

## Künstliche Intelligenz in der Radiologie



**Dr. med. Christian Weisstanner**  
Facharzt FMH Radiologie und Neuroradiologie

Die künstliche Intelligenz (KI) hat in den letzten Jahren enorme Fortschritte gemacht und Einzug in viele Bereiche unseres Lebens gehalten und verspricht, unseren Alltag zu vereinfachen und zu verbessern. Von autonom fahrenden Autos bis hin zu Chatbots und Spracherkennungstechnologie - KI-Anwendungen sind mittlerweile allgegenwärtig. Auch in der Medizin hat die KI das Potenzial, die Diagnostik und Therapie von Erkrankungen zu revolutionieren.

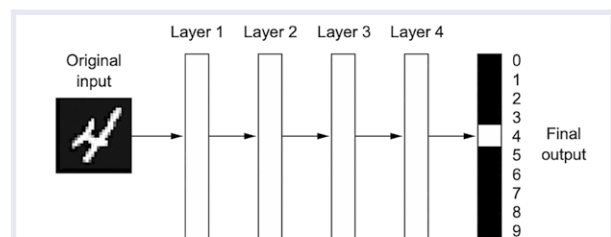
Wenn wir hier über KI sprechen, meinen wir hauptsächlich maschinelles Lernen oder häufiger Deep Learning (DL). Maschinelles Lernen (ML) ist ein Teilbereich der KI, bei dem Daten und davon erwartete Antworten von Menschen eingegeben werden, um daraus Regeln abzuleiten. Diese Regeln können dann auf neue Daten angewandt werden, um neue Antworten zu erhalten. Ein maschinelles Lernsystem wird trainiert und nicht explizit programmiert. Deep Learning ist ein Teilbereich des maschinellen Lernens, der sich mit Algorithmen befasst, die von der Struktur des Gehirns inspiriert sind und als künstliche neuronale Netze bezeichnet werden, die in aufeinanderfolgenden Schichten organisiert sind (**Abb. 1**).

Nachfolgend wird auf drei Teilgebiete näher eingegangen, die ein grosses Potenzial für den Einsatz der KI in der Radiologie bergen: Bildrekonstruktion, Quantifizierung und diagnoseunterstützende Systeme.

### KI bei der Bildrekonstruktion

Bei der Bildrekonstruktion in der Radiologie geht es darum, aus einer qualitativ schlechten Aufnahme ein gutes Bild zu erzeugen, d.h. die Bildqualität und die Bildauflösung so zu verbessern, dass einerseits Artefakte reduziert und andererseits der Bildeindruck optimiert werden. Hierbei gibt es datengetriebene Ansätze, die im Wesentlichen drei Prinzipien folgen. Bei der Magnetresonanztomografie (MRT) werden zum Beispiel die aufgenommenen Rohdaten direkt mithilfe künstlicher neuronaler Netze verbessert. Der zweite Ansatz betrifft die sog. Fourier-Transformation, mit deren Hilfe ein Bild aus den aufgenommenen Rohdaten rekonstruiert wird. Bei diesem Ansatz wird die Fourier-Transformation durch ein KI-System ersetzt, das die Information der Rohdaten direkt in ein Bild übersetzt. Die dritte Anwendung dieser datengesteuerten Ansätze erstellt aus einem bereits rekonstruierten, qualitativ schlechten Bild eine diagnostisch hochwertige Aufnahme.

In unserem Institut kommt die sog. Deep-Resolve-Technologie von Siemens als KI-basierte Bildrekonstruktion zur Anwendung. Deep Resolve wird bei der MRT eingesetzt, um eine verbesserte Bildqualität und eine höhere Bildauflösung zu erreichen. Dabei werden DL-Algorithmen verwendet, um Bilddaten zu verarbeiten und zu optimieren, wodurch Artefakte reduziert und die Bildschärfe erhöht werden. So werden das Signal-Rausch-Verhältnis eines Bildes verbessert, die räumliche Auflösung und Schärfe der Bilder optimiert und Strukturen und deren Kanten im Bild besser dargestellt. Dies ermöglicht es, feinere Details und subtile Anomalien besser erkennen zu können.



