

Digitalisierung im Strahlenschutz – Strahlenschutz 4.0

AUTORINNEN und AUTOREN

Frank Becker Mario Kügow
Jörg Eckelmann Olena Laugs
Martina Froning Oliver Meisenberg
Peter Hill Uwe Oeh
Jette Jethon Joel Piechotka
Peter Juretzka Jan-Willem Vahlbruch

Thomas Kormoll

DANK

Die Schriftleitung dankt **Peter Hill** für die Einwerbung und für die Betreuung der Autorinnen und Autoren.

ZUSAMMENFASSUNG

Digitalisierung im Strahlenschutz ist recht vielfältig.

Digitalisierung führt zu neuen Möglichkeiten in der Messtechnik, ebenso wie maschinelles Lernen in der Datenauswertung und Interpretation. Simulationsrechnungen sind Bestandteil von Unterlagen für Genehmigungsverfahren, aber auch erforderlich bei mathematischen Kalibrierungen. Datenbanken ermöglichen nicht nur die Speicherung von Daten, sondern bieten heute auch Schnittstellen zur elektronischen Kommunikation mit Behörden, Strahlenschutzregistern und anderem. Die Nutzung von Dokumentenmanagementsystemen hat zugenommen. Die Kommunikation hat sich durch Videokonferenzen verändert und so auch den Ablauf von Begutachtungsprozessen beeinflusst. Der Digitalisierung gehört auch im Strahlenschutz die Zukunft.

SUMMARY

Digitalization in Radiation Protection – Radiation Protection 4.0

Digitalization in radiation protection is quite diverse.

Digitalization leads to new possibilities in measurement technology, as well as machine learning in data evaluation and interpretation. Simulation calculations are part of the documentation for licensing procedures, but also

Strahlenschutz 4.0

Dieser Schwerpunkt beschreibt die Auswirkungen der Digitalisierung auf den Strahlenschutz. Ein weites Feld, das anhand der einzelnen Beiträge zu verschiedenen Aspekten letztlich doch nur exemplarisch dargestellt werden kann.

Der Schwerpunkt knüpft an Themen früherer Ausgaben der StrahlenschutzPRAXIS an. Dies sind unter anderem zweimal "EDV im Strahlenschutz" (2/1998, 4/2008) und "Monte-Carlo-Rechnungen" (3/2015). Hinzu kommen die Auswirkungen der Digitalisierung auf die Messtechnik sowie Methoden maschinellen Lernens. Daneben sind in den letzten Heften schon immer wieder mal Fachbeiträge erschienen, die auch in diesen Schwerpunkt gut gepasst hätten.

Es zeigt sich, dass die Digitalisierung im Strahlenschutz über viele Jahre, ja inzwischen eigentlich schon Jahrzehnte hinweg stetig an Bedeutung gewonnen hat und gängige wie auch neue Anwendungen inzwischen hoch entwickelt und gut in den Arbeitsalltag integriert sind. Die Leserinnen und Leser werden feststellen, dass vieles aus der eigenen Praxis heraus bereits vertraut und selbstverständlich geworden ist. Thematisch berühren die Beiträge direkt oder indirekt das Arbeitsfeld vieler Arbeitskreise des Fachverbandes für Strahlenschutz (AKA, AKD, AKE, AKI, [AKMed, AKN,] AKP, AKR, AKU).

Peter Hill

required for mathematical calibrations. Databases not only enable the storage of data, but today also provide interfaces for electronic communication with authorities, radiation protection registers and others. The use of document management

systems has increased. Communication has changed through videoconferencing, thus also influencing the course of assessment processes. Digitization is part of the future in radiation protection.



Strahlenschutz 4.0 - zwischen Routine und Herausforderung

Die Digitalisierung schreitet in allen Bereichen unseres Lebens voran. Vieles ist uns schon selbstverständlich geworden. Zum Teil ganz schnell. Auch im Strahlenschutz. So wurden in Zeiten von Corona digitale Formate der Kommunikation gang und gäbe. Digitales Publizieren — ganz normal. Datenbanken — gab's da mal was anderes? Arbeitsabläufe — zunehmend digital organisiert. Ein modernisiertes Strahlenschutzrecht passt sich der Digitalisierung an. Doch neben der bereits eingespielten Routine gibt es auch Herausforderungen.

Wo liegen die Herausforderungen für den Strahlenschutz?

