

KRANKENHAUS DER ZUKUNFT

Wie wir heute die Medizintechnik
von morgen planen



Künstliche
Intelligenz



Daten und
Interoperabilität



Robotik und
Automatisierung



Fortschrittliche
Diagnostik



Sicherheit und
Resilienz



Nachhaltigkeit und
Wohlbefinden

DREI PERSPEKTIVEN FÜR EIN ZUKUNFTSFÄHIGES KRANKENHAUS

Von der Medizintechnik zum Krankenhausprojekt

Neue Medizintechnik, strategische Infrastrukturen und integrierte Planung

01

Medizintechnik der Zukunft

Technologische Entwicklungen und ihre Auswirkungen auf Layout, Anlagen und Infrastrukturen

02

Medizintechnik als strategische Infrastruktur

Vom Einzelgerät zur Plattform: klinischer, operativer und organisatorischer Mehrwert

03

Integrierte Planung der Medizintechnik

Fachplanung, Schnittstellen und Anforderungen zur Vermeidung von Verzögerungen, Änderungen und ungeplanten Kosten

TECHNOLOGIEN IM WANDEL (1/2)

Klinisch etablierte und aufkommende Technologien mit wachsender Planungsrelevanz

	TECHNOLOGIE	BESCHREIBUNG	AUSWIRKUNGEN AUF DAS LAYOUT	AUSWIRKUNGEN AUF DIE TECHNISCHE INFRASTRUKTUR	REIFE-GRAD
	Modulare und multidisziplinäre chirurgische Robotik	Robotische Systeme für minimalinvasive Chirurgie, zunehmend integriert mit Bildgebung und KI	Ausreichende und flexible Bewegungs-, Docking- und Rekonfigurationsflächen	Dedizierte Stromversorgung, USV, Datennetz, Kühlung, Audio-/Video-Integration	Klinisch etabliert
	Hybrid-OPs für Chirurgie und Interventionen	Säle, die Chirurgie und fortgeschrittene fest installierte Bildgebung kombinieren	Ausreichende Bewegungs-, Docking- und Rekonfigurationsflächen; Kontrollraum; Technikfläche; komplexere Patienten-, Personal- und Materialflüsse	Röntgenabschirmung, hohe Lasten, Kühlung, Bildnetzwerke	Klinisch etabliert
	Smart ICU / Smart Patient Room	Digital vernetzte Intensivstation, integriert und unterstützt durch intelligente Systeme	Hochintegrierte Zimmer; zentrale Überwachung; mehr Flexibilität	Wi-Fi/5G, PoE, Edge Computing, geschützte Stromversorgung, Cybersecurity	Emerging
	KI-gestützte Bildgebung und Photon-Counting-CT	Diagnostik mit KI-Rekonstruktionen und fortgeschrittener quantitativer Bildgebung	Digitale Diagnostikbereiche; kollaborative Befundung	Stromversorgung, Kühlung, Bildspeicher, PACS/VNA, KI-Workstations	Klinisch etabliert
	Digitale und computergestützte Pathologie	Objektträgerscanner, Telepathologie und KI-gestützte Diagnoseunterstützung	Scannerbereich; digitale Arbeitsplätze; rationalisierte Archive	Hochleistungsnetzwerk, Massenspeicher, Diagnosemonitore, Kühlung	Emerging

TECHNOLOGIEN IM WANDEL (2/2)

Klinisch etablierte und aufkommende Technologien mit wachsender Planungsrelevanz

	TECHNOLOGIE	BESCHREIBUNG	AUSWIRKUNGEN AUF DAS LAYOUT	AUSWIRKUNGEN AUF DIE TECHNISCHE INFRASTRUKTUR	REIFE-GRAD
	Automatisiertes Labor und schnelle Molekulardiagnostik	Präanalytische/analytische Automatisierung und schnellere molekulare Tests	Linearere Labore; klare Probenwege; Satellitenbereiche	Kontrollierte HVAC, Stromkontinuität, Wasser, Abwasser, LIS-Netz	Klinisch etabliert
	Theranostics / moderne Nuklearmedizin	Integrierter Einsatz diagnostischer und therapeutischer Radiopharmaka	Komplexere Bereiche; Hot Lab; kontrollierte Wartezonen; getrennte Wege	Schirmung, Lüftung, Kontaminationsmonitoring, Strahlenschutz	Klinisch etabliert
	Online-adaptive Radiotherapie / MR-Linac	Bildgeführte und zunehmend adaptive Radiotherapie	Spezialisierte Bunker; Räume für QA und Medizinphysik	Hohe Leistung, Kühlung, Schirmung, Datennetz, Chiller	Emerging
	ATMP und zelluläre Point-of-Care-Therapien	Krankenhausnahe Herstellung zellulärer und gentherapeutischer Therapien	GMP-Mikro-Facility; getrennte Wege; QC-Bereiche und Kryolagerung	Cleanroom-HVAC, Differenzdrücke, GMP-Monitoring, USV	Emerging
	Medizinischer 3D-Druck	Herstellung anatomischer Modelle, chirurgischer Schablonen und personalisierter Medizinprodukte	Medical Fabrication Lab in Nähe von Chirurgie und Radiologie	Lüftung, Umgebungskontrolle, Stromversorgung, CAD/PACS-Netz	Emerging

CHIRURGISCHE ROBOTIK

Modulare Systeme verändern den OP-Raum

.. 05



HUGO RAS System - Medtronic

Funktionsweise

Der Chirurg steuert über eine offene 3D-Konsole Roboterarme, die seine Handbewegungen präzise auf minimalinvasive Operationsinstrumente übertragen.

Klinische Vorteile

- Höhere Präzision
- Verbesserte Visualisierung
- Minimalinvasivere Eingriffe
- Potenziell geringeres Gewebetrauma
- Potenziell schnellere Rekonvaleszenz

Planungsimplicationen

Ein Robotersystem verändert die Geometrie des Raumes:

- Ausreichende, flexible Bewegungs- und Dockingflächen
- Wo stehen Konsole, Bildschirme, Instrumententische, Anästhesie?
- Kann das Team im Notfall jederzeit sicher eingreifen?

PHOTON-COUNTING-CT

Neue Detektortechnologie – mehr Bildinformation

.. 06



Funktionsweise

Direkte Umwandlung einzelner Röntgenphotonen in elektrische Signale durch Cadmiumtellurid Halbleiter

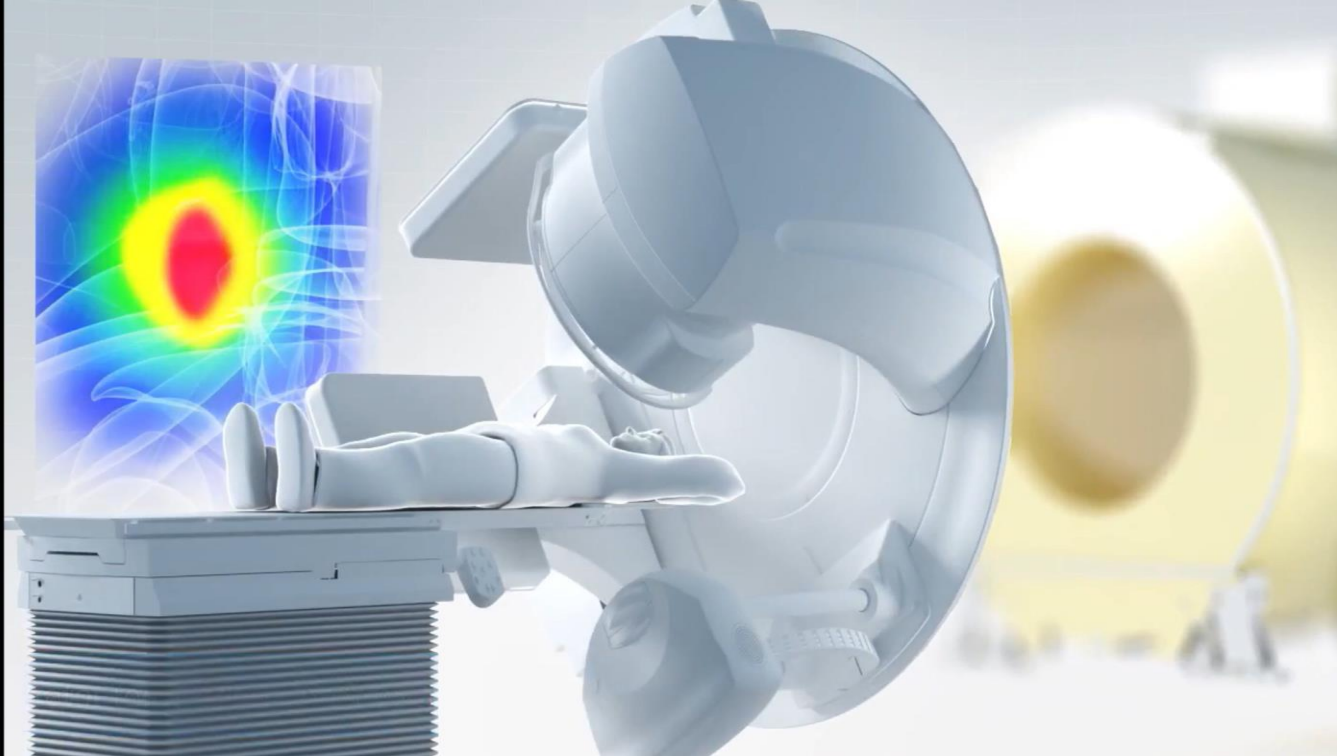
Klinische Vorteile

- Höhere räumliche Auflösung
- Spektrale und quantitative Bildinformation

Planungsimplicationen

- Höhere Anforderungen an Datenverarbeitung und Rekonstruktion
- Leistungsfähige Netzwerke und Bildspeicher
- PACS/VNA-Integration und KI-Infrastruktur

