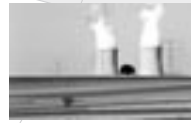


ILK

INTERNATIONALE
LÄNDERKOMMISSION
KERntechnik

Baden-Württemberg · Bayern · Hessen



ILK-Empfehlung

zur Vermeidung von gemeinsam verursachten Ausfällen
bei digitalen Schutzsystemen

For the english version, please flip this booklet over!

September 2003

Nr.: ILK-15 D

Vorwort

Die Internationale Länderkommission Kerntechnik - ILK - der Länder Baden-Württemberg, Bayern und Hessen wurde im Oktober 1999 gegründet und besteht derzeit aus 13 Wissenschaftlern und Experten aus Deutschland, Frankreich, Schweden, der Schweiz und den USA. Durch die unabhängige und objektive Beratung der drei Länder in Fragen der Sicherheit kerntechnischer Anlagen, der Entsorgung radioaktiver Abfälle sowie der Risikobewertung der Kernenergienutzung soll die ILK insbesondere einen wichtigen Beitrag liefern, den hohen international anerkannten Sicherheitsstandard der süddeutschen Kernkraftwerke zu erhalten und weiter zu entwickeln.

Dem Fortschritt der Technik entsprechend wird in den letzten Jahren vermehrt digitale Sicherheits-Leittechnik in Kernkraftwerken eingesetzt. Die ILK misst diesem Vorgehen große sicherheitstechnische Bedeutung bei und hat sich daher, unterstützt durch eine externe Untersuchung, intensiv mit dem Aspekt der Vermeidung von gemeinsam verursachten Ausfällen beim Einsatz digitaler Leittechnik-Systeme beschäftigt. Die vorliegende Empfehlung wurde auf der 25. ILK-Sitzung am 15. September 2003 in Stuttgart verabschiedet. Bei Um- und Nachrüstungen mit digitaler Sicherheits-Leittechnik empfiehlt die ILK notwendige Maßnahmen, um bei einer möglichst einfachen Systemstruktur gemeinsam verursachte Ausfälle als hinreichend unwahrscheinlich bewerten zu dürfen. Die Empfehlung richtet sich sowohl an Betreiber als auch an Behörden.

Der Vorsitzende



Dr. Serge Prêtre

Vorwort	2
1 Sachverhalt	4
2 Bewertung	8
3 Empfehlungen	10
Literatur	12
Mitglieder der ILK	13
ILK-Veröffentlichungen	15

ILK - Geschäftsstelle beim Bayerischen Landesamt für Umweltschutz

Bürgermeister-Ulrich-Str. 160
 D-86179 Augsburg
 Telefon: +49-173-65 707-11/-10
 Telefax: +49-173-65 707-98/-96
 E-Mail: info@ilk-online.org
<http://www.ilk-online.org>

1 Sachverhalt

1. Die Leittechnik mit der höchsten sicherheitstechnischen Bedeutung ist in deutschen Kernkraftwerken im Wesentlichen fest verdrahtet. Wegen vielfältiger hinreichend bekannter Vorteile wird zukünftig auch hier Digitaltechnik verwendet.

Die Reaktorsicherheitskommission (RSK) hat deshalb 1996 Leitlinien für eine digitale Sicherheits-Leittechnik [1] veröffentlicht. In diesen Leitlinien werden die verfahrenstechnischen Anforderungen an eine Sicherheits-Leittechnik als Leittechnik-Funktionen bezeichnet; ihre Umsetzung in ablauffähige Software heißt Anwendersoftware. Entsprechend ihrer sicherheitstechnischen Bedeutung werden diese Leittechnik-Funktionen in drei Kategorien mit abgestuften Anforderungen an Entwicklung, Herstellung, Qualifizierung und Betrieb klassifiziert. Die Leittechnik-Funktionen der Kategorie 1 haben die höchste sicherheitstechnische Bedeutung und bilden das Schutzsystem. Daher finden sich die Funktionen des Reaktorschutzsystems, also die Auslösung einer Reaktorschnellabschaltung oder die Ansteuerung der aktiven Sicherheitseinrichtungen, überwiegend in der Kategorie 1. Bei geringen zu erwartenden Schadensauswirkungen können Schutzbegrenzungen verwendet werden. Sie werden daher in Kategorie 2 klassifiziert. Die Leittechnik-Funktionen der Kategorien 1 und 2 sind untereinander unabhängig und werden auf Einrichtungen verarbeitet, für die Anforderungen derselben Einrichtungskategorie gelten. Wegen ihrer geringeren sicherheitstechnischen Bedeutung bleiben Leittechnik-Funktionen der Kategorie 3 hier unberücksichtigt.

