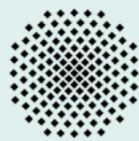


Kerntechnische Lehrstühle an deutschsprachigen Universitäten und Hochschulen

Kerntechnik studieren, aber wo? In dieser Reihe werden die kerntechnischen Lehrstühle an deutschsprachigen Universitäten und Hochschulen in Kurzportraits vorgestellt. Hierbei geht es vor allem darum, die Standorte vorzustellen, die aktuelle Lehre zu beleuchten und exemplarisch Forschungsarbeiten zu präsentieren. In jeder Ausgabe wird ein weiterer Lehrstuhl vorgestellt.

Universität Stuttgart –
Institut für Kernenergetik
und Engiesysteme (IKE)



Universität Stuttgart

Kompetenzerwerb und Kompetenzentwicklung der Studierenden und Promovierenden ist das Leitbild der Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter des Instituts für Kernenergetik und Engiesysteme (IKE) der Universität Stuttgart. In einem Mix aus klassischer Kernenergetik, Reaktorsicherheitsforschung und innovativen Methoden wird den Zuhörern die „Faszination Kerntechnik“ nähergebracht.

Ausgangslage für die Kerntechnik in Deutschland

„Brauchen wir noch kerntechnische Lehrstühle und Forschungsarbeiten zur Reaktorsicherheit? Hat sich das nicht mit dem Abschalten der letzten Leistungsreaktoren erledigt? Diese Fragen bekomme ich gerade wieder häufiger gestellt“, erklärt Prof. Jörg Starflinger, geschäftsführender Direktor des Instituts für Kernenergetik und Engiesysteme der Universität Stuttgart. „Und meine Antwort ist immer: Ja, sicher brauchen wir das!“ Der Hintergrund für diese Einschätzung ist der Fachkräftemangel, der auch im akademischen Bereich deutlich spürbar ist. Die Studierendenzahlen im Bereich der Ingenieurwissenschaften an der Uni Stuttgart gehen deutlich zurück. Dabei wird eine kontinuierliche Anzahl an Absolventen gebraucht, um freiwerdende Stellen in der kerntechnischen Industrie zu besetzen. Stilllegung und Rückbau werden sicher noch 30 Jahre lang

wichtige Themen sein. Strategisch gesehen ist ein tragfähiges nationales Konzept für die Weiterentwicklung von Kompetenzen in der Kerntechnik für die Beurteilung der Entwicklung von Neuanlagen in unseren Europäischen Nachbarländern erforderlich. Langfristig gilt es, bis zum Verschluss eines Endlagers, relevantes Know-how, das nicht einfach in Datenbanken speicherbar ist, weiterzuführen und ständig dem aktuellen, internationalen Stand von Forschung und Wissenschaft entsprechend weiterzuentwickeln. Gerade letzteres ist eine gesellschaftliche, generationenübergreifende Aufgabe, welche von allen wichtigen Akteuren gemeinsam gemeistert werden muss. Auch dafür brauchen wir eine kontinuierliche Ausbildung und Entwicklung zukünftiger Know-how Träger unter Einbeziehung von Forschung und Entwicklung, Industrie, Gutachterorganisationen und Aufsichtsbehörden. Das IKE steht für diese wichtige gesellschaftliche Aufgabe zur Verfügung.

Kerntechnische Lehre

Die Lehre besteht aus den Grundlagen der Kerntechnik und weiteren Spezialisierungen. Neben den Vorlesungen **Kerntechnische Anlagen zur Energieerzeugung**, in der der Aufbau und die Funktion von Kernkraftwerken (inkl. Gen III+, Gen IV, SMR¹ und MMR²-Anlagen) erläutert werden, können Studierende ihre Kenntnisse in den Vorlesungen **Reaktorphysik und -sicherheit, Modellierung kerntechnischer Anlagen** und

1 Small Modular Reactor

2 Micro-Modular Reactor

Strahlenschutz vertiefen. In **Probabilistik- und Monte-Carlo-Methoden** werden Studierende mit aktuellen Methoden zu Sensitivitäts- und Unsicherheitsanalysen vertraut gemacht, wie sie beispielsweise im GRS-Code SUSA eingesetzt werden. Diese Vorlesung besuchen interessanterweise viele Studierende der Luft und Raumfahrttechnik der Universität Stuttgart, die dies als wertvolle Ergänzung ihres Curriculums verstehen.