Wenn Bildgebung und Therapie zu einem System verschmelzen



Funktionsweise

Ein MR-Linac kombiniert MRT-Bildgebung mit einem Linearbeschleuniger und ermöglicht dadurch eine bildgeführte, adaptive Strahlentherapie

Klinische Vorteile

- Live-MRT-Bildgebung während der Bestrahlung
- Präzisere Tumor- und Weichteildarstellung
- Adaptive Anpassung des Bestrahlungsplans
- Bessere Schonung gesunden Gewebes

Planungsimplicationen

- Strahlenschutz und MR-Sicherheit in einem System
- Bunker, HF-Abschirmung und Magnetfeldanforderungen
- Hohe Anforderungen an Stromversorgung und Kühlung

TECHNOLOGIEN DER NÄCHSTEN GENERATION (1/2)

Aufkommende und experimentelle Technologien mit zukünftiger Planungsrelevanz

	TECHNOLOGIE	BESCHREIBUNG	AUSWIRKUNGEN AUF DAS LAYOUT	AUSWIRKUNGEN AUF DIE TECHNISCHE INFRASTRUKTUR	REIFE-GRAD
	Semi-autonome / autonome chirurgische Robotik	Roboter, die Verfahrensschritte unter menschlicher Aufsicht ausführen können	Rekonfigurierbare Säle; Konsolenbereich; Räume für Training und Validierung	Niedriglatenz-Netz, hochauflösendes Video, USV, Cybersecurity	Emerging
	Autonome endovaskuläre Robotik	Robotisierte Katheter und Führungsdrähte für fortgeschrittene Gefäßnavigation	Angio-Säle mit Remote-Konsole und integrierter Bildgebung	Röntgenabschirmung, Echtzeit-Netz, Integration Angiografie/Robotik	Emerging
	Medizinische Mikro- und Nanoroboter in vivo	Miniaturisierte Geräte für Drug Delivery oder lokalisierte Eingriffe	Dedizierte interventionelle Suiten, integriert mit Bildgebung	Externe Aktuation / Navigation, z. B. magnetisch	Experimentell
	Bioprinting funktioneller Gewebe	3D-Druck personalisierter Gewebe und zellulärer Scaffolds	Biofabrication Lab in der Nähe zu Chirurgie, Transplantation oder Forschung	Cleanroom, Inkubatoren, technische Gase, GMP-Monitoring	Experimentell
	Organ-on-Chip / Patient-on-Chip	Mikrogeräte zum Testen von Medikamenten und personalisierter Therapieresponse	Labore für personalisierte Medizin und translationale Forschung	Labor-HVAC, Mikroskopie, Fluidik, Datennetz, Umgebungskontrolle	Emerging

TECHNOLOGIEN DER NÄCHSTEN GENERATION (2/2)

Aufkommende und experimentelle Technologien mit zukünftiger Planungsrelevanz

	TECHNOLOGIE	BESCHREIBUNG	AUSWIRKUNGEN AUF DAS LAYOUT	AUSWIRKUNGEN AUF DIE TECHNISCHE INFRASTRUKTUR	REIFE-GRAD
	Klinischer digitaler Zwilling des Patienten	Dynamisches digitales Modell zur Simulation von Diagnose, Therapie und Risiko	Mehr Flächen für multidisziplinäre Simulations-/Planungsarbeitsplätze; ggf. Command Center	Data Lake, Interoperabilität, HPC oder sichere Cloud, Data Governance	Emerging
	Brain-Computer-Interfaces und moderne Neuroprothesen	Gehirn-Computer-Schnittstellen für Rehabilitation, Kommunikation und Prothesensteuerung	Integration von Neurochirurgie, Neurorehabilitation und Laboren	Bildgebung, Elektrophysiologie, EM-Abschirmung, sichere Netzwerke	Emerging
	Closed-Loop-Neuromodulation	Systeme, die physiologische Signale erfassen und die Stimulation anpassen	Hightech-Ambulanzen für Implantation, Programmierung und Follow-up	Telemonitoring, Cybersecurity, Implantatprogrammierung, geschützte Stromversorgung	Emerging
	Quantum Sensing für Bildgebung und Diagnostik	Quantensensoren für ultrasensitive biologische Messungen	Neue Diagnostiksuiten mit geringer elektromagnetischer Stöbelastung	Magnetische/EM-Abschirmung, thermische Stabilität, saubere Stromversorgung	Experimentell
	Chirurgische Mixed Reality in Echtzeit	Anatomische Overlays und chirurgische Navigation mit AR/MR in Echtzeit	OP-Säle mit Tracking, Planung und erweitertem Training	Niedriglatenz-Videonetz, Tracking, Grafik-Workstations, Archivierung	Emerging

MIKRO- UND NANOROBOTIK

Wenn Therapie im Körper navigierbar wird



Funktionsweise

Mikro- bzw. Nanopartikel werden in den Körper injiziert und anschließend durch ein extern erzeugtes Magnetfeld gezielt zum gewünschten Behandlungsort gesteuert.

Klinische Vorteile

- Miniaturisierung
- Navigation mittels externen Magnetfeldes
- gezielte Wirkstofffreisetzung

Planungsimplicationen

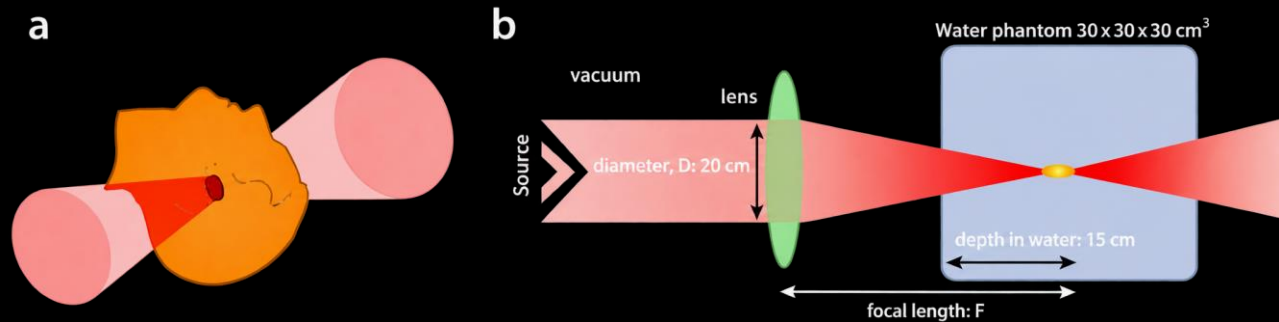
- Bildgebung und Navigation im selben Interventionsraum
- Flächen und Infrastruktur für externe Magnet-/Aktuationssysteme
- Echtzeit-Datenverarbeitung und präzises Tracking
- hohe räumliche und technische Flexibilität für wechselnde Systeme

Microrobots finding their way – ETH Zürich

MEDIZINISCHE TECHNOLOGIEN AM HORIZONT



Very High Energy Electrons (VHEE) - Strahlentherapie



Hochenergetische Elektronen (bis ca. 250 MeV) werden durch elektromagnetische Linsen präzise fokussiert und auf den Tumor gerichtet; Energie und Strahlfokussierung bestimmen dabei die räumliche Dosisverteilung.

Was kann die Technologie?

- Tiefliegende Tumoren mit Elektronen erreichen
- Elektronenstrahlen magnetisch fokussieren und steuern
- Die Dosis gezielt in der Tumortiefe konzentrieren
- Sehr schnelle Bestrahlungen ermöglichen

Was bringt sie dem Patienten?

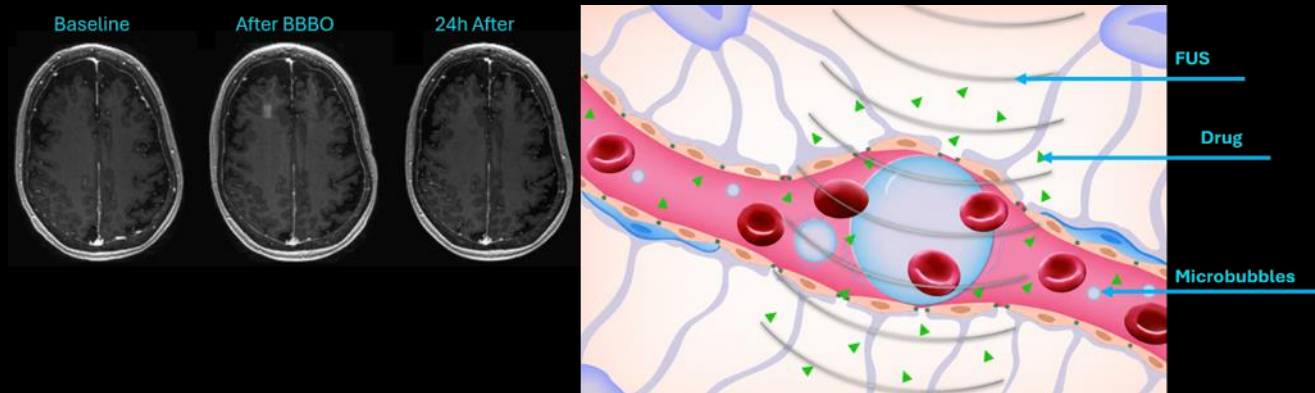
- Gesundes Gewebe potenziell besser schonen
- Die Dosis präziser auf den Tumor konzentrieren
- Nebenwirkungen möglicherweise reduzieren
- Die Behandlungszeit perspektivisch verkürzen

Wann könnte sie Realität werden?

- Erste technische Konzepte sind experimentell demonstriert
- Klinische Systeme befinden sich noch in Entwicklung
- Dosimetrie und Bestrahlungsplanung müssen weiterentwickelt werden
- Klinische Wirksamkeit und Sicherheit müssen noch nachgewiesen werden

TECHNOLOGIEN AM HORIZONT

MRT-geführte Öffnung der Blut-Hirn-Schranke



Experimentelles Drug-Delivery-Verfahren, bei dem intravenös verabreichte Mikrobläschen durch fokussierten Ultraschall unter MRT-Kontrolle in einem gezielt ausgewählten Hirnareal zum Schwingen gebracht werden. Dadurch wird die Blut-Hirn-Schranke dort vorübergehend und reversibel durchlässiger, sodass Medikamente besser in bislang schwer erreichbare Hirnregionen gelangen können.