2. Zusätzlich zu den Vorkehrungen zur Beherrschung von Störfällen durch das Sicherheitssystem sind anlageninterne Notfall-Schutzmaßnahmen vorgesehen, mit denen auslegungsüberschreitende Ereignisse beherrscht oder ihre Folgen gemildert werden können. Solche Schutzmaßnahmen sind grundsätzlich Handmaßnahmen. Um die hierfür erforderlichen Informationen zu gewinnen und um die entsprechenden Maßnahmen zu bewirken, sind Leittechnik-Einrichtungen notwendig. In Übereinstimmung mit den für den anlageninternen Notfallschutz geltenden Anforderungen dürfen dafür Einrichtungen der Betriebs-Leittechnik benutzt werden. Diese müssen wegen der geringen Eintrittswahrscheinlichkeit der Ereignisse nicht den Anforderungen einer Sicherheits-Leittechnik genügen, insbesondere brauchen dabei keine gemeinsam verursachten Ausfälle betrachtet zu werden.

Als gemeinsam verursachter Ausfall (GVA) wird ein Systemversagen verstanden, das auf einem latenten Entwurfs- oder Fertigungsfehler mit dem Potential beruht, durch ein einzelnes Ereignis das zeitlich korrelierte Versagen gleichartiger Komponenten oder Systemfunktionen zu bewirken.

Die o. g. Leitlinien der RSK [1] haben das Genehmigungsverfahren für Um- und Nachrüstungen mit digitaler Leittechnik in den Kernkraftwerken Neckarwestheim 1 und Unterweser im Jahre 1998 beeinflusst. Hierbei sind u. a. Leittechnik-Funktionen der Kategorie 2 auf digitalen Automatisierungseinrichtungen realisiert worden. Während in dieser Kategorie die Berücksichtigung eines gemeinsam verursachten Ausfalls keine strikte Auslegungsanforderung ist, hatte er dennoch in den Genehmigungsverfahren eine nennenswerte Bedeutung.

Es sollte daran erinnert werden, dass für probabilistische Untersuchungen bis heute keine allgemein anerkannte Methodik zur Berücksichtigung von durch Software verursachten Ausfällen existiert. Deshalb entbehren einzelne Maßnahmen nicht einer subjektiven Beurteilung hinsichtlich ihrer Wirksamkeit gegen GVA. Für Antragsteller und Genehmigungsbehörden soll deshalb diese Empfehlung der ILK ein Wegweiser zur Bewertung solcher Um- und Nachrüstungen sein.

Die ILK hat eine Untersuchung [2] mit dem Ziel durchführen lassen, bekannte Maßnahmen hinsichtlich ihrer Wirksamkeit zur Vermeidung gemeinsam verursachter Ausfälle einer digitalen Sicherheits-Leittechnik zu beurteilen.

3. Um den gemeinsam verursachten Ausfall der Leittechnik hinreichend unwahrscheinlich zu machen, müssen Gemeinsamkeiten unter den redundanten Leittechnik-Einrichtungen weitgehend vermieden werden. Dabei ist jeweils der gesamte Signalverarbeitungsweg vom Sensor bis zum Stellglied zu betrachten.

Für die Festlegung von konkreten Maßnahmen gibt es keine einfachen Regeln. Ein Überblick über die internationale Praxis, wie er anschließend skizziert wird, zeigt vielmehr, dass spezifische, auf die Gegebenheiten des einzelnen Kraftwerks abgestimmte Lösungen realisiert wurden. Dabei spielen meist die Häufigkeit der zu beherrschenden Ereignisse sowie die Folgen eines angenommenen Versagens der Leittechnik eine wichtige Rolle. Außerdem können die Folgen eines derartigen Versagens im Rahmen des Defence-in-Depth Konzeptes durch andere Einrichtungen des Kraftwerks aufgefangen werden. Allgemeine Regeln zur Bewertung der Maßnahmen für die Vermeidung von GVA existieren in den USA [3] sowie mit postulierten Eintrittswahrscheinlichkeiten für GVA in Großbritannien [4]; eine Zusammenfassung enthält [2].