Neu hinzugekommen ist die Vorlesung **Nuclear Waste**, für den englischsprachigen Studiengang

(SUR-100), einem Nullleistungsreaktor mit 100 mW Nennleistung am Standort Stuttgart⁴, praktische Experimente an einem Kernreaktor an. Beispielsweise kann der Neutronenflussverlauf im SUR an der Tafel hergeleitet, oder eben am Reaktor direkt gemessen werden. Eine solche Experimentiereinrichtung ist die ideale Ergänzung zum Tafelanschrieb und unterstützt somit den Lernerfolg. Weiterhin können Aktivierungsversuche durchgeführt und beispielsweise Halbwertszeiten bestimmt werden. Mit dem vorhandenen Gamma-Spektrometer können nach Aktivierung im SUR-100 Inhaltsstoffe von Substanzen identifiziert werden. So entdecken Studierende immer wieder in den Integrierten Schaltkreisen der 80er Jahre neben Silizium, Kupfer sowie Gold und Silber. Ein aktuelles Projekt ist ein Versuchsaufbau zur Herstellung von Technetium 99 aus Molybdän 98. Den Studierenden der Medizintechnik soll ein Weg der Herstellung dieses wichtigen Radiopharmakons praktisch erläutert werden. Der Lernerfolg mit diesen praktischen Versuchen ist viel größer als nur mit Theorie.



Praktikum am SUR-100 der Universität Stuttgart. Foto: Nelson Rincon, IKE

WASTE und als Angebot für die Studierenden der Umweltschutztechnik. Weiterhin ist eine deutschsprachige Vorlesung **Nuklear Abfälle – wohin damit?** für Nicht-MINT-Studierende³ im letzten Wintersemester erstmalig angeboten worden. Studierende der Fächer Geschichte und Architektur waren die ersten Teilnehmer dieser Vorlesung, die ausgebaut werden wird und ggf. im „Studium Generale“ wissenschaftlich interessierte Personen außerhalb der Universität über radioaktive Abfälle, Entsorgungs- und Endlagerkonzepte informieren soll.

Als Lehrexport vermittelt das IKE Studierenden der Biomedizinischen Technik der Unis Tübingen und Stuttgart Kenntnisse über **Radioaktivität und Strahlenschutz** sowie **Grundlagen der medizinischen Strahlentechnik**. Die letztgenannte Vorlesung dient als Einstieg zur Vorlesung „Grundlagen der Therapie mit ionisierender Strahlung“, die vom Medizinphysiker des Robert-Bosch-Krankenhauses und des Marienhospitals Stuttgart durchgeführt wird.

Praktika am Siemens Unterrichtsreaktor (SUR-100)

Zu allen Studiengängen gehören Praktika. Das IKE bietet mit seinem Siemens Unterrichtsreaktor

praktisch erläutert werden. Der Lernerfolg mit diesen praktischen Versuchen ist viel größer als nur mit Theorie.

Innovative Forschungsthemen

Nach dem Humboldt'schen Bildungsideal sind Lehre und Forschung an einer Universität untrennbar miteinander verbunden. Diesem Ideal folgend werden am IKE Forschungsarbeiten zu sehr aktuellen Themen durchgeführt, von denen hier nur zwei Beispiele genannt werden sollten: **Passive Wärmeabfuhr und Künstliche Intelligenz**. Alle Themen werden in der Regel von Promovierenden bearbeitet, die durch die Arbeit an den wissenschaftlichen Themen ihre Kenntnisse und Fähigkeiten aufbauen bzw. verbessern. Dadurch werden sie sehr interessant für den Arbeitsmarkt, leider oftmals auch außerhalb der Kerntechnik. Die Projektförderung erfolgt durch die Bundesministerien und durch die EU, nicht durch Industrienaufträge.

Passive Nachwärmeabfuhr ist durch den Unfall in Fukushima in den Fokus der Reaktorsicherheitsforschung gerückt. Hierbei stellt sich die Frage, wie die Nachwärme bei Ausfall der Not- und Nachkühlkette und einer zerstörten Infrastruktur (kein Zugang für externe Maßnahmen) abgeführt werden kann. Ein von der EU gefördertes Projekt

³ Mathematik-Informatik-Naturwissenschaften-Technik

⁴ weitere SUR-100 Standorte an der HS Ulm und HS Fortwangen sowie ein bauähnlicher Nullleistungsreaktor (AKR-2) an der TU Dresden.

