen genetischen Defekten und Krebsentstehung, Immunbiologie, Krebs und Immunsystem, Therapieansätze der modernen Medizin
Einbindung in weitere Fächer	Physik: Diagnostik und Therapie in der Medizin, Physik in der Medizin (bildgebende Verfahren, Radiologie) Deutsch: Präsentationen und Präsentationstechniken, eigene Beiträge zu komplexen Themen

Materialien	für ein bis zwei Doppelstunden [1-2 x 90 Minuten] M1 – Zell- und Tumorbiologie M2 – Funktionelle und Strukturelle Genomforschung M3 – Krebsrisikofaktoren und Prävention M4 – Immunologie und Krebs M5 – Bildgebung und Radioonkologie M6 – Infektion, Entzündung und Krebs M7 – Mind Map: Krebsforschung
Anknüpfungspunkte	Themenfeld 1: Krebsprävention (z.B. LE 2.1, LE 4.2, LE 5.4) Themenfeld 2: Entstehung und Behandlung von Krebs (z.B. LE 6.2, LE 8.2) Diabetesforschung: LE 6.1 „Einblicke in die Diabetesforschung“



Hintergrundinformationen

Krebsforschung

Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler forschen fortwährend mit dem Ziel, die Krebsentstehung besser zu verstehen und die Diagnostik sowie die Behandlung von Krebs weiterzuentwickeln. Eine wichtige Aufgabe der Krebsforschung ist die Suche nach Krebsauslösern und nach Möglichkeiten der Krebsvorbeugung.

Krebsforschung findet an Universitäten statt, an Universitätskliniken und in großen Krankenhäusern anderer Träger. Medizinerinnen und Mediziner sowie Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler verschiedenster Fachrichtungen forschen zudem an außeruniversitären Einrichtungen, wie zum Beispiel dem Deutschen Krebsforschungszentrum Heidelberg, DKFZ (www.dkfz.de).

Beim DKFZ arbeiten Wissenschaftler und Wissenschaftlerinnen in den folgenden sechs Forschungsschwerpunkten.

- **Zell- und Tumorbioogie:** Forscherinnen und Forscher untersuchen, welche biologische Mechanismen für das Wachstum, die Ausbreitung und das Überleben von Krebszellen verantwortlich sind. Auch die Rolle von Tumorstammzellen bei der Entstehung und Ausbreitung von Krebs wird erforscht.
- **Funktionelle und Strukturelle Genomforschung:** In diesem Forschungsschwerpunkt werden genetischen Grundlagen von Krebs untersucht. Dazu analysieren Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler das Erbgut von Krebszellen. Anhand der Ergebnisse können sie beispielsweise neue Zielstrukturen für Diagnostik und Therapie entdecken und überprüfen.
- **Krebsrisikofaktoren und Prävention:** Forschende führen epidemiologische Studien durch, um Zusammenhänge zwischen beispielsweise Lebensstil- oder Umweltfaktoren und der Entstehung von Krebs aufzudecken. Zudem identifizieren sie neue Strategien zur Krebsvorbeugung und -früherkennung.
- **Immunologie und Krebs:** Forschende untersuchen, wie sich die Zellen des Immunsystems entwickeln und wie sie gegen Krebs aktiviert werden können. Ziel ist es, die Rolle des Immunsystems bei Krebserkrankungen zu verstehen und neue Therapiemöglichkeiten zu entwickeln.
- **Bildgebung und Radioonkologie:** Um Tumoren im Körper besser sichtbar zu machen, werden die bildgebenden Verfahren ständig weiterentwickelt. Außerdem entwickeln Expertinnen und Experten neue strahlentherapeutische und nuklearmedizinische Verfahren, um Krebszellen gezielt zu bekämpfen.
- **Infektion, Entzündung und Krebs:** Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler untersuchen, wie Infektionen Krebs auslösen. Ihr Ziel ist es, Impfstoffe gegen krebserrelevante Erreger zu entwickeln. Auch Viren, die Krebszellen abtöten, sind Gegenstand der Forschung, da diese zur Behandlung bestimmter Krebsarten geeignet sein können.

Gewonnene Erkenntnisse aus verschiedenen Forschungsfeldern werden miteinander in Beziehung gesetzt, um neue Ansätze für die Erforschung von Ursachen, Prävention, Früherkennung, Diagnose und Therapie der Krankheit zu entwickeln. Vielversprechende Ansätze werden in Kooperation mit Partnern aus der Universitätsmedizin und / oder der Industrie in klinischen Studien am Menschen erprobt.



Der Reader „[Grundlagen zum Thema Krebs](#)“ beinhaltet weiterführende Informationen zur Krebsforschung.

[Forschungsschwerpunkte des DKFZ](#)





Erst wenn eine neue Methode sich in klinischen Studien bewährt, kann sie Eingang in die Routineversorgung in Arztpraxen oder Kliniken finden.

Quellen

Berliner Institut für Gesundheitsforschung in der Charité (BIH) (2020): Podcast-Folge 18 – Was haben Stammzellen mit Krebs zu tun?, 06. März 2020. Verfügbar unter: <https://www.bihealth.org/de/aktuell/was-haben-stammzellen-mit-krebs-zu-tun> (letzter Zugriff: 18.05.2020).

Deutsches Krebsforschungszentrum (o.J.): Forschungsschwerpunkte. Verfügbar unter: <https://www.dkfz.de/de/forschung/schwerpunkte/index.php> (letzter Zugriff: 06.05.2022).

Deutsches Krebsforschungszentrum (2022): Wie Blutstammzellen ein Leben lang intakt bleiben. Verfügbar unter <https://www.dkfz.de/de/presse/pressemitteilungen/2022/dkfz-pm-22-28c-Wie-Blutstammzellen-ein-Leben-lang-intakt-bleiben.php> (letzter Zugriff: 18.05.2022).

International Agency for Research on Cancer (IARC) (2014): Europäischer Kodex zur Krebsbekämpfung. Verfügbar unter <http://cancer-code-europe.iarc.fr/> (letzter Zugriff: 03.06.2022).

Krebsinformationsdienst (2015): PET – Positronenemissionstomographie. Verfügbar unter <https://www.krebsinformationsdienst.de/untersuchung/bildgebung/pet.php> (letzter Zugriff: 03.06.2022).

Krebsinformationsdienst (2017): Immuntherapie gegen Krebs: Impfungen, Antikörper, neue Wirkstoffe. Verfügbar unter: <https://www.krebsinformationsdienst.de/vorbeugung/krebs-vorbeugen/lebensstil.php> (letzter Zugriff: 03.06.2022).

Krebsinformationsdienst (2017): Lebensstil und Krebsrisiko. Verfügbar unter: <https://www.krebsinformationsdienst.de/behandlung/immuntherapie/impfen-gegen-krebs.php> (letzter Zugriff: 03.06.2022).

Krebsinformationsdienst (2018): Das Wichtigste in Kürze: Häufige Fragen zur Positronen-Emissions-Tomographie (PET). Verfügbar unter: <https://www.krebsinformationsdienst.de/untersuchung/bildgebung/pet-faq.php> (letzter Zugriff: 03.06.2022).

Krebsinformationsdienst (2019): Krebsforschung und klinische Studien. Verfügbar unter: <https://www.krebsinformationsdienst.de/tumorarten/grundlagen/krebsforschung-klinische-studien-index.php> (letzter Zugriff: 06.05.2022).

Krebsinformationsdienst (2020): Computertomographie (CT). Verfügbar unter: <https://www.krebsinformationsdienst.de/untersuchung/bildgebung/computertomographie.php> (letzter Zugriff: 03.06.2022).

Krebsinformationsdienst (2020): HPV: Impfung gegen Humane Papillomviren. Verfügbar unter: <https://www.krebsinformationsdienst.de/vorbeugung/risiken/hpv-impfung.php> (letzter Zugriff: 03.06.2022).

Krebsinformationsdienst (2021): Krebs vorbeugen: Was kann ich tun?. Verfügbar unter: <https://www.krebsinformationsdienst.de/service/iblatt/krebsvorbeugung.pdf> (letzter Zugriff: 03.06.2022).

Krebsinformationsdienst (2021): Magnetresonanztomographie (MRT) in der Krebsmedizin. Verfügbar unter: <https://www.krebsinformationsdienst.de/untersuchung/bildgebung/kernspintomographie.php> (letzter Zugriff: 03.06.2022).

Krebsinformationsdienst (2021): Wie entsteht Krebs? Verfügbar unter: <https://www.krebsinformationsdienst.de/tumorarten/grundlagen/krebsentstehung.php> (letzter Zugriff: 03.06.2022).

Krebsinformationsdienst (2021): Tumormarker und andere Biomarker bei Krebs: Anwendung. Verfügbar unter: <https://www.krebsinformationsdienst.de/untersuchung/molekulare-diagnostik/tumormarker-biomarker-anwendung.php> (letzter Zugriff: 03.06.2022).

Krebsinformationsdienst (2021): Viren und weitere Krankheitserreger als Krebsauslöser. Verfügbar unter: <https://www.krebsinformationsdienst.de/vorbeugung/risiken/viren.php> (letzter Zugriff: 03.06.2022).



Krebsinformationsdienst (2022): Immuntherapie gegen Krebs: Die körpereigene Abwehr nutzen. Verfügbar unter: <https://www.krebsinformationsdienst.de/service/iblatt/iblatt-immuntherapie.pdf> (letzter Zugriff: 03.06.2022).

Krebsinformationsdienst (2022): Neue Krebstherapien: Zielgerichtete Therapie, Immuntherapie, Virotherapie. Verfügbar unter: <https://www.krebsinformationsdienst.de/service/iblatt/iblatt-neue-krebstherapien-ueberblick.pdf> (letzter Zugriff: 03.06.2022).

NAKO e. V. (o.J.): Was ist die NAKO Gesundheitsstudie? Verfügbar unter <https://nako.de/allgemeines/was-ist-die-nako-gesundheitsstudie/> (letzter Zugriff: 03.06.2022).

Nationale Centrum für Tumorerkrankungen (NCT) Heidelberg (o.J.): Immuntherapie: Was ist das? Verfügbar unter: <https://www.youtube.com/watch?v=Y5v3qtTAGMw> (letzter Zugriff: 03.06.2022).

Nationale Centrum für Tumorerkrankungen (NCT) Heidelberg (o.J.): Klinische Studien – Gynäkologische Onkologie. Verfügbar unter: <https://www.nct-heidelberg.de/fuer-patienten/terminvereinbarung/gynaekologische-tumorenbrustumoren/klinische-studien.html#H%C3%A4ufige> (letzter Zugriff: 03.06.2022).

Stammzellnetzwerk.NRW e.V. (o.J.): Was sind Stammzellen? Verfügbar unter: <https://www.stammzellen.nrw.de/informieren/stammzellen-verstehen/was-sind-stammzellen> (letzter Zugriff: 03.06.2022).

Weiterführende Informationen

Deutsches Krebsforschungszentrum, DKFZ

Das Deutsche Krebsforschungszentrum in Heidelberg (<https://www.dkfz.de/de/index.html>) widmet sich als größte biomedizinische Forschungseinrichtung in Deutschland und Mitglied in der Helmholtz-Gemeinschaft deutscher Forschungszentren der Aufgabe, Krebsforschung zu betreiben. Die sechs Forschungsschwerpunkte des DKFZ werden unter <https://www.dkfz.de/de/forschung/schwerpunkte/index.php> vorgestellt.

Krebsinformationsdienst

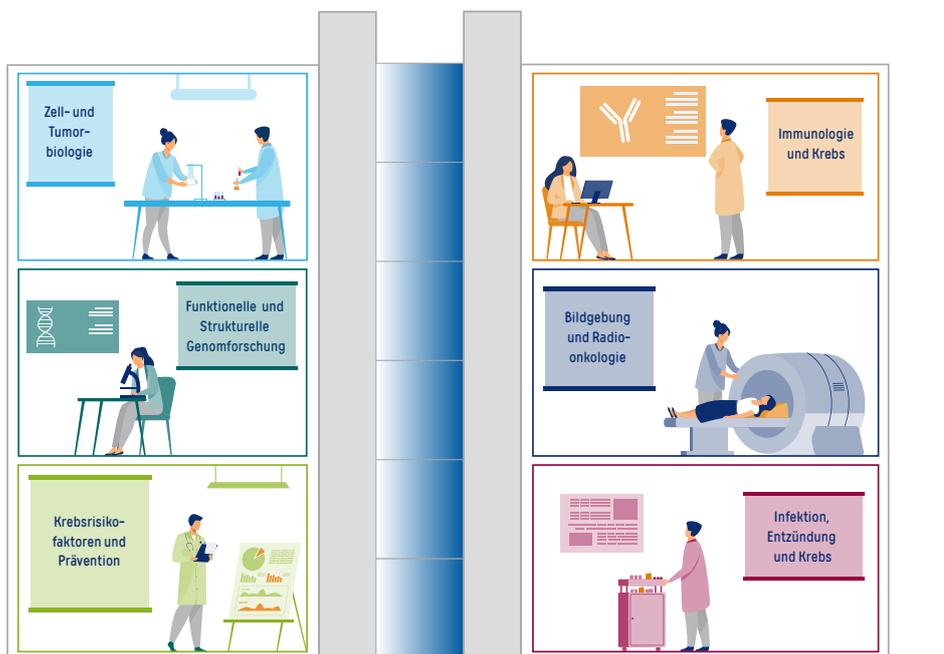
Der Krebsinformationsdienst informiert unter <https://www.krebsinformationsdienst.de/tumorarten/grundlagen/krebsforschung-klinische-studien-index.php>, welche Arten von Forschung es gibt, wie klinische Studien ablaufen und welche Regelungen und Vorgaben dafür wichtig sind.



Lehrerinformation – Möglicher Unterrichtsablauf

In dieser Lerneinheit beschäftigen sich die SuS mit unterschiedlichen Feldern der Krebsforschung. Sie erhalten grundlegende Informationen zur Krankheit Krebs und beschäftigen sich in Gruppenarbeit mit einem der Forschungsschwerpunkte.