Was kann die Technologie?

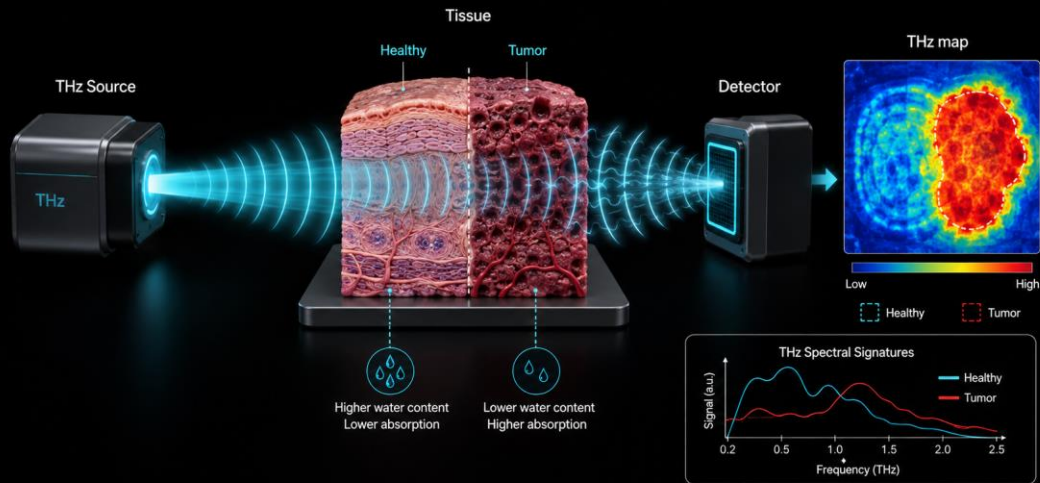
- Die Blut-Hirn-Schranke lokal und vorübergehend öffnen
- Fokussierten Ultraschall präzise unter MRT-Kontrolle steuern
- Medikamente gezielt in bisher schwer erreichbare Hirnregionen bringen

Was bringt sie dem Patienten?

- Wirkstoffe könnten den Zielbereich im Gehirn besser erreichen
- Höhere lokale Wirkstoffkonzentrationen könnten möglich werden
- Die systemische Belastung könnte geringer ausfallen
- Ein chirurgischer Zugang könnte in vielen Fällen vermieden werden

Wann könnte sie Realität werden?

- Die Machbarkeit beim Menschen wurde bereits gezeigt
- Erste klinische Studien laufen bzw. wurden durchgeführt
- Kurzfristige Sicherheitsdaten sind vielversprechend
- Wirksamkeit, Langzeitsicherheit und Standardisierung müssen noch bestätigt werden



Terahertz-Wellen (10^{11} bis 10^{13} Hz) werden auf das Gewebe gerichtet und je nach Zusammensetzung unterschiedlich absorbiert und reflektiert. Aus diesen spektralen Unterschieden entsteht eine Gewebekarte – potenziell ohne Kontrastmittel und ohne ionisierende Strahlung.

Was kann die Technologie?

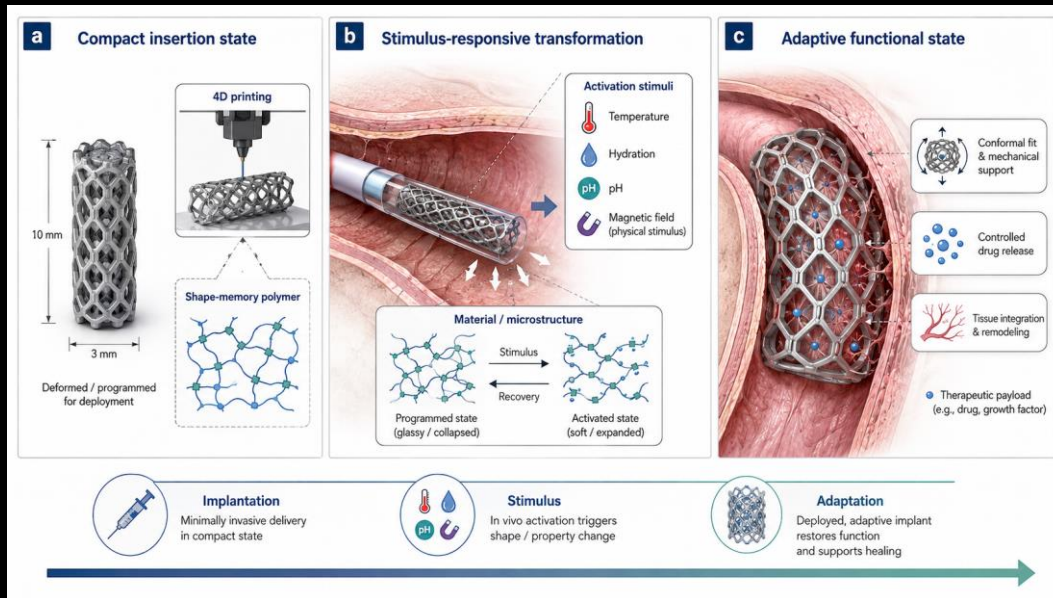
- Gewebe anhand seiner molekularen und dielektrischen Eigenschaften unterscheiden
- Spektrale Unterschiede zwischen Gewebearten sichtbar machen
- Gewebe ohne ionisierende Strahlung untersuchen
- Potenzielle Tumorränder während eines Eingriffs darstellen

Was bringt sie dem Patienten?

- Tumorgewebe potenziell präziser von gesundem Gewebe unterscheiden
- Tumorränder während einer Operation möglicherweise besser erkennen
- Nachresektionen potenziell reduzieren
- Gewebe ohne ionisierende Strahlung und ohne Kontrastmittel untersuchen

Wann könnte sie Realität werden?

- Die Technologie befindet sich überwiegend im experimentellen und präklinischen Stadium
- Vielversprechende Ergebnisse an Gewebeproben wurden bereits gezeigt
- Die geringe Eindringtiefe begrenzt derzeit viele Anwendungen
- Klinische Validierung und Standardisierung stehen noch aus



Experimentelles Implantatkonzept, bei dem 3D-gedruckte Strukturen aus intelligenten Materialien nach der Implantation gezielt ihre Form oder Funktion verändern. Ausgelöst durch physikalische oder chemische Reize können sie sich entfalten, an die Anatomie anpassen oder zusätzliche Funktionen übernehmen

Was kann die Technologie?

- Implantate herstellen, die ihre Form oder Eigenschaften nach der Implantation verändern
- Sich an Anatomie und Heilungsverlauf anpassen
- Auf Reize wie Temperatur, Feuchtigkeit, pH oder Magnetfelder reagieren

Was bringt sie dem Patienten?

- Kleinere Zugangswege durch kompakte Implantationsformen ermöglichen
- Eine individuellere anatomische Anpassung erreichen
- Mechanische Fehlbelastungen potenziell reduzieren

Wann könnte sie Realität werden?

- Die Technologie ist heute überwiegend experimentell und präklinisch
- Materialstudien, Proof-of-Concepts und erste implantierbare Prototypen existieren bereits
- Einzelne Shape-Memory-Materialien sind medizinisch bereits bekannt
- Echte adaptive 4D-gedruckte Implantate sind noch keine klinische Routine

FUTURE-READINESS (1/2): WAS HEISST DAS KONKRET?

So plant man heute ein Krankenhaus für die Technologien von morgen

01 KONVERTIERBARE RÄUME

Räume so planen, dass sie später neue Funktionen aufnehmen können – mit Flächenreserve, flexibler Einrichtung und anpassbaren Wegen.

03 SCHÄCHTE UND BACKBONES

Zugängliche, inspizierbare und erweiterbare Technik- und Datenwege. Es reicht nicht, Schächte vorzusehen: Sie müssen mit Reservekapazität dimensioniert, für Wartungsarbeiten erreichbar und so geplant sein, dass Netzwerke, Gase, Medien oder Abflüsse geordnet ergänzt werden können.

02 SHELL-FLÄCHEN / RESERVEN

Vorbereitete Reservebereiche mit Grundinfrastruktur, um künftige Geräte oder Erweiterungen ohne Notlösungen zu integrieren.

04 ELEKTRISCHE UND KÄLTE-RESERVEN

Reale Reserven bei Leistung, USV, Stromversorgung und Kühlung. Künftige Technologien können höhere Anforderungen an Leistung, Kühlung und Versorgungsstabilität erzeugen. Ohne Reserven in den technischen Zentralen wird jedes Upgrade teuer und aufwendig.



FUTURE-READY bedeutet nicht, zu wissen, welche Technologien kommen werden.
Es bedeutet zu verhindern, dass das Gebäude ihre spätere Installation unmöglich macht.

FUTURE-READINESS (2/2):

WAS HEISST DAS KONKRET?

So plant man heute ein Krankenhaus für die Technologien von morgen

05 RAUMHÖHEN UND LASTEN

Abgehängte Decken, Geschossdecken, Tragstrukturen und Technikwege müssen auch schwerere und größere Geräte aufnehmen können. Zu prüfen sind ebenso Zugangswege, Einbringung, Austausch und Wartung – nicht nur der eigentliche Aufstellraum.

07 ENTWICKLUNGSFÄHIGE LOGISTIK

Flure, Aufzüge, Lager, Ladebereiche und Materialwege müssen Automatisierung, Logistikrobotik und RTLS unterstützen können. Future Readiness betrifft auch den Transport von Arzneimitteln, Geräten, Proben, Instrumenten und Abfällen.

