

Nuklearmedizinische Klinik

Lehrstuhl für Klinische Nuklearmedizin

Adresse

Ulmenweg 18
91054 Erlangen
Tel.: +49 9131 8533411
Fax: +49 9131 8539262
www.nuklearmedizin.uk-erlangen.de

Direktor

Prof. Dr. med. Torsten Kuwert

Ansprechpartner

Prof. Dr. med. Torsten Kuwert
Tel.: +49 9131 8533411
Fax: +49 9131 8539262
torsten.kuwert@uk-erlangen.de

Forschungsschwerpunkte

- Arbeitsgruppe Imaging and Physics
- molekulare Bildgebung und Radiochemie

Struktur der Klinik

Professuren: 2
Beschäftigte: 45
• Ärzte: 9
• Wissenschaftler: 10
(davon drittmittelfinanziert: 4)
• Promovierende: 9

Klinische Versorgungsschwerpunkte

sämtliche nuklearmedizinische diagnostische oder therapeutische Verfahren

Forschung

Die Forschung in der Nuklearmedizinischen Klinik ist primär methodenzentriert-translatorisch ausgelegt. Entsprechend der dualistischen Struktur nuklearmedizinischer Technologien werden zum einen neue Hard- und Software für bildgebende Systeme zusammen mit Industriepartnern entwickelt, zum anderen in enger Kooperation mit dem Department Chemie und Pharmazie der FAU neue Radiopharmaka.

Arbeitsgruppe Imaging and Physics

PI: Dr.-Ing. P. Ritt

Der Fortschritt der Medizintechnik hat eine Vielzahl von Möglichkeiten entstehen lassen, den menschlichen Körper abzubilden. Stoffwechselfvorgänge sowie die Expression und biologische Aktivität von Proteinen werden mithilfe der nuklearmedizinischen Bildgebung dargestellt. Hierzu wird die Verteilung des Radiotracers, einer radioaktiven Substanz, im Körper gemessen. Dies wird über den Nachweis der Zerfallsprodukte (z. B. Photonen bzw. Gammaquanten, Positronen) erreicht. Die entsprechenden Mo-

dalitäten für dreidimensionale Bildgebung sind SPECT (Single-Photon Emission Computed Tomography) und PET (Positron Emission Tomography). Je nach Zielstruktur des Radiotracers wird die Sicherheit der Diagnose verbessert, wenn PET und SPECT mit anatomischer Bildgebung (MRT, CT) in einem Gerät kombiniert werden (SPECT/CT, PET/CT, PET/MRT).

Eine weitere Anwendung der Nuklearmedizin ist die Therapie mit offenen radioaktiven Substanzen, die häufig bei onkologischen Erkrankungen eingesetzt wird. Bei diesen Behandlungen werden Radiopharmaka angewandt, welche zur lokalen Bestrahlung von Gewebe führen. Typ und verabreichte Dosis des Radiopharmakons werden patientenindividuell festgelegt. Für die Risiko-Nutzen-Analyse ist es unabdingbar, die Strahlungs-dosis auf Tumore und Organe möglichst genau zu bestimmen (Dosimetrie).

Die Forschungsschwerpunkte der Arbeitsgruppe „Imaging and Physics“ sind die Weiterentwicklung der nuklearmedizinischen Bildgebung und die Verbesserung physikalischer Modelle zur bildbasierten Dosimetrie.