4. In CANDU-Anlagen (Kanada) finden sich zwei dreifach redundante diversitäre Abschaltssysteme, die unabhängig voneinander die Messsignale vom Sensor bis zum Aktor verarbeiten. Zum Abschalten werden einerseits Abschaltstäbe und andererseits Gadoliniumnitrat verwendet. In Sizewell B (Großbritannien) und in

Temelin (Tschechische Republik) ist ein primäres und ein sekundäres Schutzsystem installiert, wobei in Temelin beide Systeme digital arbeiten. Das sekundäre Schutzsystem in Sizewell ist zu dem primären Schutzsystem nicht redundant, sondern leitet aus probabilistischen Gründen Gegenmaßnahmen bei häufiger anzunehmenden Störfällen ein. Bei den französischen N4-Anlagen (Chooz, Civaux) wird das digitale SPIN (Système de Protection Intégré Numérique) ebenfalls aus probabilistischen Gründen durch ein entsprechend qualifiziertes Leittechnik-System vom selben Hersteller wie SPIN ergänzt. Hierdurch werden unabhängig vom SPIN bei Störfällen ohne Reaktorschnellabschaltung (ATWS, anticipated transients without scram) Maßnahmen wie {Dampferzeuger absperren, Notspeisung ein, Stabantriebe energielos, Turbinenschnellschluss, Sicherheitseinspeisung} eingeleitet. In Beznau (Schweiz) wird das bestehende festverdrahtete separate Notstandssystem bei der Umrüstung auf digitale Sicherheits-Leittechnik beibehalten. In Kashiwasaki-Kariwa 6 und 7 (Japan), in Bohunice (Slowakische Republik) und in Paks (Ungarn) findet man jeweils ein digitales Schutzsystem ohne verschiedenartige Hardware. Dasjenige in Paks besteht z. B. aus drei redundanten Strängen mit jeweils zwei diversitären Gruppen von Anregekriterien.

5. Diversitäre Auslegung ist eine technische Maßnahme, um Unabhängigkeit unter Leittechnik-Einrichtungen zu erzielen. Das festverdrahtete Reaktorschutzsystem kennt im Wesentlichen zwei Arten der Diversität: Die funktionale Diversität bezeichnet zueinander physikalisch unterschiedliche Anregekriterien, die dem gleichen Ziel dienen. Dort, wo unterschiedliche Anregekriterien nicht vorhanden sind, wird zumindest eine Diversität in den gefährdetsten peripheren Einrichtungen des Reaktorschutzsystems verwendet, nämlich den Messeinrichtungen bzw. den Stellgliedern. Diese bleiben von einer Digitalisierung der zentralen Leittechnik in der Regel unberührt. Hardware-Diversität beschränkt sich auf den zentralen Teil des vollständigen Signalverarbeitungspfades.

6. Diversitäre Hardware bei digitalen Automatisierungseinrichtungen bedeutet in der Regel auch den Einsatz voneinander unabhängiger Systemsoftware. Darunter fasst man z. B. Funktionen des Betriebssystems, des Compilers und des Kommunikationssystems unter den einzelnen Automatisierungsgeräten zusammen. Wegen der geringen Stückzahlen digitaler Sicherheits-Leittechnik sprechen wirtschaftliche Gründe gegen die vollständige, mit hohen Kosten verbundene Entwicklung und Betreuung entsprechender Spezialeinrichtungen, deren Funktionalität auch anderswo benötigt wird. Damit muss man zumindest teilweise auf industrielle Standardprodukte zurückgreifen, die nicht unter Berücksichtigung des kerntechnischen Regelwerkes erstellt wurden.

Deshalb neigt man gerade während der Einführungsphase einer digitalen Sicherheits-Leittechnik, in der sich die Erfahrung mit ihr ja noch aufbaut, zu der Forderung nach Verwendung diversitärer Hardware. Diversitäre Hardware wirkt wegen der grundsätzlich durch sie bedingten Diversität der Systemsoftware gegen Fehler bei ihrem Entwurf und ihrer Implementierung. Mit diversitärer Hardware können aber Spezifikationsfehler in der Anwendersoftware nicht vermieden werden.

