



Schweizerische Eidgenossenschaft  
Confédération suisse  
Confederazione Svizzera  
Confederaziun svizra

Eidgenössisches Nuklearsicherheitsinspektorat ENSI  
Inspection fédérale de la sécurité nucléaire IFSN  
Ispettorato federale della sicurezza nucleare IFSN  
Swiss Federal Nuclear Safety Inspectorate ENSI



## **Gutachten des ENSI zum Rahmenbewilligungsgesuch der KKN AG**

**Neubauprojekt Kernkraftwerk Niederamt**





Schweizerische Eidgenossenschaft  
Confédération suisse  
Confederazione Svizzera  
Confederaziun svizra

**Eidgenössisches Nuklearsicherheitsinspektorat ENSI**

ENSI 18/12

# **Gutachten des ENSI zum Rahmenbewilligungsgesuch der KKN AG**

Neubauprojekt Kernkraftwerk Niederamt

Brugg, September 2010

**Herausgeber**

Eidgenössisches Nuklearsicherheitsinspektorat ENSI  
Industriestrasse 19  
CH-5200 Brugg  
Telefon +41(0)56 460 84 00  
Telefax +41(0)56 460 84 99

**Zu beziehen bei**

Eidgenössisches Nuklearsicherheitsinspektorat ENSI  
Informationsdienst  
Industriestrasse 19  
CH-5200 Brugg  
oder per E-Mail  
Info@ensi.ch

**Abrufbar unter**

[www.ensi.ch](http://www.ensi.ch)

# Inhalt

<b>1 Einleitung</b>	<b>7</b>
1.1 Veranlassung	7
1.2 Angaben zum Gesuchsteller	7
1.3 Eingereichte Gesuchsunterlagen	7
1.4 Bedeutung des Rahmenbewilligungsverfahrens	8
1.5 Abgrenzung zum Bau- und zum Betriebsbewilligungsverfahren	9
1.6 Beurteilungskriterien	9
1.7 Aufbau des Gutachtens	10
1.8 Ablauf der Gutachtenerstellung	11
<b>2 Zweck und Grundzüge des Neubauprojekts</b>	<b>13</b>
2.1 Zweck des Projekts	13
2.2 Angaben zum Standort und zum Projektareal	13
2.3 Angaben zur geplanten Anlage	15
2.4 Auslegungsgrundsätze	20
<b>3 Projektmanagement</b>	<b>23</b>
3.1 Projektorganisation	23
3.2 Qualitätsmanagement	26
<b>4 Standorteigenschaften und Gefährdungen</b>	<b>29</b>
4.1 Standorteigenschaften	29
4.1.1 Geografie und Bevölkerungsverteilung	29
4.1.2 Verkehrswege und Industrie	31
4.1.3 Logistik und Baustelleneinrichtung	43
4.1.4 Meteorologie	46
4.1.5 Hydrologie und Grundwasser	52
4.1.6 Geologie, Baugrund und Seismik	58
4.1.7 Netzanbindung	81
4.1.8 Infrastruktur Brandschutz	84
4.2 Standortspezifisches Gefährdungspotenzial	86
4.2.1 Auswahl der Ereignisse und Gefährdungen	86
4.2.2 Erdbeben	88
4.2.3 Externe Überflutung	91
4.2.4 Flugzeugabsturz	96
4.2.5 Extreme Winde und Tornados	99
4.2.6 Andere standortspezifische Gefährdungen	102
4.3 Zusammenfassende Bewertung der Standorteignung	108

<b>5 Strahlenschutz</b>	<b>110</b>
5.1 Rechtfertigung, Begrenzung und Optimierung	110
5.2 Quellenbezogener Dosisrichtwert	112
5.3 Voraussichtliche Strahlenexposition innerhalb und in der Umgebung der Anlage	113
5.4 Notfallschutz	114
<b>6 Menschliche und organisatorische Aspekte</b>	<b>116</b>
6.1 Entwicklung der Organisation für den Betrieb des Kernkraftwerks	116
6.2 Berücksichtigung der menschlichen und organisatorischen Faktoren bei der Entwicklung der Anlage	118
<b>7 Sicherung</b>	<b>120</b>
7.1 Standorteigenschaften für die Sicherung	120
7.2 Gefährdungsannahmen	121
7.3 Bauliche, technische, organisatorische und administrative Massnahmen	122
<b>8 Stilllegungskonzept</b>	<b>125</b>
<b>9 Entsorgung</b>	<b>129</b>
<b>10 Gesamtbewertung</b>	<b>134</b>
<b>11 Anträge für Auflagen</b>	<b>137</b>
<b>12 Hinweise des ENSI</b>	<b>138</b>
<b>13 Referenzen</b>	<b>140</b>
<b>14 Anhang: Abkürzungen</b>	<b>147</b>

## Verzeichnis der Abbildungen

Abbildung 2.3-1: Übersichtskarte Niederamt mit Projektareal – Variante 1 mit Zuordnung der Funktionsgruppen a–f zu den Teilarealen (Quelle: SIB KKN Abb. 2.2-2)	17
Abbildung 2.3-2: Übersichtskarte Niederamt mit Projektareal – Variante 2 (inkl. Zuordnung der Funktionsgruppen a–f zu den Teilarealen (Quelle: SIB KKN Abb. 2.2-3)	17
Abbildung 2.3-3: Möglicher Grundriss zentraler Gebäude zur Stromerzeugung in einem Kernkraftwerk (schematische Darstellung mit ungefährem Massstab) RA: Reaktoranlage R: Reaktorgebäude M: Maschinenhaus (Quelle: SIB KKN Abb. 2.2-4)	18
Abbildung 4.1-1: Standorte der StFV-Betriebe im Umkreis von 8 km um den Standort KKN (Quelle: SIB KKN Abb. 3.3-2)	32
Abbildung 4.1-2: Arealanbindung an Hauptverkehrswege (Quelle: SIB KKN Abb. 3.3-1)	44
Abbildung 4.1-3: Grundwasserverhältnisse im Standortgebiet KKN mit Isohypsen bei Höchststand (Quelle: SIB KKN Abb. 3.5-29)	54
Abbildung 4.1-4: Grundwassermodell mit exemplarischen Grundwasserspiegeländerungen (Quelle: SIB KKN Abb. 3.5-42)	56
Abbildung 4.1-5: Strukturkarte der Basis Mesozoikum mit Abgrenzung von Kristallin- und Permokarbonvorkommen (Quelle: Naef 2009 [95])	61
Abbildung 4.1-6: Schematische Charakterisierung der tektonischen Regimes im zentralen und östlichen Jura [52]	67
Abbildung 4.1-7: Reflexionsseismik 2008 [84]	70
Abbildung 4.1-8: Schematischer Schichtaufbau am Standort KKN (Quelle: SIB KKN Abb. 3.6-21)	71
Abbildung 4.1-9: Historische Erdbeben und instrumentell erfasste Erdbeben zwischen 250 und 2007 in Abhängigkeit der Herdtiefe aus dem Erdbebenkatalog des SED (Quelle: SIB KKN Abb. 3.6-12)	77

## Verzeichnis der Tabellen

Tabelle 4.1-1: Szenarien mit Einwirkungen von verschiedenen Nachbarbetrieben auf KKN über den Luftpfad	33
Tabelle 4.1-2: Szenarien beim Gefahrguttransport auf Bahn und Strasse und deren Auswirkungen auf das Gelände des KKN	35
Tabelle 4.1-3: Gefährungsdistanzen von Ereignissen beim Gefahrguttransport (Bahn und Strasse)	42



# 1 Einleitung

## 1.1 Veranlassung

Am 9. Juni 2008 reichte die Kernkraftwerk Niederamt AG (KKN AG) dem Bundesamt für Energie (BFE) das Rahmenbewilligungsgesuch für das Neubauprojekt «KKW Niederamt» (KKN) ein [1]. Gegenstand des Gesuchs ist der geplante Bau eines Kernkraftwerks mit Leichtwasserreaktor der dritten Generation mit einer maximalen elektrischen Leistung von 1,9 GW<sub>el</sub> am Standort Niederamt (Kanton Solothurn), d.h. in unmittelbarer Nachbarschaft zu der bereits bestehenden Anlage Gösgen (KKG).

Das Eidgenössische Nuklearsicherheitsinspektorat (ENSI) hat als zuständige Aufsichtsbehörde des Bundes ein Gutachten zu erstellen, in welchem Fragen der nuklearen Sicherheit und Sicherung unter Einschluss des Strahlenschutzes sowie der Stilllegung und Entsorgung radioaktiver Abfälle zu behandeln sind. Das Gutachten bildet eine Grundlage für den Entscheid des Bundesrates über die Erteilung der Rahmenbewilligung.

## 1.2 Angaben zum Gesuchsteller

Gesuchsteller ist die KKN AG, eine von der Atel Holding AG am 2. Juni 2008 gegründete Aktiengesellschaft mit Sitz in Olten. Die Atel Holding AG wurde per 1. Februar 2009 in Alpiq Holding AG umfirmiert. Unter dem Dach der Alpiq Holding AG wurden 2009 die Aare-Tessin AG für Elektrizität (heute Alpiq AG) und die Energie Ouest Suisse (heute Alpiq Suisse AG) zusammengeführt. Zweck der KKN AG ist die Projektierung der neuen Anlage im Niederamt und die Erlangung der für den Bau und Betrieb erforderlichen Bewilligungen. Die KKN AG ist gegenwärtig vollständig im Besitz der Alpiq Holding AG, welche eines der grössten schweizerischen Energieunternehmen mit entsprechender Erfahrung bei der Projektierung von Grosskraftwerken und beim Betrieb von Kernkraftwerken ist.

Gemäss Ausführungen der KKN AG besteht die Absicht, weitere Partner für den Bau des geplanten Kernkraftwerks hinzuzugewinnen und das Aktionariat zu erweitern.

## 1.3 Eingereichte Gesuchsunterlagen

Die KKN AG reichte dem BFE die gemäss Art. 23 der Kernenergieverordnung vom 10. Dezember 2004 (KEV, [9]) erforderlichen Gesuchsunterlagen ein. Darunter befinden sich auch die folgenden vier vom ENSI zu begutachtenden Berichte:

- Sicherheitsbericht [2]
- Sicherungsbericht [3]
- Konzept für die Stilllegung [4]
- Nachweis für die Entsorgung der anfallenden radioaktiven Abfälle [5]

Zusätzlich wurden vom Gesuchsteller ein Umweltverträglichkeitsbericht [6] sowie ein Bericht zur Abstimmung mit der Raumplanung [7] eingereicht. Diese beiden Berichte sind nicht Gegenstand des vorliegenden Gutachtens; sie werden vom Bundesamt für Umwelt (BAFU) respektive vom Bundesamt für Raumentwicklung (ARE) geprüft.

## 1.4 Bedeutung des Rahmenbewilligungsverfahrens

Mit der Rahmenbewilligung werden grundsätzliche, politisch bedeutsame Fragen entschieden, die sich im Zusammenhang mit dem Neubau eines Kernkraftwerks stellen. Die Rahmenbewilligung ist Voraussetzung für die Bau- und die Betriebsbewilligung.

In der Rahmenbewilligung werden die wichtigsten Elemente der geplanten Anlage festgelegt, nämlich der Bewilligungsinhaber, der Standort und der Zweck der Anlage, die Grundzüge des Projekts sowie die maximal zulässige Strahlenexposition für Personen in der Umgebung der Anlage (vgl. Art. 14 des Kernenergiegesetzes vom 21. März 2003 (KEG, [8]), Botschaft des Bundesrats zum Kernenergiegesetz [19], BBl 2001 III 2766). Als Grundzüge des Projekts gelten die ungefähre Grösse und Lage der Bauten, das Reaktorsystem (z.B. Leicht- oder Schwerwasserreaktor), die Leistungsklasse und das Hauptkühlsystem (z.B. Flusswasserkühlung oder Kühlturm).

Aus nuklearrechtlicher Sicht setzt die Erteilung einer Rahmenbewilligung voraus, dass der Schutz von Mensch und Umwelt gewährleistet werden kann, ein Stilllegungskonzept vorliegt und der Nachweis der Entsorgung der anfallenden radioaktiven Abfälle erbracht ist (Art. 13 KEG, Botschaft des Bundesrats zum Kernenergiegesetz [19], BBl 2001 III 2764 ff.). Die genannten Voraussetzungen sind zum Teil identisch mit denjenigen für die Erteilung einer Baubewilligung und einer Betriebsbewilligung; sie werden aber in den späteren Bewilligungsverfahren anhand der konkreten Anlagenauslegung nachgewiesen resp. vertieft überprüft.

Zu den einzelnen nuklearrechtlichen Bewilligungsvoraussetzungen ist Folgendes anzumerken:

Die Sicherstellung des Schutzes von Mensch und Umwelt ist auf allen drei Bewilligungsstufen zu überprüfen. Im Rahmenbewilligungsverfahren beschränkt sich die Prüfung darauf, ob die erst in den Grundzügen projektierte Anlage am geplanten Standort voraussichtlich so gebaut und betrieben werden kann, dass der Schutz von Mensch und Umwelt gewährleistet werden kann. Dies bedingt insbesondere, dass bei entsprechender Detailausführung die massgebenden Bestimmungen zum radiologischen Schutz von Bevölkerung, Betriebspersonal und Umwelt sowohl im Normalbetrieb als auch unter Störfallbedingungen eingehalten werden können. Bei der Rahmenbewilligung stehen grundsätzliche, die Standorteignung betreffende Fragen im Vordergrund, beispielsweise die Geologie, die Seismik oder die Hydrologie oder die grundsätzliche Machbarkeit von Notfallschutzmassnahmen. Aus den Standorteigenschaften lässt sich die Gefährdung der geplanten Anlage durch Störfälle mit Ursprung ausserhalb der Anlage (z.B. Erdbeben oder Überflutung) und die später erforderliche Auslegung der Anlage gegen diese Gefährdungen ableiten. In den nachfolgenden Bewilligungsschritten verlagert sich der Fokus auf anlagespezifische Aspekte.

Im Hinblick auf die Stilllegung der Anlage sind im Rahmenbewilligungsverfahren lediglich grundsätzliche Überlegungen auf Konzeptstufe verlangt. Eine vertiefte Überprüfung erfolgt im Baubewilligungsverfahren, wo vom Gesuchsteller ein konkreter, das Stilllegungskonzept präzisierender Plan für die Stilllegung vorzulegen ist.

Der Nachweis für die Entsorgung der anfallenden radioaktiven Abfälle wird im Rahmenbewilligungsverfahren abschliessend geprüft. Dabei ist indessen kein strikter Nachweis erforderlich, dass die Einlagerung der anfallenden radioaktiven Abfälle in ein bestehendes bzw. konkret projektiertes geologisches Tiefenlager möglich ist. Vielmehr müssen Lösungswege aufgezeigt werden, die mit grosser Wahrscheinlichkeit gangbar sind, wobei noch bestehende Ungewissheiten die grundsätzliche Machbarkeit nicht in Frage stellen dürfen [19]. In diesem Zusammenhang ist zu erwähnen, dass der Sachplan geologische Tiefenlager [72] die vom Kernkraftwerk Niederamt in Zukunft verursachten Volumina an radioaktiven Abfällen mit einschliesst.

## 1.5 Abgrenzung zum Bau- und zum Betriebsbewilligungsverfahren

Im Rahmenbewilligungsverfahren werden entsprechend den Angaben im vorhergehenden Kapitel die grundsätzlichen Aspekte des Neubaus eines Kernkraftwerks beurteilt (Art. 14 KEG). Zentrales Element in dieser Bewilligungsphase ist für das ENSI die Beurteilung der Standorteigenschaften. Von der zu projektierenden Anlage sind vorerst nur die Grundzüge darzulegen, während die konkrete Anlagenauslegung in den späteren Bewilligungsverfahren zu beurteilen ist. Auf Stufe Rahmenbewilligung weisen die Ausführungen in den Gesuchsunterlagen deshalb häufig – insbesondere im Zusammenhang mit der Auslegung der projektierten Anlage – den Charakter von Absichtsbekundungen auf, in denen grob skizziert wird, wie die im Bau- und Betriebsbewilligungsverfahren zu beachtenden Vorgaben eingehalten werden sollen. Derartige Ausführungen sind durchaus angebracht, denn sie erlauben es, grundsätzliche, bereits auf Konzeptstufe angelegte Mängel frühzeitig zu entdecken und zu korrigieren. In diesem Sinn hat das ENSI im Rahmen der Erstellung des vorliegenden Gutachtens Absichtsbekundungen, welche für die Fortführung des Projekts von wesentlicher Bedeutung sind, auf ihre Plausibilität und die prinzipielle Vereinbarkeit mit den zu beachtenden gesetzlichen und behördlichen Vorgaben überprüft. Das ENSI weist aber darauf hin, dass eine abschliessende Beurteilung auf Grundlage der vom Gesuchsteller einzureichenden Detailunterlagen in den nachfolgenden Bewilligungsverfahren zu erfolgen hat.

## 1.6 Beurteilungskriterien

Die Kernenergiegesetzgebung umschreibt den Inhalt der Rahmenbewilligung, die vom Gesuchsteller einzureichenden Unterlagen, das für die Erteilung massgebende Verfahren sowie die Bewilligungsvoraussetzungen. Die im Rahmenbewilligungsverfahren massgebenden nuklearrechtlichen Bewilligungsvoraussetzungen werden in der Gesetzgebung nicht näher konkretisiert. Prinzipiell sind aber bereits im Rahmenbewilligungsverfahren die auf den Bau und Betrieb von Kernkraftwerken anwendbaren Bestimmungen der Kernenergie- und Strahlenschutzgesetzgebung zu beachten. Dies insoweit, als zu prüfen ist, ob das projektierte Kernkraftwerk voraussichtlich (wenn es einmal gebaut und in Betrieb ist) die gesetzlichen Vorgaben wird einhalten können.

Da in der Rahmenbewilligung nur die wichtigsten Elemente der Anlage festgelegt werden, erfolgt die Prüfung in vielen Bereichen eher summarisch. Eine Detailprüfung ist den nachfolgenden Bewilligungsverfahren vorbehalten.

Bei der Beurteilung des vorgelegten KKW-Neubauprojekts stützt sich das ENSI primär auf die Kernenergie- und Strahlenschutzgesetzgebung, insbesondere auf:

- das Kernenergiegesetz (KEG) vom 21. März 2003 [8];
- die Kernenergieverordnung (KEV) vom 10. Dezember 2004 [9];
- das Strahlenschutzgesetz (StSG) vom 22. März 1991 [11];
- die Strahlenschutzverordnung (StSV) vom 22. Juni 1994 [12].

Als weitere Beurteilungsgrundlage dienen Richtlinien des ENSI, welche rechtliche Anforderungen aus Gesetzen und Verordnungen konkretisieren.

Neu projektierte Kernkraftwerke müssen auf jeden Fall dem aktuellen Stand von Wissenschaft und Technik entsprechen (Art. 4 KEG, vgl. auch Botschaft des Bundesrats zum Kernenergiegesetz [19], BBl 2001 III 2758). Da für diverse im Rahmenbewilligungsverfahren zu prüfende Aspekte – insbesondere solche der Standorteignung – keine konkreten Vorgaben im (nationalen) Regelwerk bestehen, kommt dem Stand von Wissenschaft und Technik eine wichtige Bedeutung als Beurteilungsgrundlage zu.

Der aktuelle Stand der Technik wird insbesondere festgelegt durch:

- die anerkannten technischen in- und ausländischen Normen, beispielsweise Europäische Normen (EN), Normen des Schweizerischen Ingenieur- und Architektenvereins (SIA), des Deutschen Instituts für Normung (DIN), der International Electrotechnical Commission (IEC), des Institute of Electrical and Electronic Engineers (IEEE), etc.;
- die kerntechnischen Regelwerke ausgewählter Länder mit langjähriger Erfahrung in Bau und Betrieb von Kernkraftwerken wie z.B. der Boiler and Pressure Vessel Code der American Society of Mechanical Engineers (ASME) und die Regeln des deutschen Kerntechnischen Ausschusses (KTA);
- die Empfehlungen internationaler Gremien wie z.B. der International Atomic Energy Agency (IAEA) und der International Commission on Radiological Protection (ICRP);
- den Stand der Technik bei im Ausland neu gebauten bzw. projektierten Kernkraftwerken.

Unter dem Stand der Wissenschaft werden Erkenntnisse aus der Forschung verstanden, die allgemein anerkannt sind.

Die konkreten Beurteilungsgrundlagen sind fachspezifisch in den einzelnen Kapiteln des vorliegenden Gutachtens aufgeführt.

## 1.7 Aufbau des Gutachtens

Kapitel 1 des vorliegenden Gutachtens enthält allgemeine Angaben zum Gesuchsteller, zu den eingereichten Gesuchsunterlagen, zum Bewilligungsverfahren und zur Gutachtenerstellung sowie zu den allgemeinen Beurteilungskriterien, die das ENSI bei der Bewertung der Angaben des Gesuchstellers berücksichtigt hat.

In Kapitel 2 werden der Zweck und die Grundzüge des Neubauprojekts KKN behandelt. In diesem Kapitel finden sich grundlegende Angaben zur geplanten Anlage und deren vorgesehener Auslegung. Kapitel 3 thematisiert die Projektorganisation und das Qualitätsmanagement der KKN AG bei der Erstellung der Gesuchsunterlagen für das Rahmenbewilligungsgesuch sowie für die nachfolgenden Projektphasen. Von zentraler Bedeutung für das Rahmenbewilligungsgesuch sind die Kapitel 4.1 und 4.2, in welchen die Standorteigenschaften und die für den Standort relevanten externen Gefährdungen im Detail untersucht werden. Die standortspezifischen Gefährdungen werden die spätere Auslegung des KKN beeinflussen. In den Kapiteln 5 und 6 werden der Strahlenschutz sowie menschliche und organisatorische Aspekte behandelt.

Der von der KKN AG als separates Dokument eingereichte Sicherheitsbericht ist Gegenstand des Kapitels 7. Die für die Erteilung einer Rahmenbewilligung erforderlichen Angaben zur Sicherung sind weitgehend generischer Natur und bedürfen daher keiner Geheimhaltung. Neben der Sicherung werden auch die Themen Stilllegung und Entsorgung von der KKN AG in eigenständigen Berichten behandelt. In den Kapiteln 8 und 9 werden die entsprechenden Angaben bewertet. In Kapitel 10 findet sich eine Gesamtbewertung des ENSI zu den begutachteten Themen. Kapitel 11 fasst die Anträge des ENSI für Auflagen zuhanden der Bewilligungsbehörde zusammen, und in Kapitel 12 sind Hinweise des ENSI, die in späteren Bewilligungsverfahren zu beachten sind, zusammengestellt.

Kapitel, in denen Aussagen des Gesuchstellers vom ENSI beurteilt werden, sind wie folgt strukturiert:

- zusammenfassende Sachverhaltsdarstellung aus Sicht des Gesuchstellers («Angaben des Gesuchstellers»);
- Auflistung der angewendeten Beurteilungsgrundlagen («Beurteilungsgrundlagen»);
- Stellungnahme des ENSI («Beurteilung des ENSI»), ggf. mit Auflagenvorschlag und/oder Hinweis.

Als «Hinweise» werden im Gutachten erforderliche weitergehende Untersuchungen des Gesuchstellers bezeichnet, die nicht den Stellenwert von Auflagen aufweisen. Diese Hinweise betreffen somit keine Sachverhalte, die für das Rahmenbewilligungsverfahren relevant oder deren Erfüllung von Bedeutung für die Erteilung einer Rahmenbewilligung sind. Es handelt sich vielmehr um Hinweise, die vom Gesuchsteller im Laufe der nachfolgenden Bewilligungsverfahren beachtet werden müssen und deren Erfüllung durch das ENSI überprüft wird.

## 1.8 Ablauf der Gutachtenerstellung

Die Überprüfung der Gesuchsunterlagen der KKN AG durch das ENSI und der Ablauf der Gutachtenerstellung umfassten die folgenden Schritte:

1. Einreichung der Berichte zum Rahmenbewilligungsgesuch der KKN AG am 9. Juni 2008 beim Bundesamt für Energie BFE als Leitbehörde.
2. Grobprüfung der Gesuchsunterlagen durch das ENSI und seine externen Experten (Basler & Hofmann, Schweizerischer Erdbebendienst SED der ETH Zürich, MeteoSchweiz, Dr. von Moos AG) und Zustellung der Ergebnisse der Grobprüfung an das BFE und die KKN AG per 18. Dezember 2008.
3. Überarbeitung der Gesuchsunterlagen durch die KKN AG entsprechend den Ergebnissen der Grobprüfung und Neueinreichung der Unterlagen per 30. Oktober 2009.
4. Erstellung der Gutachtenbeiträge: Überprüfung der Berücksichtigung der Grobprüfungskommentare, Prüfung und Zusammenfassung der Angaben des Antragstellers, Darlegung der Beurteilungsgrundlagen sowie fachliche Beurteilung durch die zuständigen Fachsektionen des ENSI unter massgeblicher Mitwirkung der oben erwähnten externen Experten.
5. Zusammenführen der Gutachtenbeiträge zu einem Gutachtenentwurf und Redigieren des Entwurfs.
6. Sichtung und Kommentierung des Gutachtenentwurfs durch die Geschäftsleitung des ENSI sowie vorläufige Festlegung der Auflagenvorschläge.
7. Zustellung des Gutachtenentwurfs an die KKN AG zur Prüfung, ob die Angaben der KKN AG im Sicherheitsbericht vom ENSI im Gutachtenentwurf korrekt zitiert bzw. zusammengefasst wurden und Zustellung des Entwurfs an das BFE zur Information.
8. Zustellung des Gutachtenentwurfs an die Eidgenössische Kommission für nukleare Sicherheit (KNS) für die Vorbereitung ihrer Stellungnahme zum Rahmenbewilligungsgesuch KKN.
9. Prüfung, Bewertung und ggf. Berücksichtigung der Verbesserungsvorschläge der KNS und der KKN AG.
10. Schlussredaktion und Druck des ENSI-Gutachtens (September/Oktober 2010).

# 2 Zweck und Grundzüge des Neubauprojekts

## 2.1 Zweck des Projekts

### Angaben des Gesuchstellers

Als Zweck des Neubauprojekts gibt die KKN AG die Nutzung der Kernenergie zur Stromproduktion unter Einschluss des Umgangs mit nuklearen Gütern sowie der Konditionierung und der Zwischenlagerung von radioaktiven Abfällen aus der eigenen Anlage oder aus dem Kernkraftwerk Gösgen (KKG) an. Optionaler Zweck ist die Bereitstellung von Prozess- oder Fernwärme.

### Beurteilungsgrundlagen

Art. 14 Abs. 1 Bst. c KEG verlangt, dass der Zweck der zu bauenden Anlage in der Rahmenbewilligung festzulegen ist. Art. 23 Bst. a Ziff. 2 KEV verlangt, dass der Zweck der Anlage aus dem zu den Gesuchsunterlagen für die Rahmenbewilligung gehörenden Sicherheitsbericht hervorgeht.

### Beurteilung des ENSI

Der Gesuchsteller hat im Sicherheitsbericht dargelegt, dass im KKN neben der Stromproduktion auch der Umgang mit nuklearen Gütern unter Einschluss der Konditionierung und Lagerung eigener oder radioaktiver Abfälle aus dem KKG sowie ggf. die Bereitstellung von Prozess- oder Fernwärme beabsichtigt ist. Damit werden im Sicherheitsbericht die nach Art. 23 Bst. a Ziff. 2 KEV erforderlichen Angaben gemacht, um den Zweck der zu bauenden Anlage gemäss Art. 14 Abs. 1 Bst. c KEG festzulegen. Der vorgesehene Zweck der Anlage wird vom ENSI nicht bewertet, da sich das ENSI ausschliesslich zu den sicherheits- und sicherungstechnischen Aspekten des Standorts und der zu bauenden Anlage äussert.

## 2.2 Angaben zum Standort und zum Projektareal

### Angaben des Gesuchstellers

Das Projektareal des KKN befindet sich im Nordosten des Kantons Solothurn auf dem Gebiet der Gemeinden Däniken, Gretzenbach und Niedergösgen. Das insgesamt rund 49 ha grosse Gelände besteht aus einem ca. 10 ha grossen Hauptareal rechtsufrig der Alten Aare sowie aus zwei Teilarealen Nord (ca. 14 ha) und Süd (ca. 22 ha). Das Teilareal Süd grenzt direkt an das Hauptareal, während das Teilareal Nord durch die Alte Aare vom Hauptareal getrennt ist. Hinzu kommt ein ca. 3 ha grosses Areal, bestehend aus Uferzone und Alter Aare, welches für Über- oder Unterquerungen der Alten Aare genutzt werden soll. Die Disposition der Areale ist in den Abbildungen 2.3-1 und 2.3-2 des Gutachtens dargestellt.

Die aus Sicht der nuklearen Sicherheit bedeutsamen Gebäude zur Stromerzeugung und zum Umgang mit nuklearen Gütern und radioaktiven Abfällen (d.h. Reaktorgebäude, Reaktor-Hilfsanlagengebäude, Maschinenhaus, Schaltanlagengebäude, Brennelementlagerbecken, Abfallaufbereitungs- und -lagergebäude) werden sich auf dem Hauptareal befinden.

Die KKN AG gibt im Sicherheitsbericht zwei mögliche Projektvarianten zur Nutzung der Teilareale an:

Projektvariante 1: Die Bauten des Hauptkühlwassersystems (Hybridkühlturm, Wasseraufbereitungsanlage und Pumpenhaus) sowie Aussenanlagen (z.B. Verwaltungsgebäude, Informationspavillon) befinden sich auf dem Teilareal Nord. Eine kraftwerkseigene Brücke verbindet das Hauptareal mit dem Teilareal Nord. Für die Haupt- und Nebenkühlwasserversorgung sind je ein Düker unter der Alten Aare zwischen Hauptareal und Teilareal Nord vorgesehen. Die für den Bau des KKN erforderlichen Installationsflächen (ca. 22 ha) sind primär auf dem Teilareal Süd angeordnet.

Projektvariante 2: Die Bauten des Hauptkühlwassersystems (Hybridkühlturm, Wasseraufbereitungsanlage und Pumpenhaus) sowie Aussenanlagen (z.B. Verwaltungsgebäude, Informationspavillon) befinden sich auf dem Teilareal Süd. Das Nebenkühlwasser wird wie bei Projektvariante 1 durch einen Düker unter der Alten Aare zum Hauptareal geführt. Die für den Bau des KKN erforderlichen Installationsflächen sind auf die Teilareale Nord und Süd verteilt.

Für beide Projektvarianten gilt:

- auf dem Teilareal Nord erfolgt die Netzanbindung über die im Rahmen der Erneuerung des Höchstspannungsnetzes zu erstellenden, eingehausten 380-kV- und 220-kV-Schaltanlagen;
- auf dem Teilareal Nord sind Einlauf- und Auslaufbauwerke für das Nebenkühlwasser optional am Ober- und am Unterwasserkanal vorgesehen;
- die bestehende öffentliche Aarebrücke wird für Schienen- und Strassenschwertransporte umgebaut oder ersetzt.

Der Gesuchsteller weist darauf hin, dass abhängig vom gewählten Reaktortyp und den Aspekten der Sicherung, der Wechselwirkung mit dem KKG, der Umweltverträglichkeit, des Landschaftsbilds, des Bauverlaufs, der Verkehrsanbindung und der innerbetrieblichen Abläufe auch eine Kombination aus beiden Projektvarianten möglich ist.

### **Beurteilungsgrundlagen**

Art. 14 Abs. 1 Bst. b KEG verlangt, dass der Standort der zu bauenden Anlage in der Rahmenbewilligung festzulegen ist.

### **Beurteilung des ENSI**

KKN gibt zwei Planungsvarianten zur Nutzung der Teilareale an. Beiden Varianten ist gemeinsam, dass sich die sicherheitsrelevanten Gebäude auf dem Hauptareal respektive auf dem Teilareal Nord (Nebenkühlwasserfassungen) befinden. Die Varianten unterscheiden sich nur hinsichtlich der Anordnung nicht sicherheitsrelevanter Gebäude und sind daher aus sicherheitstechnischer Sicht gleichwertig. Für das ENSI ergeben sich aus den Angaben des KKN keine sicherheitstechnischen Einwände.

Mit den Angaben in Kapitel 2.2.1 des KKN-Sicherheitsberichts hat der Gesuchsteller den Standort des KKN geografisch festgelegt und damit die diesbezüglichen gesetzlichen Anforderungen erfüllt.

Die detaillierte Beurteilung der Standorteigenschaften und des standortspezifischen Gefährdungspotenzials durch das ENSI erfolgt in den Kapiteln 4.1 und 4.2 des vorliegenden Gutachtens.

## 2.3 Angaben zur geplanten Anlage

### Angaben des Gesuchstellers

#### Reaktorsystem und Leistungsklasse

Die KKN AG sieht gemäss Kapitel 2.2.2 des Sicherheitsberichts vor, am Standort Niederamt ein Kernkraftwerk mit Leichtwasserreaktor der 3. Generation zu errichten. Die Kernkraftwerke der 3. Generation entsprechen dem Stand der Technik, weisen sehr tiefe Wahrscheinlichkeiten für störfallbedingte Kernschäden auf und beherrschen zusätzlich ein hypothetisches Kernschmelzen ohne wesentliche radiologische Folgen für die Umgebung. Die konkrete Reaktorwahl und somit auch die Wahl des Lieferanten werden aus technischen und kommerziellen Gründen erst später getroffen. Im Rahmenbewilligungsverfahren wird von einer generischen Reaktoranlage ausgegangen, welche die heute zur Auswahl stehenden Leichtwasserreaktoren der 3. Generation bezüglich Leistung und Grösse abdeckt.

Der Gesuchsteller hat dem Rahmenbewilligungsgesuch hinsichtlich der elektrischen Nettoleistung der Reaktoranlage zwei Leistungsklassen zugrunde gelegt:

**Leistungsklasse 1:  $1,1 \text{ GW}_{\text{el}} \pm 20 \%$**

**Leistungsklasse 2:  $1,6 \text{ GW}_{\text{el}} \pm 20 \%$**

Für sicherheitsrelevante Betrachtungen im Sicherheitsbericht hat der Gesuchsteller den oberen Grenzwert von  $1,9 \text{ GW}_{\text{el}}$  bzw. eine thermische Leistung von  $5,8 \text{ GW}_{\text{th}}$  zugrunde gelegt. Für die Beurteilung der nuklearen Sicherheit des geplanten Kernkraftwerks ist die thermische Leistung ausschlaggebend. Die angegebenen hohen Werte der thermischen und elektrischen Leistung sollen zukünftigen technologischen Entwicklungen auf allen Gebieten der Kerntechnik und des Maschinenbaus Rechnung tragen, um den Leistungsrahmen des auszuwählenden Leichtwasserreaktors nicht auf heutige Technologiestandards einzuschränken. Die konkret geplante Reaktorleistung soll im Baubewilligungsverfahren, die zulässige Reaktorleistung im Betriebsbewilligungsverfahren festgelegt werden.

#### Hauptkühlwassersystem

Das Hauptkühlwassersystem des geplanten Kraftwerks soll als Rückkühlsystem konzipiert werden. Im Kondensator der Dampfkraftanlage wird die Kondensationswärme vom Kühlwasser aufgenommen. Das erwärmte Kühlwasser wird anschliessend in einen Kühlturm geleitet, wo es durch Wärmeabgabe an die Atmosphäre rückgekühlt wird; das abgekühlte Kühlwasser wird dann wieder in den Kondensator gepumpt. Zentrales Element des Hauptkühlwassersystems ist der Hybridkühlturm. Die Wärmeabgabe vom Hybridkühlturm an die Atmosphäre erfolgt im Wesentlichen durch Verdunstung von Kühlwasser und zum Teil durch Erwärmung der dem Kühlturm zugeführten Umgebungsluft. Ein Teil des Kühlwassers muss aus Gründen der Wasserchemie

abgeflutet und über ein Rückgabebauwerk dem Oberwasserkanal des Wasserkraftwerks Gösgen zugeführt werden. Wasserverluste im Kühlkreislauf, welche durch Verdunstung und Abfluten entstehen, werden durch Einspeisung von Zusatzwasser aus dem Oberwasserkanal ersetzt. Zu diesem Zweck sind ein entsprechendes Entnahgebauwerk und eine Entkarbonisierungsanlage vorgesehen. In Sommermonaten muss die Einhaltung der maximal zulässigen Einleittemperatur durch Beimischung von Frischwasser aus dem Oberkanal zu dem Abflutwasser sichergestellt werden, wenn es aus physikalischen Gründen nicht möglich ist, im Kühlturm eine Kühlwassertemperatur von  $\leq 30^\circ \text{C}$  zu erreichen.

#### Nebenkühlwassersystem

Das Nebenkühlwassersystem kann entsprechend den unterschiedlichen Anforderungen in die Teilsysteme «Nebenkühlwasser für betriebliche Verbraucher» und «Nebenkühlwasser für nukleare (sicherheitsrelevante) Verbraucher» unterteilt werden. Die vom Nebenkühlwassersystem abzuführende gesamte Wärmemenge liegt im Normalbetrieb bei ca. 50 bis 100 MW. Für das sicherheitsrelevante Nebenkühlwassersystem hat der Gesuchsteller mehrere Optionen in Betracht gezogen. Neben der Flusswasserentnahme aus dem Oberwasser- und/oder dem Unterwasserkanal des Wasserkraftwerks Gösgen besteht die Möglichkeit, Kühlzellen auf dem KKN-Gelände zu errichten. Für Notstandsfälle kann die Nebenkühlwasserentnahme auch aus Grundwasserbrunnen erfolgen, wie dies beispielsweise im KKG realisiert wurde. Die Auswahl der Optionen bzw. der Kombination von Optionen für das Nebenkühlwassersystem soll im Rahmen des Baubewilligungsverfahrens erfolgen. Falls die Option «Flusswasserkühlung» für das Nebenkühlwassersystem realisiert wird, ist von einer Entnahmemenge an Aarewasser von ca.  $5 \text{ m}^3/\text{s}$  auszugehen. Bei einem mittleren Jahresabfluss von  $300 \text{ m}^3/\text{s}$  entspricht die Wärmeabgabe einer Erwärmung des Aarewassers um ca.  $0,06 \text{ K}$ . Für die Option «Grundwasserbrunnen für Notstandsfälle» ist mit einer Entnahmemenge von ca.  $0,3 \text{ m}^3/\text{s}$  zu rechnen.

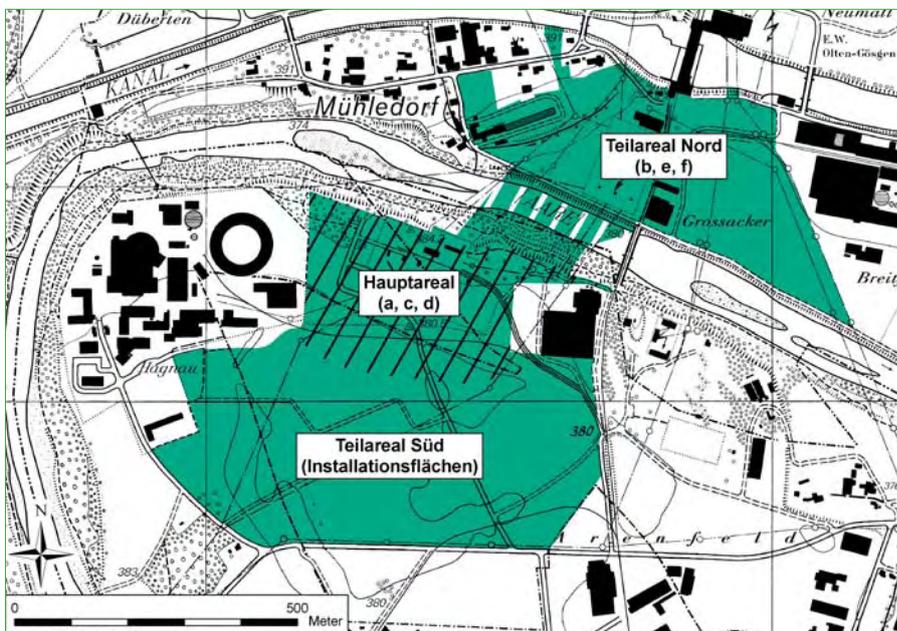
#### Funktionsgruppen der geplanten Anlage

Der Gesuchsteller hat in Kapitel 2.2.2 des Sicherheitsberichts dargelegt, aus welchen Funktionsgruppen die Anlage typischerweise bestehen wird. Es handelt sich um folgende Anlagen bzw. Bauten:

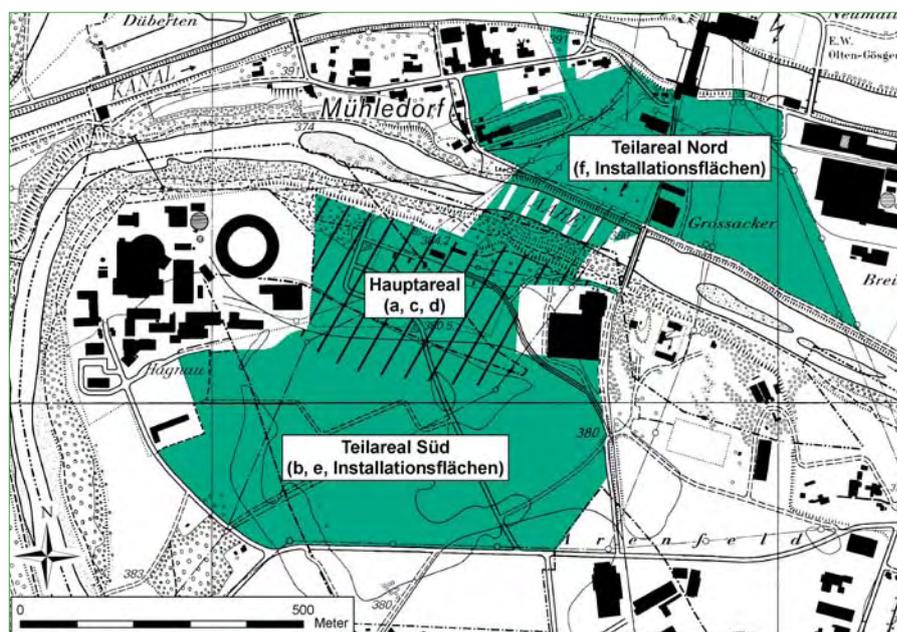
- **Anlagen der Stromerzeugung und zum Umgang mit nuklearen Gütern und radioaktiven Abfällen (Funktionsgruppe a).** Dieser Gruppe zugeordnet werden Reaktorgebäude mit Reaktoranlage, Reaktorhilfsanlagengebäude, Sicherheitsgebäude, Brennelementlagergebäude, Abfallaufbereitungs- und -lagergebäude, Maschinenhaus mit Turbinen- und Generatoranlagen sowie Schaltanlagengebäude, Trafoanlagen und Notstromaggregate.
- **Bauten des Hauptkühlwassersystems (Funktionsgruppe b).** Diese Bauten umfassen den Hybridkühlturm mit Pumpenbauwerk und Bauwerke der Zusatzwasseraufbereitung.
- **Nebenkühlwasserversorgung/-kühlung (Funktionsgruppe c).** Je nach zu wählender Variante umfassen die Bauten des Nebenkühlwassers Kühlzellen und/oder Nebenkühlwasserpumpenhaus und ggf. Einrichtungen zur Grundwasserentnahme für Notstandsfälle.
- **Sonstige Bauten (Funktionsgruppe d).** Darunter fallen Bauten wie Werkstätten, Lagergebäude, Labors, Werkfeuerwehr.

- **Aussenanlagen (Funktionsgruppe e).** Darunter fallen Bauten wie Verwaltungsgebäude, Wach- und Eingangsbereich mit Pförtnerloge, Personalrestaurant, Schulungs- und Simulatorgebäude, Informationspavillon, Parkhaus und/oder Parkplätze.
- **Wasserentnahme- und -rückgabebauwerke für Nebenkühl- und Zusatzwassersysteme (Funktionsgruppe f).** Dieser Funktionsgruppe zugeordnet werden Nebenkühlwasser- und Zusatzwasserentnahmebauwerk mit Reinigung und Nebenkühlwasser- und Abflutwasserrückgabebauwerk (Oberwasserkanal) sowie Nebenkühlwasserentnahmebauwerk mit Reinigung (Unterwasserkanal).

Bezüglich der Anordnungsplanung der Anlage hat der Gesuchsteller die oben erwähnten Funktionsgruppen und deren Zuordnung zu den Teilarealen auf dem Perimeter KKN in den beiden folgenden Abbildungen (Varianten 1 und 2) dargestellt.



**Abbildung 2.3-1**  
Übersichtskarte  
Niederamt mit Projektareal – Variante 1  
mit Zuordnung der Funktionsgruppen a–f  
zu den Teilarealen  
(Quelle: SIB KKN  
Abb. 2.2-2)

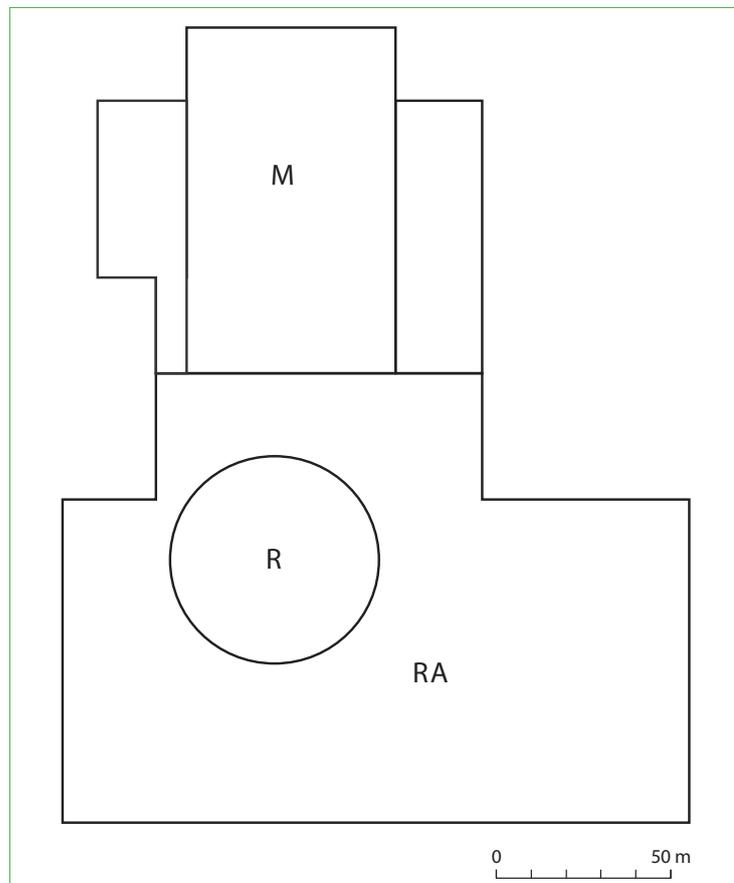


**Abbildung 2.3-2:**  
Übersichtskarte  
Niederamt mit Projektareal – Variante 2  
(inkl. Zuordnung der Funktionsgruppen a–f  
zu den Teilarealen  
(Quelle: SIB KKN  
Abb. 2.2-3)

In der Tabelle 2.2-1 des Sicherheitsberichts hat die KKN AG zudem die ungefähren Abmessungen der wichtigsten Gebäudekomplexe der generischen Anlage angegeben. Die Reaktoranlage soll ca. 130 m Länge und 180 m Breite bei einer Höhe über Terrain von 50 m (ohne Reaktorgebäude) aufweisen, das Reaktorgebäude einen Durchmesser von 60 m bei einer Höhe von 75 m. Die Länge des Maschinenhauses soll 100 m bei einer Breite von 60 m und einer Höhe von 50 m betragen. Der Hybridkühlturm wird bei einem Durchmesser von 180 m eine Höhe von 60 m über Terrain aufweisen. Der Flächenbedarf für die generische Anlage soll ca. 20–25 ha betragen, wobei während der Bauphase weitere 20–25 ha benötigt werden.

In der folgenden Abbildung hat der Gesuchsteller schliesslich einen möglichen Grundriss der Hauptgebäude des Kernkraftwerks schematisch dargestellt.

**Abbildung 2.3-3:**  
Möglicher Grundriss zentraler Gebäude zur Stromerzeugung in einem Kernkraftwerk (schematische Darstellung mit ungefährem Massstab) RA: Reaktoranlage  
R: Reaktorgebäude  
M: Maschinenhaus  
(Quelle: SIB KKN Abb. 2.2-4)



### Beurteilungsgrundlagen

Massgebend für die Beurteilung der Angaben der KKN AG zur geplanten Anlage, zu den Kühlwassersystemen sowie zur Anordnungsplanung sind die gesetzlichen Bestimmungen von KEG und KEV. Zudem werden die Erläuterungen in der Botschaft des Bundesrats zum Kernenergiegesetz [19] für die Bewertung der Angaben herangezogen.

Art.14 Abs. 1 KEG legt fest, dass im Rahmenbewilligungsgesuch unter anderem auch die Grundzüge des Projekts darzulegen sind. Art. 14 Abs. 2 KEG führt weiter aus, dass als Grundzüge des Projekts die ungefähre Lage und Grösse der wichtigsten Bauten sowie das Reaktorsystem, die Leistungsklasse und das Hauptkühlsystem gelten.

Art. 23 Bst. a KEV verlangt, dass aus den Gesuchsunterlagen für eine Rahmenbewilligung der Zweck und die Grundzüge des Projekts hervorgehen müssen.