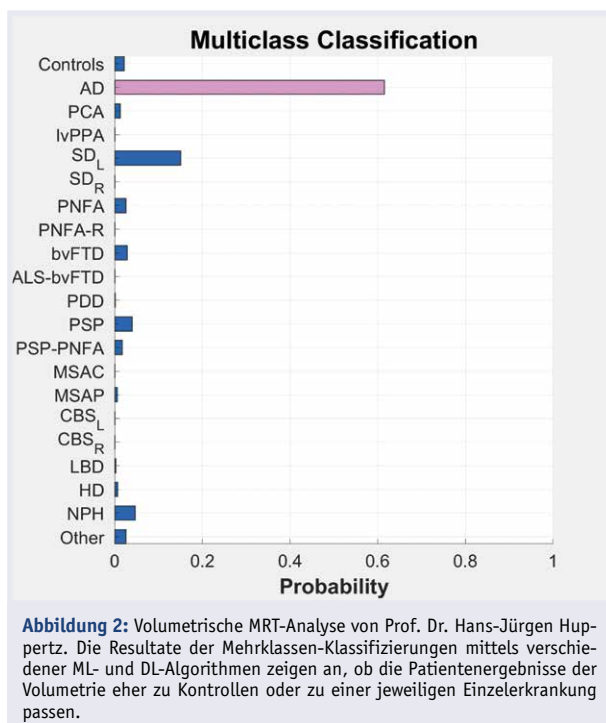
**Abbildung 1:** Ein tiefes neuronales Netzwerk für die Klassifizierung von Zahlen. Der Begriff 'neuronales Netzwerk' bezieht sich auf die Neurobiologie. Obwohl einige der zentralen Konzepte des Deep Learnings teilweise auf der Grundlage unseres Funktionsverständnisses des Gehirns, insbesondere des visuellen Kortex, entwickelt wurden, sind neuronale Netzwerke keine Modelle des Gehirns.

**Quelle:** Deep Learning with Python, second edition, François Chollet, 2021 by Manning Publications Co.

### KI zur Quantifizierung und Differenzierung von Krankheiten

Als erstes Beispiel ist hier die Quantifizierung bei Demenz-Erkrankungen in der MRT zu nennen. Dabei segmentieren Algorithmen automatisch verschiedene, in der MRT akquirierte Gehirnregionen, um deren Volumen, Form und Veränderungen zu analysieren. Mithilfe

dieser KI-Algorithmen können subtile Muster und Anzeichen von Demenz in den Aufnahmen erkannt werden, die für das menschliche Auge möglicherweise schwer zu identifizieren sind. So können verschiedene Demenzformen wie z.B. Alzheimer-Krankheit (AD), semantische Demenz (SD), die Verhaltensvariante der frontotemporalen Demenz (bvFTD) und die progressive supranukleäre Blickparese (PSP) voneinander unterschieden werden, indem spezifische Muster und Biomarker in den Bildern erkannt werden und dadurch eine frühere und genauere Diagnose sowie eine angepasste Behandlung und optimale Versorgung der Patienten ermöglicht wird. Im Rahmen einer Demenzabklärung benutzen wir die volumetrische MRT-Analyse von Prof. Dr. Hans-Jürgen Huppertz der schweizerischen Epilepsie-Klinik Lengg in Zürich (Abb. 2). Die Resultate basieren auf Mehrklassen-Klassifizierungen mittels verschiedener ML- und DL-Algorithmen. Die so generierten Balken zeigen an, ob die Patientenergebnisse eher zu Kontrollen oder zur jeweiligen Einzelerkrankung passen. Dabei treten alle Differenzialdiagnosen gegeneinander an. Die Balken widerspiegeln die Gesamtwahrscheinlichkeit für jede Diagnose. Die Ergebnisse der volumetrischen MRI-Analyse sollten aber nur in Zusammenschau mit den klinischen Befunden gewertet werden.



