Fusionsenergie und ihre Rechtsfragen

Nachwuchsforschungsgruppe Rechtsfragen der Fusionsenergie

Fusionsenergie im Rechtsvergleich

Kristin Weiß

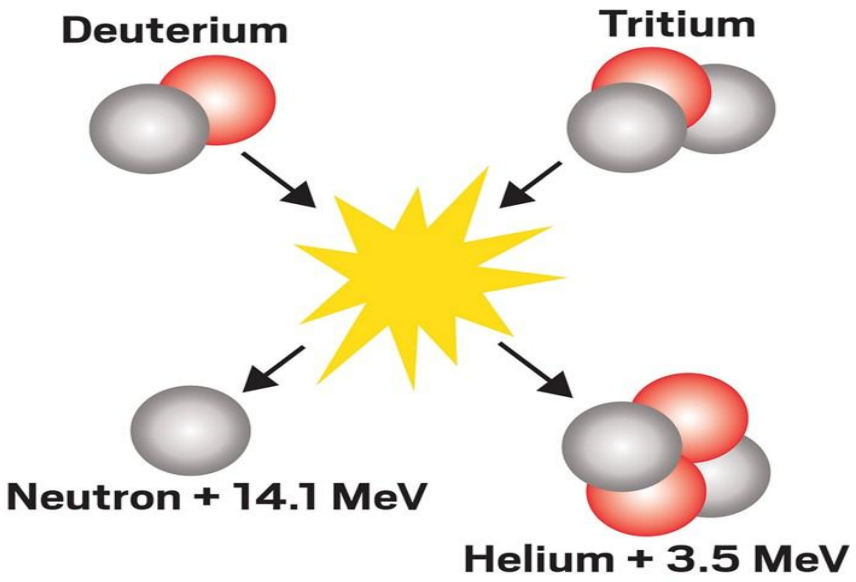
Wissenschaftliche Mitarbeiterin Rechtsfragen der Fusionsenergie

Agenda

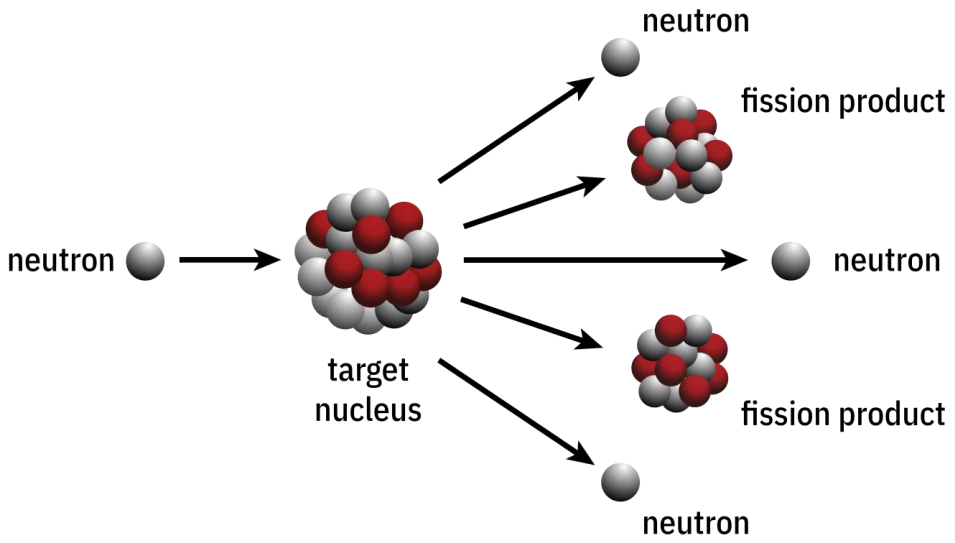
- Unterschiede Kernspaltung vs. Kernfusion
- Überblick internationale Regulierungsbestrebungen
- Fusionsforschung in Deutschland und den USA
- Rechtliche Rahmensetzungen unter deutschem Recht
- Rechtliche Rahmensetzungen unter US amerikanischem Recht