### **Beurteilung des ENSI**

Der Gesuchsteller hat in Kapitel 2.2.2 des Sicherheitsberichts dargelegt, dass er am Standort Niederamt einen Leichtwasserreaktor errichten will. Er legt dem Gesuch zwei Leistungsklassen von 1,1 GW<sub>el</sub> bzw. 1,6 GW<sub>el</sub> mit einer Toleranz von jeweils rund +/-20 % zugrunde. In Leichtwasserreaktoren wird der Reaktorkern mittels normalem Wasser moderiert und gekühlt, wobei das erhitzte Kühlmittel direkt zur Turbine geführt werden kann (Siedewasserreaktor) oder mittels Dampferzeugern Dampf im Sekundärkreislauf erzeugt, welcher dann zur Turbine gelangt (Druckwasserreaktor). Leichtwasserreaktoren sind der in Westeuropa und in den USA vorherrschende Reaktortyp. Auch bei den bestehenden Schweizer Kernkraftwerken handelt es sich um Leichtwasserreaktoren. Entsprechend ist die Betriebserfahrung gross, wobei die heute neu verfügbaren Reaktoren, die den Stand der Technik darstellen, auf dieser Betriebserfahrung aufbauen. Sie werden als Reaktortypen der 3. Generation bezeichnet und sind Weiterentwicklungen bestehender und bewährter Reaktortypen mit verbesserten Sicherheitseigenschaften und geringeren Kernschadenshäufigkeiten. Anlagenlieferant sowie konkret zu bauender Reaktortyp wurden vom Gesuchsteller im Rahmenbewilligungsgesuch noch nicht festgelegt.

Als mögliche Leistungsklassen des Reaktors wurden zwei Werte angegeben: 1,1 GW<sub>el</sub> und 1,6 GW<sub>el</sub>, beide Werte jeweils mit einer Toleranz von +/-20 %. Die Angabe von zwei Leistungsklassen im Rahmenbewilligungsgesuch ermöglicht es dem Gesuchsteller, alle Optionen bezüglich der Auswahl der zur Verfügung stehenden Leichtwasserreaktoren offen zu halten. Blockgrössen im Bereich von 1,1 GW<sub>el</sub> entsprechen der Leistung bereits bestehender Kernkraftwerke wie beispielsweise dem KKW Leibstadt, berücksichtigen jedoch auch die Leistung kleinerer Anlagen der 3. Generation wie dem Advanced Passive Plant (AP1000) von Westinghouse. Blockgrössen im Bereich von 1,6 GW<sub>el</sub> entsprechen der Leistungsklasse von grossen Anlagen der 3. Generation wie beispielsweise dem European Pressurized Reactor (EPR) von Areva oder dem Advanced Pressurized Water Reactor (APWR) von Mitsubishi Heavy Industries. Der angegebene obere Grenzwert von 1,9 GW<sub>el</sub> (1,6 GW<sub>el</sub> + ca. 20 %) soll zukünftigen technologischen Entwicklungen, die gegebenenfalls höhere Blockleistungen erlauben, Rechnung tragen. Aus der genannten oberen Leistungsklasse kann abgeleitet werden, dass die thermische Leistung des KKN im Normalbetrieb maximal 5,8 GW<sub>th</sub> beträgt bzw. dass eine Wärmeleistung von maximal ca. 3,9 GW<sub>th</sub> an eine Wärmesenke abzuführen ist. Diese Wärmeabfuhr erfolgt durch das Hauptkühlsystem der zu bauenden Anlage. Der Gesuchsteller hat sich entschieden, zur Hauptkühlung einen Hybridkühlturm mit Wärmeabgabe an die Atmosphäre zu verwenden. Diese Festlegung entspricht auch den Anforderungen des Gewässerschutzes, wonach der zusätzliche Wärmeeintrag in Fließgewässer zu begrenzen ist. Hybridkühltürme stellen eine bewährte Technologie dar und sind geeignet, die mit dem Kühlturbetrieb verbundenen Dampfschwaden zu minimieren.

Die Angaben der KKN AG zur ungefähren Lage und Grösse der wichtigsten Bauten, die gemäss Art. 14 Abs. 2 KEG im Rahmenbewilligungsgesuch erforderlich sind, werden vom ENSI ohne Bewertung zur Kenntnis genommen. Die Angaben entsprechen im Detaillierungsgrad dem Pla-

nungsstand, wie er auf Stufe Rahmenbewilligungsgesuch möglich ist, da weder Reaktortyp noch genaue Grösse und Leistung in dieser Bewilligungsphase festzulegen sind.

Das ENSI hat geprüft, ob die Angaben des Gesuchstellers zu Reaktorsystem, Leistungsklasse, Hauptkühlsystem sowie Lage und Grösse der wichtigsten Bauten den gesetzlichen Anforderungen entsprechen. Die gemäss Art. 14 KEG im Rahmenbewilligungsverfahren erforderlichen Angaben zu Reaktorsystem und Leistungsklasse sind in der Botschaft zum KEG [19] weiter ausgeführt. Danach muss unter dem Begriff «Reaktorsystem» vom Projektanten angegeben werden, ob z.B. ein Leichtwasser-, Schwerwasser- oder Hochtemperaturreaktor vorgesehen ist. Die Festlegung auf einen spezifischen Reaktortyp wie Druckwasser- oder Siedewasserreaktor ist im Rahmenbewilligungsverfahren noch nicht erforderlich. Gemäss Botschaft [19] bezeichnet der Begriff «Leistungsklasse» die elektrische Leistung des Kernkraftwerks mit einer Toleranz von rund  $\pm 20\%$ , und unter «Hauptkühlsystem» muss angegeben werden, ob die Kühlung der Anlage mit Durchlaufkühlung durch Flusswasser oder mittels eines Kühlturms erfolgt. Mit den Angaben in den Kapiteln 2.2.2 und 2.2.3 des KKN-Sicherheitsberichts zu Reaktorsystem, Leistungsklasse und Hauptkühlsystem hat der Gesuchsteller die gesetzlichen Anforderungen nach Art. 14 KEG und Art. 23 KEV hinsichtlich des im Rahmenbewilligungsverfahren erforderlichen Umfangs und Detaillierungsgrades erfüllt. Mit den Darlegungen des Gesuchstellers in den Kapiteln 2.2.1 und 2.2.2 des Sicherheitsberichts sind auch die Anforderungen von Art. 14 Abs. 2 KEG hinsichtlich der Beschreibung von ungefährer Lage und Grösse der wichtigsten Bauten erfüllt.

## 2.4 Auslegungsgrundsätze

### Angaben des Gesuchstellers

Der Gesuchsteller hält in Kapitel 2.3.1 des Sicherheitsberichts fest, dass in der Phase Rahmenbewilligungsgesuch Reaktortyp und Anlagenlieferant noch nicht bekannt sind. Die Angaben im Sicherheitsbericht zu den wesentlichen Rahmenbedingungen der Anlagenauslegung beziehen sich deshalb auf die nachfolgend genannten sicherheitstechnisch relevanten Grundsätze.

Die Anlage KKN soll so ausgelegt werden, dass die Grundsätze für die Nutzung der Kernenergie gemäss Art. 4 KEG eingehalten sind. Es wird Vorsorge getroffen gegen eine unzulässige Freisetzung radioaktiver Stoffe sowie gegen eine unzulässige Strahlenexposition von Personen im Normalbetrieb und im Störfall. Zudem werden unter Berücksichtigung der Angemessenheit alle Vorkehrungen getroffen, die zu einer weiteren Verminderung der Gefährdung beitragen. Dabei werden alle Anforderungen der Gesetzgebung und des schweizerischen Regelwerks erfüllt, und die Empfehlungen internationaler Gremien wie der International Atomic Energy Agency (IAEA) und der International Commission on Radiological Protection (ICRP) werden berücksichtigt. Falls schweizerische Anforderungen an die Auslegung fehlen, sollen sich die Auslegungsgrundlagen an das Regelwerk des Herkunftslands des Anlagelieferanten anlehnen.

Konkret gibt der Gesuchsteller an, dass das KKN eine weitgehend standardisierte Anlage sein wird, in welche langjährige Erfahrungen aus Bau, Betrieb und Begutachtung von Leichtwasserreaktoren einfließen werden. Dabei sollen bewährte und erprobte Systeme, Anlageteile, Kompo-

nenten und Geräte zur Anwendung kommen. Das neue Kernkraftwerk solle zudem in Anlehnung an die von den europäischen Energieversorgungsunternehmen erarbeiteten Standards für Leichtwasserreaktoren der 3. Generation ausgelegt werden.

Bezüglich der sicherheitstechnischen Grundsätze für Auslegung, Bau und Betrieb des KKN gibt der Gesuchsteller an, dass die diesbezüglichen Anforderungen von Art. 5 KEG erfüllt werden. Dies bedeutet, dass in diesen Phasen Schutzmassnahmen nach international anerkannten Grundsätzen getroffen werden, die insbesondere den Einsatz qualitativ hochwertiger Bauteile, gestaffelte Sicherheitsbarrieren, die mehrfache Ausführung und die Automation von Sicherheitssystemen, den Aufbau einer geeigneten Organisation mit qualifiziertem Personal sowie die Förderung eines ausgeprägten Sicherheitsbewusstseins umfassen. Zur Gewährleistung der nuklearen Sicherheit wird die KKN AG die spezifischen Anforderungen von Art. 7 und Art. 10 KEV, die Bestimmungen der Verordnung über die Gefährdungsannahmen und die Bewertung des Schutzes gegen Störfälle [15] sowie die entsprechenden Anforderungen der HSK-Richtlinien und deren Nachfolgedokumente erfüllen.

Der Schutz gegen Störfälle soll gewährleistet werden, indem die in Art. 5 KEG sowie in Art. 7, 8 und 10 KEV festgelegten Schutzprinzipien befolgt werden. Es werden Schutzmassnahmen getroffen gegen Störfälle mit Ursprung innerhalb und ausserhalb der Anlage. Das KKN wird so ausgelegt, dass bei solchen Störfällen keine unzulässigen radiologischen Auswirkungen in der Umgebung der Anlage entstehen. Zusätzlich werden gegen Störfälle, bei denen radioaktive Stoffe in gefährdendem Umfang freigesetzt werden können, vorbeugende und lindernde Vorkehrungen im technischen, organisatorischen und administrativen Bereich getroffen und Notfallschutzmassnahmen vorbereitet. Bei der Anlagenauslegung gegen Störfälle werden die Anforderungen der Verordnung des UVEK über die Gefährdungsannahmen und die Bewertung des Schutzes gegen Störfälle in Kernanlagen [15] sowie die Anforderungen von Art. 94 StSV [12] bezüglich der bei Störfällen zulässigen Dosisgrenzwerte erfüllt.

### **Beurteilungsgrundlagen**

Massgebende Grundlagen für die Beurteilung der Angaben der KKN AG zu der vorgesehenen Auslegung der Anlage bilden die gesetzlichen Anforderungen und das Regelwerk der Aufsichtsbehörde. Die zu beachtenden Grundsätze der nuklearen Sicherheit sind im KEG festgelegt. Sie umfassen die Grundsätze für die Nutzung der Kernenergie (Art. 4) und die erforderlichen Schutzmassnahmen gegen eine unzulässige Freisetzung radioaktiver Stoffe und gegen eine unzulässige Bestrahlung von Personen (Art. 5). In der KEV werden die Grundsätze der nuklearen Sicherheit weiter konkretisiert. In Art. 7 KEV sind die Anforderungen an die nukleare Sicherheit aufgeführt, die Anforderungen an den Schutz gegen Störfälle sind in Art. 8 KEV vorgegeben. Die Auslegungsgrundsätze für Kernkraftwerke sind in Art. 10 KEV festgelegt. Die Verordnung des UVEK enthält die Bestimmungen über die Gefährdungsannahmen und die Bewertung des Schutzes gegen Störfälle in Kernanlagen [15]. Die bei Störfällen einzuhaltenden Strahlendosisgrenzwerte sind in Art. 94 StSV [12] aufgeführt.

Für die Auslegung von Kernkraftwerken sind gegenwärtig die folgenden Richtlinien der Aufsichtsbehörde relevant: HSK-R-06 [28], HSK-R-101 [33], HSK-R-102 [34], HSK-R-103 [35].

## **Beurteilung des ENSI**

Im Rahmenbewilligungsverfahren sind nach Art. 14 KEG und Art. 23 KEV noch keine detaillierten Angaben zu der Auslegung eines Kernkraftwerks gefordert. Der Gesuchsteller hat im Kapitel 2.3 des Sicherheitsberichts trotzdem generisch aufgezeigt, wie er die Anforderungen an die Auslegung erfüllen will, um den Schutz von Mensch und Umwelt vor Gefährdungen durch ionisierende Strahlen nach den Bestimmungen von Art. 4 KEG zu gewährleisten. Zu diesem Zweck hat er die diesbezüglichen gesetzlichen und behördlichen Anforderungen dargelegt und sich zur vollumfänglichen Erfüllung dieser Anforderungen verpflichtet.

Das ENSI hat die Angaben des Gesuchstellers geprüft und bestätigt, dass die zutreffenden Bestimmungen von KEG und KEV sowie die aktuellen Anforderungen des Regelwerks der Aufsichtsbehörde hinsichtlich der Auslegung von Kernkraftwerken und der Massnahmen zum Schutz gegen Störfälle vollständig und korrekt berücksichtigt wurden. Bezüglich der anzuwendenden Richtlinien macht das ENSI darauf aufmerksam, dass es im Hinblick auf den Bau neuer Kernkraftwerke neue Richtlinien erarbeiten wird, die bei der Auslegung der zu bauenden Kraftwerksanlage berücksichtigt werden müssen. Diese Richtlinien ersetzen die in den Beurteilungsgrundlagen genannten, gegenwärtig noch gültigen HSK-Richtlinien. Die spezifischen Auslegungsgrundsätze für neue Kernkraftwerke mit Leichtwasserreaktoren inkl. Anforderungen an den Schutz gegen externe Ereignisse werden beispielsweise in der zu erstellenden Richtlinie ENSI-G02 dargelegt.

# 3 Projektmanagement

Die folgenden Abschnitte gründen auf den Angaben in Kapitel 5 «Wichtige personelle und organisatorische Angaben» des KKN-Sicherheitsberichts [2].

## 3.1 Projektorganisation

### Angaben des Gesuchstellers

Der Gesuchsteller legt dar, dass er die personellen und organisatorischen Vorkehrungen in zeitlicher Abhängigkeit vom Bewilligungsverfahren trifft. Diese Abstimmung mit dem Projektverlauf wird die Qualitätssicherungsmaßnahmen, die Aspekte der Sicherheitskultur und die jeweils erforderliche Fach- und Sachkunde rechtzeitig sicherstellen. Mit einer angemessenen personellen Begleitung in allen Projektphasen wird zudem sichergestellt, dass zum Zeitpunkt der Erteilung der Betriebsbewilligung der vollständige Personalbestand mit den erforderlichen Qualifikationen zur Verfügung steht.

Der Gesuchsteller verpflichtet sich, bei der Führung und Umsetzung des Projekts der Sicherheit von Anfang an oberste Priorität einzuräumen. Er anerkennt die Wichtigkeit der frühzeitigen Entwicklung einer guten Sicherheitskultur und beabsichtigt, so früh wie möglich ein Leitbild zur Sicherheitskultur zu erstellen und umzusetzen. Dabei sollen auch die menschlichen und organisatorischen Faktoren berücksichtigt werden. Ferner bekennt sich der Gesuchsteller zur Erfassung, Auswertung und Umsetzung interner und externer Betriebserfahrungen.

Er betont die Wichtigkeit der Berücksichtigung der in den bestehenden Kernkraftwerken gemachten Erfahrungen in Bezug auf Organisation, Projektmanagement, Qualitätsmanagement, Sicherheitskultur, Ausbildung und Betrieb.

Er bekennt sich zudem zur Wichtigkeit der «Intelligent Customer Capability»: Innerhalb der aufzubauenden Organisation werden das Bewusstsein, die Kenntnisse und das Verständnis für die im nuklearen Umfeld geltenden Sicherheitsanforderungen vorhanden sein. Die Organisation wird ausreichend breite und tiefe Kenntnisse und Erfahrungen aufweisen, um gegenüber den Auftragnehmern die erforderlichen (insbesondere sicherheitsbezogenen) Vorgaben formulieren und deren Realisierung überprüfen zu können. Um dies zu gewährleisten, wird die Organisation zu jedem Zeitpunkt des Projekts eine kompetente Führung sowie erfahrenes und fachkundiges Personal umfassen. Auch soll rechtzeitig ein Ausbildungsmanagementsystem aufgebaut werden, um die Ausbildungsbedürfnisse erkennen und in Ausbildungsmaßnahmen umsetzen zu können (siehe hierzu auch Kapitel 6.1).

Der Gesuchsteller beabsichtigt, die menschlichen und organisatorischen Faktoren (Human and Organisational Factors Engineering) so früh wie möglich in das Projekt zu integrieren. Dazu soll innerhalb der Organisation eine für diesen Bereich verantwortliche Stelle geschaffen werden.

### Projektorganisation bis zur Einreichung des Rahmenbewilligungsgesuchs

Für die Erstellung des Rahmenbewilligungsgesuchs wurde eine Projektorganisation aufgebaut, welche sich aus dem Projektausschuss und der Projektleitung (übergeordnete Steuerungsfunktion und Aufsicht), den Stabsfunktionen Qualitätsmanagement, Recht, Controlling und Sekretariat und den Teilprojektteams Technik und UVB/RP (federführende Stellen für das Rahmenbewilligungsgesuch) sowie Kommunikation/Public Affairs und Administration (unterstützende Funktionen) zusammensetzte. Die Teilprojektteams Technik und UVB/RP wurden durch Spezialisten der Atel und durch externe Experten, dem so genannten Expertenausschuss, ergänzt. Diese Projektorganisation war in erster Linie für die Projektleitung und -koordination sowie für qualitätssichernde Aufgaben zuständig. Für die Ausführung der Arbeiten im Zusammenhang mit dem Rahmenbewilligungsgesuch wurden externe Mandatsnehmer (Ingenieur- und Planungsunternehmen) beigezogen.

Bei der Auswahl sowohl von internen Mitarbeitenden als auch der externen Mandatsnehmer wurde auf möglichst hohe Fachkompetenz und langjährige Erfahrung in der Nuklearindustrie bzw. im spezifischen Fachgebiet geachtet.

### Projektorganisation in den weiteren Projektphasen

Der Gesuchsteller legt dar, welche Angaben zu Personal und Organisation in jeder Phase des Bewilligungsverfahrens für das neue Kernkraftwerk gemäss den gesetzlichen Grundlagen erforderlich sind.

Die Organisation des Gesuchstellers wird in Abhängigkeit vom Bewilligungsverfahren und dem Projektverlauf kontinuierlich angepasst. Für die Projektphase der Ausschreibung und des Baubewilligungsgesuchs wird die Organisation aus der Phase Rahmenbewilligung angepasst, und es werden neu zu erfüllende Funktionen integriert. Für die weiteren Phasen werden die Zusammenarbeit zwischen den beteiligten Akteuren definiert und die Verantwortlichkeiten festgelegt. Dies wird auf der Basis von Pflichtenheften erfolgen, welche neben den eigentlichen Aufgaben der Akteure auch die Schnittstellen zwischen Akteuren beschreiben.

### **Beurteilungsgrundlagen**

Art. 23 KEV [9] verlangt unter Bst. a Ziffer 4, dass der Gesuchsteller für eine Rahmenbewilligung den Sicherheitsbericht einzureichen hat, aus dem die wichtigen personellen und organisatorischen Angaben hervorgehen. Diese Anforderung wurde vom ENSI dahingehend präzisiert, dass unter anderem Angaben zum Projektmanagement (Projektorganisation und Qualitätsmanagement, zu letzterem siehe Kapitel 3.2) gemacht werden müssen (siehe auch Kapitel 6.1 und 6.2).

Weitere Beurteilungsgrundlagen sind dem KEG (Art. 5 Abs. 1), der KEV (Art. 7 Bst. a, Art. 25), der Richtlinie HSK-G07 [26], der Convention on Nuclear Safety [50] (Art. 9), den Safety Standards der IAEA (insbesondere Safety Fundamentals SF-1, Fundamental Safety Principles Nr. 1 «Responsibility for Safety» und 3 «Leadership and Management for Safety» [46], den Safety Standards betreffend das Managementsystem GS-R-3 [45], GS-G-3.1 [47] und GS-G-3.5 [48]) sowie dem Technical Assessment Guide T/AST/049 (Principle 3) der britischen Aufsichtsbehörde HSE [56], der den diesbezüglichen Stand von Wissenschaft und Technik reflektiert, zu entnehmen.

## **Beurteilung des ENSI**

Für das Rahmenbewilligungsgesuch verlangte das ENSI Angaben zur Projektorganisation und zum Qualitätsmanagement bei der Erstellung des Rahmenbewilligungsgesuchs, aber auch bezüglich der geplanten Weiterentwicklung der Projektorganisation in den nachfolgenden Projektphasen. Zudem waren wichtige Grundsätze, welche der Gesuchsteller der Projektierung des neuen Kernkraftwerks zugrunde legt, insbesondere in Bezug auf die Themenbereiche Sicherheitskultur und «Intelligent Customer Capability», zu nennen. Die Erfüllung dieser Anforderungen wird nachfolgend aufgezeigt.

Der Gesuchsteller formuliert eine Reihe von prinzipiellen Anforderungen an sich selbst und verpflichtet sich zu einigen Grundsätzen, welche aus Sicht des ENSI von zentraler Bedeutung sind für eine sicherheitsgerichtete Durchführung eines Projekts zum Bau eines neuen Kernkraftwerks. Insbesondere bekennt er sich zur Sicherheit als oberste Priorität und zur Wichtigkeit einer frühzeitigen Entwicklung einer guten Sicherheitskultur. Die Wichtigkeit eines Know-how-Transfers von den bestehenden Kernkraftwerken und eines intensiven Austauschs mit diesen zu Aspekten der Organisation, des Managements, des Betriebs etc. wird betont und zeugt vom Willen des Gesuchstellers, von den Erfahrungen und Lehren anderer Organisationen zu lernen. Auch der Sicherstellung von Fachkompetenz und Erfahrung in der Projektorganisation misst er grosse Bedeutung zu.

Die KKN AG beschreibt ihre Projektorganisation bei der Erstellung des Rahmenbewilligungsgesuchs sowie Ansätze für deren Weiterentwicklung in den nächsten Projektphasen. Sie betont, dass die Organisation mit fortschreitendem Projekt immer wieder neuen Gegebenheiten und Anforderungen angepasst werden muss, wobei die Einzelheiten dieser Entwicklung zum jetzigen Zeitpunkt noch nicht feststehen bzw. im Rahmenbewilligungsgesuch noch nicht dargelegt werden können. Eine bereits formulierte Absicht betrifft allerdings die frühzeitige Integration des «Human and Organisational Factors (HOF) Engineerings» in die Projektorganisation. Das ENSI begrüsst diese Absicht. Es betrachtet eine multidisziplinäre Projektorganisation, in welcher alle für die Projektierung und Auslegung eines neuen Kernkraftwerks relevanten Fachbereiche und Erfahrungen mit angemessenen Ressourcen und dem nötigen Stellenwert vertreten sind – inklusive jener im Bereich der menschlichen und organisatorischen Faktoren – als unabdingbar.

In der Projektphase der Erstellung des Rahmenbewilligungsgesuchs arbeitete der Gesuchsteller mit einer Projektorganisation, in welcher externe Experten eine zentrale Rolle spielten und einen wesentlichen Beitrag zur Erstellung des Gesuchs leisteten. Er beabsichtigt, nach der Erteilung der Rahmenbewilligung die Personalrekrutierung in Abhängigkeit von der jeweiligen Projektphase einzuleiten. Zudem verpflichtet er sich, innerhalb der Organisation ausreichend breite und tiefe Kenntnisse und Erfahrungen aufzubauen, damit er in der Lage ist, gegenüber den Auftragnehmern die erforderlichen Vorgaben zu formulieren und deren Erfüllung zu überprüfen («Intelligent Customer Capability»). Das ENSI begrüsst diese Absichtsbekundung. Der Gesuchsteller trägt zu jedem Zeitpunkt die Verantwortung für das Projekt, insbesondere in Bezug auf die Sicherheit, einschliesslich für jegliche an externe Auftragnehmer vergebene Arbeiten. Er muss deshalb jederzeit in der Lage sein, die in seinem Auftrag durchzuführenden Arbeiten und Dienstleistungen externer Organisationen, welche einen (potenziellen) Einfluss auf die Sicherheit haben, zu spezifizieren, deren Durchführung zu überwachen und das Ergebnis zu beurteilen. Dies bedingt, dass er dafür besorgt

sein muss, jederzeit über die dazu notwendigen internen Organisationsstrukturen und -abläufe, Ressourcen, Qualifikationen und Erfahrung zu verfügen. Die Projektphase der Ausschreibung und des Baubewilligungsgesuchs, welche bereits mit der Einreichung des Rahmenbewilligungsgesuchs beginnt, ist eine für die spätere Sicherheit der zu bauenden Anlage entscheidende Phase. Das ENSI geht davon aus und erwartet, dass der Gesuchsteller schon in dieser Phase dem Aufbau und dem Erhalt der «Intelligent Customer Capability» das notwendige Gewicht beimisst.

Die Fähigkeit der Gesuchstellerorganisation, die Anforderungen des Neubauprojekts in allen Projektphasen erfüllen und die Verantwortung für das Projekt wahrnehmen zu können, ist aus Sicht des ENSI von entscheidender Bedeutung. Das ENSI fordert deshalb, dass die KKN AG im Zusammenhang mit der Vorbereitung des Baubewilligungsgesuchs darlegt, wie sie ihrer Verantwortung gerecht wird (Auflagenvorschlag, siehe weiter hinten). Diese Darlegung soll die folgenden Elemente umfassen:

- Umfassende Erörterung der Projektorganisation: Beschreibung der eigenen Organisation und der Gesamtprojektorganisation, inklusive der Schnittstellen zu den Lieferanten von Dienstleistungen und Gütern im Zusammenhang mit der Projektierung, Auslegung und dem Bau der Anlage sowie deren Verantwortlichkeiten.
- Darstellung, wie die KKN AG gewährleistet, dass die gewählte Organisationsform jederzeit geeignet ist bzw. war, um die Verantwortung für das Projekt in allen Projektphasen, insbesondere bezüglich Sicherheit und Qualität, wahrnehmen zu können.
- Förderung einer positiven Sicherheitskultur: Darlegung der Massnahmen der KKN AG zur Förderung einer guten Sicherheitskultur in jeder Projektphase und Beurteilung der Ergebnisse der Umsetzung dieser Massnahmen.

## 3.2 Qualitätsmanagement

### Angaben des Gesuchstellers

#### Qualitätsmanagement bei der Erstellung des Rahmenbewilligungsgesuchs

Das bei der Erstellung des Rahmenbewilligungsgesuchs von allen beteiligten Stellen zugrunde gelegte Qualitätsverständnis beruht auf folgenden Elementen:

- ausführliche und eindeutige Definition der Aufgaben;
- Festlegung und Beschreibung der Schnittstellen im Projekt und Definition von Verantwortlichkeiten;
- fortlaufende Fortschritts- und Qualitätsprüfung einzelner Ergebnisse und der gesamten Dokumentation;
- systematischer Reviewprozess mit entsprechenden Änderungen und Korrekturen;
- fortlaufende Prüfung der Erfüllung aller für das Vorhaben relevanten Gesetze, Verordnungen und Vorschriften.

Ziel war dabei die Etablierung wiederholbarer, stabiler Arbeitsprozesse, welche eine kontinuierliche Verbesserung von Projekt und Gesuchsunterlagen gemäss dem Deming-Zyklus (Plan-Do-Check-Act, PDCA) bewirken.

Der Gesuchsteller zeigt auf, welche Rolle die einzelnen beteiligten Instanzen (siehe Kapitel 3.1 des vorliegenden Gutachtens) entlang des PDCA-Zyklus bei der Erstellung des Rahmenbewilligungsgesuchs einnahmen.

#### Qualitätsmanagement für die weiteren Projektphasen

Auf der Grundlage von ISO 9001 wird, wie von Art. 25 KEV verlangt, ein Qualitätsmanagementsystem aufgebaut. Dieses wird für die Projektierungs-, die Bau- und die Betriebsphase zur Anwendung gelangen und wird in Abhängigkeit vom Projektfortschritt alle relevanten Bereiche abdecken. Zudem wird es periodisch überprüft und entsprechend laufend angepasst werden.

Graduell wird ein Managementsystem aufgebaut, das zusätzlich zum Qualitätsmanagementsystem nach ISO 9001 auch die anwendbaren Elemente der ISO 14001 (Umweltmanagementsysteme), OHSAS 18001 (Arbeitssicherheitsmanagementsysteme) sowie die Anforderungen der Richtlinie HSK-G07 und die menschlichen Faktoren berücksichtigen wird.

#### **Beurteilungsgrundlagen**

Als Grundlagen für die Beurteilung der Angaben der KKN AG zum Qualitätsmanagement werden vom ENSI die unter Kapitel 3.1 genannten Beurteilungsgrundlagen herangezogen.

#### **Beurteilung des ENSI**

Der Gesuchsteller stellt im Sicherheitsbericht auf nachvollziehbare Art und Weise dar, wie sichergestellt wurde, dass die Angaben im Rahmenbewilligungsgesuch die erforderliche Qualität aufweisen.

In Bezug auf die weiteren Projektphasen verpflichtet er sich, das in Art. 25 KEV geforderte Qualitätsmanagementprogramm für die Projektierungs- und Bauphase am internationalen ISO-Standard (ISO 9001) auszurichten. Darüber hinaus stellt er in Aussicht, die Aspekte der Umwelt und der Arbeitssicherheit sowie die Anforderungen der Richtlinie HSK-G07 und die menschlichen Faktoren in das Managementsystem zu integrieren. Das ENSI begrüsst diese Absichtsbekundung des Gesuchstellers und möchte ergänzend auf die folgenden Aspekte hinweisen: Der Safety Standard der IAEA GS-R-3 «The Management System for Facilities and Activities» (sowie die Richtlinie HSK-G07, welche die Berücksichtigung der Anforderungen aus GS-R-3 fordert) verlangt, dass eine Organisation (Bewilligungsinhaber, Gesuchsteller etc.) in jeder Lebensphase der Anlage ein umfassendes (integriertes) Managementsystem besitzt und anwendet, welches Sicherheit, Gesundheit, Umweltschutz, Sicherung, Qualität und wirtschaftliche Elemente integriert. Dies bedeutet, dass nicht verschiedene, je eigenständige Managementsysteme (z. B. Qualitätsmanagementsystem, Sicherheitsmanagementsystem etc.) implementiert werden sollen, sondern dass alle Aktivitäten einer Organisation auf der Grundlage eines integrierten Managementsystems auszuführen sind, in welchem der Sicherheit oberste und durchdringende Priorität zugeschrieben wird. Obwohl in der KEV von einem Qualitätsmanagementprogramm (bzw. -system) die Rede ist, implizieren die in Art. 25 KEV formulierten Anforderungen ebenfalls ein eigentliches Managementsystem, welches sich nicht auf die Aspekte der Qualitätssicherung und -kontrolle beschränkt, sondern eine umfassende Darstellung der Organisation und der Abläufe verlangt. Zudem verlangt Art. 25 Bst. 2 KEV, dass das Qualitätsmanagementprogramm den Stand der

nuklearen Sicherheits- und Sicherungstechnik berücksichtigt. Das ENSI fordert demzufolge, dass der Gesuchsteller mit seinem Managementsystem die Anforderungen aus IAEA GS-R-3 erfüllt, wobei die vom Gesuchsteller formulierte Absicht, das Qualitätsmanagementsystem um weitere Elemente zu erweitern, nach Ansicht des ENSI im Grundsatz der Forderung nach einem integrierten Managementsystem entspricht.

Gemäss Art. 24 KEV stellt das Qualitätsmanagementprogramm für die Projektierungs- und Bauphase einen Bestandteil der Gesuchsunterlagen für die Baubewilligung dar. Das ENSI weist hierzu auf die folgenden Aspekte hin: Einem angemessenen Managementsystem und effektiven Projektmanagement kommt in einem Projekt des Umfangs und der Komplexität des Baus eines Kernkraftwerks eine zentrale Bedeutung zu. Dies verdeutlichen auch die Erfahrungen aus früheren in- und ausländischen, aber auch aus den aktuellen Neubauprojekten in Europa. Die Managementtätigkeiten beeinflussen die Sicherheit und Qualität der Abläufe und Produkte massgeblich und häufig auf irreversible Art und Weise. Einerseits können Probleme, welche auf Mängel im Management für Sicherheit und Qualität in früheren Projektphasen zurückzuführen sind, häufig nicht mehr rückgängig gemacht werden. Andererseits ist eine nachträgliche Überprüfung von bereits erfolgten Tätigkeiten kaum mehr möglich.

Für die Überprüfung des Baubewilligungsgesuchs ist es demnach für das ENSI notwendig, frühzeitig Einsicht in das Managementsystem des Gesuchstellers nehmen und eine Stellungnahme abgeben zu können. Das ENSI muss sich vergewissern können, dass der Gesuchsteller jederzeit die notwendigen Fähigkeiten und Ressourcen für das Projektmanagement und ein angemessenes Managementsystem besitzt, um eine hohe Qualität bei der Erstellung der Anlage gewährleisten und seiner Verantwortung für die Sicherheit und Qualität des Kernkraftwerks gerecht werden zu können. Aus diesem Grund fordert das ENSI, dass es frühzeitig Einblick in das Managementsystem der KKN AG erhält und die diesbezüglichen Aktivitäten des Gesuchstellers beaufsichtigen kann (Auflagenvorschlag, siehe weiter unten).

### **Zusammenfassende ENSI-Beurteilung der Kapitel 3.1 und 3.2**

Zusammenfassend stellt das ENSI fest, dass die Anforderungen aus der KEV bzw. die vom ENSI präzisierten Anforderungen für die Projektphase «Rahmenbewilligung» mit den Angaben des Gesuchstellers in Kapitel 5 des KKN-Sicherheitsberichts erfüllt sind.

Bezüglich der nachfolgenden Bewilligungsphasen formuliert das ENSI den folgenden Auflagenvorschlag:

#### Auflage 1:

*Die KKN AG hat für die Projektierungs- und Auslegungsphase sowie für die Bauphase ein Managementsystem gemäss den Vorgaben von Art. 25 KEV sowie IAEA GS-R-3 zu implementieren. Insbesondere hat sie darzulegen, dass ihre Organisation den Anforderungen des Projekts in der Projektierungs- und in der Bauphase gerecht wird. Das ENSI überprüft das Managementsystem und dessen Umsetzung ab Beginn der Projektierungsphase.*

# 4 Standorteigenschaften und Gefährdungen

## 4.1 Standorteigenschaften

### 4.1.1 Geografie und Bevölkerungsverteilung

#### Angaben des Gesuchstellers

Der Standort KKN liegt im Nordosten des Kantons Solothurn in den Bezirken Olten und Gös-gen auf dem Gebiet der Gemeinden Däniken, Gretzenbach und Niedergösgen. Für jede Gemeinde, die ganz oder teilweise im Umkreis von 10 km um den Standort KKN liegt, hat der Gesuchsteller von den Bauzonen ausgehend alle Wohnzonen (dauernd bewohnte Gebiete) ermittelt. Die Bevölkerungsverteilung um das KKN wurde gemäss den neuesten verfügbaren statistischen Daten bestimmt. Der Standort des KKN liegt in einem Gebiet, welches in der unmittelbaren Umgebung eher dünn besiedelt ist. Das Zentrum des nächstgelegenen bedeutenden Industrie- und Siedlungsgebiets von Niedergösgen/Schönenwerd, das etwa 2 km Durchmesser und – unter Einschluss von Gretzenbach – eine totale Bevölkerung von 11 000 Einwohnern aufweist, liegt 2 km vom Standort entfernt. Im Umkreis von 10 km um den Standort liegen drei grössere Siedlungsgebiete mit mehr als 10 000 Einwohnern: Aarau mit ca. 16 000 Einwohnern im Nordosten, Olten mit rund 17 000 Einwohnern im Westen und Zofingen mit ca. 11 000 Einwohnern im Süden. Die Bevölkerungsverteilung um den Standort inklusive Angabe der Einrichtungen, in denen sich relativ viele Personen aufhalten können, wie Schulen, Spitäler, Heilanstalten, Altersheime und Betriebsstätten, ist unter anderem für die Beurteilung der Machbarkeit von Notfallschutzmassnahmen in der Umgebung des KKN wichtig. Der Gesuchsteller hat auch die zukünftige Bevölkerungsentwicklung betrachtet und dabei die vom Bundesamt für Statistik (BFS) prognostizierten Daten verwendet. Gemäss mittlerem Szenario wächst die Bevölkerung im Zeitraum 2010–2050 im Kanton Solothurn um ca. 2 % und im Kanton Aargau um ca. 6 %. Im Kanton Basel-Landschaft bleibt die Bevölkerung über diesen Zeitraum gemäss mittlerem Szenario konstant. Diese Prognosen unterscheiden sich jedoch von Gemeinde zu Gemeinde sehr stark.

Bezüglich der Durchführbarkeit von Notfallschutzmassnahmen in der Umgebung des KKN führt der Gesuchsteller in Kapitel 3.2.7 des Sicherheitsberichts aus, dass in der Schweiz der Aufenthalt im Haus bzw. im Keller/Schutzraum die wichtigste sofortige Schutzmassnahme darstellt (vertikale Evakuation). Die KKN AG weist darauf hin, dass die bestehende Zone 1 des KKG die Zone 1 des KKN mit genügender Marge umschliesst. Daraus leitet sie ab, dass der Standort KKN bezüglich der Machbarkeit von Notfallschutzmassnahmen geeignet ist, da die Notfallplanung KKG alle derzeit festgelegten Anforderungen erfüllt. Auch die Durchführbarkeit einer vorsorglichen Evaku-ation wurde betrachtet. Der Standort verfügt in dieser Hinsicht über leistungsfähige Verkehrswege innerhalb und ausserhalb der Zone 1, die ein rasches Verlassen dieser Zone ermöglichen.

Zusammenfassend kommt der Gesuchsteller zum Schluss, dass sich im Vergleich zum Standort KKG für KKN keine wesentliche Änderung der Standorteigenschaften hinsichtlich Bevölkerung

und Infrastruktur ergibt. Die moderate Entwicklung der Bevölkerungszahlen und -dichte beeinträchtigt die Eignung des Standorts nicht. Zudem betont die KKN AG, dass bei der Auslegung des KKN auf die Vermeidung von schweren Störfällen besonderes Gewicht gelegt wird, was zu einer Vereinfachung der Notfallschutzmassnahmen führen sollte.

### **Beurteilungsgrundlagen**

Massgebend für die Beurteilung der Angaben des Gesuchstellers zu Geografie und Bevölkerungsverteilung sind die allgemeinen Grundlagen in Art. 4 KEG (Grundsätze für die Nutzung der Kernenergie) und Art. 13 KEG (Voraussetzungen für die Erteilung der Rahmenbewilligung), in Art. 7 KEV (Anforderungen an die nukleare Sicherheit) sowie in Art. 23 KEV (Inhalt der Gesuchsunterlagen).

Die Bewertung der Angaben zum anlageexternen Notfallschutz erfolgt in diesem Kapitel anhand der in der Notfallschutzverordnung (NFSVO, [10]) und der Verordnung über die Einsatzorganisation bei erhöhter Radioaktivität (VEOR, [18]) festgehaltenen Anforderungen. Ferner werden die Bestimmungen des Konzepts für den Notfallschutz in der Umgebung der Kernanlagen [87] bei der Beurteilung berücksichtigt sowie die Anforderungen der IAEA (IAEA Safety Standard Series, «Site Evaluation for Nuclear Installations», NS-R-3, [36]).

### **Beurteilung des ENSI**

In den Kapiteln 3.2.1 bis 3.2.6 des Sicherheitsberichts werden geografische Lage, Nutzung und Erschliessung sowie die Bevölkerungsverteilung um den Standort umfassend dargestellt. Es werden sowohl die Bevölkerungsverteilung als auch die Anzahl der öffentlichen Einrichtungen und Betriebsstätten in einem Umkreis von 10 km um den Standort beschrieben. Die Erhebung der Bevölkerungsdichte und -verteilung erfolgt anhand von aktuellen statistischen Daten und wird nachvollziehbar dargelegt.

Gemäss Art. 13 KEG kann eine Rahmenbewilligung erteilt werden, wenn u. a. der Schutz der Bevölkerung sichergestellt werden kann. In diesem Zusammenhang stellen die Massnahmen des anlageexternen Notfallschutzes das letzte Glied der gestaffelten Sicherheitsvorsorge zum Schutz gegen die radiologischen Auswirkungen einer möglichen Freisetzung aus der Anlage dar, weshalb die Machbarkeit von externen Notfallschutzmassnahmen auf Stufe Rahmenbewilligungsgesuch zu bewerten ist. Dies deckt sich mit der Forderung der IAEA, wonach die Bevölkerungsverteilung um den geplanten Standort und deren mögliche Auswirkung auf die Umsetzung von Notfallschutzmassnahmen zu betrachten ist [36]. Dabei ist aufzuzeigen, dass die zukünftige Erstellung von Notfallplänen gemäss IAEA nicht durch «unüberwindbare Schwierigkeiten» verhindert wird.

Hinsichtlich der Vorsorge zu den im Dosismassnahmenkonzept der VEOR [18] genannten Schutzmassnahmen kann in der Schweiz und insbesondere in den Kantonen Aargau und Solothurn mit dem KKG, an dessen Standort das KKN vorgesehen ist, auf eine seit langer Zeit etablierte Vorsorge in der Umgebung des Standorts KKG zurückgegriffen werden. Sie entspricht den Anforderungen der NFSVO [10], der VEOR [18] und des Notfallschutzkonzepts der KomABC [87] und umfasst insbesondere bestehende Schutzeinrichtungen, Vorkehrungen für die Warnung und

Alarmierung der Behörden und der Bevölkerung sowie Vorverteilung von Iodtabletten in den bestehenden Zonen 1 und 2.

Die Planung einer vorsorglichen Evakuierung wurde bis anhin in der Schweiz (im Gegensatz zu den Schutzmassnahmen Aufenthalt im Haus und Aufsuchen von Schutzräumen und Kellern) nicht vorrangig verfolgt. Diese Massnahme ist jedoch im Konzept für den Notfallschutz in der Umgebung der Kernanlagen [87] verankert und wird im Rahmen der laufenden Revision der NFSVO [10] diskutiert. In dieser Hinsicht hat der Gesuchsteller aufgezeigt, dass die umliegenden Gemeinden günstige Verkehrsverbindungen aufweisen, die eine solche Evakuierungsmassnahme erlauben würden.

Das ENSI bestätigt die Schlussfolgerung des Gesuchstellers, wonach aufgrund der moderaten Bevölkerungsdichte, der bereits für den Standort KKG bestehenden Vorkehrungen und Einrichtungen des Notfallschutzes sowie der Verfügbarkeit möglicher Evakuationsrouten für die allfällige Umsetzung einer vorsorglichen Evakuierung keine nachteiligen Faktoren hinsichtlich der Planung und Durchführung von Massnahmen zum Schutz der Bevölkerung vorhanden sind. Dies gilt auch unter Berücksichtigung der zukünftigen Bevölkerungsverteilung und -entwicklung. Das ENSI weist in diesem Zusammenhang darauf hin, dass Kernkraftwerke der 3. Generation verbesserte Sicherheitseigenschaften, geringere Kernschadenshäufigkeiten sowie spezielle Sicherheitssysteme zur Beherrschung schwerer Kernschäden aufweisen. Damit ist auch die Wahrscheinlichkeit, Evakuierungsmassnahmen für die Bevölkerung einleiten zu müssen, äusserst gering.

#### 4.1.2 Verkehrswege und Industrie

##### Angaben des Gesuchstellers

Der Gesuchsteller eruiert und beurteilt in Kapitel 3.3 des Sicherheitsberichts das Gefährdungspotenzial, welches von benachbarten Industriebetrieben, militärischen Anlagen, Erdgas-Hochdruckanlagen und vom Transport gefährlicher Güter am Boden ausgeht. Seine Vorgehensweise und die Beurteilung der einzelnen Bereiche sind im Folgenden wiedergegeben. Luftverkehrswege werden in Kapitel 4.2.4 des vorliegenden Gutachtens betrachtet.

##### Industriebetriebe

Für die Analyse der von benachbarten Industrieanlagen ausgehenden Gefährdung des KKN werden Betriebe im Umkreis (Radius) von 8 km betrachtet, welche der Störfallverordnung StFV [22] unterstehen. Als Datengrundlage zur vollständigen Erfassung aller relevanten Betriebe dienen Angaben der kantonalen Vollzugsstellen der Störfallverordnung. In den Kantonen Solothurn und Aargau ist dies das Amt für Umwelt AfU, im Kanton Aargau das Amt für Verbraucherschutz AVS. In den Kantonen Solothurn und Aargau werden die Daten zu den der Störfallverordnung unterstellten Betrieben vertraulich behandelt, um deren Betriebsgeheimnisse zu wahren. Daher sind die entsprechenden Angaben im Sicherheitsbericht nur in anonymisierter Form wiedergegeben. Zur Beurteilung der diesbezüglichen Angaben im Sicherheitsbericht liegen dem ENSI die detaillierten Angaben zu den einzelnen Betrieben in einem separaten, vertraulichen Bericht vor [59]. Anhand einer Übersichtskarte werden im Sicherheitsbericht die Standorte der einzelnen, der Störfallverordnung unterstellten Betriebe dargestellt (siehe Abbildung 4.1-1).

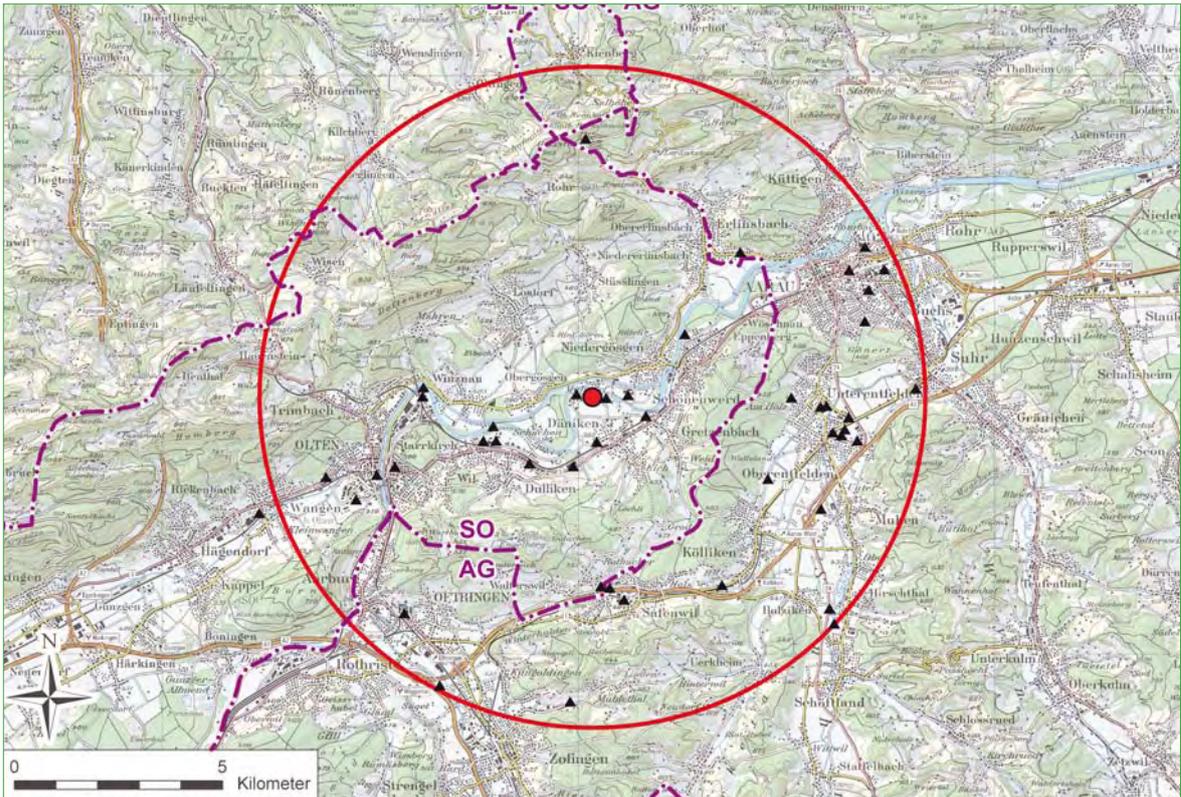


Abbildung 4.1-1: Standorte der StFV-Betriebe im Umkreis von 8 km um den Standort KKN  
(Quelle: SIB KKN Abb. 3.3-2)

Für den Vollzug der Störfallverordnung wird überprüft, bis zu welcher Distanz vom Betrieb im Ereignisfall Schäden auftreten können. Der Gesuchsteller beruft sich auch hier auf Auskünfte der kantonalen Vollzugsstellen der Störfallverordnung: Gemäss AVS Kt. Aargau kann anhand der vorliegenden Daten davon ausgegangen werden, dass kein Betrieb im Kanton Aargau eine Gefährdung für das KKN darstellt. Gemäss AfU Kanton Solothurn liegt das Risiko aller benachbarten Betriebe des KKN im akzeptablen Bereich gemäss den «Beurteilungskriterien I zur Störfallverordnung StFV» [76]. Das AfU gibt zudem an, dass lediglich zwei Betriebe bei Störfällen Auswirkungen bis auf das Areal des KKN haben könnten.

Für nähere Untersuchungen unterscheidet der Gesuchsteller zwischen stoffbezogener Einwirkung auf dem Luft- und auf dem Wasserpfad, zwischen radiologischer Einwirkung und nicht-stoffbezogener Einwirkung auf das KKN. Für die Ausbreitung auf dem Luftpfad wurden mehrere Szenarien erarbeitet und quantifiziert. In Tabelle 4.1-1 sind verschiedene, von unterschiedlichen Betrieben ausgehende Szenarien zusammengefasst und deren Auswirkung auf das Gelände des KKN aufgeführt. Diese Tabelle fasst die entsprechenden Angaben im Sicherheitsbericht zusammen, welche wiederum auf dem separaten Bericht mit den nicht anonymisierten Daten zu den Gefährdungen des KKN durch Störfälle in der Nachbarschaft [59] basieren. Dieser Bericht geht im Detail auf verschiedene Gefährdungsszenarien von neun Betrieben ein, die sich entweder am nächsten zum geplanten Standort KKN befinden oder die ein erhöhtes Gefährdungspotenzial aufweisen.

