

Pneumologie 2020 · 17:59–64

<https://doi.org/10.1007/s10405-019-00297-2>

Online publiziert: 14. Januar 2020

© Springer Medizin Verlag GmbH, ein Teil von Springer Nature 2020

Redaktion

M. Rolke, Aschaffenburg

B. Jany, Würzburg

M. Wenzel^{1,2} · F. K. H. Chun¹ · O. Hinz² · B. Abdel-Karim²¹ Klinik für Urologie, Universitätsklinikum Frankfurt, Frankfurt, Deutschland² Fachbereich Wirtschaftswissenschaften, Abteilung Wirtschaftsinformatik, Universität Frankfurt, Frankfurt, Deutschland

Möglichkeiten einer automatisierten Auswertung der Thorax-Röntgenaufnahme durch künstliche Intelligenz für Klinik und Praxis

Hintergrund und Fragestellung

Lungenerkrankungen stellen eine häufige Todesursache dar. In der westlichen Welt sind bis zu 10 % der Todesursachen auf Lungenerkrankungen zurückzuführen [8]. Aufgrund der häufigen Morbidität sowie Mortalität steht die Prävention, Diagnostik sowie die adäquate Behandlung im Zentrum der modernen Medizin, auch hinsichtlich des demographischen Wandels und den hiermit global einhergehenden zunehmenden Ökonomisierungsproblematiken [4–13, 15–25].

Neben basisdiagnostischen Maßnahmen wie Anamnese, körperlicher Untersuchung sowie der Bestimmung von laborchemischen Parametern stellen radiologische Untersuchungen Kerndiagnostika der verschiedenen Differenzialdiagnosen von Lungenerkrankungen dar [2].

Überragenden Stellenwert aufgrund der einfachen Handhabung, diagnostischen Aussagekraft, der schnellen örtlichen Verfügbarkeit und der ökonomischen Parameter und Rationale ist hier die Bildgebung mittels Thorax-Röntgenaufnahme. Hierbei besteht zudem auch ein Vorteil im Vergleich invasiverer pneumologischer Verfahren wie der Bronchoskopie, dem endobronchialen Ultraschall oder der bronchoalveolären Lavage [9].

Mehr als 50 % aller Röntgenaufnahmen werden in der modernen Medizin zur Diagnostik des Thorax eingesetzt [3]. Aber nicht nur das Röntgenbild des Thorax ist für einige initiale diagnostische Verfahren weiterhin der Goldstandard. Auch in vielen anderen Fachbereichen wie der Urologie oder Unfallchirurgie wird ein klassisches Röntgenbild tagtäglich durchgeführt [31].

Die durchgeführte Thorax-Röntgenaufnahme kann insgesamt anhand von klar definierten Kriterien wegweisend zur Diagnosestellung von Lungen-, anderen Weichteil- oder knöchernen Erkrankungen beitragen. Die Befundung eines Thorax-Röntgenbilds fällt im medizinischen Alltag (noch) in das Aufgabengebiet eines Radiologen [3, 36]. Neben den Radiologen beschäftigen sich außerdem aktiv behandelnde Abteilungen wie die Pneumologie im Alltag der Klinik und Praxis mit der Befundung des Thorax-Röntgenbilds.

Aufgrund der Erschließung neuer Forschungsfelder und der Verfügbarkeit von entsprechender digitaler Rechnerleistung gibt es in der Medizin vermehrt Forschungsansätze, repetitive interdisziplinäre Fragestellungen und Tätigkeiten durch den Einsatz von telemedizinischen Anwendungen sowie vor allem in der Radiologie durch die Hilfe einer sog. künstlichen Intelligenz (KI) durchführen zu lassen [19].

Dieser Artikel soll dazu beitragen, den aktuellen Stand der Forschung sowie den Stellenwert der KI in Klinik und Praxis bezüglich einer automatisierten Auswertung von Thorax-Röntgenaufnahmen darzulegen.