Spezifisch bearbeitete die Arbeitsgruppe im Berichtszeitraum folgende Themen:

- absolut-quantitatives SPECT/CT mit Tc-99m und Lu-177

Bei der SPECT wird die Bildqualität durch mehrere Faktoren negativ beeinflusst. Hierzu zählen vor allem Absorption und Streuung von Photonen, Partialvolumeneffekt und Bewegungsartefakte. Darüber hinaus verschlechtern diese Effekte die Genauigkeit der Quantifizierung von Radioaktivitätskonzentrationen in absoluten Einheiten (z. B. Kilobecquerel pro Milliliter). Durch erhebliche technische Fortschritte konnte jedoch in den letzten Jahren erreicht werden, dass absolute Quantifizierung bei vielen klinischen SPECT/CT Geräten mit hoher Genauigkeit verfügbar ist. Aus diesem Grund ist die absolute Quantifizierung eines der aktuell wichtigsten Themen der Nuklearmedizin. Es ist zu erwarten, dass die absolute Quantifizierung zu einer niedrigeren Inter-Observer Variabilität führen und die Genauigkeit der Befunde erhöhen wird. Die Arbeitsgruppe Imaging and Physics evaluiert die Einsatzmöglichkeiten und Grenzen dieser Technik, insbesondere auch für den Bereich Dosimetrie.

- Datenbasierte Erfassung der Atembewegung in der SPECT/CT

Die SPECT Bildgebung ist besonders betroffen durch Artefakte, die durch die Atembewegung verursacht werden, da hier typische Ansichtszeiten deutlich länger als ein Atemzyklus sind. Zur Verringerung dieser Artefakte gibt es zahlreiche

Ansätze, denen gemein ist, dass die akquirierten Daten zeitlich in Bins bzw. Gates unterteilt werden, in denen die Atembewegung jeweils klein ist. Die einzelnen Gates können dann entweder individuell rekonstruiert und ausgewertet oder zur Erstellung einer bewegungskorrigierten Gesamtaufnahme genutzt werden. Essentiell für jeglichen Ansatz ist, dass ein Surrogatsignal vorhanden ist, welches den zeitlichen Verlauf der Atembewegung beschreibt. Die Arbeitsgruppe hat eine Methode zur Extraktion eines solchen Surrogatsignals für die Atembewegung entwickelt, welche rein auf den Emissionsdaten von SPECT basiert und mithilfe einer Dimensionsreduktion durch Laplacian Eigenmaps arbeitet. Mit dieser Methode werden der Einfluss der Bewegung auf unterschiedliche nuklearmedizinische Untersuchungen sowie unterschiedliche Ansätze zur Bewegungskorrektur evaluiert.

- multimodale Rekonstruktionsmethoden von SPECT-Daten

Multimodale Bildgebungsgeräte, wie SPECT/CT, PET/CT und PET/MRT, verwenden in der klinischen Routine Informationen aus der Anatomie-darstellenden Modalität (CT, MRT), um die SPECT- und PET-Daten für Abschwächung und Streuung von Photonen zu korrigieren. Neue Algorithmen erlauben eine tiefergreifende Integration von anatomischen Bilddaten in die Bildrekonstruktion. Beispielsweise können anatomische Bilder eingesetzt werden, um die Rekonstruktion auf diejenigen Bereiche einzuschränken, welche Gewebeklassen aufweisen, die eine Anreicherung mit dem verwendeten Radiotracer erlauben (z. B. Knochendarstellung mit Tc-99m-DPD). Zusammen mit Kollaborationspartnern verbessert die Arbeitsgruppe diese Methode kontinuierlich und evaluiert insbesondere eine Ausweitung der Anwendung auf weitere Radiopharmaka.

- voxelbasierte Dosimetrie für nuklearmedizinische Therapie

Bildbasierte Dosimetrien für die Therapie in der Nuklearmedizin werden bisher nur für einzelne volumes of interest (VOI), z. B. Organe oder Tumore, durchgeführt. Hieraus resultiert, dass die Dosisinformation (gemessen in der Einheit Gray) nur als Mittelwert über die gesamte VOI bestimmt wird. Informationen über die Inhomogenität der Dosisverteilung innerhalb einer VOI sind damit nicht verfügbar, und Techniken zur Darstellung und Bewertung der Dosisverteilung, wie z. B. Dosis-Volumen-Histogramme aus der Therapie durch externe Bestrahlung, sind nicht anwendbar. Die Arbeitsgruppe Imaging and Physics entwickelt Methoden, um die Dosiswerte auf Basis individueller Voxel zu errechnen.