Kernspaltung vs. Kernfusion

Unterschiede Kernspaltung vs. Kernfusion



Kernfusion



Kernspaltung

Unterschiede Kernspaltung vs. Kernfusion

Radioaktives Inventar und Radioaktive Abfälle

- Kernspaltung:
  - Mengen hochradioaktiver Stoffe bergen das Risiko einer Freisetzung von Strahlung und stellen aufgrund ihrer langen Halbwertszeiten eine Herausforderung für die Endlagerung dar.
- Kernfusion:
  - weniger und kurzlebigere radioaktive Stoffe (hauptsächlich Tritium und Neutronenaktivierungsprodukte) und daher ein geringeres Freisetzungspotenzial

Betriebsbedingungen

- Kernspaltung:
  - Ein Kernkraftwerk erfordert ständige Überwachung der nuklearen Kettenreaktion (durch Absorption überschüssiger Neutronen) und eine zuverlässige Ableitung der Nachzerfallswärme.
- Kernfusion:
  - Ein sog. “Kritikalitätsunfall” ist ausgeschlossen und es entsteht nur eine geringe Menge an Nachzerfallswärme, was das Sicherheitsrisiko erheblich verringert.

Internationale Regulierungsbestrebungen

Überblick über internationale Regulierungsbestrebungen

(Geplante) Regulierung außerhalb des Kernspaltungsregimes

Einordnung in das bestehende Kernspaltungsregime

UK und USA:
Regulierung der Fusion außerhalb des Kernspaltungsregimes

- UK
  - Fusionseinrichtungen (*fusion energy facility*) iSd Sec. 1 (2A) NIA sind ausdrücklich vom Anwendungsbereich für die Genehmigung einer *nuclear site* iSd Sec. 1 (1) NIA ausgenommen.
  - Aktuell: UK Fusion Strategy 2026
- USA
  - Fusion wird unter dem von der US NRC erlassenen Regelwerk für radioaktives Nebenproduktmaterial (*byproduct material*) in 10 CFR Part 30 und damit getrennt von der Kernspaltung reguliert.
  - Aktuell: Proposed US NRC Rulemaking „Regulatory Framework for Fusion Machines“

Deutschland
Regulierung der Fusionsenergie nach Strahlenschutzrecht

- Fusionsenergie wird *de lege lata* unter geltendem Strahlenschutzrecht reguliert
- Das atomrechtliche Genehmigungsregime ist nicht anwendbar, da nicht mit Kernbrennstoffen umgegangen wird.

Japan und Kanada
Diskussion regulatorischer Maßnahmen, um Fusionsanlagen von dem Kernspaltungsregime auszunehmen

- Japan
  - Anwendung bestehender rechtlicher Rahmenbedingungen, insbesondere des japanische Strahlenschutzrecht (RI Act) auf Fusionsanlagen (anstelle des Reactor Regulation Act).
  - Siehe *Japan Fusion Energy Council,* Fusion Energy White Paper, 2025.
- Kanada
  - Bevorzugter Ansatz: Einführung eines risikobasierten Zwei-Klassen-Systems für Fusionsanlagen (*Class I* und *Class II*) mit der Tritiummenge als maßgeblichem Abgrenzungskriterium.
  - Siehe *Canadian Nuclear Safety Commission*, Regulatory Readiness for Fusion: Discussion Paper DIS-25-01, 2025.

Frankreich
Genehmigung von ITER nach Nuklearrecht

- Die Fusionsforschungsanlage ITER wurde als nukleare Basisanlage (*Installation Nucléaire de Base*) eingestuft und unterliegt damit dem französischen Nuklearrecht.
- Damit wird die Fusion in die bestehenden kernspaltungsrechtlichen Genehmigungs- und Aufsichtsstrukturen integriert.