Wie arbeiten KI-Programme?

Künstliche Intelligenz (KI) ist ein Sammelbegriff (Synonym: maschinelles Lernen) und kann als die Wissenschaft verstanden werden, die sich mit intelligenten Systemen befasst. Hierbei wird die Entwicklung und Erforschung computergestützter Algorithmen, die lernen können und damit ihre Leistungsfähigkeit verbessern, forciert [12, 13, 15–20]. In den letzten 70 Jahren hat die Forschungsdisziplin der KI verschiedene Forschungsmethoden und -richtungen entwickelt. Hintergrund sind die zahlreichen Anwendungsgebiete, weshalb eine Vielzahl von Algorithmen der KI entwickelt werden, um verschiedene Problemtypen abzudecken, die bei der Formalisierung von Problemen aus der realen Welt behilflich sein können [12, 13, 15–33]. Damit werten KI-basierte Programme bestimmte Fragestellungen hinsichtlich ihres primär „erlernten“ programmierten Algorithmus aus und erkennen anhand der zugrundegelegten Daten einzelne Muster aus den jeweiligen Datensätzen. Anhand dieser Muster

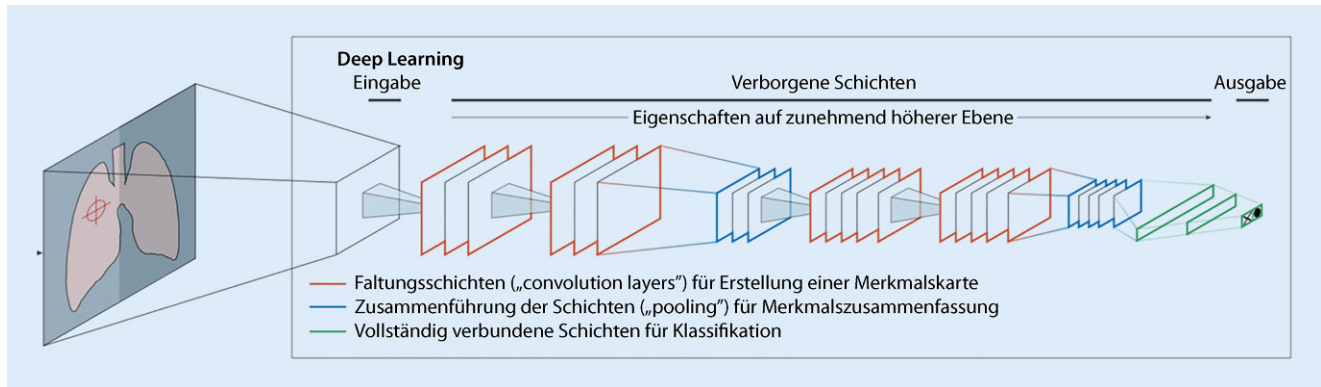


Abb. 1 ▲ Convolutional Neural Networks (CNNs). Verarbeitungsschritte im neuronalen Netzwerk, um aus dem Thorax-Röntgenbild markante Eigenschaften zu identifizieren und die Aufnahme entsprechend zu klassieren. (Aus [11])

„lernen“ die Programme, Antworten bzw. Entscheidungen hinsichtlich einer Fragestellung zu treffen. Wobei hier der Begriff des „Lernens“ etwas irreführend sein kann. Genaugenommen handelt es sich hierbei um die Anpassung der jeweiligen Modellparameter entsprechend eines Gütekriteriums auf Basis des vorhandenen Datensatzes. Umso mehr Daten der KI entsprechend zur Verfügung gestellt werden, umso differenziertere und verlässlichere Aussagen können in der Folge generiert werden [23].

» Global standardisierte Röntgenaufnahmen bieten eine millionenfache Lerndatengrundlage

Das Thorax-Röntgenbild stellt für mögliche KI-basierte Befunde eine optimale Grundlage dar. Aufgrund der Vielzahl der täglich durchgeführten Thorax-Röntgenaufnahmen sowie der global standardisierten Aufnahmetechnik kann sich theoretisch einer millionenfachen Lerndatengrundlage bedient werden.