Für alle untersuchten Fälle schliesst der Gesuchsteller eine Beeinträchtigung der Anlagensicherheit des KKN aus.

**Tabelle 4.1-1:** Szenarien mit Einwirkungen von verschiedenen Nachbarbetrieben auf KKN über den Luftpfad

Szenario	Auswirkung auf Gelände des KKN (Bezugsort: Zentrum Hauptareal)
<b>Brand:</b> Wärmestromdichte 170 kW/m <sup>2</sup> an Oberfläche des Brandherds (max. Quellstärke eines Kohlenwasserstoff-Brandes, Szenario bei 4 Betrieben)	Wärmestromdichte max. 0,7 kW/m <sup>2</sup>
<b>Propan:</b> Simultan-BLEVE <sup>1</sup> /Gaswolkenbrand (Szenario bei 1 Betrieb)	Wärmestromdichte max. 0,6 kW/m <sup>2</sup> während 19 s; Überdrücke bis 0,02 bar
<b>Wasserstoffperoxid:</b> Austritt der gesamten Lagermenge (Szenario bei 3 Betrieben)	Konzentration max. 13 ppm (zwischen ERPG-1 <sup>2</sup> - und ERPG-2-Wert <sup>3</sup> )
<b>Salzsäure:</b> Austritt der gesamten Lagermenge (Szenario bei 2 Betrieben)	Konzentration max. 2 ppm (entspricht MAK-Wert <sup>4</sup> , unterhalb ERPG-1-Wert)
<b>Ammoniakwasser:</b> Austritt der gesamten Lagermenge (Szenario bei 1 Betrieb)	Konzentration max. 15 ppm (unterhalb MAK-Wert)
<b>Andere Chemikalien:</b> Austritt von Natronlauge, Schwefelsäure, Farben und Lacke, Dieselöl, Motoren-/Getriebe-/Hydraulik-/Trafoöl	Über den Luftpfad keine Einwirkung
<b>Rauchgas- und Russ-Entwicklung:</b> Wegen Vollbrand von Kunststoffen (Szenario bei 1 Betrieb)	Bei ungünstiger Wetterlage und Windrichtung kann ein Niedergang der Schadstoffwolke auf das Hauptareal KKN nicht ausgeschlossen werden. Primär Gefährdung von Personen. Kommandoraum Lüftungstechnisch abschottbar.

Für stoffbezogene Einwirkungen auf das KKN über den Grundwasserpfad kommen nur zwei der Störfallverordnung unterstellte Betriebe in Frage, da sich nur diese stromaufwärts des Grundwasserflusses des KKN befinden. Beim einen handelt es sich um das KKG; der andere liegt 4 km entfernt, und sein gesamtes Betriebsareal ist vollständig als Löschwasserrückhaltebecken ausgeführt. Potenzielle Auswirkungen von Gefahrstoffen auf das Gebäudefundament sind langfristiger Natur, weshalb der unmittelbare Einfluss einer Grundwasserverschmutzung den Betrieb des KKN nicht gefährdet. Die Grundwasserqualität wird durch das KKN zudem regelmässig überprüft.

Eine grössere Verschmutzung des Oberwasserkanals schliesst der Gesuchsteller aufgrund der in der Schweiz vorgeschriebenen Löschwasserrückhalteanlagen für die untersuchten Betriebe aus. Stattdessen geht er auf die Möglichkeit eines Gefahrgutunfalls auf einer ca. 350 m stromaufwärts des Winznauer Wehrs gelegenen Aarebrücke ein. Bei einer Freisetzung von 25 m<sup>3</sup> innerhalb von 10 min aus einem Tanklastwagen berechnet der Gesuchsteller eine Konzentration bei der voraussichtlichen Einlaufstelle des KKN von ca. 200 ppm. Er legt die möglichen Auswir-

<sup>1</sup> BLEVE: Boiling Liquid Expanding Vapour Explosion

<sup>2</sup> ERPG-1: Entspricht derjenigen Konzentration, unterhalb derer beinahe sämtliche Personen bei einer Expositionszeit von einer Stunde nur leichte, vorübergehende, nachteilige gesundheitliche Auswirkungen erleiden, bzw. ohne dass sie einen eindeutig definierten unangenehmen Geruch wahrnehmen.

<sup>3</sup> ERPG-2: Entspricht derjenigen Konzentration, unterhalb derer beinahe sämtliche Personen bei einer Expositionszeit von einer Stunde keine irreversible oder sonstige schwerwiegende gesundheitliche Auswirkungen erleiden, bzw. sich keine Auswirkungen entwickeln, welche die Fähigkeit einer Person zur Ergreifung von Schutzmassnahmen beeinträchtigen.

<sup>4</sup> MAK-Wert: Die Maximale Arbeitsplatz-Konzentration (MAK) gibt die maximal zulässige Konzentration eines Stoffes als Gas, Dampf oder Schwebstoff in der (Atem-)Luft am Arbeitsplatz an, bei der kein Gesundheitsschaden zu erwarten ist, auch wenn man der Konzentration in der Regel 8 Stunden täglich, maximal 40 Stunden in der Woche, ausgesetzt ist.

kungen einer Verschmutzung des Flusswassers auf das Neben- und das Hauptkühlwassersystem dar. Insbesondere weist er darauf hin, dass das Hauptkühlwassersystem keine sicherheitstechnische Funktion innehat und dass das Nebenkühlwassersystem mit mehrfacher Redundanz ausgeführt wird. Er kommt zum Schluss, dass das Eindringen von Chemikalien ins Kühlwassersystem zwar zu einer Beeinträchtigung des Betriebs führen könnte, dass aber die Anlagensicherheit des KKN nicht gefährdet ist.

Die Gefahren durch Flugkörper und Geschosse, die aus einem Störfall resultieren (z.B. «turbine missiles»), werden nach Angaben des Gesuchstellers bei der Auslegung des KKN berücksichtigt, entweder durch günstige Positionierung der neuen Anlage oder durch bauliche Schutzmassnahmen.

Als mögliche Quellen für radiologische Einwirkungen führt der Gesuchsteller das KKG und die Firma LEONI Studer AG auf. Strahlungsquellen anderer benachbarter Betriebe werden aufgrund ihres geringen Gefährdungspotenzials nicht näher betrachtet. Eine Gefährdung für das KKN wird ausgeschlossen, da dieses ständig radiologisch überwacht wird und im Ereignisfall eine lüftungstechnische Abschottung des Kommandoraums möglich ist, wodurch das KKN weiter betrieben oder nötigenfalls sicher abgeschaltet werden kann.

Eine weiterführende Untersuchung der gegenseitigen Einflüsse des Anlagenbetriebs der Kernkraftwerke KKG und KKN ist im Baubewilligungsverfahren geplant.

#### Militärische Anlagen

Der Gesuchsteller führt aus, dass ihm Informationen über allenfalls vorhandene Militäranlagen sowie allfällige Bahn- und Strassentransporte von Munition in der Umgebung des Standorts KKN aus Geheimhaltungsgründen unzugänglich sind und er daher zu diesen Punkten keine Angaben machen kann.

#### Erdgas-Hochdruckanlagen

Westlich des Hauptareals von KKN verlaufen zwei parallel geführte Erdgas-Hochdruckleitungen in einem minimalen Abstand von ca. 570 m. Die Rohrwand der neueren Leitung ist in Bereichen mit einem Abstand bis 500 m vom Reaktorgebäude des bestehenden KKG verstärkt. An Stellen mit einer Erdüberdeckung von weniger als 2 m sind über den beiden Leitungen Druckverteilplatten verlegt. Absperrmöglichkeiten bestehen bei der Knotenstation Lostorf und bei der Station Däniken.

Der Gesuchsteller beruft sich auf Angaben der HSK von 1994 für das KKG, wo anhand der entsprechenden BMI-Richtlinie [70] ein Sicherheitsabstand von mindestens 375 m zwischen Erdgas-Hochdruckleitung und sicherheitsrelevanten Gebäuden eines Kernkraftwerks gefordert wurde. Zudem stützt er sich auf Berechnungen, die in 570 m Entfernung bei einem Fackelbrand eine Wärmestromdichte von weniger als 3 kW/m<sup>2</sup> ergeben. Die Bedingungen dazu sind im «Rahmenbericht Erdgas» [103] vorgegeben.

Eine Beeinträchtigung der Anlagensicherheit wird vom Gesuchsteller daher ausgeschlossen. Dennoch wird er im Baubewilligungsverfahren anhand einer Risikoanalyse die Auswirkungen der

zeitverzögerten Zündung einer Gaswolke sowie das Eindringen von Gas in KKN-Gebäude untersuchen. Er wird ebenfalls überprüfen, ob aufgrund der derzeit laufenden Überarbeitung des Rahmenberichts [103] weitere Analysen erforderlich sind.

#### Verkehrs- und Transportwege am Boden

Etwa 1 000 m südlich des KKN-Hauptareals befindet sich die Bahnlinie Olten – Aarau, welche auch für Gefahrguttransporte genutzt wird, und rund 1 100 m südlich des Hauptareals der regionale Rangierbahnhof Däniken/Olten. Der Gesuchsteller weist darauf hin, dass gemäss SBB die Pläne für den einst geplanten Rangierbahnhof Däniken/Niederamt inzwischen aufgegeben wurden.

Ca. 1 150–1 250 m südlich des Hauptareals verläuft zudem die Kantonsstrasse Olten – Aarau und ca. 400 m nördlich die Kantonsstrasse Olten – Schönenwerd. Auf beiden Strassen werden Gefahrguttransporte durchgeführt.

Das Projektareal ist zusammen mit dem bestehenden KKG und weiteren Industrieanlagen über ein Industriegleis vom Bahnhof Däniken her an die Bahnlinie Olten Ost – Aarau angeschlossen.

Zur Gefährdungsbeurteilung durch Bahn- und Strassentransporte stützt sich der Gesuchsteller auf Szenarien, welche vom Bundesamt für Verkehr (BAV) bzw. vom Bundesamt für Strassen (ASTRA) im Rahmen von Risikoanalysen für Gefahrguttransporte erarbeitet wurden [71], [73], [102], erweitert diese aber noch um Szenarien mit grösserem Schadensausmass. Die vom Transport ausgehenden Risiken werden anhand der Leitstoffe Benzin, Propan und Chlor beurteilt. In Kombination mit eigenen Berechnungen des Gesuchstellers zur Auswirkung verschiedener Ereignisse auf das Zentrum des Hauptareals ergeben sich die in Tabelle 4.1-2 zusammengestellten

**Tabelle 4.1-2:** Szenarien beim Gefahrguttransport auf Bahn und Strasse und deren Auswirkungen auf das Gelände des KKN

<b>Stoff</b>	<b>Auswirkung auf Gelände des KKN (Bezugsort: Zentrum Hauptareal)</b>	
<b>Transportweg</b>	<b>Bahntransport</b>	<b>Strassentransport</b>
Benzin	Lachenbrand 60 t: Wärmestromdichte 0,005 kW/m <sup>2</sup> Lachenbrand 1 500 t (hypothetisch; entspricht 25 Bahnkesselwagen): Wärmestromdichte 0,57 kW/m <sup>2</sup>	Lachenbrand 23 t: Wärmestromdichte max. 0,03 kW/m <sup>2</sup>
Propan: BLEVE (Wärmestromdichte 350 kW/m <sup>2</sup> an der Oberfläche des Feuerballs)	BLEVE 45 t: Wärmestromdichte ca. 2,1 kW/m <sup>2</sup> während ca. 16 s, Überdruck 0,02 bar Konsekutiver BLEVE von zwei Tanks, 90 t: Wärmestromdichte ebenfalls ca. 2,1 kW/m <sup>2</sup> während max. 32 s, Überdruck 0,02 bar	BLEVE 22 t: Wärmestromdichte ca. 8,8 kW/m <sup>2</sup> während ca. 16 s, Überdruck 0,044 bar
Propan: Freistrahbrand parallel zum Boden	Aus Bahnkesselwagen 45 t: Wärmestromdichte 0,02 kW/m <sup>2</sup>	Aus Tanklastwagen 22 t: Wärmestromdichte max. 0,26 kW/m <sup>2</sup>
Propan: Gaswolkenexplosion	Gaswolkenexplosion 45 t: Überdruck 0,03 bar	Gaswolkenexplosion im Freien 22 t: Überdruck 0,07 bar
Chlor: Freisetzung toxischer Wolke	Freisetzung von 55 t: Konzentration 890 ppm (nahe Schwellenwert von 910 ppm für letale Gesundheitsschäden bei Exposition während 1 min)	Freisetzung von 2 t: Konzentration max. 1 411 ppm (oberhalb Schwellenwert für letale Gesundheitsschäden von 910 ppm bei Exposition während 1 min)

Resultate. Für den Strassentransport wird dabei von einem Gefahrgut-Unfall auf der näher gelegenen Kantonsstrasse Olten–Schönenwerd ausgegangen. Der Gesuchsteller verweist dabei auf eine Aussage des Amtes für Umwelt des Kantons Solothurn, wonach Chlortransporte auf dieser Strecke unwahrscheinlich seien, da im Kanton Solothurn keine Abnehmer für Chlor existieren. Die involvierten Mengen an Benzin und Propan auf der Strasse wurden durch den Gesuchsteller zudem der Tatsache angepasst, dass seit Januar 2005 auch 40-t-LKWs auf Schweizer Strassen zugelassen sind.

Aufgrund der Ergebnisse dieser Berechnungen schliesst der Gesuchsteller eine Gefährdung des KKN durch Benzin- und Propan-Unfälle auf Schiene und Strasse aus. Chlorgas stellt primär eine Gefährdung für Personen dar. Der Kommandoraum des KKN kann in einem solchen Fall lüftungstechnisch abgeschottet werden, sodass ein Weiterbetrieb oder nötigenfalls das sichere Abschalten der Anlage möglich ist. Der Gesuchsteller will im Rahmen des Baubewilligungsverfahrens eine Risikoanalyse zur Chlorfreisetzung auf der Bahnstrecke Olten–Aarau und den umliegenden Kantonsstrassen durchführen um zu prüfen, ob eine Freisetzung zu unzulässigen Auswirkungen auf die Sicherheit der Anlage führen kann.

#### Weitere Ereignisse

Der Gesuchsteller führt mögliche Störfälle in der Umgebung des KKN infolge Erdbeben separat auf. Für dieses Ereignis wird zusätzlich berücksichtigt, dass als direkte Folge des Erdbebens sowohl aktive als auch passive Sicherheitsmassnahmen versagen können. Beim Versagen von Rückhaltmassnahmen wird zusätzlich zu dem für die Ereignisse ohne Erdbeben berücksichtigten Luftpfad eine Ausbreitung von Chemikalien über Boden- und Wasserpfade betrachtet.

Bezüglich der Gefährdung durch Industriebetriebe wird darauf verwiesen, dass die getroffenen Annahmen zu den einzelnen Brand-Szenarien bereits sehr konservativ sind und dadurch allenfalls grössere Ereignisse bereits abdecken. Für die Freisetzung von Chlor und Propan wird ebenfalls darauf verwiesen, dass in den im Baubewilligungsverfahren vorgesehenen Risikoanalysen grössere freigesetzte Mengen berücksichtigt werden als in den vorliegenden Störfallanalysen ohne Erdbebenberücksichtigung.

Bezüglich der Verschmutzung des Grundwassers oder des Oberwasserkanals als Folge des Versagens von Löschwasserrückhaltefunktionen im Erdbebenfall führt der Gesuchsteller aus, dass eine Gefährdung des KKN ausgeschlossen werden kann. Er verweist hierzu auf die im obigen Abschnitt «Industriebetriebe» genannten Begründungen.

Wenn aufgrund eines Erdbebens ein gleichzeitiges Aufreissen beider Erdgashochdruckleitungen mit anschliessender Explosion angenommen wird, wäre gemäss BMI-Richtlinie [70] für das Kernkraftwerk ein Sicherheitsabstand von 473 m erforderlich. Mit dem geplanten minimalen Abstand von ca. 570 m sind die Anforderungen der BMI-Richtlinie eingehalten. Bei einem gleichzeitigen Fackelbrand aus beiden Erdgas-Hochdruckleitungen würde selbst bei konservativen Annahmen nur eine Wärmestromdichte von unter  $9 \text{ kW/m}^2$  erreicht werden. Aufgrund dieser Angaben wird eine Anlagengefährdung durch die Erdgashochdruckleitung selbst bei einer Ereigniskombination mit Erdbeben ausgeschlossen.

## Zusammenfassung

Der Gesuchsteller fasst zusammen, dass von Bränden und Explosionen infolge störfallbedingter Austritte der Leitstoffe Propan und Benzin auf der Eisenbahnlinie oder auf den Kantonsstrassen keine Gefährdungen ausgehen, welche die Eignung des Standorts des geplanten KKN in Frage stellen oder besondere Schutzmassnahmen erfordern würden.

Beim Austritt von zündfähigen Stoffen aus Betrieben, Bahnkesselwagen, Tanklastwagen oder Erdgas-Hochdruckleitungen kann eine zeitlich verzögerte Zündung einer sich in der Umgebung ausbreitenden Gaswolke nicht ausgeschlossen werden. Der Gesuchsteller beabsichtigt daher, die Folgen solcher Ereignisse im Rahmen des Baubewilligungsgesuchs anhand einer Risikoanalyse zu untersuchen. Dabei wird auch das Eindringen von Gas in KKN-Gebäude untersucht.

Im Rahmen des Baubewilligungsgesuchs beabsichtigt der Gesuchsteller ebenfalls, anhand einer Risikoanalyse die Auswirkungen von Chlorfreisetzungen auf der Eisenbahnlinie oder auf den Kantonsstrassen zu untersuchen.

Bei allen diesen Untersuchungen werden grössere Freisetzungsmengen durch die Einwirkung von Erdbeben mit berücksichtigt.

## **Beurteilungsgrundlagen**

Bei der Beurteilung der Angaben des Gesuchstellers stützt sich das ENSI primär auf die Kernenergie- und Strahlenschutzgesetzgebung und auf eigene Richtlinien, insbesondere auf:

- Art. 8 und Art. 23 KEV;
- Verordnung des UVEK vom 17. Juni 2009 über die Gefährdungsannahmen und die Bewertung des Schutzes gegen Störfälle in Kernanlagen (Stand am 1. August 2009) [15];
- ENSI, «Probabilistische Sicherheitsanalyse (PSA): Qualität und Umfang», Richtlinie ENSI-A05, 2009 [23].

Als weitere Beurteilungsgrundlagen dienen Richtlinien und Rahmendokumente anderer Institutionen aus der Schweiz, anderer Staaten und internationaler Organisationen:

- BUWAL, «Beurteilungskriterien I zur Störfallverordnung StFV», 1996 [76];
- Bundesministerium des Inneren BMI, «Richtlinie für den Schutz von Kernkraftwerken gegen Druckwellen aus chemischen Reaktionen durch Auslegung der Kernkraftwerke hinsichtlich ihrer Festigkeit und induzierter Schwingungen sowie durch Sicherheitsabstände», 1976 [70];
- Schweizerische Erdgaswirtschaft, «Rahmenbericht Sicherheit von Erdgas-Hochdruckanlagen», erstellt durch SKS Ingenieure AG, revidierte Ausgabe 1997 [103];
- BAV, «Quantitative Risikoanalyse für Gefahrguttransporte auf der Bahn. Methodik und Bewertung in der Schweiz», erstellt durch Ernst Basler + Partner AG, 2004 [71];
- BUWAL/ASTRA, «Pilotrisikoanalyse für den Transport gefährlicher Güter, Fallbeispiel Autobahn», erstellt durch Ernst Basler + Partner AG, August 1999 [73];

- CARBURA, BUWAL, Rahmenbericht über die Sicherheit von Stehtankanlagen für flüssige Treib- und Brennstoffe, erstellt durch SKS Ingenieure AG, 2005 [78];
- BUWAL, Arbeitsgruppe Flüssiggas-Tankanlagen, «Rahmenbericht Flüssiggas-Tankanlagen zum Kurzbericht und zur Risikoermittlung im Hinblick auf die Störfallvorsorge», erstellt durch Basler & Hofmann AG, 1992 [75];
- BUWAL/SBB, «Pilotrisikoanalyse für den Transport gefährlicher Güter, Fallbeispiel Bahn», erstellt durch Ernst Basler + Partner AG, Mai 1998 [74];
- Lakes Environmental Software; SLAB View – A Dispersion Model for Denserthan-Air Release, Version 2.0, Kanada, 1996 – 2002 [90];
- StFV, Schweizerische Eidgenossenschaft, Verordnung über den Schutz vor Störfällen, 814.012, 1991 [22];
- International Atomic Energy Agency (IAEA), «IAEA Safety Standards Series, Site Evaluation for Nuclear Installations» Safety Requirements No. NS-R-3, 2003 [36];
- US Nuclear Regulatory Commission, «Regulatory Guide 4.7 – General Site Suitability Criteria for Nuclear Power Stations», Revision 2, April 1998, Kapitel 8 [54].

## Beurteilung des ENSI

### Industriebetriebe

Art. 8 KEV verlangt, dass bei Kernanlagen Schutzmassnahmen gegen Störfälle mit Ursache innerhalb und ausserhalb der Anlage zu treffen sind. Zu diesem Thema weist die IAEA [36] darauf hin, dass zur Beurteilung der Standorteignung abgeklärt werden soll, ob sich in der Umgebung Anlagen befinden, in welchen entflammbare, explosive, erstickende, toxische, korrosive oder radioaktive Stoffe gelagert, verarbeitet oder transportiert werden. Die schweizerische Gesetzgebung gibt keine klaren Anweisungen, bis zu welcher Distanz die Umgebung eines geplanten Standorts auf entsprechende Gefährdungen hin untersucht werden soll. Gemäss der US-amerikanischen Aufsichtsbehörde U.S. NRC sollte dafür die Umgebung in einem Radius von 8 km berücksichtigt und einer Grobbeurteilung des Gefährdungspotenzials bezüglich kritischer Betriebe und Aktivitäten unterzogen werden [54]. Falls diese Betriebe ein nennenswertes Gefährdungspotenzial aufweisen, soll eine detaillierte Untersuchung bezüglich brennbarer Gaswolke, toxischer Chemikalien, etc. durchgeführt werden.

Der Gesuchsteller folgt diesem Vorschlag weitgehend. Nicht berücksichtigt wurden Betriebe im nahe gelegenen Kanton Basel-Landschaft, welcher sich (in kürzester Distanz) in ca. 5 km Entfernung vom Standort KKN befindet. Diese Vereinfachung ist aus Sicht des ENSI zulässig, da der geplante Standort durch einen Jura-Gebirgszug vom Kanton Basel-Landschaft abgeschirmt wird. Für die Erfassung der relevanten Betriebe wurden Angaben der kantonalen Vollzugsbehörden der Störfallverordnung herangezogen. Das ENSI ist mit dieser Vorgehensweise einverstanden. Die Anonymisierung der Daten aus dem Kanton Solothurn erfolgte nach Rücksprache mit dem ENSI. Durch die Bereitstellung eines separaten, vertraulichen Berichts [59] mit den detaillierten Angaben ist eine Beurteilung durch das ENSI dennoch möglich.

Zu den in Tabelle 4.1-1 aufgeführten Szenarien nimmt das ENSI wie folgt Stellung:

**Brand:** Die dem Sicherheitsbericht zugrunde gelegten Wärmestromdichten für die Brand-szenarien unterliegen konservativen Annahmen. Gemäss dem «Rahmenbericht über die Sicherheit von Stehtankanlagen für flüssige Treib- und Brennstoffe» [78] kann für Kohlenwasserstoffbrände vereinfachend von einer Wärmestromdichte von  $84 \text{ kW/m}^2$  ausgegangen werden, ohne die einzelnen Brennstoffe zu berücksichtigen. Dieselbe Quelle verweist darauf, dass bei Störfällen in Treibstofftanklagern mit Brand und Hitzestrahlung meist nur geringe Sachschäden ausserhalb der brennenden Anlage auftreten und dass diese vor allem Auswirkungen auf Personen haben, aber auch Personenschäden in der Regel nur in Abständen von  $<150 \text{ m}$  vorkommen.

**Propan:** Eine Überprüfung der Angaben im Fachbericht [59] anhand des Rahmenberichts für Flüssiggas [75] zu Gefährdungen durch BLEVE bzw. durch einen Gaswolkenbrand bestätigt die Plausibilität der Resultate: Der Abstand der betreffenden Anlage vom KKN ist deutlich grösser als die gemäss den Angaben im Rahmenbericht berechneten Schadensradien für BLEVE (160 t:  $447 \text{ m}$ ) bzw. Gaswolkenbrand (160 t: ca.  $1000 \text{ m}$ ).

**Wasserstoffperoxid:** Aufgrund des geringen Dampfdrucks von Wasserstoffperoxid-Lösung und dem Mangel an toxischen Zersetzungsprodukten sind die berechneten Resultate des Gesuchstellers im Bericht [59] plausibel. Daraus ergibt sich, dass aufgrund der Distanzen der betreffenden Betriebe zum KKN keine Gefährdung für die Anlage besteht.

**Salzsäure:** Aufgrund des geringen Dampfdrucks von wässriger Salzsäure-Lösung sind die Berechnungsergebnisse des Gesuchstellers im Bericht [59] plausibel. Wiederum ergeben sich aufgrund der angegebenen Distanzen der betreffenden Betriebe zum KKN keine Gefährdungen für das Kraftwerk.

**Ammoniakwasser:** Wässrige Ammoniaklösungen weisen zwar einen verhältnismässig hohen Dampfdruck auf. Das im Falle einer Havarie langsam ausgasende Ammoniak verflüchtigt sich aufgrund seiner geringen Dichte allerdings rasch nach oben. Es ist daher keine Akkumulation von Ammoniakgas in Bodennähe zu erwarten. Die Berechnungen des Gesuchstellers, wonach bei einem entsprechenden Störfall auf dem Areal des KKN keine schädlichen Mengen an Ammoniak auftreten, sind daher plausibel.

**Andere Chemikalien:** Das ENSI stimmt der Einschätzung des Gesuchstellers zu, dass bei einer Freisetzung von Natronlauge, Schwefelsäure, Farben und Lacken, Dieselöl, Motoren-, Getriebe-, Hydraulik- und Trafoöl aufgrund des geringen Dampfdrucks mit keinen Einwirkungen über den Luftpfad zu rechnen ist. Für den Betrieb des KKN bedeuten diese Stoffe keine Gefährdung.

**Rauch- und Russausbreitung:** Das ENSI ist mit der Argumentation des Gesuchstellers einverstanden, dass aufgrund von Rauch- und Russentwicklung bei einem Kunststoffbrand keine Gefährdung des KKN besteht. Gemäss Sicherheitsbericht besteht die Möglichkeit, den Kommandoraum lüftungstechnisch abzuschotten (siehe Kapitel 3.3.2.5). Eine Gefährdung durch toxische Gase kann mit dieser Massnahme ausgeschlossen werden.

Gemäss Stellungnahme des AfU Solothurn kann ein Ereignis in Betrieb Nr. 49 (Nummerierung gemäss Bericht [59]) möglicherweise Auswirkungen auf das Gelände des KKN haben. Dennoch gehen weder der Sicherheitsbericht noch der Bericht [59] genauer auf die Gefährdung des KKN durch diesen Betrieb ein. Das ENSI formuliert deshalb den folgenden Hinweis:

Hinweis 1:

*Im Rahmen des Baubewilligungsverfahrens ist von der KKN AG abzuklären, ob vom genannten Betrieb Nr. 49 (Nummerierung gemäss Fachbericht «Einwirkungen auf KKN bei Störfällen in der Nachbarschaft» [59]) eine Gefährdung für das KKN ausgeht.*

Das ENSI ist mit der Aussage des Gesuchstellers einverstanden, dass potenzielle Einwirkungen von Gefahrstoffen im Grundwasser auf das Gebäudfundament von langfristiger Natur sind und dass dieses Risiko mit geeigneten Überwachungsmassnahmen kontrolliert werden kann. Das ENSI stimmt auch der Aussage der KKN AG zu, wonach eine Verschmutzung des Oberwasserkanals zwar zur Beeinträchtigung des Betriebs führen kann, dass aber die Anlagensicherheit des KKN nicht gefährdet ist, weil das Hauptkühlsystem nicht sicherheitsrelevant ist. Die Kühlung sicherheitsrelevanter Verbraucher durch das nukleare Nebenkühlwassersystem mit Kühlwasser aus dem Oberwasserkanal – falls diese Option gewählt wird – kann nach der Beurteilung des ENSI auch gewährleistet werden, wenn dieses Wasser verschmutzt ist.

Die vom Gesuchsteller geplante Auslegung des KKN gegen störfallbedingt generierte Flugkörper und Geschosse wird – wie auch die vom Gesuchsteller geplante vertiefte Untersuchung der gegenseitigen Einwirkungen des Anlagenbetriebs KKG und KKN – vom ENSI als notwendig beurteilt.

Mit der vorgesehenen radiologischen Überwachung des Werksgeländes und der Möglichkeit der Lüftungstechnischen Abschottung des Kontrollraums ist aus Sicht des ENSI der Schutz des KKN gegen radiologische Einwirkung von aussen gewährleistet.

Militärische Anlagen

Nach Auskunft des VBS ist generell festzuhalten, dass von militärischen Anlagen und Objekten sowie allfälligen militärischen Aktivitäten in der Umgebung der geplanten Anlage (z.B. Transporte) kein Gefährdungspotenzial ausgeht, das die Eignung des Standorts in Frage stellen würde.

Erdgas-Hochdruckanlagen

Der Rahmenbericht «Sicherheit von Erdgas-Hochdruckanlagen» [103] ist das in der Schweiz massgebende Dokument zur Gefahrenbeurteilung bei solchen Anlagen. Die vom Gesuchsteller aufgeführten Szenarien und die dazu berechneten Schadensradien entsprechen dieser Grundlage. Zurzeit wird dieser Rahmenbericht überarbeitet. Dabei zeichnet sich ab, dass die möglichen Schadensradien zukünftig etwas höher angesetzt werden könnten. Diese Anpassung wird aber nicht so hoch ausfallen, dass sie für die vorliegende Beurteilung relevant würde.

Der Gesuchsteller geht bei der Beurteilung der Erdgas-Hochdruckanlagen nicht auf mögliche Schadensszenarien bei der nächstgelegenen Druckreduzier- und Messstation bzw. Knotenstation

(Däniken und Lostorf) ein. Der Abstand des KKN zu diesen Stationen ist mit ca. 1,5 km bzw. ca. 2,5 km allerdings noch wesentlich grösser, weshalb diese Vereinfachung als zulässig erachtet wird. Es kann davon ausgegangen werden, dass Störfälle bei einer dieser Stationen keinen Einfluss auf die Sicherheit des KKN haben. Das ENSI ist insgesamt mit der Aussage des Gesuchstellers einverstanden, dass die Erdgas-Hochdruckanlagen keine Gefährdung für das KKN darstellen.

Ein Waldbrand kann u. a. als Folgeereignis von Unfällen bei Erdgas-Hochdruckanlagen auftreten. Die Gefährdung des KKN durch externe Brände wird in Kapitel 4.2.6.3 des Gutachtens behandelt.

#### Verkehrs- und Transportwege am Boden

Das ENSI erachtet das Vorgehen des Gesuchstellers als zweckmässig, zur Beurteilung der von Verkehrswegen ausgehenden Gefahren von einzelnen Leitstoffen auszugehen. Die Berücksichtigung der Leitstoffe Chlor, Propan und Benzin entspricht der in der Schweiz üblichen Praxis, welche in einschlägigen Rahmendokumenten ([71], [73], [74], [75], [78], [103]) durch verschiedene Bundesstellen wie BAFU, ASTRA und BAV breite Anerkennung findet. Für die Beurteilung der einzelnen Szenarien greift der Gesuchsteller auf eigene Berechnungsmodelle zurück. Das ENSI beurteilt im Folgenden die daraus resultierenden Schlüsse anhand der zitierten Rahmendokumente, welche auch für Betrachtungen im Rahmen der Störfallvorsorge zugrunde gelegt werden.

Die nächstgelegene Bahnlinie Olten – Aarau befindet sich in einer Distanz von ca. 1 000 m südlich des Hauptareals des KKN. Ca. 1 150 – 1 250 m südlich des Hauptareals verläuft die Kantonsstrasse Olten – Aarau und ca. 400 m nördlich die Kantonsstrasse Olten – Schönenwerd. Für mögliche Schäden durch Gefahrguttransporte auf der Bahn und auf der Strasse ergeben sich nach Berechnungen des ENSI die Gefährdungsdistanzen gemäss Tabelle 4.1-3.

Das ENSI ist aufgrund der Angaben in Tabelle 4.1-3, die die vom Gesuchsteller berechneten Schadensradien bestätigen, mit der Aussage der KKN AG grundsätzlich einverstanden, dass von Gefahrguttransporten auf Strasse und Schiene keine Gefährdung für das KKN ausgeht. Für die folgenden beiden Punkte hat das ENSI allerdings Vorbehalte, welche im Rahmen der Erstellung der Gefährdungsspezifikationen für die Gesamtanlage gem. Anhang 4 KEV im Baubewilligungsverfahren zu berücksichtigen sind:

- Es geht aus den Angaben im Sicherheitsbericht nicht hervor, ob aufgrund der Kanalisationsführung eine Ausbreitung von entzündlichen Stoffen von den Verkehrswegen ins Gelände des KKN möglich ist.
- Es ist aufgrund der Beurteilungsgrundlage des ENSI möglich, dass sich Chlorgas nach einer Freisetzung aus Bahnkesselwagen bis auf das Werksgelände des KKN ausbreitet. Der Gesuchsteller führt korrekt aus, dass dadurch nur die anwesenden Personen gefährdet werden, nicht aber die Anlage selbst. Zudem beschreibt er in Kapitel 3.3.2.2 des Sicherheitsberichts seine Absicht, mit einer Risikoanalyse genauer zu klären, ob die Freisetzung von Chlorgas auf der Eisenbahnstrecke Olten – Aarau zu unzulässigen Einwirkungen auf die Sicherheit der Anlage führen kann. Die entsprechenden Nachweise sind in den Gefährdungsspezifikationen zu erbringen.

## Weitere Ereignisse

Der Gesuchsteller führt mögliche Störfälle in der Umgebung infolge Erdbeben separat auf. Für diesen Fall wird zusätzlich berücksichtigt, dass als direkte Folge des Erdbebens sowohl aktive als auch passive Sicherheitsmassnahmen versagen können. Die freigesetzte Menge an chemischen Stoffen wird durch die Einwirkung eines Erdbebens nicht beeinflusst, da im Rahmen der Störfallvorsorge bereits jeweils mit vollständiger Freisetzung der gelagerten Stoffe gerechnet wird. Wie

**Tabelle 4.1-3: Gefährdungsdistanzen von Ereignissen beim Gefahrguttransport (Bahn und Strasse)**

<b>Szenario</b>	<b>Gefährungsdistanz (Berechnungen ENSI)</b>	
<b>Transportweg</b>	<b>Bahntransport</b>	<b>Strassentransport</b>
Benzin	Betrachtet werden sollte der Lachenbrand innerhalb oder neben dem Gleisbereich und der Eintritt in die Kanalisation mit anschliessender Entzündung und Explosion [74]. Der Schadensradius eines Lachenbrands ist abhängig von der Lachengrösse, welche wiederum je nach Umfeld stark variieren kann. Gemäss [78] wird die Schmerzgrenze für Personen von 5 kW/m <sup>2</sup> nur bei äusserst grossen Lachenbränden in Distanzen von weniger als 250 m erreicht. Schadensdistanzen in der Kanalisation sind abhängig von der Leitungsführung und vom Gefälle, können sich aber grundsätzlich über sehr grosse Gebiete erstrecken. Durch eine Explosion in der Kanalisation können grosse Schäden an der benachbarten Infrastruktur entstehen.	
Propan: BLEVE	BLEVE 45 t: Schadensradius für Personenschäden: ca. 290 m [75]. Durch konsekutive BLEVE von zwei Bahnkesselwagen verändert sich der Schadensradius gegenüber einem einfachen BLEVE nicht. Für Personenschäden beträgt dieser auch hier ca. 290 m [75]. Für die Gefährdungsbetrachtung wichtiger ist ein simultaner BLEVE von zwei Tanks, wodurch eine grössere Menge Propan gleichzeitig freigesetzt wird. Bei simultanem BLEVE von zwei Bahnkesselwagen (total 90 t) beträgt der Schadensradius für Personenschäden ca. 370 m [75].	BLEVE 22 t: Schadensradius für Personenschäden: ca. 230 m [75]. Seit Januar 2005 sind auf Schweizer Strassen auch 40-t-LKWs zugelassen; somit sind auch entsprechend grössere Propan-Tankfahrzeuge anzunehmen. Unter Vernachlässigung des Eigengewichts des Tankfahrzeugs ergibt sich für einen BLEVE von 40 t Propan ein Radius für Personenschäden von ca. 280 m.
Propan: Freistrahbrand parallel zum Boden	Für einen Leckquerschnitt von 10 cm (Leistungsanschluss) ergibt sich gem. [75] für eine zweiphasige Freisetzung von Propan eine Austrittsrate von ca. 38 kg/s. Die daraus resultierende Länge des Freistrahls beträgt gem. [75] ca. 56 m. Auch bei deutlich grösseren Leckquerschnitten bleiben die Schadensradien durch Freistrahbrand deutlich hinter denjenigen für BLEVE oder Gaswolkenexplosion zurück.	
Propan: Gaswolkenexplosion	Gaswolkenexplosion 45 t: Schadensradius für Personenschäden: ca. 207 m [75].	Gaswolkenexplosion 22 t: Schadensradius für Personenschäden: ca. 165 m [75]. Unter Annahme eines grösseren Tankfahrzeugs ergibt sich für die Gaswolkenexplosion von 40 t Propan nach [75] ein Radius für Personenschäden von ca. 200 m.
Chlor: Freisetzung toxischer Wolke	Freisetzung von 55 t: Gemäss [74] kann es im Falle einer grossen, spontanen Freisetzung dieser Menge Chlor noch in einer Distanz von mehreren Kilometern zu Todesfällen kommen. Dies bestätigen ebenfalls grobe Abschätzungen anhand von Ausbreitungsrechnungen mit der Software SlabView [90]. Das Gas stellt allerdings primär eine Bedrohung für die anwesenden Personen dar und nicht für das Bauwerk oder die technischen Komponenten.	Freisetzung von 2 t: Gemäss [73] kann je nach Topografie und meteorologischen Verhältnissen bis zu einer Distanz von ca. 500 m mit einer Letalitätsrate von > 1% gerechnet werden. Grobe Abschätzungen anhand von Ausbreitungsrechnungen mit der Software SlabView [90] bestätigen die Plausibilität dieser Angaben. Das Gas stellt allerdings primär eine Bedrohung für die anwesenden Personen dar und nicht für das Bauwerk oder die technischen Komponenten.

der Gesuchsteller aufführt, können durch Einwirkung von Erdbeben aber Rückhaltemassnahmen versagen, weshalb in solchen Fällen mit einer vermehrten Ausbreitung von Chemikalien über Boden- und Wasserpfade zu rechnen ist. Aufgrund der bereits im Absatz «Industriebetriebe» diskutierten Punkte zur Verschmutzung der Fließgewässer und deren Einfluss auf die Kühlwasserversorgung ist das ENSI damit einverstanden, dass auch unter Einwirkung von Erdbeben für das KKN keine zusätzliche Gefährdung von den benachbarten Industriebetrieben und Verkehrsweegen ausgeht.

Die Darlegungen der KKN AG zu den Sicherheitsabständen eines Kernkraftwerks gegenüber Erdgas-Hochdruckleitungen anhand der BMI-Richtlinie [70] sind nachvollziehbar. Das ENSI ist mit der Aussage einverstanden, dass der erforderliche Sicherheitsabstand auch bei gleichzeitigem Versagen beider parallel verlaufenden Leitungen infolge eines Erdbebens eingehalten wird und daher keine Gefährdung für das KKN besteht.

#### Zusammenfassende Beurteilung der Gefährdung durch Verkehrswege und Industrie

Die Überprüfung der Untersuchungen des Gesuchstellers bezüglich der potenziellen Gefährdung des KKN durch benachbarte Industrieanlagen, Strassen und Bahnlinien durch das ENSI hat gezeigt, dass weder Verkehrswege noch Industrieanlagen in der Umgebung des Standorts vorhanden sind, die zu einer unzulässigen Gefährdung des KKN führen würden. Einerseits sind die Distanzen solcher Anlagen zum KKN gross genug, um eine relevante Beeinträchtigung der Sicherheit des KKN ausschliessen zu können, andererseits kann der Schutz des KKN mit auslegungstechnischen Massnahmen sichergestellt werden. Die diesbezüglichen Gefährdungsspezifikationen sind im Rahmen des Baubewilligungsverfahrens einzureichen. Das ENSI ist mit der Beurteilung des Gesuchstellers in Kapitel 3.3.3 des Sicherheitsberichts einverstanden, dass der geplante Standort durch die Gefahren, die von benachbarten Industriebetrieben, Strassen und Bahnlinien ausgehen, nicht in Frage gestellt ist.

### **4.1.3 Logistik und Baustelleneinrichtung**

#### **Angaben des Gesuchstellers**

Für die Bauphase von ca. 5 bis 8 Jahren rechnet der Gesuchsteller mit einem Flächenbedarf von ca. 20 bis 25 ha zusätzlich zur Fläche, die er für die Betriebsphase benötigt. Das Gesamtareal für den Bau und Betrieb ist in Abbildung 4.1-2 dargestellt. Bei der Variante 1 der Anlagendisposition befinden sich die Installationsflächen hauptsächlich auf dem Teilareal Süd. Bei der Variante 2 sind die Installationsflächen auf die Teilareale Süd und Nord verteilt. Die genauere Festlegung der Nutzung dieser Flächen hängt von mehreren Kriterien ab und wird daher erst im Baubewilligungsgesuch vorgenommen. Diese Kriterien sind u. a. Grösse und Leistung des Reaktortyps, Aspekte der Sicherung, der Wechselwirkung mit dem KKG, der Umweltverträglichkeit, des Landschaftsbilds, des Bauablaufs und der Verkehrsanbindung sowie Aspekte der innerbetrieblichen Abläufe.

Das Projektareal ist ein flaches Gelände, das von der Aare durchflossen wird. Bei beiden Varianten sind ein Umbau oder Ersatz der bestehenden öffentlichen Aarebrücke für Schienen- und Strassenschwertransporte geplant. Bei Realisierung der Projektvariante 1 ist eine neue kraft-

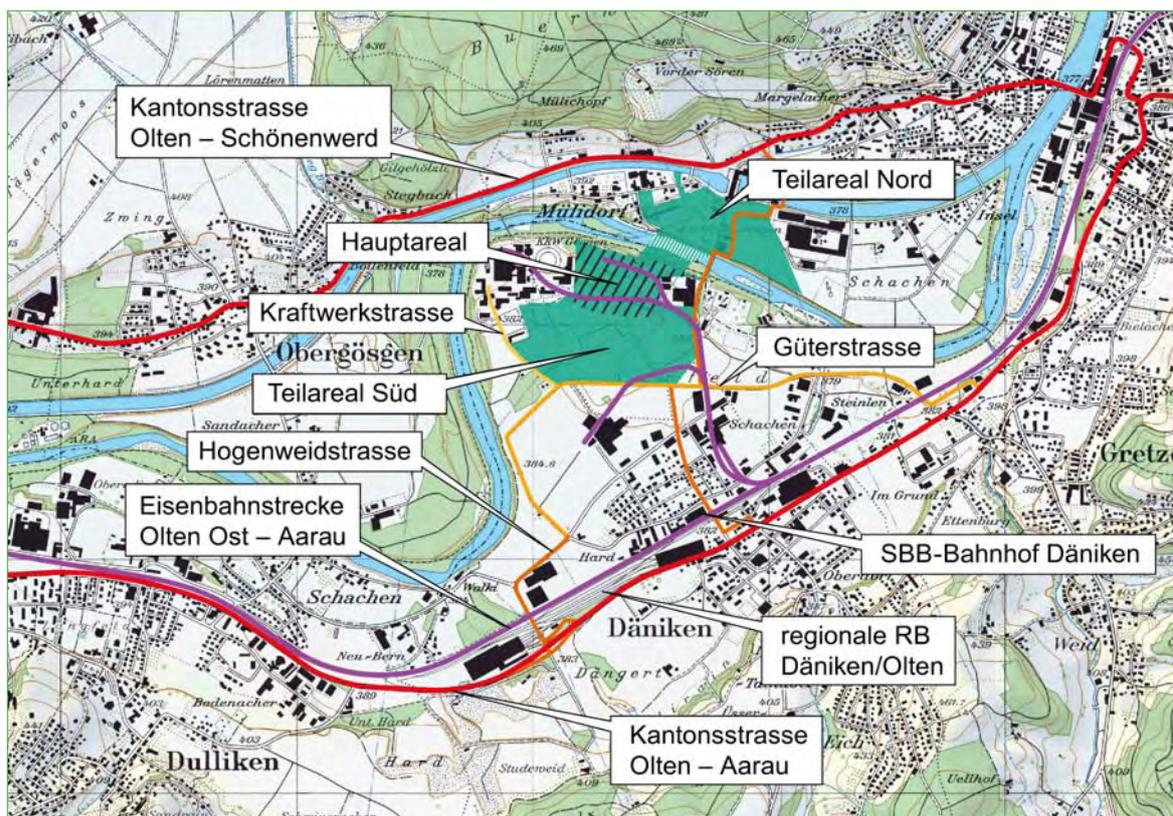


Abbildung 4.1-2: Arealanbindung an Hauptverkehrswege (Quelle: SIB KKN Abb. 3.3-1)

werkseigene Aarebrücke zwischen Hauptareal und Teilareal Nord für kraftwerksinterne Transporte vorgesehen.

Für die Verkehrsanbindung der Teilareale besteht eine günstige Ausgangslage. Von Süden kann die Güterstrasse benützt werden, welche ihrerseits zwei Verbindungen zu der Kantonsstrasse Olten–Aarau aufweist. Zudem ist ein Bahnanschluss über das bestehende Industriestammgleis zur Linie Olten–Aarau vorhanden. Damit sind das Hauptareal und das Teilareal Süd gut angebunden. Das Teilareal Nord ist einerseits über die erwähnte Aarebrücke von Süden erreichbar und andererseits an die Kantonsstrasse Olten–Schönenwerd angebunden.

Für die Materialbewirtschaftung beim Bau der Anlage rechnet der Gesuchsteller damit, dass ein Teil des Aushubs für die geplante Aufschüttung des Hauptareals verwendet werden kann, sodass nur der verbleibende Teil des Aushubs abgeführt werden muss.

Die Stromnetzanbindung erfolgt bei beiden Varianten im Teilareal Nord.

### Beurteilungsgrundlagen

Art. 49 Abs. 5 KEG legt fest, dass zur projektierten Kernanlage auch die mit dem Bau und Betrieb zusammenhängenden Erschliessungsanlagen und Installationsplätze gehören. Abs. 2 desselben Artikels hält fest, dass mit der Baubewilligung von Kernanlagen sämtliche nach Bundesrecht notwendigen Bewilligungen erteilt werden. Abs. 3 bestimmt, dass kantonale Bewilligungen und Pläne nicht erforderlich sind. Das kantonale Recht ist zu berücksichtigen, soweit es das Projekt nicht

unverhältnismässig einschränkt. Diese Bestimmungen gelten für das Baubewilligungsverfahren. Die diesbezüglichen Anforderungen nach KEG sind in der Botschaft zum KEG [19] weiter erläutert.

### **Beurteilung des ENSI**

Gemäss KEG sind die Aspekte der erforderlichen Erschliessungsanlagen, Installationsplätze und Standorte für die Verwertung und Ablagerung von Ausbruch-, Aushub- oder Abbruchmaterial, die in direktem Zusammenhang mit dem Bau und dem Betrieb der projektierten Kernanlage stehen, im Rahmenbewilligungsverfahren noch nicht zu beurteilen; sie sind jedoch für das Baubewilligungsverfahren relevant. Nach Art. 49 Abs. 5 KEG und Botschaft zum KEG [19] werden alle diese Anlagen, Plätze und Standorte in die Baubewilligung für die zu bauende Kernanlage integriert. Dabei werden mit der Baubewilligung sämtliche nach Bundesrecht notwendigen Bewilligungen erteilt, kantonale Bewilligungen sind nicht erforderlich. Diese Bestimmungen in Art. 49 KEG erfordern eine zentrale Koordination des Bewilligungsverfahrens. Das Verfahren soll in der Weise konzentriert werden, dass die Einhaltung der verschiedenen anwendbaren bundes- und kantonrechtlichen Vorschriften durch eine einzige Behörde erstinstanzlich beurteilt wird. Alle durch das eidgenössische und das kantonale Recht vorgesehenen Genehmigungen sollen in einem Gesamtentscheid erteilt werden. Die Konzentration der Entscheidungsverfahren soll bei jener Behörde erfolgen, die für die Durchführung des Hauptverfahrens verantwortlich ist; sie wird als Leitbehörde bezeichnet. Als Leitbehörde ist gemäss KEG das UVEK vorgesehen, wobei das BFE die Verfahren materiell bearbeiten wird [19]. Im Baubewilligungsverfahren wird das ENSI das BFE bei der Anhörung der betroffenen kantonalen Stellen unterstützen.

Unter den Gesichtspunkten der nuklearen Sicherheit und Sicherung ist nur die mögliche Interaktion der Logistik und Baustelleneinrichtung mit dem bestehenden KKG zu beurteilen. Aspekte der Raumplanung und des Umweltschutzes werden nicht durch das ENSI beurteilt. Mit den verfügbaren Strassen und Verkehrsanbindungen ist eine gute Flexibilität zur Gewährleistung der erforderlichen Zu- und Wegfahrten externer Interventionskräfte für das KKG während dem Bau des KKN vorhanden. Ebenso werden die für den normalen Betrieb des KKG erforderlichen Transporte nicht beeinträchtigt.