Zusammenfassung

- Kein international einheitlicher Regulierungsansatz
- Entwicklungstendenz zur Regulierung außerhalb des Kernspaltungsregimes

Fusionsforschung USA und Deutschland

Fusionsforschung Deutschland & USA

Deutschland

- Beteiligung an internationalen Fusionsforschungsprojekten wie ITER und DEMO
- Wendelstein 7-x und ASDEX Upgrade
- 4 private Start-ups:

Proxima Fusion

FOCUSED ENERGY

GAUSS FUSION

MarvelFusion

Fusionsforschung Deutschland & USA

USA

- Staatlich finanzierte Projekte (das bekannteste die National Ignition Facility)
- Ein aktiver Privatsektor mit Start-ups wie

tae TECHNOLOGIES

Commonwealth Fusion Systems

HELION

Deutscher Rechtsrahmen

Rechtliche Rahmensetzung unter deutschem Recht

Atomgesetz (AtG)

Strahlenschutz-gesetz (StrlSchG)

Definition „radioaktive Stoffe“

§ 2 Abs. 1 AtG; § 3 Abs. 1 StrlSchG

“Radioaktive Stoffe (**Kernbrennstoffe** und **sonstige radioaktive Stoffe**) im Sinne dieses Gesetzes sind alle Stoffe, die ein Radionuklid oder mehrere Radionuklide enthalten und deren Aktivität oder spezifische Aktivität im Zusammenhang mit der Kernenergie oder dem Strahlenschutz nach den Regelungen dieses Gesetzes oder einer auf Grund dieses Gesetzes erlassenen Rechtsverordnung nicht außer Acht gelassen werden kann.“

Rechtsgrundlagen

Regulierte radioaktive Stoffe

Atomgesetz

- Enthält ausschließlich Vorschriften für die **Verwendung von Kernbrennstoffen** (spaltbares Material wie Uran, Plutonium, usw.).
- Genehmigung von Anlagen und Tätigkeiten, bei denen Kernbrennstoffe zum Einsatz kommen, insbesondere von Kernspaltungsanlagen.
- D-T-Brennstoff ist kein Kernbrennstoff.

Strahlenschutzgesetz

- Enthält Vorschriften für **sonstige radioaktive Stoffe**, ausgenommen Kernbrennstoffe.
- Genehmigung von Anlagen und Tätigkeiten, bei denen radioaktive Stoffe verwendet werden und ionisierende Strahlung entsteht.
- D-T-Brennstoff enthält sonstige radioaktive Stoffe.

Dreifache Genehmigung nach StrlSchG

Errichtungsgenehmigung, § 10 Abs. 1 Nr. 1 StrlSchG

- "Wer eine **Anlage zur Erzeugung ionisierender Strahlung** der folgenden Art errichtet, bedarf der Genehmigung:
  1. Beschleuniger- oder **Plasmaanlage**, in der je Sekunde mehr als 10^{12} Neutronen erzeugt werden können, […]"
- Genehmigungsvoraussetzungen in § 11 StrlSchG

Betriebs- und Umgangsgenehmigung, § 12 Abs. 1 Nr. 1, 3 StrlSchG

- "Einer Genehmigung bedarf, wer
  1. eine Anlage zur Erzeugung ionisierender Strahlung betreibt; […]
  3. mit sonstigen radioaktiven Stoffen umgeht; [..]"
- Einheitliche Betriebs- und Umgangsgenehmigung nach § 12 Abs. 3 StrlSchG
- Probeweiser Betrieb nach § 12 Abs. 5 StrlSchG
- Genehmigungsvoraussetzungen in § 13 StrlSchG

„Anlage zur Erzeugung ionisierender Strahlung“

§ 5 Abs. 2 StrlSchG

„Vorrichtungen oder Geräte, die geeignet sind, Teilchen- oder Photonenstrahlung mit einer **Teilchen- oder Photonenenergie von mindestens 5 Kiloelektronenvolt** gewollt oder ungewollt zu erzeugen, insbesondere Elektronenbeschleuniger, Ionenbeschleuniger, **Plasmaanlagen**, Laseranlagen.“