Im Zuge der Bildklassifikation werden in der Regel Modelle aus dem Bereich der künstlichen neuronalen Netze (KNN) eingesetzt [1, 17, 22]. Das Netzwerk hat dabei in einer a priori Lern- und Testphase die relevanten Eigenschaften verschiedener Thorax-Röntgenkategorien erlernt, analog zu dem Lernprozess von KNN im Allgemeinen. Der nächste Arbeitsschritt im

Netzwerk ist das sog. Pooling. In dieser zweiten Stufe werden die identifizierten Merkmalsinformationen aus der vorherigen Faltungsschicht reduziert, was zu einer Reduzierung der Informationskomplexität führt und wodurch die Netzwerkarchitektur verkleinert wird [17]. Abschließend liefert das CNN das Ergebnis der jeweiligen Aufnahme in Form einer Klassifikation und entsprechender Wahrscheinlichkeit aus der Anzahl möglicher Thorax-Röntgenklassen, die zuvor gelernt wurden (Abb. 1).

Neuere Forschungen zeigen eine drastische Zunahme des Interesses am Modell der KI im Entscheidungsprozess für den medizinischen Kontext. Allerdings ist angesichts einer detaillierten Betrachtung der aktuellen uneinheitlichen Forschungsergebnisse von unreflektierter Euphorie abzuraten, da die Thorax-Röntgenklassifikation keine triviale Aufgabe für ein reines KI-basiertes System ist. Teilweise sind die Modellergebnisse entlang verschiedener Krankheiten mit hohen Varianzen und damit mit Unsicherheit behaftet. Eine mögliche Erklärung für die aktuellen Forschungsergebnisse ist der hohe technische Aufwand. Die Implementierung und das Training dieser KI-basierten Systeme erfordern leistungsstarke Computersysteme. Zudem muss der Anwender über die entsprechende Expertise verfügen. Aktuelle CNNs haben Millionen von Freiheitsgraden, die durch entsprechende Parameteranpassung gemeistert werden müssen. Ebenso bedarf das Training dieser Systeme entsprechender Datensätze mit zehntausenden

von qualitativ hochwertigen Aufnahmen. Frei zugängliche Datenbanken sind bisher mit entsprechender Datenqualität nur eingeschränkt vorhanden (z. B. ChestXray-NIHCC-Datenbank), was die Realisierung zunehmend erschwert. Das wiederum geht mit einem entsprechenden Zeitaufwand aufgrund der benötigten Rechenzeit und verbundenen Kosten einher [37].

Aktuelle Bedeutung der KI in der Medizin

In vielen Fachbereichen gibt es bereits Bestrebungen, an relevante Fragestellungen mithilfe von KI-basierter Methodik heranzugehen. So stellten beispielsweise von Klot et al. im Jahr 2019 die Hypothese auf, dass die KI-Methodik dem behandelnden Arzt im Zeitalter der individualisierten Medizin vor allen in hochkomplexen Entscheidungsbereichen wie der Onkologie eine Hilfe zur Optimierung möglicher Therapieschemata sein kann [14].

Der Einsatz der KI im medizinischen Alltag wird unter dem neologistischen Begriff „Radiomics“ zusammengefasst. Gegenstand der aktuellsten Forschung ist vor allem die onkologische Radiologie mit Schnittfeldern zur Pathologie und der Genetik [10].

Bezüglich der aktuell weiterhin bestehenden hohen Inzidenz und Mortalität gibt es aktuell vermehrt Forschungsbestrebungen auch die Lungenkarzinomdiagnostik durch KI auswerten zu lassen, um in Zukunft eine individualisier-

te Medizin für jeden einzelnen Patienten möglich machen zu können.