06 INTEROPERABILITÄT UND DATEN

Das klinische Netzwerk muss Teil der Planung sein und darf nicht erst nachträglich ergänzt werden. Erforderlich sind die Integration von HIS/PACS/LIS/PDMS, strukturierte Daten, Cybersecurity by Design und die Möglichkeit, neue Technologien an digitale Plattformen und KI-Systeme anzubinden.

08 WARTUNG UND UPGRADES

Jede Technologie muss aktualisiert, ersetzt oder gewartet werden können, ohne die Abteilung stillzulegen. Dafür sind technische Zugänglichkeit, Standardisierung, Serviceflächen, getrennte Wege und bereits in der Planung definierte Betriebsfenster erforderlich.



FUTURE-READY bedeutet nicht, zu wissen, welche Technologien kommen werden.
Es bedeutet zu verhindern, dass das Gebäude ihre spätere Installation unmöglich macht.

MEDIZINTECHNIK ALS STRATEGISCHE INFRASTRUKTUR



■ Von Einzelgeräten zu vernetzten Systemen

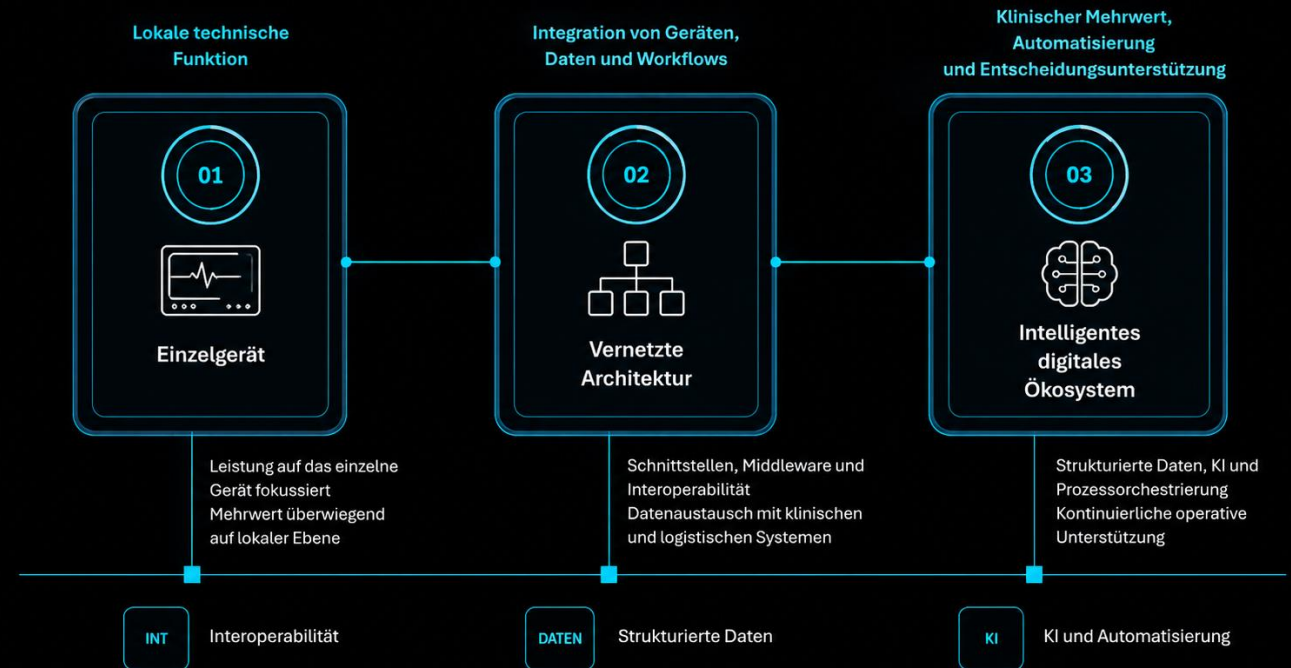
Medizintechnische Geräte sind keine isolierten Einzellösungen mehr, sondern integrierte Bestandteile der digitalen Krankenhausarchitektur.

■ Von der bloßen Schnittstelle zur Interoperabilität

Standards wie FHIR, DICOM und IEEE 11073 ermöglichen den strukturierten Datenaustausch zwischen Geräten und Informationssystemen und bilden die Grundlage für integrierte klinische Prozesse.

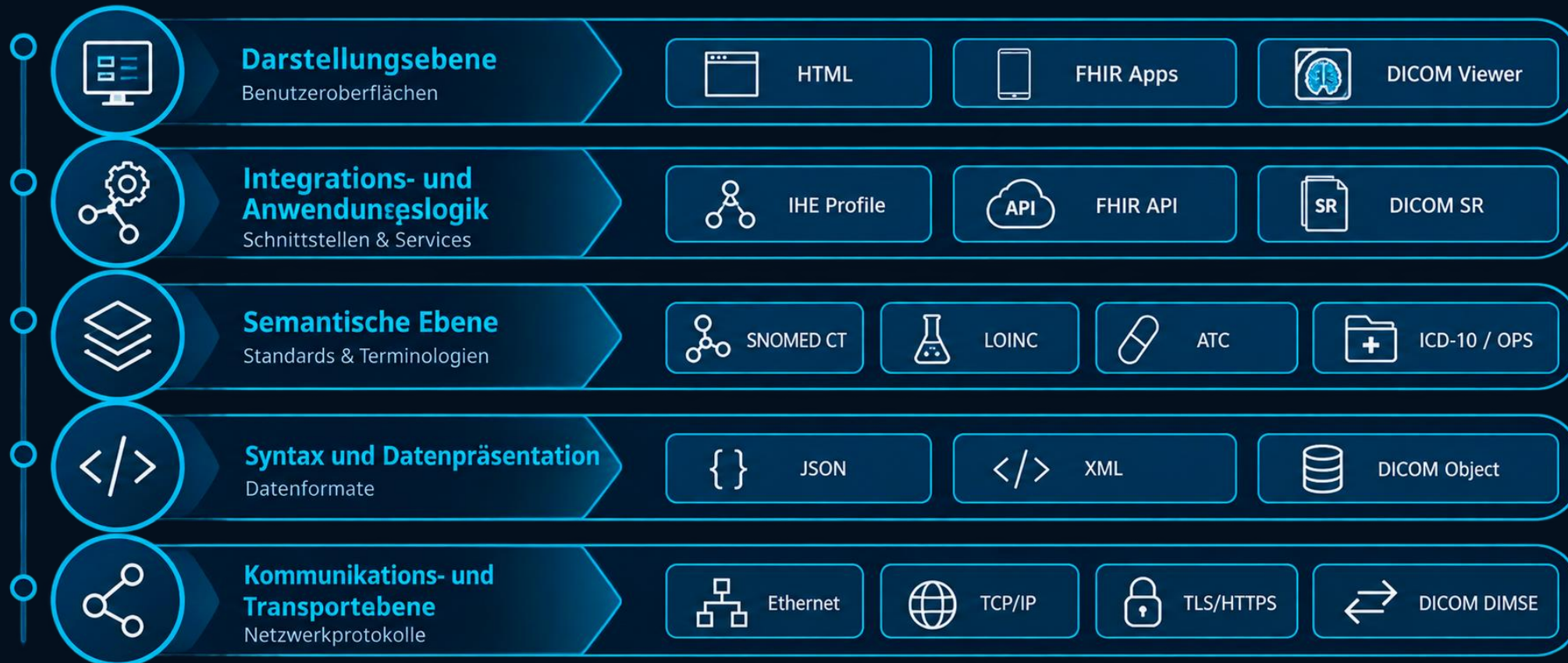
■ Von technischer Unterstützung zur klinischen Entscheidungsunterstützung

KI, Automatisierung und prädiktive Modelle machen die Medizintechnik zu einem aktiven Bestandteil der klinischen Entscheidungsunterstützung.



Medizintechnik wird nicht mehr lediglich als Ausstattung geplant, sondern als integrierte Infrastruktur des digitalen Krankenhauses konzipiert.