Beim Umbau oder Neubau der Aarebrücke zum Teilareal Nord ist zu beachten, dass sie insbesondere bei Hochwasser weder im Bau- noch im Endzustand den sicheren Betrieb der beiden Kernkraftwerke durch eine Verminderung der Durchflusskapazität der Aare gefährdet.

Die für den Bau des KKN zu verwendenden Materialien und die Bauarbeiten stellen bezüglich Einwirkung von aussen kein relevantes Zusatzrisiko für das bestehende KKG dar. Die für den Bau des KKN benötigten Werkstoffe sind grossmehrheitlich unbrennbar. Das von den Betriebsstoffen ausgehende Risiko ist begrenzt. Für den Bau des KKN und der Erschliessungsanlagen notwendige Krananlagen können auf der Baustelle so platziert werden, dass den Aspekten der nuklearen Sicherheit und Sicherung für das KKG Rechnung getragen wird.

Im Rahmen der geplanten Aufschüttung des Hauptareals, die wie andere Bauarbeiten mit Bodenverdichtungsarbeiten verbunden ist, ist mit Erschütterungswirkungen zu rechnen. Diese sind ausreichend gering zu halten, um den Betrieb des KKG nicht zu beeinträchtigen.

#### 4.1.4 Meteorologie

##### Angaben des Gesuchstellers

###### Phänomene, Daten und Vorgehen bei der Auswertung

In Kapitel 3.4 des KKN-Sicherheitsberichts beschreibt der Gesuchsteller die Meteorologie für den Standort KKN. Er behandelt dabei die folgenden meteorologischen Phänomene:

- Lufttemperatur inkl. Vereisung aus der Luft
- Wind (Windrichtung, Windgeschwindigkeit, Sturm, Böen, Tornados)
- Niederschlag inkl. Starkniederschläge, Hagel und Schnee
- Blitze

Zudem analysiert er die von der MeteoSchweiz bereitgestellten und qualitätsgesicherten klimatologischen und meteorologischen Daten der folgenden Messstationen:

- Messmast Gösgen (GOE), auch als Station Gösgen (GOE) bezeichnet
- Buchs/Aarau (Kanton AG)

Durch Auswertung dieser Daten leitet er die klimatologischen Parameter ab, die den Standort charakterisieren. Diese Auswertung verwendet er weiter für die Beschreibung der meteorologischen Ereignisse und Einwirkungen, die zu Störfällen führen können (siehe Kapitel 4.2.5 und 4.2.6.1) oder die für die Auslegung von Bauten und Komponenten relevant sind.

Der Gesuchsteller gibt in Tabelle 3.4-1 des KKN-Sicherheitsberichts einen Überblick über die verwendeten Messparameter der oben erwähnten Messstationen. Alle Datenreihen beginnen zwischen 1985 und 1988 und stehen im 10-Minuten-, Stunden- bzw. Tagesintervall zur Verfügung.

Im Rahmen der Erneuerung des Bodenmessnetzes der MeteoSchweiz ist der Messmast Gösgen (GOE) durch die neu eingerichtete SwissMetNet Station Gösgen (GOE) des Typs S1 abgelöst worden, die seit dem 3. Juni 2008 offiziell in Betrieb ist. Das Bodenmessfeld liegt neu ca. 300 m südlich des Hauptareals KKN und ca. 900 m westsüdwestlich des heute rückgebauten Messmasts. Der Gesuchsteller hält fest, dass er die Messwerte dieser neuen Station der MeteoSchweiz in der vorliegenden Auswertung nicht berücksichtigt hat, diese neuen Daten aber bei der Revision des Sicherheitsberichts im Baubewilligungsverfahren mit einbeziehen wird. Die Daten des Standorts Buchs/Aarau wurden bis Ende 2008 analysiert.

Zusätzlich verwendet der Gesuchsteller den Extremwert der Feuchttthermometer Temperatur am Standort Buchs/Aarau sowie die Zeitreihe der jährlichen Maxima der Schneehöhen für den Standort KKN, die vom Institut für Schnee- und Lawinenforschung SLF im MeteoSchweiz-Arbeitsbericht Nr. 225 [92] zur Verfügung gestellt wurden. Dabei wurden die Aufzeichnungen der Schneehöhen der Jahre 1960 bis 2008 an den Stationen Basel, Buchs, Hallau, Rheinfelden, Wynau und Zürich verwendet und auf den Standort KKN übertragen.

Die Messreihen der klimatologischen Parameter der Messstation Gösgen und zusätzlich des Niederschlags der Messstation Buchs/Aarau wertet der Gesuchsteller statistisch aus. Basis für diese Auswertung sind die Stundenmittelwerte der Windrichtung, der Windgeschwindigkeit und der Temperatur. Der Niederschlag wird als Stundensumme und als Zehnminutensumme ausgewertet. Des Weiteren werden Zeitreihen der Böenspitzen, so genannte Sekundenböen, im Zehnminuten-Intervall analysiert.

Die Stundenwerte der Diffusionskategorien wurden durch MeteoSchweiz (MeteoSchweiz Arbeitsbericht Nr. 225 [92]) mit den Stundenmittelwerten der Windgeschwindigkeit in 10 m Höhe und dem Temperaturgradient zwischen 110 m und 10 m Höhe bestimmt. Des Weiteren werden vom Gesuchsteller die monatlichen Mittelwerte der Niederschlagsmengen für die Gesamtperiode vom Januar 1989 bis Dezember 2008 am Standort sowie – zum Vergleich mit den Werten der Station Buchs/Aarau – aus den von MeteoSchweiz gemessenen Tageswerten summiert und ausgewertet.

Die extremwertstatistische Auswertung wird für die in der Auslegung der Anlage im Baubewilligungsverfahren relevanten meteorologischen Daten durchgeführt. Dabei wird aus den verfügbaren Messreihen die Reihe der Jahresextreme gebildet. Die Gumbel-Verteilung wird dann mit Hilfe der Maximum-Likelihood-Methode an die Reihe angepasst. Zusätzlich werden die 90-%-Konfidenzintervalle der sich ergebenden Gumbel-Verteilung ermittelt und die Kurven für jede Einwirkung einzeln dargestellt. Zur Veranschaulichung sind in den Abbildungen im Sicherheitsbericht die zugrunde liegenden Jahresextreme als Punkte hinzugefügt. Die den Jahresextremen entsprechenden Häufigkeitswerte werden empirisch aus ihrem Rang in der Reihe der Extreme ermittelt.

#### Folgerungen für die untersuchten Phänomene

Die Folgerungen des Gesuchstellers aus den Auswertungen der Datenreihen und der Extremwertanalyse für die verschiedenen meteorologischen Phänomene sind für den Standort KKN nachfolgend zusammengefasst:

- **Lufttemperatur:** Die Lufttemperatur und Feuchtthermometertemperatur sind hauptsächlich für die Auslegung des Hybridkühlturms und der Klimaanlage sowie für die Auslegung der für die Nebenkühlwassersysteme als Option vorgesehenen Kühlzellen relevant. Die Auslegung wird im Baubewilligungsverfahren erfolgen, wobei die Messwerte der neuen Swiss-MetNet Station Gösgen berücksichtigt werden und eine Vergleichsstation ausgewählt wird. Somit werden die für die Auslegung benötigten Langzeit-Messreihen erhalten.
- **Luftfeuchtigkeit inkl. Vereisung:** Die Auswertungen der MeteoSchweiz [92] zeigen, dass am Standort KKN mit etwa zehn Situationen pro Jahr zu rechnen ist, bei denen die meteorologischen Bedingungen für Vereisungen erfüllt sind. Bei Temperaturen deutlich unter dem Gefrierpunkt kann eine Vereisung die Funktion sowohl von betrieblichen als auch von sicherheitstechnisch wichtigen Systemen beeinträchtigen. Massnahmen zur Sicherstellung der Verfügbarkeit sind daher angezeigt. Die Massnahmen sind abhängig vom Anlagentyp und von den Lieferanten und werden im Rahmen des Baubewilligungsverfahrens behandelt.

- **Wind:** Neben den Untersuchungen zum extremen Wind (Sturm/Sturmböe) und zum Tornado (siehe Kapitel 4.2.5 des Gutachtens) analysiert der Gesuchsteller die Windrichtung in Kombination mit der Windgeschwindigkeit und zeigt dies in Form von Windrosen und Tabellen der mittleren Häufigkeit der Windrichtungen auf. Sie dienen zur Beschreibung von Ausbreitungsverhältnissen. Die Windrosen für den Standort KKN sind geprägt durch das umliegende Gelände (siehe Abbildungen 3.4-1 und 3.4-2 im KKN-Sicherheitsbericht). Der Einfluss der Talführung auf die Verteilung der Windrichtungshäufigkeiten ist durch dominierende Winde auf der West-Südwest–Ost-Nordost–Achse in 10 m und 110 m Höhe feststellbar. Durch die Tallage der Messstation bedingt, sind im Vergleich zu Stationen im Flachland die Windgeschwindigkeiten insbesondere in 10 m Höhe relativ gering und die Häufigkeit der Kalmen relativ hoch.
- **Niederschlag inklusive Starkniederschlag:** Der Gesuchsteller vergleicht die Niederschlagsmessdaten der beiden Stationen Gösigen und Buchs/Aarau und gelangt zum Schluss, dass der Jahresgang an beiden Stationen mit Ausnahme der Monate Mai und Juni sehr ähnlich ist. In den genannten beiden Monaten weist die Station Buchs/Aarau deutlich mehr Niederschlag auf, was sich auch im Vergleich der Jahressummen widerspiegelt. Die Auswertung der Niederschlagswindrosen zeigt, dass bei Niederschlagsereignissen die Windrichtung West-Südwest mit einer Auftretenshäufigkeit von rund 70 % vorherrscht. Der Gesuchsteller hält fest, dass die Starkniederschläge verschiedener Dauerstufen im Hinblick auf ihre Auswirkungen für die Auslegung der Dachflächen- und Geländeentwässerung zu untersuchen und entsprechend bei der Auslegung im Baubewilligungsverfahren zu berücksichtigen sind. Er führt dazu eine Extremwertanalyse der 10-Minuten-Niederschläge mit der Gumbel-Verteilung durch.
- **Schneemengen:** Der Gesuchsteller analysiert die vom Institut für Schnee- und Lawinenforschung SLF im MeteoSchweiz-Arbeitsbericht Nr. 225 [92] zur Verfügung gestellte Zeitreihe der jährlichen Maxima der Schneehöhe für den Standort KKN extremwertstatistisch anhand der Gumbel-Verteilung. Dabei berechnet er für die Überschreitenshäufigkeit von  $10^{-4}$  pro Jahr einen Erwartungswert der Schneehöhen von 127 cm (90 % Konfidenzintervall 108 cm bis 153 cm) für den Standort KKN. Der Gesuchsteller hält fest, dass die Auslegung gegen Schneelasten im Baubewilligungsverfahren behandelt wird.
- **Hagel:** Gemäss Arbeitsbericht Nr. 225 [92] liegt der Standort KKN schweizweit betrachtet in einem Gebiet mit leicht erhöhter Hagelgefahr. Der Gesuchsteller hält fest, dass für sicherheitsrelevante Gebäude eines Kernkraftwerks keine hagelempfindlichen Materialien und Bauweisen eingesetzt werden und dass dem Phänomen Hagel in der Richtlinie ENSI-A05 [23] keine sicherheitstechnische Relevanz beigemessen wird, da Hagel für die Probabilistische Sicherheitsanalyse (PSA) nicht zu berücksichtigen ist.
- **Blitze:** Die Blitzdichte am Standort KKN entspricht in etwa dem schweizerischen Durchschnitt von 1,5 Blitzen pro  $\text{km}^2$  und Jahr. Der Gesuchsteller hält fest, dass der Schutz des KKN gegen Blitzschlag unabhängig von der Blitzdichte deterministisch durch innere und äussere Blitzschutzmassnahmen erfolgt. Die Blitzschutzmassnahmen werden im Baubewilli-

gungsverfahren festgelegt. Eine Bewertung der standortspezifischen Gefährdung hinsichtlich Blitzschlag erfolgt in Kapitel 4.2.6.1 des Gutachtens.

#### Ausbreitungsstatistik

Mit den Messdaten der Station Gösgen zu Temperatur, Windrichtung und Windgeschwindigkeit führt der Gesuchsteller eine 2-parametrische Ausbreitungsstatistik nach KTA 1508 [55] durch. Dabei verwendet er eine von MeteoSchweiz durchgeführte Kategorisierung der meteorologischen Bedingungen am Standort KKN – gekennzeichnet durch den vertikalen Lufttemperaturgradienten und die mittlere Windgeschwindigkeit in 10 m Höhe mit Blockgrösse eine Stunde – in die Ausbreitungskategorien A bis F, auch Diffusionskategorien genannt. Die Ausbreitungskategorien bedeuten: A sehr labil, B labil, C leicht labil, D neutral, E stabil und F sehr stabil. Die Statistik am Standort KKN zeigt, dass die Häufigkeitsverteilung in etwa mitteleuropäischen Verhältnissen im Binnenland entspricht. Die neutrale Kategorie D kommt mit einem relativ hohen Anteil von 44 % am meisten vor. Die Kategorien C, E und F weisen einen Anteil von je rund 15 % auf und die labilen Kategorien A und B einen Anteil von lediglich je rund 5 %.

Als Grundlage für Ausbreitungsberechnungen verweist der Gesuchsteller auch auf die von AF-Colenco [62] durchgeführte 4-parametrische Ausbreitungsstatistik nach KTA 1508 [55]. Diese basiert auf den Messdaten der Station Gösgen zu Temperatur, Wind (Geschwindigkeit und Richtung) und Niederschlag. Sie dient als Grundlage zur Ermittlung der Strahlenexposition im bestimmungsgemässen Betrieb der Anlage gemäss Richtlinie HSK-G14 [27].

#### Einfluss aus Klimaänderung

Der Gesuchsteller wertet die folgenden Quellen betreffend Klimaänderung aus: Die vorhandenen Messdatenreihen des Standorts Gösgen, den OcCC-Bericht aus dem Jahr 2007 «Klimaänderung und die Schweiz 2050» [97], den OcCC-Bericht aus dem Jahr 2008 «Das Klima ändert – was nun?» [98], den OcCC-Bericht «Extremereignisse und Klimaänderung» aus dem Jahr 2003 [99], Studien des BAFU aus dem Jahr 2007 betreffend Klimaänderung in der Schweiz [77] sowie Analysen der MeteoSchweiz [92]. Er gelangt dabei zu den folgenden Erkenntnissen:

Bis ins Jahr 2050 muss mit einer Erwärmung in der Nordschweiz von rund 2° C im Herbst, Winter und Frühjahr sowie von rund 2,7° C im Sommer gegenüber 1990 gerechnet werden (Erwartungswerte). Bei den Niederschlägen wird von einer Zunahme um 8 % im Winter und einer Abnahme von rund 17 % im Sommer ausgegangen (Erwartungswerte). Es muss mit einer Zunahme von extremen Niederschlägen und damit auch von Hochwassern und Murgängen speziell im Winter, aber möglicherweise trotz geringerer Gesamtniederschläge auch im Sommer gerechnet werden. Im Sommer nimmt die Häufigkeit von Hitzewellen generell zu, wahrscheinlich auch diejenige von Trockenperioden. Dagegen ist eine Abnahme der Häufigkeit winterlicher Kälteperioden zu erwarten.

Die erwartete Erwärmung des Klimas verläuft bis ins Jahr 2050 noch weitgehend unabhängig von weltweiten Emissionsminderungsmaßnahmen, da sich diese erst längerfristig massgeblich auswirken. Sofern die Treibhausgasemissionen in den nächsten Jahrzehnten nicht massiv gesenkt

werden, könnten die Folgen der Erwärmung in der zweiten Hälfte dieses Jahrhunderts deutlich stärker ausfallen als geschildert.

Im schweizerischen Durchschnitt wird bis 2100, sofern die Treibhausgasemissionen nicht eingeschränkt werden, mit einer Zunahme der Sommertemperaturen um 3,5 bis 7° C gegenüber 1990 gerechnet. Weiterhin könnten die mittleren Sommerniederschläge bis 2100 um 30 % abnehmen.

Die Klimaänderung wird sich auch auf die Häufigkeit von extremen Wetterereignissen auswirken. Ausmass und Charakter der Änderungen werden je nach Ort und Art der Ereignisse unterschiedlich ausfallen. Quantitative Abschätzungen sind noch sehr unsicher. Der heutige Wissensstand legt nahe, dass Kältewellen und Frostperioden in der Schweiz seltener vorkommen werden, Hitzewellen und Sommertrockenheit dafür häufiger. Starkniederschläge dürften in allen Jahreszeiten ausser im Sommer zunehmen. Die Schneehöhen und die Anzahl Tage mit Schnee werden im Mittelland abnehmen. Bei anderen Wetterextremen wie Stürmen, Tornados oder Hagel, die auch stark mit der Bildung intensiver Gewitterherde zusammenhängen, ist der Einfluss der Klimaänderung noch nicht ausreichend verstanden und es liegen deshalb derzeit keine Aussagen vor.

#### Zusammenfassung

Der Gesuchsteller hält im Sicherheitsbericht Kapitel 3.8.3 «Meteorologie» fest, dass die ausgewerteten Wetterdaten und die daraus ermittelten Extremwerte ausschliesslich im Rahmen dessen liegen, was mit üblichen Massnahmen in der Auslegung einer Anlage der 3. Generation berücksichtigt werden kann. Weiterhin hält er im Sicherheitsbericht Kapitel 3.9 «Schlussbemerkung» fest, dass aufgrund der dargestellten analysierten und bewerteten Standorteigenschaften die Eignung des Standorts KKN für den Bau eines Kernkraftwerks bestätigt wird. Dies gilt auch hinsichtlich der Meteorologie.

#### **Beurteilungsgrundlagen**

Massgebend für die Beurteilung der Angaben des Gesuchstellers zur Meteorologie sind die gesetzlichen Bestimmungen von KEG und KEV sowie der Verordnung des UVEK über die Gefährdungsannahmen und die Bewertung des Schutzes gegen Störfälle in Kernanlagen [15]. In Art. 5 Abs. 1, 3 und 4 dieser Verordnung ist geregelt, welche Gefährdungen der Gesuchsteller bei Störfällen mit Ursprung ausserhalb der Anlage wie zu behandeln hat.

Die IAEA Safety Requirements bzw. Guides No. NS-R-3 [36], NS-G-3.4 [40] und NS-G-3.2 [38] geben Hinweise zur Behandlung der Meteorologie sowie zum Transport und zur Ausbreitung von radioaktiven Stoffen bei den Abklärungen zur Standorteignung. Eine aktuelle, unabhängige Studie zur Analyse der Meteorologie am Standort des KKW Gösgen liegt von der MeteoSchweiz mit Arbeitsbericht Nr. 225 [92] vor. Des Weiteren müssen die meteorologischen Grundlagen derart aufgearbeitet sein, dass sie zur Berechnung der Strahlenexposition in der Umgebung aufgrund von Emissionen radioaktiver Stoffe aus Kernanlagen, geregelt in der Richtlinie ENSI-G14 [27], verwendet werden können. Die Richtlinie ENSI-G14 verweist in diesem Zusammenhang auf die Deutsche Strahlenschutzverordnung und damit auch auf die KTA 1508 [55], die die Instrumentierung zur Ermittlung der Ausbreitung radioaktiver Stoffe in der Atmosphäre regelt.

## Beurteilung des ENSI

Das ENSI beurteilt die Angaben und Analysen der KKN AG zur Meteorologie im Sicherheitsbericht als geeignet für die Beurteilung der Eignung des Standorts KKN. Die Auswahl, Menge und Qualität der angegebenen und analysierten Daten ist ausreichend. Die Daten sind plausibel, und deren Auswertungen stimmen gut mit denjenigen im Arbeitsbericht Nr. 225 der MeteoSchweiz [92] überein. Der Standort zeigt ein typisch mitteleuropäisches Klima ohne spezielle Klimaextreme.

Der Gesuchsteller dokumentiert und untersucht alle für die Standorteignung relevanten meteorologischen Phänomene. Die durchgeführten statistischen Auswertungen und Extremwertanalysen unter Verwendung der Gumbel-Verteilung sind nachvollziehbar und zielgerichtet. Damit hat der Gesuchsteller die meteorologischen Daten derart aufgearbeitet, dass sie als geeignete Grundlage für die Definition der Auslegungsparameter und für die Probabilistische Sicherheitsanalyse (PSA) im Rahmen des Bau- und des Betriebsbewilligungsverfahrens dienen können. Das Vorgehen bei der Auslegung und die explizite Festlegung der Auslegungsparameter werden vom ENSI erst im Rahmen des Baubewilligungsverfahrens geprüft.

Als Grundlage für die Analyse der Ausbreitung und Ablagerung radioaktiver Stoffe aufgrund von Emissionen aus Kernanlagen dokumentiert der Gesuchsteller im Sicherheitsbericht eine 2-parametrische Ausbreitungsstatistik. Vom ENSI wurde jedoch eine 4-parametrische Statistik erwartet, wie dies dem Stand von Wissenschaft und Technik entspricht und wie dies von der Richtlinie ENSI-G14 [27] implizit verlangt wird. Auf die 4-parametrische Ausbreitungsstatistik, die erarbeitet wurde und die im Bericht AF-Colenco [62] vorhanden wäre, wird vom Gesuchsteller lediglich verwiesen. Das ENSI ist mit diesem Sachverhalt nicht einverstanden und formuliert deshalb den unten stehenden Hinweis. Die im KKN-Sicherheitsbericht präsentierten Ausbreitungsstatistiken sind ansonsten in geeigneter Form nach der KTA 1508 [55] erstellt.

### Hinweis 2:

*Im Rahmen des Baubewilligungsverfahrens verlangt das ENSI von der KKN AG die direkte Integration der 4-parametrischen Ausbreitungsstatistik in den Sicherheitsbericht.*

Die Standorteignung des KKN wird durch die Meteorologie auch unter Berücksichtigung der künftigen Änderungen der meteorologischen Bedingungen vom ENSI nicht in Frage gestellt. Bei der Festlegung der massgebenden Auslegungsparameter im Baubewilligungsverfahren wird diesen Änderungen und allen weiteren Unsicherheiten in den Annahmen aber ausreichend Rechnung zu tragen sein.

Die Darlegungen des Gesuchstellers sowie die ENSI-Beurteilung zu den extremen Wetterbedingungen «Extreme Winde (Sturmböe)» und «Tornados» werden in Kapitel 4.2.5 des vorliegenden Gutachtens behandelt. Bezüglich der Thematik «Blitzschlag» wird auf Kapitel 4.2.6.1 verwiesen.

## 4.1.5 Hydrologie und Grundwasser

### 4.1.5.1 Hydrologie

#### Angaben des Gesuchstellers

Das Untersuchungsgebiet für das KKN befindet sich im Aaretal und wird durch die Aare entwässert. Beim Wehr Winznau wird ein Grossteil des Abflusses der Aare in den Oberwasserkanal des Wasserkraftwerks (WKW) Gösigen umgeleitet und im WKW turbinieren. Die Restwasserstrecke, die so genannte «Alte Aare», verläuft über eine Länge von ca. 8,2 km vom Wehr Winznau bis Niedergösgen. Die Alte Aare sowie die Uferschutzzonen beidseits der Restwasserstrecke trennen das Projektareal in das Hauptareal mit anschliessendem Teilareal Süd und das Teilareal Nord.

Der Gesuchsteller basiert seine hydrologischen Betrachtungen primär auf der Datenreihe der Messstation Murgenthal (Einzugsgebiet 10 143 km<sup>2</sup>) und leitet daraus die Abflussmengen am Standort KKN ab. Der Abfluss der Aare bei Murgenthal wird im Wesentlichen durch den Abfluss aus dem Bielersee beim Wehr Port (Einzugsgebiet 8 293 km<sup>2</sup>), durch den Abfluss der Emme (Einzugsgebiet 939 km<sup>2</sup>) sowie durch den Abfluss des Zwischeneinzugsgebiets zwischen dem Wehr Port und Murgenthal (Einzugsgebiet ohne Emme 887 km<sup>2</sup>) bestimmt. Das Einzugsgebiet zwischen Murgenthal und dem Standort KKN berücksichtigt die KKN AG durch eine Erhöhung des Abflusses um den Faktor 1,073.

#### Hochwasserabflüsse

Die Ausführungen des Gesuchstellers zum Thema Hochwasser und Überflutung werden in Kapitel 4.2.3 des vorliegenden Gutachtens dargestellt.

#### Niedrigwasser

Der Gesuchsteller gibt an, dass die Frequenzanalyse der jährlichen minimalen Tagesmittelwerte der Messperiode 1935 – 2006 an der Station Murgenthal für die Eintrittshäufigkeit von 10<sup>-4</sup>/a einen Niedrigwasserabfluss von 66 m<sup>3</sup>/s mit einem 90-%-Konfidenzintervall ergibt. Entsprechend den Betrachtungen über die Hochwasserabflüsse wird der Niedrigwasserabfluss für den Standort KKN im Verhältnis der Einzugsgebietsgrössen auf 71 m<sup>3</sup>/s errechnet. Aus der hergeleiteten Regressionsbeziehung mit gemessenen Minimalabflüssen kann diesem Tageswert ein absolutes Minimum von 59 m<sup>3</sup>/s am Standort KKN zugeordnet werden. Dieser Wert entspricht dem Abfluss, der «natürlicherweise» in der Aare erreicht werden kann.

Durch Betriebsstörungen in den flussaufwärts liegenden Flusskraftwerken (Wehr Port, Flumenthal, Bannwil, Wynau, Ruppoldingen) sind allenfalls noch geringere Abflüsse möglich. Eine Studie des Gesuchstellers [61] zeigt, dass in Extremfällen höchstens für die Dauer von wenigen Stunden bei maximalen Restwasserverhältnissen in der Alten Aare unter den genannten Bedingungen immer noch mindestens 30 m<sup>3</sup>/s durch den Oberwasserkanal geführt werden. Der Wasserbedarf für das Nebenkühlwassersystem von ca. 5 m<sup>3</sup>/s ist laut Gesuchsteller damit gewährleistet.

## Klimaänderungen

Der Gesuchsteller weist darauf hin, dass zukünftig eine klimabedingte Zunahme von Extremniederschlägen zu erwarten ist, die derzeit aber nicht quantifiziert werden kann. Er stützt sich dabei auf Berichte des Beratenden Organs für Fragen der Klimaänderung (Organe consultatif sur les changements climatiques OcCC) des Eidgenössischen Departements des Innern und des Eidgenössischen Departements für Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation aus den Jahren 2007 und 2008 [97], [98]. Der Einfluss einer solchen Zunahme wird im Rahmen der Betrachtung der Hochwasserabflüsse in Kapitel 4.2.3 des vorliegenden Gutachtens bewertet.

## **Beurteilungsgrundlagen**

Massgebend für die Beurteilung der Angaben des Gesuchstellers zur Hydrologie sind die gesetzlichen Bestimmungen der KEV und der Verordnung des UVEK über die Gefährdungsannahmen und die Bewertung des Schutzes gegen Störfälle in Kernanlagen [15].

Des Weiteren gibt der IAEA Safety Guide No. NS-G-3.5 [41], der zurzeit als Draft vorliegt, in den Kapiteln 2, 8 und 14 Hinweise zur Behandlung der Hydrologie für die Abklärungen zur Standorteignung.

## **Beurteilung des ENSI**

Die Ausführungen des Gesuchstellers zur Hydrologie sind in Kapitel 3.5 des KKN-Sicherheitsberichts nachvollziehbar dargelegt. Die Annahmen und Resultate bezüglich der Bestimmung des Niedrigwassers sowie die Betrachtung zur Klimaänderung erachtet das ENSI als korrekt und ausreichend für die Beurteilung der Eignung des Standorts. Die detaillierte Beurteilung der Angaben der KKN AG zu Hochwasserabflüssen und zur Überflutungsgefährdung erfolgt in Kapitel 4.2.3 «Externe Überflutung» des Gutachtens.

## **4.1.5.2 Grundwasser**

### **Angaben des Gesuchstellers**

#### Generelle Situation

Das schottergefüllte Aaretal beherbergt einen mächtigen Grundwasserstrom (siehe Abbildung 4.1-3). Dieser ist von regionaler Bedeutung für die Trinkwasserversorgung der anliegenden Gemeinden. Das Grundwasser im Grundwasserbecken Niederamt wird von 30 Pumpwerken genutzt. Die konzessionierte Pumpleistung beträgt insgesamt knapp 70 000 l/min, davon werden gegenwärtig 19 % genutzt [110]. Das Projektareal liegt im Gewässerschutzbereich A<sub>u</sub> in der Nähe von Grundwasserfassungen.

Das nutzbare Grundwasserangebot des Talaquifers wird von der Transmissivität des Grundwasserleiters, von Grundwasserneubildung aus Versickerung von Niederschlagswasser und unterirdischen Hangzuflüssen, Zuflüssen von und Abflüssen aus Oberflächengewässern sowie von Grundwasserentnahmen beeinflusst. Der Grundwasserspiegel im Niederamt unterliegt Schwankungen mit Standardabweichungen um etwa 0,5 m bis 1 m. Die Minima weichen vom mittleren Spiegel um etwa 1 bis maximal 1,5 m ab. Selbst unter extremen meteorologischen

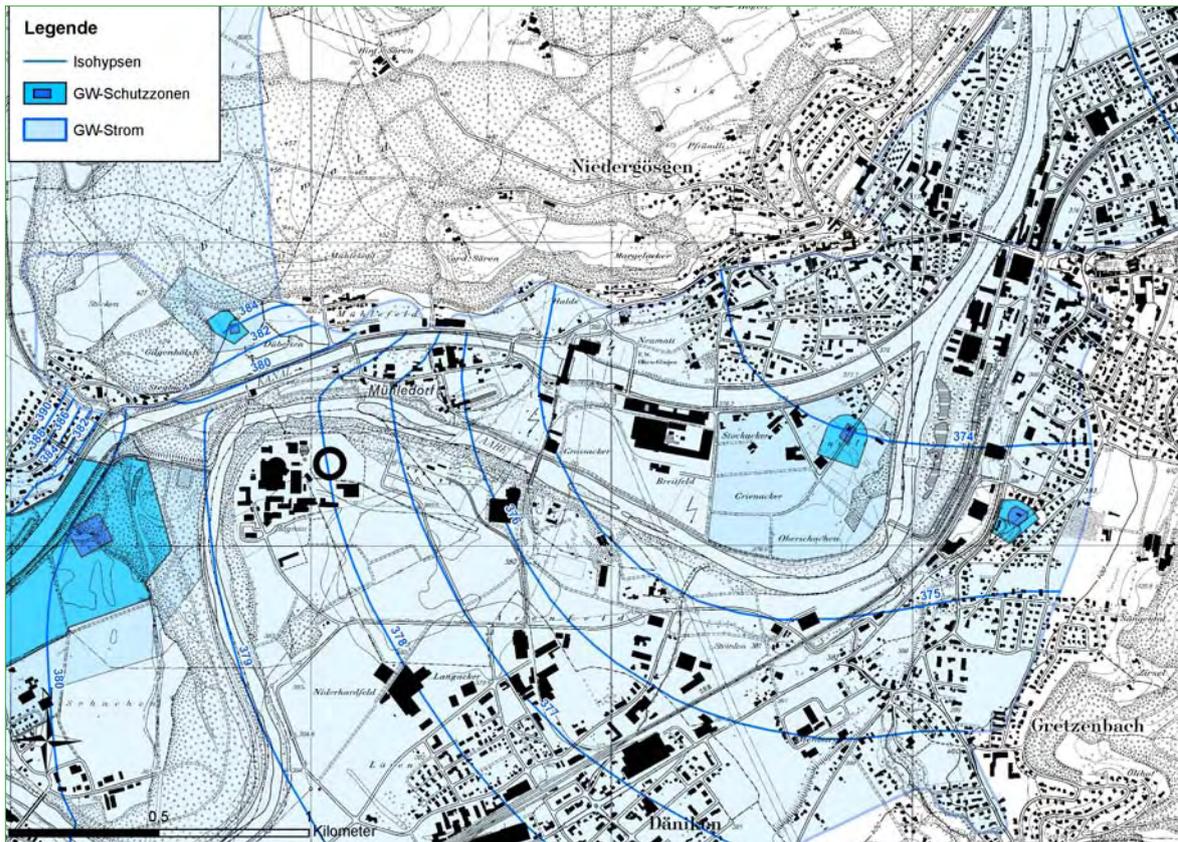


Abbildung 4.1-3: Grundwasserverhältnisse im Standortgebiet KKN mit Isohypsen bei Höchststand (Quelle: SIB KKN Abb. 3.5-29)

Bedingungen kann der vom Oberflächenwasser beeinflusste Grundwasserspiegel nur geringfügig absinken.

#### Nähere Umgebung des Standorts

Die Talfüllung besteht aus spät- bis postglazialen Niederterrassenschottern («Aarekies»), die im Gefolge der letzten Eiszeit durch die junge Aare abgelagert worden sind. Die Schotter werden stellenweise durch siltige Deckschichten überlagert, die als jüngste Überschwemmungssedimente entstanden sind und eine Mächtigkeit bis ca. 4 m erreichen.

Im Nord-Süd-gerichteten Fließabschnitt westlich des bestehenden KKG-Geländes wirkt die Aare als Infiltrant und speist den Grundwasserträger. Unterhalb Mülidorf wirkt die Aare hingegen als Vorfluter. Der Unterwasserkanal des WKW Gösgen dient ebenfalls als Vorfluter für das Schottergrundwasser. Der Oberwasserkanal hingegen ist weitgehend dicht; eine geringe Exfiltration des Kanalwassers ins Grundwasser wurde jedoch durch Färbversuche im Jahr 1994 nachgewiesen.

Das KKG-Gelände sowie das Hauptareal des KKN liegen am Rand der zentralen Rinne mit Grundwassermächtigkeiten zwischen 20 m und 25 m. Die grössten Werte bis 30 m sind unter dem Teilareal Süd zu erwarten.

Der Durchlässigkeitsbeiwert (k-Wert) des Schotterfeldes südlich der Aare wurde in zahlreichen Versuchen bestimmt. Unter dem KKG-Areal wurde eine Tendenz von abnehmender Durchlässig-

keit der Schotter von oben nach unten festgestellt, und zwar um eine halbe bis eine Grössenordnung. In den neueren Sondierbohrungen 2008–2009 auf dem KKG- und dem KKN-Areal wurde möglichst die gesamte Mächtigkeit des Grundwasserleiters durch Pumpversuche getestet. Die Ergebnisse bestätigen den grossräumigen Mittelwert, nicht jedoch dessen Abnahme mit der Tiefe. Als grossräumiger Mittelwert für den gesamten gesättigten Bereich des Schotteraquifers, auf dem sich das Hauptareal und das Teilareal Süd des KKN befinden, kann der k-Wert von  $5 \cdot 10^{-3}$  m/s verwendet werden (ermittelt mittels Grosspumpversuch 1971 auf dem KKG-Areal). Die benetzte Mächtigkeit von 25 m unterhalb des Projektareals entspricht einer Transmissivität des Grundwasserleiters von  $T = 1,25 \cdot 10^{-1}$  m<sup>2</sup>/s. Die Transmissivität dürfte gegen Süden und gegen Osten (Cartasetta) tendenziell zunehmen, d. h. die Durchflusskapazität einer gegebenen Referenz-Querschnittsfläche wird dort grösser.

Der Grundwasserspiegel ist eng an den Pegelstand der Alten Aare geknüpft. Die Uferpartien der Alten Aare sind generell nicht kolmatiert, weshalb der Grundwasserspiegel rasch auf Flusspegelschwankungen reagiert. Bei erhöhter Wasserführung der Alten Aare (d. h. bei  $Q > 380$  m<sup>3</sup>/s) kann die Wechselwirkung mit dem Grundwasser vorübergehend von Exfiltration auf Infiltration ändern (Inversion der Strömungsrichtung). An der Messstelle im Notstandsgebäude des KKG wird der Grundwasserpegel seit 1979 betriebsintern kontinuierlich erfasst [82]. Generell kann der Grundwasserhöchststand auf dem Kraftwerksareal dem Höchststand des Aarewasserspiegels unmittelbar westlich davon gleichgesetzt werden. Auf dem Projektareal KKN wurden in den neuen Bohrungen kombinierte Druck- und Temperatursonden zur Grundwasserüberwachung eingebaut. Die seit Mai 2009 kontinuierlich erfassten Pegelstände liegen um 374,5 m ü.M. (entspricht einem Flurabstand von 5,5 bis 6,9 m). Die Schwankungen des Grundwasserspiegels betragen während der bisherigen Beobachtungsperiode von drei Monaten etwa 1 m.

#### Geplante Grundwassernutzung am Standort

Die Wärmeabfuhr durch das nukleare Nebenkühlwassersystem des KKN wird aus Sicherheitsgründen redundant und/oder diversitär ausgeführt werden. Für dieses System stehen nach dem derzeitigen Planungsstand die folgenden Optionen zur Verfügung (die definitive Wahl erfolgt im Baubewilligungsverfahren):

- Flusswasser aus dem Oberwasser- und/oder dem Unterwasserkanal des Wasserkraftwerks Gösgen (wie beim KKG);
- Kühlzellen auf dem KKN-Gelände;
- Grundwasserbrunnen für Notstandsfälle (wie beim KKG).

Für die Option Grundwasserbrunnen für Notstandsfälle ist in Anlehnung an die Notstand-Grundwasserbrunnen von KKG und KKL mit einer Entnahmemenge von ca. 0,2 m<sup>3</sup>/s zu rechnen. In Kapitel 2.2 des Sicherheitsberichts bzw. in Kapitel 2.3 des Gutachtens wird konservativerweise von einer Grundwasserentnahme von ca. 0,3 m<sup>3</sup>/s ausgegangen. Die Grundwasserentnahme erfolgt voraussichtlich im Bereich des Hauptareals. Der genaue Ort wird im Baubewilligungsverfahren festgelegt.

Der Einfluss der geplanten Bauwerke, die unter den mittleren Grundwasserspiegel reichen, sowie von möglichen Nutzungsszenarien auf das Grundwasser und benachbarte Wasserfassungen

wurden mit einem numerischen Grundwassermodell untersucht. Das Modellgebiet deckt das Aare-tal zwischen Obergösgen und der Talenge bei Schönenwerd ab und beinhaltet den Schottergrundwasserträger der weiteren Standortumgebung. Die Modellbasis wird durch die Felsunterlage gebildet. Das Modell berechnet die 2-dimensionale stationäre Grundwasserströmung.

Neben dem Ist-Zustand (Basisfall) wurden verschiedene Auslegungsszenarien des Bauvorhabens simuliert und deren Auswirkungen auf die Grundwasserverhältnisse untersucht. Das Grundwassermodell wird auch genutzt, um potenzielle Auswirkungen einer Grundwasserentnahme für Notstandsfälle zu bewerten. Die Ergebnisse zeigen, dass selbst unter extremen Trockenheitsbedingungen das Grundwasserdargebot am Standort ausreichend ist. Nach etwa einem halben Jahr nach Beginn der Grundwasserentnahme für Notstandsfälle wären quasistationäre Zustände zu erwarten. Weiträumige Auswirkungen können auch in diesem Fall ausgeschlossen werden. Die Grundwasserspiegeländerungen nach einem Jahr Entnahme für ein solches hypothetisches Szenario sind in Abbildung 4.1-4 dargestellt. Eine hypothetische gleichzeitige Grundwasserentnahme bei KKG und KKN ergäbe im Bereich des Notstandsbrunnens KKG eine Grundwasserspiegelabsenkung von etwa 2 m. Eine solche Absenkung liegt im Bereich der natürlichen Schwankungen des Grundwasserspiegels. Auch bei einer Grundwasserentnahme bei einem bereits tiefen Grundwasserspiegel bliebe das Grundwasserdargebot ausreichend.

In Abbildung 4.1-4 zeigen die roten Isohypsen die Grundwasserspiegeländerungen im Falle einer hypothetischen gleichzeitigen Grundwasserentnahme mit einer Rate von  $0,1 \text{ m}^3/\text{s}$  (KKG) und  $0,2 \text{ m}^3/\text{s}$  (KKN) unter extremen Trockenheitsverhältnissen. Die blauen und grünen Isohypsen zeigen die Änderungen bei alleiniger Förderung am Standort KKN oder KKG.

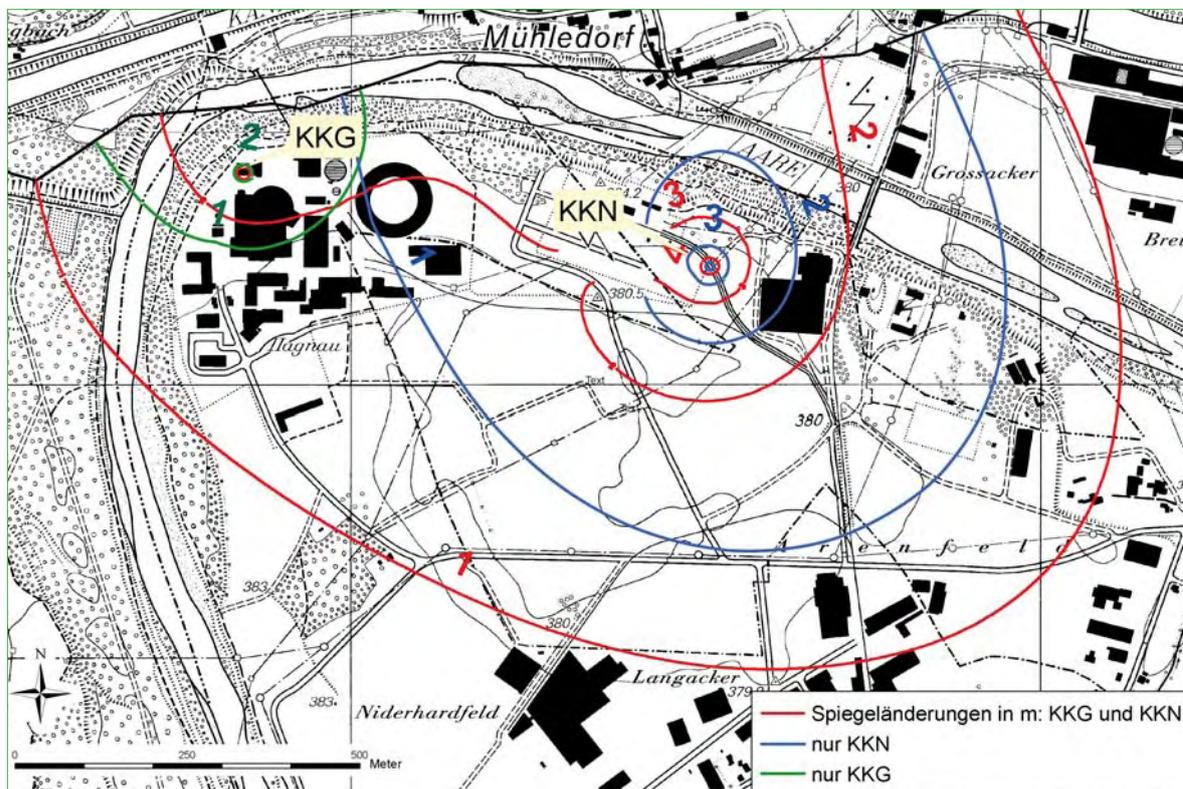


Abbildung 4.1-4: Grundwassermodell mit exemplarischen Grundwasserspiegeländerungen  
(Quelle: SIB KKN Abb. 3.5-42)

Eine Grundwasserentnahme für Notstandsfälle und/oder zur Löschwasserversorgung bei KKN ist ohne sicherheitsrelevante Beeinflussung der Notstandsentnahme von KKG möglich. Die gegenseitige Beeinflussung der Grundwasserentnahme für Notstandsfälle bei KKG und KKN wird im Baubewilligungsverfahren detailliert behandelt, wenn alle Kriterien und Randbedingungen feststehen.

### **Beurteilungsgrundlagen**

KEG, KEV und Regelwerk des ENSI nennen keine spezifischen Anforderungen bezüglich Hydrogeologie an einem Kernkraftwerksstandort. Die Angaben des Gesuchstellers zur Hydrogeologie wurden auf interne Konsistenz und anhand von Erfahrungswerten auf Plausibilität überprüft. Die konzeptuellen Grundlagen des numerischen Grundwassermodells wurden mit den Standortgegebenheiten verglichen. Der Aufbau und die Resultate der Modellierungen wurden ebenfalls auf Plausibilität und Konsistenz überprüft. Auf Basis des heute näherungsweise abschätzbaren Grundwasserbedarfs des KKN im Notstandsfall wurde geprüft, ob die Durchlässigkeit und Ergiebigkeit des Grundwasserleiters für eine gleichzeitige Notstandsentnahme für die Anlagen KKN und KKG ausreichend ist.

### **Beurteilung des ENSI**

Die hydrogeologischen Verhältnisse am Standort KKN sind im Sicherheitsbericht ausführlich, übersichtlich und nachvollziehbar beschrieben. Die zum Teil langjährigen Messreihen erlauben die Anwendung probabilistischer Methoden und eine zuverlässige und quantitative Abschätzung extremer Grundwasserverhältnisse.

Ergänzend zur guten Datengrundlage wird zur Unterstützung der Argumentation ein numerisches Modell eingesetzt (Modellperimeter ist ein ca. 6,7 km<sup>2</sup> grosser Aaretalabschnitt zwischen Obergösgen und Schönenwerd). Das numerische Grundwassermodell wird in erster Linie zur Beurteilung der Umweltauswirkungen verwendet, daneben auch für die Beurteilung des Grundwasserdargebots im Notstandsfall. Es ist ebenfalls übersichtlich und nachvollziehbar dokumentiert und den verfügbaren Daten und der Zielsetzung entsprechend angemessen aufgebaut. Es kann für weitere Bearbeitungsstufen verwendet und je nach Anlagenspezifikation weiter verfeinert werden.

Der Wasserspiegel der Alten Aare liegt im Bereich des mittleren Grundwasserspiegels (siehe Abbildung 8 in [60]). Weil die Alte Aare hydraulisch gut an den Grundwasserleiter angebunden ist und einen minimalen Abfluss von 7 – 15 m<sup>3</sup>/s (saisonal, im Durchschnitt 10 m<sup>3</sup>/s laut Sicherheitsbericht) aufweist, kann ganzjährig Grundwasser durch Infiltration aus der Alten Aare gebildet werden. Bei mittlerem Wasserspiegel ist dies nur auf Teilstrecken entlang der Alten Aare der Fall. Die Absenkung des Grundwasserspiegels bei Grundwasserentnahme wird durch zusätzliche Infiltration verringert. Das ENSI kann die Aussage des Gesuchstellers nachvollziehen, dass die Entnahme von Grundwasser im Notstandsfall selbst unter sehr ungünstigen Annahmen (extreme Trockenheit, gleichzeitige Notstandskühlung im KKN und KKG über längere Zeiträume bis zum Erreichen stationärer Zustände im Grundwasser) möglich ist. Auch der Vergleich der provisorisch angenommenen, dauerhaften Grundwasserentnahme im Notstandsfall von 0,3 m<sup>3</sup>/s mit der Grundwasserneubildung durch Grundwasserzustrom und durch Infiltration aus der Aare bei Mittelwasserbedingungen (Summe ca. 0,6 m<sup>3</sup>/s gemäss Abbildung 7 in [60]) unterstützt diese Einschätzung.

Ob auch die Löschwasserversorgung aus dem Grundwasser erfolgen soll, ist noch nicht festgelegt und ist allenfalls im Baubewilligungsverfahren abzuklären und zu beurteilen.

Die Angaben der KKN AG zur Notstands-Wasserversorgung mit Grundwasser sind auf Stufe Rahmenbewilligungsgesuch detailliert genug und nachvollziehbar. Offene Fachfragen und Konkretisierungen (Einbauten ins Grundwasser, tatsächlich benötigte Grundwassermenge, genaue Lage der neuen Notstandsbrunnen) und auch die Festlegung, ob die Löschwasserversorgung aus dem Grundwasser erfolgt, sind im Rahmen des Baubewilligungsverfahrens zu klären.

## 4.1.6 Geologie, Baugrund und Seismik

### 4.1.6.1 Geologie

#### Angaben des Gesuchstellers

##### ***Regionale geologische Betrachtung und seismotektonisches Modell***

###### Charakterisierung des Standortgebiets

Das Standortgebiet liegt in der wenige Kilometer breiten Aaretal-Synklinale (auch Gäu- oder Niederamt-Synklinale) im Grenzbereich zwischen Faltenjura und Molassebecken. Am Nordrand der Synklinale tauchen Kalke des mittleren Malms mit 5–15° unter die Lockergesteine des Tals. Im Südteil der Synklinale liegen Ablagerungen des Eozäns und der Unteren Süsswassermolasse auf den Kalken, die am südlichen Talrand in der Engelberg-Antiklinale über die Talsohle emporsteigen. Die Lockergesteinsdecke des Tals ist 25–35 m mächtig.

###### Juratektonik

Der Gesuchsteller erläutert die verschiedenen Hypothesen zur Entstehung des Juragebirges. Grundfrage ist dabei, ob die Abscherung in den duktilen Evaporitgesteinen der Trias-Formation oder tiefer im Grundgebirgssockel erfolgt sei. Aufgrund der Herdflächenlösungen rezenter Erdbeben kommt der Gesuchsteller zum Schluss, dass gegenwärtig keine Auf- oder Überschiebungen im Sockel stattfinden. Er zieht darum aus den beobachteten Hebungen im Faltenjura den Schluss, dass der Jura-Fernschub im Niveau der Trias-Evaporite bis heute andauert, da der Überschiebungsvorgang im duktilen Bereich der Trias-Evaporite keine Erdbeben erzeugt. Die Platznahme der bei der Jurafaltung entstandenen Überschiebungen und Falten erfolgte meist dort, wo die Sockeloberfläche stufenartig durch Störungen versetzt ist.