Ein zentrales Element der Lerneinheit ist die Infografik „Krebs: Einblicke in die Forschung“ (s. nachfolgende Abbildung). Diese bietet eine Übersicht über sechs verschiedene Forschungsschwerpunkte und bietet über Links weiterführende Informationen zur Krankheit Krebs.



[Infografik „Krebs: Einblicke in die Forschung“](#)



Die interaktive Erklärgrafik „Krebs: Einblicke in die Krebsforschung“

Einstieg

Zeigen Sie Ihren SuS die Infografik „Krebs: Einblicke in die Forschung“. Die SuS beschreiben die Bilder und sammeln Ideen zu den Aufgabenfeldern und Arbeitsweisen der verschiedenen Forschungsbereiche. Stellen Sie im Rahmen des Unterrichtsgesprächs heraus, dass die Forschungsschwerpunkte interdisziplinär zusammenarbeiten, um die Krebsentstehung besser zu verstehen, nach Möglichkeiten der Krebsvorbeugung zu suchen und die Diagnostik sowie die Behandlung von Krebs weiterzuentwickeln. (Hinweis: Zunehmend spielt auch die Partizipation von Patientinnen und Patienten eine wichtige Rolle für die Krebsforschung. So bietet die Plattform fragdiepatienten.de über anonyme Umfragen einen neuen Weg des Austauschs zwischen Forschenden sowie Patientinnen und Patienten, Angehörigen und Interessierten.)

Hauptteil

In der Erarbeitungsphase setzen sich die SuS in Gruppenarbeit mit verschiedenen Bereichen der Krebsforschung auseinander. Sie bereiten in ihren Gruppen einen Vortrag



zum jeweiligen Forschungsschwerpunkt vor.

Teilen Sie die SuS zunächst in sechs Gruppen ein. Ordnen Sie anschließend jeder Gruppe einen Forschungsbereich zu. Jede Gruppe benötigt einen Computer, Laptop oder Tablet sowie die entsprechenden Arbeitsblätter (**M1-M6**). Die SuS bearbeiten die Arbeitsaufträge mit Hilfe einer Internetrecherche und bereiten ihren Kurzvortrag vor.

Abschluss

Die SuS stellen die Forschungsschwerpunkte in fünfminütigen Kurzvorträgen vor. In einer anschließenden Diskussion kommen die SuS zum Schluss, dass wissenschaftliche Erkenntnisse aus vielen verschiedenen Forschungsbereichen stammen. Eine Zusammenarbeit der einzelnen fachlichen Richtungen bietet weitere Möglichkeiten zur Entwicklung neuer Ansätze für die Erforschung von Ursachen, zur Prävention, Diagnose und Therapie der Krankheit Krebs.

Teilen Sie das Arbeitsblatt **M7** („Mind Map: Krebsforschung“) nach den Vorträgen an Ihre SuS aus. Die SuS füllen die Mind Map entweder am Ende der Unterrichtsstunde aus oder sie erledigen dies in Form einer Hausaufgabe. Die Mind-Map-Einträge können in der Folgestunde im Unterrichtsgespräch miteinander verglichen werden.



M1 Zell- und Tumorbiologie

In Deutschland erkranken jährlich etwa eine halbe Million Menschen neu an Krebs. Dies stellt die Forschung vor große Herausforderungen: Denn Krebs ist nicht gleich Krebs. Der Begriff steht für mehr als hundert verschiedene Krankheiten, die durch bösartig veränderte Zellen verursacht werden. Weltweit erforschen Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler, wie Krebs entsteht, sie erfassen Krebsrisikofaktoren und suchen nach Strategien, die Krebserkrankungen verhindern. Forschende entwickeln zudem neue Ansätze zur Diagnostik und Behandlung von Krebs. In klinischen Studien werden vielversprechende Ansätze am Menschen erprobt. Erst wenn eine neue Methode sich in klinischen Studien bewährt, kann sie Eingang in die Routineversorgung in Arztpraxen oder Kliniken finden.

Als Expertin bzw. Experte für **Zell- und Tumorbiologie** sind Sie mit Ihrem Team in einem komplexen Forschungsfeld tätig. Aufgrund Ihrer Fachexpertise wurden Sie zu einer Konferenz in Heidelberg eingeladen. Der Veranstalter hat Sie zudem gebeten, Ihre Forschungstätigkeiten in Form eines Kurzvortrags vorzustellen. Sie sagen selbstverständlich zu, denn Vorträge gehören ebenfalls zu Ihren Aufgaben – genau wie die Laborarbeit, das Verfassen von Publikationen, der Besuch von Tagungen und Konferenzen sowie das Einwerben von Drittmitteln.

Die Teilnehmerinnen und Teilnehmer der Konferenz interessieren sich für die neuesten Erkenntnisse Ihres Forschungsbereichs. Gemeinsam mit Ihrem Team beschließen Sie, dass der Schwerpunkt des Kurzvortrags auf dem Thema „**Krebsstammzellen**“ liegen wird. Direkt nach der Teamsitzung beginnen Sie mit der Vorbereitung des Vortrags. Sie notieren alle grundlegenden Informationen zum Thema Stammzellen und fassen die wichtigsten Erkenntnisse zu Krebsstammzellen zusammen. Anschließend strukturieren Sie die Informationen und arbeiten diese für die Teilnehmerinnen und Teilnehmer der Konferenz verständlich auf.

Bei **Stammzellen** handelt es sich um nicht ausgereifte Zellen, die sich unbegrenzt teilen können. Sie sind dafür verantwortlich, dass alle regenerativen Gewebe, wie zum Beispiel Blut oder Haut, erhalten bleiben und bei Bedarf ersetzt werden. Die Teilung erfolgt in Form einer asymmetrischen Zellteilung, bei der zwei unterschiedliche Zellen entstehen: Das ist zum einen eine neue Stammzelle. Sie dient der Selbsterneuerung. Die andere Zelle entwickelt sich zu einem spezialisierten Zelltyp. Ein Beispiel sind hämatopoetische Stammzellen, kurz HSC. Diese sind der Ausgangspunkt für die gesamte Neubildung von Blut- und Immunzellen.

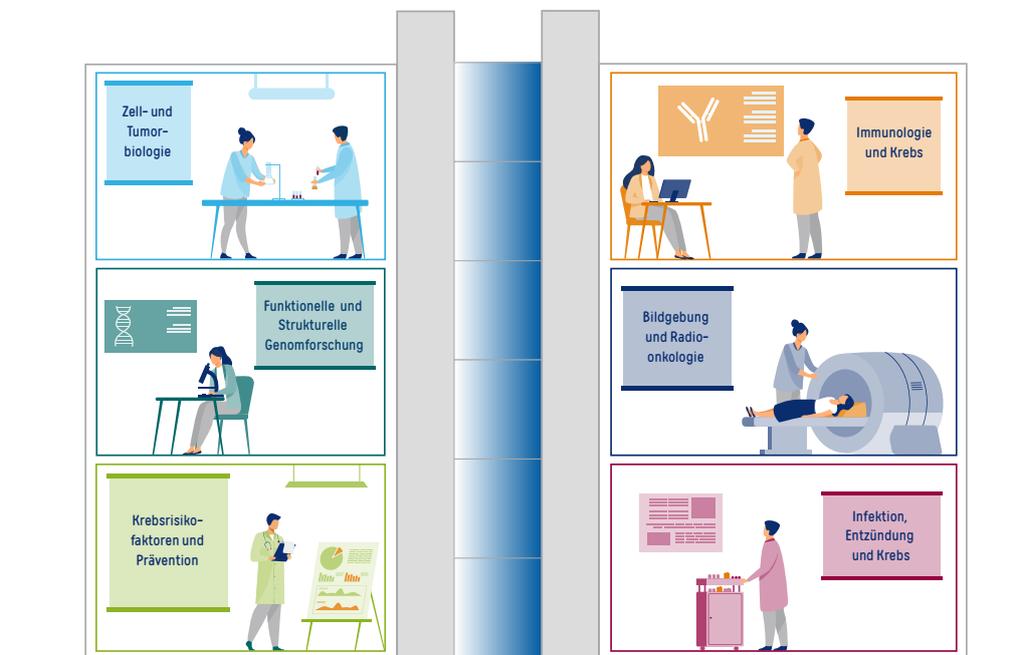
Expertinnen und Experten gehen davon aus, dass es auch in den meisten Tumoren eine mit gesunden Geweben vergleichbare Zellhierarchie gibt. Das bedeutet, dass es auch im Tumor weniger spezialisierte Vorläuferzellen gibt, deren Nachkommen sich dann stärker spezialisieren. Nach derzeitigem Wissensstand ist nur ein kleiner Teil der Zellen innerhalb eines Tumors in der Lage, einen vollständigen Tumor wiederherzustellen. Diese Zellen bezeichnet man als Tumorstammzellen, Krebsstammzellen oder Tumor-initiiierende Zellen (tumor initiating cells, TICs).





Nutzen Sie für die Erstellung des Kurzvortrags auch die Infografik „Krebs: Einblicke in die Forschung“, um sich einen Überblick zu verschaffen. Sie können den nebenstehen QR-Code oder den folgenden Link verwenden:

<https://360.articulate.com/review/content/cfb12f33-5ce4-47c3-9aa1-4e60f5b01d39/review>



Infografik „Krebs: Einblicke in die Forschung“



Klicken Sie auf das Feld „Zell- und Tumorbiologie“. Dort erhalten Sie weiterführende Informationen zum Forschungsschwerpunkt. Nutzen Sie die angegebenen Links für mehr Hintergrundinformationen zum Forschungsschwerpunkt „Zell- und Tumorbiologie“ sowie zum Thema „Krebsstammzellen“.

Bearbeiten Sie zunächst die folgenden Aufgaben. Bereiten Sie auf Basis dessen Ihren fünfminütigen Vortrag für die Konferenz vor. In diesem stellen Sie zunächst Ihren Tätigkeitsbereich vor und präsentieren anschließend neue Erkenntnisse Ihres Fachbereichs. Beachten Sie, dass die anderen Konferenzteilnehmerinnen und -teilnehmer keine Expertinnen bzw. Experten in diesen Bereich sind.

Aufgabe 1: Fassen Sie die Forschungstätigkeiten des Schwerpunktes „Zell- und Tumorbiologie“ in wenigen Sätzen zusammen.

.....

.....

.....

.....

.....

.....



Aufgabe 2: Definieren Sie den Begriff „Stammzelle“ und beschreiben Sie, warum der Schutz von Stammzellen durch den Körper so bedeutend ist.

.....

.....

.....

.....

.....

Aufgabe 3: Erläutern Sie den Begriff „Krebsstammzelle“ und legen Sie dar, welche praktische Bedeutung diese für Krebspatientinnen und -patienten haben.

.....

.....

.....

.....

.....

Aufgabe 4: Forscherinnen und Forscher arbeiten an Krebstherapien, die auch auf Krebsstammzellen wirken. Beschreiben Sie einen solchen Ansatz sowie die Herausforderungen, die mit der Entwicklung solcher Therapien verbunden sind.

.....

.....

.....

.....

.....



M2 Funktionelle und Strukturelle Genomforschung

In Deutschland erkranken jährlich etwa eine halbe Million Menschen neu an Krebs. Dies stellt die Forschung vor große Herausforderungen: Denn Krebs ist nicht gleich Krebs. Der Begriff steht für mehr als hundert verschiedene Krankheiten, die durch bösartig veränderte Zellen verursacht werden. Weltweit erforschen Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler, wie Krebs entsteht, sie erfassen Krebsrisikofaktoren und suchen nach Strategien, die Krebserkrankungen verhindern. Forschende entwickeln zudem neue Ansätze zur Diagnostik und Behandlung von Krebs. In klinischen Studien werden vielversprechende Ansätze am Menschen erprobt. Erst wenn eine neue Methode sich in klinischen Studien bewährt, kann sie Eingang in die Routineversorgung in Arztpraxen oder Kliniken finden.

Als Expertin bzw. Experte für **Funktionelle und Strukturelle Genomforschung** sind Sie mit Ihrem Team in einem komplexen Forschungsfeld tätig. Aufgrund Ihrer Fachexpertise wurden Sie zu einer Konferenz in Heidelberg eingeladen. Der Veranstalter hat Sie zudem gebeten, Ihre Forschungstätigkeiten in Form eines Kurzvortrags vorzustellen. Sie sagen selbstverständlich zu, denn Vorträge gehören ebenfalls zu Ihren Aufgaben – genau wie die Laborarbeit, das Verfassen von Publikationen, der Besuch von Tagungen und Konferenzen sowie das Einwerben von Drittmitteln.

Die Teilnehmerinnen und Teilnehmer der Konferenz interessieren sich für die neuesten Erkenntnisse Ihres Forschungsbereichs. Gemeinsam mit Ihrem Team beschließen Sie, dass der Schwerpunkt des Kurzvortrags auf dem Thema „**Biomarker bei Krebs**“ liegen wird. Direkt nach der Teamsitzung beginnen Sie mit der Vorbereitung des Vortrags. Sie notieren alle grundlegenden Informationen zum Thema. Anschließend strukturieren Sie die Informationen und arbeiten diese für die Teilnehmerinnen und Teilnehmer der Konferenz verständlich auf.

Biomarker spielen in der Krebsmedizin eine wichtige Rolle. Sie dienen dazu, die Erkrankung einer Patientin oder eines Patienten besser zu verstehen, ihren Verlauf abzuschätzen, die Therapie zu planen und den Behandlungserfolg zu überwachen.

Bei einer Tumor-Genomsequenzierung, etwa im Rahmen einer Studie, wird das gesamte Erbmaterial eines Tumors sequenziert. Gleichzeitig wird auch das Erbmaterial gesunder Zellen der gleichen Patientin bzw. des gleichen Patienten untersucht. Durch den Vergleich des Tumor-Erbmaterials mit dem Erbmaterial gesunder Zellen kann herausgefiltert werden, welche Genveränderungen im Tumor neu aufgetreten sind. Wird nur der Anteil des Erbmaterials sequenziert, der tatsächlich die „Bauanleitung“ für Eiweiße darstellt, spricht man von einer Exom-Sequenzierung. Das Exom ist bisher am besten untersucht: Hier finden sich die weitaus meisten Erbgut-Veränderungen, die bisher mit Krebs in Verbindung gebracht wurden. Dieses umfasst ca. 23.000 Gene, was unter 2 % des gesamten Erbmaterials entspricht.