Dreifache Genehmigung nach StrlSchG

Errichtungsgenehmigung, § 10 Abs. 1 Nr. 1 StrlSchG

- "Wer eine **Anlage zur Erzeugung ionisierender Strahlung** der folgenden Art errichtet, bedarf der Genehmigung:
  1. Beschleuniger- oder **Plasmaanlage**, in der je Sekunde mehr als 10^{12} Neutronen erzeugt werden können, […]"
- Genehmigungsvoraussetzungen in § 11 StrlSchG

Betriebs- und Umgangsgenehmigung, § 12 Abs. 1 Nr. 1, 3 StrlSchG

- "Einer Genehmigung bedarf, wer
  1. eine **Anlage zur Erzeugung ionisierender Strahlung** betreibt; […]
  3. mit sonstigen radioaktiven Stoffen **umgeht**; [..]"
- Einheitliche Betriebs- und Umgangsgenehmigung nach § 12 Abs. 3 StrlSchG
- Probeweiser Betrieb nach § 12 Abs. 5 StrlSchG
- Genehmigungsvoraussetzungen in § 13 StrlSchG

„Umgang“

§ 5 Abs. 39 Nr. 1 a) StrlSchG

„[D]ie Gewinnung, Erzeugung, Lagerung, Bearbeitung, Verarbeitung, sonstige Verwendung und Beseitigung von künstlich erzeugten radioaktiven Stoffen.“