###### Geodynamisches Modell

Zum Verständnis der tektonischen Entwicklung des Gebiets wird die erdgeschichtliche Entwicklung des Gebiets betrachtet. In der späten Kreide- und frühen Tertiärzeit wurden die kreidezeitlichen Ablagerungen und auch die jüngsten Bildungen des Malms aufgrund weiträumiger Hebungen grossflächig abgetragen. Die eozänen Verwitterungsbildungen (Boluston, Bohnerze, u.a.) stellen die Überreste dieser Abtragsphase dar. Teilweise reichen sie als Karsttaschen und Karstschlote weit in den Malmfels hinein. Die Hebungsphase wird als Folge der alpinen Kollision interpretiert.

Vom späten Eozän bis zum Oligozän senkte sich der Rheingraben ein. Gleichzeitig wurden die Grabenrandzonen (Schwarzwald, Vogesen) gehoben. Die Grabenbildung reicht mit grob N-S verlaufenden Gräben und Horsten auch in den westlichen Tafel- und Faltenjura hinein. Die Strukturen lassen sich nach Laubscher durch den Faltenjura hindurch verfolgen [88].

Die Subduktion der europäischen Kruste und die Krustenverdickung im Bereich der Zentralmasse bewirkten seit dem Oligozän ein Abbiegen der Vorlandkruste und die Bildung eines Sedimentbeckens, das mit dem Schutt der entstehenden Alpen aufgefüllt wurde. Der anhaltende Zusammenschub führte im frühen Miozän an geeigneten Abscherhorizonten zur Bildung der Schubpakete der Subalpinen Molasse. Ab dem späten Miozän erfasste die Abscherung die tiefer liegenden evaporitischen Serien des Mesozoikums (Mittlerer Muschelkalk, Keuper) im Mittelland. An der Front dieser Abscherung (Fernschub) kam es zur Aufschiebung und Auffaltung des Faltenjuras. Auch Teile des Tafeljuras wurden vom Fernschub beeinflusst (Vorfaltenzone).

Das Vorrücken der Alpenfront bewirkte ein Spannungsfeld, dessen grösste Hauptspannungskomponente seit dem frühen Miozän (ca. 23 Millionen Jahre) senkrecht zur Alpenfront verläuft. Dadurch werden rheinisch und variszisch<sup>5</sup> streichende Blattverschiebungen oder E bis NE bzw. W bis SW vergente Abschiebungen begünstigt. Die Herdflächenlösungen der Erdbeben in der Nord- und Zentralschweiz zeigen dies. Wie bereits erwähnt, zeigen aber die Herdmechanismen keine Über- bzw. Aufschiebungen, was deutlich gegen solche Vorgänge im Grundgebirgssockel spricht.

Die Jura-Aufschiebung begann vor etwa 13 Millionen Jahren. Dabei wurde das sedimentäre Deckgebirge im Standortgebiet um abgeschätzte 4,5 km nach Norden verfrachtet. Dies ergibt eine mittlere Überschiebungsgeschwindigkeit von etwa 0,4 mm/Jahr. Auch geodätische Daten [101], [113] geben klare Hinweise, dass die wichtigsten tektonischen Vorgänge, welche die Tektonik der Nordschweiz in jüngster Vergangenheit bestimmten, weiterhin wirksam sind: Die Alpen heben sich mit bis zu ca. 1,5 mm/Jahr, der Schwarzwald mit bis zu 0,4 mm/Jahr (gegenüber der Referenz Laufenburg, [94]), während im Rheintalgraben eine Absenkung beobachtet wird. Der zentrale und östliche Faltenjura hebt sich mit 0,25 bis 0,35 mm/Jahr gegenüber dem Tafeljura, was nur mit einer anhaltenden Aufschiebung erklärt werden kann. Diese Hebung entspricht einer Überschiebungsgeschwindigkeit von 0,5 bis 0,7 mm/Jahr, was in der gleichen Grössenordnung liegt wie die über die letzten 13 Millionen Jahre gemittelte jährliche Überschiebungsraten. Diese Verformungsraten sind sehr klein, man kann das Gebiet Niederamt deshalb als geologisch ruhig bezeichnen.

#### Beschreibung der regionalen Oberflächen- und Sockelstrukturen (Störungskatalog)

Zur Beurteilung der seismotektonischen Gefährdung des Standorts KKN wurden gemäss den IAEA-Anforderungen in [36] und [39] alle bekannten Störungen im Umkreis von 25 km erfasst und gewichtet. Dabei wurde zwischen oberflächennahen kartierten Strukturen und tief liegenden Sockelstrukturen, die aufgrund von reflexionsseismischen Daten interpretiert wurden, unterschieden.

---

<sup>5</sup> Im Gesuch wird für WNW-ESE gerichtete Störungen der Begriff «herzynische Störungsrichtung» verwendet. Dieser Begriff stammt aus der traditionellen Literatur (z.B. Carlé, 1955 [114] und Geyer u. Gwinner, 1991 [115]), er leitet sich von den Störungen am Nordrand des Harzes (Herzynikum) ab. In neueren Arbeiten setzt sich eher der Begriff «variszisch» durch, der auf die Streichrichtung des variszischen Gebirges zurückgeht (z.B. Sawatzki u. Hann, 2003 [116]). In diesem Gutachten wird konsequent die Bezeichnung «variszisch» für die WNW-ESE-streichenden Störungen verwendet.

Die Datensätze stammen aus dem Geografischen Informationssystem (GIS) der Nagra. Die Längen der Strukturen wurden neu abgeschätzt und Strukturabschnitte, die offensichtlich zusammengehören, wurden als Einheit betrachtet. Die Bruchflächen ergeben sich aus der Länge einer Struktur und ihrer mutmasslichen Tiefe. Bei duktilen Überschiebungen und Aufschiebungen wurde nur der höhere Anteil, der sich spröde verhält, berücksichtigt.

Die geologische Karte der Sockeloberfläche (Nagra, 2008), die auch die Permokarbontröge zeigt, bildet die Grundlage für den Störungskatalog «Sockelstrukturen». Sie wurde für das Gesuch ergänzt und enthält im Gegensatz zur Oberflächenkarte auch vermutete Störungen. Für alle Strukturen wurden die maximal möglichen Magnituden mit dem Verfahren von Wells & Coppersmith [111] berechnet.

Berechnungen der maximalen Magnituden für die 98 Strukturen des Störungskatalogs Nr. 1, «Oberflächenstrukturen» [63], ergaben für 76 Strukturen Werte, die kleiner als 5 sind. Bei 19 Strukturen wurden Magnitudenwerte zwischen 5,0 und 5,4 ermittelt. Nur drei Störungen (Eggberg-Störung, Wehratal-Störung, Zeininger Bruchzone) ergaben Magnitudenwerte von 5,5 bis 5,6.

Ob solche Störungen reaktiviert werden können, hängt von der Orientierung der Bruchfläche bezüglich des rezenten Spannungsfelds ab. Am ehesten können dementsprechend rheinisch (N-S bis NNE-SSW) und variszisch (WNW-ESE bis NW-SE)-streichende Blattverschiebungen sowie ENE bis E und WSW bis W vergente Abschiebungen reaktiviert werden. Für die erwähnten drei Störungen mit den grössten Magnituden ergibt sich folgende Einschätzung:

- Die **Eggberg-Störung** ist eine alt angelegte Struktur, die vermutlich bei den Haupthebungsphasen des Schwarzwalds reaktiviert wurde. Sie besteht aus mehreren Teilstörungen; die Hauptstörungsfläche fällt ca. 50° nach Süden ein. Sie ist 21 km von KKN entfernt und dürfte im herrschenden Spannungsfeld nicht reaktiviert werden.
- Die **Wehratal-Störung** entstand im Zusammenhang mit der Entstehung des Rheintalgrabens und der damit verbundenen Entwicklung der Dinkelberg-Scholle. Sie ist eine W-vergente Abschiebung, die unter dem heutigen Spannungsfeld reaktiviert werden könnte. Gemäss der KKN AG gibt es jedoch keine Hinweise auf eine jüngere Reaktivierung. Die Störung ist 26 km vom KKN entfernt.
- Auch die **Zeininger Bruchzone** entstand bei der Einsenkung des Rheintalgrabens. Es ist eine NW-vergente Abschiebung, die im herrschenden Spannungsregime kaum reaktiviert werden kann. Die Entfernung zum KKN beträgt mindestens 18 km.

Bei den Sockelstrukturen des Störungskatalogs Nr. 2 «Sockelstrukturen mit Magnituden» handelt es sich um nicht gesicherte Strukturen. Die angegebenen Strukturen wurden aufgrund von Interpretationen oder konzeptionellen Überlegungen postuliert. Da die Strukturen im prämesozoischen Sockel mit Seismik nur sehr eingeschränkt interpretierbar sind, bezieht sich der Störungskatalog auf die Analyse von Verwerfungen an der Basis des Mesozoikums, d.h. es handelt sich um Sockelstörungen, die bei späteren Bewegungsphasen reaktiviert worden sind. Die markantesten Strukturen sind die Trogränder des Nordschweizer Permokarbontrögs (NPT) und die Störungen,

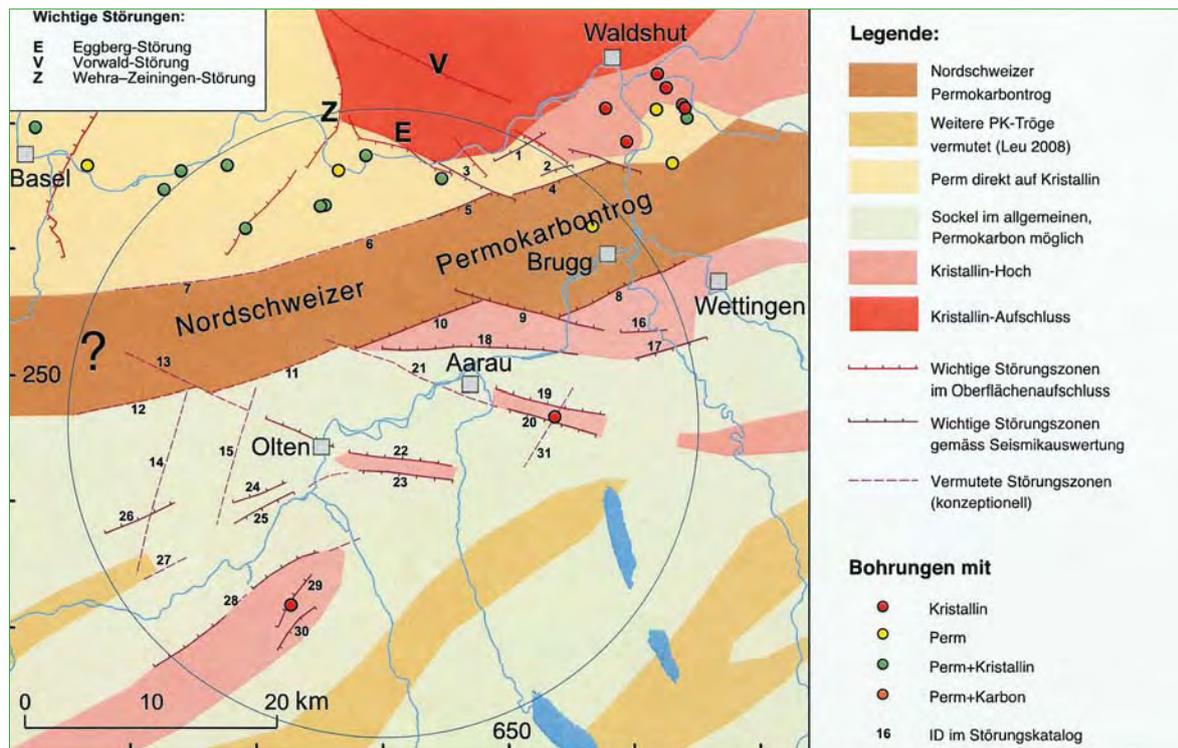


Abbildung 4.1-5: Strukturkarte der Basis Mesozoikum mit Abgrenzung von Kristallin- und Permokarbonvorkommen (Quelle: Naef 2009 [95])

welche die verschiedenen Kristallin-Horste begrenzen. Abbildung 4.1-5 zeigt weiter drei kleinere vermutete Tröge, die vermutlich von Abschiebungen begrenzt werden. Die Zahlen in Abbildung 4.1-5 entsprechen den Nummern des Störungskatalogs Basis Mesozoikum.

Für diese Sockelstörungen mussten konservativerweise grosse Bruchflächen angenommen werden, sodass sich Magnitudenwerte zwischen 4,4 und 5,8 ergaben. Das Strukturmuster im Grundgebirgssockel entstand während der mehrphasigen variszischen Orogenese im Spätpaläozoikum. Für das reaktivierte Störungsmuster an der Basis des Mesozoikums können nach [95] folgende Phasen der Remobilisierung herangezogen werden:

- postorogene, differenzielle Subsidenz im ausgehenden Paläozoikum und im frühen Mesozoikum. Sie äussert sich vor allem in Mächtigkeitsunterschieden der permotriassischen Formationen und in der Reaktivierung von Sockelstörungen;
- leichte Scherung und Inversion der Tröge während der späten Trias (eventuell bis in den frühen Dogger);
- unterschiedliche Mächtigkeiten und Faziesräume geben Hinweise auf eine leichte Remobilisierung von Sockelelementen im jüngeren Mesozoikum;
- Reaktivierung rheinisch ausgerichteter Strukturen (z.B. Zeinger Störung, Graben von Wölfinswil) als Folge der Entstehung des Oberrheingrabens (Eozän-Oligozän);
- Zerrungstektonik während der Absenkung des Molassebeckens (Oligozän-Miozän);
- Reaktivierung von Sockelstörungen, insbesondere von variszisch gerichteten, durch die miozäne/pliozäne Aufdomung des Südschwarzwalds (z.B. Eggberg-Störung, Vorwald-Störung);

- kompressive Scherung im Sockel durch das alpine Stressfeld; dabei werden rheinische Strukturen als sinistrale und variszische als dextrale Transversalverschiebungszonen reaktiviert. Es gibt keine Hinweise auf eine junge Inversion des Permokarbons.

Basierend auf den beschriebenen tektonischen Strukturen im Umkreis von 25 km um den Standort KKN und deren Gewichtung hinsichtlich der maximal möglichen Magnituden folgert der Gesuchsteller, dass keine der Oberflächen- oder Sockelstrukturen ein Erdbeben auszulösen vermag, das für das geplante Bauvorhaben eine Gefährdung darstellen würde. Die signifikanten Strukturen liegen in grosser Entfernung zum Standort KKN. Die Strukturen sind oft flächenmässig klein und/oder können aufgrund ihrer Lage und Orientierung im rezenten Spannungsfeld nicht reaktiviert werden.

#### Erdbebenkatalog, Erdbebenverteilung, paläoseismische Untersuchungen

Die Angaben des Gesuchstellers zu Erdbebenkatalog, Erdbebenverteilung und paläoseismischen Untersuchungen sind in Kapitel 4.1.6.3 «Seismik» des vorliegenden Gutachtens zusammengefasst.

### ***Lokale geologische Betrachtung und Wertung***

#### Strukturen im Standortgebiet und ihre seismotektonische Gewichtung

**Beobachtete Strukturen:** Zur Abklärung der Verhältnisse im tieferen Untergrund lagen dem Gesuchsteller Auswertungen von Seismik-Linien im Rahmen des Nagra-Untersuchungsprogramms vor. Sie zeigen eine meist ruhige Lagerung der Schichten. Tektonisch betrachtet zeigt die Aaretal-Synklinale einen einfachen Bau, der lediglich durch kleinere Flexuren und Überschiebungen gestört wird. Im tiefen Untergrund wird ein Permokarbon-Trog vermutet.

Der nördliche Talrand wird durch eine der erwähnten Flexuren gebildet, die Niedergösgen-Schönenwerd-Eppenbergs-Flexur. Diese Struktur wird als Südschenkel einer während der Jurafaltung an der Basis des Effingen-Members abgescherten Kofferfalte interpretiert. Die im Profil 83-NF-06 (Abbildung 3.6-4B des Sicherheitsberichts) dargestellte Rücküberschiebung südlich der Eppenbergs-Flexur konnte mit den Untersuchungen im Rahmen des PEGASOS Refinement Projects (PRP) nicht bestätigt werden. Weiter westlich, in der Gegend von Dulliken, wurden zwei SW-NE-streichende Kleinfalten von weniger als 2 km Länge beschrieben [68]. Die Felsisohypsenkarte zeigt für das Aaretal zwischen Dulliken und Schönenwerd einen ruhigen Verlauf. Die erwähnten Strukturen zeichnen sich auch im Verlauf der Felsoberfläche ab.

**Froburg-Linie:** Im Tafeljura beobachtet man zahlreiche rheinisch (NNE)-streichende Grabenzonen, die lokal auf den Triasevaporiten abgeschert wurden. Sie zeigen meist eine dominierende Randstörung an der Ostseite des Grabens. Nach [88] setzen sie sich unter dem Faltenjura nach Süden fort. Beim Fernschub wurde der über dem Abscherhorizont liegende Teil der Strukturen verschoben. Dabei ist für KKN vor allem die Froburg-Struktur von Bedeutung, deren rückrotierte Lage etwas westlich von KKN verlaufen würde. Die Länge der Struktur liegt bei 10 km, sie würde sich etwa von Riken nach Wil erstrecken.

Der Gesuchsteller hat zur Abklärung der Bedeutung der Frobürg-Struktur die veröffentlichten Seismik-Interpretationen [52], [79] herangezogen. Auf der Linie 83-NF-02 in der Gegend von Riken wurde in keiner Interpretation ein Versatz der Basis Mesozoikum registriert. Hingegen wurden in [79] auf der Linie 83-NS-22 zwischen Dulliken und Olten zwei westvergente Abschiebungen mit maximal 50 m Versatz der Basis Mesozoikum interpretiert. Die jüngste Auswertung von [52] zeigt keinen Versatz an dieser Stelle. An der Erdoberfläche sind, wie bereits erwähnt, zwei NE streichende Störungen kartiert worden. Der Gesuchsteller zieht den Schluss, dass einzig diese beiden westvergenten Abschiebungen bei Dulliken-Olten der Basisstörung der Frobürg-Struktur entsprechen könnten. Ihre Ausdehnung ist auf wenige Kilometer beschränkt. Sie wurden im Alttertiär angelegt und waren seit der Juraüberschiebung nicht mehr aktiv.

**Diskussion der Störungen am Standort:** Die Untersuchungen im Gebiet der geplanten Anlage umfassen heute etwa 50 Kernbohrungen, dazu die 347 m tiefe Schlagspülbohrung SB 2 zur Beurteilung der tieferen Formationen. Diese umfangreichen Sondierungen haben keine Hinweise auf eine Störung mit einem Versatz von mehr als 5 m ergeben. Auch in den Kernbefunden wurden keine Störungen beobachtet, allerdings werden steil stehende Störungen mit Bohrungen kaum erfasst. In den Kernbohrungen war der Malmkalk zerklüftet und zeigte Haarrisse und wenige Rutschharnische. Eine markantere Störung, die aufgrund der Seismik-Kampagne 2008 postuliert wurde, konnte mit der Kernbohrung KB 5 abgeklärt werden. Die Störung wurde nicht bestätigt [63], es wurde vielmehr ein tiefer Karstschlot angebohrt. Eine um 7 m versetzte zweite Bohrung ergab ebenfalls keine Hinweise auf eine Störung. Zusätzlich zeigte sie, dass die von der Nagra vermutete Rücküberschiebung (Abbildung 3.6-4 des Sicherheitsberichts) am Standort nicht existiert.

Das Erosionsrelief der Felsoberfläche weist Unebenheiten von bis zu 10 m auf, es lässt aber keine Rückschlüsse auf tektonische Strukturen zu. Die Isohypsenkarte zur Basis des Quartärs in [63] fasst alle Bohrdaten zusammen. Die neuen reflexionsseismischen Daten ergeben ebenfalls keine Hinweise auf grössere Diskontinuitäten. Die Seismik kann allerdings nur Strukturen mit einem Versatz grösser als 10 m auflösen.

**Beschreibung der Karstphänomene:** Eine lang andauernde Erosionsphase während der späten Kreide- und frühen Tertiärzeit führte in der Nordschweiz zu einer erheblichen flächenhaften Erosion. Bei feuchtwarmen Klimabedingungen kam es zu einer tiefgründigen Karstverwitterung in den Kalkformationen. Auf der Felsoberfläche, aber auch in Schloten und Spalten wurden die unlöslichen Gesteinsanteile angereichert. Es sind Bolustone, Bohnerze, Quarzsande und Huppererden, die nun die Karststrukturen füllen. Etwa bei der Hälfte der Bohrungen fanden sich solche Karstsedimente, deren Mächtigkeit maximal 25 m erreicht. Alle Vorkommen sind hart gelagert, Hohlräume wurden nicht beobachtet.

**Bewertung der lokalen Standortverhältnisse:** Der Gesuchsteller kommt zum Schluss, dass das Standortgebiet in einem seismotektonisch ruhigen Gebiet liegt. Bei den beobachteten Strukturen handelt es sich um lokale Störungen begrenzter Ausdehnung, die lediglich Erdbeben geringer Magnituden auslösen können. Am Standort können Strukturen mit einem Versatz grösser als 5 m ausgeschlossen werden. Die Karststrukturen am Standort waren ausnahmslos mit kompakt gelagertem Material verfüllt.

### ***Externe Ereignisse geologischer und seismischer Ursache***

Unter diesem Punkt fasst der Gesuchsteller die in Frage kommenden externen Ereignisse gemäss Richtlinie ENSI-A05 [23] zusammen, die für die PSA zu berücksichtigen sind. Mögliche geologische Gefahren werden auch in kantonalen Gefahrenkarten dargestellt, beispielsweise in der Naturgefahrenkarte des AfU Solothurn [57]; sie beinhaltet in der weiteren Standortumgebung jedoch nur Hochwasserereignisse.

#### Erdbeben, Surface Faulting

Die Erschütterungsgefährdung durch Erdbeben wurde bereits dargestellt. Es gilt als gesichert, dass der Standort in einem Gebiet geringer Seismizität liegt. Zudem fehlen gemäss Gesuchsteller in der Umgebung relevante Störungszonen, die eine seismische Gefährdung der Anlage darstellen würden. Die Erdbebengefährdung ist auch im Zusammenhang mit Dambruchrisiken von Bedeutung. Da aber die Nebenkühlwasserversorgung aus dem Oberwasserkanal bei einem sicherheitsrelevanten Erdbeben nicht in Anspruch genommen wird, wurde die Erdbebensicherheit der Dämme nicht nachgewiesen. Die Konsequenzen hinsichtlich der Überflutung des Hauptareals wurden berücksichtigt.

Eine Standortgefährdung durch differenzielle, seismisch ausgelöste Bewegungen an aktivierten Störungszonen an der Geländeoberfläche schliesst der Gesuchsteller aufgrund des Fehlens entsprechender Strukturen aus. Alle bekannten tektonischen Strukturen im Umkreis von 25 km um den Standort wurden vom Gesuchsteller in Bezug auf ihr seismisches Potenzial beurteilt [63]. Aus dieser Beurteilung folgert er, dass keine Oberflächen- oder Sockelstrukturen aufgrund der Orientierung und Grösse der Bruchfläche ein derart grosses Erdbeben auslösen können, welches für den Standort KKN eine Gefährdung darstellen könnte. Keine der identifizierten Strukturen besitzt das Potenzial («capable fault» im Sinne von [36] und [39]), permanente Oberflächenverschiebungen am Standort auszulösen.

#### Erosion, Hangrutschungen

Die Gefährdung durch geologisch bedingte Massenbewegungen ist aufgrund der topografischen Verhältnisse am Standort weitgehend ausgeschlossen. Einzig Uferrutschungen entlang des Laufs der Alten Aare sind denkbar, diese würden aber durch wasserbauliche Massnahmen aufgefangen. Uferrutschungen wären vor allem an den Prallhängen der Flussbiegungen zu erwarten, das Projektareal ist davon jedoch nicht betroffen.

#### Bodenveränderungen

Darunter werden dauerhafte Veränderungen der Bodenbeschaffenheit wie Bodenverfestigung, Bodenverflüssigung (Liquefaktion), Quellvorgänge/Hydratation und chemische Lösungsvorgänge wie Subrosion betrachtet. Aufgrund der angetroffenen Verhältnisse am Standort KKN hält der Gesuchsteller fest, dass nur der Prozess der Bodenverflüssigung von Belang ist. Er kann bei Erdbeben in wassergesättigten, locker gelagerten Feinsandlagen auftreten. Das Phänomen wird im Absatz Baugrundverhalten unter dynamischen Lasten behandelt. Quellfähige, veränderliche oder wasserlösliche Gesteine sind am Standort in relevanter Tiefe nicht vorhanden.

## Ausblick

Eine zukünftige Änderung des geologischen Untergrunds über Jahrhunderte und Jahrtausende ist nach Ansicht des Gesuchstellers nicht zu erwarten. Aus der weiteren Umgebung sind keine geologischen Prozesse bekannt, die eine Änderung des geodynamischen Zustands bewirken könnten. Anthropogene Einwirkungen sind in der Regel auf die oberflächennahen Schichten beschränkt und beeinflussen die Stabilität des Baugrunds der Anlage nicht. Mit natürlichen Lösungsvorgängen, Bergbau, Ölförderung, geothermischer Nutzung und ähnlichen Tätigkeiten, die alle zu einem Massendefizit oder zu einer Störung des Untergrunds führen könnten, ist im Standortgebiet nicht zu rechnen. Die Materialeigenschaften des Baugrunds werden langfristig keine Änderungen erfahren. Der Gesuchsteller folgert, dass die Standorteigenschaften des Projektareals KKN durch langfristige Änderungen nicht verändert werden. Die geologische Stabilität des Untergrunds kann bis zur nächsten Eiszeit angenommen werden.

## **Beurteilungsgrundlagen**

Geologische Untersuchungen im Zusammenhang mit der Sicherheitsbeurteilung eines Kernkraftwerkprojekts haben drei Stossrichtungen:

- Für die Ermittlung des Erdbebenrisikos eines Kernkraftwerks müssen Ausdehnung und Aufbau der grossen Störungszonen in der Umgebung des Standorts bekannt sein. Es müssen darum das regionale und das lokale Störungsmuster abgeklärt und beschrieben werden sowie die Erdbebenhäufigkeit und Erdbebenstärke (Magnitude) abgeschätzt werden.
- Signifikante Verschiebungen an Störungszonen können die Sicherheit eines Kernkraftwerks gefährden. Es muss deshalb sichergestellt werden, dass keine potenziell aktive Störungzone das Kraftwerkareal und dessen unmittelbare Umgebung durchzieht.
- Für die Berechnung der seismischen Auswirkungen auf die Anlage müssen die Eigenschaften des Baugrunds bekannt sein. Sie sind neben den Anforderungen des Auslegungserdbebens eine wichtige Grundlage für die bautechnische Auslegung der Anlage.

Beurteilungsgrundlage ist der IAEA Safety Guide No. NS-G-3.3 «Evaluation of Seismic Hazards for Nuclear Power Plants», in welchem die notwendigen Untersuchungsschritte dargestellt werden [39].

Im Rahmen des Projekts PEGASOS wurden die regionalen geologischen Strukturen bereits beurteilt und ihre Bedeutung für das seismische Risiko diskutiert. Die entsprechenden Resultate sind in den Expertenberichten zum PEGASOS-Projekt aufgeführt. Eine zusammenfassende Darstellung der geologischen und seismischen Gesichtspunkte findet sich im Bericht [109].

## **Beurteilung des ENSI**

### Regionale geologische Betrachtung und seismotektonisches Modell

Der Gesuchsteller hat die regionalen geologischen und seismotektonischen Daten zusammengetragen und in Form von zwei Störungskatalogen vorgelegt. Mit einem geodynamischen Modell wurde abgeklärt, welche Strukturen unter den gegenwärtig herrschenden Bedingungen ein seismotektonisches Potenzial aufweisen.

Das ENSI beurteilt das vom Gesuchsteller entworfene geodynamische Modell grundsätzlich als nachvollziehbar, aber nicht in allen Details als schlüssig. Das ENSI weist auf die folgenden Aspekte hin:

- Gemäss Gesuchsteller sind die Jura-Aufschiebungen als tektonisch aktiv, aber aufgrund der Überschiebungsbahnen in den Triasevaporiten als aseismisch anzusehen. In Falten-Überschiebungsgürteln wie dem Juragebirge sind mit 20–30° einfallende tektonische Rampen vorhanden, welche auch andere stratigrafische Einheiten durchschneiden. In aktiven Falten-Überschiebungsgürteln verursachen die Bewegungen längs solcher Rampen ebenfalls Erdbeben.
- Das Fehlen von Überschiebungs-Herdflächenlösungen kann mit den Beobachtungen von aktiver horizontaler Verkürzung an der Front des Falten-Überschiebungsgürtels [91] verbunden und mit dem mechanischen Modell eines orogenen Keils (orogenic wedge) erklärt werden [96], in der der Keil eine stabile externe Geometrie erreicht hat und damit die aktive Deformation auf die Spitze des Keils konzentriert wird. Gemäss dieser Betrachtung wäre die heutige Deformation im Jura aufgrund des Fernschubs auf seinen externen Rand fokussiert.
- Die Gegend nordwestlich des Standorts KKN zeigt eine merkliche Erdbebentätigkeit [80] und mehrere historische Schadbeben. Mehrere der instrumentell gemessenen Erdbeben können basierend auf ihrer Herdlage und Herdflächenlösungen mit der Wehratal-Zeiningerverwerfung assoziiert werden [69].
- Es ist auffällig, dass diverse Störungen des Katalogs in unmittelbarer Fortsetzung anderer Störungen liegen und nur durch eine quartäre Talfüllung unterbrochen werden. In diversen Fällen (z.B. der Wehratal-Zeiningerverwerfung) wäre es geologisch sinnvoll, die Störungssysteme über die Talfüllungen miteinander zu verbinden. Dies hätte zur Folge, dass die an diesen Störungssystemen möglichen Erdbeben deutlich in ihrer Magnitude zunehmen würden. Im Sinne einer konservativen Betrachtung müssten aus Sicht des ENSI diese segmentierten Störungen als möglicherweise zusammenhängende Bruchzone betrachtet und deren Erdbebenpotenzial ebenfalls untersucht werden (siehe Hinweis 5 in Kapitel 4.1.6.3).

Aufgrund neuerer Literatur stellt sich die Frage, ob der bei der Entstehung des Juragebirges erfolgte Zusammenschub der Gesteinsschichten im sedimentären Deckgebirge (thin-skinned-Tektonik) oder im tieferen Grundgebirgssockel erfolgt ist (thick-skinned-Tektonik). Es werden seitens des Gesuchstellers Argumente aufgeführt, die einen Fernschub des Deckgebirges auf den Triasevaporiten an der Basis des Deckgebirges belegen. Insbesondere zeigen die Herdflächenlösungen rezenter Erdbeben, dass in Standortnähe keine Auf- und Überschiebungen im Sockel stattfinden. Das ENSI kann diese Argumente nachvollziehen.

Die Frage, ob im tieferen Untergrund grössere Sockelstörungen vorliegen, die ein genügend hohes Potenzial für Erdbeben aufweisen und allenfalls im Pliozän reaktiviert worden sind, kann aus Sicht des ENSI nicht abschliessend geklärt werden. Durch die Verschiebung des über dem Sockel liegenden Deckgebirges bei der Jurafaltung sind solche Störungen südlich der Front des Faltenjuras heute nicht mehr zu erkennen, wenn nicht eine sehr junge Reaktivierung stattgefunden hat. Der Gesuchsteller hat mit dem Störungskatalog «Basis Mesozoikum» die entsprechenden Störungen im Umkreis von 25 km um das KKN zusammengestellt und aus den Dimen-

sionen der Störungen die maximalen Erdbebenamplituden abgeleitet. Das Störungsmuster (Abbildung 4.1-5) wird von W-E-streichenden Permokarbontrögen und deren Trograndstörungen bestimmt. Variszisch streichende Störungen versetzen diese Strukturen, was vor allem in der subjurassischen Zone mit den dem Jura vorgelagerten, nach Osten oder Südosten abbiegenden Jura-falten des Born-Engelberg und Kestenbergs klar hervortritt. Im Falle der Born-Engelberg-Struktur wird dies möglicherweise durch die Landskron-Eptingen-Olten-Linie [89] verursacht (im Störungskatalog als Nummer 13, Trimbach-Olten-Störung, erfasst). Der Gesuchsteller hat die vorhandenen Seismik-Linien auf Anzeichen entsprechender Strukturen im tieferen Sockel untersucht; dabei wurde unterhalb von Störung 13 kein Versatz der Sockeloberfläche festgestellt. Das ENSI ist mit dieser Einschätzung einverstanden.

Das Gebiet des Faltenjuras und der subjurassischen Zone im Gebiet Olten–Aarau ist ausserdem geprägt von der Interferenz zwischen rheinischer Tektonik und alpiner Fernschubtektonik. Abbildung 4.1-6 gibt einen Überblick über die tektonischen Einheiten der Region und zeigt, dass die mit der Bildung des Oberrheingrabens verbundene paläogene Tektonik sich weit nach Osten in den Tafeljura hinein ausgewirkt hat. Laubscher [88] verweist auf zahlreiche mit eozän-oligozänen Ablagerungen gefüllte, etwa NNE-SSW-streichende tektonische Gräben. Ein östlich anschliessender Streifen von rund 10 km Breite zeigt ebenfalls Strukturen extensiver, rheinischer Tektonik, allerdings in deutlich geringerem Ausmass als weiter westlich. Die östliche Begrenzung der sichtbaren rheinischen Tektonik ist der Graben von Wölflinswil, der über eine Länge von rund 3,5 km an der Erdoberfläche kartiert wurde. Die Zone extensiver Tektonik mit Abschie-

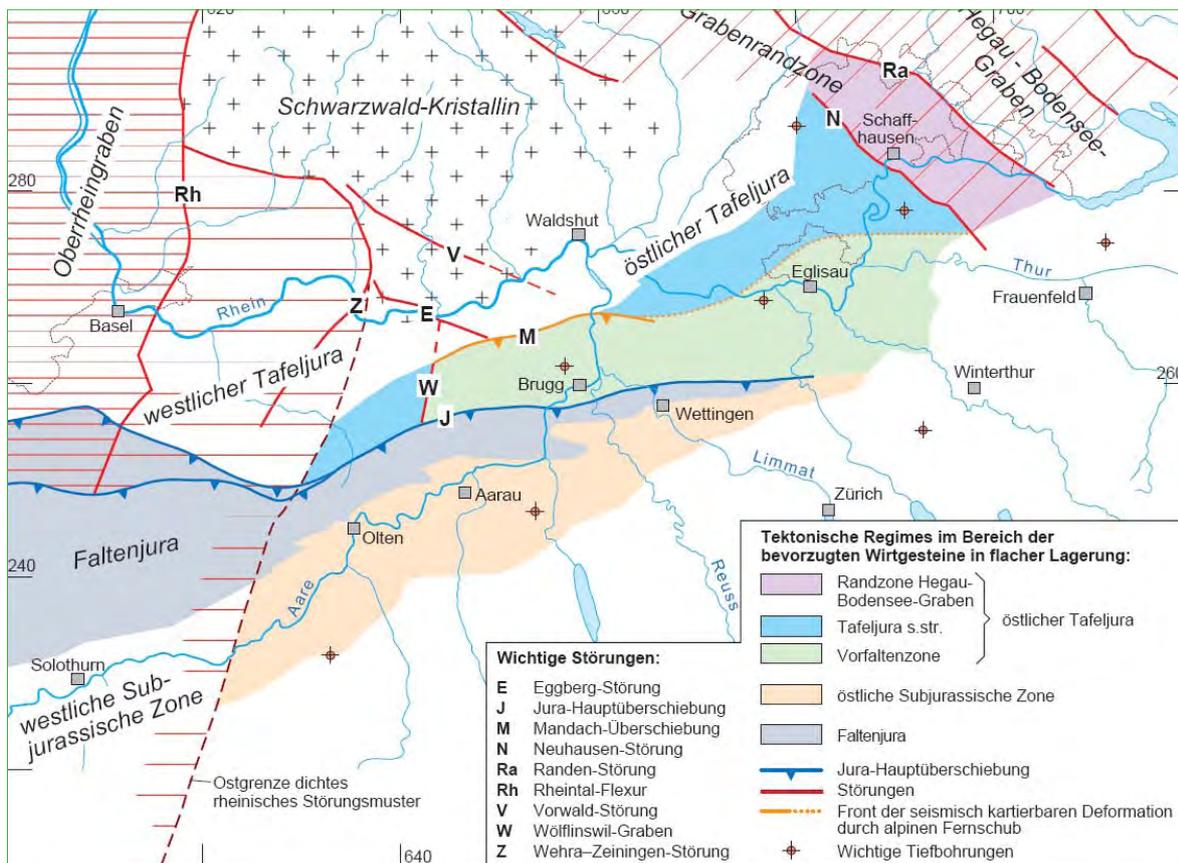


Abbildung 4.1-6: Schematische Charakterisierung der tektonischen Regimes im zentralen und östlichen Jura [52]

bungen erstreckt sich weiter nach Norden bis zur Eggberg-Störung (siehe Abbildung 4.1-6), gegen Süden verschwindet sie unter der Überschiebungsmasse des Faltenjuras, d.h. es ist aufgrund des Oberflächenbefundes ungewiss, wie weit sich diese östliche Zone gegen Süden in Richtung KKN erstreckt.

Die rheinische Tektonik konzentriert sich vor allem auf das Gebiet westlich einer Linie Säckingen-Egerkingen. Laubscher [88] bezeichnet das Gebiet als Gräbenfeld, da es zahlreiche mit eozän-oligozänen Ablagerungen gefüllte, etwa NNE-SSW-streichende tektonische Gräben aufweist. Ein östlich anschliessender Streifen von rund 10 km Breite zeigt ebenfalls Strukturen extensiver, rheinischer Tektonik, allerdings in deutlich geringerem Ausmass als weiter westlich. Ungewiss ist, wie weit sich diese östliche Zone gegen Süden erstreckt. Die Strukturen im Deckgebirge wurden durch den Fernschub von allfälligen Sockelstrukturen getrennt, letztere sind darum nur erkennbar, wenn eine Reaktivierung nach der Jurafaltung stattgefunden hat.

Östlich des Grabens von Wölflinswil wurde das Deckgebirge des Tafeljuras abgeschert und einige hundert Meter nach Norden geschoben (Vorfaltenzone in Abbildung 4.1-6). Die Mandacher Überschiebung bildet die Front dieser Überschiebungsmasse. Laubscher [89] vermutet, dass der Graben von Wölflinswil beim Vorschub der «Mandacher Masse» als sinistrale Blattverschiebung reaktiviert worden ist. Der Bewegungsbetrag der Scholle muss dabei in irgendeiner Weise kompensiert werden. Da aber die Struktur gegen Süden unter die Überschiebungsmasse des Faltenjuras taucht, sind entsprechende Beobachtungen nicht möglich. Im Technischen Bericht der Nagra NTB 99-08 [94], Figur 3.14, wurde zwar ein weit nach Süden reichender Verlauf des Grabens von Wölflinswil eingetragen, die Interpretation wurde aber nach der Neubearbeitung der Seismik-Linie 83-NS-22 verworfen, da auf der Linie keine Anzeichen einer Südverlängerung der Störung erkannt wurden. Das ENSI ist mit dieser Argumentation einverstanden.

Im Gebiet von Dulliken-Olten erwähnen Diebold et al. [79] zwei westvergente Abschiebungen von maximal 50 m Versatz an der Sockeloberfläche. Darunter sind nach der Interpretation in Nagra NTB 08-04 [52] die Evaporite der Trias stark angehäuft. Dies könnte auf die Nähe der Born-Engelberg-Antiklinale zurückzuführen sein, aber es könnte sich ebenso um eine Blattverschiebung mit geringem vertikalem Versatz handeln (flower structure). Die Aufwölbung der mesozoischen Schichten kann auch auf die Nähe der Engelberg-Struktur zurückgeführt werden. Als tektonisches Element kämen die Trimbach-Olten-Störung oder eine tatsächliche Fortsetzung des Grabens von Wölflinswil in Frage. Zusätzlich beobachtet man auf der Linie 83-NS-22 im Bereich dieser Struktur und weiter gegen Nordosten eine Diskordanz, indem gegen Südosten einfallende permokarbone Schichten mit einer Winkeldiskordanz abgeschnitten werden (Beilage 25 in [79]). Aufgrund dieser Diskordanz wurde damals ein NW-SE-streichender Permokarbondrog kartiert. Jedoch liegt die Seismik-Linie in diesem Bereich wegen der Nähe des Engelbergs ungünstig. Ohne zusätzliche Informationen ist zurzeit die Ursache für das Evaporitkissen nicht sicher zu bestimmen.

Für die Beurteilung des seismischen Risikos ist für das ENSI entscheidend, dass keine Hinweise auf eine Reaktivierung der Sockel- und Deckgebirgestrukturen seit dem Ende der Hauptfaltungsphase des Juras gefunden wurden. Keine der Strukturen hat sich durch das mesozoische Deckgebirge hindurchgepaust. Das ENSI hat ausserdem in eigenen Untersuchungen anhand von LIDAR-

Daten in den quartären Schichten um den Standort KKN nach Anzeichen neotektonischer Aktivität gesucht, aber keine entsprechenden Anzeichen gefunden. Es weist der Vollständigkeit halber darauf hin, dass neue neotektonisch-paläoseismologisch-geomorphologische Studien (darunter [81], [86] und [112]) zeigen, dass die Sierentz-Störung und die östliche Randstörung des Oberrheingrabens (nebst mehreren anderen Störungen innerhalb des Oberrheingrabens) sich im Quartär bewegt haben. Eine solche detaillierte Studie fehlt für das Aaretal. Präzisionsnivelementmessungen der Flussterrassen in der Aaretal-Synklinale haben keine Hinweise auf Verstellungen in Form von tektonisch bedingten Änderungen der Fallwinkel der Schotterterrassen geliefert [81]. Mit diesen Datensätzen wird aus Sicht des ENSI konsistent belegt, dass nacheiszeitlich keine Bewegungen an Störungen im Gebiet der Niederamt-Synklinale stattgefunden haben.

Das ENSI geht davon aus, dass der Gesuchsteller die oben diskutierten Aspekte und Unstimmigkeiten im geodynamischen Modell bei künftigen Beurteilungen der geologisch-tektonischen Situation im Rahmen des Baubewilligungsverfahrens berücksichtigt.

#### Lokale geologische Betrachtung und Wertung

Der Standort KKN liegt in der Aaretal-Synklinale. Der Gesuchsteller schliesst daraus auf einen verhältnismässig einfachen geologischen Aufbau des Untergrunds. Das engere Standortgebiet wurde mit 50 Kernbohrungen erkundet, dabei wurde keine Störung angetroffen. Die spröden Kalkformationen unterhalb der Felsoberfläche zeigen eine starke Zerklüftung, während die Kerne in den darunter liegenden mergeligen Schichten des Effingen-Members praktisch ungestört sind. Die Kartierung von Markerhorizonten ergab, dass keine Störungen mit einem Versatz von mehr als 5 m auftreten. Eine leichte Einbuchtung der Isohypsen des Top-Effingen-Member [63] könnte auf eine entsprechende Bruchfläche zurückzuführen sein. Da in der weiteren Umgebung Sondierungen fehlen, zeichnet sich die Struktur dort nicht ab. Das ENSI teilt aber die Einschätzung des Gesuchstellers, dass keine grösseren Störungen im engeren Standortgebiet auftreten.

Die reflexionsseismischen Linien, die 2008 ausgeführt wurden [95], haben gemäss Gesuchsteller unbefriedigende Resultate gebracht. Während die westlichen Linien (P1 und P3) eine ruhige, praktisch planare Lagerung der Malm-Formationen zeigen, sind die Reflektorbilder der übrigen Linien stark gestört. Sie zeigen Diskontinuitäten und Störungen, die allerdings kein interpretierbares Bild ergeben [84]. Es bestehen aber Deformationen und Diskontinuitäten im Reflektorbild, die als Ausdruck tektonischer Störungen interpretiert werden können (siehe Abbildung 4.1-7). Aussagen über diskrete Strukturelemente sind aber kaum möglich. Naef [95] vermutet als Ursache für die schlechte Qualität der östlichen Linien Störeinflüsse des Kraftwerkbetriebs und die stärkere Verkarstung im östlichen Abschnitt.

In Abbildung 4.1-7 ist auf der linken Seite ein Ausschnitt der Linie P1 (NNE-SSW-verlaufend) mit ungestörtem Schichtverlauf dargestellt. Das rechte Bild zeigt einen Ausschnitt der Linie P5 (W-E-verlaufend) mit stark gestörten Reflexionen.

Das ENSI kann die Ausführungen zu den reflexionsseismischen Linien nachvollziehen. Da auch das östliche Gebiet sehr dicht mit Kernbohrungen erkundet wurde, können grosse Störungen aufgrund der Bohrdaten ausgeschlossen werden. Eine stärkere Verkarstung im östlichen Bereich

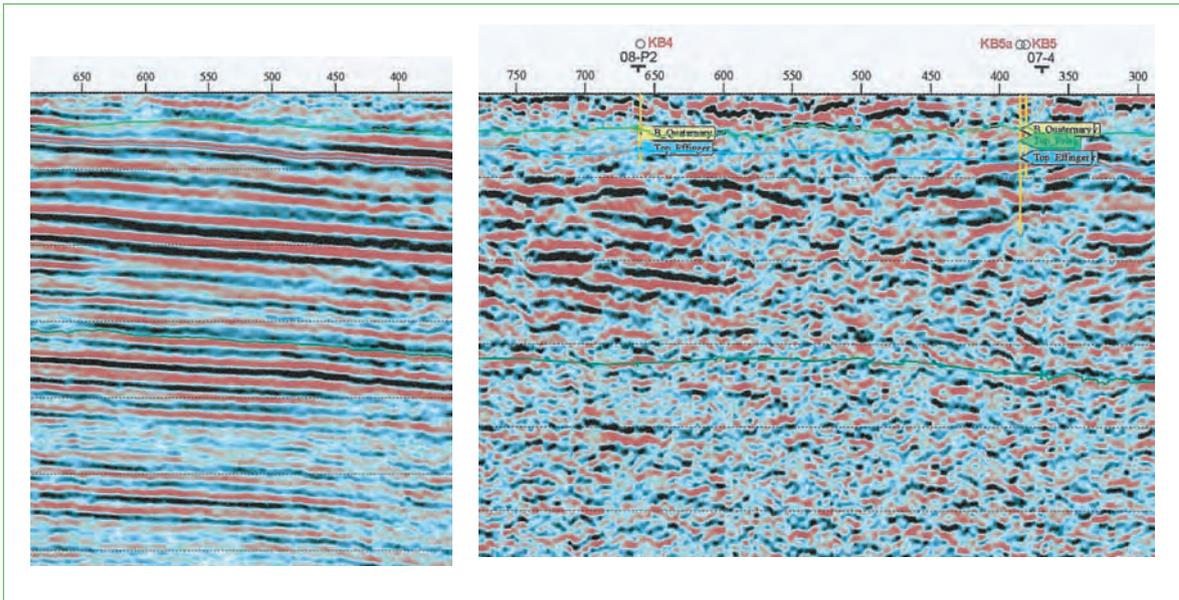


Abbildung 4.1-7: Reflexionsseismik 2008 [84]

aufgrund einer weiter östlich vorbeiziehenden Störung erscheint durch die regionalen Seismik-Linien 83-NS-22 und 83-NF-06 unwahrscheinlich. Das ENSI schliesst sich darum der Einschätzung des Gesuchstellers an, dass am Standort des KKN nicht mit grösseren Störzonen zu rechnen ist.

Der Gesuchsteller weist schliesslich darauf hin, dass bei der Ausführung der Bauvorhaben die Baugruben sorgfältig geologisch aufgenommen und das Lockergestein auf Spuren rezenter tektonischer Vorgänge untersucht werden. Das ENSI wird diese Arbeiten begleiten und formuliert diesbezüglich den folgenden Hinweis:

Hinweis 3:

*Mit Einreichen des Gesuchs zur Baubewilligung ist von der KKN AG das Vorgehen zu erläutern, wie die Baugrube bezüglich Hinweise auf neotektonische Bewegungen untersucht werden wird.*

**4.1.6.2 Baugrundeigenschaften**

**Angaben des Gesuchstellers**

Baugrundmodell

Zur Erweiterung der aus früheren Untersuchungen für das KKG bekannten Eigenschaften wurden im Rahmen des PEGASOS Refinement Projects (PRP) am Standort der Anlagen KKG und KKN zahlreiche Feld- und Laboruntersuchungen durchgeführt [84], womit sich der lokale Baugrund des KKN charakterisieren lässt. Insgesamt stehen Daten und Auswertungen aus 50 Kernbohrungen zur Verfügung. Zu den neueren Untersuchungen gehören Standard Penetration Tests, Seitendruck- und Pumpversuche im Bohrloch, direkte Scher-, Triax-CD- und Triax-CU-Versuche und Bohrloch-Seismik (Wellenausbreitung). Ferner standen Lastplatten- und Pfahlversuche aus der unmittelbaren Umgebung zur Verfügung. Zusätzlich wurden mehrere Baugrundprofile mittels Hybridseismik, einer Kombination von Reflexions- und Refraktionsseismik, aufgenommen.