Department of Nuclear Medicine

Chair of Clinical Nuclear Medicine

Address

Ulmenweg 18
91054 Erlangen
Phone: +49 9131 8533411
Fax: +49 9131 8539262
www.nuklearmedizin.uk-erlangen.de

Director

Prof. Dr. med. Torsten Kuwert

Contact

Prof. Dr. med. Torsten Kuwert
Phone: +49 9131 8533411
Fax: +49 9131 8539262
torsten.kuwert@uk-erlangen.de

Research focus

- Imaging and physics research group
- Molecular imaging and radiochemistry

Structure of the Department

Professorships: 2

Personnel: 45

- Doctors (of Medicine): 9
- Scientists: 10 (thereof funded externally: 4)
- Graduate students: 9

Clinical focus areas

All currently available diagnostic and therapeutic procedures of this specialty

Research

The research of the Chair of Clinical Nuclear Medicine is methodologically oriented. This involves the development of innovative hard- and software of imaging systems together with industrial partners as well as that of new radiopharmaceuticals in cooperation with the Department of Chemistry and Pharmacy at FAU.

Imaging and physics research group

PI: Dr.-Ing. P. Ritt

Advances in medical imaging have led to numerous modalities for observing the functions and structures of the human body. In the field of nuclear medicine, imaging aims to depict specific metabolic processes as well as expression and biological activity of proteins. To accomplish this goal, the distribution of radioactive tracers in the human body is measured. Images are formed by detecting the emissions of these substances as they decay (e.g. gamma photons or positrons), using SPECT (Single-Photon Emission Computed Tomography) and PET (Positron Emission Tomography) systems. The diagnostic confidence of PET and SPECT for certain radiotracers may be increased if they are

combined with modalities which image anatomical features, such as CT and MRI. These so-called multimodal devices (SPECT/CT, PET/CT, PET/MRI) represent the cutting edge in medical imaging.

In addition to imaging, the field of nuclear medicine is also responsible for therapies using liquid radioactive substances. These treatments are often applied in oncological cases and involve radiopharmaceuticals which lead to local irradiation of specific tissues in the body. The type and quantity of the radioactive substance employed are individually chosen for each patient. For the assessment of risk and benefits of a treatment, it is of great importance to determine the dose of ionizing radiation to tumor and organs as accurately as possible (dosimetry).

The focus of the imaging and physics group is the development of imaging in nuclear medicine and the improvement of image-based dosimetry.

The group has worked on the following topics during the period covered in this report:

- Absolute quantification in Tc-99m and Lu177-SPECT/CT

In SPECT, image quality is dependent on several factors, including photon attenuation, photon scatter, the partial volume effect, and motion artefacts. These variables confound the capacity of SPECT to quantify the concentration of radioactivity within given volumes of interest in absolute units, e.g. as kilobecquerels per cubic centimeter. In the last decade, considerable technical progress has been achieved in SPECT/CT imaging, which has led to a broader availability of absolute quantification capabilities. For this, absolute quantification is one of the hot topics in nuclear medicine and there is hope that it will lead to more inter-reader standardization and more accurate diagnoses. The group aims at evaluating the possibilities and limitations of this new technique, especially for application in dosimetry.

- Data-driven tracking of respiratory motion in SPECT/CT

SPECT imaging is vulnerable to blur and artifacts caused by respiratory motion occurring during respiratory cycles shorter than typical projection dwell times. In order to overcome artifacts due to respiratory motion, a number of methods have been proposed that seek to subdivide the acquisition into time bins, or gates, during which motion is small. Individual gates may then be reconstructed and evaluated separately or used to produce a single motion-corrected reconstruction. Critical to each approach is a surrogate signal describing the respiratory state over time that can be used to drive the gating process. The imaging and physics group devel-

oped a data-driven method for extracting a respiratory surrogate signal from SPECT list-mode data without the need for costly external sensors. The approach is based on dimensionality reduction with Laplacian Eigenmaps. Using this technique, the bias resulting from respiratory motion and methods for correcting the motion are evaluated.