Eine weitere Anwendung ist die Quantifizierung bei multipler Sklerose (MS). Die MRT ist eine der wichtigsten bildgebenden Verfahren zur Diagnose und Verlaufsbeurteilung einer MS-Erkrankung, bei der die KI eine unterstützende Rolle einnehmen kann. KI-Algorithmen können automatisch MS-Läsionen in MRT-Bildern erkennen und segmentieren, indem sie relevante Merkmale wie Grösse, Form und Signalintensität unterscheiden. Falls Verlaufsuntersuchungen vorhanden sind, können Veränderungen in Läsionslast und Gehirnatrophie im Laufe der Zeit analysiert werden. Diese Informationen können dabei helfen, die Wirksamkeit von Behandlungen zu beurteilen und gegebenenfalls Therapieanpassungen vorzunehmen.

Als letztes Beispiel sei hier noch die Quantifizierung bei einer Tumorerkrankung, die sog. Tumorsegmentierung, genannt. KI-Systeme werden zunehmend eingesetzt, um die Genauigkeit und Effizienz der Tumorsegmentierung in der Bildgebung zu verbessern. Dabei können Tumore in verschiedenen Bildgebungsmodalitäten wie MRT oder Computertomografie (CT) automatisch erkannt, segmentiert und abgegrenzt werden. Diese Algorithmen sind darauf trainiert, relevante Merkmale wie Grösse, Form, Signalintensität und Textur von Tumoren

zu identifizieren und von umgebendem gesundem Gewebe zu unterscheiden. Wichtige Tumorparameter wie Volumen, Durchmesser und Wachstumsrate können damit quantifiziert werden. Diese Parameter sind entscheidend für die Beurteilung der Dynamik einer Tumorerkrankung und für die zu wählenden Therapieansätze. So können auch der Langzeitverlauf von Tumorpatienten einfacher und präziser verfolgt und die Veränderungen von Tumorparametern über die Zeit analysiert werden.

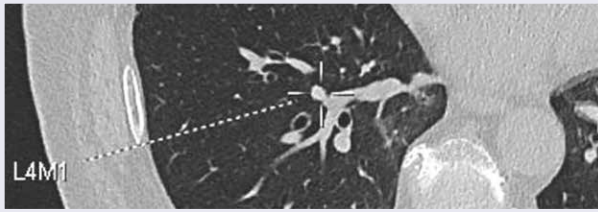
### KI als diagnoseunterstützende Systeme

Ein weiteres KI-Anwendungsgebiet ist die Triage von Röntgen- und CT-Bildern und bezieht sich auf die Priorisierung von Bildern, um eine schnelle und effiziente Diagnose und Behandlung der Patienten zu ermöglichen. KI-Methoden können genutzt werden, um eine automatische Erstauswertung von Bildern durchzuführen und diese entsprechend ihrer Dringlichkeit oder Schwere zu priorisieren. Zum Beispiel können CT-Untersuchungen von Schlaganfallpatienten automatisch erkannt und priorisiert werden, um eine schnelle Diagnose und Behandlung zu ermöglichen. Es gibt bereits viele Firmen, die KI-Systeme anbieten, die z.B. in der CT automatisch die Durchblutung des Hirngewebes auswerten, eine kollaterale Gefässversorgung bestimmen oder selbst den Gefässverschluss automatisch erkennen. Das Produkt von VIZ.AI (Abb. 3) hat kürzlich Bekanntheit erlangt, weil es von den Krankenkassen in den USA erstattet wird, was ein sehr gutes Zeichen für die Branche der künstlichen Intelligenz und der diagnoseunterstützenden Systeme ist. VIZ.AI wird direkt auf dem CT-Gerät peripherer Krankenhäuser implementiert und erkennt automatisch den Gefässverschluss, benachrichtigt bei Verdacht direkt den zuständigen Facharzt und setzt dann automatisch die Rettungskette zur Verlegung des Patienten in eine Zentrumsklinik mit entsprechenden Interventionsmöglichkeiten in Gang.

Ebenso kann die KI als computergestütztes Diagnostiksystem (computer-aided detection, CAD) eingesetzt werden, um Radiologen bei der Interpretation von Mammographien zu unterstützen. CAD-Systeme markieren dabei verdächtige Bereiche in den Bildern und helfen so, potenzielle tumorsuspekte Areale zu erkennen.