Dazu zählen sicherlich Anwendungen aus der Künstlichen Intelligenz (KI). Gerade in der Medizin sind damit tiefgehende ethische Fragen verbunden. An der Grenze des technisch Möglichen bewegen sich Simulationsrechnungen komplexer Systeme, aber auch Simulationsrechnungen in Echtzeit. Beides ist an Rechenkapazitäten und schnelle EDV-Plattformen gebunden. Hier lässt die technische Weiterentwicklung noch einiges erwarten. Neue Möglich-

Methoden künstlicher Intelligenz keiten, die die Digitalisierung von Messgeräten mit sich bringen, erfordern besonders schnelle Elektronik und die Bewältigung sehr großer Datenmengen. Auch hier wird die Datenanalyse wohl nicht

um die Nutzung von Methoden der künstlichen Intelligenz herumkommen

Digitalisierung stets ein Thema

Ein Blick in die Ausgaben der StrahlenschutzPRAXIS der vergangenen Jahre zeigt einen steten Fluss von Beiträgen, die Themen der Digitalisierung im Strahlenschutz darstellen oder berühren. Die einzelnen Beiträge in diesem Heft 4/2022 decken nicht alles ab, was Digitalisierung im Strahlenschutz

heute bedeutet. Das wäre in der vollen Breite des Themengebietes auch gar nicht möglich. Die Beiträge in diesem Heft sind im größeren Zusammenhang zu sehen, im Zusammenhang mit Artikeln, die bereits erschienen sind, im Zusammenhang auch mit den Artikeln, die in Zukunft noch erscheinen werden. Hingewiesen sei noch auf das Sitzungsgeschehen bei den Arbeitskreisen, wo neue Entwicklungen in der Digitalisierung frühzeitig zur Sprache kommen.

Einladung

Sind Sie schon dabei? Ein passender FS-Arbeitskreis lässt sich finden!

Nicht alle Themen, die für den Schwerpunkt vorgeschlagen wurden, fanden Niederschlag in der Zusammenstellung der Einzelbeiträge. Das ein oder andere soll in diesem einführenden Text wenigstens kurz angerissen werden.

Administrativer Strahlenschutz

Im administrativen Strahlenschutz bringt die Digitalisierung viele Erleichterungen und unterstützt die Optimierung von Arbeitsabläufen. Ein wirklich papierfreies Büro wird wohl nicht möglich sein, da auch bei Strom- und Netzwerkausfällen eine rechtssichere Durchführung des Strahlenschutzes gewährleistet sein muss.

Dokumenten-Managementsysteme

Bei der Nutzung von Dokumenten-Managementsystemen werden Dokumen-

te in einer speziellen Datenbank hinterlegt. Damit ist sichergestellt, dass verschiedene Bearbeiter dieselbe Dokumentenversion zur Verfügung haben. Umfangreiche Dokumentationen aus vielen Einzeldoku-

Gut organisierte Arbeitsabläufe

menten lassen sich effizient verwalten. Dies können Genehmigungsunterlagen, Untersuchungsbefunde, Messprotokolle, Arbeitsanweisungen und anderes sein. Qualitäts-Managementsysteme sind oft mit der Nutzung von Dokumenten-Managementsystemen verbunden (FZI, KIT, ...).

Formularmanagement

Auch der Strahlenschutz kommt nicht ohne eine Vielzahl von Formularen aus. Diese können durchaus im Intranet zur Verfügung gestellt und ausgefüllt werden. In der elektronischen Version ist es möglich, Inhalte zu steuern. Teile der Formulare werden erst dann sichtbar, wenn sich aus den bisherigen Eingaben ergibt, dass sie relevant sind. Die Formulare können elektronisch weitergeleitet und weiterbearbeitet werden.

Datenbanken

Strahlenschutz-Informationssysteme sind für die Verwaltung und Speiche-

rung von Daten hilfreich, auch über die reine Dosisdokumentation hinaus. Einige Anwender benutzen eigene Software, es sind aber auch kommerzielle Produkte im Markt. Hilf-

Webschnittstellen für Datenbanken

reich ist es, wenn Strahlenschutzbeauftragte direkt auf gespeicherte Daten zugreifen können. Sinnvoll ist dazu die Ankopplung der Datenbanken über



Webschnittstellen, die Abfragemasken zur Verfügung stellen. Bei manchen Produkten ist die Übernahme der Dosisinformation von der Lesestation elektronischer Personendosimeter möglich.