Hinsichtlich einer klinisch relevanten KI-basierten Befundung von Lungenerkrankungen im Thorax-Röntgenbild gibt es bereits eine Vielzahl erster vielversprechender Publikationen und Anwendung: So zeigten Schillham et al. 2006 als eine der ersten Arbeitsgruppen, dass KI-basierte Auswertungen von Röntgenbildern der Lungen mit speziellen Fragestellungen möglich sind [12]. Damals unterlag ein KI-basierter Algorithmus allerdings noch den Detektionsraten von Radiologen. Der hier verwendete KI-Algorithmus entdeckte lediglich 50 % aller suspekter Lungenrundherde im Vergleich zu einer 70 %igen Detektionsrate durch Radiologen. Allerdings hat sich in den vergangenen Jahren im Bereich der technischen Entwicklung einiges getan und die Qualität der KI-basierten Befundungen hat sich enorm gesteigert und somit hinsichtlich guter Detektionsraten aufgeholt [7]. So zeigte unter anderem eine 2018 publizierte Arbeit von Taylor et al., dass die KI-basierte Diagnostik eines Pneumothorax bereits durch den hierbei verwendeten Algorithmus eine Sensitivität von 0,84 (95 %-Konfidenzintervall [KI] 0,78–0,90) zu einer Spezifität von 0,90 (95 %-KI 0,89–0,92) aufweisen kann [34]. Weitere Arbeiten auf dem Gebiet der automatisierten Erkennung von Tuberkulose zeigten 2018 beispielsweise bereits herausragende Ergebnisse mit einer „area under curve“ von 0,99 [35].

Das hierbei augenscheinliche Problem bei der automatisierten Erkennung von Erkrankungen durch eine KI-basierte Software und einen Algorithmus bleibt in den eben beschriebenen Daten und Publikationen bislang die Fokussierung und ausschließliche Anwendbarkeit auf eine einzelne Lungenerkrankung.

Limitationen und Herausforderung der KI

Für die Auswertung von relevanten radiologischen Fragestellungen durch KI bedarf es zweier grundlegender Anforderungen: Es muss eine große Anzahl an vorbefundetem Bildmaterial zur Anlernung der KI geben und es werden große kapazitive Rechnerleistung der

Pneumologie 2020 · 17:59–64 <https://doi.org/10.1007/s10405-019-00297-2>
© Springer Medizin Verlag GmbH, ein Teil von Springer Nature 2020

M. Wenzel · F. K. H. Chun · O. Hinz · B. Abdel-Karim

Möglichkeiten einer automatisierten Auswertung der Thorax-Röntgenaufnahme durch künstliche Intelligenz für Klinik und Praxis

Zusammenfassung

Aufgrund der hohen Morbidität sowie Mortalität von Lungenerkrankungen steht die Prävention, Diagnostik und die adäquate Behandlung im Zentrum der modernen Medizin. Die Bildgebung mittels Thorax-Röntgenaufnahme ist hierbei Goldstandard. Die automatisierte Auswertung von Thorax-Röntgenaufnahmen könnte eine optimale Grundlage für die Auswertung mittels künstlicher Intelligenz (KI) darstellen. Allerdings ist die Thorax-Röntgenklassifikation keine triviale Aufgabe für ein reines KI-basiertes System. Die Implementierung und das Training dieser KI-basierten Systeme

erfordern leistungsstarke Computersysteme. Zudem muss der Anwender über die entsprechende Expertise verfügen. Dieser Artikel stellt dar, wie KI-Programme arbeiten, welche Bedeutung KI-Systeme in der Medizin aktuell haben und welche Limitationen, Herausforderungen, aber auch Möglichkeiten sich dadurch ergeben.