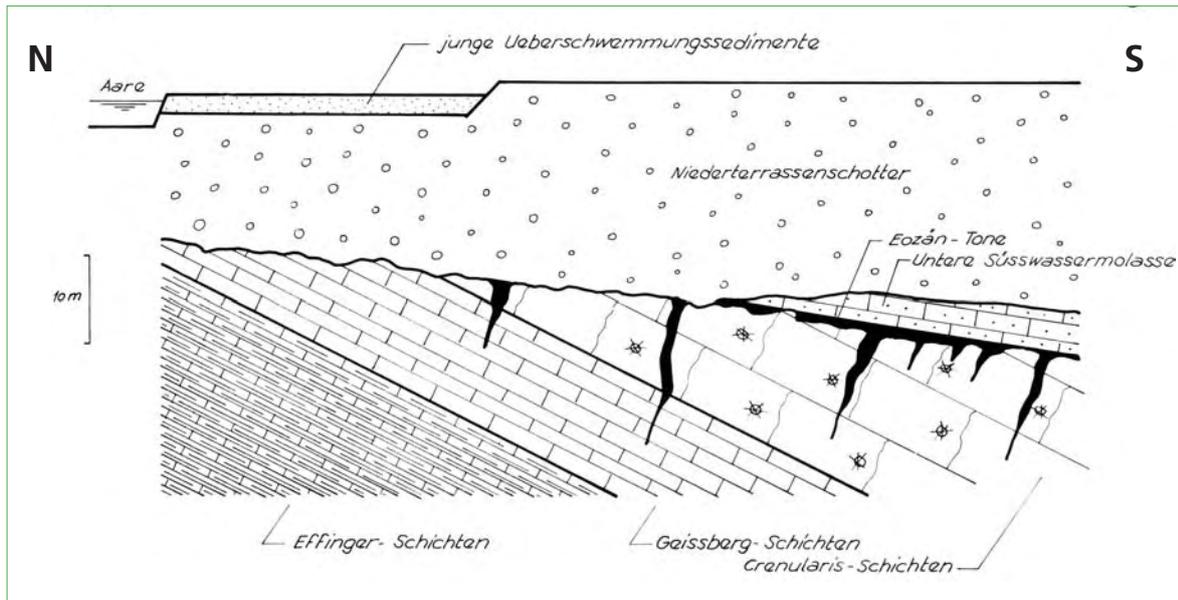


Abbildung 4.1-8: Schematischer Schichtaufbau am Standort KKN (Quelle: SIB KKN Abb. 3.6-21)

Aufgrund dieser Untersuchungen können die bodenmechanischen und bodendynamischen Kennwerte der einzelnen Schichten charakterisiert werden. Die entsprechenden Angaben des Gesuchstellers werden wie folgt zusammengefasst:

Abbildung 4.1-8 zeigt den Schichtaufbau am Standort KKN. Die terrainnahen Schwemmsedimente wurden in jüngster Vergangenheit örtlich durch künstliche Auffüllungen ersetzt. Letztere bestehen zumeist aus sauberem Sandkies mit Steinen und Blöcken, untergeordnet sind Bauschuttanteile zu verzeichnen. Die künstlichen Auffüllungen sind bis zu ca. 7 m mächtig, und da die Lagerungsdichte ähnlich hoch ist wie beim Schotter, können die künstlichen Auffüllungen nur schwer vom gewachsenen Untergrund unterschieden werden. Die Schwemmsedimente hingegen zeigen einen siltigen Sand, der bis zu ca. 4 m mächtig ist.

Die darunter liegenden Niederterrassenschotter bilden den Grossteil des Lockergesteins. Sie reichen bis zur Felsoberfläche, welche unter dem Hauptareal in einer Tiefe von 24 bis 28 m liegt, gegen Süden und Osten auf über 30 m zunimmt und gegen Norden (Teilareal Nord) rasch abnimmt. Sie bestehen aus sandigen Kieseln mit Steinen und enthalten eingelagerte siltige Sandlinsen mit Mächtigkeiten bis zu 2.5 m. Die Lagerungsdichte des Niederterrassenschotter gibt der Gesuchsteller als hoch an. Am Nordrand der Niederamt-Synklinale (siehe hierzu Kapitel 4.6.1) verzahnen sich die Niederterrassenschotter mit den Schwemmsanden, die als siltige bis feinsandige Ablagerungen beschrieben werden. Im nördlichen Untersuchungsbereich des KKN zeigen sich zudem unter den Niederterrassenschottern Stillwasserablagerungen. Es sind tonige Silte bis Feinsande, die stellenweise kiesig entwickelt sind. Unter dem Niederterrassenschotter folgt die verkarstete Malmkalkoberfläche mit tertiären Residualtonen (Eozän-Tone) auf der verkarsteten Fläche bzw. in den Karstschloten. Die Karstschlote sind vollständig verfüllt, die Baugrunduntersuchungen gaben keine Hinweise auf offene Hohlräume. Im Süden sind örtlich zwischen den quartären und mesozoischen Schichten noch tertiäre Molasseschichten keilartig eingelagert.

### Grundwasserverhältnisse

In den Niederterrassenschottern zirkuliert ein nutzbares Grundwasservorkommen, das 20 bis 25 m, im Süden sogar 30 m mächtig ist. Für den Bereich des bestehenden KKG liegen seit 1979 kontinuierliche Grundwasserspiegelmessungen vor. Der mittlere Grundwasserspiegel liegt auf Kote 375,70 m ü.M., der Niederwasserspiegel rund 0,95 m tiefer, und der Höchstwasserspiegel rund 5,60 m höher. Der Grundwasserspiegel ist eng mit dem Pegelstand der Alten Aare verknüpft. Westlich des KKG infiltriert die Aare in das Grundwasser, unterhalb von Mühledorf wirkt die Aare hingegen als Vorfluter.

Mit Bezug auf Sondierungen aus den Jahren 2008 bis 2009 gibt der Gesuchsteller an, dass die Niederterrassenschotter nach unten, entgegen den Erwartungen, nicht weniger durchlässig sind. Den grossräumigen Mittelwert der Durchlässigkeit von  $k = 5 \times 10^{-3}$  m/s in horizontaler Richtung kann er generell bestätigen. Die vertikale Durchlässigkeit ist um etwa eine Grössenordnung kleiner als die horizontale.

Für eine Tiefgründung der Reaktoranlage im Stromschatten des KKG modelliert der Gesuchsteller die Grundwasserverhältnisse, einerseits um zu prüfen, welche Auswirkungen eine Tiefgründung auf den Ruhewasserspiegel hat, und andererseits um abzuschätzen, ob in einem Notstandsfall die Kühlwasserversorgung sichergestellt werden kann (siehe Kapitel 4.1.5.2). Die Modellierung zeigt, dass die neue Anlage im Stromschatten der bestehenden frei umströmt wird, wobei Grundwasserspiegeländerungen von maximal +/- 25 cm erwartet werden, die unmittelbar ober- bzw. unterstromig der Reaktoranlage auftreten.

### Beurteilung des Baugrunds durch den Gesuchsteller

Der Gesuchsteller unterscheidet am Standort KKN drei Areale: ein Hauptareal rechtsufrig der Alten Aare, ein Teilareal Süd, das südlich an das Hauptareal anschliesst und ein Teilareal Nord linksufrig der Aare. Das Reaktorgebäude und alle nuklearen Anlagen werden auf dem Hauptareal angeordnet. Dieses und das Teilareal Süd liegen auf der gleichen Schotterterrasse und Felsunterlage wie das Kraftwerksareal des KKG. Der Gesuchsteller beurteilt den Niederterrassenschotter als tragfähigen Baugrund, die künstlichen Auffüllungen und die Deckschichten jedoch als «geotechnisch ungeeignet». Letztere können nach seinen Angaben im Bedarfsfall problemlos flächenhaft entfernt werden. Das Hauptareal und das Teilareal Süd bewertet er als gleichwertig gut.

Das nordwestliche Teilareal Nord erachtet der Gesuchsteller für grössere Bauanlagen aufgrund des Auftretens von weniger tragfähigen Schwemmsanden als ungeeignet. Hier sind seiner Meinung nach nur Bauten ohne Sicherheitsrelevanz möglich. Im östlichen Bereich des Teilareals Nord nimmt die Mächtigkeit der Niederterrassenschotter zu, sodass hier der Bau des Hauptkühlwassersystems (Hybridkühlturm, Wasseraufbereitungsanlage, Pumpenhaus) möglich wäre.

Als potenziell gefährdet hinsichtlich Bodenverflüssigung beurteilt der Gesuchsteller einerseits die Deckschichten und andererseits die Sandlagen innerhalb der Niederterrassenschotter. Die Deckschichten untersucht er diesbezüglich nicht näher, da er davon ausgeht, dass sie grossflächig abgetragen werden. Das Verflüssigungspotenzial der Sandlagen erachtet er als gering. Er begründet dies mit der hohen Lagerungsdichte. Diese Einschätzung konnte er durch zyklische undrainierte Triaxialversuche bestätigen.

Die beim Aushub gewonnenen Niederterrassenschotter betrachtet der Gesuchsteller als wertvollen Baurohstoff. Der setzungsempfindliche Teil des anfallenden Aushubs wird als Auffüllmaterial jedoch ausgeschlossen.

Die Gefahr von Hangrutschungen ist nach Angabe des Gesuchstellers gering und nur im Bereich des Ufers der Alten Aare gegeben. Ein solches Ereignis bewertet er als flachgründig, sodass ihm jederzeit mit wasserbaulichen Massnahmen begegnet werden kann.

Quellfähige oder lösliche Gesteine sind im Untergrund nicht vorhanden, weshalb der Gesuchsteller natürliche Lösungsvorgänge (Subrosion) ausschliesst. Ebenso sind zukünftige Änderungen des geologischen Untergrunds insbesondere infolge Bergbaus, Ölförderung oder geothermischer Nutzung nicht zu erwarten. Vulkanismus als Gefährdung schliesst der Gesuchsteller ebenfalls aus.

Zusammenfassend kommt die KKN AG zum Schluss, dass die grundsätzliche Eignung des Standorts KKN für das Bauvorhaben bestätigt ist. Für die Bauphase sind zusätzliche geologische Sondierungen geplant, um detaillierte Baugrundparameter ermitteln zu können.

### **Beurteilungsgrundlagen**

Das ENSI stützt sich bei der Beurteilung der Baugrundeigenschaften vor allem auf die folgenden Grundlagen:

- IAEA Safety Standards: «Geotechnical Aspects of Site Evaluation and Foundations for Nuclear Power Plants», Safety Guide No. NS-G-3.6; April 2005 [42]
- IAEA Safety Standards: «Seismic Hazards in Site Evaluation for Nuclear Installations», Draft Safety Guide No. NS-G-3.7, 08/08/2008, (Revision of Safety Guide No. NS-G-3.3) [43]
- Kernenergieverordnung (KEV) vom 10. Dezember 2004
- Schweizerischer Ingenieur- und Architektenverein (SIA); Norm SIA 267, «Geotechnik», 2003 [106]
- Schweizer Norm SN 670 010b, Bodenkennziffern, VSS 1999 [105]

### **Beurteilung des ENSI**

Die auf Stufe Rahmenbewilligung erforderlichen Angaben zu den massgebenden Teilaspekten des Baugrunds («selection stage» und «verification stage» gemäss [42]) sind im Sicherheitsbericht weitgehend vollständig und umfassend abgehandelt. Die Darlegungen zum Aufbau des Untergrunds, zum Baugrundmodell und zu den Grundwasserverhältnissen sind ausreichend detailliert.

Mit den durchgeführten Standortuntersuchungen erfüllt der Gesuchsteller grundsätzlich die Ziele gemäss IAEA Draft Safety Guide NS-G-3.7 [43], wonach zu prüfen ist,

- ob sich der Standort aus geotechnischer Sicht eignet,
- ob es am Standort ein Potenzial für Untergrundverschiebungen gibt, welches mit Erdbeben verknüpft sein kann (entlang von Störungen, durch Verflüssigung, Absenkung oder Einbrüchen von Kavernen) und
- wie die statischen und dynamischen Eigenschaften der Gründungsmaterialien charakterisiert werden.

Die Stratigrafie und die Struktur des Standorts, die Schichtenfolge und die Dicke der Schichten sind im Sicherheitsbericht ebenfalls ausreichend detailliert dargelegt. Dies gilt auch für die Lagerung der Schichten und ihre statischen Eigenschaften. Die dynamischen Eigenschaften gehen aus dem Referenzbericht der Firma Interoil AG [84] hervor.

Im Rahmen des Baugesuchs sind – nebst den ohnehin durchzuführenden Detailuntersuchungen – bezüglich der folgenden Teilaspekte noch Präzisierungen erforderlich, die das ENSI als Hinweis formuliert:

Hinweis 4:

*Die festgestellten sehr hohen Lagerungsdichten in der künstlichen Auffüllung stammen allenfalls von Bereichen stark verdichteter Hinterfüllungen bestehender Bauwerke des KKG. Dies ist bei der Verwendung dieser Werte für das KKN zu beachten.*

*Es ist von der KKN AG zu bestätigen, dass bei der Modellierung der Tiefgründung der Reaktoranlage alle unter den Grundwasserspiegel reichenden Bauteile des KKN berücksichtigt wurden.*

*Bei der Ermittlung der Lagerungsdichte wurden die Erkenntnisse vor allem auf Standard Penetration Tests (SPT) abgestützt. SPT-Versuche im Kies sind umstritten und aus der Sicht des ENSI wenig geeignet. Bei einem Versuchsabstand von nur 2 m ist eine gegenseitige Beeinflussung der Versuchsergebnisse nicht auszuschliessen. Zudem kann das Auftreten von Steinen zu höheren Schlagzahlen führen. Die erhaltenen Werte sollten deshalb im Rahmen des Baugesuchs mit anderen Verfahren verifiziert werden.*

*Bei der Auswertung der Versuchsergebnisse sind von der KKN AG die Anzahl der einzelnen Versuche und die Streubreite der erhaltenen Resultate anzugeben. Ferner gilt es zu präzisieren, ob es sich jeweils um charakteristische resp. vorsichtig gewählte Erwartungswerte oder andere Werte handelt.*

*Bei den dargelegten Eigenschaften des Niederterrassenschotters bestehen bezüglich der USCS-Klassifikation, dem Reibungswinkel und der Kohäsion erhebliche Abweichungen zur VSS-Norm [105]. Dazu ist eine Erklärung der KKN AG erforderlich.*

Die Einschätzung des Gesuchstellers, dass das Potenzial für Bodenverflüssigung am Standort KKN sehr gering ist, beurteilt das ENSI für das Hauptareal und das Teilareal Süd als plausibel, wenn die oberflächlichen feinsandigen Überschwemmungsablagerungen durch Aushub und Bodenersatz in ausreichendem Umfang eliminiert werden. Für das Teilareal Nord ist je nach Anordnung der Bauwerke und je nach Materialersatz-Massnahmen noch eine vertiefte Einschätzung des Verflüssigungspotenzials anhand weiterer lokaler Bodenuntersuchungen erforderlich.

Das Konzept für die Bewirtschaftung des Aushubmaterials, wonach setzungempfindliche feinkörnige Materialien deponiert und die Schotter als Baurohstoff verwendet werden, ist zu begrüssen. Für die vorgesehene Aufschüttung des Hauptareals und für Materialersatzmassnahmen ist eine Spezifikation der Anforderungen an das Schüttmaterial und den Einbau erforderlich. Zudem sind geeignete Massnahmen zur Sicherung der Baugruben und der Wasserhaltung vorzu-

legen. Diese Aspekte sind gemäss den Anforderungen von Anhang 4 KEV im Baugesuch detailliert anzugeben.

Die Beurteilung des Gesuchstellers, wonach sich Hangrutschungen im Bereich des KKN auf Uferinstabilitäten beschränken, ist plausibel. Es ist für das ENSI nachvollziehbar, dass weder Vulkanismus noch Subrosion eine Gefährdung für den Baugrund bzw. die Anlage darstellen. Mit Beben, die auf das Einbrechen von Karsthohlräumen zurückzuführen sind, muss ebenfalls nicht gerechnet werden.

### 4.1.6.3 Seismik

#### Angaben des Gesuchstellers

##### Seismizität

Zur Erfassung und Beurteilung aller seismischen und mikroseismischen Quellen im regionalen Umfeld des geplanten KKW-Standorts hat der Gesuchsteller je einen Erdbebenkatalog mit Beben der Magnitude  $M > 2,5$  und  $M < 2,5$  erstellt. Die Magnitude 2,5 entspricht etwa der Spürbarkeitsschwelle von Erdbeben. Grundlage bildet der Erdbebenkatalog des Schweizerischen Erdbebedienstes (SED). Der ECOS-Katalog (Earthquake Catalogue of Switzerland, [104]) ist seit 2002 im Internet verfügbar. Er enthält alle Ereignisse, für die entweder eine makroseismische Beobachtung oder eine instrumentelle Messung vorliegt. Er deckt die Schweiz und ein 30 km breites Band im angrenzenden Ausland ab. Der Katalog wird laufend nachgeführt.

Folgende Begriffe sind für das Verständnis der Daten wichtig:

- Die Grösse eines Erdbebens wird mit der Magnitude  $M$  angegeben. Sie ist ein Mass für die im Bebenherd freigesetzte Energie. Die Magnitude wird gewöhnlich mit Hilfe der Amplitude und der Periode des seismischen Signals einer Station bestimmt. Die Abnahme der Amplitude mit der Entfernung wird korrigiert, die Magnitude ist damit unabhängig vom Ort. Die Magnitude wird durch verschiedene Methoden bestimmt. Die beiden gängigsten Magnitudentypen sind die Lokalmagnitude  $M_L$  (z.B. Richter-Skala) und die Momentenmagnitude  $M_W$ , die von den physikalischen Vorgängen und Parametern des Erdbebenherds wie Grösse der Bruchfläche, Verschiebungsbetrag entlang der Bruchfläche und Scherfestigkeit des Gesteins ausgeht.
- Die Intensität eines Erdbebens wird als Mass seiner Wahrnehmbarkeit durch den Menschen und seiner örtlichen Schadenswirkung auf Bauwerke und Landschaft verwendet. Vor allem die historischen Erdbebendaten liegen ausschliesslich als Intensitäten vor, die aus den Schadensbildern abgeleitet wurden. In Europa wird seit 2001 die Intensitätsskala EMS 98 verwendet, die bezüglich des beobachteten Umfangs von Schäden statistisch an standardisierten Gebäudetypen kalibriert ist.

Im Rahmenbewilligungsgesuch werden vier Epizentrenkarten für die seismische Gefährdung KKN-relevanter Gebiete präsentiert. Der Kartenausschnitt beinhaltet die wichtigsten Erdbebengebiete um den Standort: Basel, Fribourg und die Innerschweiz. Es wird die Momentenmagnitude  $M_W$  dargestellt.

Der Erdbebenkatalog ECOS der Schwachbeben zeigt einige Gebiete mit erhöhter Häufigkeit. Abbildung 4.1-9 des Gutachtens gibt einen Überblick über die Seismizität der weiteren Standortregion in Abhängigkeit der Herdtiefe. Einerseits treten Schwachbeben gehäuft längs einer etwa 10 km breiten Zone vom südlichen Oberrheingraben nordwestlich von Basel bis ins Gebiet des Unteren Hauensteins auf, andererseits zeigt auch das Gebiet zwischen Schwarzsee und Laupen (Fribourg-Zone) eine lineare Häufung der Epizentren. Eine weitere, weniger ausgeprägte Häufung liegt in der Weissensteinkette zwischen Oensingen und Grenchen. Diffus verteilt treten Schwachbeben im Dinkelberg, dem südlich anschliessenden Tafeljura westlich der Linie Säckingen-Unterer Hauenstein sowie im Faltenjura zwischen Biel und Delémont auf.

Die Verteilung der stärkeren Erdbeben zeichnet ein anderes Bild als das der Schwachbeben. Hier treten vor allem die historisch bekannten Bebenorte in Erscheinung. Vor allem die Gebiete um Basel und die Innerschweiz zeigen eine Häufung von Ereignissen. Im Gebiet der Fribourg-Zone zeigt sich hier keine lineare Anordnung, die stärkeren Beben sind flächenhaft verbreitet. Kleinere Häufungen liegen im Gebiet von Zürich, Horgen, Eglisau und Brugg. Trotz sorgfältiger Lokalisierung werden den historischen Beben oft Epizentren in der Nähe von Städten zugewiesen, wo sie von den meisten Menschen wahrgenommen wurden. Die Beben tiefe hat wenig Einfluss auf die Gebietsverteilung.

Der Gesuchsteller weist darauf hin, dass auf allen Karten das Standortgebiet KKN eine niedrige Erdbebenhäufigkeit aufweist.

Mit dem Forschungsprojekt PALEOSEIS wurden mehrere Studien durchgeführt, die in den Ablagerungen der jüngeren Erdgeschichte vor allem nach Spuren nacheiszeitlicher, prähistorischer Erdbeben suchten. Es wurden Hinweise auf mehrere Starkbeben in den letzten ca. 15 000 Jahren gefunden [67].

### Bodenerschütterungen

Gestützt auf die Erbebengefährdungskarte der Schweiz stellt der Gesuchsteller fest, dass auch der Standort KKN in einem Gebiet mit geringer Erbebengefährdung liegt. Dies ist die Folge der Lage im Innern einer Kontinentalplatte, in welcher schwache bis mittlere Beben vorherrschen. Bei den sehr kleinen betrachteten Eintrittshäufigkeiten müssen aber trotzdem starke Erdbeben in die Beurteilung mit einbezogen werden.

Für die Beurteilung der Gefährdung durch Bodenerschütterungen am Standort KKN stützt sich der Gesuchsteller auf die Resultate des Projekts PEGASOS [51]. Ausgewählte Ergebnisse der PEGASOS-Studie finden sich unter den Angaben des Gesuchstellers in Kapitel 4.2.2 des Gutachtens und werden dort beurteilt. Für den Vergleich mit dem geologischen Befund wird hier nur der erste Schritt des Projekts, die seismische Quellencharakterisierung, betrachtet.

Für die PEGASOS-Studie wurde die Seismizität in einem Umkreis von bis zu 300 km um die Kraftwerksstandorte berücksichtigt. Die Beiträge zur seismischen Gefährdung am Standort des KKG wurden nach Magnitude, Distanz und Anzahl Standardabweichungen der Bodenbeschleunigung aufgeteilt (sog. Deaggregation). Diese Analyse zeigt, dass die standortnahen Erdbeben

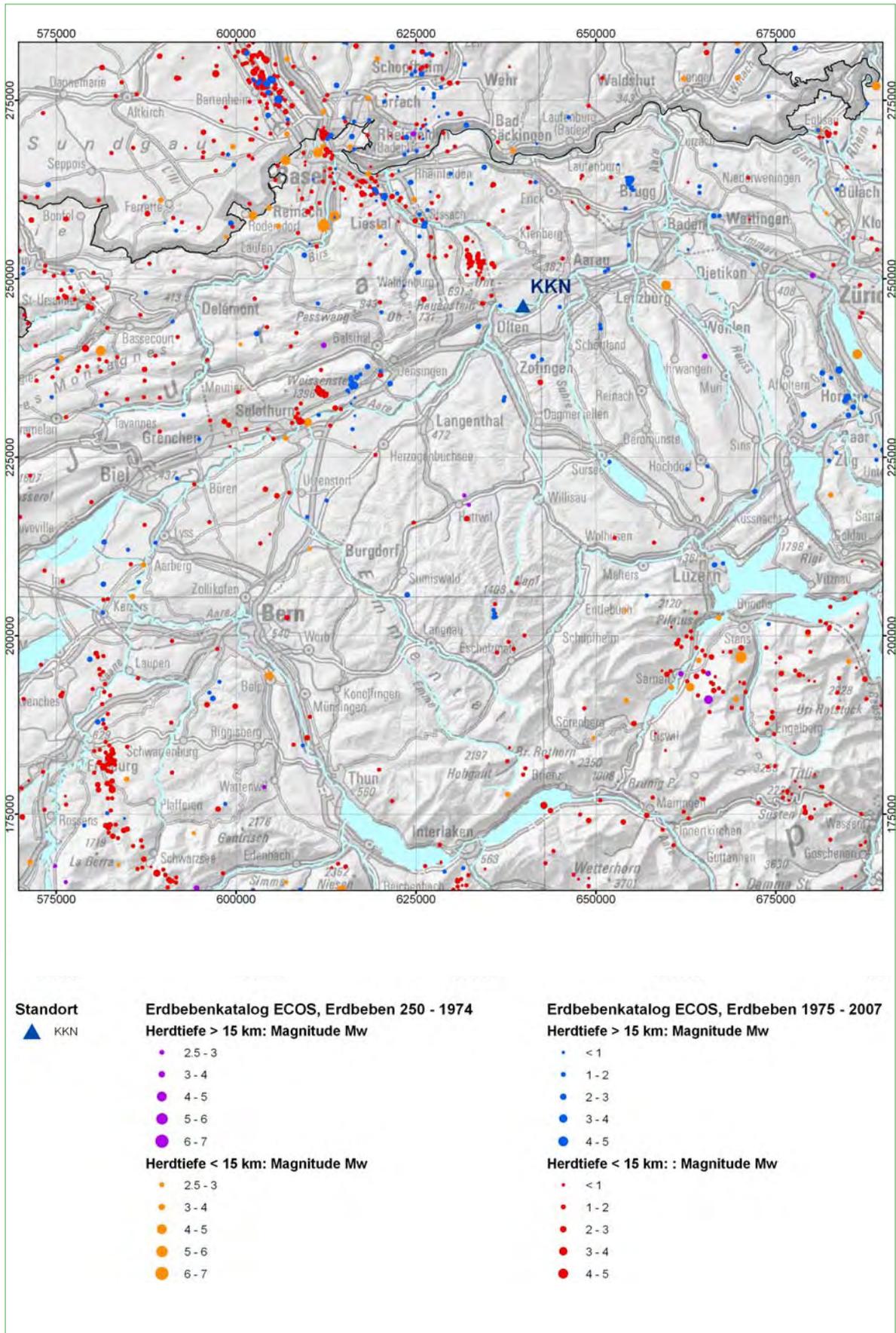


Abbildung 4.1-9: Historische Erdbeben und instrumentell erfasste Erdbeben zwischen 250 und 2007 in Abhängigkeit der Herdtiefe aus dem Erdbebenkatalog des SED (Quelle: SIB KKN Abb. 3.6-12)

mit Magnituden 5 und 6 die Gefährdung stärker bestimmen als weiter entfernte und seltene Starkbeben mit einer Magnitude grösser als 7.

Der Gesuchsteller stellt aus der Analyse des Störungskatalogs fest, dass nur wenige bekannte Oberflächen- und Sockelstrukturen in der Lage wären, Beben mit Magnituden  $M > 5,0$  auszulösen. Aufgrund der erwarteten Orientierung, Grösse und Entfernung zum Standort stellen diese beobachteten und mutmasslichen Strukturen keine Gefährdung für das Bauvorhaben dar. Die nichtexplorierbaren, für die seismische Gefährdung relevanten Störungen liegen in grösseren Tiefen ( $>2$  km) und werden probabilistisch im PRP berücksichtigt.

Die Resultate von PEGASOS und des «PEGASOS Refinement Projects» (PRP) für KKG können aus Sicht des Gesuchstellers als Grundlage für die seismische Beurteilung des Standorts KKN herangezogen werden. Die neueren Standortuntersuchungen, die im Rahmen des PRP bereits gemacht wurden, zeigen, dass die statischen und dynamischen Eigenschaften des Untergrunds von KKG und KKN nahezu identisch sind. Aufgrund der vorliegenden Untersuchungen ist die Gefährdung durch Bodenerschütterungen gemäss der KKN AG als gering einzustufen. Alle in der Standortumgebung bekannten Störungen innerhalb der explorierbaren Tiefe von ca. 3 km weisen Dimensionen auf, die nur Erdbeben geringer Magnitude auslösen können. Eine Beurteilung des seismischen Gefährdungspotenzials der Fribourg-Zone als signifikantere tektonische Struktur ergab, dass selbst bei einem kaum wahrscheinlichen Erdbeben der Magnitude 6 an dieser Störungszone die Spitzenbodenbeschleunigung aufgrund der Distanz zum KKN – selbst bei konservativen Annahmen – unter  $0,04 g$  liegen würde.

#### Oberflächenverschiebungen

Der Gesuchsteller geht von einer Gefährdung von Gebäuden oder Anlagen durch Oberflächenverschiebungen aus, wenn ein tektonisches Lineament direkt durch den Grundriss der Anlage verläuft, das bei einer Reaktivierung zu einem Versatz an der Oberfläche mit den entsprechenden Schäden an den Gebäuden führen würde.

Im Standortgebiet sind keine oberflächennahen oder oberflächlichen Evidenzen für postglaziale tektonische Bewegungen bekannt. Die nächstgelegene bekannte Zone mit neotektonischer Aktivität befindet sich im Bereich des Ostrands des Oberrheingrabens und seiner Randzonen. Die Gefährdung des Standorts durch seismisch induzierte differenzielle Bewegungen entlang von Störungen wird daher als gering eingestuft.

#### Geplante weitere Untersuchungen

Mit Hilfe des neu gestarteten PRP sollen durch eine Verbesserung der Datenbasis die Unsicherheiten in der Gefährdungsanalyse der PEGASOS-Studie für die einzelnen KKW-Standorte reduziert werden. Zudem soll durch weitere PRP-Studien wie «Extended Source Simulations (ESS)» die Belastbarkeit der Expertenmodelle erhöht werden. Die Modellierung ausgewählter Erdbebenszenarien mittels ESS geht von einem klar definierten räumlichen und dynamischen Modell einer Störungszone, welche Beben generieren kann, einem geologischen Schichtmodell und den Gesetzen der Wellenausbreitung aus und berechnet auf dieser Grundlage die vibratorische Bodenbewegung speziell im Nahbereich eines Bebens. Obwohl aus dem Nahbereich von starken

Beben oft zu wenige Erdbebendaten vorliegen, werden bei starken Diskrepanzen zwischen den Vorhersagen der traditionellen empirischen Modelle und der ESS nach wie vor die ersteren als die zuverlässigeren betrachtet. Erste ESS-Studien wurden bereits im Rahmen des PEGASOS-Projekts durchgeführt.

Die Überwachung der (mikro-)seismischen Aktivität gibt Hinweise auf die Lage aktiver Schwächezonen und auf den aktuellen Spannungszustand der Erdkruste. Deshalb soll unter der Leitung der Nagra ein Mikrobebennetz von 3 bis 5 Stationen in einem Umkreis von 10 km um den Standort KKN erstellt werden. Diese Stationsverdichtung erlaubt, auch Mikrobeben bis Magnitude 1,0 zu erfassen.

### **Beurteilungsgrundlagen**

Die Anforderungen an die Erdbebensicherheit der Kernanlagen sind in Art. 8 KEV und in der Verordnung des UVEK über die Gefährdungsannahmen und die Bewertung des Schutzes gegen Störfälle in Kernanlagen [15] verankert.

Die Umsetzung dieser Anforderungen erfordert weitere Beurteilungsgrundlagen, die in internationalen Regelwerken dokumentiert sind. Auf Stufe des Rahmenbewilligungsgesuchs ist die Gefährdungsspezifikation massgebend. Diese wird im IAEA Safety Guide NS-G-3.3 [39] geregelt, der im Jahr 2010 voraussichtlich durch NS-G-3.7 [43] ersetzt wird. In diesen Regelwerken sind auch die Vorgaben (Art und Untersuchungstiefe) zur Bereitstellung der notwendigen Datengrundlage enthalten.

Für die aktualisierte Bestimmung der standortspezifischen Erdbebengefährdung hat das ENSI gefordert, dass die in den USA entwickelte Methodik des Senior Seismic Hazard Analysis Committee [108] entsprechend dem dort definierten Level 4 angewandt wird.

### **Beurteilung des ENSI**

#### Seismizität

Aufgrund der in der PEGASOS-Studie bestehenden ausserordentlichen Datenfülle stellt der Gesuchsteller die verwendeten seismischen und seismotektonischen Datengrundlagen im Sicherheitsbericht nur exemplarisch dar. Die darauf aufbauende Auswertung der Seismizität in der PEGASOS-Studie wird durch das ENSI im Zusammenhang mit der Erdbebengefährdung in Kapitel 4.2.2 des Gutachtens beurteilt. Aus Sicht des ENSI sind die wichtigsten Grundaussagen zur Seismizität der Standortregion vorhanden.

Bei der Beurteilung der Angaben der KKN AG zur Seismik stellt sich für das ENSI die Frage, inwiefern der im Sicherheitsbericht dargestellte Störungskatalog mit diversen durch quartäre Talfüllungen getrennten Lineamenten einem im Sinne der Erdbebengefährdung konservativen Ansatz entspricht (siehe Kapitel 4.1.6.1). Viele Talübergänge sind noch nicht auf neotektonische Spuren hin untersucht worden. Durch das Verbinden einzelner Segmente könnten deutlich längere Störungssysteme entstehen, die entsprechend auch grössere Erdbebenmagnituden erzeugen könnten. Es ist aus Sicht des ENSI nicht auszuschliessen, dass als erdbebenrelevante Struktur nicht die Fribourg-Zone, wie vom Gesuchsteller eingesetzt, sondern ein rheinisch orientiertes Stö-

rungssystem im Tafeljura (speziell die Wehratal-Zeiningger-Bruchzone) in Frage kommen könnte. Das ENSI formuliert deshalb folgenden Hinweis:

Hinweis 5:

*Die KKN AG hat im Hinblick auf das Baubewilligungsgesuch zu prüfen, ob die Verbindung verschiedener Störungssegmente im Tafeljura (z.B. entlang des Wehratal-Zeiningger-Störungssystems) allenfalls zu Erdbebenmagnituden führen könnte, die von den Ausführungen im Sicherheitsbericht bisher nicht abgedeckt sind.*

Bodenerschütterungen

Das ENSI anerkennt, dass die PEGASOS-Studie zu den umfassendsten und modernsten ihrer Art auf der Welt gehört, um die durch Erdbeben verursachte Gefährdung durch Bodenerschütterungen zu beurteilen und Grundlagen für die Bemessung der Gebäude und Anlagenteile zu erhalten. Die vom ENSI akzeptierte Studie stützte sich auf alle zum Studienzeitpunkt verfügbaren seismischen, tektonischen, seismotektonischen und geodynamischen Daten. Bezüglich Datengrundlage und Methodik sind damit auch die Empfehlungen des IAEA Safety Guide No. NS-G-3.3 [39] für die Beurteilung der Erschütterungsgefährdung abgedeckt.

Die Erschütterungsgefährdung durch Erdbeben am Standort KKN kann zum jetzigen Zeitpunkt durch die Verwendung der PEGASOS-Daten von KKG und vorbehaltlich neuerer Erkenntnisse aus den oben erwähnten Abklärungen hinreichend dargestellt werden.

Das ENSI kann sich der Aussage der KKN AG anschliessen, dass beim heutigen Spannungsfeld keine Beben erwartet werden, die bei einer auf die PEGASOS-Resultate ausgelegten Anlage eine Gefährdung für das KKN darstellen. Der Gesuchsteller stützt sich bei der Ermittlung der Maximalmagnitude eines an einer Störungszone generierten Erdbebens auf die Geometrie der Störungsflächen (Länge, Tiefe und Verhältnis von Länge zu Tiefe) und auf anerkannte empirische Beziehungen [111]. Die dabei ermittelten Magnitudenwerte liegen alle innerhalb der von der PEGASOS-Studie verwendeten Magnitudenbereiche und sind damit berücksichtigt.

Oberflächenverschiebungen

Die Verschiebungsgefährdung an den einzelnen Standorten war nicht Gegenstand der Untersuchungen der PEGASOS-Studie. Die Resultate der PEGASOS-Studie zeigen jedoch, dass Starkbeben, die im Nahbereich der geplanten Standorte auftreten könnten, aufgrund ihrer Stärke und unter Verweis auf empirische Beziehungen [111] mit ihrer Bruchfläche (abhängig von der Herdtiefe) allenfalls bis an die Oberfläche durchschlagen und somit Oberflächenverschiebungen verursachen können.

Der Gesuchsteller führt deshalb im Sicherheitsbericht eine deterministische Beurteilung der Gefährdung durch Oberflächenverschiebungen durch. Er geht davon aus, dass der Standort nur dann durch Oberflächenverschiebungen gefährdet ist, wenn direkt unter der Anlage Störungen vorkommen, die bei einer Reaktivierung zu einem Versatz an der Oberfläche führen. Diese Beschränkung der betrachteten Fläche auf die Zone der Gebäude und Anlagen ist aus der Sicht des ENSI zu eng. Aufgrund der geringen Erfahrung mit der Breite der beeinflussten Zone um eine allfällige Oberflächenverschiebung und der Möglichkeit einer oberflächennahen Vergabelung eines durch-

schlagenden Bruches sollte aus Sicht des ENSI eine erweiterte Zone von mindestens 300 m um die Anlage berücksichtigt werden. Diese erweiterte Zone berücksichtigt insbesondere, dass Brüche nicht nur vertikal, sondern schräg und gegen die Oberfläche hin verästelnd durchschlagen könnten. Ein solchermassen erweiterter „foot print“ der Anlage ist zu berücksichtigen, wenn eine probabilistische Betrachtung für die Gefährdung durch Oberflächenverschiebungen durchgeführt wird.

Das ENSI ist mit der Einschätzung des Gesuchstellers einverstanden, dass es zurzeit keine Hinweise auf tektonisch aktive Störungszonen in der näheren und weiteren Umgebung des Standorts gibt, weder aus der Korrelation der Erdbebenaktivität mit bekannten Störungen noch aus Feldbeobachtungen. In diesem Sinne betrachtet das ENSI die Anforderungen der IAEA als erfüllt, wonach an einem Standort keine «capable faults» vorhanden sein dürfen.

#### Geplante weitere Untersuchungen

Der vorgeschlagene Standort für das KKN liegt gemäss den Ergebnissen der PEGASOS-Studie in einer Zone mit geringer seismischer Aktivität; es liegen deshalb nur wenige diesbezügliche Messergebnisse und Daten vor. Die Aussagekraft der wenigen gemessenen seismischen Daten ist daher beschränkt, und die diesbezügliche Datenbasis soll anhand einer Erweiterung des Messnetzes für Mikroseismizität verbessert werden. Das ENSI formuliert deshalb den folgenden Auflagenvorschlag:

#### Auflage 2:

*Die von der KKN AG vorgeschlagene Verdichtung des Mikrobebennetzes des SED ist unverzüglich zu implementieren, damit für die folgenden Bewilligungsschritte Messreihen über eine längere Zeitperiode zur Verfügung stehen.*

### **4.1.7 Netzanbindung**

#### **Angaben des Gesuchstellers**

Der Gesuchsteller beabsichtigt, die Sicherheitssysteme des KKN an eine möglichst versorgungssichere externe Stromversorgung anzubinden. Diese externe Versorgung soll redundant erfolgen und bei komplettem Ausfall durch interne Notstromversorgungssysteme kompensiert werden.

Ergänzend zu den Hauptangaben im Sicherheitsbericht in Kapitel 3.7 wird in Kapitel 2.2.5 die vom Projekt KKN unabhängige Planung von kompakten, eingehausten 380-kV- und 220-kV-Schaltanlagen auf dem Teilareal Nord erwähnt, die die bestehenden 380-kV- und 220-kV-Freiluftschaltanlagen aufgrund von Alter, Zustand und Verfügbarkeit ersetzen sollen.

Die KKN AG beschreibt in Kapitel 3.7.1 die Leistungsabfuhr und Einbindung des KKG sowie des geplanten KKN ins bestehende Höchstspannungsnetz (Ebenen 220 kV und 380 kV). Das 380-kV-Netz, das für KKG als Hauptnetz zur Netzeinspeisung dient und in gleicher Weise für KKN zur Einspeisung dienen soll, hat im Unterwerk Gösigen einen wichtigen versorgungssicheren Knotenpunkt. Das Unterwerk Gösigen bildet auch für die 220-kV-Ebene einen solchen zuverlässigen Knotenpunkt. Das nahe gelegene Wasserkraftwerk Gösigen (WKW) speist seine Energie via 50-kV-Unterwerk und zwei Transformatoren ins 220-kV-Unterwerk Gösigen ein.

Der Gesuchsteller hält fest, dass neben der Einspeisung der Nettoleistung von 970 MW vom KKG eine zusätzliche elektrische Leistung von bis zu 1 920 MW vom KKN über das bestehende 380-kV-Netz problemlos abgeführt werden kann. Mit den unabhängig vom KKN-Projekt geplanten Netzverstärkungsmassnahmen zwischen Gösgen und Mettlen (380-kV-Ebene) kann eine Gesamtleistung von ca. 2 900 MW abgeführt werden. Zusätzlich besteht mit geringem Aufwand die Möglichkeit, eine vorhandene 220-kV-Leitung zwischen Gösgen und Mettlen ebenfalls mit 380 kV zu betreiben. Die Netzreserven könnten mit dieser Massnahme nochmals wesentlich erhöht werden.

Im Zuge der Erneuerung der 380-kV-Schaltanlage in Gösgen wird eine kompakte, eingehauste Anlage neu mit Doppelsammelschiene und Umgehungsschiene geplant. Im Normalbetrieb speisen das KKG und das geplante KKN auf die zwei getrennten Sammelschienen, die durch einen Kuppelschalter miteinander verbunden sind. Diese Schaltung stellt sicher, dass die zwei Kraftwerke bei Störungen auf der 380-kV-Ebene durch automatisches Öffnen des Kuppelschalters voneinander lokal getrennt werden können. Bei der gewählten Schienenzuordnung ist der Energieabtransport von mindestens einem KKW immer gewährleistet. Der Verlust beträgt im ungünstigsten Fall (maximal) 1 920 MW, was für das Transportnetz (Verbundbetrieb) kein Problem darstellt. Der störungsbedingte Unterbruch der Einspeisung eines KKW hat durch die Möglichkeit der Trennung der Sammelschienen keinen Einfluss auf die andere Anlage.

Der Gesuchsteller stellt fest, dass die beiden Kraftwerke KKG und KKN bis auf den Einspeiseknoten vollständig unabhängig und autonom sind. Der einzige mögliche Auslöser für einen gleichzeitigen Lastabwurf beider Anlagen ist ein sehr unwahrscheinliches Schaltversagen des Sammelschienenkuppelschalters während des Ansprechens des Sammelschienenschutzes. Die KKN AG beabsichtigt, diese Thematik im Baubewilligungsverfahren noch genauer zu erörtern.

Kapitel 3.7.2 des Sicherheitsberichts behandelt das Sicherstellen der Eigenbedarfsversorgung durch die externen Netze. Die 220-kV-Ebene ist für KKN (wie bei KKG) als redundantes Fremdnetz vorgesehen, das heisst, wenn sowohl die Energie aus dem eigenen Kraftwerksgenerator als auch die Energie aus dem 380-kV-Hauptnetz für die elektrischen Verbraucher des KKN nicht eingespeist werden können, steht als redundante externe Energiequelle noch das 220-kV-Fremdnetz zur Verfügung. Der Gesuchsteller stellt zwei mögliche Varianten für die Eigenbedarfsversorgung aus dem Hauptnetz vor: Bei **Netzanbindungslösung 1** ist der Generator direkt und die 380-kV-Einspeisung via Transformator mit einer Generatorschiene verbunden; der elektrische Eigenbedarf des Kraftwerks wird dann ab der Generatorschiene via Transformator auf die Mittelspannungsebene der Kraftwerksversorgung geführt. Bei der **Netzanbindungslösung 2** ist der Generator via Transformator und die 380-kV-Einspeisung direkt auf eine 380-kV-Schiene geschaltet, die via Transformator die Mittelspannungsebene versorgt. Die Versorgung der elektrischen Kraftwerksverbraucher geschieht bei beiden Varianten ab den Mittelspannungsschienen. Die konzeptmässige Beschreibung lässt dabei die jeweilige Anzahl der Transformatoren (Redundanz) noch offen, da diese vom Anlagentyp sowie von detaillierteren Konzepten abhängen kann.

Es wird festgestellt, dass der 380-kV-Knoten Gösgen eine Ausspeisekapazität der Grössenordnung 2 000 MW hat. Die Deckung des Eigenbedarfs von gleichzeitig zwei Kernkraftwerken (ca. 10–100 MW) belastet somit den Knoten nur geringfügig. Wenn das KKN ausser Betrieb ist und

die 380-kV-Verbindung z.B. aufgrund von Revisionsarbeiten ebenfalls nicht in Betrieb ist, erfolgt die Eigenbedarfsversorgung aus dem 220-kV-Netz. Die Umschaltung der Versorgung von der 380-kV-Ebene auf die 220-kV-Ebene erfolgt im Anforderungsfall automatisch. Auch der 220-kV-Knoten Gösgen hat eine Ausspeisekapazität von ca. 2 000 MW, d.h. die Deckung des Eigenbedarfs von zwei KKW belastet den Knoten nur geringfügig.

In den Kapiteln 3.7.3 und 3.7.4 des Sicherheitsberichts erläutert die KKN AG die vorgesehene Sicherstellung der Eigenbedarfsversorgung bei totalem Ausfall der externen Netze. Stehen durch eine Verkettung von mehreren Störungen die beiden Spannungsebenen 380 kV und 220 kV sowie der Inselbetrieb der Anlage nicht mehr zur Verfügung, wird die Versorgung der sicherheitstechnisch wichtigen Systeme über die automatisch startende, werksinterne Notstromversorgung gewährleistet. Der Strombedarf wird dabei auf das Minimum der notwendigen sicherheitstechnisch wichtigen Verbraucher reduziert. Je nach Anlagentyp und Anlagedesign werden zum Teil weitere Absicherungen vorgesehen, damit bei Totalausfall aller Haupt-Notstromsysteme zusätzliche Notstromeinrichtungen (Notstandversorgung) die wichtigsten Sicherheitssysteme mit Strom versorgen. Der Gesuchsteller beschreibt zusätzlich eine geplante Variante für eine längerfristige, brennstoffunabhängige Notversorgung für das Accident Management, die innerhalb von 48 Stunden erstellt werden kann, nämlich die Versorgung ab dem WKW Gösgen via das 220-kV-Unterwerk. Eine detaillierte Abklärung zur Verfügbarkeit des WKW wird Gegenstand der Arbeiten des Baubewilligungsverfahrens sein. Bei Ausfall der 220-kV-Anlage kann eine direkte Verbindung zu KKN ab Unterwerk Gösgen 50 kV innerhalb weniger Tage aufgebaut werden. Als eine weitere alternative, gemäss Tabelle 3.7-1 derzeit noch nicht eingeplante Versorgungsmöglichkeit, bietet sich am Standort KKN die am Projektareal vorbeiführende 110-kV-Hochspannungsleitung ab UW Oberentfelden an.

Die KKN AG nimmt in Kapitel 3.8.6 des Sicherheitsberichts eine zusammenfassende Bewertung der Netzanbindung vor. Sie kommt zum Schluss, dass der Standort KKN/Gösgen, Knotenpunkt im schweizerischen Höchstspannungsnetz, aus Sicht der zuverlässigen Versorgung des Eigenbedarfs eines Kernkraftwerks besonders geeignet ist. Die Versorgung ist durch mehrere Spannungsebenen des schweizerischen Transportnetzes sowie durch die unmittelbare Nähe des WKW Gösgen mit hoher Verfügbarkeit sichergestellt.

### **Beurteilungsgrundlagen**

Massgebend für die Beurteilung der Angaben des Gesuchstellers zur Netzanbindung sind die allgemeinen Grundlagen in Art. 7 KEV (Anforderungen an die nukleare Sicherheit), in Art. 8 KEV (Anforderungen an den Schutz gegen Störfälle), in Art. 10 KEV (Grundsätze für die Auslegung von Kernkraftwerken) sowie in Art. 23 KEV (Gesuchsunterlagen für eine Rahmenbewilligung). Speziell zur elektrischen Versorgung sind Anforderungen enthalten in der Richtlinie HSK-R-101 ([33], Kapitel 5, Auslegungskriterien für die elektrische Stromversorgung).

### **Beurteilung des ENSI**

Das ENSI beurteilt die vom Gesuchsteller dargelegten aktuellen Gegebenheiten und geplanten Veränderungen im Bereich der Netzanbindung des KKN als vollständig und zweckmässig. Der geplante Ersatz der bestehenden Freiluftschaltanlagen durch kompakte, eingehauste 380-kV- und 220-kV-Schaltanlagen ist nicht Gegenstand der vorliegenden ENSI-Bewertung.

Die zuverlässige und sichere Anbindung des KKN an die bestehenden Höchstspannungsnetze kann von den ermittelten Kapazitäten her gewährleistet werden. Dies gilt sowohl für die Einspeisung der KKN-Leistung ins 380-kV-Netz als auch für die Sicherstellung der KKN-Eigenbedarfsversorgung ab den zwei Netzanschlüssen (380 kV und 220 kV), wenn keine Generatorleistung zur Verfügung steht.

Die Unabhängigkeit der zwei Netzanbindungen für das KKN wie auch die Unabhängigkeit von KKG und KKN werden vom ENSI als ausreichend betrachtet. Eine Störung eines der Netze, eine Störung im KKG oder eine Störung im KKN führen gemäss den beschriebenen Vorkehrungen (getrennte Sammelschienen, Kuppelschalter, Schutzabschaltungen und -umschaltungen) nicht zu einer unzulässigen Beeinträchtigung der jeweils anderen Anlagen.

Aufgrund der grossen Transportkapazität des 380-kV-Netzknötens Gösgen in Verbindung mit der engen Netzvermaschung und Ausregelfähigkeit des Netzes ist bei einer Störung im KKN bei den entsprechenden maximalen elektrischen Transienten (Lastabwurf auf Eigenbedarf) nicht mit einer unzulässigen Beeinträchtigung des Netzes und des Verbundbetriebs zu rechnen. Damit werden insbesondere auch keine Transienten in anderen Kernkraftwerken ausgelöst.

Die externe Stromversorgung ist in Übereinstimmung mit den gesetzlichen Anforderungen und dem Stand der Technik in redundanter Ausführung geplant (380 kV und 220 kV). Das ENSI wird im Baubewilligungsverfahren prüfen, ob ggf. eine weitere Erhöhung der Redundanz innerhalb der Spannungsebenen (beispielsweise zwei Eigenbedarfstrafos für die 220-kV-Anbindung) erforderlich ist.

Der Totalausfall der externen Stromversorgung wird bei KKN durch eine entsprechend ausgelegte interne Notstromversorgung und gegebenenfalls durch zusätzliche diversitäre Notstandversorgungen beherrscht. Die längerfristige Notstromversorgung kann gegebenenfalls zusätzlich brennstoffunabhängig durch Einspeisungen aus dem WKW Gösgen (wie in den Gesuchsunterlagen beschrieben) oder ab einem 110-kV-Unterwerk (bisher vom Gesuchsteller nicht eingeplant, aber im Rahmen des Baubewilligungsgesuchs zu untersuchen) sichergestellt werden.