Unterweisungen

Die Strahlenschutzverordnung regelt in § 63 die Unterweisung von tätig werdenden Personen durch den Strahlenschutzbeauftragten und deren Inhalt. Im Grundsatz hat die Unterweisung mündlich zu erfolgen. Die zuständige Behörde kann zulassen, dass zur Unterweisung audiovisuelle Medien oder E-Learning-Angebote genutzt werden. Dann sind aber eine Erfolgskontrolle und die Möglichkeit zu Nachfragen zu gewährleisten. Dadurch kann es erleichtert werden, die Unterweisung in einer für den Unterwiesenen verständlichen Form und Sprache durchzuführen.

Digitales Publizieren

Digitalisiertes Publizieren ist Routine. Keine Tagung mehr ohne Hochladen von Kurzfassungen und Vollversionen der Beiträge im Internet. Konferenzbände in digitaler Form sind Standard. Der Fachverband druckt seine Tagungsbände nur noch in Einzelexemplaren auf Vorbestellung. Verlage nutzen digitale Produktionsabläufe. Veröffentlichungen werden im Internet verfügbar gemacht.

StrahlenschutzPRAXIS

Für die Herstellung der Strahlenschutz-PRAXIS werden digitale Produktionsabläufe genutzt. Wichtiger Bestandteil

Strahlenschutz-PRAXIS digital produziert ist das Redaktionstool, eine Datenbank des Verlages, die er den Redaktionen der von ihm verlegten Zeitschriften zur Verfügung stellt. Darin werden Textbeiträge in den verschiedenen

Stadien der Bearbeitung gespeichert. Auch wann ein Beitrag an den Lektor und in den Satz gegeben wurde, ist erkennbar. Die StrahlenschutzPRAXIS strebt an, die Beiträge künftig verstärkt online zugänglich zu machen. Eine entsprechende Webseite bereitet der Verlag vor.

Online-Repositorien

Repositorien sind Orte für die geordnete Lagerung von Dokumenten. Im Englischen steht der Begriff umgangssprachlich für die Speicherung in EDV und Internet. Online werden sie genutzt, um Publikationen, auch aus dem "Graubereich" (Abschlussarbeiten, Forschungsberichte etc.), der Öffentlichkeit zugänglich zu machen. Ein bekanntes Beispiel ist DORIS [1] des BfS, in dem Abschlussberichte der Umweltforschungsvorhaben und andere Berichte des BfS zu finden sind.

Auch der Fachverband für Strahlenschutz hat Publikationen im Web verfügbar gemacht [2].

Weitere Veröffentlichungen mit Strahlenschutzrelevanz sind auf www.re searchgate.com in einer Datenbank enthalten und dort auch über Suchmaschinen auffindbar.

Viele Verlage bieten den Zugriff auf die Inhalte ihrer Fachzeitschriften im Internet. Manches "open source", oft aber mit Einschränkung auf (auch institutionelle) Abonnenten oder gegen Bezahlung.

Digitalisierung in der Medizin

Die Digitalisierung in der Medizin berührt viele Bereiche von der Dokumentation der Behandlungen bis hin zum Einsatz von Robotiksystemen und Fern-OP. Beim Strahlenschutz in der Medizin geht es außer der administrativen digitalen Unterstützung stets auch um die Vermeidung und Reduzierung von Dosen.

Dazu tragen Simulationsrechnungen bei. Das können beispielsweise die Optimierung von Abschirmungen an medizinischen Beschleunigern oder die Optimierung der Trageposition von Fingerdosimetern sein.

Die Optimierung bildgebender Systeme kann zur Reduzierung von Do-

sen beim Patienten führen. Wohlgemerkt für die einzelne Untersuchung.

Dem wirkt entgegen, dass bessere diagnostische Methoden in der Regel zur Erhöhung der Untersuchungszahl führen, sodass der Einfluss auf die durchschnittliche Patientendosis weniger

Optimierung bildgebender Systeme

prägnant ist [3]. Ein wesentlicher Teil der medizinischen Bevölkerungsdosis stammt aus der Computertomografie [4].

Die künftig vermehrte Nutzung von Methoden der Künstlichen Intelligenz in der Medizin wirft berufliche, ethische und soziale Fragen auf.

Ethik in der Digitalisierung

In der Praxis bedeutet Ethik in der Digitalisierung, Datenschutzregelungen zu folgen und für die IT-Sicherheit zu sorgen.

Datenschutz

Personenbezogene Daten sind ein hohes zu schützendes Gut.

Grundsätze sind dabei

- Zweckgebundenheit,
- Freiwilligkeit,
- Informiertheit und
- Widerrufbarkeit.

Die Freiwilligkeit kann durch rechtliche Regelungen eingeschränkt sein. So müssen zwingend bestimmte Daten beruflich strahlenexponierter Personen an das Strahlenschutzregister übermittelt werden und werden dort in einer Datenbank gespeichert.