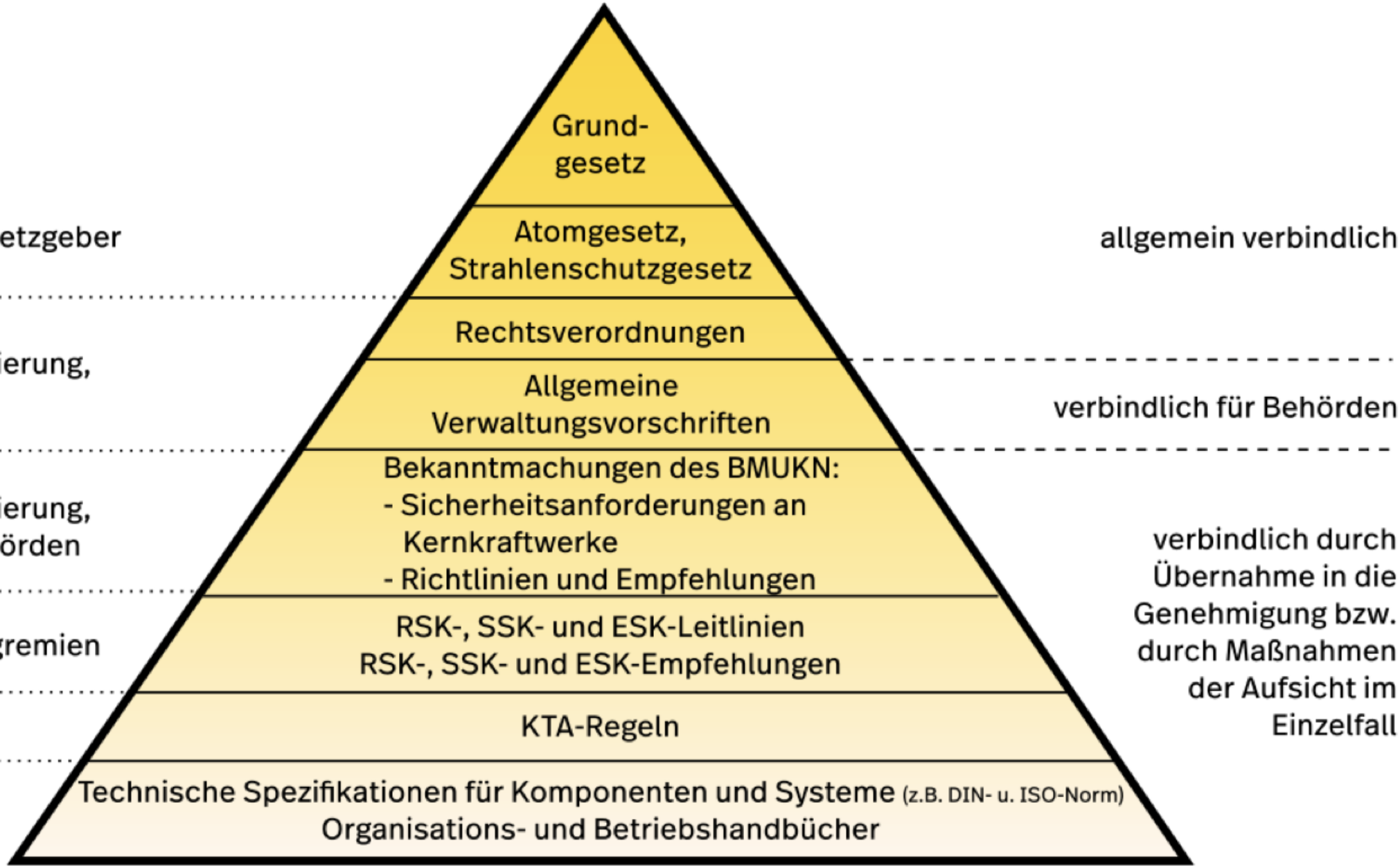
Betriebs- und Umgangsgenehmigung

- Einheitliche Genehmigungserteilung nach § 12 Abs. 5 StrlSchG
- Genehmigungsvoraussetzungen in § 13 StrlSchG
- Probeweiser Betrieb und Umgang nach § 13 Abs. 5 StrlSchG

Anwendbarkeit des AtG

- Genehmigungstatbestände nicht anwendbar.
- Anwendbar sind aber:
  - Entsorgungsvorgaben nach § 9a AtG
  - Haftung nach § 26 Abs. 1, 2 AtG (§ 176 StrlSchG)
  - Aufsicht, § 179 StrlSchG i. V. m. § 19 AtG
  - Sachverständige, § 179 StrlSchG i. V. m. § 20 AtG
  - Zuverlässigkeitsprüfung, § 75 StrlSchG i. V. m. § 12a AtG

Trotz Trennung der Genehmigungsregime, einheitlicher Rechtsbereich des Atom- und Strahlenschutzrechts.


Grund-
gesetz
Atomgesetz,
Strahlenschutzgesetz
Rechtsverordnungen
Allgemeine
Verwaltungsvorschriften
Bekanntmachungen des BMUKN:
- Sicherheitsanforderungen an
Kernkraftwerke
- Richtlinien und Empfehlungen
RSK-, SSK- und ESK-Leitlinien
RSK-, SSK- und ESK-Empfehlungen
KTA-Regeln
Technische Spezifikationen für Komponenten und Systeme (z.B. DIN- u. ISO-Norm)
Organisations- und Betriebshandbücher
Bundesgesetzgeber
Bundesregierung,
Bundesrat
Bundesregierung,
Landesbehörden
Beratungsgremien
KTA
Industrie
allgemein verbindlich
verbindlich für Behörden
verbindlich durch
Übernahme in die
Genehmigung bzw.
durch Maßnahmen
der Aufsicht im
Einzelfall

Fusionsspezifische Anpassung des StrlSchG

- StrlSchG enthält *de lege lata* keine fusionsspezifischen Genehmigungstatbestände und –voraussetzungen.

Fortentwicklungsbedarf und –möglichkeiten?