Schlüsselwörter

KI · Thorax-Radiographie · Röntgen Thorax · Automatisierte Evaluation · Algorithmen · Tiefes Lernen

Potential of automated evaluation of chest X-rays by artificial intelligence for clinic and practice

Abstract

Due to the high morbidity and mortality of lung diseases the focus of modern medicine is on the prevention, diagnostics and adequate treatment. Imaging using chest X-rays is the gold standard for this. The automated evaluation of chest X-ray images could represent an optimal foundation for the evaluation using artificial intelligence (AI); however, chest X-ray classification is not a trivial task for a purely AI-based system. The implementation and training of these AI-based systems require high-performance

computer systems. In addition, the user must have the appropriate expertise. This article describes how AI programs work, what importance AI systems currently have in medicine and the resulting limitations, challenges and possibilities.

Keywords

AI · Thoracic radiography · Chest x ray · Algorithms · Automated evaluation · Deep learning

Computer benötigt, um sich relevante Fragestellungen anzueignen und auswerten zu können. Das Thorax-Röntgenbild bildet hiermit eine optimale Untersuchungstechnik, um KI anwenden zu können. Hiervon stehen weltweit Millionen Bildaufnahmen in standardisierter Aufnahmetechnik zur Verfügung und das zweidimensionale Bildformat benötigt im Vergleich zu dreidimensionalen Bildern, wie beispielsweise bei der Computertomographie (CT) oder Magnetresonanztomographie, weniger Rechnerleistung.

Limitiert werden Auswertungen der KI (noch) durch zwingend notwendige Sicherheitsmechanismen in der routinemäßigen klinischen Anwendung, welche

etwaige Diagnosen der KI nochmals hinterfragen, sodass keine Therapie- oder Interventionsentscheidung allein auf Grundlage der KI-Befundung getroffen werden. Hierdurch wird vor allem das Problem der Verantwortungsbereiche augenscheinlich: Entscheidungen in der Medizin werden aktuell anhand der Einschätzung von ausgebildeten Ärzten getroffen, welche ihre Entscheidung auf Grundlage ihrer Erfahrung, der Beurteilung des Zustands eines Patienten, seiner klinischen Symptomatik und im Kontext der zu beleuchtenden Fragestellung treffen. Ausgehend hiervon kann ein Arzt klare und zu rechtfertigende, bindende Handlungs- und Therapieempfehlungen abgeben. Eine automatisierte Auswer-

tung mittels KI hat beispielsweise solche klinischen Symptomaten nicht als Informationsgrundlage. Entsprechend könnte es durch die reine Anwendung von KI in der Bildauswertung des Thorax-Röntgenbilds ggf. zu Überdiagnosen oder zu einer Übertherapie von Patienten kommen [18]. Weiterhin ist es aktuell nicht geregelt, wer im Fall einer Fehldiagnose oder Fehlbehandlung rechtlich verantwortlich ist.

» Der automatisierten Auswertung mittels KI fehlen klinische Symptome als Informationsgrundlage

Hosny et al. formulierten bereits die Hypothese, dass die KI in Zukunft nicht nur bei komplexen Fragestellungen eine Hilfe sein kann, sondern dass Menschen und besonders Ärzte durch die Herangehensweise der Lösungsfindung durch die KI ihre eigenen Fähigkeiten weiter verbessern werden [9].

Abzuwarten bei der automatisierten Auswertung der Thorax-Röntgenaufnahme bleibt, inwieweit die KI-Methodik klinische Informationen zur genauen Befundung eines Röntgenbilds braucht. Bis zum endgültigen Einzug in die automatisierte Auswertung sind entsprechende Übergangssysteme durchaus denkbar, indem beispielsweise Ärzte dem KI-System kurze klinische Instruktionen überlassen, wie beispielsweise die Unterscheidung in Liegend- und Standaufnahmen, Inspirations- oder Expirationsaufnahmen oder Auskultationsbefunde.

Diskussion

Das klassische Röntgenbild hat weiterhin eine herausragende Bedeutung in der alltäglichen akutbehandlungs- und ambulanten Medizin, wenn auch modernere röntgenologische Verfahren wie die CT aufgrund verbesserter Techniken, dreidimensionaler Ansichten sowie abnehmender Strahlenbelastung das zweidimensionale Röntgenbild mehr und mehr ablösen [13].