Insgesamt stellt das ENSI fest, dass die konzeptmässig beschriebenen Massnahmen für die Notstromversorgung die gesetzlichen Anforderungen und den Stand der Technik erfüllen, wobei das ENSI die entsprechenden Systemkonzepte im Baubewilligungsverfahren detailliert beurteilen wird.

#### **4.1.8 Infrastruktur Brandschutz**

##### **Angaben des Gesuchstellers**

Der Gesuchsteller behandelt im Sicherheitsbericht den Brandschutz für das KKN und die dafür vorgesehene Infrastruktur. In Kapitel 2.3 werden grundsätzliche Aussagen zu den Schutzmassnahmen gegen Störfälle mit Ursprung innerhalb oder ausserhalb der Anlage gemacht. In Kapitel 3.3 wird darauf hingewiesen, dass die Massnahmen zur Bekämpfung von Bränden im Brandschutzkonzept für das KKN berücksichtigt werden. Das Brandschutzkonzept wird im Rahmen der

Erarbeitung der Gesuchsunterlagen gemäss Anhang 3 der Richtlinie HSK-R-30 [31] und Anhang 4 KEV [9] erstellt und mit dem Baubewilligungsgesuch eingereicht. Die Details der Brandschutzmassnahmen werden im Baubewilligungsverfahren festgelegt.

In Kapitel 3.3 des Sicherheitsberichts geht der Gesuchsteller auf die Betriebsfeuerwehr des KKN ein. Es werden die Möglichkeiten dargelegt, bei einem grösseren Brandfall zusätzliche, externe Unterstützung für die Werksfeuerwehr zuziehen zu können. Es wird darauf hingewiesen, dass die Massnahmen zur Bekämpfung von Bränden und Angaben zur Ausbildung der Betriebsfeuerwehr im Brandschutzkonzept berücksichtigt werden.

Die KKN AG geht in Kapitel 3.5.4 des Sicherheitsberichts auf die Löschwasserversorgung für das KKN ein. Es werden dabei sowohl die voraussichtlich notwendige Menge an Löschwasser angegeben als auch die verschiedenen Möglichkeiten der Versorgung (Löschwasserversorgung der umliegenden Gemeinden, Reservoir, Flusswasser, Grundwasser, Kühlturmtasse) aufgezählt. Dabei betrachtet der Gesuchsteller auch die Erdbebensicherheit von Löscheinrichtungen. Der Gesuchsteller weist darauf hin, dass die Löschwasserversorgung und die erforderlichen Löschwasserreserven im Brandschutzkonzept, das mit dem Baubewilligungsgesuch eingereicht wird, berücksichtigt werden.

### **Beurteilungsgrundlagen**

Massgebend für die Beurteilung der Angaben des Gesuchstellers zum Brandschutz sind die allgemeinen Grundlagen in Art. 7 KEV (Anforderungen an die nukleare Sicherheit), in Art. 8 KEV (Anforderungen an den Schutz gegen Störfälle), in Art. 10 KEV (Grundsätze für die Auslegung von Kernkraftwerken) sowie in Art. 23 KEV (Gesuchsunterlagen für die Rahmenbewilligung). Zudem sind Anforderungen an den Brandschutz in Kernanlagen in der Richtlinie HSK-R-50 [32] enthalten.

### **Beurteilung des ENSI**

Die aktuellen Gegebenheiten am Standort und die geplanten Veränderungen im Bereich der Löschwasserversorgung werden von der KKN AG vollständig und zweckmässig beschrieben. Der Gesuchsteller hat aufgezeigt, dass die Löschwasserversorgung am gewählten Standort gewährleistet und auch im Erdbebenfall sichergestellt werden kann.

Auf die Gefährdung durch Brände, die auch als Folge von externen Ereignissen auftreten können, geht der Gesuchsteller ausführlich ein und kann aufzeigen, dass am gewählten Standort die geforderte Sicherheit mit geeigneten Massnahmen erreicht werden kann.

Mit der Werksfeuerwehr und den diversen Feuerwehren in der näheren Umgebung des Standorts, welche bei Bedarf zugezogen werden können, stehen im Anforderungsfall genügend Einsatzkräfte zur Verfügung.

Das ENSI bewertet die Angaben des Gesuchstellers zum Brandschutz und zu den Möglichkeiten der Löschwasserversorgung als für das Rahmenbewilligungsgesuch ausreichend. Das konkrete Brandschutzkonzept des KKN ist Gegenstand des Baubewilligungsverfahrens.

## 4.2 Standortspezifisches Gefährdungspotenzial

In Kapitel 4.2 werden folgende standortspezifische Gefährdungen, die sich durch externe Ereignisse ergeben können, behandelt:

- Gefährdungen, für die gemäss UVEK-Verordnung [15] oder Richtlinie ENSI-A05 [23] eine probabilistische Gefährdungsanalyse im Rahmen einer Baubewilligung<sup>6</sup> durchzuführen ist und für die im Rahmenbewilligungsgesuch schon Angaben vorliegen. Konkret sind dies die Gefährdungen durch Erdbeben (Kapitel 4.2.2), externe Überflutung (Kapitel 4.2.3), Flugzeugabsturz (Kapitel 4.2.4) sowie durch extreme Winde und Tornados (Kapitel 4.2.5). Unter einer probabilistischen Gefährdungsanalyse wird hier die Analyse zur Bestimmung der Gefährdungshäufigkeit verstanden.
- Weitere Gefährdungen, deren Gefährdungspotenzial im Sicherheitsbericht primär deterministisch bestimmt wird. Dies sind «Blitzschlag», «Explosion», «Externe Brände», «Verstopfung von Flusswasserfassungen» sowie «Vereisung von Komponenten». Diese Gefährdungen werden in Kapitel 4.2.6 behandelt.

Die Auswahl der vom Gesuchsteller betrachteten Gefährdungen wird vom ENSI in Kapitel 4.2.1 bewertet. Anschliessend werden in den Kapiteln 4.2.2 bis 4.2.6 die in den probabilistischen Gefährdungsanalysen verwendeten Methoden und Resultate beurteilt. Dabei wird insbesondere bewertet, ob die Ergebnisse der vorliegenden Analysen die Machbarkeit einer Auslegung des KKN gegen diese Gefährdungen in Frage stellen. In Kapitel 4.3 werden die Ergebnisse der Überprüfung durch das ENSI zusammengefasst.

### 4.2.1 Auswahl der Ereignisse und Gefährdungen

#### Angaben des Gesuchstellers

Ausgehend von den diesbezüglichen Bestimmungen im schweizerischen Regelwerk für Kernanlagen in [23] präsentiert der Gesuchsteller im Sicherheitsbericht Kapitel 3.1 eine Liste von externen Ereignissen, welche zu einem Störfall mit Ursprung ausserhalb der Anlage führen können. Diese Liste enthält hauptsächlich industriell/verkehrstechnisch, meteorologisch, hydrologisch oder seismisch bedingte Gefährdungen und deren Auswirkungen. Ferner sind darin auch fünf Gefährdungen enthalten, welche jeweils aus einer Kombination potenziell kausal zusammenhängender Ereignisse bestehen. Die im Sicherheitsbericht in Kapitel 3.1 dargelegten Ereignisse werden in den folgenden Kapiteln 3.3 bis 3.6 vom Gesuchsteller analysiert. In Kapitel 3.8.7 werden die Ereigniskombinationen bewertet.

Für die folgenden Gefährdungen wird eine Analyse zur Gefährdungshäufigkeit durchgeführt:

- Erdbeben
- Überflutung

<sup>6</sup> Eine probabilistische Gefährdungsanalyse ist gemäss Art. 24 KEV in Verbindung mit Art. 8 KEV erst im Rahmen des Baubewilligungsverfahrens durchzuführen. Für einige Gefährdungen hat der Gesuchsteller bereits Analysen zur Gefährdungshäufigkeit durchgeführt, die er im Rahmen der späteren Bewilligungsverfahren aktualisieren und vervollständigen will.

- Flugzeugabsturz
- extreme Winde und Tornados
- Niederschlagsintensität
- Blitzschlag
- Schneehöhe
- minimale Flusswasserführung
- minimale und maximale Wassertemperaturen
- Verlust der Nebenkühlwasserfassungen

Im Sicherheitsbericht wird zu jeder oben aufgeführten Gefährdung festgehalten, dass sie bei der Auslegung der Anlage berücksichtigt wird.

### **Beurteilungsgrundlagen**

Grundlage für die Prüfung der Auswahl der hier betrachteten Gefährdungen ist die Kernenergieverordnung (KEV). In Art. 8 Abs. 3 KEV werden die externen Störfälle genannt, gegen die Schutzmassnahmen zu treffen sind. In Art. 5 der Verordnung des UVEK über die Gefährdungsannahmen und die Bewertung des Schutzes gegen Störfälle in Kernanlagen [15] sowie in Kapitel 4.6 der Richtlinie ENSI-A05 [23] werden die zu analysierenden Gefährdungen bezüglich Art und Umfang noch präzisiert. Weiter enthalten die IAEA Safety Requirements No. NS-R-3 «Site Evaluation for Nuclear Installations» [36] Anforderungen an die Auswahl und Analyse externer Ereignisse.

### **Beurteilung des ENSI**

Das ENSI erachtet die vom Gesuchsteller in Kapitel 3.1 des Sicherheitsberichts dargelegte Auswahl an betrachteten Ereignissen für die Ermittlung der standortspezifischen Gefährdung als vollständig. Das vom Gesuchsteller durchgeführte Auswahlverfahren ist geeignet, um aus den betrachteten Ereignissen die standortrelevanten Gefährdungen zu ermitteln. Die Bestimmungen des schweizerischen Regelwerks für Kernanlagen und die weiteren einschlägigen Grundlagen für diese Auswahl werden vom Gesuchsteller berücksichtigt. Die diesbezüglichen Anforderungen an das Rahmenbewilligungsgesuch sind damit erfüllt.

Der Gesuchsteller hat in Kapitel 3.1.2.1 des Sicherheitsberichts auch die Ereigniskombinationen «Ausserordentlich raue Winterbedingungen» und «Ausgeprägt harte Sommerbedingungen» aufgeführt. Bezüglich der rauen Winterbedingungen stellt er fest, dass niedrige Temperaturen schliesslich zu Vereisung führen; diese Gefährdung wird in Kapitel 4.2.6.5 des Gutachtens näher betrachtet. Die Auswirkungen der Kombination von ausgeprägt harten Sommerbedingungen mit hohen Temperaturen, Trockenheit und niedrigen Wasserspiegeln hat der Gesuchsteller nicht weiter analysiert. Potenzielle Folgeereignisse dieser Kombination wie Waldbrand oder Verlust von Flusswasserfassungen aufgrund niedriger Wasserspiegel wurden jedoch von der KKN AG behandelt. Das ENSI stellt insgesamt fest, dass der Gesuchsteller die potenziellen Gefährdungen des KKN durch externe Ereignisse in ausreichendem Mass berücksichtigt hat.

## 4.2.2 Erdbeben

### Angaben des Gesuchstellers

Im Sicherheitsbericht hat der Gesuchsteller die standortspezifische Gefährdung durch Erdbeben im Kapitel 3.6 «Geologie, Seismik und Baugrund» dargelegt.

Bei der Beurteilung der Gefährdung durch Bodenerschütterungen am Standort KKN orientiert sich der Gesuchsteller an den Resultaten des Projekts PEGASOS («Probabilistische Erdbebengefährdungsanalyse für die KKW-Standorte in der Schweiz», [51]). Diese probabilistische Analyse wurde in den Jahren 2001–2004 nach neusten Methoden [108] durchgeführt. Unter Beteiligung von 21 international anerkannten Fachexperten aus 7 europäischen Ländern und Firmen aus Europa und den USA wurden in der Studie die Unsicherheiten systematisch und umfassend dokumentiert und die weltweit neusten Erkenntnisse aus der Erdbebenforschung mit einbezogen. Den üblichen Hauptschritten einer probabilistischen Erdbebengefährdungsanalyse entsprechend wurde das Projekt in vier Teilprojekte gegliedert:

- **Seismische Quellenmodelle:** In diesem Teilprojekt erarbeiteten vier Expertengruppen individuelle Modelle zur Beschreibung der Erdbebenquellen in einem Umkreis von bis zu 300 km um die Kernkraftwerksstandorte. Dazu verwendeten sie den Erdbebenkatalog des Schweizerischen Erdbebendienstes SED und weitere seismotektonische und geophysikalische Grundlagen. Die Expertengruppen modellierten die seismischen Quellen fast ausschliesslich als Flächenquellen. Jede Flächenquelle stellt ein Gebiet mit homogenen seismischen Eigenschaften bzw. mit diffuser Verteilung der Epizentren dar. Lediglich eine Expertengruppe nahm als gering gewichtete Variante zusätzlich zwei diskrete Störungszonen, die Fribourg-Störungslinie und die Reinacher Störung, in das seismische Quellenmodell auf.
- **Abminderungsmodelle:** Für Referenzfelsbedingungen, wie sie in einer tiefer gelegenen Bodenschicht gelten, entwickelten mehrere Experten eigene Abminderungsmodelle. Diese beschreiben, wie die Bodenerschütterungen als Funktion der Magnitude und der Frequenz mit zunehmender Entfernung vom Erdbebenherd abnehmen. Unter der Bodenerschütterung wird dabei die Bodenbeschleunigung verstanden. Die Arbeiten umfassten die Evaluation, Auswahl, Neukomposition und Gewichtung von publizierten empirischen Abminderungsbeziehungen in unterschiedlichen Magnituden- und Entfernungsbereichen. Aufgrund des Mangels an Starkbebedaten in der Schweiz konnte die Abminderung im oberen Magnitudenbereich nur mit erheblicher Ungewissheit beschrieben werden. Dementsprechend lieferte dieses zweite Teilprojekt den grössten Anteil an der Gesamtunsicherheit der seismischen Gefährdungsergebnisse.
- **Standorteinflüsse:** Weitere Experten entwickelten Modelle zur Beschreibung der Verstärkung der Erdbebenwellen in den standortspezifischen oberflächennahen Schichten zwischen der Referenzfelstiefe und der Terrainoberfläche bzw. der Fundationskote der Bauwerke. Diese Verstärkung ist frequenzabhängig und hängt stark vom Scherwellen-Geschwindigkeitsprofil in den oberflächennahen Bodenschichten ab.

- **Gefährdungsberechnung:** Die in den erwähnten Teilprojekten entwickelten Modelle wurden im vierten Teilprojekt zu einem Gesamtmodell zusammengefügt. Das Gesamtmodell wurde numerisch ausgewertet, und die resultierenden Gefährdungsergebnisse wurden inklusive der zugehörigen Unsicherheiten grafisch aufbereitet.

Basierend auf erdwissenschaftlichen Untersuchungen geht der Gesuchsteller davon aus, dass die benachbarten Standorte KKG und KKN bezüglich der Erdbebengefährdung nahezu identisch sind. Nach seiner Einschätzung sind die aus der PEGASOS-Studie für KKG vorliegenden Resultate bis zur Vorbereitung des Baubewilligungsgesuchs auf den Standort KKN übertragbar. Die im Rahmenbewilligungsgesuch diskutierten PEGASOS-Resultate umfassen Gefährdungskurven und Gefährdungsspektren sowie Aufschlüsselungen der Gefährdungsbeiträge nach Entfernung und Magnitude.

Die Gefährdungskurven stellen für Werte der Bodenbeschleunigung ihre Überschreitungshäufigkeit dar, wobei die Unsicherheitsverteilung der Überschreitungshäufigkeit durch die Mittelwert- und die Perzentilkurven sichtbar gemacht wird. Den im Sicherheitsbericht wiedergegebenen Gefährdungskurven entnimmt der Gesuchsteller beispielsweise, dass an der Terrainoberfläche am Standort KKG einem Wert der Horizontalbeschleunigung («peak ground acceleration», PGA) von 0,33g ein Medianwert (50-%-Fraktile) der Überschreitungshäufigkeit von  $10^{-4}$  pro Jahr zugeordnet ist.

An PEGASOS anknüpfend soll in dem zurzeit laufenden «PEGASOS Refinement Project» (PRP) versucht werden, die Unsicherheiten in den vorliegenden Erdbebengefährdungsergebnissen zu reduzieren. Ferner soll im PRP die Erdbebengefährdung auch spezifisch für den Standort KKN berechnet werden. Arbeitsschwerpunkte des PRP sind die Entwicklung von neuen, für die Schweiz optimierten Abminderungsmodellen und die Neuberechnung der Standorteinflüsse unter Einbezug der Erkenntnisse aus den jüngsten Baugrunduntersuchungen der Jahre 2008 und 2009. Weitere PRP-Arbeiten umfassen die Überarbeitung des Erdbebenkatalogs des Schweizerischen Erdbebendienstes sowie der Ausbau der «extended source simulations» (ESS), anhand welcher die Bruchvorgänge bei standortnahen Erdbeben mit einer alternativen, numerischen Modellierung genauer untersucht werden.

Der Gesuchsteller beabsichtigt, die Bemessungsspektren im Rahmen des Bauprojekts auf Basis der dann vorliegenden Ergebnisse aus den Projekten PEGASOS und PRP gemäss den schweizerischen Richtlinien festzulegen. Aufgrund der bisherigen Erkenntnisse geht er davon aus, dass das Bemessungsspektrum für das Sicherheitserdbeben («Safe Shutdown Earthquake», SSE) innerhalb des Streubands der für den Standort KKG vorliegenden PEGASOS-Ergebnisse liegen wird. Insgesamt kommt er zum Schluss, dass die Erdbebengefährdung an den Standorten KKG und KKN als gut bekannt und gering einzustufen ist.

### **Beurteilungsgrundlagen**

Eine probabilistische Gefährdungsanalyse ist gemäss Art. 24 KEV in Verbindung mit Art. 8 KEV erst im Rahmen des Baubewilligungsverfahrens durchzuführen. Die vom Gesuchsteller bereits durchgeführten probabilistischen Analysen zur seismischen Gefährdung werden hier sinngemäss beurteilt.

Die Anforderungen an die Erdbebensicherheit der Kernanlagen sind in Art. 8 KEV und in der Verordnung des UVEK über die Gefährdungsannahmen und die Bewertung des Schutzes gegen Störfälle in Kernanlagen [15] verankert.

Für die Bestimmung der standortspezifischen Gefährdung durch seismische Bodenerschütterung hat das ENSI gefordert, dass die Methode des «Senior Seismic Hazard Analysis Committee» (SSHAC) [108], entsprechend dem dort definierten Level 4, angewendet wird. Diese Forderung wurde in die Richtlinie ENSI-A05 «Probabilistische Sicherheitsanalyse (PSA): Qualität und Umfang» [23] aufgenommen.

Weitere Beurteilungsgrundlagen sind die IAEA Safety Requirements No. NS-R-3 «Site Evaluation for Nuclear Installations» [36], der IAEA Safety Guide No. NS-G-3.3 «Evaluation of Seismic Hazards for Nuclear Power Plants» [39] sowie der Entwurf des IAEA Safety Guides «Evaluation of Seismic Hazards for Nuclear Installations» [44], welcher voraussichtlich im Jahr 2010 als Safety Guide No. NS G 3.7 in Kraft gesetzt und den Safety Guide No. NS-G-3.3 ersetzen wird.

### **Beurteilung des ENSI**

Das ENSI beurteilt die Vorgehensweise des Gesuchstellers, das hinsichtlich der Anlagenauslegung relevante seismische Gefährdungspotenzial in erster Linie durch die am Standort KKN infolge Erdbeben ausgelöste Bodenerschütterung darzustellen, als korrekt. Erdbeben können Auswirkungen wie Bodensetzung, Erdrutsch oder Zerstörung nahe gelegener Anlagen zur Folge haben. Diese Folgeauswirkungen können auch unabhängig von Erdbeben auftreten und werden in dem vorliegenden Gutachten in den entsprechenden Kapiteln behandelt.

Aus Sicht des ENSI stützt sich der Gesuchsteller mit den Ergebnissen aus dem Projekt PEGASOS [51] auf die aktuell massgebende Grundlage, um die Eignung des Standorts KKN in Bezug auf die Gefährdung durch die seismische Bodenerschütterung zu beurteilen. Das ENSI schliesst sich dem Standpunkt des Gesuchstellers an, wonach die für KKG vorliegenden Gefährdungsergebnisse aufgrund der Nähe und der Ähnlichkeit der Standorte KKG und KKN näherungsweise auf KKN übertragbar sind. Ferner anerkennt das ENSI, dass die PEGASOS-Studie methodisch höchste Anforderungen erfüllt und weltweit zu den umfassendsten probabilistischen Erdbebengefährdungsanalysen gehört.

Das der PEGASOS-Studie zugrunde liegende SSHAC-Level-4-Verfahren stellt sicher, dass die aktuellsten Daten und die relevanten seismischen, tektonischen, seismotektonischen und geodynamischen Modelle und Vorstellungen ihrem Stellenwert in der Fachwelt entsprechend in die Gefährdungsberechnung eingeflossen sind. Bezüglich Datengrundlage und Methodik sind damit auch die Anforderungen [36] und Empfehlungen [39], [44] der IAEA für die Ermittlung der Erschütterungsgefährdung erfüllt. Das ENSI überprüfte das Projekt PEGASOS von Beginn an mit einem eigenen Review-Team und akzeptierte die im Projekt berechneten Gefährdungsergebnisse nach abschliessender Prüfung [83].

Im Baubewilligungsverfahren wird der Gesuchsteller als Grundlage für die Auslegung der Gebäude und Anlagenteile Erdbebengefährdungsergebnisse zu verwenden haben, die standortspe-

zifisch für KKN mit einem Verfahren bestimmt werden, welches konform mit der SSHAC-Level-4-Methode ist und von Beginn an die Überprüfung durch das ENSI mit einbezieht. Gefährdungsergebnisse, welche diese Anforderungen erfüllen, sollen in dem gegenwärtig laufenden Projekt PRP erarbeitet werden. Das ENSI erklärt sich mit der Absicht des Gesuchstellers einverstanden, die Anlage KKN auf die Resultate aus diesem Projekt auszulegen.

Das im KKN-Sicherheitsbericht für das KKG dargestellte Gefährdungsniveau liegt in einem Bereich, für den das ENSI die seismische Bemessung und Konstruktion der sicherheitsrelevanten Gebäude und Ausrüstungen als machbar erachtet. Bei einer Überschreitungshäufigkeit von  $10^{-4}$  pro Jahr liegt die Horizontalkomponente der PGA an der Terrainoberfläche im Bereich von 0,22g bis 0,59g. Für diese PGA-Werte ist die Überschreitungshäufigkeit mit 16 % bzw. 84 % Vertrauen kleiner als  $10^{-4}$  pro Jahr. Bei einer PGA von 0,46g liegt der Mittelwert der Überschreitungshäufigkeit bei  $10^{-4}$  pro Jahr. Unter Berücksichtigung der Tatsache, dass die für KKN noch spezifisch durchzuführenden Gefährdungsanalysen im Vergleich zu den PEGASOS-Resultaten zu moderat unterschiedlichen Ergebnissen führen können, kann aus Sicht des ENSI für ein Kernkraftwerk am Standort KKN der ausreichende Störfallschutz gegen seismische Bodenerschütterung durch entsprechende Anlagenauslegung nachgewiesen werden. Eine Anlagenauslegung gegen ggf. erhöhte Bodenerschütterungen, wie dies z.B. in Japan erforderlich ist, ist möglich und entspricht dem Stand der Technik.

Im Hinblick auf die von der KKN AG noch durchzuführenden Analysen bezüglich der Erdbebengefährdung des KKN formuliert das ENSI den folgenden Auflagenvorschlag:

Auflage 3:

*Als Grundlage für die Auslegung der Gebäude und Anlageteile im Bauprojekt hat die KKN AG Erdbebengefährdungsergebnisse zu verwenden, die standortspezifisch für das KKN mit einem Verfahren bestimmt werden, welches konform mit der SSHAC-Level-4-Methode ist und von Beginn an die Überprüfung durch das ENSI mit einbezieht.*

### 4.2.3 Externe Überflutung

#### Angaben des Gesuchstellers

Der Gesuchsteller legt in Kapitel 3.5 «Hydrologie» des Sicherheitsberichts die standortspezifische Gefährdung durch externe Überflutung aufgrund natürlich bedingter Hochwasser sowie aufgrund des Versagens wasserbaulicher Einrichtungen dar.

Die Bestimmung der Gefährdung durch natürlich bedingte Hochwasser stützt sich auf zwei voneinander unabhängige Methoden. Die probabilistische Methode beruht auf einer Abschätzung des so genannten 10 000-jährlichen Hochwassers. Dieses ist definiert als ein Hochwasser, dessen Durchfluss mit einer Häufigkeit von  $10^{-4}$  pro Jahr erreicht oder überschritten wird. Die deterministische Methode dient der Ermittlung des «mutmasslich grössten Hochwassers» (Probable Maximum Flood = PMF). Hierfür werden Auslöseereignisse ohne bestimmte, begrenzende Eintrittshäufigkeiten postuliert.

Die probabilistische Abschätzung des 10 000-jährlichen Hochwassers beruht auf einer statistischen Auswertung von Durchflussdaten der Messstation Aare-Murgenthal des Bundesamts für Umwelt BAFU. Der Durchfluss beim Standort KKN wird aus diesen Messwerten berechnet, indem die Werte mit dem Verhältnis der Grösse des Aare-Einzugsgebiets bis zum Standort KKN zur Grösse des Einzugsgebiets bis zur Messstation Murgenthal multipliziert werden.

Jährliche Durchflussmaxima über 900 m<sup>3</sup>/s werden an der Messstation Aare-Murgenthal seit 1972 signifikant häufiger erreicht als vorher. Dies führt der Gesuchsteller auf die zweite Juragewässerkorrektur und das damit zusammenhängende neue Wehrrglement beim Wehr Port sowie auf den Ausbau der Aare bei Solothurn und des Mündungsbereichs der Emme zurück. Daher wird die statistische Auswertung auf die Messwerte der Periode 1972–2007 begrenzt. Für das 10 000-jährliche Hochwasser ergibt sich ein Wert von 1700 m<sup>3</sup>/s am Standort KKN. Der Gesuchsteller gibt grafisch den Zusammenhang zwischen Durchfluss und Überschreitungshäufigkeit sowie das so genannte Konfidenzintervall, ein Mass für die Unsicherheit der Ergebnisse, an. Aus dieser Grafik können die Durchflüsse von Hochwassern verschiedener Jährlichkeiten abgelesen werden (siehe Abbildung 3.5-4 im KKN-Sicherheitsbericht).

Als deterministische Methode zur Bestimmung der Gefährdung des Standorts KKN durch natürlich bedingte Hochwasser wird die Ermittlung des PMF herangezogen. Hierfür wird der Hochwasserabfluss der Aare bei Murgenthal in die Beiträge der Emme, des Abflusses des Bielersees beim Wehr Port und des Zwischeneinzugsgebiets zwischen Wehr Port und Murgenthal aufgeteilt. Diese drei Gebiete werden getrennt betrachtet. Für die Emme wird das PMF basierend auf dem PMP (Probable Maximum Precipitation = mutmasslich grösster Niederschlag) bestimmt. Für die Berechnung wird das Hochwasser von 2005 mit einem Durchfluss von 583 m<sup>3</sup>/s herangezogen, da hierfür detaillierte Niederschlagskarten zur Verfügung stehen. PMP-Karten, die im Auftrag des Bundesamtes für Energie für die ganze Schweiz bestimmt wurden, zeigen 1,4- bis 1,5-mal höhere Niederschlagswerte im betrachteten Einzugsgebiet als bei dem Ereignis von 2005. Durch entsprechende Skalierung wird ein PMF für die Emme am Pegel Wiler von rund 1 000 m<sup>3</sup>/s ermittelt. Diesem wird ein Abfluss des Bielersees von 650 m<sup>3</sup>/s überlagert, da nach Aussagen des Gesuchstellers bei Hochwasserführung der Emme nach geltendem Wehrrglement der Abfluss beim Wehr Port (Abfluss des Bielersees) wesentlich unter diesen Wert gedrosselt werden muss. Für das Aare-Einzugsgebiet zwischen dem Bielersee und der Mündung der Emme geht der Gesuchsteller davon aus, dass gleichzeitig zum PMF der Emme nicht mehr als das zum Zwischeneinzugsgebiet gehörende 1 000-jährliche Hochwasser auftreten wird. Daher wird der entsprechende Durchfluss (300 m<sup>3</sup>/s) zum PMF der Emme und dem angenommenen Abfluss des Bielersees hinzugerechnet, um das PMF in Murgenthal (Mündung der Emme in die Aare) zu bestimmen. Zusammen ergibt sich für das PMF in Murgenthal ein Durchfluss von 1 950 m<sup>3</sup>/s. Dieser Wert, multipliziert mit dem Verhältnis der Grösse des Aare-Einzugsgebiets bis zum Standort KKN zur Grösse des Einzugsgebiets bis zur Messstation Murgenthal, ergibt den zum PMF am Standort KKN gehörenden Durchfluss von 2 100 m<sup>3</sup>/s.

Das Versagen wasserbaulicher Einrichtungen behandelt der Gesuchsteller, indem er sich auf Berechnungen des damaligen Bundesamts für Wasser und Geologie abstützt. Für das Szenario, dass die Staumauern Hongrin, Montsalvens, Rossens, Schiffenen und Wohlensee alle in ungünstiger Kombination brechen, ist demnach mit einem maximalen Wasserstand von 381,50 m ü. M.

zu rechnen. Die kritische Stelle, an der die Aare bei Hochwasser als Erstes über die Ufer tritt und von dort aus das Areal des KKN überflutet, weist demgegenüber eine Höhe von 382,00 m ü. M. auf. Der Gesuchsteller zieht aus dem Vergleich den Schluss, dass ein Versagen von wasserbaulichen Einrichtungen nicht zu einer Überflutung des KKN-Areals führt.

Für die Simulation der Auswirkung von natürlich bedingten Hochwassern wurden zwei Modelle entwickelt, ein zweidimensionales für die Überflutungsberechnungen und ein eindimensionales, um den Einfluss von Geschiebefracht zu quantifizieren. Details zu den beiden Modellen beschreibt der Gesuchsteller im Fachbericht «Hydrologische Verhältnisse am Standort des Kernkraftwerks im Niederamt» [85]. Das Hauptareal des KKN wird dabei als nicht überflutbare Insel simuliert.

Zur Bestimmung des massgebenden Hochwassers berechnet der Gesuchsteller die maximalen Wasserstände an der oben genannten kritischen Stelle für das 10000-jährliche Hochwasser alleine und zusätzlich mit Bruch des Wehrs Winznau. Im zweiten Fall wird angenommen, dass das leistungsfähigste Wehrfeld vor dem Wehrbruch geschlossen ist. Die Ergebnisse weisen nur sehr kleine Unterschiede auf (382,65 m ü. M. gegenüber 382,70 m ü. M.). Daher legt der Gesuchsteller das 10000-jährliche Hochwasser als massgebendes Hochwasserereignis fest.

Der Gesuchsteller bestimmt neben dem maximalen Wasserstand an der kritischen Stelle auch die minimale Aufschüttungskote, die notwendig ist, damit bei Hochwasserereignissen das Hauptareal des KKN nicht überflutet wird. Die grafische Darstellung der Überflutungssituation bei einem 10000-jährlichen Hochwasser zeigt, dass die Aare an der kritischen Stelle über die Ufer tritt und von dort aus grosse Bereiche überschwemmt, bevor das Hochwasser das KKN erreicht. Die mindestens erforderliche Aufschüttungskote am Standort (382,25 m ü. M. für das 10000-jährliche Hochwasser) liegt deshalb unterhalb des zugehörigen maximalen Wasserstands an der kritischen Stelle (382,65 m ü. M. für das 10000-jährliche Hochwasser).

Im Rahmen einer Sensitivitätsanalyse zum massgebenden Hochwasser wird sowohl der maximale Wasserstand an der kritischen Stelle als auch die mindestens erforderliche Aufschüttungskote

- für 90 % und 110 % des Durchflusses des 10000-jährlichen Hochwassers,
- für das PMF,
- für das 10000-jährliche Hochwasser mit 50 %iger und 100 %iger Verklauung der Brücke unterhalb des Hauptareals,
- für das 10000-jährliche Hochwasser mit drei verschiedenen Dammbreschen,
- für das 10000-jährliche Hochwasser mit dem Bruch des Wehrs Winznau unter der Vorbedingung, dass zwei bzw. alle Wehrfelder vor dem Bruch geschlossen waren, und
- für das 10000-jährliche Hochwasser mit beweglicher Flusssohle mit und ohne Geschiebeeintrag (dies mit eindimensionalem Modell)

berechnet. Entsprechende Grafiken, die das Ausmass der Überschwemmungen für die Umgebung des KKN für die verschiedenen Szenarien verdeutlichen, sind im Bericht «Hydrologische Verhältnisse am Standort des Kernkraftwerks im Niederamt» [85] dokumentiert.

Die höchste benötigte Mindestkote von 382,45 m ü. M. wird bei einem 10 000-jährlichen Hochwasser mit vollständiger Verklausung der Brücke unterhalb des Hauptareals erreicht, da in diesem Fall das Gebiet um das Hauptareal nicht nur aus Westen über die kritische Stelle, sondern auch aufgrund des Rückstaus an der Brücke aus Norden überschwemmt wird. Ohne Verklausung der Brücke betrüge die benötigte Mindestkote 382,25 m ü. M.

Die Simulation mit beweglicher Flusssohle zeigt, dass sich die Wasserspiegellage kaum verändert im Vergleich zum Szenario mit fester Sohle. Die zusätzlich bestimmten Sohlenschubspannungen weisen im Falle des 10 000-jährlichen Hochwassers darauf hin, dass eine Uferpartie im Bereich des KKN erosionsgefährdet ist. Der Gesuchsteller geht davon aus, dass das Ufer mit baulichen Massnahmen geschützt werden kann, um die Ufererosionsgefahr zu minimieren.

Der Gesuchsteller weist darauf hin, dass zukünftig eine klimabedingte Zunahme von Extremniederschlägen zu erwarten ist, die derzeit aber nicht quantifiziert werden kann. Der Einfluss einer solchen Zunahme wird aber im Rahmen der Betrachtung der zweiten Szenariogruppe durch Berücksichtigung eines gegenüber dem 10 000-jährlichen Hochwasser um 10 % erhöhten Durchflusses aufgezeigt. Die dann erforderliche Mindestkote liegt um 5 cm über derjenigen des 10 000-jährlichen Hochwassers.

Der Gesuchsteller kommt zusammenfassend zum Schluss, dass die Hochwassersicherheit am Standort KKN im Baubewilligungsverfahren realisiert werden kann. Die effektive Aufschüttungskote und der Umfang des aufzuschüttenden Areals sollen im Baubewilligungsverfahren festgelegt werden.

### **Beurteilungsgrundlagen**

Eine probabilistische Gefährdungsanalyse ist gemäss Art. 24 KEV in Verbindung mit Art. 8 KEV erst im Rahmen des Baubewilligungsverfahrens durchzuführen. Die hierzu bereits vorliegenden Unterlagen des Gesuchstellers werden sinngemäss beurteilt.

Die Anforderungen an den Schutz von Kernanlagen gegen externe Überflutungen sind in Art. 8 KEV und in der Verordnung des UVEK über die Gefährdungsannahmen und die Bewertung des Schutzes gegen Störfälle in Kernanlagen [15] verankert.

Für die Bestimmung der standortspezifischen Gefährdung durch externe Überflutungen sind Anforderungen in der Richtlinie ENSI-A05 «Probabilistische Sicherheitsanalyse (PSA): Qualität und Umfang» [23] vorgegeben.

Weitere Beurteilungsgrundlagen sind die IAEA Safety Requirements No. NS-R-3 «Site Evaluation for Nuclear Installations» [36] und der IAEA Safety Guide No. NS-G-3.5 «Flood Hazard for Nuclear Power Plants on Coastal and River Sites» [41].

### **Beurteilung des ENSI**

Die Auswahl der vom Gesuchsteller betrachteten Überflutungsursachen

- ungünstige Kombination des Bruchs der Staumauern Hongrin, Montsalvens, Rossens, Schiffenen und Wohlensee,

- 10 000-jährliches Hochwasser, kombiniert mit dem Bruch des Wehrs Winznau unter verschiedenen Bedingungen, mit Damnbrüchen, mit Verklauung der unterhalb des Hauptareals gelegenen Brücke bzw. mit beweglicher Flusssohle und
- PMF sowie 110 % des Durchflusses des 10 000-jährlichen Hochwassers (zur Abschätzung des Einflusses von Klimaänderungen)

deckt mit den zugrunde gelegten Annahmen das Spektrum der massgeblichen Gefährdungsursachen und ihrer relevanten Kombinationen ab. Die erhobenen Daten stellen eine geeignete Basis für die Untersuchung der natürlichen und der zivilisatorisch bedingten Hochwassergefährdung dar.

Die Beschränkung auf Pegelmessdaten ab 1972 für die Extrapolation auf die Durchflüsse eines 10 000-jährlichen Hochwassers ist begründet und sinnvoll. Die gewählte Art der statistischen Auswertung der Daten ist geeignet, sowohl den Mittelwert als auch die Unsicherheiten bei der Berechnung des 10 000-jährlichen Hochwassers zu quantifizieren. Der angegebene Wert von 1 700 m<sup>3</sup>/s ist plausibel.

Die Annahmen, unter denen das PMF abgeleitet wurde, sind sinnvoll gewählt. Die Berechnung basiert auf den massgeblichen, aktuellen PMP-Daten für die Schweiz. Der abgeleitete PMF-Wert von 2 100 m<sup>3</sup>/s ist nachvollziehbar.

Der Ansatz, die statistische Auswertung von Pegelmessdaten mit der Berechnung des PMF über PMP-Karten zu ergänzen, erfüllt insbesondere die Anforderungen der IAEA Safety Requirements No. NS-R-3 «Site Evaluation for Nuclear Installations» [36].

Das von der KKN AG entwickelte Überflutungsmodell erlaubt eine belastbare Bestimmung des zu erwartenden Wasserstands sowie der Strömungsbedingungen für die verschiedenen betrachteten Überflutungsursachen. Die Modellierung des Hauptareals des KKN als nicht überflutbare Insel spiegelt die vorgesehenen Hochwasserschutzmassnahmen wider. Die Ergebnisse der Simulationen erfassen daher mögliche Auswirkungen dieser Schutzmassnahmen.

Der Gesuchsteller berechnet in einem ersten Schritt die bei unterschiedlichen Szenarien zu erwartenden Wasserstände an der kritischen Stelle, von der aus die Aare gegebenenfalls über die Ufer tritt und weite Uferbereiche überschwemmt. Dies erlaubt eine Aussage darüber, welche Szenarien zu einer Überflutung führen können. In einem zweiten Schritt bestimmt der Gesuchsteller für die überflutungsrelevanten Szenarien die Aufschüttungskoten, die jeweils mindestens erforderlich sind, um das Hauptareal des KKN vor den Auswirkungen des Hochwassers zu schützen. Diese Mindestkoten sind die für die Auslegung des KKN gegen Überflutung relevanten Werte. Die deutlichen Abweichungen zwischen dem Wasserstand an der kritischen Stelle und der mindestens benötigten Aufschüttungskote zeigen, dass von der kritischen Stelle aus erst grosse Bereiche überschwemmt werden, bevor die Wassermassen das KKN erreichen. Die vom Gesuchsteller angegebenen verschiedenen Koten sind daher plausibel.

Die geringen Unterschiede der erforderlichen Mindestkote des Hauptareals zwischen dem Fall des 10 000-jährlichen Hochwassers ohne verschärfende Randbedingungen (382,25 m ü. M.) und

dem PMF als mutmasslich grösstes Hochwasser (382,40 m ü. M.) sowie dem 10 000-jährlichen Hochwasser mit 100 %iger Brückenverklausung als Szenario mit den grössten Auswirkungen (382,45 m ü. M. als Mindestkote) stellt die geringe hydrologische Sensitivität des Standorts unter Beweis.

Die Berechnungen des Gesuchstellers zum Einfluss einer beweglichen Flusssohle sowie die Abschätzung des Einflusses einer klimabedingten Zunahme von Extremniederschlägen sind angemessen, um die Sensitivität des Standorts bezüglich dieser Phänomene zu überprüfen. Die Ergebnisse stellen die Eignung des Standorts nicht in Frage.

Die im Sicherheitsbericht angegebene geplante Aufschüttung eines Teils des KKN-Areals ist gemäss Safety Guide No. NS-G-3.5 «Flood Hazard for Nuclear Power Plants on Coastal and River Sites» [41] eine geeignete Hochwasserschutzmassnahme. Sie entspricht dem Konzept des «trockenen Standorts». Die vorgelegten Untersuchungen zeigen insbesondere, dass die Erhöhung eines Teils des KKN-Areals keine die Situation verschärfenden Auswirkungen auf das nahe gelegene KKG hat. Die Festlegung der konkreten Aufschüttungshöhe und des Umfangs des aufzuschüttenden Areals erfolgt im Rahmen des Baubewilligungsverfahrens.

Zusammenfassend ergibt sich aus der Beurteilung des ENSI, dass der Standort des KKN unter hydrologischen Gesichtspunkten geeignet ist.

#### 4.2.4 Flugzeugabsturz

##### Angaben des Gesuchstellers

Der vom Gesuchsteller eingereichte Sicherheitsbericht umfasst eine Standortbeschreibung hinsichtlich der im Umkreis von 50 km befindlichen Flughäfen und -plätze (Kap. 3.3.1.4) sowie eine Analyse der Gefährdung durch unfallbedingte Abstürze von Verkehrsflugzeugen (über 5,7 t), Militärflugzeugen (Düsenjets) und Leichtflugzeugen (Kap. 3.3.2.4). Details zur Gefährdungsanalyse sind in einem separaten Bericht beschrieben [65]. In diesem Bericht werden das methodische Vorgehen mit Verweisen auf die Richtlinie ENSI-A05 [23] begründet und die einzelnen Analyseschritte dokumentiert.

Massgebend für die Gefährdung durch Verkehrsflugzeuge (über 5,7 t) sind der An- und Abflugverkehr der Flughäfen Zürich (Distanz 45 km) und Basel-Mülhausen (Distanz 42 km) sowie die Luftkorridore für Transitflüge im Umkreis von 100 km. Die für die Gefährdungsanalyse verwendeten Daten zum Flugverkehr (Anzahl der Flugbewegungen) und zu den Flughöhen basieren auf Statistiken der Flughafenbetreiber und Berechnungen der schweizerischen Flugsicherungsgesellschaft *skyguide*. Die zugrunde gelegten Absturzraten,  $7,8 \times 10^{-7}$  pro Flugbewegung im An- und Abflugverkehr und  $5,8 \times 10^{-10}$  pro Kilometer Transitflug, wurden der Richtlinie ENSI-A05 [23] entnommen. Insgesamt beträgt die aktuelle Anzahl der An- und Abflüge pro Jahr gemäss Gesuchsteller 260 000 beim Flughafen Zürich und 85 000 beim Flughafen Basel-Mülhausen. Aus einer Analyse der An- und Abflugrouten im Vergleich zur geografischen Lage des Standorts KKN wird abgeschätzt, dass 25 % dieser Flugbewegungen für die Gefährdung des Standorts in Betracht zu ziehen sind. Weiter werden etwa 480 000 Transitflüge pro Jahr, die sich auf 13 unterschiedliche Bereiche von Flughöhen («altitude belts») verteilen, zur Gefährdungser-

mittlung herangezogen. Die hieraus für den Standort KKN berechneten Häufigkeiten für Abstürze von Verkehrsflugzeugen (über 5,7 t) betragen  $1,19 \times 10^{-5}$  (aufgrund von An- und Abflügen) und  $1,2 \times 10^{-7}$  pro Jahr und  $\text{km}^2$  (aufgrund von Transitflügen). Die Werte erhöhen sich auf  $1,84 \times 10^{-5}$  (An- und Abflüge) und  $2,3 \times 10^{-7}$  (Transitflüge), wenn den Rechnungen der für das Jahr 2030 prognostizierte Flugverkehr zugrunde gelegt wird.

In der Standortbeschreibung hinsichtlich Militärflugzeugverkehr wird darauf verwiesen, dass für Militärflugzeuge ein Überflug- und Übungsverbot an Standorten von Kernkraftwerken besteht<sup>7</sup> und dass die beiden nächsten Militärflugplätze (Emmen und Dübendorf) etwas weiter als 50 km vom Standort KKN entfernt sind. Für die quantitative Analyse werden gemäss [23] Unfallstatistiken über Abstürze aus den letzten 20 Jahren (1989–2008) in der gesamten Schweiz herangezogen. Militärische Turbopropellerflugzeuge werden der Kategorie «Leichtflugzeuge» zugerechnet. Daher wurden nur die elf Abstürze von Düsenjets, welche 1989–2008 auftraten, gezählt. Die Gefährdung wird als gleich verteilt über die Fläche der Schweiz ( $41\,285 \text{ km}^2$ ) angenommen. Die derart für den Standort KKN berechnete Häufigkeit für Abstürze von Militärdüsenjets beträgt  $1,3 \times 10^{-5}$  pro Jahr und  $\text{km}^2$ .

In der Standortbeschreibung hinsichtlich Leichtflugzeugverkehr listet der Gesuchsteller 14 im 50-km-Radius-Umkreis des KKN-Standorts befindliche Flugplätze auf, zu denen auch Heliports gezählt werden. Die Basis der quantitativen Analyse bilden gemäss [23] Unfallstatistiken über Abstürze in den letzten fünf Jahren (2004–2008) in der gesamten Schweiz. In der ermittelten Anzahl von 47 Abstürzen sind Abstürze, die direkt auf dem Flugplatzgelände auftraten, nicht enthalten. Die unter Annahme einer über die Fläche der Schweiz gleich verteilten Gefährdung für den Standort KKN berechnete Häufigkeit für Leichtflugzeugabstürze beträgt  $2,3 \times 10^{-4}$  pro Jahr und  $\text{km}^2$ .

Der Gesuchsteller weist in Kapitel 3.3.2.4 des Sicherheitsberichts insbesondere darauf hin, dass das KKN unabhängig von den Absturzhäufigkeiten deterministisch gegen Flugzeugabsturz ausgelegt wird und dass die entsprechenden Anforderungen im Baubewilligungsverfahren festgelegt werden.

### **Beurteilungsgrundlagen**

Eine probabilistische Gefährdungsanalyse ist gemäss Art. 24 KEV in Verbindung mit Art. 8 KEV erst im Rahmen des Baubewilligungsverfahrens durchzuführen. Die hierzu bereits vorliegenden Unterlagen des Gesuchstellers werden sinngemäss beurteilt.

Die Anforderungen an den Schutz gegen Störfälle, die durch unfallbedingte Flugzeugabstürze ausgelöst werden, sind in Art. 8 KEV und in der Verordnung des UVEK über die Gefährdungsannahmen und die Bewertung des Schutzes gegen Störfälle in Kernanlagen [15] verankert.

Für die Bestimmung der standortspezifischen Gefährdung durch unfallbedingte Flugzeugabstürze sind Anforderungen in der Richtlinie ENSI-A05 «Probabilistische Sicherheitsanalyse (PSA): Qualität und Umfang» [23] vorgegeben.

---

<sup>7</sup> Die Referenz zu diesem Verbot wird vom Gesuchsteller nicht genannt. Nach Kenntnisstand des ENSI findet sich diese Regelung in Abschnitt 2.4.5 des Reglements «Operations Manual Swiss Air Force (OM A)», Regl. 56.002/2 e, der Schweizer Luftwaffe.

## Beurteilung des ENSI

Die Gefährdung des KKN durch unfallbedingte Flugzeugabstürze hat der Gesuchsteller in angemessener Weise beschrieben. Die zur Berechnung der Absturzhäufigkeiten angewendete Methodik entspricht dem Stand der Technik. Die Rechnungen selber sind nachvollziehbar. In einer stichprobenartigen Überprüfung dieser Rechnungen hat das ENSI jedoch folgende Ungenauigkeiten identifiziert:

- Die Verwendung einer Absturzrate von  $7,8 \times 10^{-7}$  pro Flugbewegung im An- und Abflugverkehr führt angesichts der Entfernung des Standorts von den Flughäfen Zürich und Basel-Mülhausen tendenziell zu einer Überschätzung der Gefährdung, weil etwa 50 % der zu dieser Rate beitragenden Unfälle beim Starten (Phase «Takeoff») oder Landen (Phase «Landing») selber auftraten.
- Dagegen führt die Zählung von nur 25 % des Flugaufkommens – vom Gesuchsteller hergeleitet aus der Verteilung der planmässigen Flugrichtungen des Flughafenverkehrs im Vergleich zur geografischen Lage des Standorts – eher zu einer Unterschätzung der Gefährdung. Denn Unfällen gehen in der Regel Störungen voraus, in deren Verlauf der Pilot die planmässige Flugrichtung ändert, um z.B. zwecks Notlandung den nächstgelegenen Flughafen zu erreichen.

Trotz dieser Ungenauigkeiten erachtet das ENSI die ermittelten Absturzhäufigkeiten als plausibel und aussagekräftig genug. Das ENSI erwartet, dass diese Detailspekte bei der Erstellung der PSA für ein allfälliges Baubewilligungsgesuch berücksichtigt werden.

Das vom Gesuchsteller dargelegte Vorgehen zur Auslegung der Anlage gegen Flugzeugabsturz und dessen Folgeeinwirkungen erfüllt vom Grundsatz her die Anforderungen der KEV und der zutreffenden UVEK-Verordnung [15]. Die konkreten Auslegungsanforderungen müssen gemäss Anhang 4 KEV im Rahmen des Baubewilligungsverfahrens festgelegt werden. Zu diesem Zweck sind vom Gesuchsteller entsprechende Gefährdungsspezifikationen zu erstellen. Dabei ist die zum Zeitpunkt der Gesuchseinreichung gültige Richtlinie des ENSI zur Gefährdungsspezifikation (ENSI-G02, Auslegungsgrundsätze für Leichtwasserreaktoren), welche auch die Belastungen aufgrund eines vorsätzlich verursachten Flugzeugabsturzes mit einbeziehen wird, zu berücksichtigen.