Verfassungsrechtliche Rahmenbedingungen einer Fortentwicklung

- Kompetenzgrundlage
- Vorbehalt des Gesetzes und Wesentlichkeitslehre des BVerfG

Kompetenzgrundlage

Art. 73 Abs. 1 Nr. 14 GG

„die **Erzeugung und Nutzung der Kernenergie** zu friedlichen Zwecken, die Errichtung und den Betrieb von Anlagen, die diesen Zwecken dienen, den Schutz gegen Gefahren, die bei Freiwerden von Kernenergie oder durch **ionisierende Strahlen** entstehen, und die Beseitigung radioaktiver Stoffe.”

Vorbehalt des Gesetzes

- Die Delegation normativer Gestaltungsmacht wird begrenzt durch den Vorbehalt des Gesetzes.
- Der parlamentarische Gesetzgeber muss alle wesentlichen, insbesondere grundrechtsrelevanten Entscheidungen selbst treffen.

Angesichts der Grundrechtsrelevanz einer Fusionsregulierung im Hinblick auf Art. 2 Abs. 2 S. 1 GG sowie auf der anderen Seite Art. 12 Abs. 1, Art. 14 Abs. 1 GG sind grundlegende Regulierungsentscheidungen durch den parlamentarischen Gesetzgeber zu treffen.

Zusammenfassung

- Dreifache Genehmigungsbedürftigkeit unter StrlSchG
- Neue fusionsspezifische Regulierungsvorgaben erfolgen bundeseinheitlich auf Grundlage der ausschließlichen Bundeskompetenz nach Art. 73 Abs. 1 Nr. 14GG
- Grundlegende, insbesondere grundrechtsrelevante Anpassungen sind durch den parlamentarischen Gesetzgeber zu treffen

US-amerikanischer Rechtsrahmen

Ausgangspunkt

Sec. 103 NEIMA

For **commercial advanced nuclear reactors,** the NRC must

(1) establish stages within the licensing process;

(2) increase the use of risk-informed, performance-based licensing evaluation techniques and guidance; and

(3) establish by the end of 2027 a technology-inclusive regulatory framework that encourages greater technological innovation.

Rechtliche Rahmensetzung unter US-Recht

Atomic Energy Act (AEA)

US NRC Regulation /
einzelstaatliche Regulierung
(Sec. 274 AEA)

Atomic Energy Act (AEA)

- Gesetzesgrundlage für die zivile und militärische Nutzung von nuklearen und radioaktiven Stoffen.
- Übertragung der Regulierungszuständigkeit auf die US NRC.
- Mit dem ADVANCE Act von 2024 wurden fusionsspezifische Änderungen vorgenommen
  - Änderungen an der Definition des Begriffs ‘byproduct material‘ im Gesetz, um Fusionsanlagen ausdrücklich zu berücksichtigen (Sec. 3e. (3) (B) AEA).
  - Definition des Begriffs *‘fusion machine’* gemäß Sec. 11dd. AEA.

AEA umfasst sowohl Kernspaltung als auch Kernfusion.

Definition „fusion machine“

Sec. 11 dd. AEA

‘fusion machine’ means a machine capable of

(1) **transforming atomic nuclei** into various elements, isotopes, or other particles **by fusion processes** and

(2) **directly capturing and utilizing the resulting products**, including particles, heat, or other electromagnetic radiation.

Definition „byproduct material“

Sec. 3 e. (3) (B) AEA

‚byproduct material‘ means [...] any material that **has been made radioactive** by use of a **particle accelerator**, including **by use of a fusion machine**.