Eine KI-basierte Auswertung von Thorax-Röntgenaufnahmen ist aktuell ubiquitärer Gegenstand der Forschung. Erste sehr gute Ergebnisse hinsichtlich einzelner Erkrankungen der Lunge sind bereits publiziert worden. Aktuell gibt es noch zu viele unsichere rechtliche Rahmenbedingungen, um eine sichere Patientenversorgung mit solchen Programmen durchführen zu können. Ebenso müssen klare Sicherheitsmechanismen und Fehlervermeidungsstrategien initialisiert werden.

» Eine KI-basierte Auswertung kann bei der Befunderhebung helfen

Ziel muss es in Zukunft sein, nicht einzelne Programme zu haben, welche spezifische Erkrankungen im Thorax-Röntgenbild erkennen, sondern Programme, welche verschiedene Differenzialdiagnosen abwägen und gewichten können und somit zur Befunderhebung beitragen.

Andere komplexere Erkrankungen wie beispielsweise maligne Geschehnisse, welche langwierige und tiefgreifende Auswirkungen auf das Alltagsleben der Patienten haben, bedürfen einer millimetergenauen, dreidimensionalen und hochauflösenden Technologie zur Planung und Nachsorge einer maßgeschneiderten Therapie, wie in der Onkochirurgie, bei Planungen von Bestrahlungs- oder Chemotherapien oder der Detektion von Rezidiven einer malignen Krebserkrankung. Eine standardisierte Anwendung einer KI-Auswertung von dreidimensionalen CT-Bildern ist auf kurze Dauer noch nicht in Sicht.

Fazit

Die Auswertung von Fragestellungen durch die Anwendung von KI in der Medizin ist ein aktuelles Thema mit vielfältigen Möglichkeiten vor allem in der radiologischen Bildauswertung und kann für den behandelnden Arzt eine große Hilfe im klinischen Alltag darstellen. Insbesondere bei Thorax-Röntgenaufnahmen stellt der Einsatz von KI möglicherweise eine sinnvolle und zielgerichtete Hilfe dar. Zu klären

bleiben dennoch rechtliche Aspekte sowie Verantwortungskompetenzen und die Genauigkeiten der Auswertungen [5–13, 16].

Korrespondenzadresse



Dr. med. M. Wenzel, BSc.
Klinik für Urologie,
Universitätsklinikum
Frankfurt
Theodor-Stern-Kai 7,
60590 Frankfurt, Deutschland
Mike.Wenzel@kgu.de

Einhaltung ethischer Richtlinien

Interessenkonflikt. M. Wenzel, F.K.H. Chun, O. Hinz und B. Abdel-Karim geben an, dass kein Interessenkonflikt besteht.

Für diesen Beitrag wurden von den Autoren keine Studien an Menschen oder Tieren durchgeführt. Für die aufgeführten Studien gelten die jeweils dort angegebenen ethischen Richtlinien.

Literatur

Verwendete Literatur

- Chen H et al (2012) Business intelligence and analytics: From big data to big impact. MIS Q 36(4):1165–1188
- Dou Q et al (2016) Automatic detection of cerebral microbleeds from mr images via 3d convolutional neural networks. IEEE Trans Med Imaging 35(2):1182–1195
- Fabre C et al (2018) Radiology residents' skill level in chest x-ray reading. Diagn Interv Imaging. <https://doi.org/10.1016/j.diii.2018.04.007>
- Foo J et al (2016) Continuing to confront COPD international patient survey: Economic impact of COPD in 12 countries. PLoS ONE. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0152618>
- Gillies RJ et al (2016) Radiomics: Images are more than pictures, they are data. Radiology. <https://doi.org/10.1148/radiol.2015151169>
- Grace K et al (2018) When will AI exceed human performance? Evidence from AI experts. J Artif Intell Res 62:729–754
- Hassan DB et al (2013) Automatic detection of lesions in lung regions that are segmented using spatial relations. Clin Imaging. <https://doi.org/10.1016/j.clinimag.2012.07.010>
- Herold G et al (2016) Innere Medizin. Elsevier, Amsterdam
- Hien P et al (2012) Praktische Pneumologie, 2. Aufl. Springer, Heidelberg, Berlin, New York, S 4
- Hoo-Chang L (2016) et al, Interleaved text—image deep mining on a large-scale radiology database for automated image interpretation. J Mach Learn Res 35(5):1285–1298
- Hosny A et al (2018) Artificial intelligence in radiology. Nat Rev Cancer 18(8):500–510