- Multi-modal reconstruction of SPECT data
- Multimodal devices, such as SPECT/CT, PET/CT, and PET/MRI, routinely use data from an anatomical imaging modality (CT, MRI) for correction of scattered and attenuated photons in the reconstruction of the emission data. Lately, approaches that feature deeper integration of anatomical information into reconstruction have been developed. For example, anatomical images can be used to constrain the reconstruction of the spatial position of radioactive sources to the tissue types that are common for the specific radio-tracer. The research group helps in refining this method further and expanding its use to a wider range of radiopharmaceuticals.

- Voxel-wise dosimetry for therapies in nuclear medicine

Conventionally, image-based dosimetry for nuclear medicine therapies is carried out for individual volumes of interest (VOI), such as organs or target structures like tumors. This results in a value of ionizing radiation dose (measured in units of Gray), which effectively is averaged over the entire VOI. Consequently, more refined information about the spatial distribution of the dose is not available, and techniques offering more detailed information, such as dose-volume-histograms known from external beam radiation, are not available. The research group develops methods for calculating dose values on a voxel level, e.g. by application of dose-voxel-kernels or by patient-individual Monte-Carlo simulations of radiation transport.

The imaging and physics group has cooperations with multiple companies and institutes, including the Pattern Recognition Lab (Faculty of Engineering), Siemens Healthineers (Molecular Imaging), and Progenics Radiopharmaceuticals. During the period covered in this report, selected research projects were supported by Siemens Healthineers and Progenics Radiopharmaceuticals.

Molecular imaging and radiochemistry

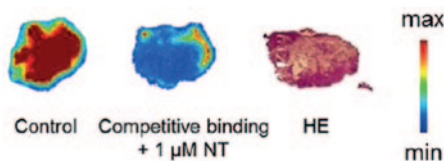
PI: Prof. Dr. O. Prante

Diagnostic nuclear medicine images the distribution of radioactively labeled substances within the body of patients. This distribution is a consequence of the interaction of the radiopharmaceuticals with functionally relevant proteins. By visualizing this interaction and thus expressing

and activating the proteins, nuclear medicine can bridge the gap between molecular biology and clinical imaging and can correlate imaging results to the specific reason of disease or metabolic disorder. Following this idea and the use of molecular tracers in functional imaging, the term molecular imaging has recently been implemented in this field of research.

The main research foci of the Professorship of Molecular Imaging and Radiochemistry are the development of new radiochemical labeling methods for the production of radiopharmaceuticals, the preclinical evaluation of novel radiopharmaceuticals *in vitro* and *in vivo*, and the translation of new radiotracers into the clinic for patient application. Important recent examples for these projects are the development of new and mild labeling techniques via F-18-fluorophenylazacboxylate, the development of new F-18-labeled glycoconjugates and Ga-68- and Lu-177-labeled ligands for the neurotensin receptor (NTS1) and for the neuropeptide-Y receptor (Y1R). We were successful to evaluate the first F-18-labeled antagonist radioligand for the *in vivo* detection of mammary carcinoma and to study new D3-subtype selective radioligand for the detection of D3 receptor in the brain using preclinical animal models. These projects were supported by the DFG and were performed in close cooperation with the Chair of Pharmaceutical Chemistry (Faculty of Sciences). The development of all new radiotracers has been intensively supported by small animal PET imaging studies. Moreover, the radiopharmaceutical research projects are supported by the Emerging Field Initiative of the FAU.

The GMP radiopharmacy of the clinic has the approval for the production of radiopharmaceuticals according to §13, AMG (Medicinal Products Act). Based on the translational research efforts, new radiopharmaceuticals, such as Tc-99m-MIP-1404 or Ga-68-PSMA-11 for the diagnosis of prostate cancer, have been introduced into the clinic. In the future, various new radiopharmaceuticals will be available for clinical use within the Department of Nuclear Medicine.