In der Prostatakrebsdiagnostik helfen KI-Systeme, die die Prostata und ihre umliegenden Strukturen in verschiedenen Bildgebungsmodalitäten wie MRT oder Ultraschall automatisch erkannt und segmentiert. Dies vereinfacht die Auswertung und verbessert die Genauigkeit der Beurteilung. Die KI-Systeme können auch dabei helfen, verdächtige Veränderungen innerhalb der Prostata frühzeitig zu erkennen





**Abbildung 4:** Durch Lung CAD detektiert 6 mm messender, peribronchovaskulärer Nodus im Unterlappen rechts zentral, welcher dem befundenden Radiologen zur Überprüfung vorgelegt wird.

und gemäss der PI-RADS-Klassifikation (Prostate Imaging-Reporting and Data System) einzustufen. Eine frühe Erkennung von Prostatakrebs kann dazu beitragen, die Prognose und das Behandlungsergebnis zu verbessern. Ebenso können auch hier KI-Systeme als CAD-Systeme fungieren und die Radiologen bei der Interpretation von Prostatabildern unterstützen, indem sie verdächtige Bereiche in den Bildern markieren.

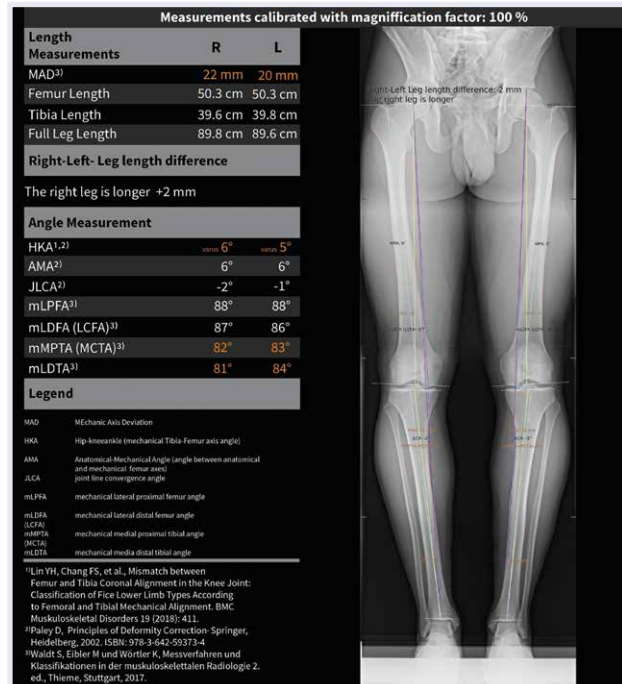
Ebenso werden KI-gestützte CAD-Systeme bei der Befundung von Thorax-Röntgenaufnahmen (Rx) und CT angeboten. Durch die Integration solcher Systeme in den klinischen Alltag können Ärzte von einer verbesserten Erkennung von pathologischen Veränderungen wie Lungenentzündungen, Lungenfibrose oder Tumoren profitieren. Die KI kann auch bei der Überwachung des Krankheitsverlaufs und bei der Quantifizierung des Therapieansprechens eine wertvolle Unterstützung bieten.

In unserem Institut kommt die KI-Applikation ‚Lung CAD‘ von Siemens zur Anwendung. Dabei handelt es sich um eine KI-basierte Softwarelösung, die den Radiologen bei der Analyse von CT-Bildern der Lunge unterstützt. Diese Lösung verwendet DL-Algorithmen, um die Segmentierung, Analyse und Erkennung von Lungenveränderungen zu verbessern. Lung CAD ist eine computergestützte Detektionssoftware, die speziell entwickelt wurde, um Radiologen bei der Detektion von Lungenrundherden in CT-Bildern zu unterstützen. Dabei markiert die Applikation automatisch verdächtige Läsionen und legt sie dem befundenden Radiologen zur Überprüfung vor (Abb. 4).