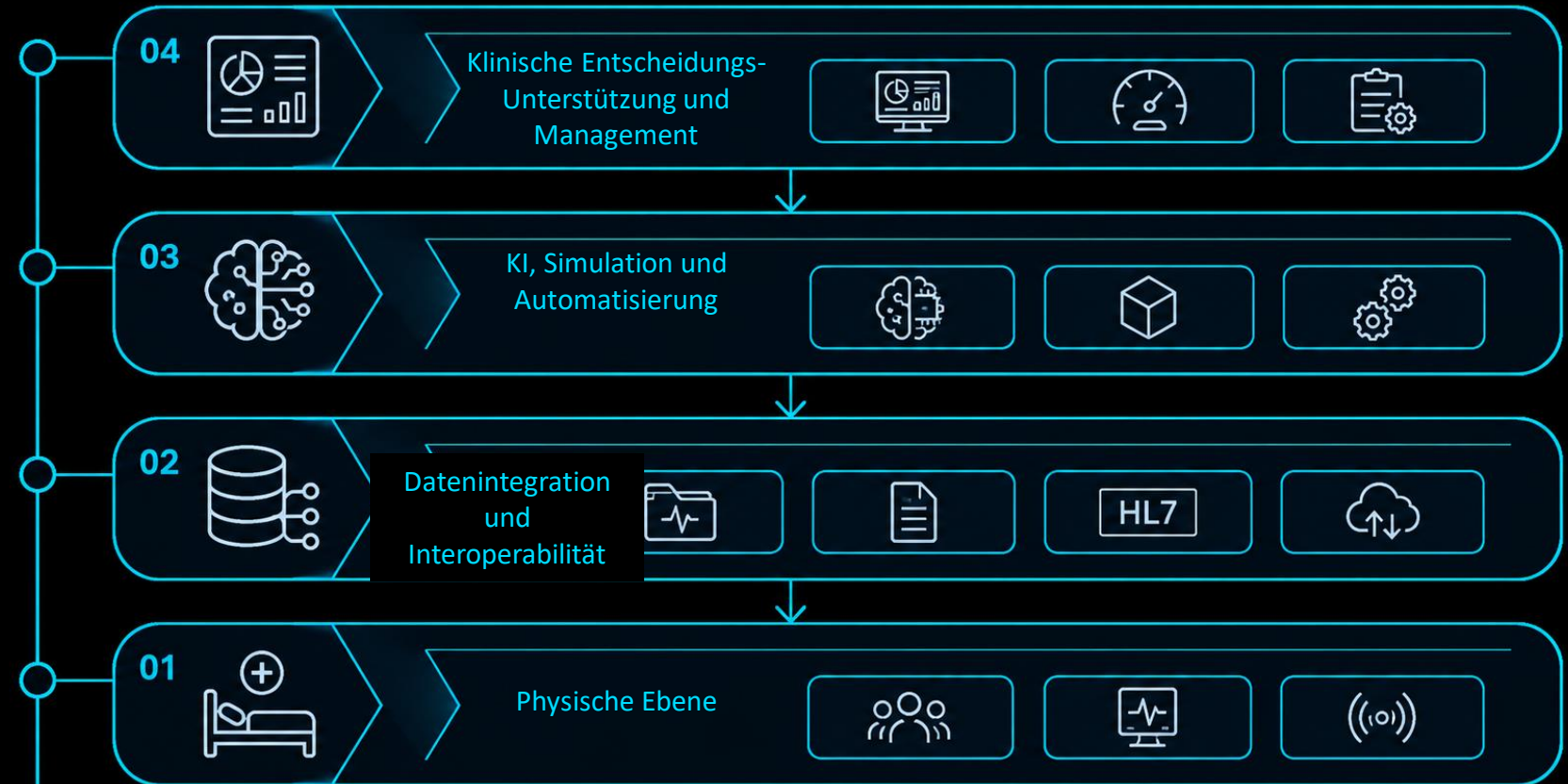
INTEROPERABILITÄT: DIE GRUNDLAGE DES DIGITALEN KRANKENHAUSES



! Interoperabilität ist nicht nur ein IT-Thema, sondern die grundlegende Voraussetzung für moderne Medizintechnik, KI und effiziente Prozesse.

DIE DIGITALE ARCHITEKTUR DES MODERNEN KRANKENHAUSES

Die Medizintechnik eines modernen Krankenhauses basiert auf einer **mehrschichtig en digitalen Architektur**. Von der physischen Ebene über die Datenintegration und Softwareanwendungen bis hin zu KI und klinischer Entscheidungsunterstützung wird Technologie Teil eines **vernetzten, interoperablen und prozessorientierten Gesamtsystems**.



Die digitale Architektur entscheidet darüber, ob Technologie isoliert bleibt oder klinischen, organisatorischen und entscheidungsrelevanten Mehrwert schafft.

TECHNOLOGISCHE TRENDS UND INNOVATIONSFELDER

Vier technologische Entwicklungslinien verändern Geräte, Daten und Prozesse und schaffen neue klinische und organisatorische Möglichkeiten.



Klinische KI

Unterstützt Diagnostik, Therapieplanung und Prozesssteuerung auf Basis integrierter und validierter Daten.



Robotik und Automatisierung

Vom OP-Saal über die Logistik bis zur Aufbereitung: mehr Präzision, Sicherheit und Effizienz.



Datengetriebene Bildgebung

Photon-Counting-CT, KI-gestützte Bildanalyse und strukturierte Befundung entwickeln die Bildgebung zu einer Entscheidungsplattform weiter.



RTLS, IoMT und intelligente Logistik

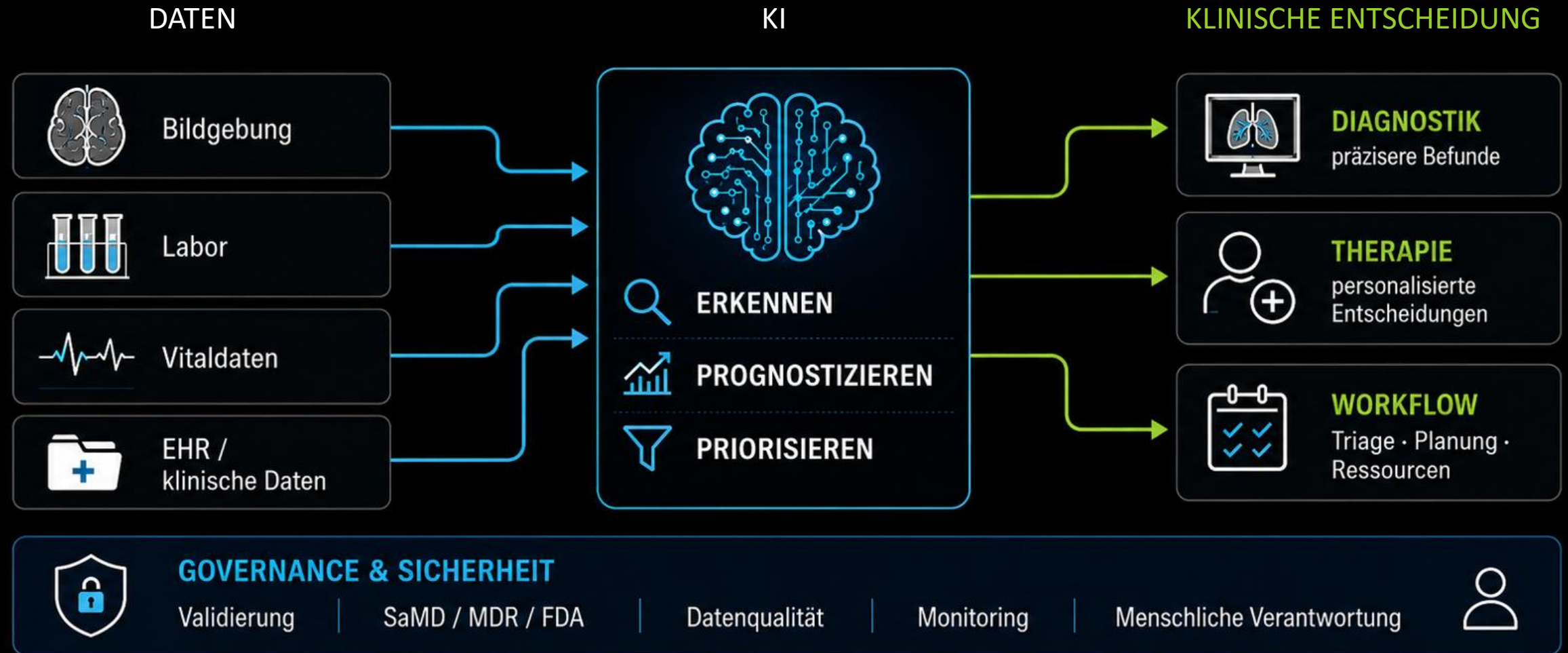
Echtzeittransparenz über Patienten, Geräte und Materialflüsse ermöglicht prädiktive Planung und eine effizientere Nutzung von Ressourcen.



Innovation schafft nur dann Mehrwert, wenn sie in klinische Workflows, Datenstrukturen und die Governance des Krankenhauses integriert ist.

VON DATEN ZU ENTSCHEIDUNGEN

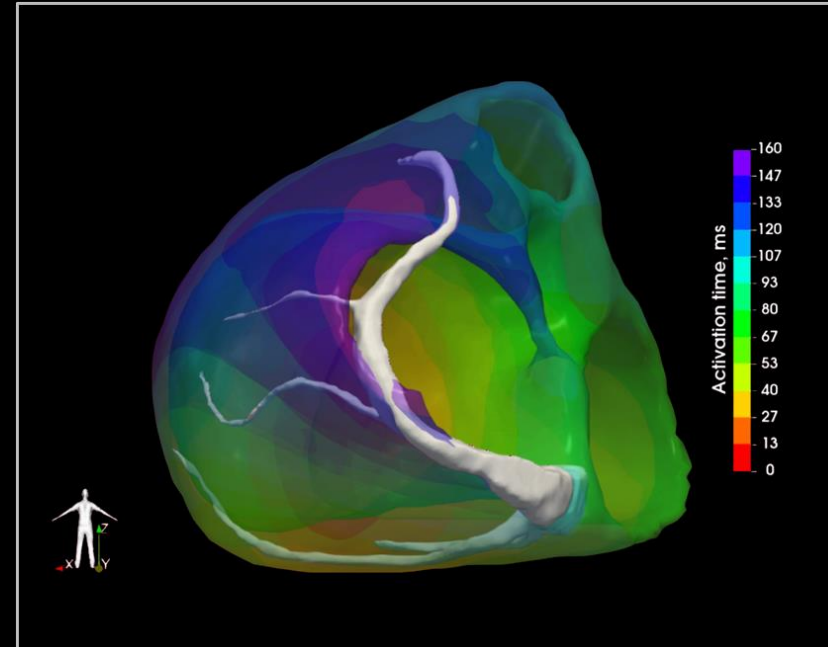
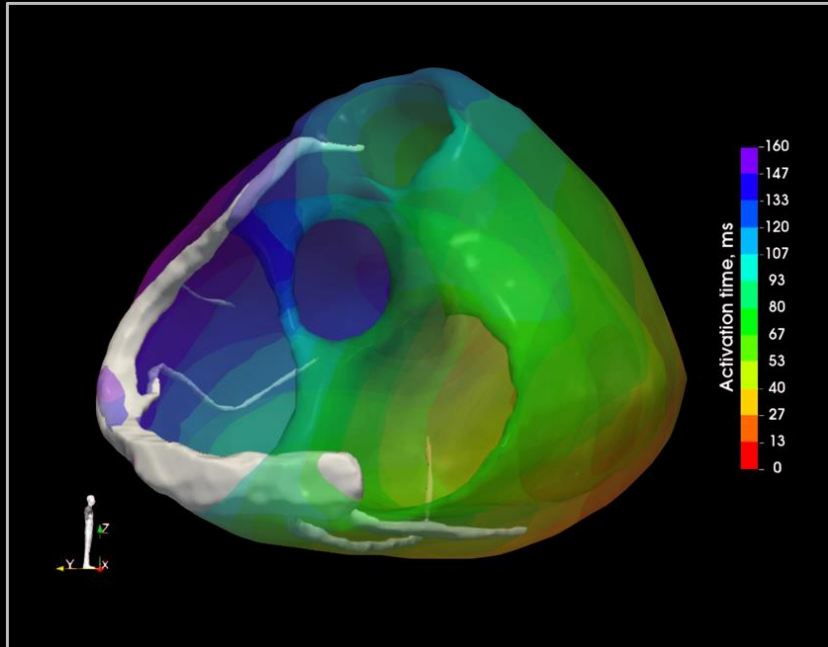
KÜNSTLICHE INTELLIGENZ IN DER MODERNEN MEDIZIN



! KI schafft keinen Mehrwert als isolierter Algorithmus - sondern als integrierter Teil des klinischen Entscheidungsprozesses.