Andererseits ist festzustellen, dass zu einer Gerätefamilie in der Regel auch eine Software-Entwicklungsumgebung gehört. Bei diversitärer Hardware sind somit mindestens zwei Gerätefamilien einschließlich ihrer Entwicklungsumgebungen zu warten und zu pflegen. Weil bei zwei Familien eine Situation eintreten könnte, in der jede zu verschiedenen Ergebnissen kommt, könnte man deshalb die Forderung nach mindestens drei unterschiedlichen Gerätefamilien erheben. Eine solche deterministische Argumentation führt im Vergleich zum bestehenden Reaktorschutzsystem offensichtlich zu einer Überauslegung, der mit Probabilistik wirksam begegnet wird.

Die Erfahrung lehrt, dass Schwachstellen und Fehler in der Hardware häufig durch Maßnahmen in der Software kompensiert werden können. Darüber hinaus weisen digitale Baugruppen insbesondere wegen der nennenswert erhöhten Ausfallselbsterkennungs-Mechanismen meistens eine höhere Zuverlässigkeit als analoge, festverdrahtbare Baugruppen auf.

7. Der Vollständigkeit halber sind die folgenden Auslegungsmerkmale einer digitalen Sicherheits-Leittechnik genannt, die z. B. teilweise aus den RSK-Leitlinien [1] resultieren, die in deutschen Anlagen einzuhalten sind:

- (1) Die Rechner der Sicherheits-Leittechnik bearbeiten ihre Programme periodisch in festliegender Reihenfolge. Das führt zu konstanten Prozessor- und Kommunikationslasten. [entsprechend RSK-LL 7.3.2 (13), 7.6.1.1 (4)]
- (2) Die Rechner in je zwei zueinander redundanten Strängen sind zeitlich nicht synchronisiert. Ferner werden die Startzeitpunkte der Rechner in den einzelnen Strängen bewusst unterschiedlich gewählt. Daher ist ein Zugriff auf fehlerhafte Betriebssystem-Ressourcen bei gleichem (Zeit-)Zählerstand eher unwahrscheinlich. [entsprechend RSK-LL 7.3.5 (2)]
- (3) Bedienhandlungen und Instandhaltungen werden für redundante Automatisierungsgeräte nicht zur gleichen Zeit vorgenommen. [RSK-LL 7.2.1 (12), 7.3.9 (4)]
- (4) Es wird nur hoch qualifizierte Hard- und Software eingesetzt. [RSK-LL 7.3.6.2 und 7.3.7]

2 Bewertung

1. Die ILK begrüßt die Bereitschaft der Betreiber von Kernkraftwerken, die Sicherheits-Leittechnik zu digitalisieren. Der dabei eingeschlagene Weg, zunächst Leittechnik-Funktionen mit abgestufter sicherheitstechnischer Bedeutung zu digitalisieren, um Erfahrungen im Umgang mit der neuen Technik zu sammeln, wird von der ILK als verantwortungsbewusster Beitrag für den sicheren Betrieb von Kernkraftwerken ausdrücklich gewürdigt. Hierdurch wird eine Grundlage zur korrekten Bewertung des Potentials für gemeinsam verursachte Ausfälle geschaffen.

2. Die ILK kann aufgrund der sehr geringen Anzahl bekannt gewordener Vorfälle bei Nutzung einer digitalen Sicherheits-Leittechnik keine definitiven Aussagen zu wahrscheinlichen Auslösern für gemeinsam verursachte Ausfälle ableiten. Die Vorfälle spiegeln jedoch die aus der Software-Entwicklung bekannten Erfahrungen wider, dass bei der Spezifikation nicht erfasste Besonderheiten und eine Vielzahl von Betriebssituationen wie z. B. {Prüfungen, Instandhaltungen} mit vielfältigen Eingriffsmöglichkeiten besondere Probleme bereiten.

Diversitäre Hardware vermag diese potentiellen Ursachen von GVA nicht zu vermeiden.

3. Die ILK weist darauf hin, dass diversitäre Hardware in einer digitalen Sicherheits-Leittechnik u. a. dann benutzt wird, wenn probabilistische Ziele als Nachweis hoher Sicherheit erreicht werden sollen. Bislang existiert keine *allgemein anerkannte* Methodik, mit der durch fehlerhafte Software verursachte Ausfälle in eine probabilistische Analyse einbezogen werden können. Hierbei menschliche Eigenschaften (Human Factor) zu berücksichtigen, ist derzeit Gegenstand intensiver Bemühungen.

4. Die ILK verkennt nicht die mit dem Einsatz unterschiedlicher Hardware verbundene Erhöhung der Systemkomplexität und die dadurch bedingte höhere Anfälligkeit für Fehler, z. B. bei Wartungen.

