

Digitale Pathologie – Ein Innovationspool für die moderne Medizin

Die medizinische Versorgung und Forschung sind durchdrungen vom Trend der Digitalisierung. Ein wichtiger Aspekt ist es dabei, vielfältige Informationen zu bündeln und zu vernetzen.

Prof. Dr. Christoph Brochhausen-Delius, Pathologisches Institut, Universitätsklinikum Mannheim, Medizinische Fakultät Mannheim der Universität Heidelberg



Prof. Dr. Christoph Brochhausen-Delius
Foto: Deborah Seidler, AG Brochhausen

Von der Diagnostik über die Etablierung neuer, erfolgversprechender Therapieverfahren bis hin zur Gesundheitsvorsorge existieren zahlreiche Ansätze, um mittels Digitalisierung und Automation eine Op-

flächenversorgung und den wachsenden Fachkräftemangel zu bewältigen. Trotz der umfassenden Durchdringung aller Bereiche der Medizin, gibt es wohl kaum ein Fachgebiet, in dem die Digitalisierung

gische Diagnostik schneller, präziser und interaktiver wird.

Smarter Workflow im digitalen Pathologielabor

Im volldigitalisierten Pathologielabor werden die Untersuchungsaufträge nicht in Papierform, sondern in elektronischer Form übermittelt. Die Patientendaten werden dort in das Laborinformationssystem (LIS) integriert. Im LIS determinieren die klinischen Angaben zum Untersuchungsmaterial die Anzahl der zu entnehmenden Proben während des Zuschnitts sowie die der Färbungen und Sonderfärbungen und damit die Anzahl der Kassetten für die Gewebeprobe und der Objektträger. Die entsprechenden Kassetten und Objektträger werden automatisch am Arbeitsplatz der technischen Mitarbeiter mit Eingangsnummer und QR-Code ausgedruckt (Abb. 1). Im QR-Code sind weitere Informationen aus dem LIS, wie z. B. Priorisierungen oder die Zuordnung zum befundenden Pathologen niedergelegt. Über das LIS, unterstützt durch den QR-Code, sind alle Bestandteile des Falles während der gesamten Laufzeit in der Pathologie nachverfolgbar.

Das Gewebe wird makroskopisch von einem Pathologen begutachtet, der digital einen makroskopischen Befund im LIS erstellt, Proben für die histopathologische Untersuchung entnimmt, in Kassetten einlegt und dokumentiert. In mehreren Schritten wird das Gewebe entwässert, in Paraffin eingebettet und zu Blöcken ausgegossen. Moderne Automationstechniken machen es möglich, dass die Gewebeprozessierung dynamisch im Verlauf des Tages stattfinden kann und nicht wie bisher über Nacht. Die punktgenaue Weitergabe innerhalb der Prozessierung wird durch einen Roboter gewährleistet. Durch die dynamische Bearbeitung werden Spitzen in der Arbeitsbelastung abgemildert und insgesamt ein rascherer Workflow erreicht. Von den Paraffinblöcken werden teils automatisch, teils manuell Schnittpräparate angefertigt, diese werden vollautomatisch gefärbt, eingedeckt und dann in einem Hochdurchsatzscanner zu Whole Slide Images digitalisiert (Abb. 2). Die digitalen Bilder werden automatisch dem Pathologen zugeordnet und parallel zu den Daten im LIS dargestellt. An einer Workstation erstellt der Pathologie einen digitalen Befund, der nach Freigabe automatisch dem KIS zugeführt wird bzw. an den Einsender übermittelt wird. Moderne LIS ermöglichen darüber hinaus eine automatisierte Meldung an das Krebsregister, eine Integration in weitere klinische Plattformen wie z. B. ein Datenintegrationszentrum und eine automatisierte Abrechnung und Rechnungserstellung.