KARDIALE RESYNCHRONISATIONSTHERAPIE (CRT)

Nicht-invasive Rekonstruktion der kardialen Aktivierung (Case Study)

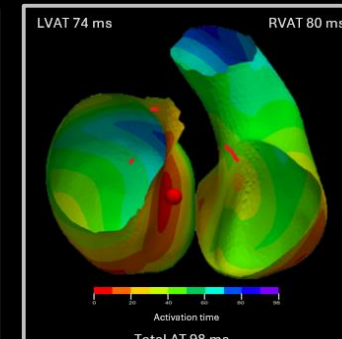
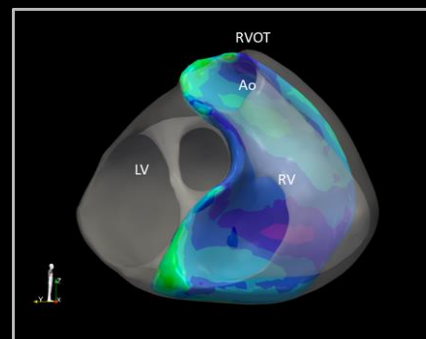
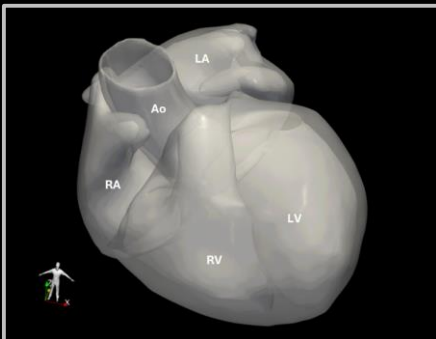


Was ist neu?

- Nicht-invasives Verfahren
- Basiert auf kardialer CT-Bildgebung und einem Standard-12-Kanal-EKG
- Potenzial zur deutlichen Reduzierung der Non-Responder-Rate

Planungsimplicationen

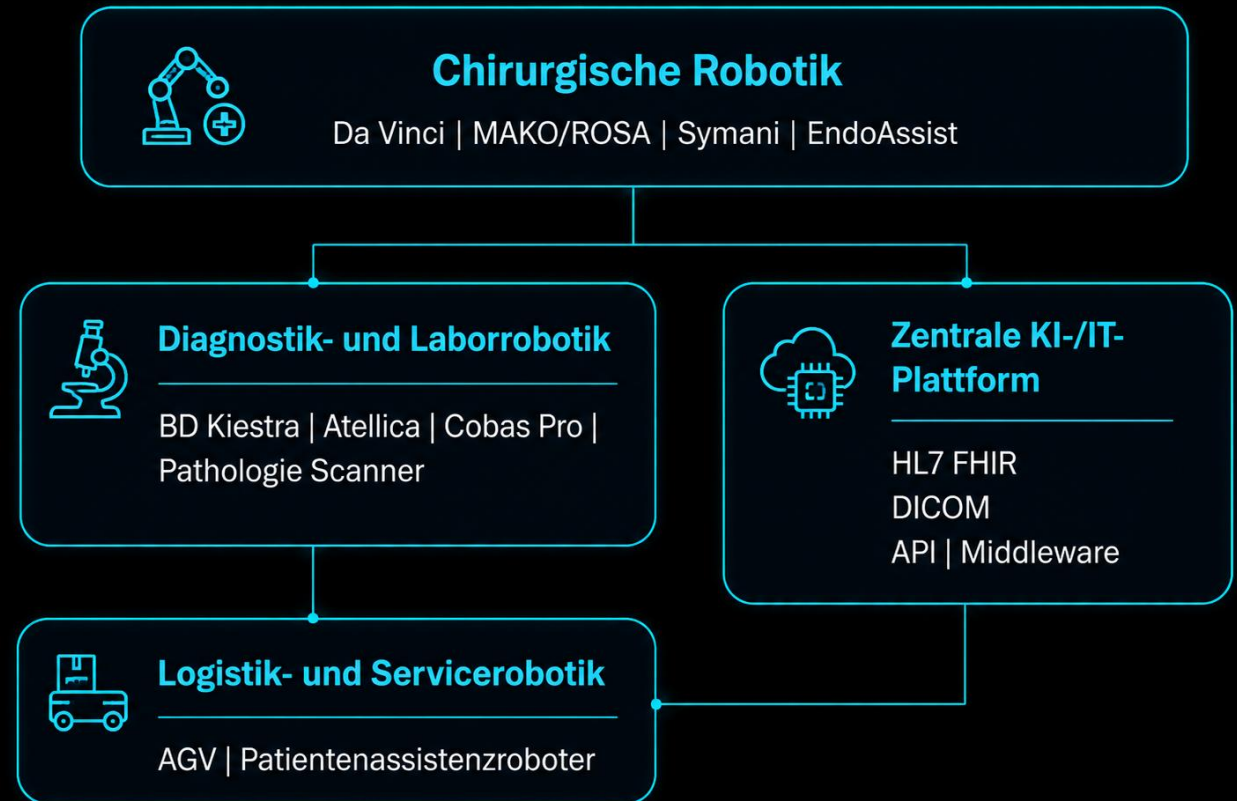
- Leistungsfähige CT-Bildgebung
- Sichere Datenübertragung und -integration
- Rechen- und Visualisierungsplattform
- Integration in klinische Workflows und PACS/IT



VOM EINZELNEN ROBOTER ZUM VERNETZTEN ROBOTIK-ÖKOSYSTEM

Chirurgische Systeme werden zunehmend in gemeinsame Daten-, Bildgebungs- und Workflowarchitekturen eingebunden und mit diagnostischen, logistischen und unterstützenden Systemen vernetzt.

So entsteht ein **durchgängiges und adaptives Ökosystem**, das Technologie, Daten, Architektur und klinische Prozesse miteinander verknüpft.



Robotik schafft Mehrwert nicht als isolierte Technologie, sondern als integrierter Bestandteil klinischer Workflows, Datenstrukturen und Krankenhausprozesse.

Kollaborative Robotik umfasst Systeme, die dafür entwickelt wurden, sicher und ohne räumliche Trennung gemeinsam mit medizinischem Personal zu arbeiten. Sie unterstützt chirurgische, pflegerische und logistische Tätigkeiten, passt ihre Bewegungen an den klinischen Kontext an und erhöht Präzision, Effizienz und Patientensicherheit.

Gemeinsame Sicherheit

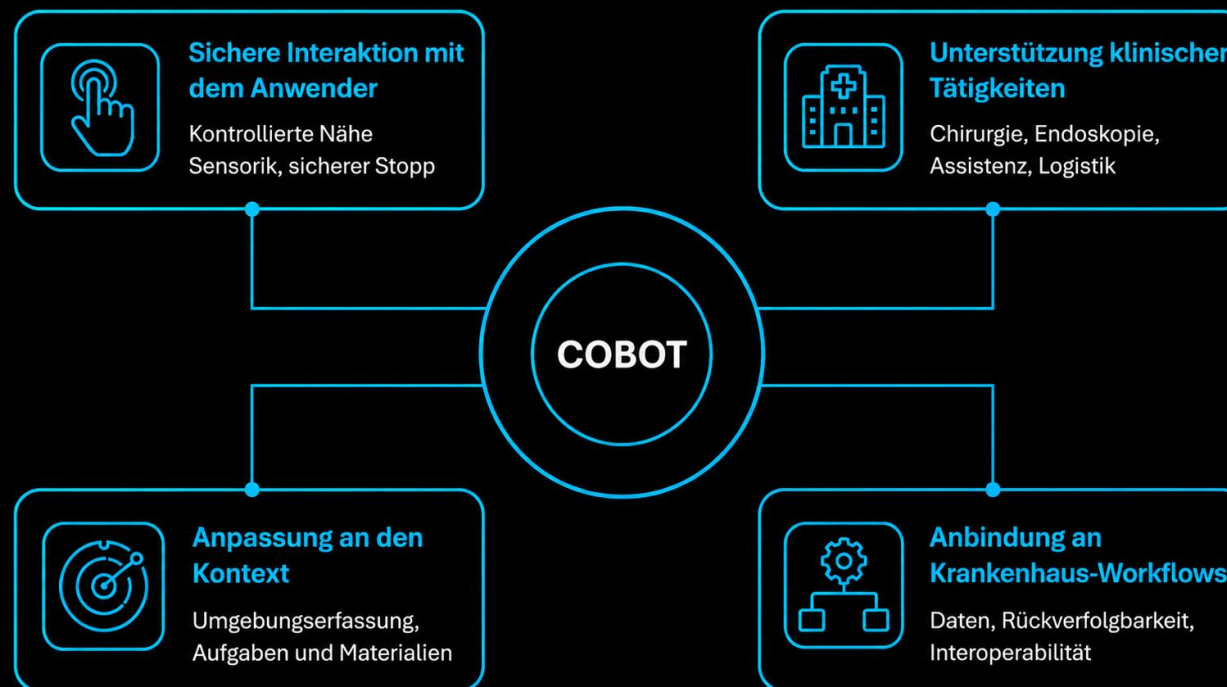
Kontrollierte und kontextbezogene Mensch-Roboter-Interaktion

Workflow-Effizienz

Kürzere Prozesszeiten und bessere operative Koordination

Zukunftsfähige Skalierbarkeit

Mehr Automatisierung, mehr KI und stärkere Integration in klinische Prozesse.