Evaluation of specific binding of new radiopharmaceuticals for the neurotensin receptor (NTS1): The binding of a Ga-68-labeled NTS1 ligand on tumor tissue slices (left: Control) is diminished in the presence of neurotensin (NT; middle: Competitive binding). Right: histological HE-staining of the same tumor tissue

Teaching

The head of the Department teaches nuclear medicine to students of Medicine. Furthermore, the head of the Department organizes the course on radiation safety for students of the degree program Molecular Medicine. He also participates in teaching physiology, pharmacology, and Medical Process Management. In a broad fashion, the head of the Department performs postgraduate teaching for physicians in Middle and Upper Franconia. The Professor for Molecular Imaging and Radiochemistry offers practical trainings for students of Molecular Medicine and provides lectures for students of degree program Molecular Sciences of the Faculty of Sciences.

The Department supervises Bachelor's and Master's theses as well as MD and PhD theses.

Selected publications

Reinfelder J, Kuwert T, Beck M, Sanders JC, Ritt P, Schmidkonz C, Hennig P, Prante O, Uder M, Wullich B, Goebell P. First Experience With SPECT/CT Using a 99mTc-Labeled Inhibitor for Prostate-Specific Membrane Antigen in Patients With Biochemical Recurrence of Prostate Cancer. *Clin Nucl Med.* 2017, 42(1):26-33

Maschauer S, Einsiedel J, Reich D, Hübner H, Gmeiner P, Wester HJ, Prante O, Notni J. Theranostic Value of Multimers: Lessons Learned from Trimerization of Neurotensin Receptor Ligands and Other Targeting Vectors. *Pharmaceuticals* 2017, 10(1):E29

Keller M, Maschauer S, Brenner A, Tripal P, Koglin N, Dittich R, Bernhardt G, Kuwert T, Wester HJ, Buschauer A, Prante O. Prototypic 18F-Labeled Argininamide-Type Neuropeptide Y Y1R Antagonists as Tracers for PET Imaging of Mammary Carcinoma. *ACS Med Chem Lett.* 2017, 8(3):304-309

Wetzel M, Sanders JC, Kuwert T, Ritt P. Effect of reduced photon count levels and choice of normal data on semi-automated image assessment in cardiac SPECT. *J Nucl Cardiol.* 2018, Apr 13

Schmidkonz C, Cordes M, Schmidt D, Bäuerle T, Goetz TI, Beck M, Prante O, Cavallaro A, Uder M, Wullich B, Goebell P, Kuwert T, Ritt P. 68Ga-PSMA-11 PET/CT-derived metabolic parameters for determination of whole-body tumor burden and treatment response in prostate cancer. *Eur J Nucl Med Mol Imaging.* 2018, 45(11):1862-1872

Schmidkonz C, Cordes M, Beck M, Goetz TI, Schmidt D, Prante O, Bäuerle T, Cavallaro A, Uder M, Wullich B, Goebell P, Kuwert T, Ritt P. Assessment of Treatment Response by 99mTc-MIP-1404 SPECT/CT: A Pilot Study in Patients With Metastatic Prostate Cancer. *Clin Nucl Med.* 2018, 43(8):e250-e258

International cooperations

A.H. Vija, PhD, Siemens Molecular Imaging, Hofmann Estates: USA

A. Opanowski, Progenics Pharmaceuticals, New York: USA

Dr. R. Haubner, Department of Nuclear Medicine, Medizinische Universität Innsbruck, Innsbruck: Austria

Prof. Dr. M. Pomper, Johns Hopkins University, Baltimore: USA

Prof. Dr. P. Cumming, Queensland University of Technology, Brisbane: Australia

nen. Dies wird durch Anwendung von Dosis-Voxel-Kernel oder patientenindividuellen Monte-Carlo Simulationen des Strahlungstransportes erreicht.