Auch bietet die Anwendung von KI in der muskuloskelettalen (MSK) Radiologie viele Möglichkeiten zur Verbesserung der Diagnose sowie Bewertung von Erkrankungen und Verletzungen des Bewegungsapparates. KI-basierte Systeme können automatisch Strukturen wie Knochen, Gelenke, Muskeln, Sehnen und Bänder in verschiedenen Bildgebungsmodalitäten wie Röntgen, CT und MRT identifizieren, segmentieren und analysieren. In den letzten Jahren haben zahlreiche Studien gezeigt, dass KI-gestützte Algorithmen in der Lage sind, relevante klinische Befunde in der MSK-Radiologie mit hoher Sensitivität und Spezifität zu erkennen wie zum Beispiel Frakturen, degenerative Gelenkveränderungen mit Verletzungen von Weichteilstrukturen wie Menisken, Bänder und Sehnen. Damit können KI-basierte Systeme auch hier Radiologen bei der Diagnose von MSK-Erkrankungen und -Verletzungen unterstützen und so die Wahrscheinlichkeit menschlicher Fehler reduzieren.

Bei uns kommt ein Produkt von Image Biopsy Lab (IB Lab) zur Anwendung. IB Lab ist ein österreichisches Unternehmen, das sich auf die Entwicklung von KI-gestützten Lösungen für die medizinische Bildgebung, insbesondere in der MSK-Radiologie, konzentriert. Eines ihrer bekanntesten Produkte ist das KI-System ‚LAMA‘. LAMA nutzt Deep-Learning-Technologie für die automatisierte und präzise Messung der Beingeometrie zur Beurteilung von Deformitäten der unteren Gliedmassen. Es hilft bei der Erkennung von Beinachsenfehlstellungen durch Messung der mechanischen Achsenabweichung und bei der Erkennung von Beinlängendiskrepanzen. Die detaillierte Analyse der mechanischen und anatomischen Winkel ermöglicht eine fundierte

Entscheidungsfindung für die nächsten Schritte bei der Patientenbehandlung. Es hebt relevante klinische Befunde hervor, um eine zeitnahe und genaue Entscheidungsfindung zu ermöglichen. Die Befunde werden in einem visuellen Bericht zusammengefasst, an das originale Röntgenbild angehängt und automatisch im Bildarchiv gespeichert (Abb. 5).



**Abbildung 5:** Visueller Bericht der relevanten klinischen Befunde und Messungen zur Bestimmung der Beingeometrie anhand der KI-Applikation ‚LAMA‘ vom IB Lab.  
**Quelle:** www.imagebiopsy.com/de-product/lama-ce

### Herausforderungen

Es ist jedoch wichtig, dass Ärzte sich der Limitationen und möglichen Fehlerquellen bewusst sind und weiterhin eine aktive Rolle in der Befundung einnehmen, um eine optimale Patientenversorgung sicherzustellen. Eine enge Zusammenarbeit zwischen Radiologen, KI-Experten und klinischen Fachkräften ist entscheidend, um die bestmögliche Nutzung der Technologie und deren kontinuierliche Weiterentwicklung zu gewährleisten.

Zukünftige Forschung und klinische Studien sind erforderlich, um die Leistungsfähigkeit und Robustheit von KI-basierten Lösungen in der Radiologie weiter zu validieren und ihre Implementierung in die klinische Routine zu fördern. Ausserdem müssen die KI-Modelle standardisiert und normiert werden, um ihre Vergleichbarkeit und Interoperabilität zu gewährleisten. Die Entwicklung und Implementierung von KI-Systemen in der Radiologie erfordert eine sorgfältige Planung und Vorbereitung sowie eine umfassende Schulung der Radiologen und Techniker, um ihre Wirksamkeit und Sicherheit sicherzustellen. Auch ethische und rechtliche Fragen im Zusammenhang mit dem Einsatz von KI-Systemen müssen geklärt werden.

### Fazit

Die KI hat in den letzten Jahren Einzug in die Radiologie gehalten und verspricht, die Genauigkeit und Effizienz der Diagnostik zu erhöhen, die Planung und Durchführung von Therapien zu verbessern und die Früherkennung von Erkrankungen zu unterstützen. Es ist zu erwarten, dass in Zukunft immer mehr KI-Systeme in der Radiologie eingesetzt werden und dass die KI zu einem wichtigen Werkzeug für Radiologen und andere medizinische Fachkräfte wird.