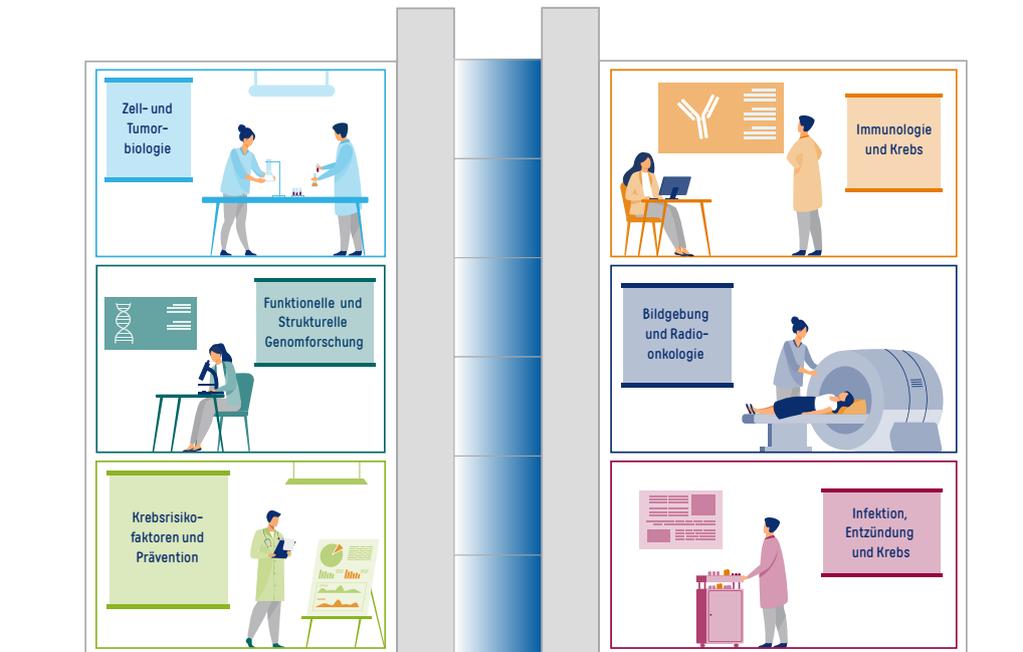
Zunehmend gewinnt auch die Einzel-Zell-Sequenzierung in der Krebsforschung an Bedeutung: Tumoren sind heterogen. Sie enthalten verschiedene Zelltypen (wie zum Beispiel Tumor-Stammzellen) und je nach Hierarchie Zellen mit unterschiedlichen Schäden im Erbgut. Je nach Fragestellung kann es wichtig sein, diese Unterschiede aufzuschlüsseln.





Nutzen Sie für die Erstellung des Kurzvortrags auch die Infografik „Krebs: Einblicke in die Forschung“, um sich einen Überblick zu verschaffen. Sie können den nebenstehen QR-Code oder den folgenden Link verwenden:

<https://360.articulate.com/review/content/cfb12f33-5ce4-47c3-9aa1-4e60f5b01d39/review>



Infografik „Krebs: Einblicke in die Forschung“



Klicken Sie auf das Feld „Funktionelle und Strukturelle Genomforschung“. Dort erhalten Sie weiterführende Informationen zum Forschungsschwerpunkt. Nutzen Sie die angegebenen Links für mehr Hintergrundinformationen zum Forschungsschwerpunkt „Funktionelle und Strukturelle Genomforschung“ sowie zum Thema „Biomarkern bei Krebs“.

Bearbeiten Sie zunächst die folgenden Aufgaben. Bereiten Sie auf Basis dessen Ihren fünfminütigen Vortrag für die Konferenz vor. In diesem stellen Sie zunächst Ihren Tätigkeitsbereich vor und präsentieren anschließend neue Erkenntnisse Ihres Fachbereichs. Beachten Sie, dass die anderen Konferenzteilnehmerinnen und -teilnehmer keine Expertinnen bzw. Experten in diesen Bereich sind.

Aufgabe 1: Fassen Sie die Forschungstätigkeiten des Schwerpunktes „Funktionelle und Strukturelle Genomforschung“ in wenigen Sätzen zusammen.

.....

.....

.....

.....

.....



Aufgabe 2: Stellen Sie die Anwendungsmöglichkeiten von Biomarkern in der Krebsmedizin dar.

.....

.....

.....

.....

.....

Aufgabe 3: Erläutern Sie die Bedeutung von Prognosefaktoren und prädiktiven Faktoren am Beispiel von HER2 bei Brustkrebspatientinnen.

.....

.....

.....

.....

.....

Aufgabe 4: Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler forschen intensiv zu Biomarkern bei Krebs. Ein Beispiel für eine Biomarker-Studie zur Behandlungsplanung bei Brustkrebs ist CATCH. Beschreiben Sie die Studie in wenigen Sätzen. Informationen zur Studie finden Sie hier: <https://www.nct-heidelberg.de/fuer-patienten/terminvereinbarung/gynaekologische-tumorenbrusttumoren/klinische-studien.html>

.....

.....

.....

.....

.....

Link zur
CATCH-Studie





M3 Krebsrisikofaktoren und Prävention

In Deutschland erkranken jährlich etwa eine halbe Million Menschen neu an Krebs. Dies stellt die Forschung vor große Herausforderungen: Denn Krebs ist nicht gleich Krebs. Der Begriff steht für mehr als hundert verschiedene Krankheiten, die durch bösartig veränderte Zellen verursacht werden. Weltweit erforschen Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler, wie Krebs entsteht, sie erfassen Krebsrisikofaktoren und suchen nach Strategien, die Krebserkrankungen verhindern. Forschende entwickeln zudem neue Ansätze zur Diagnostik und Behandlung von Krebs. In klinischen Studien werden vielversprechende Ansätze am Menschen erprobt. Erst wenn eine neue Methode sich in klinischen Studien bewährt, kann sie Eingang in die Routineversorgung in Arztpraxen oder Kliniken finden.

Als Expertin bzw. Experte für **Krebsrisikofaktoren und Prävention** sind Sie mit Ihrem Team in einem komplexen Forschungsfeld tätig. Aufgrund Ihrer Fachexpertise wurden Sie zu einer Konferenz in Heidelberg eingeladen. Der Veranstalter hat Sie zudem gebeten, Ihre Forschungstätigkeiten in Form eines Kurzvortrags vorzustellen. Sie sagen selbstverständlich zu, denn Vorträge gehören ebenfalls zu Ihren Aufgaben – genau wie die Planung und Durchführung von Studien, das Verfassen von Publikationen, der Besuch von Tagungen und Konferenzen sowie das Einwerben von Drittmitteln.

Die Teilnehmerinnen und Teilnehmer der Konferenz interessieren sich für die neuesten Erkenntnisse Ihres Forschungsbereichs. Gemeinsam mit Ihrem Team beschließen Sie, dass der Schwerpunkt des Kurzvortrags auf dem Thema „**Primärprävention von Krebserkrankungen**“ liegen wird, also auf Maßnahmen zur Vorbeugung von Krebs. Direkt nach der Teamsitzung beginnen Sie mit der Vorbereitung des Vortrags. Sie notieren alle grundlegenden Informationen zum Thema. Anschließend strukturieren Sie die Informationen und arbeiten diese für die Teilnehmerinnen und Teilnehmer der Konferenz verständlich auf.

Bei der Erforschung von Krebsrisikofaktoren und Möglichkeiten der Prävention spielen **epidemiologische Studien** eine wichtige Rolle. In solchen Studien untersuchen Forschende Zusammenhänge zwischen dem Ausgesetztsein (der Exposition) gegenüber einem möglichen Risikofaktor oder einem möglicherweise schützenden (protektiven) Faktor und dem Auftreten einer Krankheit wie beispielsweise Krebs. Große Gruppen von Menschen werden über einen langen Zeitraum hinweg beobachtet, ihre Daten (z.B. zum Ernährungs- und Bewegungsverhalten) erhoben und ausgewertet.

Epidemiologische Studien können einen statistischen Zusammenhang (eine Korrelation) zwischen Exposition und gesundheitlichen Ereignissen aufzeigen und so Hinweise auf Ursachen für Erkrankungen bzw. auf protektive Faktoren liefern. Durch epidemiologische Studien kann jedoch nicht bewiesen werden, dass der gezeigte Zusammenhang ursächlich ist, dass die Erkrankung also tatsächlich durch den untersuchten Risikofaktor hervorgerufen oder gefördert wird.

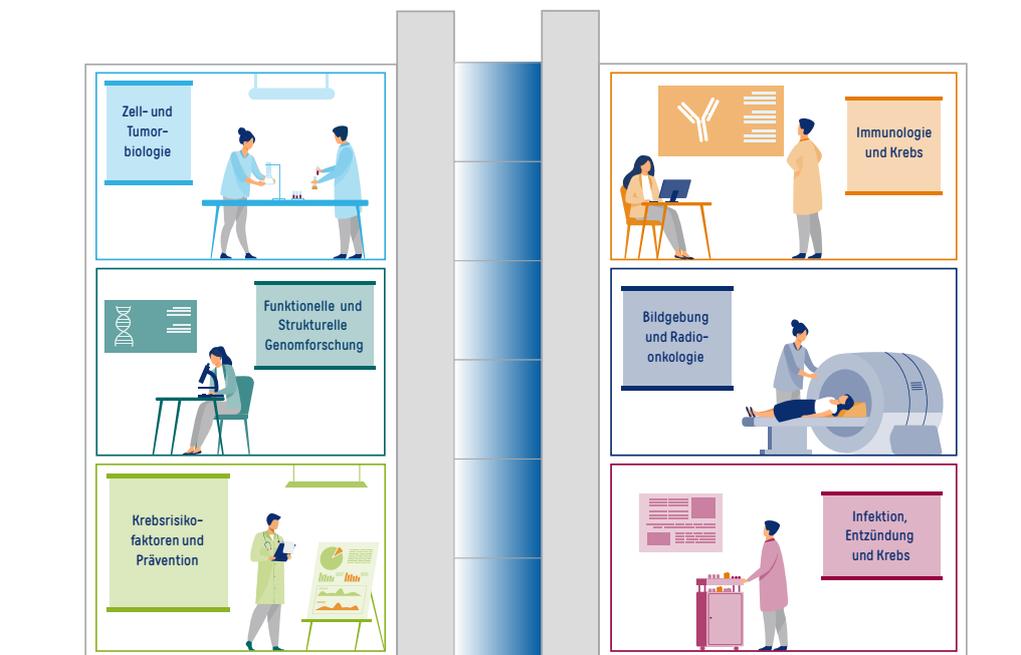
Zu den wichtigsten Studientypen der Epidemiologie gehören Kohortenstudien, Fall-Kontroll-Studien und Querschnittsstudien (Prävalenzstudien).





Nutzen Sie für die Erstellung des Kurzvortrags auch die Infografik „Krebs: Einblicke in die Forschung“, um sich einen Überblick zu verschaffen. Sie können den nebenstehen QR-Code oder den folgenden Link verwenden:

<https://360.articulate.com/review/content/cfb12f33-5ce4-47c3-9aa1-4e60f5b01d39/review>



Infografik „Krebs: Einblicke in die Forschung“



Klicken Sie auf das Feld „Krebsrisikofaktoren und Prävention“. Dort erhalten Sie weiterführende Informationen zum Forschungsschwerpunkt. Nutzen Sie die angegebenen Links für mehr Hintergrundinformationen zum Forschungsschwerpunkt „Krebsrisikofaktoren und Prävention“ sowie zum Thema „Primärprävention von Krebserkrankungen“.

Bearbeiten Sie zunächst die folgenden Aufgaben. Bereiten Sie auf Basis dessen Ihren fünfminütigen Vortrag für die Konferenz vor. In diesem stellen Sie zunächst Ihren Tätigkeitsbereich vor und präsentieren anschließend neue Erkenntnisse Ihres Fachbereichs. Beachten Sie, dass die anderen Konferenzteilnehmerinnen und -teilnehmer keine Expertinnen bzw. Experten in diesen Bereich sind.

Aufgabe 1: Fassen Sie die Forschungstätigkeiten des Schwerpunktes „Krebsrisikofaktoren und Prävention“ in wenigen Sätzen zusammen.

.....

.....

.....

.....

.....



Aufgabe 2: Stellen Sie Möglichkeiten der Primärprävention von Krebserkrankungen in einer Kurzübersicht dar.

.....

.....

.....

.....

.....

Aufgabe 3: Erläutern Sie, wie Forschende nach Krebsauslösern und nach Möglichkeiten der Krebsvorbeugung suchen. Gehen Sie auf die verschiedenen Studientypen der Epidemiologie ein.

.....

.....

.....

.....

.....

Aufgabe 4: Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler forschen intensiv zu den Ursachen für die Entstehung von Volkskrankheiten, wie z.B. Krebs. Ein Beispiel für ein entsprechendes Forschungsprojekt ist die NAKO Gesundheitsstudie. Beschreiben Sie die Studie in wenigen Sätzen.

.....

.....

.....

.....

.....



M4 Immunologie und Krebs

In Deutschland erkranken jährlich etwa eine halbe Million Menschen neu an Krebs. Dies stellt die Forschung vor große Herausforderungen: Denn Krebs ist nicht gleich Krebs. Der Begriff steht für mehr als hundert verschiedene Krankheiten, die durch bösartig veränderte Zellen verursacht werden. Weltweit erforschen Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler, wie Krebs entsteht, sie erfassen Krebsrisikofaktoren und suchen nach Strategien, die Krebserkrankungen verhindern. Forschende entwickeln zudem neue Ansätze zur Diagnostik und Behandlung von Krebs. In klinischen Studien werden vielversprechende Ansätze am Menschen erprobt. Erst wenn eine neue Methode sich in klinischen Studien bewährt, kann sie Eingang in die Routineversorgung in Arztpraxen oder Kliniken finden.