12. Jordan MI et al (2015) Machine learning—trends, perspectives, and prospects. *Science* 349(6245):255–260
13. Karçaaltıncaba M et al (2011) Dual-energy CT revisited with multidetector CT: review of principles and clinical applications. *Diagn Interv Radiol*. <https://doi.org/10.4261/1305-3825.DIR.3860-10.0>
14. Von Klot CJ et al (2019) Artificial intelligence and neural networks in urology. *Urologe A*. <https://doi.org/10.1007/s00120-018-0826-9>
15. Lambin P et al (2012) Radiomics: extracting more information from medical images using advanced feature analysis. *Eur J Cancer*. <https://doi.org/10.1016/j.ejca.2011.11.036>
16. Lambin P et al (2017) Radiomics: The bridge between medical imaging and personalized medicine. *Nat Rev Clin Oncol*. <https://doi.org/10.1038/nrclinonc.2017.141>
17. Lee SJ et al (2018) Image classification based on the boost convolutional neural network. *IEEE Access* 6(3):12755–12768
18. Matthys H et al (2008) *Klinische Pneumologie*, 4. Aufl. Springer, Heidelberg, Berlin, New York, S 30
19. Mayo RCJ et al (2018) Artificial intelligence and deep learning—radiology's next frontier? *Clin Imaging* 49(1):87–88
20. Mjølness E et al (2001) Machine learning for science: State of the art and future prospects. *Science* 293(5537):2051–2055
21. Moeskops P et al (2016) Deep learning for multi-task medical image segmentation in multiple modalities. *Med Image Comput Comput Assist Interv*. https://doi.org/10.1007/978-3-319-46723-8_55
22. Muhammad K et al (2018) Convolutional neural networks based fire detection in surveillance videos. *IEEE Access* 6(3):18174–18182
23. Ramesh AN et al (2004) Artificial intelligence in medicine. *Ann R Coll Surg Engl*. <https://doi.org/10.1308/147870804290>
24. Reicha Y et al (1999) Evaluating machine learning models for engineering problems. *Artif Intell Eng* 13(1):257–272
25. Rosenberg SR et al (2015) Epidemiology of chronic obstructive pulmonary disease: Prevalence, morbidity, mortality, and risk factors. *Semin Respir Crit Care Med* 36(4):457–469
26. Rosenblatt F et al (1958) The perceptron, a probabilistic model for information storage and organization in the brain. *Psychol Rev* 65(6):386–408
27. Roth HR et al (2014) A new 2.5d representation for lymph node detection using random sets of deep convolutional neural network observations. *Med Image Comput Comput Assist Interv* 8673(1):520–527
28. Roth HR et al (2015pp) Deeporgan: Multi-level deep convolutional networks for automated pancreas segmentation. *Med Image Comput Comput Assist Interv* 2015:556–564
29. Russell SJ et al (2016) *Artificial intelligence: A modern approach*. Pearson, London
30. Schillham AM et al (2006) A computer-aided diagnosis system for detection of lung nodules in chest radiographs with an evaluation on a public database. *Med Image Anal*. <https://doi.org/10.1016/j.media.2005.09.003>
31. Schmidrainer G et al (2015) S2e-Leitlinie 012/003: Sprunggelenkfraktur
32. Setio A et al (2016) Pulmonary nodule detection in ct images: False positive reduction using multi-view convolutional networks. *IEEE Trans Med Imaging* 35(5):1160–1169
33. Shafique U et al (2014) A comparative study of data mining process models (kdd, crisp-dm and semma). *Int J Innov Sci Res* 12(1):217–222
34. Taylor AG, Mielke C, Mongan J (2018) Automated detection of moderate and large pneumothorax on frontal chest X-rays using deep convolutional neural networks: A retrospective study. *PLoS Med*. <https://doi.org/10.1371/journal.pmed.1002697>
35. Vajda S, Karargyris A, Jaeger S (2018) Feature selection for automatic tuberculosis screening in frontal chest radiographs. *J Med Syst*. <https://doi.org/10.1007/s10916-018-0991-9>
36. Vogl T et al (2011) *Diagnostische und Interventionelle Radiologie*. Springer, Heidelberg, Berlin, New York, S 489
37. Wang X et al (2017) Chestx-ray8: Hospital-scale chest x-ray database and benchmarks on weakly-supervised classification and localization of common thorax diseases. *IEEE CVPR* 27(9):2097–2106