Grundsatzregelung Umgang mit ‚byproduct material‘

Sec. 81 a. AEA

„**No person may** transfer or receive in interstate commerce, manufacture, **produce**, transfer, **acquire, own, possess**, import, or export any byproduct material, **except to the extent authorized** by this section, section 82 or section 84. **The Commission** is authorized to **issue general or specific licenses to applicants seeking to use byproduct material** for research or development purposes, for medical therapy, industrial uses, agricultural uses, or such other useful applications as may be developed.“

Regulierungsermächtigung der US NRC

Sec. 161 b. AEA

„In the performance of ist functions the Commission is authorized to […]
b. **establish by rule, regulation, or order, such standards** and instructions **to govern the possession and use of** special nuclear material, source material, and **byproduct material** as the Commission may deem necessary or desirable to promote the common defense and security or to protect health or to minimize danger to life or property […].“

US NRC Fusion Regulation

- Die NRC hat eine Regelungsmaßnahme mit begrenztem Umfang (***limited scope rulemaking***) genehmigt, um einen Rechtsrahmen für Fusionsanlagen im Rahmen des NRC-Regelwerks für radioaktive Nebenprodukte in **10 CFR Part 30** zu schaffen.
- Die bestehenden Vorschriften erfordern nur geringfügige Anpassungen.
  - Proposed Rule: Regulatory Framework for Fusion Machines (91 FR 9476)
  - Draft Consilidated Guidance about Material Licenses (NUREG-1556, Vol. 22)

Proposed US NRC-Rule: Regulatory Framework for Fusion Machines

- Integration von *fusion machines* in 10 CFR Part 30 durch Anpassung der Definition des Begriffs *'byproduct material'*
- Neue Genehmigungsantragsanforderungen für den Umgang mit *byproduct material* im Zusammenhang mit *fusion machines* (10 CFR §30.32(k))
- Ergänzende Umweltprüfungsanforderungen (10 CFR Part 51)
- Ergänzende Regelungen zur Entsorgung radioaktiver Abfälle aus Fusionsanlagen (10 CFR § 20.2008)
- Besondere Melde-, Aufzeichnungs- und Inspektionspflichten für den lizensierten Umgang mit Tritium

US NRC vs. einzelstaatliche Regulierungszuständigkeit

Sec. 274 b. AEA

„[…] the Commission in authorized to enter into **agreements** with the Governor of any State **providing for discontinuance of the regulatory authority of the Commission** under […] this Act, with respect to any one or more of the following materials within the State: (1) Byproduct materials […].
During the duration of such an agreement it is recognized that **the State shall have authority to regulate the materials covered by the agreement** for the protection of the public health and safety from radiation hazards“

Beispiel
Regulierung einer *fusion machine* im einzelstaatlichen Recht von Massachusetts

- Keine fusionsspezifischen Vorgaben
- Maßgeblich sind die Regulierungsvorgaben für *particle accelerator,* als deren Unterfall *fusion machines* nach Sec. 11e.(3)(B) AEA gelten
- 105 CMR 120.700: Radiation Requirements for Particle Accelerators
  - Anlagenbezogene Registrierungspflicht für *particle accelerator*
  - Materialbezogene Lizenzpflicht

Zusammenfassung

- Materialbezogene Regulierung der Fusionsenergie unter 10 CFR Part 30
- Neue fusionsspezifische Regulierungsvorgaben erfolgenim Wege administrativer Normsetzung durch die US NRC
- Föderaler Regulierungsansatz durch Vertragsstaaten (National Materials Program)

Key Takeaways

- Kein international einheitlicher Regulierungsansatz, aber Entwicklungstendenz zur Regulierung außerhalb des Kernspaltungsregimes.
- Gegenüberstellung Deutschland und USA:
  - Dreifache Genehmigungsbedürftigkeit nach StrlSchG vs. materialbezogener Regulierungsansatz unter 10 CFR Part 30
  - Regelung durch Parlamentsgesetz vs. administrative Normsetzung der US NRC
  - Bundeseinheitliche Rechtsrahmen vs. föderaler Regulierungsansatz durch Vertragsstaaten (National Materials Program)

Julius-Maximilians-
UNIVERSITÄT
WÜRZBURG

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit

Wissenschaft für die Gesellschaft seit 1402