Die Arbeitsgruppe unterhält enge Kooperationen mit mehreren Firmen und Institutionen, unter anderem mit dem Lehrstuhl für Mustererkennung (Technische Fakultät), Siemens Healthineers Molecular Imaging und Progenics Radiopharmaceuticals. Über den gesamten Berichtszeitraum wurden einzelne Forschungsprojekte durch Siemens Healthineers und Progenics Radiopharmaceuticals gefördert.

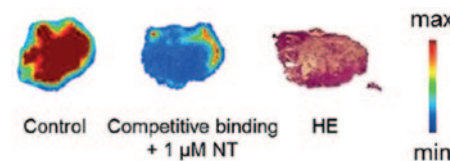
Molekulare Bildgebung und Radiochemie

PI: Prof. Dr. O. Prante

Nuklearmedizinische *in-vivo*-Diagnostik beruht auf der bildlichen Darstellung der Verteilung radioaktiv markierter Substanzen, der so genannten Radiopharmaka, im Körper von Patienten. Für die Verteilung der Radiopharmaka im Körper sind ihre Interaktionen mit den Funktionsproteinen des Organismus verantwortlich; deshalb lassen sich mit nuklearmedizinischen Verfahren, wie beispielsweise der PET, Rückschlüsse auf die Krankheiten begleitende oder auch verursachende Stoffwechselstörungen ziehen. Für diese Verfahren der funktionellen Bildgebung hat sich seit einigen Jahren der Begriff der molekularen Bildgebung eingebürgert.

Die Forschungsschwerpunkte der Professur für Molekulare Bildgebung und Radiochemie sind die Entwicklung neuer radiochemischer Methoden für die Herstellung von Radiopharmaka, die präklinische Charakterisierung neuer Radiopharmaka *in vitro* und *in vivo* sowie die Translation neuer Radiopharmaka in die Klinik für die Anwendung am Patienten. Wichtige Beispiele für den Berichtszeitraum sind die Arbeiten über die Entwicklung einer neuen, besonders schonenden Methode für die F-18-Markierung über F-18-Fluorphenylazocarboxylate, die Entwicklung neuer F-18-markierter Glykokonjugate und Ga-68-sowie Lu-177-markierter Liganden für den Neurotensinrezeptor (NTS1) und für den Neuropeptid-Y1-Rezeptor (Y1R). So ist es gelungen, erstmals einen F-18-markierten Antagonist-Radioliganden für den Y1-Rezeptor für die Detektion des Mammakarzinoms zu evaluieren sowie neue D3-Subtyp-selektive Radioliganden für die Erforschung der Bedeutung und Regulation des D3-Rezeptors im Gehirn im Tiermodell zu untersuchen. Diese Projekte wurden durch die DFG gefördert und finden in enger Kooperation mit dem Lehrstuhl für Pharmazeutische Chemie (Naturwissenschaftliche Fakultät) statt. Die Entwick-

lung aller neuen Radiotracer wird präklinisch mit Hilfe der Kleintier-PET-Bildgebung leistungsstark unterstützt. Des Weiteren unterstützt die FAU unsere radiopharmazeutischen Forschungsprojekte im Rahmen der Emerging Field Initiative (EFI). Die GMP (Good Manufacturing Practice)-Radiopharmazie der Nuklearmedizinischen Klinik besitzt die Herstellerlaubnis für Radiopharmaka (gemäß §13 AMG). Über die translationale Forschung ist es uns gelungen, einige neue Radiopharmaka, z. B. Tc-99m-MIP-1404 oder Ga-68-PSMA-11, für die Diagnostik des Prostatakarzinoms für die Anwendung am Patienten zur Verfügung zu stellen. In der Zukunft soll die Anzahl der zur Verfügung stehenden Radiopharmaka für die Diagnostik und die Radiotherapie in der GMP-Radiopharmazie weiter gesteigert werden.