Als Expertin bzw. Experte für **Immunologie und Krebs** sind Sie mit Ihrem Team in einem komplexen Forschungsfeld tätig. Aufgrund Ihrer Fachexpertise wurden Sie zu einer Konferenz in Heidelberg eingeladen. Der Veranstalter hat Sie zudem gebeten, Ihre Forschungstätigkeiten in Form eines Kurzvortrags vorzustellen. Sie sagen selbstverständlich zu, denn Vorträge gehören ebenfalls zu Ihren Aufgaben – genau wie die Laborarbeit, das Verfassen von Publikationen, der Besuch von Tagungen und Konferenzen sowie das Einwerben von Drittmitteln.

Die Teilnehmerinnen und Teilnehmer der Konferenz interessieren sich für die neuesten Erkenntnisse Ihres Forschungsbereichs. Gemeinsam mit Ihrem Team beschließen Sie, dass der Schwerpunkt des Kurzvortrags auf dem Thema „**Immuntherapie bei Krebs**“ liegen wird. Direkt nach der Teamsitzung beginnen Sie mit der Vorbereitung des Vortrags. Sie notieren alle grundlegenden Informationen zum Thema. Anschließend strukturieren Sie die Informationen und arbeiten diese für die Teilnehmerinnen und Teilnehmer der Konferenz verständlich auf.

Krebszellen sollten als veränderte Körperzellen normalerweise vom Immunsystem erkannt und entfernt werden. Sie können den Immunzellen aber auf verschiedene Weisen ausweichen. Eine **Immuntherapie** kann bewirken, dass das Immunsystem solche Tumoren wieder als fremd erkennt und angreift. Dazu gibt es verschiedene Ansätze.

Ein erfolgreicher Ansatz in der Immuntherapie sind sogenannte „Immun-Checkpoint-Inhibitoren“ (auch: Immun-Checkpoint-Hemmer). Dabei handelt es sich um künstlich hergestellte Antikörper, die gegen körpereigene „Bremsen“ des Immunsystems gerichtet sind. Sie sollen natürliche Rückkopplungsmechanismen zur Begrenzung der Immunantwort ausschalten.

Ein anderer Ansatz ist der adoptive T-Zell-Transfer. Hierbei werden den Betroffenen eigene T-Zellen entnommen, aufbereitet und dann wieder verabreicht. Ein Beispiel ist die CAR-T-Zell-Therapie: Bei CAR-T-Zellen handelt es sich um T-Zellen, die gentechnisch mit einem sogenannten Chimären Antigen-Rezeptor, kurz CAR, ausgestattet wurden. Mit dem CAR können die T-Zellen definierte Merkmale auf der Oberfläche von Krebszellen erkennen und diese Zellen dann „angreifen“.

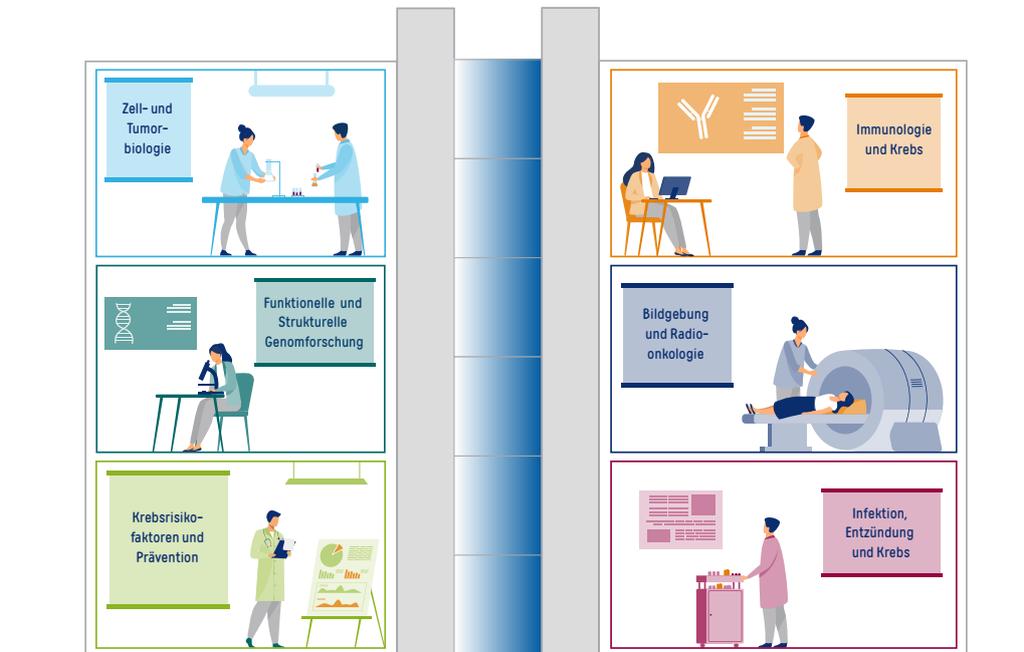
Es gibt Tumorarten, bei denen einzelne Immuntherapien bereits eine gute Wirksamkeit gezeigt haben (z.B. das maligne Melanom, Nierenzellkarzinome).





Nutzen Sie für die Erstellung des Kurzvortrags auch die Infografik „Krebs: Einblicke in die Forschung“, um sich einen Überblick zu verschaffen. Sie können den nebenstehen QR-Code oder den folgenden Link verwenden:

<https://360.articulate.com/review/content/cfb12f33-5ce4-47c3-9aa1-4e60f5b01d39/review>



Infografik „Krebs: Einblicke in die Forschung“



Klicken Sie auf das Feld „**Immunologie und Krebs**“. Dort erhalten Sie weiterführende Informationen zum Forschungsschwerpunkt. Nutzen Sie die angegebenen Links für mehr Hintergrundinformationen zum Forschungsschwerpunkt „Immunologie und Krebs“ sowie zum Thema „Immuntherapien bei Krebs“.

Bearbeiten Sie zunächst die folgenden Aufgaben. Bereiten Sie auf Basis dessen Ihren fünfminütigen Vortrag für die Konferenz vor. In diesem stellen Sie zunächst Ihren Tätigkeitsbereich vor und präsentieren anschließend neue Erkenntnisse Ihres Fachbereichs. Beachten Sie, dass die anderen Konferenzteilnehmerinnen und -teilnehmer keine Expertinnen bzw. Experten in diesen Bereich sind.

Aufgabe 1: Fassen Sie die Forschungstätigkeiten des Schwerpunktes „Immunologie und Krebs“ in wenigen Sätzen zusammen.

.....

.....

.....

.....

.....



Aufgabe 2: Erläutern Sie, was unter einer Immuntherapie zu verstehen ist.

.....

.....

.....

.....

.....

Aufgabe 3: Viele Studien zur Krebsimmuntherapie beschäftigen sich mit Immun-Checkpoint-Inhibitoren. Beschreiben Sie das Wirkprinzip solcher Inhibitoren. Gehen Sie auch auf den Stellenwert von Immun-Checkpoint-Hemmern ein.

.....

.....

.....

.....

.....

Aufgabe 4: Eine CAR-T-Zell-Therapie ist unter anderem für Patientinnen und Patienten mit akuter lymphatischer Leukämie (ALL) eine vielversprechende Behandlungsmöglichkeit, wenn andere Therapien versagt haben. Stellen Sie die CAR-T-Zell-Therapie bei ALL vor und erläutern Sie deren Stellenwert bei der ALL.

.....

.....

.....

.....

.....

.....



M5 Bildgebung und Radioonkologie

In Deutschland erkranken jährlich etwa eine halbe Million Menschen neu an Krebs. Dies stellt die Forschung vor große Herausforderungen: Denn Krebs ist nicht gleich Krebs. Der Begriff steht für mehr als hundert verschiedene Krankheiten, die durch bösartig veränderte Zellen verursacht werden. Weltweit erforschen Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler, wie Krebs entsteht, sie erfassen Krebsrisikofaktoren und suchen nach Strategien, die Krebserkrankungen verhindern. Forschende entwickeln zudem neue Ansätze zur Diagnostik und Behandlung von Krebs. In klinischen Studien werden vielversprechende Ansätze am Menschen erprobt. Erst wenn eine neue Methode sich in klinischen Studien bewährt, kann sie Eingang in die Routineversorgung in Arztpraxen oder Kliniken finden.

Als Expertin bzw. Experte für **Bildgebung und Radioonkologie** sind Sie mit Ihrem Team in einem komplexen Forschungsfeld tätig. Aufgrund Ihrer Fachexpertise wurden Sie zu einer Konferenz in Heidelberg eingeladen. Der Veranstalter hat Sie zudem gebeten, Ihre Forschungstätigkeiten in Form eines Kurzvortrags vorzustellen. Sie sagen selbstverständlich zu, denn Vorträge gehören ebenfalls zu Ihren Aufgaben – genau wie die Weiterentwicklung bildgebender Verfahren, das Verfassen von Publikationen, der Besuch von Tagungen und Konferenzen sowie das Einwerben von Drittmitteln.

Die Teilnehmerinnen und Teilnehmer der Konferenz interessieren sich für die neuesten Erkenntnisse Ihres Forschungsbereichs. Gemeinsam mit Ihrem Team beschließen Sie, dass der Schwerpunkt des Kurzvortrags auf dem Thema „**Bildgebende Verfahren in der Krebsmedizin**“ liegen wird. Direkt nach der Teamsitzung beginnen Sie mit der Vorbereitung des Vortrags. Sie notieren alle grundlegenden Informationen zum Thema. Anschließend strukturieren Sie die Informationen und arbeiten diese für die Teilnehmerinnen und Teilnehmer der Konferenz verständlich auf.

Bildgebende Verfahren, Biopsie, mikroskopische und molekularbiologische Diagnostik – in der Onkologie stehen vielfältige Untersuchungsverfahren zur Verfügung. Klassische Verfahren werden dabei immer weiter verbessert, molekularbiologische Analysen kommen neu hinzu.

Bildgebende Verfahren sind Diagnosemethoden, die auch in der Krebsmedizin eine große Rolle spielen. Sie liefern unter Verwendung verschiedener Techniken ein „Abbild“ eines möglichen Tumors an Ort und Stelle. Das Röntgen war das erste dieser bildgebenden Verfahren und klassische Röntgenbilder sind bis heute in vielen Situationen unverzichtbar. Inzwischen ebenso wichtig: Ultraschall, Computertomographie, Kernspintomographie oder Magnetresonanztomographie, Szintigraphie und Positronenemissionstomographie (PET).

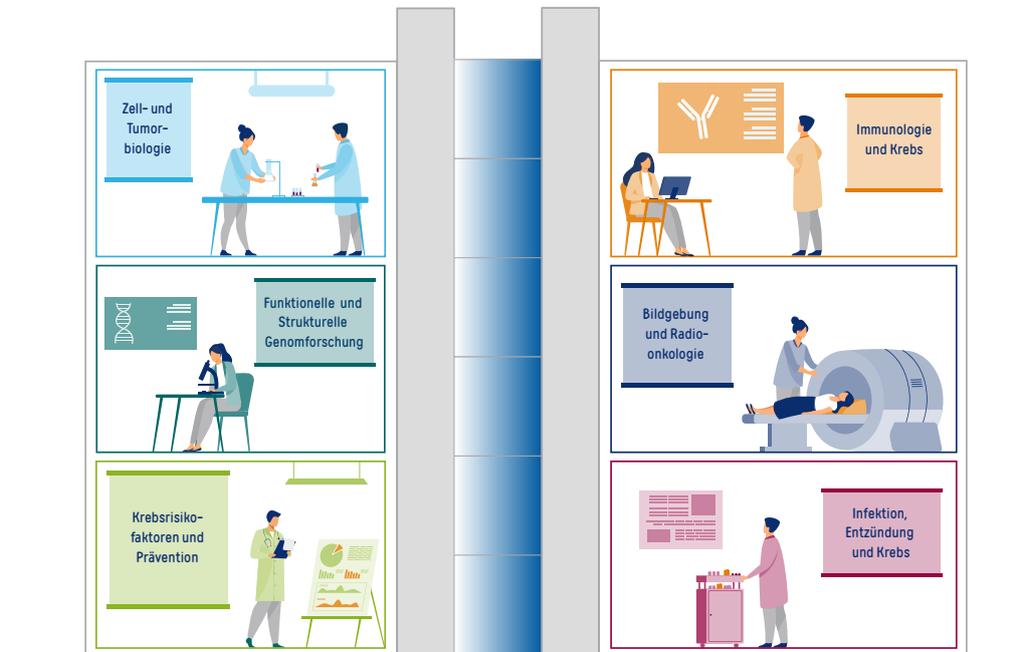
Werden beim Einsatz bildgebender Verfahren verdächtige Veränderungen entdeckt, kann es notwendig sein festzustellen, ob die Veränderung gut oder bösartig ist. Dies ist allein mit bildgebenden Verfahren nicht mit letzter Sicherheit möglich. Hier kann nur die Untersuchung einer Gewebeprobe Aufschluss geben. Die Entnahme von Zellen oder Geweben aus einem verdächtigen Bereich nennt man Biopsie.





Nutzen Sie für die Erstellung des Kurzvortrags auch die Infografik „Krebs: Einblicke in die Forschung“, um sich einen Überblick zu verschaffen. Sie können den nebenstehen QR-Code oder den folgenden Link verwenden:

<https://360.articulate.com/review/content/cfb12f33-5ce4-47c3-9aa1-4e60f5b01d39/review>



Infografik „Krebs: Einblicke in die Forschung“



Klicken Sie auf das Feld „Bildgebung und Radioonkologie“. Dort erhalten Sie weiterführende Informationen zum Forschungsschwerpunkt. Nutzen Sie die angegebenen Links für mehr Hintergrundinformationen zum Forschungsschwerpunkt „Bildgebende Verfahren bei Krebs“ sowie zum Thema „Bildgebende Verfahren bei Krebs“.

Bearbeiten Sie zunächst die folgenden Aufgaben. Bereiten Sie auf Basis dessen Ihren fünfminütigen Vortrag für die Konferenz vor. In diesem stellen Sie zunächst Ihren Tätigkeitsbereich vor und präsentieren anschließend neue Erkenntnisse Ihres Fachbereichs. Beachten Sie, dass die anderen Konferenzteilnehmerinnen und -teilnehmer keine Expertinnen bzw. Experten in diesen Bereich sind.