Kollaborative Robotik erweitert die Fähigkeiten des medizinischen Personals und integriert sich sicher, adaptiv und effizient in klinische Workflows.

CASE STUDIES

Wenn Strategie auf klinische Realität trifft



ENDOSKOPIE 2035

Vom Endoskop zur intelligenten Interventionsplattform.



Sehen

Hochauflösende
Bildgebung



Verstehen

KI-gestützte
Interpretation



Handeln

Robotisch assistierte /
teilautonome Intervention



Die Zukunft der Endoskopie ist nicht ein besseres Endoskop – sondern ein intelligentes diagnostisch-therapeutisches System.

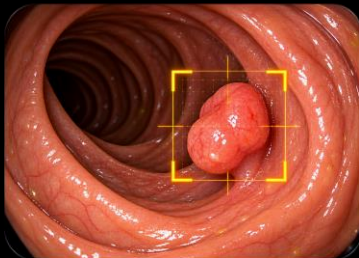
DIE INTELLIGENTE ENDOSKOPIE

KI wird zum zweiten Beobachter



Detect

Läsionen in Echtzeit erkennen

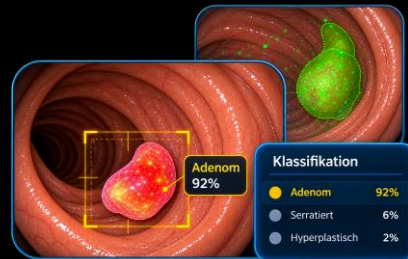


CADe
(Erkennung)



Characterize

Gewebe und Läsionen klassifizieren



CADx
(Klassifikation)



Decide

Diagnostische und therapeutische Entscheidung unterstützen



Decision support
(Entscheidungsunterstützung)



Document

Befund und relevante Bilder automatisch dokumentieren



Automated Documentation
(Dokumentation & Qualitätssicherung)



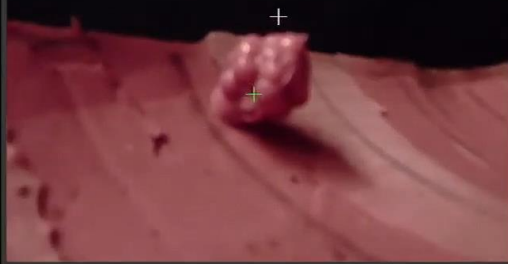
KI erhöht Sensitivität und Qualität, unterstützt den Arzt und macht den Prozess messbar.

DER ENTSCHEIDENDE SPRUNG

Vom intelligenten Bild zum intelligenten Eingriff

Autonomous pose adjustment of REP

REP camera view



Navigieren

Autonome bzw. robotisch unterstützte Fortbewegung

Erkennen

Kamera + Computer Vision
+ KI

Intervenieren

Biopsie, Resektion, gezielte
Therapie



Forschung und Prototypen zeigen: Die Endoskopie der Zukunft wird zunehmend robotisch, KI-gestützt und teilautonom.

WAS BEDEUTET DAS FÜR DAS KRANKENHAUS?

Neue Anforderungen an Räume, Technik und Prozesse



RAUM

- Flexible Interventionsräume
- Platz für Robotik
- Ergonomie für das Team
- Zukunftssichere IT-Infrastruktur



DATEN

- Strukturierte Bild- und Videodaten
- PACS / VNA / EHR Integration
- Interoperable Plattform und Standards



TECHNIK

- Hochperformante Video-/Datennetze
- Gerätekonnektivität und Integration
- Rechenleistung / Edge AI



PROZESS

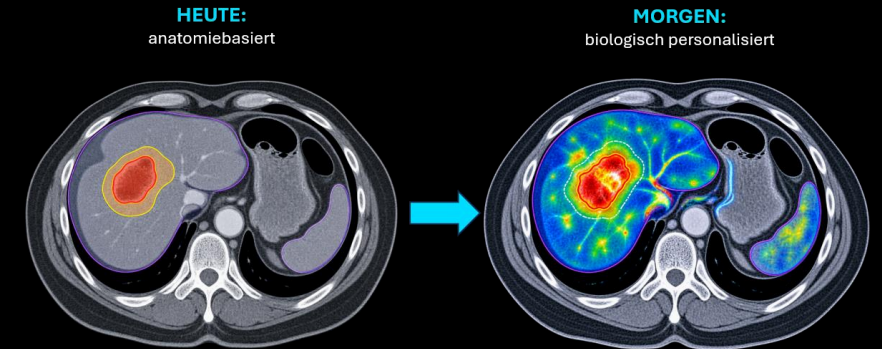
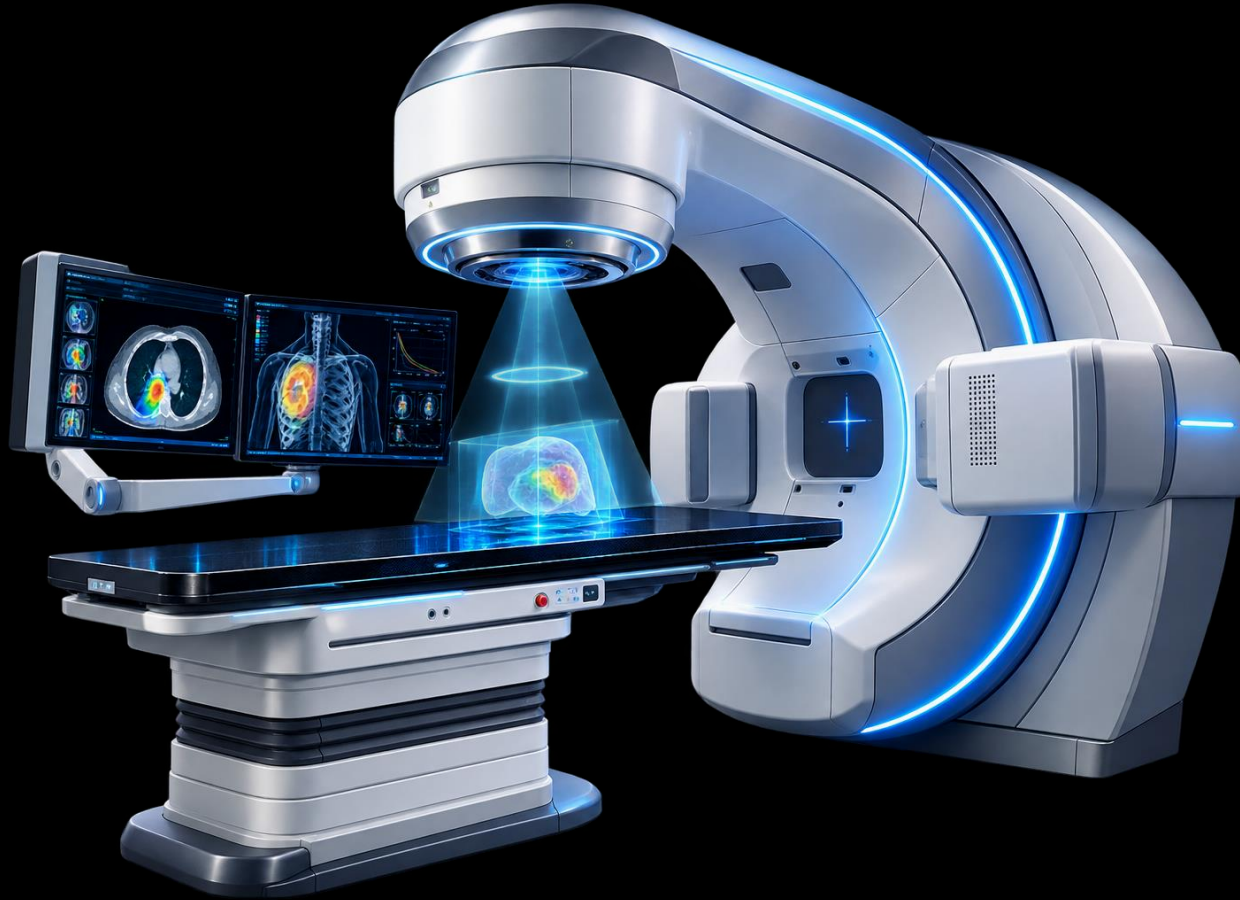
- Endoskopie + Intervention
- AEMP / Rückverfolgbarkeit
- Training / Simulation und remote Support



Die Technologie verändert die Krankenhausplanung. Architektur, IT, Medizintechnik und Prozesse müssen zusammen gedacht werden.