Betroffene haben ein Auskunftsrecht über die über sie gespeicherten Daten. Im Vorfeld dienen dazu auch Einverständniserklärungen und

Datenschutzerklärungen. Bei der Sammlung der Daten gilt das Gebot der Datenminimierung. Nur das, was zur Erfüllung des Zweckes notwendig ist, soll und darf gespeichert

Verschwiegenheit ist Trumpf

werden. Bei der Aktenvernichtung sind besondere Vorschriften zu beachten.



Personen, die mit personenbezogenen Daten umgehen, müssen vom zuständigen Datenschutzbeauftragten belehrt werden und eine Verschwiegenheitserklärung unterzeichnen.

IT-Sicherheit

Rechnersysteme müssen gegen Datenverlust und unerlaubte Zugriffe geschützt werden. Sensitive Daten können auch betriebliche Informationen, Ergebnisse von Simulationsrechnungen, unveröffentlichte Forschungsdaten und anderes sein.

Sichere Passwörter, Bildschirmsperre bei Verlassen des Büros, regelmäßige Datensicherungen, die Nutzung von Antivirensoftware und Firewalls sind der Mindeststandard.

Achtsamkeit erfordern Versuche, über E-Mails den Nutzer zu veranlassen, sensitive Informationen preiszugeben oder Schadsoftware herunterzuladen, "vergessene" USB-Sticks, die Neugier wecken, aber Schadsoftware enthalten. Diese Art von Angriffen ist dem "social Engineering" zuzuordnen.

Eine besondere Herausforderung für die IT-Betreuer stellen neben Angriffen mit Verschlüsselungstrojanern auch Versuche von Hackern dar, Rechensysteme komplett zu "übernehmen".

Forschungsprojekt ELSA-AID

In einem Verbundprojekt [5] untersuchen mit Fördermitteln des BMBF Wissenschaftler der RWTH Aachen und der Fraunhofer-Gesellschaft u. a. ethische Aspekte in der Anwendung künstlicher Intelligenz in der Medizin. Unterstützt wird das Projekt von der Deutschen Röntgen-Gesellschaft. Ein Blick über den Zaun – gewiss. Doch werden ähnliche Problemstellungen auch auf den Strahlenschutz zukommen.

Künstliche Intelligenz (KI) Was ist Künstliche Intelligenz?

Dazu findet sich für interessierte Leser ein umfangreicher Beitrag auf www. wikipedia.de. Gemeinsam ist Systemen der KI die immanente Lernfähigkeit. Landläufig werden Endscheidungsunterstützungssysteme, wie RODOS [6] im Notfallschutz, als "Expertensysteme" angesehen. Regelbasierte Expertensysteme im Sinne der KI sind sie leider nicht. Aber Strahlenschutz 4.0 sind sie schon. Über RODOS wurde übrigens schon mehrfach in der StrahlenschutzPRAXIS berichtet.

KI im Strahlenschutz

RODOS im

Notfallschutz

Wenn also im Strahlenschutz von KI die Rede ist, geht es um maschinelles

Lernen und neuronale Netze. Dazu wird eine entsprechende Software so trainiert, dass ein bestimmter Input einen bestimmten Output erzeugt. Dies kann die richtige Interpretation

komplexer Daten sein. Und fertig ist das "Expertensystem". Bei der Auswertung von Dosimetern kann es darum gehen, wichtige Zusatzinformationen zu erlangen.

Eine Machbarkeitsstudie in diese Richtung [7] errang den Rupprecht-Maushart-Preis 2019. Die TU Dortmund verfolgt den Ansatz weiter.

Inzwischen angekommen ist das Thema KI im Strahlenschutz auch bei den Umweltforschungsvorhaben des BMUV. Entsprechende Projekte sind vorgesehen und werden vom BfS ausgeschrieben.

Onlinekommunikation

Teil der Kommunikation im Strahlenschutz sind Besprechungen, Tref-

fen der Arbeitskreise und Tagungen. Die Coronapandemie hat da zu einer stärkeren Hinwendung zu digitalen Möglichkeiten der Kommunikation geführt.

Besprechungen

Im Grundsatz sind Onlinebesprechungen nichts Neues. Videokonferenzen bieten gegenüber Telefonkonferenzen den Vorteil, dass man während der Besprechung auch Dokumente auf dem Bildschirm teilen kann. Behördliche Einschränkungen während der Pandemie haben längere Zeit Besprechungen in persona unmöglich gemacht. Hinzu kamen betriebliche Einschränkungen

bei der Genehmigung von Dienstreisen.