5. Die ILK bewertet die Wirksamkeit funktionaler Diversität höher als diejenige einer Hardware-Diversität, auch weil von diversitärer Hardware nur ein Teil des vollständigen Signalverarbeitungspfades überdeckt wird: Funktionale Diversität bedeutet diversitäre Leittechnik-Funktionen und führt somit auf unabhängige Teile der Anwendersoftware.

6. Die ILK sieht deshalb bei Verwendung einer einzigen Gerätefamilie wirksamere Voraussetzungen zur Vermeidung von GVA, wenn innerhalb des Konzeptes der gestaffelten Verteidigung (Defence-in-Depth) in der Sicherheits-Leittechnik funktionale Diversität sowie unterschiedliche „Systemalter“ in den zueinander redundanten Leittechnik-Strängen verwendet werden. Funktional diversitäre Leittechnik-Funktionen führen auf verschiedenartige Anwendersoftware, die auf zwar gleichartiger, aber getrennter Hardware ausgeführt wird. Unterschiedliche „Systemalter“ stärken die Unabhängigkeit der einzelnen Leittechnik-Stränge bezüglich der mit gleichem (Zeit-)Zählerstand angeforderten Funktionen der Systemsoftware.

7. Die Untersuchung der KONVOI-Anlagen hat ergeben, dass die Anregekriterien einer Reaktorschnellabschaltung vollständig funktional diversitär sind. Im Gegensatz dazu sind die Anregekriterien zur Ansteuerung der aktiven Sicherheitseinrichtungen nur etwa zur Hälfte funktional diversitär. Mit der Formulierung modifizierter oder zusätzlicher Leittechnik-Funktionen kann die funktionale Diversität gesteigert werden. Die Realisierung entsprechender Leittechnik-Funktionen in Digitaltechnik ist von dem engen Korsett der Funktionalität qualifizierter Baugruppen der festverdrahteten Technik befreit. Dennoch sollte auch hier stets der Grundsatz beachtet werden, dass der Aufbau der Sicherheits-Leittechnik der Kategorie 1 einfach sein soll [RSK-LL 7.3.2 (4), 7.6.1.2.1 (2,3)].

3 Empfehlungen

Die ILK empfiehlt insbesondere bei Um- und Nachrüstungen mit digitaler Sicherheits-Leittechnik der Kategorie 1 ausgenommen deren Messeinrichtungen und Stellglieder über die Anforderungen der RSK-Leitlinien [1] hinaus folgendes Vorgehen als notwendige Voraussetzungen, damit gemeinsam verursachte Ausfälle als hinreichend unwahrscheinlich betrachtet werden dürfen. Der Ausfall der Sicherheits-Leittechnik der Kategorie 1 ist ein auslegungsüberschreitendes Ereignis.

1. Bei der Definition von Leittechnik-Funktionen und bei ihrer Validierung sollen unterschiedliche Vorgehensweisen verwendet werden, die durch verschiedenartige Ausgangspunkte der Überlegungen gekennzeichnet sind. Solche können beispielsweise durch die Begriffspaare {Ereignis-Orientierung, Schutzziel-Orientierung} oder {bottom-up, topdown} bzw. {induktiv, deduktiv} umschrieben werden.
2. Die Anforderungsspezifikation der Sicherheits-Leittechnik [RSK-LL 7.3.3 (1)] muss insbesondere ihre Instandhaltung sowie der mit ihr kommunizierenden Anlagenkomponenten in allen Betriebszuständen der Anlage vollständig umfassen.
- 3.1 Sollte die Sicherheits-Leittechnik der Kategorie 1 zunächst *teilweise* digitalisiert werden, dann sollte der in Digitaltechnik zu realisierende Teil idealerweise so zugeschnitten werden, dass die Funktionalität des festverdrahtet verbleibenden Teiles diversitär zum neuen digitalen Teil ist.
- 3.2 Ist dies für einzelne Leittechnik-Funktionen nicht der Fall, dann sollte hierfür funktionale Diversität vorhanden sein [RSK-LL 7.3.4 (2)]. Diese kann entweder allein im neuen digitalen Teil realisiert werden oder - im Rahmen des Konzeptes der gestaffelten Verteidigung - in entsprechenden Leittechnik-Funktionen der Kategorie 2 bestehen.