Die Zukunftschance Künstliche Intelligenz

Auf der Ebene der digitalen Befundung werden aktuell große Anstrengungen unternommen, um die histopathologische



Abb. 2: Im Hochdurchsatzscanner werden Schnitte direkt nach dem Eindecken gescannt.
Foto: AG Brochhausen

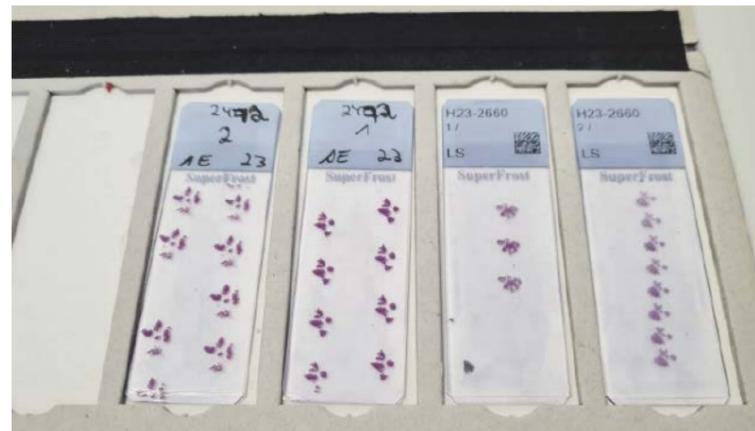


Abb. 1: Manuelle Beschriftung im Vergleich zur digitalen Beschriftung mit QR-Code
Foto: AG Brochhausen

timierung der medizinischen Versorgung zu erreichen. Ein wichtiger Aspekt der Anwendung digitaler Methoden und der Automation ist es, vielfältige, medizinische Informationen zur Entscheidungsfindung zu bündeln und zu vernetzen. Damit wird sichergestellt, dass alle relevanten Informationen in Entscheidungs- und Behandlungsprozesse Berücksichtigung finden. Darüber hinaus besteht die Möglichkeit

und Automation so rasant fortschreitet wie in der Pathologie.

Komplexe Prozesse und Vernetzung in der Pathologie

Die Arbeitsprozesse in der Pathologie von der Aufnahme eines Untersuchungsmaterials bis hin zur Befundübermittlung sind vielfältig, komplex und zeigen einen hohen Grad an Vernetzung. Darüber hinaus liefert die Pathologie nicht nur Diagnosen als Grundlage einer gezielten Therapie, sondern auch Biomarker zu speziellen Therapeutika, zur Prognose und zur Prävention. Damit ist die moderne Pathologie enger denn je mit der Krankenversorgung vernetzt. Aus der Vielfältigkeit der Prozesse und dem starken Vernetzungsgrad ergeben sich zahlreiche Ansätze für Automation und für digitale Lösungen, die unter dem Stichwort „Digitale Pathologie“ zusammengefasst werden. Moderne Werkzeuge der Informationstechnologie, aktuelle Softwarelösungen, Robotik und Laborautomation, digitale Bildgebung und innovative Bildanalysemethoden sowie die Anwendung von Künstlicher Intelligenz tragen heute dazu bei, dass die patholo-

Informationstechnologie
Robotik und Automation
Imaging und Data-sharing
Künstliche Intelligenz
Ausbildung und Nachhaltigkeit
Tab.: Innovationsfelder der digitalen Pathologie

über Vernetzung und Harmonisierung von medizinischen Daten und der Anwendung von künstlicher Intelligenz völlig neue Entscheidungshilfen zu etablieren. Für die zukünftige Krankenversorgung ergeben sich somit enorme Chancen, um aktuelle Herausforderungen wie die Behandlung komplexer Erkrankungen, eine optimierte

den Gebieten der Informationstechnologie. Auf dem Gebiet der LIS eröffnet der Trend zu integrativen Datenplattformen innovative Perspektiven für Neuerungen wie zum Beispiel die strukturelle Befundung. Die Gewebeprozessierung erlaubt Innovationen in den klassischen Bereichen der Robotik und der Automation, um zum Beispiel die einzelnen Prozesse noch besser zu Verknüpfen und die Prozessierungszeiten weiter zu reduzieren. Der große Bereich Imaging und Künstliche Intelligenz birgt aktuell eines der größten Innovationspotentiale rund um optische Systeme und Analysemethoden bis hin zum virtuellen Gewebe. Nicht zu vernachlässigen ist die Tatsache, dass die digitale Transformation in der Pathologie mit Änderungen klassischer Arbeitsabläufe einhergeht, was Anpassungen in der Ausbildung des technischen Personals notwendig macht und die Etablierung neuer Ausbildungsformate. Schließlich ergeben sich aus den energieintensiven Techniken Innovationsmöglichkeiten in den Bereichen Nachhaltigkeit und Klimaschutz.