Weiterführende Literatur

38. Chen B et al (2017) Development and clinical application of radiomics in lung cancer. *Radiat Oncol*. <https://doi.org/10.1186/s13014-017-0885-x>
39. Esteve A et al (2017) Dermatologist-level classification of skin cancer with deep neural networks. *Nature*. <https://doi.org/10.1038/nature21056>
40. Wayne G et al (2011) Canny minds and uncanny questions. *Science* 333(6047):1223–1224
41. Yann L et al (2015) Deep learning. *Nature* 521(1):436–444
42. Yip SS et al (2016) Applications and limitations of radiomics. *Phys Med Biol*. <https://doi.org/10.1088/0031-9155/61/13/R150>

Balzan-Preis 2019

Der **Balzan-Preis der Internationalen Balzan Stiftung in der Kategorie Naturwissenschaften**, eine der höchst dotierten Auszeichnungen im Bereich der Forschung, wurde im Jahr 2019 verliehen an:

Prof. Dr. med. Klaus Rabe (Großhansdorf), Professor Dr. med. Tobias Welte (Hannover), Professor Dr. med. Werner Seeger (Gießen), Professor Dr. med. Erika von Mutius (München)

Die 4 renommierten Wissenschaftler wurden für ihre Forschung zur „**Pathophysiologie der Atmung: von der Grundlagenforschung zum Krankenbett**“ ausgezeichnet. „Als Team haben die Forscher Resultate innovativer Forschung zu neuen Therapien und Verbesserungen der Lebensqualität der Patienten gebracht, sowie mit ihrem Deutschen Zentrum für Lungenforschung neue Begeisterung und Ausbildungspfade für nächste Generationen von Wissenschaftlern geschaffen.“ Das Preisgeld von insgesamt 750.000 Schweizer Franken soll zur Hälfte in Forschungsprojekte investiert werden, an denen vorzugsweise junge Wissenschaftler beteiligt sind.

Die Preisverleihung fand durch Nationalratspräsidentin Marina Carobbio am **15. November 2019** im Bundeshaus Bern statt.

Die Internationale Balzan Stiftung entstand im Jahre 1957 mit dem Zweck, weltweit die Kultur und Wissenschaften sowie verdienstvolle Initiativen für den Frieden und die Brüderlichkeit unter den Völkern zu fördern. Die Stiftung vergibt die Balzan-Preise jährlich in vier Fachgebieten (Geistes- und Sozialwissenschaften, Kunst, Physik, Mathematik, Naturwissenschaften und Medizin), die von Jahr zu Jahr wechseln. Der Preis ehrt Forscher, die sich in ihrem Tätigkeitsbereich auf internationaler Ebene besonders hervorgetan haben.

Quelle: Internationale Stiftung Balzan Preis

Hier steht eine Anzeige.