- 4.1 Sollte die Sicherheits-Leittechnik der Kategorie 1 *vollständig* digitalisiert werden, dann sollte die Ansteuerung der aktiven Sicherheitseinrichtungen insbesondere für nicht eindeutig sicherheitsgerichtete Maßnahmen funktional diversitär erfolgen. Dazu sollen physikalisch unterschiedliche Anregekriterien verwendet werden [RSK-LL 7.3.4 (2)].
- 4.2 Ist dies technisch nicht zweckmäßig, dann sind gleichwertige Maßnahmen zu ergreifen. Beispielsweise kann eine Leittechnik-Funktion in Kategorie 2 realisiert werden, um vom Konzept der gestaffelten Verteidigung innerhalb der Sicherheits-Leittechnik Kredit zu nehmen.
5. Diversitäre Leittechnik-Funktionen sollten von untereinander physikalisch separierten Einrichtungen verarbeitet werden.



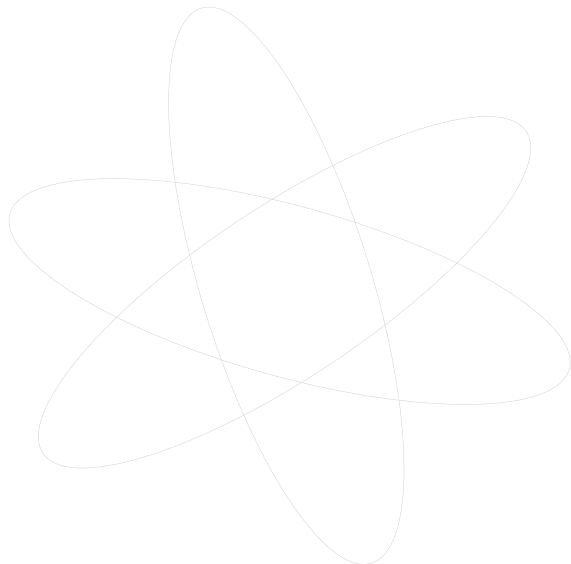
Literatur

- [1] RSK-Leitlinien für Druckwasserreaktoren, Stand 15.11.1996, BAnz Nr. 158a vom 23.08.1996, 4. Änderung: Berichtigung (BMU-Bekanntmachung vom 29.10.1996) BAnz Nr. 214 vom 15.11.1996
- [2] M. Baleanu, E.-W. Hoffmann, M. Kersken, A. Lindner, J. März, E. Sädler, G. Schnürer und D. Wach, „Empfehlungen zur Systemarchitektur und zur Anwendung von Hardware-Diversität zur Vermeidung gemeinsam verursachter Ausfälle bei Nutzung einer digitalen Sicherheits-Leittechnik“ ISTec - A - 723, April 2003
- [3] NUREG-0800, Standard Review Plan, Appendix 7-A, Branch Technical Position HICB - 19, "Guidance for Evaluation of Defence-in-Depth and Diversity in Digital Computer-Based Instrumentation and Control Systems", Rev. 4 - June 1997, US-NRC, Washington, USA
- [4] Safety Assessment Principles for Nuclear Plants, 1992 ISBN 0118820435, HSE Books, P Box 1999, Sandbury, Suffolk CO10 2 WA oder www.hse.gov.uk/nsd/saps.htm

1. **Prof. Dr. George Apostolakis, USA**
Professor für Kerntechnik und Techniksysteme am Massachusetts Institute of Technology (MIT) in Cambridge, USA
2. **Prof. Dr. phil., Dr.-Ing. E.h. Adolf Birkhofer, Deutschland**
Geschäftsführer der ISaR Institute for Safety and Reliability GmbH
Inhaber des Lehrstuhls für Reaktordynamik und Reaktorsicherheit der Technischen Universität München
3. **Frau Annick Carnino, Frankreich**
Ehemalige Direktorin des Bereichs Sicherheit Kerntechnischer Einrichtungen bei der IAEA
4. **Prof. Dr.-Ing. Dr.-Ing. E.h. Dr. techn. h.c. Josef Eibl, Deutschland**
Ehemaliger Leiter des Instituts für Massivbau und Baustofftechnologie der Universität Karlsruhe
5. **Prof. Dr.-Ing. habil. Hans Dieter Fischer, Deutschland**
Inhaber des Lehrstuhls für Nachrichtentechnik der Ruhr-Universität Bochum
6. **Ing. Bo Gustafsson, Schweden**
Ehemaliger Geschäftsführer von SKB International Consultants AB, die 2001 als internationale Tochter von SKB gegründet wurde
7. **Prof. Dr. rer. nat. habil. Winfried Hacker, Deutschland**
Ehemaliger Professor für Allgemeine Psychologie an der Technischen Universität Dresden
8. **Prof. Dr.-Ing. habil. Wolfgang Kröger, Schweiz**
Inhaber des Lehrstuhls für Sicherheitstechnik an der ETH Zürich
9. **Ing. Marcel Lallier, Frankreich**
Ehemaliger Leiter Betrieb des "EPR"-Projekts (European Pressurized Reactor)
10. **Dr.-Ing. Erwin Lindauer, Deutschland** (stellvertretender Vorsitzender der ILK)
Geschäftsführer der GfS Gesellschaft für Simulatorschulung mbH
Geschäftsführer der KSG Kraftwerks-Simulator-Gesellschaft mbH