Die Pathologie steht mitten in der digitalen Transformation und eröffnet dadurch einen enormen Schub an Innovationen in der Informations-, Medizin- und Computertechnik. Der hohe Vernetzungsgrad dieser Transformationsprozesse mit weiteren klinischen Disziplinen macht es notwendig, dass Neuerungen in einem geschützten, aber kliniknahen Umfeld erprobt werden. Hierzu sind besondere Infrastrukturen notwendig, auf die sich

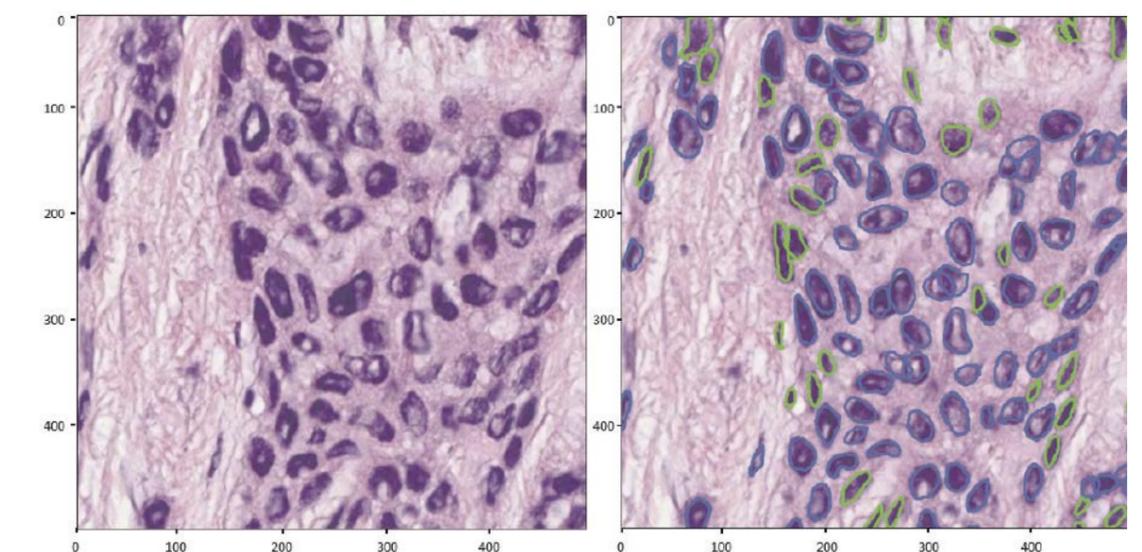


Abb. 3: KI-Unterstützte Analyse von Zellkernveränderungen in der modernen Tumordiagnostik.
Foto: AG Brochhausen

Diagnostik mit Werkzeugen zur Imageanalyse zu unterstützen. In diesem Zusammenhang spielt die Anwendung von Künstlicher Intelligenz zur Etablierung von Systemen für die Entscheidungsunterstützung bei der Auswertung histologischer Schnittpräparate und immunhistologischer Färbungen eine immer wichtigere Rolle (Abb. 3). Ein spannendes und innovatives Feld in der pathologischen Forschung stellt die Verbindung zwischen molekularer und histologischer Diagnostik dar. Hier werden mittels neuronaler Netze und der Auswertung von großen Datenmengen

morphologische Hinweise für spezifische Molekulare Veränderungen gesucht.

Pathologie als breitgefächertes Innovationspool

Die Heterogenität der Prozesse innerhalb der Pathologie und die Notwendigkeit der intensiven Vernetzung mit diagnostischen und klinischen Fächern eröffnen ein breites Spektrum für Innovationen (siehe Tab.). Die schnelle, sichere und zuverlässige Vernetzung und der Austausch großer Datenmengen eröffnen Perspektiven auf

Kliniken und Forschungseinrichtungen einstellen müssen. Ein gelungenes Beispiel für eine solche Struktur stellt der Forschungscampus Mannheim Molecular Intervention Environment (M2OLIE) und das Inspire Living Lab der Universitätsmedizin Mannheim dar, wo Innovation interdisziplinär vorangetrieben wird und Industriepartner eine Infrastruktur zur kliniknahen Erprobung technischer Neuerungen angeboten wird.

| www.umm.de/pathologisches-institut |