Nachweis der spezifischen Bindung neuer Radiopharmaka für den Neurotensinrezeptor (NTS1): Die Bindung eines Ga-68-markierten NTS1-Liganden am Tumor-Gewebschnitt (links: Control) wird durch Zugabe von Neurotensin (NT; Mitte: Competitive binding) vermindert (rechts: histologische HE-Färbung des gleichen Tumors).

Lehre

Der Lehrstuhl leistet die curriculare Lehre für Studierende der Medizin und ist mit der Abhaltung des Strahlenschutzkurses auch an der Lehre für Studierende des Studiengangs Molekulare Medizin beteiligt. Der Ordinarius ist zusätzlich über Vorlesungen in das Lehrangebot der Physiologie, Pharmazie und Medical Process Management eingebunden. Zusätzlich leistet er in umfangreicher Weise fachspezifische Fortbildung in der Region Mittel- und Oberfranken. Der Professor für Molekulare Bildgebung und Radiochemie ist zusätzlich über F-Praktika an der Lehre im Studiengang Molekulare Medizin beteiligt und in das Lehrangebot der Studiengänge Chemistry und Molecular Science an der Naturwissenschaftlichen Fakultät integriert. Es werden Bachelor- und Masterarbeiten sowie medizinische und naturwissenschaftliche Promotionen betreut.

Ausgewählte Publikationen

Reinfelder J, Kuwert T, Beck M, Sanders JC, Ritt P, Schmidkonz C, Hennig P, Prante O, Uder M, Wullich B, Goebell P. First Experience With SPECT/CT Using a 99mTc-Labeled Inhibitor for Prostate-Specific Membrane Antigen in Patients With Biochemical Recurrence of Prostate Cancer. *Clin Nucl Med.* 2017, 42(1):26-33

Maschauer S, Einsiedel J, Reich D, Hübner H, Gmeiner P, Wester HJ, Prante O, Notni J. Theranostic Value of Multimers: Lessons Learned From Trimerization of Neurotensin Receptor Ligands and Other Targeting Vectors. *Pharmaceuticals* 2017, 10(1):E29

Keller M, Maschauer S, Brennauer A, Tripal P, Koglin N, Ditrach R, Bernhardt G, Kuwert T, Wester HJ, Buschauer A, Prante O. Prototypic 18F-Labeled Argininamide-Type Neuropeptide Y Y1R Antagonists as Tracers for PET Imaging of Mammary Carcinoma. *ACS Med Chem Lett.* 2017, 8(3):304-309

Wetzl M, Sanders JC, Kuwert T, Ritt P. Effect of reduced photon count levels and choice of normal data on semi-automated image assessment in cardiac SPECT. *J Nucl Cardiol.* 2018, Apr 13

Schmidkonz C, Cordes M, Schmidt D, Bäuerle T, Goetz TI, Beck M, Prante O, Cavallaro A, Uder M, Wullich B, Goebell P, Kuwert T, Ritt P. 68Ga-PSMA-11 PET/CT-derived metabolic parameters for determination of whole-body tumor burden and treatment response in prostate cancer. *Eur J Nucl Med Mol Imaging.* 2018, 45(11):1862-1872

Schmidkonz C, Cordes M, Beck M, Goetz TI, Schmidt D, Prante O, Bäuerle T, Cavallaro A, Uder M, Wullich B, Goebell P, Kuwert T, Ritt P. Assessment of Treatment Response by 99mTc-MIP-1404 SPECT/CT: A Pilot Study in Patients With Metastatic Prostate Cancer. *Clin Nucl Med.* 2018, 43(8):e250-e258

Internationale Zusammenarbeit

A.H. Vija, PhD, Siemens Molecular Imaging, Hofmann Estates: USA

A. Opanowski, Progenics Pharmaceuticals, New York: USA

Dr. R. Haubner, Department of Nuclear Medicine, Medizinische Universität Innsbruck, Innsbruck: Österreich

Prof. Dr. M. Pomper, Johns Hopkins University, Baltimore: USA

Prof. Dr. P. Cumming, Queensland University of Technology, Brisbane: Australien