Aufgabe 1: Fassen Sie die Forschungstätigkeiten des Schwerpunktes „Bildgebung und Radioonkologie“ in wenigen Sätzen zusammen.

.....

.....

.....

.....

.....



Aufgabe 2: Stellen Sie folgende bildgebende Verfahren im Überblick dar: Computertomographie, Magnetresonanztomographie, Positronenemissionstomographie. Gehen Sie auch auf kombinierte Verfahren ein (PET/CT, PET/MRT).

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

Aufgabe 3: Erläutern Sie die Funktionsweise der FDG-PET.

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....



M6 Infektion, Entzündung und Krebs

In Deutschland erkranken jährlich etwa eine halbe Million Menschen neu an Krebs. Dies stellt die Forschung vor große Herausforderungen: Denn Krebs ist nicht gleich Krebs. Der Begriff steht für mehr als hundert verschiedene Krankheiten, die durch bösartig veränderte Zellen verursacht werden. Weltweit erforschen Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler, wie Krebs entsteht, sie erfassen Krebsrisikofaktoren und suchen nach Strategien, die Krebserkrankungen verhindern. Forschende entwickeln zudem neue Ansätze zur Diagnostik und Behandlung von Krebs. In klinischen Studien werden vielversprechende Ansätze am Menschen erprobt. Erst wenn eine neue Methode sich in klinischen Studien bewährt, kann sie Eingang in die Routineversorgung in Arztpraxen oder Kliniken finden.

Als Expertin bzw. Experte für **Infektion, Entzündung und Krebs** sind Sie mit Ihrem Team in einem komplexen Forschungsfeld tätig. Aufgrund Ihrer Fachexpertise wurden Sie zu einer Konferenz in Heidelberg eingeladen. Der Veranstalter hat Sie zudem gebeten, Ihre Forschungstätigkeiten in Form eines Kurzvortrags vorzustellen. Sie sagen selbstverständlich zu, denn Vorträge gehören ebenfalls zu Ihren Aufgaben – genau wie die Laborarbeit, das Verfassen von Publikationen, der Besuch von Tagungen und Konferenzen sowie das Einwerben von Drittmitteln.

Die Teilnehmerinnen und Teilnehmer der Konferenz interessieren sich für die neuesten Erkenntnisse Ihres Forschungsbereichs. Gemeinsam mit Ihrem Team beschließen Sie, dass der Schwerpunkt des Kurzvortrags auf dem Thema „**Viren und Krebs**“ liegen wird. Direkt nach der Teamsitzung beginnen Sie mit der Vorbereitung des Vortrags. Sie notieren alle grundlegenden Informationen zum Thema. Anschließend strukturieren Sie die Informationen und arbeiten diese für die Teilnehmerinnen und Teilnehmer der Konferenz verständlich auf.

Alle Einflüsse, die genetische Genveränderungen hervorrufen können, erhöhen das Krebsrisiko. Dazu gehören sowohl zelleigene bzw. körpereigene Einflüsse als auch Einflüsse von außen. Manche dieser Einflüsse schädigen die Erbinformationen direkt, wie zum Beispiel die im Zigarettenrauch enthaltenen Polyzyklischen Aromatischen Kohlenwasserstoffe. Andere, indirekte Einflüsse verändern die Bedingungen in einem Gewebe so, dass Entzündungen ausgelöst und das Gleichgewicht von sich vermehrenden und absterbenden Zellen gestört wird.

Entzündungen dienen normalerweise dazu, ein verletztes Gewebe zur Heilung anzuregen. Immunzellen schaffen eine besondere Mikro-Umgebung, die zum Beispiel Stammzellen zur Teilung und Geweberegeneration anregt. Auch Zellen mit Schäden im Erbgut können so fälschlicherweise zur Teilung angeregt werden, bzw. Kontrollmechanismen leichter überwinden.

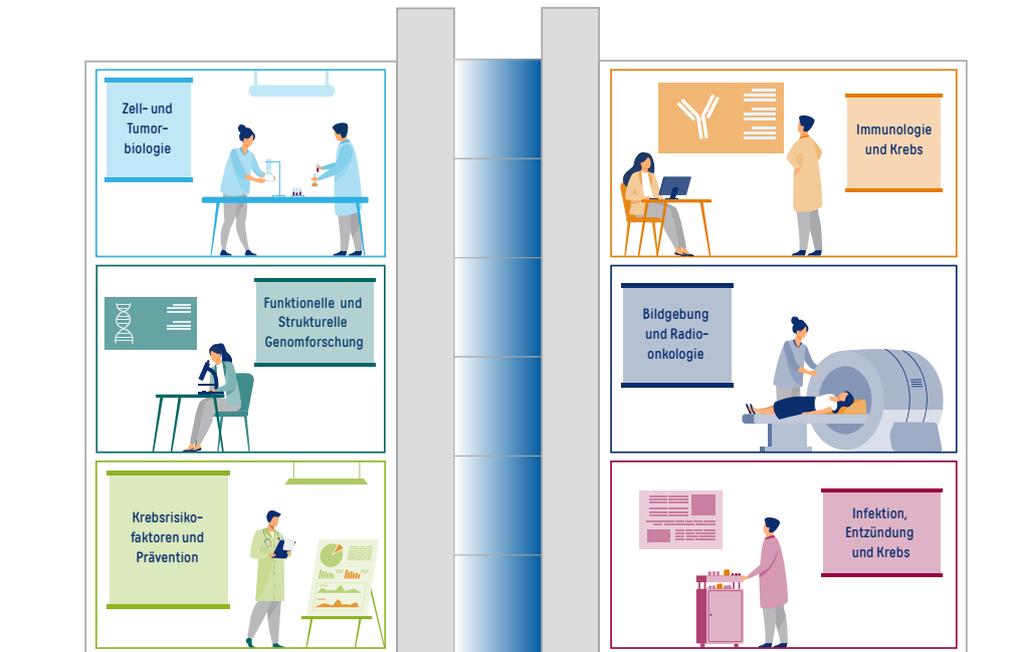
Chronische Entzündung bedeutet entweder, dass dieser Prozess unabhängig von einer Verletzung beginnt, wie zum Beispiel bei fortgesetzter zucker- und fettreicher Ernährung. Oder die Entzündung hört nicht auf, wie zum Beispiel bei bleibender Infektion mit einem **Virus**. Im Zusammenhang mit Infektion und Entzündung spielt das Immunsystem unter Umständen eine krebsfördernde Rolle. In anderen Zusammenhängen dazu kann es aber auch Krebszellen erkennen und bekämpfen.





Nutzen Sie für die Erstellung des Kurzvortrags auch die Infografik „Krebs: Einblicke in die Forschung“, um sich einen Überblick zu verschaffen. Sie können den nebenstehen QR-Code oder den folgenden Link verwenden:

<https://360.articulate.com/review/content/cfb12f33-5ce4-47c3-9aa1-4e60f5b01d39/review>



Infografik „Krebs: Einblicke in die Forschung“



Klicken Sie auf das Feld „**Infektion, Entzündung und Krebs**“. Dort erhalten Sie weiterführende Informationen zum Forschungsschwerpunkt. Nutzen Sie die angegebenen Links für mehr Hintergrundinformationen zum Forschungsschwerpunkt „Infektion, Entzündung und Krebs“ sowie zum Thema „Viren und Krebs“.

Bearbeiten Sie zunächst die folgenden Aufgaben. Bereiten Sie auf Basis dessen Ihren fünfminütigen Vortrag für die Konferenz vor. In diesem stellen Sie zunächst Ihren Tätigkeitsbereich vor und präsentieren anschließend neue Erkenntnisse Ihres Fachbereichs. Beachten Sie, dass die anderen Konferenzteilnehmerinnen und -teilnehmer keine Expertinnen bzw. Experten in diesen Bereich sind.

Aufgabe 1: Fassen Sie die Forschungstätigkeiten des Schwerpunktes „Infektion, Entzündung und Krebs“ in wenigen Sätzen zusammen.

.....

.....

.....

.....

.....



Aufgabe 2: Erläutern Sie, welche Rolle Infektionen bei der Entstehung von Krebs spielen. Nennen Sie Beispiele für tumorfördernde Viren.

.....

.....

.....

.....

.....

Aufgabe 3: Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler haben bereits Impfstoffe gegen Tumor-relevante Viren entwickelt. Stellen Sie das Impfprogramm gegen Humane Papillomviren (HPV) kurz dar.

.....

.....

.....

.....

.....

Aufgabe 4: Expertinnen und Experten entwickeln Strategien, Viren zur Behandlung von Krebs einzusetzen. Beschreiben Sie den Ansatz und Stellenwert der onkolytischen Virotherapie.

.....

.....

.....

.....

.....



M7 Mind Map: Krebsforschung

Einige Bereiche der Krebsforschung

Zell- und Tumorbiologie

Funktionelle und Strukturelle Genomforschung

Krebsrisikofaktoren und Prävention

Immunologie und Krebs

Bildgebung und Radioonkologie

Infektion, Entzündung und Krebs



Lösungsvorschläge

Die Lösungshinweise zu den einzelnen Aufgaben finden sich in den entsprechenden Informationstexten, der Infografik sowie den dort vermerkten Links. Bei jeder Lösung ist angegeben, wo diese zu finden ist.

M1 Funktionelle und Strukturelle Genomforschung

Aufgabe 1: Fassen Sie die Forschungstätigkeiten des Schwerpunktes „Zell- und Tumorbio­logie“ in wenigen Sätzen zusammen.

Der Forschungsschwerpunkt „Zell- und Tumorbio­logie“ befasst sich mit den grundlegenden Vorgängen, die dazu führen, dass sich eine Körperzelle zur Krebszelle verändert. Forschende dieser Disziplin untersuchen die Mechanismen der Tumorentstehung, der Tumorprogression sowie der Metastasierung auf zellulärer, genomischer und molekularer Ebene. Zudem erforschen sie grundlegende biologische Prinzipien. Ihre Grundlagenforschung bildet die Basis für weitere Forschungsschwerpunkte. Denn: Versteht man die Erkrankung Krebs besser, lassen sich aus diesen Erkenntnissen neue Vorbeugungs-, Diagnose- und Behandlungsstrategien entwickeln.

Die Lösung befindet sich in der Infografik „Krebs: Einblicke in die Forschung“ sowie im Informationstext zum Forschungsschwerpunkt „Funktionelle und Strukturelle Genomforschung“ auf der Internetseite des DKFZ.

Aufgabe 2: Definieren Sie den Begriff „Stammzelle“ und beschreiben Sie, warum der Schutz von Stammzellen durch den Körper so bedeutend ist.

Stammzellen sind nicht ausgereifte Zellen, die sich unbegrenzt teilen und in verschiedene Zelltypen weiterentwickeln können. Sie sind hauptverantwortlich für Wachstum und Erneuerung. Die Teilung erfolgt in Form einer asymmetrischen Zellteilung: Bei jeder Zellteilung entsteht sowohl eine neue Stammzelle (Selbsterneuerung), als auch eine Zelle, die sich zu einem spezialisierten Zelltyp entwickelt (Differenzierung). Da sich Stammzellen unbegrenzt teilen, muss ihr Erbgut besonders gut vor Schäden geschützt werden. Denn: Jeder Fehler wird an die Tochterzellen vererbt und somit vervielfacht.

Die Lösung befindet sich in der Podcast-Folge „Was haben Stammzellen mit Krebs zu tun?“ des BIH. Ergänzend können Sie auch auf den passiven und aktiven Schutz von Stammzellen eingehen (<https://www.dkfz.de/de/presse/pressemitteilungen/2022/dkfz-pm-22-28c-Wie-Blutstammzellen-ein-Leben-lang-intakt-bleiben.php>).

Aufgabe 3: Erläutern Sie den Begriff „Krebsstammzelle“ und legen Sie dar, welche praktische Bedeutung diese für Krebspatientinnen und -patienten hat.

Für viele Krebsarten ist mittlerweile gut beschrieben, dass sie aus Krebsstammzellen entstehen. Bei Krebsstammzellen handelt es sich um einen kleinen Anteil an Zellen innerhalb eines Tumors mit Stammze­lleigenschaften. Krebsstammzellen können sich unbegrenzt teilen. (Zusatzinformation: Es gibt Hinweise darauf, dass Krebsstammzellen in vielen Fällen aus normalen Stammzellen entstehen, die

[Link zum Forschungsschwerpunkt](#)



[Link zum Podcast](#)



[Link zum Krebsinformationsdienst](#)





entsprechende genetische und epigenetische Veränderungen erwerben (Als epigenetische Veränderungen bezeichnet man Veränderungen, die die Genaktivität beeinflussen, ohne dass die Basenabfolge der DNA verändert wird). Epigenetische Veränderungen sind also keine Mutationen. In diesem Fall besitzen die entarteten Zellen bereits von vornherein bestimmte Eigenschaften wie die Fähigkeit, sich unbegrenzt zu teilen. Es ist aber auch möglich, dass in manchen Fällen bereits ausgereifte Zellen Veränderungen erwerben, die ihnen wieder „stammzellartige“ Eigenschaften verleihen. Forschende vermuten außerdem, dass Zellen auch zwischen einem stammzellartigen und einem differenzierten Erscheinungsbild wechseln können.)

Solange sich alle Tumorzellen noch im Bereich des Primärtumors befinden, können auch die Krebsstammzellen z.B. durch eine Operation vollständig entfernt werden. In manchen Fällen haben zum Zeitpunkt der Operation bzw. der Diagnose des Primärtumors aber bereits Tumorzellen in andere Gewebe gestreut. Befinden sich darunter auch Krebsstammzellen, können diese viele der bisher eingesetzten Behandlungsmöglichkeiten unbeschadet überstehen und früher oder später zu Fernmetastasen heranwachsen. Auch für Rückfälle könnten sie verantwortlich sein: Krebsstammzellen teilen sich langsam und können in einer Art Schlafzustand verharren. Da Chemotherapie und Bestrahlung hauptsächlich auf Zellen wirken, die sich schnell teilen, sind Tumorstammzellen relativ unempfindlich gegenüber diesen Behandlungen. Daher könnten sie die Ursache dafür sein, dass ein scheinbar zerstörter Tumor nach längerer Zeit wieder zurückkehrt.