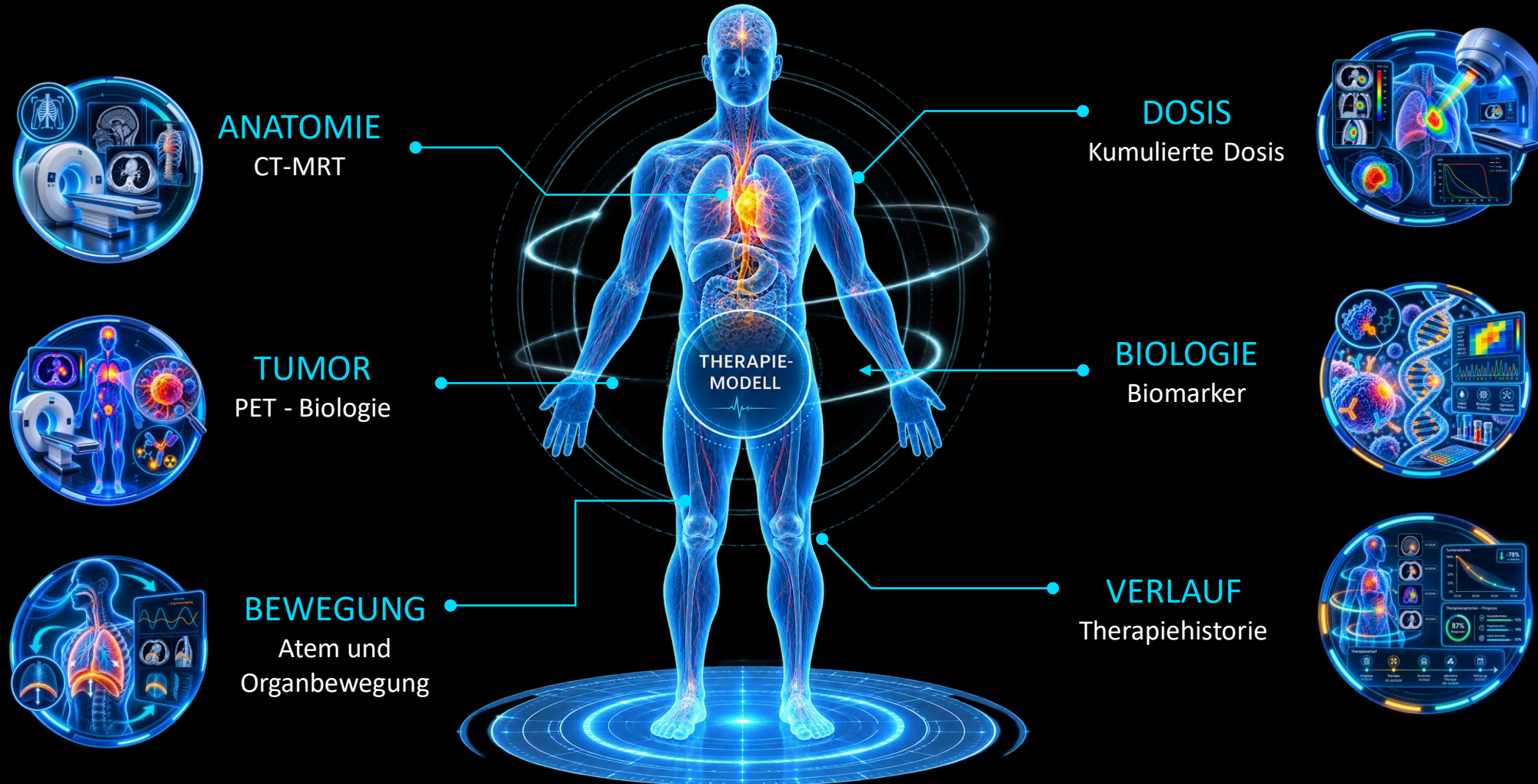
STRAHLENTHERAPIE 2035

Vom Bestrahlungsgerät zum adaptiven Therapiesystem.



Die **richtige** Dosis – am **richtigen** Ort – für den **richtigen** Patienten – zum **richtigen** Zeitpunkt

DER PATIENT WIRD ZUM DYNAMISCHEN MODELL



Alle relevanten Daten fließen zusammen – kontinuierlich aktualisiert.

ADAPTIVE STRAHLENTHERAPIE

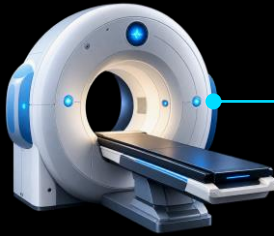
Der Plan verändert sich mit dem Patienten.



LEARN & IMPROVE

WAS BEDEUTET DAS FÜR DAS KRANKENHAUS?

BILDGEBUNG
MRT · CT · PET
Echtzeitbildgebung



RECHENLEISTUNG
Planoptimierung
KI, Simulation



RÄUME & TECHNIK
Bunker – Abschirmung –
Technik - Infrastruktur



THERAPIE
LINAC · MR-LINAC
Adaptive Systeme



DATEN
Imaging – Dosis –
Outcome - Biomarker



PERSONAL & PROZESSE
Radioonkologie · MPE · MTR · IT ·
Datenmanagement



Wir planen nicht mehr einen Bestrahlungsbunker. Wir planen eine bildgeführte, datengetriebene und adaptive Therapieplattform.

VON DER TECHNOLOGIE ZUR PLANUNG

Damit klinische Innovation im
Krankenhaus tatsächlich funktioniert



WAS BEDEUTET MEDIZINTECHNISCHE FACHPLANUNG?

Neue Medizintechnik, strategische Infrastrukturen und integrierte Planung



! Die Geräteliste sagt, **was** benötigt wird. Die medizintechnische Fachplanung definiert, **wie** das Krankenhaus technisch vorbereitet werden muss, damit die Technologien funktionieren.

Vom Bedarf zur technischen Umsetzung – strukturiert, frühzeitig, sicher.



Vom Klinischen zum Technischen

Bedarfe verstehen, Anforderungen frühzeitig antizipieren.



Vom Requirement zum Projekt

Anforderungen konkretisieren, planen und absichern.



Vom Projekt zum Betrieb

Umsetzen, testen und in den sicheren Betrieb überführen.



Strukturierter Prozess – weniger Unsicherheit, klare Schnittstellen, verlässliche Ergebnisse.

MINDEST-DELIVERABLES DER MEDIZINISCHEN FACHPLANUNG

Fünf Arbeitsgrundlagen, die Technik, Raum, IT und Beschaffung planbar machen.

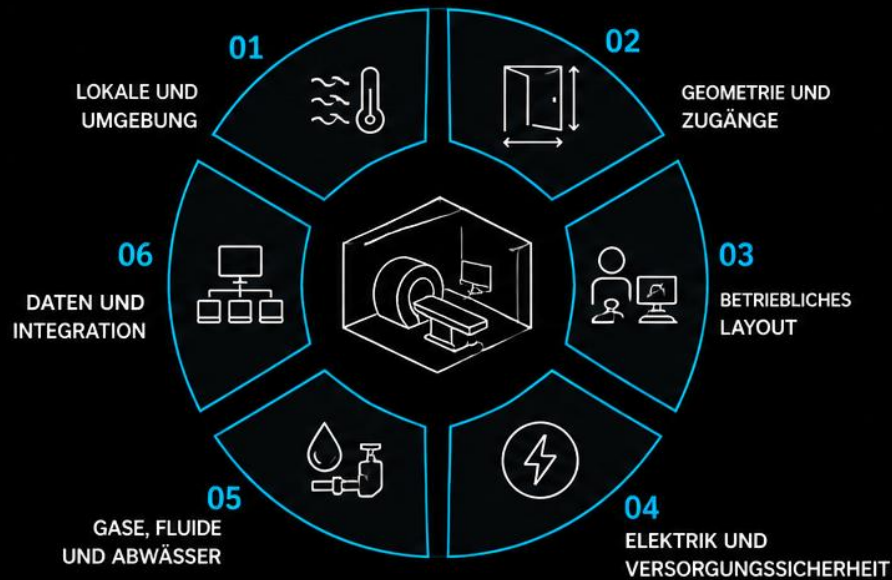


Ein medizinisches Projekt ist nur dann wertvoll, wenn seine Ergebnisse für Architektur, TGA, IT, Einkauf und Klinik direkt nutzbar sind.

TECHNISCHES RAUMBUCH – DIE 6 KERNBEREICHE

.. 40

Das technische Raumbuch übersetzt jede Technologie in verifizierbare Anforderungen für Planung, Anlagen, Daten, Installation und Betrieb.



01 LOKALE UND UMGEBUNG

- Klassifizierung, Druckverhältnisse
- Temperatur, Luftwechsel, Luftqualität
- Wärmelasten und Schalldämmung



02 GEOMETRIE UND ZUGÄNGE

- Abmessungen, Höhen, Nutzflächen
- Traglasten und Bodeneigenschaften
- Türen, Zugangswege und Einbringung



03 BETRIEBLICHES LAYOUT

- Positionierung von Geräten und Möbeln
- Arbeitsabläufe, Sichtlinien, Ergonomie
- Wartungszugänge und Sicherheitszonen



04 ELEKTRIK UND VERSORGUNGSSICHERHEIT

- Leistungsbedarf und Versorgungspunkte
- Dedizierte Stromkreise und USV
- Potentialausgleich und Sicherheitssysteme



05 GASE, FLUIDE UND ABWÄSSER

- Medizinische Gase und Entnahmestellen
- Wasser, Abläufe, Absaugungen
- Technische Medien und Entsorgung



06 DATEN UND INTEGRATION

- Anbindung an HIS, PACS, LIS, PDMS
- Netzwerk, Video, RTLS, Middleware
- Cybersecurity und Datenverfügbarkeit



Ein vollständiges Raumbuch verhindert Unsicherheiten, späte Änderungen und teure Varianten im Bau.

FEHLENDE FACHPLANUNG WIRD TEUER

.. 41

Wenn Anforderungen zu spät geklärt werden, entstehen Verzögerungen, Mehrkosten und operative Kompromisse.



Was in der Planung nicht geklärt wird, taucht später als Risiko, Verzögerung oder Mehrkosten wieder auf.

ZUKUNFTSFÄHIGE KRANKENHÄUSER ENTSTEHEN DURCH FACHPLANUNG

Technologie schafft erst dann Wert, wenn Räume, Technik, Daten und Prozesse gemeinsam geplant werden.



Nicht die Technologie allein entscheidet über den Erfolg – sondern die Fähigkeit, sie vorausschauend in das Krankenhaus zu integrieren.

DANKE

Wir planen nicht die Technologie von morgen.
Wir planen ein Krankenhaus, das sie aufnehmen kann.

rainer@btc-srl.com