| Kamin der ATHOS
Versuchsanlage
(Atmospheric
THERmosyphon
COoling System).
Foto: Nelson Rincon,
IKE



bewertet den möglichen Einsatz eines autarken, selbst-startenden, sehr kompakten, nachrüstbaren Nachwärmeabfuhrsystems mit überkritischem Kohlenstoffdioxid als Arbeitsmittel (sCO₂-4-NPP⁵). Für einen generischen KONVOI konnte gezeigt werden, dass 4 solcher Kreisläufe die Nachzerfallswärme verlässlich abführen können. Ein weiteres Projekt ist die passive Kühlung von Nasslagern mittels Heat Pipes (PALAWERO 2, BMWi (heute BMUV), Förderkennzeichen: FKZ 1501515). Die im Heat Pipe vorhandene Flüssigkeit verdampft in der Verdampfungszone und transportiert die Wärme zur Kondensationszone, meist am oberen Ende der Heat Pipes um Auftriebskräfte bei der Verdampfung zu nutzen. Die Wärme wird beispielsweise an die Umgebungsluft abgegeben, was die Abhängigkeit der Wasserbevorratung verringert. Sog. Loop-Heat Pipes können auch zur sicheren passiven Nachwärmeabfuhr bei neuen SMR-Designs dienen (siehe EU Projekt PASTELS⁶). Mehr Beispiele finden sich auf der IKE-Webseite: www.ike.uni-stuttgart.de/forschung/forschungsprojekte/

Künstliche Intelligenz (KI) ist ein weiteres Zukunftsthema in der Kerntechnik. Hierbei geht es weniger um die Formulierung von Texten⁷, sondern darum, wie eine KI dahingehend trainiert werden kann, dass hoch-komplexe, rechenzeitintensive Simulationsvorgänge, wie beispielsweise die späte Störfallphase, mit vernünftigem Ressourcenaufwand durchgeführt werden können. Nicht allen steht ein Großrechner zur Verfügung. Dazu haben sich neben dem IKE das Institute für parallele und Verteilte Systeme der Uni Stuttgart und die Arbeitsgruppe Plant Simulation and Safety der Ruhr Universität Bochum zusammengeschlossen, um aus einer sehr umfangreichen Datenbasis,

die beide kerntechnische Institute besitzen, mit Hilfe von KIs rechenzeitgünstige, aber durch die Datenmenge hinsichtlich der Gültigkeit abgesicherte Modelle (sog. Surrogatmodelle) abzuleiten, die dann in thermohydraulischen Systemcodes, wie ATHLET der GRS, verwendet werden können. Das Projekt wird vom BMBF gefördert (FKZ: 02NUK078). Auch hier steht neben dem wissenschaftlichen Ziel die Kompetenzentwicklung von Promovierenden, die von engagierten Studierenden unterstützt werden, im Vordergrund.

Zukunft in Forschung und Lehre?

Man stelle sich folgende Frage: Vor dem Hintergrund, dass es vielleicht erst ab 2079 oder sogar noch deutlich später ein Endlager für wärmeentwickelnde Abfälle geben könnte (siehe atw 03/2023), wer macht 2050 eigentlich noch eine Kritikalitätsanalyse nach (dann) aktuellem Stand von Wissenschaft und Technik für die Brennelemente in den CASTOR®-Behältern? Wissen kann man nicht speichern. Man speichert Daten und Informationen. Wissen generiert man aus dem ständigen Arbeiten mit Daten und Fakten. Erfahrungen (Know-how) sammelt man aus richtig und besser sogar aus falsch angewendetem Wissen.

Wissen generieren wir durch Projekte, seien es nationale oder internationale. Wissen gibt man an Universitäten und Hochschulen weiter in dem wir Studierenden beibringen, wissenschaftlich sauber mit Fakten und Daten zu arbeiten. Wer soll das machen, wenn die Gefahr besteht, dass die Universitäten in Gefolgschaft gegenüber politischen Erwartungshaltungen ihre kerntechnischen Institute schließen? Die sehr guten, strategischen Nachwuchsprogramme des BMBF und BMWi (nun BMUV) mit ihren zielgerichteten Förderungen von Nachwuchsgruppen werden dann ins Leere laufen. Die Frage der „Lehre und Lehrenden 2030“ muss jetzt, unter Einbeziehung des Bundes und der Länder, geklärt werden. Vielleicht ist es sogar Zeit für eine „kerntechnische Akademie“?

KONTAKT



Prof. Dr.-Ing. Jörg Starflinger
Geschäftsführender Direktor
Institut für Kernenergetik und Energiesysteme

Tel.: +49 711 685 62138
institut@ike.uni-stuttgart.de
www.ike.uni-stuttgart.de



5 <https://www.sco2-4-npp.eu/> zuletzt besucht am 8.6.2023

6 <https://www.pastels-h2020.eu/> zuletzt besucht am 8.6.2023

7 Obwohl sich der Professor, der die studentischen Arbeiten liest, immer öfter wünscht, man hätte ChatGPT o. ä. verwendet