Die Lösung befindet sich im Informationstext „Wie entsteht Krebs?“ auf der Internetseite des Krebsinformationsdienstes sowie in der Podcast-Folge „Was haben Stammzellen mit Krebs zu tun?“ des BIH.

Aufgabe 4: Forscherinnen und Forscher arbeiten an Krebstherapien, die auch auf Krebsstammzellen wirken. Beschreiben Sie einen solchen Ansatz sowie die Herausforderungen, die mit der Entwicklung solcher Therapien verbunden sind.

Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler untersuchen zum Beispiel Leukämiestammzellen (akute myeloische Leukämie, AML). Es wurde herausgefunden, dass sich diese Stammzellen für das Immunsystem unsichtbar machen können. Nachdem dieser Mechanismus erkannt wurde, haben Forschende einen Inhibitor entwickelt, der die „Tarnkappe“ der Stammzellen auflöst. Dieser Hemmstoff soll in Kombination mit Killerzellen gezielt vorhandene Leukämiestammzellen bekämpfen.

Die Entwicklung von Therapien, die auch auf Krebsstammzellen wirken, stellt die Forschung vor große Herausforderungen. So müssen entsprechende Behandlungsverfahren sämtliche Krebsstammzellen im Körper eliminieren. Denn bereits eine einzelne verbliebene Tumorstammzelle kann einen Tumor wieder wachsen lassen. Zudem verfügen Krebszellen über verschiedene Mechanismen, dem Immunsystem zu entgehen. Letztlich besteht bei Therapien, die Krebsstammzellen als Angriffspunkt haben, die Gefahr, dass auch normale Stammzellen angegriffen werden.

Die Lösung befindet sich in der Podcast-Folge „Was haben Stammzellen mit Krebs zu tun?“ des BIH sowie im Informationstext „Wie entsteht Krebs?“ auf der Internetseite des Krebsinformationsdienstes.

[Link zum Podcast](#)



[Link zum Podcast](#)



[Link zum Krebsinformationsdienst](#)





M2 Funktionelle und Strukturelle Genomforschung

Aufgabe 1: Fassen Sie die Forschungstätigkeiten des Schwerpunktes „Funktionelle und Strukturelle Genomforschung“ in wenigen Sätzen zusammen.

Der Forschungsschwerpunkt „Funktionelle und Strukturelle Genomforschung“ befasst sich mit den genetischen Grundlagen von Krebs. Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler analysieren das Genom, also die Gesamtheit der Gene, um die Grundlage zur Entwicklung neuer Diagnose- und Therapiemethoden zu schaffen. Dazu wird das Erbgut von Krebszellen analysiert. Anhand der Ergebnisse können die Forschenden neue Zielstrukturen für Diagnostik und Therapie entdecken und überprüfen. Experten aus der Bioinformatik und Systembiologie verwerten die Daten aus Genomforschung und Tumorbilogie.

Die Lösung befindet sich in der Infografik „Krebs: Einblicke in die Forschung“ sowie im Informationstext zum Forschungsschwerpunkt „Funktionelle und Strukturelle Genomforschung“ auf der Internetseite des DKFZ.

[Link zum Forschungsschwerpunkt](#)



Aufgabe 2: Stellen Sie die Anwendungsmöglichkeiten von Biomarkern in der Krebsmedizin dar.

Biomarker sind messbare Merkmale, die mit der Tumorerkrankung in Verbindung stehen. Heute kennt man viele verschiedene Marker, die bei einzelnen Tumorerkrankungen eine Rolle spielen. Marker eignen sich prinzipiell sowohl zur Früherkennung als auch zur Diagnostik, Behandlungsplanung und Nachsorge von Krebs. Bei der Früherkennung von Krebs spielen sie bisher eine untergeordnete Rolle, da Tumormarker meist zu ungenau sind, um sie zur Krebsfrüherkennung in der Allgemeinbevölkerung einzusetzen. Manche Ärztinnen und Ärzte bieten jedoch Biomarkertests zur Krebsfrüherkennung als Individuelle Gesundheitsleistung (IGeL) an. (Hinweis: Bei vielen dieser IGeL-Untersuchungen fehlt bislang der wissenschaftliche Nachweis, dass sie tatsächlich die Heilungschancen durch eine frühe Diagnose von Krebs verbessern.) Eine zunehmende Rolle spielen Biomarker bei der Behandlungsplanung: Sie helfen, individuelle Eigenschaften eines Tumors zu erkennen. Behandelnde können damit die Therapie auf die einzelne Patientin bzw. den einzelnen Patienten abstimmen. Man spricht deshalb auch von personalisierter Krebsmedizin oder Präzisionsonkologie. Bei einigen Krebsarten lässt sich mithilfe von Markern kontrollieren, ob der Tumor auf die gewählte Therapie anspricht. Manche Tumormarker können zudem einen Rückfall anzeigen. Ärztinnen und Ärzte setzen sie daher bei der Nachsorge ein, die an die eigentliche Krebsbehandlung anknüpft.

Die Lösung befindet sich im Informationstext „Anwendung von Tumormarkern und weiteren Biomarkern bei Krebs“ auf der Internetseite des Krebsinformationsdienstes.

[Link zum Krebsinformationsdienst](#)



Aufgabe 3: Erläutern Sie die Bedeutung von Prognosefaktoren und prädiktiven Faktoren am Beispiel von HER2 bei Brustkrebs.

HER2 steht für „human epidermal growth factor receptor 2“ bzw. Humaner Epidermaler Wachstumsfaktor-Rezeptor 2 (andere Bezeichnungen sind HER2/neu, erbB2 oder c-erbB2). Dabei handelt es sich um einen Rezeptor für bestimmte Wachstumsfaktoren, welche die Krebszelle zur Vermehrung antreiben. Trägt eine Krebszelle viele HER2-Rezeptoren, so reagiert sie besonders stark auf diese Wachstumsreize. Man spricht dann von einem positiven HER2-Status. Bei Verdacht auf Brustkrebs

[Link zum Krebsinformationsdienst](#)





wird in entnommenen Gewebeproben des Tumors der HER2-Status bestimmt. Dieser ist ein Prognosefaktor: Prognosefaktoren lassen erkennen, wie zu einem gegebenen Zeitpunkt der weitere Krankheitsverlauf sein wird, z.B. wie schnell ein Tumor voraussichtlich wächst, Metastasen bildet oder wie wahrscheinlich ein Rückfall ist. Ist HER2 vermehrt auf Brustkrebszellen vorhanden, dann deutet das auf einen aggressiveren Krankheitsverlauf hin. Dieser Biomarker ist jedoch nicht nur ein Prognosefaktor, sondern auch prädiktiver Faktor. Prädiktive Faktoren sind Faktoren, mit denen die voraussichtliche Wirkung einer Therapie abgeschätzt werden kann. Sie sind die Grundlage für die Therapieauswahl. Es gibt Therapien, die gegen HER2 gerichtet sind (Beispiel: Trastuzumab). Diese Therapien können nur erfolgreich eingesetzt werden, wenn HER2 vermehrt an der Oberfläche der Brustkrebszellen vorhanden ist.

Die Lösung befindet sich im Informationstext „Anwendung von Tumormarkern und weiteren Biomarkern bei Krebs“ auf der Internetseite des Krebsinformationsdienstes.

Aufgabe 4: Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler forschen intensiv zu Biomarkern bei Krebs. Ein Beispiel für eine Biomarker-Studie zur Behandlungsplanung bei Brustkrebs ist CATCH. Beschreiben Sie die Studie in wenigen Sätzen.

Die Abkürzung CATCH steht für „Comprehensive assessment of clinical features and biomarkers to identify patients with advanced or metastatic breast cancer for marker driven trias in humans“ (Molekulare Diagnostik zur individualisierten Therapie bei metastasiertem Brustkrebs). Diese Studie richtet sich an Patientinnen und Patienten mit Brustkrebs im fortgeschrittenen Stadium, die keine Therapieoptionen mehr haben. Ziel der Studie ist es, bei den Studienteilnehmerinnen und -teilnehmern die genetische Tumorbilologie mittels einer Tumor-Genomsequenzierung zu ermitteln und daraus folgend eine individuelle zielgerichtete Therapie zu ermitteln. (Hinweis: Ersten Ergebnissen zufolge haben 40 % der ausgewählten Patientinnen und Patienten von der identifizierten zielgerichteten Therapie profitiert.)

[Link zur CATCH-Studie](#)



Die Lösung befindet sich auf der Internetseite des NCT Heidelberg. Der Link zur Studie ist im Unterrichtsmaterial vermerkt (<https://www.nct-heidelberg.de/fuer-patienten/terminvereinbarung/gynaekologische-tumorenbrusttumoren/klinische-studien.html>).



M3 Krebsrisikofaktoren und Prävention

Aufgabe 1: Fassen Sie die Forschungstätigkeiten des Schwerpunktes „Krebsrisikofaktoren und Prävention“ in wenigen Sätzen zusammen.

Im Forschungsschwerpunkt „Krebsrisikofaktoren und Prävention“ befassen sich Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler mit der Identifizierung von Krebsrisikofaktoren (Primärprävention), der Verbesserung von Früherkennungs- und Screeningmaßnahmen (Sekundärprävention) sowie mit Ansätzen, das Fortschreiten der Krankheit aufzuhalten und die Lebensqualität von Krebsbetroffenen zu verbessern (Tertiärprävention). Bei der Suche nach Krebsauslösern und nach Möglichkeiten der Krebsvorbeugung spielen epidemiologische Studien eine wichtige Rolle. Epidemiologie steht in der Krebsforschung für das Beobachten großer Gruppen von Menschen und ihren Erkrankungsraten, meist über einen langen Zeitraum hinweg.

Die Lösung befindet sich in der Infografik „Krebs: Einblicke in die Forschung“ sowie im Informationstext zum Forschungsschwerpunkt „Krebsrisikofaktoren und Prävention“ auf der Internetseite des DKFZ.

[Link zum Forschungsschwerpunkt](#)



Aufgabe 2: Stellen Sie Möglichkeiten der Primärprävention von Krebserkrankungen in einer Kurzübersicht dar.

Es gibt Krebsarten, vor denen man sich nach bisherigem Kenntnisstand kaum aktiv schützen kann. Doch gerade gegen einige der häufigeren Krebsarten lässt sich etwas tun: Das Risiko sinkt, wenn man die heute bekannten Auslöser vermeidet. Zu den Möglichkeiten das Krebsrisiko zu senken zählen unter anderem der Rauchverzicht, ein gesundes Körpergewicht, regelmäßige Bewegung, eine ausgewogene Ernährung mit viel Vollkornprodukten, Hülsenfrüchten, Obst und Gemüse, ein geringer Alkoholkonsum sowie ein ausreichender Sonnenschutz. Zudem sollte man sich vor krebsauslösenden Stoffen am Arbeitsplatz schützen, an Impfprogrammen (HPV, Hepatitis B) und Krebsfrüherkennungsprogrammen teilnehmen.

Die wichtigsten Fakten haben Expertinnen und Experten der Internationalen Krebsforschungsagentur für Europa zusammengefasst: Der „Europäische Kodex zur Krebsbekämpfung“ zählt auf, was an aktuellen und wissenschaftlich untermauerten Aussagen zurzeit vorliegt.

Die Lösung befindet sich im Europäischen Kodex zur Krebsbekämpfung der Internationalen Krebsforschungsagentur (IARC) sowie im Informationstext zur „Krebsvorbeugung und Krebsfrüherkennung“ auf der Internetseite des Krebsinformationsdienstes.

[Link zum Krebsinformationsdienst](#)



[Europäischer Kodex zur Krebsbekämpfung](#)



Aufgabe 3: Bei der Suche nach Krebsauslösern und Möglichkeiten der Krebsvorbeugung spielen epidemiologische Studien eine wichtige Rolle. Gehen Sie auf verschiedenen Studientypen der Epidemiologie ein.

Zu den wichtigsten Studientypen der Epidemiologie gehören Kohortenstudien, Fall-Kontroll-Studien und Querschnittsstudien. Sie unterscheiden sich wesentlich in der Auswahl der beobachteten Personen bzw. Gruppen und dem Zeitrahmen der Beobachtung. Kohortenstudien vergleichen Gruppen von Menschen („Kohorten“). Die eine Gruppe ist beispielsweise einem bestimmten Risikofaktor ausgesetzt, bei der anderen Gruppe spielt der Risikofaktor wiederum keine Rolle. Kohortenstudien lassen sich sowohl in die Zukunft gerichtet („prospektiv“) als auch rückwirkend („retrospektiv“) durchführen. Fall-Kontroll-Studien vergleichen rückblickend Personen,

[Link zum Krebsinformationsdienst](#)





die eine bestimmte Krankheit haben („Fälle“) mit gesunden Personen („Kontrollen“). Die Beobachter erfassen in beiden Gruppen Informationen über Lebensstil, Beruf oder mögliche Risiken bzw. Schutzfaktoren in der Vorgeschichte der Teilnehmerinnen und Teilnehmer: Waren erkrankte Personen häufiger einem Risiko ausgesetzt als nicht Erkrankte, lässt das auf einen Zusammenhang zwischen Krankheit und Risikofaktor schließen. Querschnittsstudien (Prävalenzstudien) erfassen den „Status quo“, etwa den allgemeinen Gesundheitszustand einer bestimmten Bevölkerungsgruppe zu einem bestimmten Zeitpunkt.

Beobachtungen in epidemiologischen Studien lassen auf Zusammenhänge schließen. Ob die Zusammenhänge tatsächlich ursächlich sind, müssen Untersuchungen im Labor, bzw. bei möglichen schützenden Einflüssen auch klinische Interventionsstudien, zeigen.

Die Lösung befindet sich im Informationstext „Krebsforschung und klinische Studien“ auf der Internetseite des Krebsinformationsdienstes.