# MRI-INFOS

## Neues am MRI

### Vom Einwegprodukt zum Blumentopf

Das MRI hat in der Firma SMD Medical AG einen Partner gefunden, welcher die Wiederverwertung der gebrauchten Patienten-Einwegbekleidung sinnvoll und nach den höchsten ökologischen Standards realisiert. Regionale Partner holen wöchentlich die gesammelte Patienten-Einwegbekleidung an unseren vier Standorten in Zürich ab. Bei sozialen Einrichtungen in der Region werden diese dann sortiert und in einem weiteren Schritt zu Polypropylen-Regranulat verarbeitet, aus dem Kunststoffprodukte hergestellt werden können wie z.B. Blumentöpfe, Transport- und Mehrwegkisten oder Abdeckungen für den Automobilbedarf. Jedes Kilo Regranulat ersetzt ein Kilogramm Primärgranulat – und das bei nur halb so viel Energie!



### MRI 'goes social media'

Mit interessanten fachlichen Beiträgen und «Behind the scenes»-Berichten möchten wir Sie einerseits auf unser vielseitiges Angebot in der diagnostischen sowie nuklearmedizinischen Radiologie aufmerksam machen und Sie andererseits in unsere radiologische Welt eintauchen lassen. Über Ihren Besuch auf unserer MRI-LinkedIn-Unternehmensseite freuen wir uns:



<https://www.linkedin.com/company/mri-zuerich/>

## MRI-ÄRZTETEAM

### Fachärzte FMH Radiologie

Dr. med. Cyrille H. Benoit  
Dr. med. Thomas Betschart  
Dr. med. Christopher Beynon  
Dr. med. Thomas P. Bischof  
Prof. Dr. med. Florian M. Buck  
Dr. med. Markus Bürge  
PD Dr. med. Sonja Fierstra  
Dr. med. Bianka Freiwald  
PD Dr. med. Paul R. Hilfiker  
Dr. med. Adrienne Hoffmann  
Dr. med. Roger Hunziker  
Prof. Dr. med. Christian W. A. Pfirrmann  
PD Dr. med. Andrea Roskopf  
PD Dr. med. Thomas Schertler  
PD Dr. med. Marius Schmid  
Dr. med. Tabea Schmid-Rüegger  
Dr. med. Katharina Stooß

### Facharzt FMH Radiologie und kardiologische Radiologie (EBCR)

PD Dr. med. Stephan Baumüller

### Fachärzte FMH Radiologie und Nuklearmedizin

Dr. med. Regina Haldemann Heusler  
Prof. Dr. med. Thomas Hany  
PD Dr. med. Dorothee Hillen  
Dr. med. Daniel T. Schmid  
Dr. med. Jan Soyka

### Fachärzte FMH Radiologie und Neuroradiologie

Prof. Dr. med. Bernhard Schuknecht  
Dr. med. Torsten Straube  
Dr. med. Christian Weisstanner

### Fachärztin FMH Radiologie, Neuroradiologie und pädiatrische Radiologie

Dr. med. Uta Müller Pfister

### Facharzt FMH Radiologie, Neuroradiologie und Nuklearmedizin

PD Dr. med. Félix P. Kuhn

## ANMELDUNG UND BEFUNDE

### MRI Bahnhofplatz

Bahnhofplatz 3  
8001 Zürich

**Telefon** +41 (0)44 225 20 90

**Fax** +41 (0)44 211 87 54

**E-Mail** anmeldung.mribhp@hin.ch

### MRI Bethanien

Toblerstrasse 51  
8044 Zürich

+41 (0)44 257 20 90

+41 (0)44 251 69 11

anmeldung.mribth@hin.ch

### MRI Stadelhofen

Goethestrasse 18  
8001 Zürich

+41 (0)44 226 20 90

+41 (0)44 226 20 50

anmeldung.mristh@hin.ch

### MRI Schulthess Klinik

Lengghalde 2  
8008 Zürich

+41 (0)44 542 20 90

+41 (0)44 542 20 50

anmeldung.mrishk@hin.ch

### Website MRI Institute

[www.mri-roentgen.ch](http://www.mri-roentgen.ch)