Der Fachverband hat eine kommerzielle Softwarelösung lizenziert, die sich für die interne Nutzung bei Sitzungen des Direktoriums

Videokonferenz statt Präsenz

bis hin zu Sitzungen der Arbeitskreise bewährt hat.

Elektronische Sitzungen erfordern hohe Konzentration und sind sehr intensiv. Nonverbale Kommunikation ist nicht möglich, so auch nicht das Perzipieren von Stimmungen. Vermisst wurden von vielen die Möglichkeit zum persönlichen Pausengespräch und das abendliche Beisammensein. Beides ist wichtig zum direkten Austausch und auch zur Netzwerkbildung.



Abb. 1: Was sagt das Foto über die Konzentration der Direktoriumsmitglieder aus?





Abb. 2: Auch Charlotte Schütte (MHH) war digital bei der FS-Tagung 2021 in Aachen dabei und erfuhr, dass sie die Siegerin des Rupprecht-Maushart-Preises geworden ist; ausgezeichnet für Ihre Bachelorarbeit [9].

Inzwischen werden die Sitzungen einiger Arbeitskreise hybrid durchgeführt. Bei grundsätzlicher persönlicher Anwesenheit sind weitere Teilnehmer per Videokonferenz zugeschaltet.

Konferenzen und Tagungen

Besprechungen per Videokonferenz gut und schön.

Aber funktioniert das auch bei Konferenzen?

- Die FS-Tagung 2020 wurde jedenfalls um 1 Jahr verschoben.
- Der ÖVS wählte ein Onlineformat.
 Auch die Möglichkeit der elektroni-

schen Stimmabgabe in der Mitgliederversammlung war gegeben.

- Die CONRAD 2021 in München zeigte, wie sich eine internationale Konferenz mit mehreren 100 Teilnehmern online durchführen lässt. Die Gestaltung als Videokonferenz erforderte Anpassungen, doch tat das dem Gelingen der Konferenz keinen Abbruch.
- Die FS-Tagung 2021 in Aachen erfolgte dann im Hybridformat. Die meisten Teilnehmer waren vor Ort, doch wurden einige Vortragende

und weitere Teilnehmer:innen per Videokonferenz zugeschaltet.

Gemeinsames Arbeiten in der Cloud

Von Hochschulen und Forschungseinrichtungen, so auch im Geschäftsbereich Sicherheit und Strahlenschutz des

FZJ, viel genutzt wird "Sciebo" [8], ein von der Universität Münster betriebener nicht kommerzieller Cloud-Speicher. Über Sciebo können sehr große Datensätze ausge-

FS-Tagung 2021 hybrid

tauscht werden. Es ist aber auch möglich, gemeinsam an Dokumenten zu arbeiten. Dazu verfügt Sciebo über ein integriertes Online-Office.

Aktuell teilt die AG Notfallschutz des AKI Dokumente über die Cloud des BfS. Die AG arbeitet gerade an einem "Anforderungskatalog zu Inkorporationsmessungen von Personen bei radiologischen Notfällen".

Schlussbemerkung

Digitalisierung im Strahlenschutz hat eine große Bedeutung erlangt und ist sehr vielfältig. Dies zeigt schon diese Einführung. Der Leser darf sich darüber hinaus in diesem Heft auf interessante Einzelbeiträge freuen.

Peter Hill

Zum Titelbild

Messung und Datenverarbeitung – eine große Aufgabe Gezeigt an "Ptolemäus mit dem Himmelsglobus" von Albrecht Dürer

Dürer zeigt in seinem Holzschnitt von 1504 die Bemühungen von Ptolemäus (100 bis 170), aus seinen Beobachtungen des Sternenhimmels ein konkretes Anschauungsobjekt zu konstruieren den Himmelsglobus. Dieser ist die Darstellung des Sternhimmels auf einer scheinbaren Himmelskugel. Er zeigt die Lage der Fixsterne und der Sternbilder in unverzerrter, aber spiegelbildlicher Lage, weil der Beobachter von außen auf den Globus blickt. Ptolemäus arbeitet daran, aus seinen Beobachtungen und Messungen eine Darstellung zu finden, die sein Weltbild verständlich macht. Vom ptolemäischen Weltbild bis heute war es ein langer Weg, aber die Aufgabe, Messergebnisse zu bewerten und zu verarbeiten ist unverändert geblieben. Auch bei Strahlenschutz 4.0, wie in unserem Schwerpunkt, geht es um diese große Aufgabe allerdings mit unvergleichlich effektiveren "Werkzeugen".

Schriftleitung