Aufgabe 4: Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler forschen intensiv zu den Ursachen für die Entstehung von Volkskrankheiten, wie z.B. Krebs. Ein Beispiel für ein entsprechendes Forschungsprojekt ist die NAKO Gesundheitsstudie. Beschreiben Sie die Studie in wenigen Sätzen.

Bei der NAKO Gesundheitsstudie handelt es sich um eine Langzeit-Bevölkerungsstudie, die über einen Zeitraum von 20 bis 30 Jahren angelegt ist. Ziel der Studie ist es, die Ursachen für die Entstehung von Volkskrankheiten, wie zum Beispiel Krebs und Diabetes mellitus, zu ermitteln. Durch die Beantwortung zentraler Fragen, wie zum Beispiel „Warum werden manche Menschen krank, andere aber nicht?“ oder „Welche Faktoren spielen bei der Krankheitsentstehung eine Rolle?“, sollen bessere Möglichkeiten geschaffen werden, um Volkskrankheiten durch Vorbeugung zu verhindern, sie möglichst früh zu erkennen und sie optimal zu behandeln. Im Rahmen der Studie werden an 18 Studienzentren in ganz Deutschland 200.000 zufällig ausgewählte Bürgerinnen und Bürger im Alter zwischen 18 und 69 Jahren nach den Lebensgewohnheiten befragt und medizinisch untersucht.

Die Lösung befindet sich auf der Internetseite der NAKO Gesundheitsstudie.

[Link zur NAKO-Studie](#)





M4 Immunologie und Krebs

Aufgabe 1: Fassen Sie die Forschungstätigkeiten des Schwerpunktes „Immunologie und Krebs“ in wenigen Sätzen zusammen.

Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler im Forschungsschwerpunkt Immunologie und Krebs untersuchen, wie Zellen des Immunsystems so beeinflusst werden können, dass sie Krebs effizienter bekämpfen können. Dazu ist es unerlässlich, die grundlegenden Prinzipien und molekularen Grundlagen der Immunologie zu verstehen: Wie entwickeln sich Immunzellen, wie werden sie aktiviert und reguliert und wie sterben sie wieder ab? Außerdem ist es wichtig, das Zusammenspiel der Immunzellen zu erforschen. Letztlich können nur so zielgerichtete Strategien entwickelt werden, damit Krebszellen dem Immunsystem nicht mehr entgehen können.

Die Lösung befindet sich in der Infografik „Krebs: Einblicke in die Forschung“ sowie im Informationstext zum Forschungsschwerpunkt „Immunologie und Krebs“ auf der Internetseite des DKFZ.

[Link zum Forschungsschwerpunkt](#)



Aufgabe 2: Erläutern Sie, was unter einer Immuntherapie zu verstehen ist.

Eine Immuntherapie ist ganz allgemein eine Therapieform, bei der das Immunsystem dazu gebracht werden soll, die Erkrankung einer Patientin oder eines Patienten zu bekämpfen. Im Fall von Krebspatientinnen und -patienten soll sich das Immunsystem gegen den Tumor bzw. die Krebszellen richten. Unter normalen Bedingungen ist das Immunsystem in der Lage, neben „Eindringlingen“ wie Viren oder Bakterien auch veränderte Körperzellen wie Tumorzellen zu erkennen und zu entfernen. Tumoren haben aber verschiedene Strategien entwickelt, um dem Immunsystem zu entgehen. Eine Immuntherapie soll bewirken, dass das Immunsystem solche Tumoren wieder als fremd erkennen und angreifen kann. Viele Ansätze zur Krebs-Immuntherapie werden zurzeit weltweit in klinischen Studien untersucht. Besonders viele Studien beschäftigen sich mit Immun-Checkpoint-Inhibitoren.

Die Lösung befindet sich im Informationstext „Immuntherapie gegen Krebs“ auf der Internetseite des Krebsinformationsdienstes sowie im Video „Immuntherapie bei Krebs“ des NCT Heidelberg.

[Link zum Krebsinformationsdienst](#)



[Video „Immuntherapie bei Krebs“](#)



Aufgabe 3: Viele Studien zur Krebsimmuntherapie beschäftigen sich mit Immun-Checkpoint-Inhibitoren. Beschreiben Sie das Wirkprinzip solcher Inhibitoren. Gehen Sie auch auf den Stellenwert von Immun-Checkpoint-Hemmern ein.

Das Immunsystem ist darauf ausgerichtet, körperfremde Substanzen, Viren, Bakterien, aber auch veränderte Körperzellen als nicht zum Körper gehörig zu identifizieren und zu entfernen. Körpereigene Zellen oder Substanzen dürfen vom Immunsystem dabei aber nicht geschädigt werden. Deshalb gibt es bestimmte „Bremsen“ oder „Immun-Checkpoints“ im Immunsystem, die die Aktivierung der „ausführenden“ Immunzellen begrenzen. Manche Tumorzellen aktivieren gezielt solche „Immun-Checkpoints“. Immunzellen, die den Tumor eigentlich erkennen und bekämpfen könnten, werden dann nicht aktiviert. Sogenannte Immun-Checkpoint-Inhibitoren oder Checkpoint-Hemmer wirken dem entgegen: Sie verhindern die Unterdrückung der Immunantwort und bewirken so, dass das Immunsystem den Tumor verstärkt angreift. Diese (Re-)Aktivierung ist allerdings nicht wirklich tumorspezifisch und wirkt auch in anderen Körperzellen.

[Link zum Krebsinformationsdienst](#)



[Informationsblatt „Immuntherapie gegen Krebs“](#)





Inzwischen sind mehrere Immun-Checkpoint-Hemmer zur Krebstherapie zugelassen. Krebsarten, für die es bereits zugelassene Checkpoint-Hemmer gibt, sind schwarzer Hautkrebs, Lungenkrebs, Blasenkrebs, Speiseröhrenkrebs, Magenkrebs, Darmkrebs, Nierenzellkarzinome, und das Hodgkin-Lymphom. Immun-Checkpoint-Hemmer sind bisher überwiegend zur Behandlung von Betroffenen mit fortgeschrittener Erkrankung zugelassen.

Die Lösung befindet sich im Informationstext sowie im Informationsblatt „Immuntherapie gegen Krebs“ auf der Internetseite des Krebsinformationsdienstes.

Aufgabe 4: Eine CAR-T-Zell-Therapie ist unter anderem für Patientinnen und Patienten mit akuter lymphatischer Leukämie (ALL) eine vielversprechende Behandlungsmöglichkeit, wenn andere Therapien versagt haben. Stellen Sie die CAR-T-Zell-Therapie bei ALL vor und erläutern Sie deren Stellenwert bei der ALL.

CAR-T-Zellen sind T-Zellen, die gentechnisch mit einem sogenannten Chimären Antigen-Rezeptor, kurz CAR, ausgestattet wurden. Mit dem CAR können die T-Zellen definierte Merkmale auf der Oberfläche von Krebszellen erkennen und diese Zellen dann „angreifen“. Im Fall der B-Zell-ALL (B-ALL) werden die CAR-T-Zellen auf CD19 ausgerichtet. Das ist ein Oberflächenprotein auf B-Zellen. Damit können entsprechende CAR-T-Zellen entartete B-ALL-Zellen, aber auch normale B-Zellen erkennen und zerstören.

Die Herstellung der CAR-T-Zellen und die Abläufe rund um die CAR-T-Zell-Therapie sind aufwändig und komplex:

- **Entnahme von T-Zellen beim Patienten:** Um CAR-T-Zellen herzustellen, wird der Patientin bzw. dem Patienten oder einem Spender Blut abgenommen. Ein Gerät trennt das Blut mittels Zentrifugation in einzelne Bestandteile auf, sodass die weißen Blutkörperchen (Leukozyten) entnommen werden können. Die restlichen Blutbestandteile erhält die Patientin bzw. der Patient zurück. Diesen Vorgang bezeichnen Fachleute als „Leukapherese“. Die entnommenen T-Zellen werden eingefroren und an ein spezialisiertes Labor verschickt.
- **gentechnische Veränderung der T-Zellen:** In den entnommenen Leukozyten sind T-Zellen enthalten. Im Labor werden sie aufgereinigt und vermehrt. Die T-Zellen erhalten mithilfe spezieller Verfahren ein neues Gen. Das Gen stellt den Bauplan für einen künstlichen Antigenrezeptor dar, den T-Zellen so normalerweise nicht besitzen. Der neue Rezeptor wird daher auch als „Chimärer“ Antigen-Rezeptor (CAR) bezeichnet. Als Chimäre (Mischform) enthält er Abschnitte aus B-Zell- und T-Zell-Antigenrezeptor. Nach dem Einbau der neuen Erbinformation werden die CAR-T-Zellen mit Hilfe von Wachstumsfaktoren im Labor vermehrt, tiefgefroren und an das Behandlungszentrum zurückgeschickt.
- **Rückgabe der CAR-T-Zellen:** Um im körpereigenen Abwehrsystem „Platz“ zu schaffen für die neuen T-Zellen, bekommen die Patientinnen und Patienten vor der Rückgabe der CAR-T-Zellen eine kurze Chemotherapie. Dann werden die CAR-T-Zellen aufgetaut und der/die Krebsbetroffene erhält die veränderten T-Zellen als Infusion durch die Vene zurück. In seinem Blut vermehren sie sich dann und rufen eine heftige Abwehrreaktion hervor. Im Fall der B-ALL richtet sich diese Abwehrreaktion gezielt gegen B-Zellen, die durch den CAR erkannt werden. Die CAR-T-Zellen greifen daher nicht nur leukämisch veränderte B-Zellen, sondern auch gesunde B-Zellen an. Das kann gegebenenfalls zu schwerwiegenden Nebenwirkungen führen.

[Link zum Krebsinformationsdienst](#)



[Informationsblatt „Immuntherapie gegen Krebs“](#)





Zur Behandlung eines Rückfalls einer ALL ist ein Produkt zugelassen (Tisagenlecleucel/Kymriah®).

Insgesamt sind derzeit in Europa 4 CAR-T-Zell-Produkte zugelassen. Die T-Zellen in diesen Produkten sind gegen Oberflächen-Merkmale (CD19, BCMA) auf Blutzellen gerichtet und daher nur bei Patienten mit bestimmten Blutkrebserkrankungen zugelassen.

Die Lösung befindet sich im Informationstext sowie im Informationsblatt „Immuntherapie gegen Krebs“ sowie auf der Internetseite des Krebsinformationsdienstes.



M5 Bildgebung und Radioonkologie

Aufgabe 1: Fassen Sie die Forschungstätigkeiten des Schwerpunktes „Bildgebung und Radioonkologie“ in wenigen Sätzen zusammen.

Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler im Forschungsschwerpunkt Bildgebung und Radioonkologie entwickeln unter anderem bildgebende Verfahren ständig weiter, um Tumoren im Körper besser sichtbar zu machen. Ein Schwerpunkt liegt auf der Weiterentwicklung von Technologien zur Bildgebung wie Sonographie, Magnetresonanztomographie, Computertomographie und Positronenemissionstomographie, um eine bessere Darstellung von Tumoren zu ermöglichen. Ein Teilbereich des Forschungsschwerpunktes konzentriert sich auf die Computer-assistierte biomedizinische Bildverarbeitung. Durch methodische Entwicklungen im Bereich künstlicher Intelligenz und deren Einsatz in der Medizin soll die Qualität der Gesundheitsversorgung von Krebspatientinnen und -patienten maßgeblich verbessert werden. Außerdem arbeiten Forschende an neuen strahlentherapeutischen und nuklearmedizinischen Verfahren, um Tumoren gezielt zu bekämpfen und gesundes Gewebe bestmöglich zu schonen.

Die Lösung befindet sich in der Infografik „Krebs: Einblicke in die Forschung“ sowie im Informationstext zum Forschungsschwerpunkt „Bildgebung und Radioonkologie“ auf der Internetseite des DKFZ.

[Link zum Forschungsschwerpunkt](#)



Aufgabe 2: Stellen Sie folgende bildgebende Verfahren im Überblick dar: Computertomographie, Magnetresonanztomographie, Positronenemissionstomographie. Gehen Sie auch auf kombinierte Verfahren ein (PET/CT, PET/MRT).

Die Computertomographie (CT) ist ein computerunterstütztes Röntgenverfahren, mit dem Strukturen und Organe im Körperinneren dargestellt werden können („Schichtröntgen“). So sind Veränderungen oft besser zu sehen als bei der herkömmlichen Röntgenuntersuchung. In der Tumordiagnostik wird die Computertomographie eingesetzt, um Größe, Ausdehnung und Lokalisation von Tumoren und ihren Absiedlungen zu beurteilen. Bei der CT macht man sich die unterschiedliche Durchlässigkeit verschiedener Körpergewebe für Röntgenstrahlen zunutze. Je dichter ein Gewebe ist, desto schlechter lässt es die Strahlen hindurch. Dichte Gewebe wie Knochen können mit einer CT gut dargestellt werden. Um Gewebe und Gefäße besser darstellen zu können, werden Kontrastmittel eingesetzt.

Mit der Magnetresonanztomographie (MRT), auch Kernspintomographie genannt, werden Schnittbilder des menschlichen Körpers erzeugt. Im Gegensatz zur Computertomographie nutzt die MRT jedoch keine ionisierenden Strahlen wie Röntgenstrahlen, sondern magnetische Felder und hochfrequente elektromagnetische Wellen (Radiowellen), um die Verteilung von Wassermolekülen im Körper nachzuweisen: Auf Grund der Signale der Wasserstoffkerne sind Rückschlüsse auf die Gewebestruktur möglich. So lassen sich auch wenig röntgendichte Gewebe wie beispielsweise Gehirn und Rückenmark, innere Organe, Muskeln und Bindegewebe gut untersuchen. Auch bei der MRT kann die Darstellung von Gewebe und Gefäßen durch spezielle Kontrastmittel verbessert werden.