- 11. Dr. Serge Prêtre, Schweiz** (Vorsitzender der ILK)
 Direktor (a.D.) der schweizerischen atomrechtlichen Aufsichtsbehörde
 HSK (Hauptabteilung für die Sicherheit der Kernanlagen)
- 12. Prof. Dr.-Ing. habil. Eberhard Roos, Deutschland**
 Inhaber des Lehrstuhls für Materialprüfung, Werkstoffkunde
 und Festigkeitslehre der Universität Stuttgart
 Direktor der Staatlichen Materialprüfungsanstalt, Universität Stuttgart
- 13. Prof. Dr. Frank-Peter Weiß, Deutschland**
 Professor für Anlagensicherheit an der TU Dresden
 Direktor des Instituts für Sicherheitsforschung im Forschungszentrum
 Rossendorf e.V., Dresden

(Liste in alphabetischer Reihenfolge)



ILK-Veröffentlichungen:

- ILK-01** ILK-Stellungnahme zur Beförderung von abgebrannten Brennelementen und verglasten hochradioaktiven Abfällen (Juli 2000)
- ILK-02** ILK-Stellungnahme zur Endlagerung von radioaktiven Abfällen (Juli 2000)
- ILK-03** ILK-Stellungnahme zur Sicherheit der Kernenergienutzung in Deutschland (Juli 2000)
- ILK-04** ILK-Empfehlungen zur Nutzung von Probabilistischen Sicherheitsanalysen im atomrechtlichen Genehmigungs- und Aufsichtsverfahren (Mai 2001)
- ILK-05** ILK-Empfehlung zur Förderung der internationalen technisch-wissenschaftlichen Kontakte der deutschen Länderbehörden für nukleare Sicherheit (Oktober 2001)
- ILK-06** ILK-Stellungnahme zum Entwurf vom 5. Juli 2001 der Atomgesetzänderung (Oktober 2001)
- ILK-07** ILK-Stellungnahme zur Wiederaufarbeitung abgebrannter Brennelemente (November 2001)
- ILK-08** ILK-Stellungnahme zur möglichen Eignung des Standortes Gorleben als geologisches Endlager für radioaktive Abfälle (Januar 2002)
- ILK-09** ILK-Stellungnahme zu übergeordneten Schlussfolgerungen aus den Ereignissen in KKP 2 in Zusammenhang mit der Revision 2001 (Mai 2002)

- ILK-10** ILK-Stellungnahme zum Umgang mit dem Fragenkatalog der GRS zur „Praxis des Sicherheitsmanagements in den Kernkraftwerken in Deutschland“ (Juli 2002)
- ILK-11** ILK-Empfehlung zur Durchführung von internationalen Überprüfungen im Bereich der nuklearen Sicherheit in Deutschland (September 2002)
- ILK-12** Interner ILK-Bericht zum gezielten Absturz von Passagierflugzeugen auf Kernkraftwerke (März 2003)
- ILK-13** ILK-Stellungnahme zu den EU-Richtlinienvorschlägen zur kerntechnischen Sicherheit und zur Entsorgung radioaktiver Abfälle (Mai 2003)
- ILK-14** ILK-Stellungnahme zu den Empfehlungen des Arbeitskreises Auswahlverfahren Endlagerstandorte (AkEnd) (September 2003)
- ILK-15** ILK-Empfehlung zur Vermeidung von gemeinsam verursachten Ausfällen bei digitalen Schutzsystemen (September 2003)
- ILK-CD** CD mit gesammelten Vorträgen des ILK-Symposiums "Chancen und Risiken der Kernenergie" im April 2001