Die Positronenemissionstomographie (PET) ist ein dreidimensionales nuklearmedizinisches Untersuchungsverfahren. Sie wird eingesetzt, um bestimmte Stoffwechselfvorgänge oder Oberflächenmerkmale von Zellen sichtbar zu machen. Die PET beruht darauf, dass der Patientin bzw. dem Patienten zunächst eine geringe Menge

[Link zum Krebsinformationsdienst](#)





einer radioaktiv markierten Substanz (genannt Tracer oder Radiopharmakon) in eine Körpervene gespritzt wird. Die als Folge des radioaktiven Zerfalls entstehende Strahlung kann anschließend gemessen werden. Anhand der Strahlung lässt sich erkennen, wo sich das Radiopharmakon im Körper angereichert hat.

Die PET wird in der Regel mit einer Computertomographie (CT) oder einer Kernspintomographie (MRT) kombiniert. So können Regionen, die den PET-Tracer anreichern, anatomisch genau zugeordnet werden. Moderne Geräte verbinden einen Positronenemissionstomograph und einen Computertomograph oder einen Kernspintomograph in einem Gerät (PET/CT beziehungsweise PET/MRT).

Die Lösung befindet sich in den Informationstexten zu den bildgebenden Verfahren auf der Internetseite des Krebsinformationsdienstes.

Aufgabe 3: Erläutern Sie die Funktionsweise der FDG-PET.

In der Krebsmedizin wird häufig mit radioaktivem Fluor markierter Traubenzucker (Fluor-18-Desoxyglucose, FDG) als Radiopharmakon (Tracer) eingesetzt. Viele Tumoren nehmen vermehrt Traubenzucker (Glukose) aus dem Blut auf und verstoffwechseln ihn auf typische Weise. Sie reichern den radioaktiv markierten Traubenzucker an und entsprechend mehr Energie wird beim Tracerzerfall frei. Die beim Zerfall des Tracers frei werdende Energie in Form von Photonen oder „Gammaquanten“ lässt sich messen, und zwar mithilfe eines speziellen Detektors, der Gammakamera. Ein angeschlossener Computer berechnet anhand der zeitlichen und räumlichen Verteilung der Strahlung Bilder einzelner Gewebe und Organe. Auf den Bildern sind Bereiche im Körper, die viel Strahlung abgeben, demnach tumorverdächtig. Sie erscheinen besonders dunkel oder, bei farbigen PET-Bildern, als leuchtende rote oder rot-orangene Punkte und Flecken.

Die Lösung befindet sich im Informationstext „PET: Technik, Forschung, Fachinformationen“ auf der Internetseite des Krebsinformationsdienstes.

[Link zum Krebsinformationsdienst](#)





M6 Infektion, Entzündung und Krebs

Aufgabe 1: Fassen Sie die Forschungstätigkeiten des Schwerpunktes „Infektion, Entzündung und Krebs“ in wenigen Sätzen zusammen.

Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler im Forschungsschwerpunkt Infektion, Entzündung und Krebs untersuchen, welche Krankheitserreger die Krebsbildung fördern können, welche Mechanismen diesen Krankheitsprozessen zu Grunde liegen und wie die chronische Entzündung den Krankheitsprozess beeinflusst. Zudem entwickeln die Forschenden Impfstoffe und Antiinfektiva gegen krebsrelevante Erreger. Umgekehrt sind auch Viren, die Krebszellen abtöten, Gegenstand der Forschung, da diese zur Behandlung bestimmter Krebsarten geeignet sein können.

Die Lösung befindet sich in der Infografik „Krebs: Einblicke in die Forschung“ sowie im Informationstext zum Forschungsschwerpunkt „Infektion, Entzündung und Krebs“ auf der Internetseite des DKFZ.

Aufgabe 2: Erläutern Sie, welche Rolle Infektionen bei der Entstehung von Krebs spielen. Nennen Sie Beispiele für tumorfördernde Viren.

Nach Schätzungen von Expertinnen und Experten werden weltweit etwa ein Fünftel aller Krebserkrankungen durch Infektionen verursacht. Meist sind es Viren, aber auch Bakterien und Parasiten können eine Rolle bei Krebserkrankungen spielen. In Industrieländern ist die Wahrscheinlichkeit, aufgrund einer chronischen Infektion an einem Tumor zu erkranken deutlich niedriger als in armen Ländern. Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler schätzen, dass in Deutschland etwa 4 von 100 Krebserkrankungen auf Infektionen zurückzuführen sind. Nur ein Bruchteil der mit tumorfördernden Infektionserreger infizierten Personen entwickelt tatsächlich einen entsprechenden Tumor und das meistens erst nach Jahrzehnten. Die Erreger spielen zwar bei der Entstehung mancher Krebsarten eine mehr oder weniger wichtige Rolle, doch sind sie nicht der alleinige Auslöser für eine Krebserkrankung.

Humane Papillomviren (HPV) zählen zu den wichtigsten Infektionserregern, die mit Krebs in Verbindung gebracht werden. Gebärmutterhalskrebs und dessen Vorstufen sind die weltweit am häufigsten durch HPV hervorgerufenen Erkrankungen. Ebenso spielen Hepatitis B-Viren (HBV) und Hepatitis C-Viren (HCV) eine wichtige Rolle: Sie können chronische Leberentzündungen auslösen und die Wahrscheinlichkeit erhöhen, dass Leberkrebs entsteht. Neben Viren können auch Bakterien die Entstehung von Krebs begünstigen: Das Bakterium *Helicobacter pylori* gilt als nachgewiesener Risikofaktor für Magenkrebs.

Die Lösung befindet sich im Informationstext „Viren und weitere Krankheitserreger als Krebsauslöser“ auf der Internetseite des Krebsinformationsdienstes sowie in der Broschüre „Krebs vorbeugen: Was kann ich tun?“ des Krebsinformationsdienstes.

Aufgabe 3: Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler haben bereits Impfstoffe gegen Tumor-relevante Viren entwickelt. Stellen Sie das Impfprogramm gegen Humane Papillomviren (HPV) kurz dar.

Chronische Infektionen mit Hochrisiko-Typen genitaler humaner Papillomviren sind eine Ursache für Gebärmutterhalskrebs und seine Vorstufen. Auch weitere Krebsarten können im Zusammenhang mit HPV stehen. Dazu gehören neben Tumoren im Intimbereich auch Erkrankungen in Mund, Rachen und den oberen Atemwegen,

[Link zum Forschungsschwerpunkt](#)



[Abteilung „Chronische Entzündung und Krebs“](#)



[Link zum Krebsinformationsdienst](#)



[Broschüre „Krebs vorbeugen: Was kann ich tun?“](#)



[Link zum Krebsinformationsdienst](#)





sogenannte Kopf-Hals-Tumoren.

In Deutschland empfiehlt die Ständige Impfkommission (STIKO) die HPV-Impfung für Mädchen und Jungen zwischen 9 und 14 Jahren. Noch nicht geimpfte Jugendliche können die Impfung bis zum Tag vor ihrem 18. Geburtstag kostenfrei nachholen. Für Frauen und Männer ab 18 Jahren gibt es in Deutschland derzeit keine bundesweite Impfempfehlung. Sie müssen die Kosten für die Impfung in der Regel selbst tragen.

Den Impfstoff erhalten Mädchen und Jungen bis 14 Jahre in zwei Einzelimpfungen im Abstand von fünf bis dreizehn Monaten. Ab dem Alter von 15 Jahren und bei einem zu kurzen Impfabstand sind drei Einzelimpfungen vorgesehen. Derzeit sind in Deutschland zwei verschiedene HPV-Impfstoffe auf dem Markt: Cervarix® und Gardasil® 9. Beide beugen einer Infektion mit den Hochrisikotypen HPV 16 und HPV 18 vor. Gardasil® 9 wirkt gegen insgesamt neun HPV-Typen.

Die Lösung befindet sich im Informationstext „Humane Papillomviren und Krebs“ auf der Internetseite des Krebsinformationsdienstes sowie in der Broschüre „Krebs vorbeugen: Was kann ich tun?“ des Krebsinformationsdienstes.

[Broschüre „Krebs vorbeugen: Was kann ich tun?“](#)



Aufgabe 4: Expertinnen und Experten entwickeln Strategien, Viren zur Behandlung von Krebs einzusetzen. Beschreiben Sie den Ansatz und Stellenwert der onkolytischen Virotherapie.

Im Rahmen einer onkolytischen Virotherapie werden Patienten mit bestimmten Viren behandelt: Onkolytische Viren können auf zwei Wegen zum Tod der Tumorzellen führen: Direkt, durch die Zerstörung der Tumorzellen nach erfolgreicher Vermehrung des Virus (Onkolyse) und indirekt, durch Aktivierung von Immunzellen, die die befallenen Zellen zerstören. Onkolytische Viren stammen häufig von Viren ab, die im Menschen Krankheiten verursachen können (z.B. Masernviren, Herpesviren). Vor der Anwendung muss daher sichergestellt werden, dass die verwendeten Viren keine gesunden Zellen schädigen und keine schwerwiegende Erkrankungen auslösen. Um Nebenwirkungen zu reduzieren, sind onkolytische Viren oft genetisch manipuliert. Manipulationen von Viren können auch eingesetzt werden, um die Anti-Tumor-Wirkung zu verstärken. So führen Viren z.B. als Shuttle von sogenannten Selbstmord-Genen zum Tod der infizierten Tumorzelle.

Die onkolytische Virotherapie ist ein noch weitgehend experimenteller Ansatz in der Krebstherapie. Bei vielen Studien zur onkolytischen Virotherapie handelt es sich um frühe klinische Studien. Europaweit ist bisher nur ein Produkt zugelassen: eine onkolytische Virotherapie mit dem Arzneimittel Imlygic®, das ein gentechnisch verändertes Herpesvirus beinhaltet. Erhalten können es bestimmte Patientinnen und Patienten mit fortgeschrittenem malignem Melanom. Verabreicht wird das Virus direkt in den Tumor.

Die Lösung befindet sich im Informationstext „Immuntherapie gegen Krebs: Impfungen, Antikörper, neue Wirkstoffe“ auf der Internetseite des Krebsinformationsdienstes sowie im Informationsblatt „Neue Krebstherapien: Zielgerichtete Therapie, Immuntherapie, Virotherapie“ des Krebsinformationsdienstes.

[Link zum Krebsinformationsdienst](#)



[Informationsblatt „Neue Krebstherapien“](#)





M7 Mind Map: Krebsforschung

Einige Bereiche der Krebsforschung

Zell- und Tumorbiologie

Die Zell- und Tumorbiologie untersucht die grundlegenden Mechanismen der Krebsentstehung, der Tumorprogression und der Metastasierung auf molekularer, genomischer, zellulärer und funktionaler Ebene. Auch die Rolle von Tumorstammzellen bei der Entstehung und Ausbreitung von Krebs wird erforscht.

Funktionelle und Strukturelle Genomforschung

Die Funktionelle und Strukturelle Genomforschung analysiert das Genom, um die Grundlage für neue Diagnose- und Therapiemöglichkeiten bei Krebs zu schaffen. Hierzu wird das Genom kartografisch erfasst, Gene im Erbmateriale lokalisiert und krebsrelevante Genbereiche auf ihre Funktionen untersucht.

Krebsrisikofaktoren und Prävention

Dieser Bereich der Krebsforschung führt epidemiologische Studien durch, um Zusammenhänge zwischen Lebensstil resp. Umweltfaktoren und der Entstehung von Krebs aufzudecken. Auch krebsvorbeugende Substanzen und deren Wirkmechanismen werden identifiziert.

Immunologie und Krebs

Der Bereich Immunologie und Krebs untersucht, wie sich die Zellen des Immunsystems entwickeln und wie sie gegen Krebs aktiviert werden können. Ziel ist es, die Rolle des Immunsystems bei Krebserkrankungen zu verstehen und neue Therapiemöglichkeiten zu entwickeln.

Bildgebung und Radioonkologie

Die Bildgebung und Radioonkologie entwickelt bildgebende Verfahren (z.B. CT, MRT, PET) ständig weiter, um Tumoren im Körper besser sichtbar zu machen. Neue strahlentherapeutische oder nuklearmedizinische Verfahren sollen Tumoren gezielt bekämpfen und zugleich gesundes Gewebe schonen.

Infektion, Entzündung und Krebs

Der Schwerpunkt Infektion, Entzündung und Krebs untersucht, welche Krankheitserreger die Krebsbildung fördern können und wie sich der Körper gegen Tumor-relevante Erreger schützt. Auch die Entwicklung von Impfstoffen gegen virusbedingte Krebserkrankungen ist Gegenstand der Forschung.

Impressum

Herausgeber

Krebsinformationsdienst

Deutsches Krebsforschungszentrum (DKFZ)

Im Neuenheimer Feld 280

D-69120 Heidelberg

© Krebsinformationsdienst, Deutsches Krebsforschungszentrum 2022

Autorinnen

Karen Herold, Dr. Uta Meyer zum Büschenfelde

Krebsinformationsdienst, DKFZ Heidelberg

Redaktion

Dr. med. Susanne Weg-Remers, Julia Geulen, Katrin Manegold, Dr. Andrea Penzkofer

Krebsinformationsdienst, DKFZ Heidelberg

Verantwortlich

Dr. med. Susanne Weg-Remers

Leiterin des Krebsinformationsdienstes, DKFZ Heidelberg

Für das Projekt „Fit in Gesundheitsfragen“

Deutsches Krebsforschungszentrum (DKFZ)

Im Neuenheimer Feld 280, 69120 Heidelberg

<https://www.krebsinformationsdienst.de/service/fit-in-gesundheitsfragen/projekt.php>

Krebsinformationsdienst

Für Patienten, Angehörige und alle Ratsuchenden

Fragen zu Krebs? Wir sind für Sie da.

Telefon: 0800 – 420 30 40, kostenfrei täglich von 8.00 bis 20.00 Uhr

E-Mail: krebsinformationsdienst@dkfz.de

www.krebsinformationsdienst.de

Besuchen Sie uns auch auf Facebook, Instagram, LinkedIn oder YouTube!

Helmholtz Zentrum München

Deutsches Forschungszentrum für Gesundheit und Umwelt (GmbH), Abteilung Kommunikation

Ingolstädter Landstraße 1, 85764 Neuherberg

Telefon: 089 3187-2711

www.helmholtz-muenchen.de

www.diabinfo.de/schule-und-bildung.html