Die Eignung des Standorts KKN wird durch die Gefahr von Flugzeugabstürzen prinzipiell nicht in Frage gestellt, da der Gefährdung unabhängig von den ermittelten Absturzhäufigkeiten und der Topografie des jeweiligen Standorts deterministisch durch eine entsprechende Anlagenauslegung begegnet wird. Die Prüfung der konkreten Anlagenauslegung erfolgt im Rahmen der Baubewilligung.

## 4.2.5 Extreme Winde und Tornados

### Angaben des Gesuchstellers

#### Extreme Winde

In Kapitel 3.4.9.2 «Wind» des Sicherheitsberichts analysiert der Gesuchsteller die Gefährdung des Standorts KKN durch extreme Winde. Zwei Wetterstationen in der Nähe des Standorts KKN wurden betrachtet, die Messstation Gösgen und die Messstation Wynau. Die inzwischen rückgebaute Messstation Gösgen lag in unmittelbarer Nähe des geplanten Standorts und verfügt für den Zeitraum 1987–2007 über Messreihen für zwei verschiedene Höhen (10 m und 110 m über Boden): die im 10-Minuten-Intervall gemessenen maximalen Sekundenböen und die Stundenmittelwerte der Windgeschwindigkeiten. Die vom Standort KKN rund 15 km entfernte Messstation Wynau verfügt über Messwerte der Sekundenböen seit 1981. Der Gesuchsteller bezieht sich auf die Ergebnisse aus zwei Berichten von MeteoSchweiz, dem Arbeitsbericht Nr. 219 [93] und dem Arbeitsbericht Nr. 225 [92] und hält fest, dass die Extremwertverteilungen der Sekundenböen in 10 m Höhe an beiden Messstationen in Verlauf und Grösse der Werte sehr ähnlich sind.

Für die Ermittlung der Windgefährdung am Standort KKN wurden die lokalen Daten der Messstation Gösgen (10 m und 110 m über Boden) verwendet. In Kapitel 3.4.1 weist der Gesuchsteller darauf hin, dass die Messwerte der neuen Messstation Gösgen, die seit dem 3. Juni 2008 in Betrieb ist, bei der Revision des Sicherheitsberichts im Baubewilligungsverfahren mit einbezogen werden.

Die Windgefährdungskurven wurden auf Basis der Jahresmaxima der Sekundenböen (für 10 m und 110 m über Boden) mit Hilfe einer Gumbel-Verteilung bestimmt. Als Erwartungswerte für Sekundenböen mit einer Überschreitungshäufigkeit von  $10^{-4}$  pro Jahr wurden damit Geschwindigkeiten von 47 m/s (90-%-Konfidenzintervall von 41 bis 55 m/s) auf 10 m Höhe bzw. von 54 m/s (90-%-Konfidenzintervall von 48 bis 62 m/s) auf 110 m Höhe ermittelt.

Der Gesuchsteller hält fest, dass die Auslegung gegen Windlasten im Baubewilligungsverfahren behandelt wird. Dabei sind aus den Gefährdungskurven die Windgeschwindigkeiten z.B. gemäss SIA-Norm 261 [107] für die jeweiligen Gebäudehöhen zu bestimmen und in Bemessungstaudrücke umzurechnen, wobei sowohl Druck als auch Sog zu berücksichtigen sind. Des Weiteren beabsichtigt der Gesuchsteller, den Einfluss der Nachbarbebauung und die potenzielle Schadenswirkung von windverfrachteten Gegenständen zu berücksichtigen.

#### Tornados

In Kapitel 3.4.9.3 des Sicherheitsberichts beschreibt der Gesuchsteller das Auftreten von Tornados in der Schweiz und am Standort. Er hält dabei fest, dass Tornados in der Schweiz hauptsächlich im Jura und in der Nordschweiz auftreten. Am Standort KKN und in dessen näherer Umgebung (20 km Radius) wurden gemäss dem Arbeitsbericht Nr. 225 der MeteoSchweiz [92] in der Beobachtungsperiode 1890 bis 2005 keine Tornados verzeichnet. Die in diesem Zeitraum in der Schweiz registrierte intensivste Superzelle trat 1982 in Andelfingen auf, hatte die Stärke F3/T6 auf der Fujita-/TORRO-Skala und führte zu grossen, aber lokal begrenzten Schäden. Dabei gab es jedoch keine klaren Hinweise auf einen eigentlichen Tornado.

Für die Ermittlung der Tornadohäufigkeit am Standort KKN bezieht sich der Gesuchsteller auf eine Studie von AF-Colenco [64]. Der Gesuchsteller hält fest, dass der Ansatz aus der Richtlinie ENSI-A05 [23] einer Gleichverteilung der Tornados für den Standort KKN extrem konservativ sei, da keine Tornados in der Nähe des Standorts beobachtet wurden. Ferner führt er aus, dass die in der Richtlinie ENSI-A05 [23] aufgeführten Tornadohäufigkeiten um eine Grössenordnung über den von der MeteoSchweiz [92] berechneten jährlichen Tornadohäufigkeiten liegen.

In der Studie von AF-Colenco [64] wird eine räumliche Gleichverteilung der Tornados angenommen und anhand eines geometrischen Ansatzes die Auftreffshäufigkeit eines Tornados auf das Hauptareal von KKN ermittelt. Unter Berücksichtigung einer Fläche des Hauptareals von 100 000 m<sup>2</sup> ergibt sich eine gesamte Auftreffshäufigkeit von  $4,3 \cdot 10^{-4}$  pro Jahr für alle Tornadostärken. Davon weisen Tornados der Stärke F2 und grösser total eine Häufigkeit von  $1,1 \cdot 10^{-4}$  pro Jahr auf, welche das «Auslegungsziel» von  $10^{-4}$  pro Jahr gemäss der Verordnung des UVEK [15] knapp überschreitet. Die Auftretenshäufigkeit der Tornadoklasse F3 und grösser liegt mit  $6,5 \cdot 10^{-5}$  pro Jahr deutlich unterhalb des genannten Auslegungsziels. Daraus schliesst der Gesuchsteller, dass der Auslegungsschwelle von  $10^{-4}$  pro Jahr für das KKN höchstens ein Tornado im untersten Stärkebereich der Klasse F2 entspricht. Die genaue Festlegung kann jedoch erst im Baubewilligungsverfahren erfolgen, wenn das genaue Anlagenlayout und die massgeblichen Flächen bekannt sind.

Aufgrund der durchgeführten Studie [64] kommt der Gesuchsteller zum Schluss, dass der Standort KKN in einem Gebiet mit sehr niedriger Tornadohäufigkeit liegt. Er hält fest, dass Tornados mit Eintretenshäufigkeiten kleiner als die Auslegungsschwelle von  $10^{-4}$  pro Jahr im Betriebsbewilligungsverfahren in der Probabilistischen Sicherheitsanalyse (PSA) gemäss der Richtlinie ENSI-A05 [23] berücksichtigt werden und dass die Auslegung gegen Tornados im Baubewilligungsverfahren erfolgt. Dabei beabsichtigt der Gesuchsteller auch, den charakteristischen vertikalen Sog im Innern des Tornados zu berücksichtigen.

#### Einfluss der Klimaänderung

Im Rahmen der Untersuchung der Auswirkungen der Klimaänderung auf Extremereignisse in Kapitel 3.4.10 des Sicherheitsberichts kommt der Gesuchsteller zum Schluss, dass Aussagen zur zukünftigen Entwicklung von starken und extremen Stürmen (Winden) sehr unsicher sind. In Kapitel 3.8 «Zusammenfassende Bewertung der Standorteigenschaften» weist der Gesuchsteller darauf hin, dass die Häufigkeit sehr starker Stürme zunehmen dürfte und dass im Allgemeinen mit einer Zunahme extremer Wettersituationen zu rechnen ist.

Der Gesuchsteller legt dar, dass der Einfluss der Klimaänderung auf die Häufigkeit von Tornados unklar ist. Die Tornadoentstehung hängt stark mit der Bildung intensiver Gewitterherde zusammen. Für diese ist der Einfluss der Klimaänderung noch nicht so weit erforscht, dass sich eine eindeutige Aussage machen lässt. Jedoch ist in den dargelegten Untersuchungen zum Tornado-vorkommen implizit bereits ein Anstieg der Häufigkeit berücksichtigt. Der Gesuchsteller hält fest, dass die zukünftig zu erwartenden Änderungen des Klimas die Eignung des Standorts KKN nicht beeinträchtigen.

## Beurteilungsgrundlagen

Eine probabilistische Gefährdungsanalyse ist gemäss Art. 24 KEV in Verbindung mit Art. 8 KEV erst im Rahmen des Baubewilligungsverfahrens durchzuführen. Die hierzu bereits vorliegenden Unterlagen des Gesuchstellers werden sinngemäss beurteilt.

Die Anforderungen an den Schutz von Kernanlagen gegen extreme Winde und Tornados sind in Art. 8 KEV und in der Verordnung des UVEK über die Gefährdungsannahmen und die Bewertung des Schutzes gegen Störfälle in Kernanlagen [15] verankert.

Anforderungen an die Bestimmung der standortspezifischen Gefährdung durch extreme Winde und Tornados sind in der Richtlinie ENSI-A05 «Probabilistische Sicherheitsanalyse (PSA): Qualität und Umfang» [23] festgehalten.

Des Weiteren gibt der IAEA Safety Guide No. NS-G-3.4 [40] Hinweise zu den methodischen Aspekten (Messverfahren, Sammlung von Messdaten) zur Ermittlung der Gefährdung durch extreme Winde und Tornados. Insbesondere wird ein allgemeines Verfahren für die Ermittlung der Gefährdung von seltenen meteorologischen Ereignissen mittels einer Extremwertverteilung beschrieben.

Als Basis für die Überprüfung der verwendeten Messdaten für Windgeschwindigkeiten wurde insbesondere der MeteoSchweiz-Bericht Nr. 225 [92] verwendet.

## Beurteilung des ENSI

Bezüglich der zu verwendenden Messdaten verlangt die Richtlinie ENSI-A05 [23], dass standortspezifische Langzeitdaten aus den am Standort erfassten Kurzzeitdaten und Langzeitdaten aus der Umgebung des Standorts abzuleiten sind. Aus Sicht des ENSI ist die 21 Jahre (1987–2007) umfassende Messreihe der Messstation Gösgen geeignet für eine repräsentative probabilistische Gefährdungsanalyse, beinhaltet die Messreihe doch auch die Daten von den Orkanen Vivian und Lothar. Da für die PSA auch kleinere Überschreitungshäufigkeiten als  $10^{-4}$  pro Jahr abzuschätzen sind, erwartet das ENSI bezüglich der PSA im Rahmen des Baubewilligungsverfahrens eine umfassendere Analyse zur Verwendung von Langzeitdaten.

Die zur Ermittlung der Windgefährdungskurve verwendete Gumbel-Verteilung entspricht den Vorgaben der Richtlinie ENSI-A05 und ist im Einklang mit dem Stand von Wissenschaft und Technik gemäss IAEA Safety Guide No. NS-G-3.4 [40].

Die der Windgefährdungskurve zu entnehmende Überschreitungshäufigkeit von Sekundenböen von  $10^{-4}$  pro Jahr ist plausibel und stimmt mit den Resultaten aus ENSI-Nachrechnungen gut überein.

Die in Kapitel 3.4.9.3 des Sicherheitsberichts ermittelte Tornadoauftretenshäufigkeit basiert auf einer umfassenden Auswertung der dokumentierten, in der Schweiz aufgetretenen Tornados. Die Berechnung der Tornadoauftreffenshäufigkeiten am Standort KKN anhand eines geometrischen Ansatzes mit Berücksichtigung der Abmessung des Tornado-schadenszugs und der Fläche des Hauptareals von KKN entspricht den Anforderungen der Richtlinie ENSI-A05 [23].

Die Aussage des Gesuchstellers, dass die Annahmen aus der Richtlinie ENSI-A05 [23] bezüglich anzunehmender Tornadohäufigkeiten extrem konservativ sind, ist aus Sicht des ENSI nicht zutreffend. Die im MeteoSchweiz-Bericht [92] aufgrund einer Beobachtungsperiode von 115 Jahren ermittelte Tornadohäufigkeit in der Region Nordschweiz wird nach Auffassung des ENSI unterschätzt. Eine genauere Betrachtung der Daten zeigt, dass Tornados in den früheren Jahren der Beobachtungsperiode 1890–2005 viel seltener verzeichnet wurden als in den letzten Jahren. Berechnet man die Tornadohäufigkeit nur aufgrund der Tornadoereignisse, die in den letzten Jahren beobachtet wurden, gelangt man zu ähnlichen Ergebnissen, wie sie in der Richtlinie ENSI-A05 [23] festgehalten sind.

Im Kapitel 3.4.9.3 weist der Gesuchsteller darauf hin, dass Tornados mit einer Auftretenshäufigkeit kleiner als die Auslegungsschwelle von  $10^{-4}$  pro Jahr im Zusammenhang mit dem Betriebsbewilligungsverfahren bei der Probabilistischen Sicherheitsanalyse (PSA) gemäss Richtlinie ENSI-A05 berücksichtigt werden. Diese Analyse ist gemäss KEV allerdings schon im Rahmen des Baubewilligungsverfahrens durchzuführen.

Aus Sicht des ENSI sind die durch extreme Winde und Tornados bedingten standortspezifischen Belastungen durch übliche bauliche Massnahmen gut beherrschbar. Bei der Festlegung der massgebenden Auslegungsparameter im Rahmen des Baubewilligungsverfahrens ist den Unsicherheiten, beispielsweise bedingt durch künftige Änderungen der meteorologischen Bedingungen, ausreichend Rechnung zu tragen.

## 4.2.6 Andere standortspezifische Gefährdungen

### 4.2.6.1 Blitzschlag

#### Angaben des Gesuchstellers

Der Gesuchsteller hat im Sicherheitsbericht die potenzielle Gefährdung der Anlage KKN durch Blitzschlag betrachtet. In Kapitel 3.4.9.7 wird der Mittelwert der Blitzdichte am Standort KKN mit ca. 1,4 Blitzen pro  $\text{km}^2$  und Jahr angegeben. Die KKN AG hält fest, dass der Schutz des Kraftwerks und insbesondere der für die Sicherheit wichtigen Gebäude und Komponenten gegen die Folgen eines Blitzschlags unabhängig von der ermittelten Blitzdichte erfolgt. Dabei werden deterministisch innere und äussere Blitzschutzmassnahmen gemäss den einschlägigen Regeln der Technik (u. a. SEV, KTA) angewendet. Das Blitzschutzkonzept der Gesamtanlage wird im Rahmen der Gesuchsunterlagen gemäss Anhang 4 KEV und Anhang 3 der Richtlinie HSK-R-30 [31] erstellt und mit dem Baubewilligungsgesuch eingereicht. Die Details der Blitzschutzmassnahmen werden ebenfalls im Baubewilligungsverfahren festgelegt.

#### Beurteilungsgrundlagen

Massgebend für die Beurteilung der vorgesehenen Blitzschutzmassnahmen sind Art. 8 Abs. 6 und Anhang 4 Ziff. 2 KEV sowie Art. 5 Abs. 1 Bst. e der Verordnung des UVEK über die Gefährdungsannahmen und die Bewertung des Schutzes gegen Störfälle in Kernanlagen [15].

## **Beurteilung des ENSI**

Der Gesuchsteller hat die Blitzaktivität am geplanten Standort untersucht. Die Betrachtung zeigt, dass der Wert der Blitzdichte am Standort in etwa dem Schweizer Durchschnitt von 1,5 Blitzen pro km<sup>2</sup> und Jahr entspricht. Damit liegen bezüglich der Blitzdichte keine besonderen Verhältnisse vor. Die KKN AG wird mit dem Baubewilligungsgesuch ein Blitzschutzkonzept für das KKN einreichen. Mit der geplanten Einreichung wird die diesbezügliche Anforderung gemäss Anhang 4 Ziff. 2 KEV erfüllt, welche ein entsprechendes Konzept unter der Rubrik G1 «Auslegungskonzepte/Auslegungsgrundlagen» implizit verlangt.

### **4.2.6.2 Explosion**

Die potenzielle Gefährdung des KKN durch Explosion und Fackelbrand wurde im Zusammenhang mit den von Verkehrswegen und Industrieanlagen in der Umgebung des KKN ausgehenden Gefahren in Kapitel 4.1.2 des vorliegenden Gutachtens betrachtet. Der Gesuchsteller hat dabei die Auswirkungen von Explosionen (BLEVE, Boiling Liquid Expanding Vapour Explosion) als Folge von Transportunfällen auf Strasse und Schiene untersucht. Ebenfalls betrachtet wurden Gaswolkenexplosionen, die von den nahe gelegenen Erdgas-Hochdruckleitungen ausgehen können. Die Untersuchungen des Gesuchstellers haben gezeigt, dass solche Ereignisse aufgrund der Distanzen von Bahnlinie, Strassen und Erdgas-Hochdruckleitungen zum KKN keine relevante Gefährdung für die Anlage darstellen. Das ENSI stimmt dieser Einschätzung des Gesuchstellers zu.

### **4.2.6.3 Externe Brände**

#### **Angaben des Gesuchstellers**

Der Gesuchsteller behandelt externe Brände infolge verschiedener Ereignisse in Kapitel 3.3 des Sicherheitsberichts. Brände als Folge von Transportunfällen auf Strasse und Schiene, von Versagen von Erdgashochdruckleitungen oder Brände in umliegenden Industrieanlagen werden in Kapitel 4.1.2 des Gutachtens behandelt. Im Folgenden werden die Angaben zu Waldbränden betrachtet.

Zur Gefährdung durch Waldbrand (Kapitel 3.3.2.7 und 3.3.3.6 des Sicherheitsberichts) bezieht sich der Gesuchsteller auf die Studie «Fachbericht Wald, Waldstandort-Kartierung und Waldbrand-Beurteilung» [66]. Die Studie zeigt, dass aufgrund der geografischen, der topografischen, der standörtlichen und der waldbaulichen Gegebenheiten die Wahrscheinlichkeit des Auftretens eines Waldbrands in den Wäldern, die an das Projektareal KKN grenzen, sehr gering ist. Bei extremen Trockenperioden kann ein Waldbrand aber nicht grundsätzlich ausgeschlossen werden. Eine völlige Austrocknung des Waldes wird als äusserst unwahrscheinlich eingeschätzt, weil der an das KKN angrenzende Waldstreifen direkt an der Aare liegt.

Um die potenzielle Gefährdung des KKN durch Waldbrand zu reduzieren beabsichtigt der Gesuchsteller, einen Sicherheitsstreifen zu den geplanten Gebäuden bzw. zum äusseren Anlagenzaun (Durchfahrtschutz) gehölzfrei zu halten. Zudem soll die Betriebsfeuerwehr des KKN spe-

ziell für die Bekämpfung von Waldbränden ausgerüstet und ausgebildet werden. Dies soll im Brandschutzkonzept berücksichtigt werden, welches mit dem Baubewilligungsgesuch einzureichen ist.

### **Beurteilungsgrundlagen**

Gefährdungsspezifikationen sind gemäss Art. 24 KEV in Verbindung mit Art. 8 KEV erst im Rahmen des Baubewilligungsverfahrens zu erstellen. Die hierzu bereits vorliegenden Unterlagen des Gesuchstellers werden sinngemäss beurteilt.

Die Anforderungen an den Schutz von Kernanlagen gegen externe Brände sind in Art. 8 KEV und in der Verordnung des UVEK über die Gefährdungsannahmen und die Bewertung des Schutzes gegen Störfälle in Kernanlagen [15] verankert.

Die Bestimmung der UVEK-Verordnung wird bezüglich Häufigkeitsbestimmung in der Richtlinie ENSI-A05 [23] weiter konkretisiert. Gemäss Kapitel 4.6 dieser Richtlinie ist die Gefährdung durch externen Brand zu analysieren und – sofern relevant – deren Häufigkeit zu berechnen.

Weitere Beurteilungsgrundlagen sind der IAEA Safety Guide NS-G-3.1 «External Human Induced Events in Site Evaluation for Nuclear Power Plant Design» [37] und der Regierungsratsbeschluss «Verordnung über Waldfeststellung und Waldabstand» des Kantons Solothurn [100].

### **Beurteilung des ENSI**

Gemäss dem IAEA Safety Guide [37] soll ein Umkreis von 1 bis 2 km vom KKW-Standort auf mögliche Brandlasten untersucht werden. Am geplanten Standort KKN ist eine solche Brandlast mit dem nahe gelegenen Wald vorhanden.

Der Gesuchsteller beabsichtigt, einen Sicherheitsstreifen zwischen dem Werkgelände und dem angrenzenden Wald gehölzfrei zu halten, geht aber nicht darauf ein, wie breit dieser Streifen sein soll. Im Kanton Solothurn gilt für Bauten oder bauliche Anlagen ein minimaler Waldabstand von 20 m oder die im Zonenplan festgelegte Waldbaulinie [100]. Aus Sicht des ENSI sind dies bei entsprechender Anordnung der sicherheitsrelevanten Anlagenteile keine limitierenden Vorgaben, welche die Machbarkeit der Auslegung oder des Schutzes gegen diese Gefährdung in Frage stellen würden. Ferner ist die Anlage mit der erforderlichen Auslegung gegenüber Treibstoffbrand als Folge eines Flugzeugabsturzes auch gegen die Auswirkungen eines Waldbrands geschützt. Aufgrund der in diesem Bewilligungsstadium vorliegenden Angaben geht das ENSI davon aus, dass die Anlage so ausgelegt werden kann, dass die Luftversorgung in sicherheitsrelevanten Anlageteilen genügend lange aufrecht erhalten wird, um das Kraftwerk in einem sicheren Zustand zu halten.

Die Zugangsmöglichkeiten von externen Einsatzkräften zum Werksgelände im Falle eines Waldbrands werden grundsätzlich als ausreichend erachtet. Von der Seite Däniken her stehen verschiedene Zufahrtsmöglichkeiten zur Verfügung, die nicht durch bewaldetes Gebiet führen. Ein Ausfall der externen Stromversorgung des KKN infolge Waldbrands ist durch die Auslegungsanforderungen gemäss Art. 8 KEV abgedeckt. Das ENSI kommt insgesamt zum Schluss, dass die Standorteignung durch diese Gefährdung nicht in Frage gestellt ist.

#### 4.2.6.4 Verstopfung von Flusswasserfassungen

##### Angaben des Gesuchstellers

Der Gesuchsteller geht in den Kapiteln 3.5.2.6 und 3.5.2.8 des Sicherheitsberichts auf die Gefährdung des KKN durch Verstopfung von Flusswasserfassungen ein. Aufgrund der räumlichen Nähe stützt sich die Beurteilung dieses Gefährdungspotenzials auf die Situation beim bestehenden KKG ab.

Im Sicherheitsbericht wird dargelegt, dass beim KKG die Nebenkühlwasserfassungen routinemässig einmal pro Schicht auf einwandfreien Zustand kontrolliert werden, bei höherer Verstopfungsgefahr wie bei Hochwasser oder sonstigen Gefährdungssituationen häufiger. Bis heute, d.h. nach einer mehr als 30-jährigen Betriebsphase, sind beim KKG keine Verstopfungen aufgetreten, welche nicht durch Gegenmassnahmen rechtzeitig behoben werden konnten.

Für die Berechnung der Eintrittshäufigkeit der Verstopfung einer Wasserfassung werden mehrere Szenarien mit unterschiedlicher Grösse und Herkunft von Geschwemmsel berücksichtigt. Die Häufigkeit des Verlusts der Nebenkühlwasserfassung aus dem Oberwasserkanal wird mit  $1,4 \times 10^{-2}$  pro Jahr, die Häufigkeit des Verlusts beider Nebenkühlwasserfassungen mit  $2,0 \times 10^{-3}$  pro Jahr angegeben. Dabei wird konservativ und vereinfachend angenommen, dass wenn die Räumung der Wasserfassung am Oberwasserkanal vor deren Verstopfung misslingt, auch diejenige am Unterwasserkanal misslingt.

Im Falle des Verlusts einer oder gegebenenfalls beider Nebenkühlwasserfassungen kommen die redundanten und/oder diversitären sicherheitsrelevanten Nebenkühlwassersysteme zum Einsatz. Dazu führt der Gesuchsteller aus, dass folgende Optionen und Kombinationen davon für die Aufrechterhaltung der Kühlung möglich sind:

- Nebenkühlwasserfassung aus dem Oberwasserkanal
- Nebenkühlwasserfassung aus dem Unterwasserkanal
- Kühlzellen auf dem Kraftwerksgelände
- Grundwasserbrunnen für Notstandsfälle

Ob allfällige Massnahmen gegen eine Vereisung der Nebenkühlwasserfassungen vorzusehen sind, hängt gemäss Gesuchsteller vom Nebenkühlwasserkonzept ab und wird im Baubewilligungsgesuch unter Berücksichtigung der diversen möglichen Kühlsysteme detailliert behandelt. Eine Vereisung könnte gemäss Gesuchsteller auch durch geeignete Massnahmen wie Rezirkulation von warmem Kühlwasser in die Kühlwasserfassung, automatische Rückspülung der mechanischen Reinigungsstufen, speziell beschichtete Rechen und Siebe sowie durch organisatorische Massnahmen beherrscht werden.

##### Beurteilungsgrundlagen

Gefährdungsspezifikationen sind gemäss Art. 24 KEV in Verbindung mit Art. 8 KEV erst im Rahmen des Baubewilligungsverfahrens zu erstellen. Die hierzu bereits vorliegenden Unterlagen des Gesuchstellers werden sinngemäss beurteilt.

Die Anforderungen an den Schutz von Kernanlagen gegen Beeinträchtigung oder Unterbruch der externen Kühlwasserzufuhr sind in Art. 8 KEV verankert. Gemäss Kapitel 4.6 der Richtlinie ENSI-A05 [23] ist diese Gefährdung zu analysieren und – sofern relevant – deren Häufigkeit zu berechnen.

### **Beurteilung des ENSI**

Der Sicherheitsbericht stützt sich auf die Situation beim KKG ab, was das ENSI aufgrund der Nähe der Standorte KKG und KKN vorerst akzeptiert. Aufgrund der im Sicherheitsbericht genannten Häufigkeiten geht das ENSI davon aus, dass sich der Sicherheitsbericht auf die Probabilistische Sicherheitsanalyse (PSA) für das KKG aus dem Jahr 2006 abstützt (GPSA06). Darin werden folgende Ursachen für die Verstopfung der Wasserfassungen analysiert und darauf aufbauend die Verstopfungshäufigkeit berechnet:

- Verschiedene Arten von Schwemholz (Äste, Baumstämme etc.) und andere grosse und kleine Geschwemmsel (Blätter, Muscheln, Algen etc.), welche die Reinigungsmechanismen bei den Wasserfassungen beeinträchtigen oder blockieren;
- Überflutung der Siebrechen der oberen Wasserfassung durch Pegelanstieg im Oberwasserkanal bei Ausfall aller Turbinen des WKW Gösgen, was den Reinigungsmechanismus beeinträchtigt;
- Überflutung der Wasserfassungen durch Hochwasser.

Wie die internationale Betriebserfahrung zeigt und der Gesuchsteller auch selber festhält, kann auch Vereisung zu einer Verstopfung der Wasserfassungen führen. Die zusätzliche Berücksichtigung dieser Ursache würde zu einer Erhöhung der im Sicherheitsbericht beschriebenen Häufigkeiten führen. Abgesehen davon werden in der berechneten Verstopfungshäufigkeit die wesentlichen Ursachen betrachtet. Das ENSI erwartet, dass die Berechnung der Verstopfungshäufigkeit in der für die Baubewilligung zu erstellenden Probabilistischen Sicherheitsanalyse (PSA) verfeinert wird.

Die ermittelte Eintrittshäufigkeit für den Verlust beider Nebenkühlwasserfassungen ist grösser als  $10^{-4}$  pro Jahr, sodass diese Gefährdung bei der Auslegung berücksichtigt werden muss. Ein Verstopfen der Flusswasserfassungen kann durch eine entsprechende Anlagenauslegung (weitere redundante und/oder diversitäre Nebenkühlwassersysteme) kompensiert werden, was gemäss den Angaben der KKN AG auch vorgesehen ist. Die Festlegung der konkreten Auslegung sowie Massnahmen zur Verhinderung von Verstopfungen von Flusswasserfassungen sind Gegenstand des Baubewilligungsverfahrens.

#### **4.2.6.5 Vereisung von Komponenten**

##### **Angaben des Gesuchstellers**

Der Gesuchsteller hat die Gefahr der Vereisung von Komponenten im Sicherheitsbericht betrachtet. Das Phänomen der Vereisung wird in Kapitel 3.4.9.9 untersucht und es wird daraus die statistisch abgestützte Aussage abgeleitet, dass am Standort KKN mit etwa zehn Situationen pro Jahr zu rechnen ist, bei denen die meteorologischen Bedingungen für Vereisungen erfüllt sind.

Die KKN AG führt in Kapitel 3.4.9.9 weiter aus, dass eine Vereisung die Funktion von betrieblichen und von sicherheitstechnisch wichtigen Systemen beeinträchtigen kann. Die Luftzufuhr für sicherheitsrelevante Systeme wie zum Beispiel Notstromsysteme und Kühlzellen für die Kühlung des Nebenkühlwassers – falls diese Kühlungsweise realisiert wird – wird durch konstruktive bzw. technische Massnahmen (Anordnung der Ansaugöffnungen, kleine Ansauggeschwindigkeit, Beheizung) sichergestellt. Die Massnahmen sind abhängig vom Anlagentyp und vom Lieferanten und werden im Rahmen des Baubewilligungsverfahrens behandelt. Andererseits werden auch Massnahmen am nicht sicherheitsrelevanten Hybridkühlturm getroffen, die den störungsfreien Betrieb bei sehr tiefen Temperaturen ermöglichen sollen.

Zum Vereisungspotenzial von Starkstromfreileitungen stellt der Gesuchsteller fest, dass in der Schweiz im Gegensatz zum Ausland keine Störfälle im Höchstspannungsnetz bekannt sind, die ursächlich auf Vereisung der Leiterseile zurückgeführt werden können. Im Unterschied zum Ausland führt die weitgehende Verkabelung der regionalen Stromverteilung kaum zu vereisungsbedingten Lastabwürfen auf dem Höchstspannungsnetz und verringert dadurch das Risiko der Vereisung aufgrund minimaler Lastverhältnisse markant. Zudem sind sehr lange Abspannstrecken – wie in anderen Ländern üblich – in der Schweiz nicht vorhanden. Störungen aufgrund von starker Vereisung der Höchstspannungsleitungen sind in der Schweiz deshalb aus Sicht der KKN AG nicht zu erwarten.

### **Beurteilungsgrundlagen**

Gefährdungsspezifikationen sind gemäss Art. 24 KEV in Verbindung mit Art. 8 KEV erst im Rahmen des Baubewilligungsverfahrens zu erstellen. Die hierzu bereits vorliegenden Unterlagen des Gesuchstellers werden sinngemäss beurteilt.

Massgebend für die Beurteilung sind die allgemeinen Grundlagen in Art. 7 KEV (Anforderungen an die nukleare Sicherheit), in Art. 8 KEV (Anforderungen an den Schutz gegen Störfälle), in Art. 10 KEV (Grundsätze für die Auslegung von Kernkraftwerken), in Art. 23 KEV (Gesuchsunterlagen für die Rahmenbewilligung) sowie in Art. 24 KEV (Gesuchsunterlagen für die Baubewilligung).

Speziell zu den Gefährdungsannahmen bei extremen Wetterbedingungen sind Anforderungen in Art. 5 Abs. 1 Bst. d der Verordnung des UVEK über die Gefährdungsannahmen und die Bewertung des Schutzes gegen Störfälle in Kernanlagen [15] enthalten.

### **Beurteilung des ENSI**

Der Gesuchsteller hat die Gefahr der Vereisung von Komponenten im Sicherheitsbericht betrachtet und eine auf statistischer Grundlage basierende Abschätzung der Häufigkeit des Auftretens von entsprechenden meteorologischen Bedingungen am Standort vorgenommen. Die Abklärungen haben ergeben, dass Vereisung als mögliche Gefährdung betrachtet werden muss.

Die KKN AG plant als Konsequenz, die Luftzufuhr für sicherheitsrelevante Systeme derart ausulegen, dass eine Beeinträchtigung der Funktion wichtiger Komponenten ausgeschlossen wer-

den kann. Das Potenzial der Vereisung sicherheitsrelevanter Systeme wird entsprechend bei der Auslegung im Rahmen des Baubewilligungsverfahrens berücksichtigt. Damit sind die diesbezüglichen gesetzlichen Anforderungen hinsichtlich des Detaillierungsgrads der Angaben im Sicherheitsbericht auf Stufe Rahmenbewilligungsgesuch erfüllt.

Der Ausfall der externen Stromversorgung als Folge einer Vereisung von Starkstromfreileitungen des Höchstspannungsnetzes ist in der Schweiz auch nach Einschätzung des ENSI aufgrund der konservativen Auslegung beim Leitungsbau wie auch der starken Vernetzung in der regionalen Stromverteilung unwahrscheinlich. Ein solcher Ausfall kann zudem durch eine geeignete Auslegung der Anlage (Möglichkeit eines Lastabwurfs auf Eigenbedarf, interne Notstromversorgung) beherrscht werden.

### 4.3 Zusammenfassende Bewertung der Standorteignung

In Kapitel 4.1 und 4.2 wurden die für den Bau und Betrieb eines Kernkraftwerks am Standort Niederamt massgebenden Standorteigenschaften und das damit verbundene Gefährdungspotenzial untersucht und bewertet. Der Umfang der dabei betrachteten Standorteigenschaften entspricht den Vorgaben, wie sie in den Safety Requirements NS-R-3 «Site Evaluation for Nuclear Installations» [36] der IAEA formuliert sind. Die Standorteigenschaften und Gefährdungen werden im Folgenden zusammenfassend bewertet.

Folgende Standorteigenschaften, die zur Beurteilung der Eignung eines Kernkraftwerkstandorts erforderlich sind, wurden von der KKN AG untersucht:

- Geografie und Bevölkerungsverteilung
- Verkehrswege und Industrie
- Baustelleneinrichtung und Logistik
- Meteorologie
- Hydrologie und Hydrogeologie
- Geologie, Seismik und Baugrund
- Netzanbindung
- Infrastruktur Brandschutz

Ferner wurde deren Einfluss auf die Eignung des Standorts Niederamt im Sicherheitsbericht zum Rahmenbewilligungsgesuch bewertet. Der Gesuchsteller kommt insgesamt zum Schluss, dass aufgrund der analysierten und bewerteten Standorteigenschaften die besondere Eignung des Standorts KKN für den Bau eines neuen Kernkraftwerks bestätigt wird.

Das ENSI hat die Angaben des Gesuchstellers zur Standorteignung detailliert überprüft und stellt fest, dass die KKN AG die Standorteigenschaften umfassend betrachtet hat. Es wurden sämtliche Aspekte des Standorts, die im Hinblick auf den Bau und Betrieb eines Kernkraftwerks relevant sind, evaluiert. Dabei wurden internationale Anforderungen hinsichtlich Umfang und Tiefe einer Standortevaluation, wie sie von der IAEA vorgegeben sind, berücksichtigt. Die Ergebnisse der Analysen haben nach Einschätzung des ENSI gezeigt, dass keine Eigenschaften vorhan-

den sind, die den Standort Niederrampt grundsätzlich in Frage stellen. Zu einigen Aspekten der Analysen des Gesuchstellers bezüglich Seismik hat das ENSI festgestellt, dass zum Teil weiterer Klärungsbedarf besteht. Zu diesen Aspekten wurden der Auflagenvorschlag Nr. 2 sowie ein Hinweis formuliert. Weitere Hinweise des ENSI betreffen die Angaben zu Verkehrswegen und Industrie, Meteorologie, Geologie und Baugrund. Insgesamt beurteilt das ENSI die Standorteignung jedoch als gegeben.

In Kapitel 4.2 wurde die potenzielle Gefährdung des KKN durch externe Störfälle untersucht und deren Einfluss auf die Standorteignung und die erforderliche Auslegung der Anlage bewertet. Dabei wurden folgende Gefährdungen untersucht:

- Erdbeben
- externe Überflutung
- Flugzeugabsturz
- extreme Winde und Tornados
- andere Gefährdungen wie Explosion, externe Brände, Blitzschlag, Verstopfen von Flusswasserfassungen und Vereisung

Die Untersuchungen haben aus Sicht des Gesuchstellers gezeigt, dass keine Gefährdungspotenziale vorliegen, die den sicheren Betrieb des KKN in Frage stellen. Den Gefährdungen durch seismische Bodenerschütterungen, externe Überflutung, Flugzeugabsturz sowie durch extreme Winde und Tornados wird durch auslegungstechnische Massnahmen begegnet. Als weitere standortspezifische Gefährdungen wurden Blitzschlag, Explosionen, externe Brände, Verstopfung von Flusswasserfassungen und Vereisung von Komponenten betrachtet. Alle diese Gefährdungen stellen keine ausserordentlichen Potenziale dar und sind ebenfalls durch auslegungstechnische Massnahmen beherrschbar, wie dies dem bereits heute realisierten Stand der Technik entspricht.

Die Überprüfung der Angaben der KKN AG zum standortspezifischen Gefährdungspotenzial durch das ENSI hat ergeben, dass das im Sicherheitsbericht beschriebene Gefährdungspotenzial vollständig und weitestgehend korrekt dargestellt wurde. Das dabei betrachtete Spektrum externer Ereignisse entspricht den Anforderungen des schweizerischen Regelwerks und auch internationalen Anforderungen der IAEA. Die vom Gesuchsteller durchgeführten Analysen werden vom ENSI weitgehend als korrekt, dem Stand von Wissenschaft und Technik entsprechend und für die Beurteilung des Gefährdungspotenzials geeignet betrachtet. Aus Sicht des ENSI sind jedoch im Bereich «Erdbebengefährdung» zusätzliche Abklärungen erforderlich, damit die diesbezüglichen Auslegungsgrundlagen bzw. Schutzmassnahmen für das KKN festgelegt werden können. In dieser Hinsicht hat das ENSI den Auflagenvorschlag Nr. 3 formuliert.

Insgesamt ist das ENSI der Ansicht, dass die Eignung des Standorts KKN durch die Ergebnisse der Untersuchung des externen Gefährdungspotenzials nicht in Frage gestellt ist. Die Gefährdungen sind durch geeignete auslegungstechnische Massnahmen beherrschbar. Die konkrete Umsetzung der Gefährdungspotenziale in Gefährdungsspezifikationen für die Auslegung der Anlage wird im Rahmen des Baubewilligungsverfahrens erfolgen.

# 5 Strahlenschutz

## 5.1 Rechtfertigung, Begrenzung und Optimierung

### Angaben des Gesuchstellers

Die Darlegungen des Gesuchstellers zum Strahlenschutz und zur Strahlenexposition sind in Kapitel 4 des KKN-Sicherheitsberichts enthalten. Kapitel 4.1 fasst die gesetzlichen Anforderungen zum Thema Strahlenschutz und Strahlenexposition zusammen. Das KKN wird in strahlenschutztechnischer Hinsicht allen Anforderungen des schweizerischen Regelwerks entsprechen. Für die KKN AG sind die grundlegenden Anforderungen des schweizerischen Rechts an die Auslegung der Anlage hinsichtlich Strahlenschutz in folgenden Unterlagen definiert: Kernenergiegesetz, Kernenergieverordnung, Strahlenschutzgesetz und Strahlenschutzverordnung sowie Richtlinien HSK-R-07, HSK-R-11 und ENSI-G11 bzw. deren Nachfolgedokumente. Diese grundlegenden Unterlagen werden Bestandteil der Ausschreibung sein. Damit wird nach Angaben der KKN AG die Konformität der zu erstellenden Anlage mit den schweizerischen Anforderungen hinsichtlich strahlenschutztechnischer Belange erreicht.

In Kapitel 2.1 wird als Zweck des Projekts die Nutzung der Kernenergie zur Stromproduktion und als Option die Bereitstellung von Prozess- und Fernwärme genannt. Zur Rechtfertigung der Strahlenexposition wird in Kapitel 4.2.1 ausgeführt, dass mit der Existenz des Kernenergiegesetzes und der Kernenergieverordnung im schweizerischen Gesetzeswerk der Gesetzgeber zum Ausdruck gebracht hat, dass er die mit dem Betrieb eines Kernkraftwerks verbundene Strahlenexposition prinzipiell in einem bestimmten Rahmen für gerechtfertigt hält.

Im Rahmen der Auslegung und im Betrieb des KKN werden Prozesse so gewählt, dass die mit ihnen verbundenen Vorteile die strahlungsbedingten Nachteile deutlich überwiegen und dass keine gesamthaft für Mensch und Umwelt günstigere Alternative ohne Strahlenexposition zur Verfügung steht (Art. 8 StSG [11] und Art. 5 StSV [12]).

Zur Begrenzung der Strahlenexposition hält der Gesuchsteller in Kapitel 4.2.2 fest, dass während Projektierung, Planung und Bau des KKN sichergestellt wird, dass alle Massnahmen ergriffen werden, die nach der Erfahrung und dem Stand von Wissenschaft und Technik geboten sind, um die Strahlenexposition jeder einzelnen Person sowie der Gesamtheit der Betroffenen durch den Betrieb der Anlage und ihren Rückbau so gering wie vernünftigerweise erreichbar zu halten (Art. 9 StSG).

Für das Personal werden zur Begrenzung der Strahlenexposition entsprechende planerische Massnahmen ergriffen. Dies geschieht insbesondere durch die Verfolgung folgender Grundsätze:

- entsprechende Auslegung der verschiedenen Systeme des Kraftwerks;
- Wahl geeigneter Komponenten und Materialien für diese Systeme;
- möglichst lange Lebensdauer der Komponenten und Sicherstellung einer guten Zugänglichkeit der Komponenten.

Damit kann die Strahlenexposition des Personals unter den entsprechenden Grenzwerten gemäss Art. 35 und 36 der Strahlenschutzverordnung gehalten werden.

Der Gesuchsteller wird nach den Angaben in Kapitel 4.2.3 die Strahlenschutzmassnahmen für die Anlage im Sinne von Art. 9 StSG und Art. 6 StSV optimieren. Hierzu gehört, dass hinsichtlich der Strahlenexposition gerechtfertigte Tätigkeiten unterhalb der Dosisgrenzwerte unter folgenden Bedingungen als optimiert gelten:

- Die gewählte Lösungsvariante entspricht der Erfahrung und dem Stand von Wissenschaft und Technik und wurde gegen die Vor- und Nachteile anderer Optionen abgewogen. Dies umfasst das ALARA-Prinzip. Das ALARA-Prinzip bedeutet, dass die Strahlenexposition so niedrig wie vernünftigerweise erreichbar gehalten wird, unter Berücksichtigung wirtschaftlicher und gesellschaftlicher Faktoren.
- Der Entscheidungsweg zur gewählten Lösung ist nachvollziehbar.
- Das Auftreten von Störfällen und die Beseitigung dabei auftretender Strahlenquellen werden berücksichtigt.

Diesen drei Bedingungen für die Optimierung des Strahlenschutzes für die Bevölkerung in der Umgebung und das Personal wird während der Projektierungs-, Bau- sowie der späteren Betriebsphase der Anlage durch intensive strahlenschutztechnische Mitarbeit und Begleitung des Vorhabens durch erfahrene Strahlenschutzfachpersonen entsprochen.

### **Beurteilungsgrundlagen**

Massgebend für die Beurteilung der Angaben des Gesuchstellers hinsichtlich Rechtfertigung, Begrenzung und Optimierung des Strahlenschutzes sind die diesbezüglichen gesetzlichen Anforderungen: Der Zweck nach Art. 1 StSG, die Rechtfertigung der Strahlenexposition nach Art. 8 StSG, der Gegenstand und Zweck gemäss Art. 1 KEG, die Begrenzung der Strahlenexposition nach Art. 9 StSG, die Optimierung nach Art. 6 StSV, die Schutzmassnahmen nach Art. 5 Abs. 1 KEG, die Einhaltung der Dosisgrenzwerte nach Art. 11 StSG, die Ermittlung der Strahlendosis nach Art. 12 StSG, die medizinischen Massnahmen bei beruflich strahlenexponierten Personen gemäss Art. 13 StSG, die Bekanntgabe von medizinischen Daten nach Art. 14 StSG sowie die Verantwortlichkeit in Betrieben nach Art. 16 StSG.

### **Beurteilung des ENSI**

Das ENSI stellt fest, dass die Angaben des Gesuchstellers bezüglich Rechtfertigung, Begrenzung und Optimierung des Strahlenschutzes den gesetzlichen Anforderungen entsprechen. Die Angaben, die auf Stufe Rahmenbewilligung mehrheitlich den Charakter von Absichtsbekundungen aufweisen, werden vom Gesuchsteller im Rahmen der folgenden Bewilligungsverfahren weiter konkretisiert. Deren Umsetzung wird dann vom ENSI überprüft.

## 5.2 Quellenbezogener Dosisrichtwert

### Angaben des Gesuchstellers

Der Gesuchsteller hält in Kapitel 4.2.3.2 des Sicherheitsberichts fest, dass für die Bevölkerung in der Umgebung des KKN die Festlegung eines quellenbezogenen Dosisrichtwerts für den Standort von Kernanlagen gemäss Art. 7 StSV bereits eine Massnahme der Optimierung der Strahlenschutzmassnahmen darstellt.

Die KKN AG schlägt für den gleichzeitigen Leistungsbetrieb von KKG und KKN als quellenbezogenen Dosisrichtwert für den Standort einen Wert von 0,3 mSv/Jahr vor. Der Wert liegt unterhalb des Grenzwerts von 1 mSv/Jahr für nichtberuflich strahlenexponierte Personen (Art. 37 StSV) und entspricht in Übereinstimmung mit internationalen Empfehlungen dem in der Richtlinie ENSI-G15 für einen Standort festgesetzten Richtwert von 0,3 mSv/Jahr. Die aus diesem quellenbezogenen Dosisrichtwert abzuleitenden Kurzzeit- und Langzeitabgabegrenzen für das KKN werden im Betriebsbewilligungsverfahren unter Berücksichtigung der Abgabegrenzen für das KKG festgelegt.

### Beurteilungsgrundlagen

Die maximal zulässige Strahlenexposition für Personen in der Umgebung der Anlage ist gemäss Art. 14 Abs. 1 Bst. e KEG in der Rahmenbewilligung festzulegen. Massgebend für die Beurteilung der Angaben des Gesuchstellers zum quellenbezogenen Dosisrichtwert sind folgende Grundlagen:

- Art. 7 StSV, Quellenbezogener Dosisrichtwert
- Art. 80 StSV, Abgabe luftgetragener und flüssiger Abfälle
- Art. 94 StSV, Vorsorge
- Art. 4 Abs. 2 KEG, Berücksichtigung der Langzeitfolgen auf das Erbgut
- Art. 8 KEV, Anforderungen an den Schutz gegen Störfälle

### Beurteilung des ENSI

Gemäss Art. 14 Abs. 1 Bst. e KEG legt die Rahmenbewilligung die maximal zulässige Strahlenexposition für Personen in der Umgebung der Anlage fest. Damit ist nach der Botschaft zum KEG [19] die Festlegung eines quellenbezogenen Dosisrichtwerts (QBDR) gemäss Art. 7 StSV gemeint. Der QBDR wird von der Bewilligungsbehörde nach dem Prinzip der Optimierung unter Berücksichtigung der Abgaben radioaktiver Stoffe und der Direktstrahlung aus anderen Betrieben (Art. 7 Abs. 3 StSV) so festgelegt, dass er nicht höher ist als der Dosisgrenzwert für nichtberuflich strahlenexponierte Personen.

Gemäss Art. 94 Abs. 2 und 3 StSV ist die Strahlenexposition in der Umgebung der Anlage sowohl im Normalbetrieb und bei Ereignissen mit einer Häufigkeit von mehr als  $10^{-1}$  pro Jahr (Betriebsstörungen) als auch bei Störungen, die mit einer Häufigkeit zwischen  $10^{-1}$  und  $10^{-2}$  pro Jahr zu erwarten sind, durch den QBDR zu begrenzen.

Die Berücksichtigung der Langzeitfolgen auf das Erbgut (Art. 4 Abs. 2 KEG) ist durch die Festlegung der Dosisfaktoren in der Strahlenschutzverordnung gewährleistet.

Die Summe der Dosen aus allen Abgabepfaden darf dabei den QBDR nicht übersteigen. Das UVEK (als Bewilligungsbehörde für Bau und Betrieb) wird die maximal zulässigen Abgaberaten entsprechend festlegen (Art. 80 StSV). Zusätzlich sind die Immissionsgrenzwerte gemäss Art. 102 Abs. 3 StSV einzuhalten.

Hinsichtlich der Direktstrahlung aus den Anlagen ist zu beachten, dass als Richtwert für die Direktstrahlung ausserhalb des Betriebsareals eine effektive Dosis von 0,1 mSv pro Jahr für eine Einzelperson aus der Bevölkerung festgelegt ist [29].

Basierend auf diesen Festlegungen schlägt das ENSI der Bewilligungsbehörde vor, in der Rahmenbewilligung für das KKN die folgende Auflage festzusetzen:

Auflage 4:

*Für die am Standort KKN betriebenen Kernanlagen wird ein gemeinsamer quellenbezogener Dosisrichtwert von 0,3 mSv pro Jahr zum Schutz von Einzelpersonen aus der Bevölkerung festgelegt. Befinden sich mehrere Kernanlagen am Standort, sind die Limiten für die Abgaben der einzelnen Anlagen so festzulegen, dass die gesamthaft resultierende Dosis für Einzelpersonen der Bevölkerung weniger als 0,3 mSv/Jahr beträgt. Der Beitrag der Direktstrahlung des Standorts zum quellenbezogenen Dosisrichtwert für Einzelpersonen der Bevölkerung ist auf 0,1 mSv/Jahr zu beschränken.*

## 5.3 Voraussichtliche Strahlenexposition innerhalb und in der Umgebung der Anlage

### Angaben des Gesuchstellers

Der Schutz der Umgebungsbevölkerung vor radiologischen Auswirkungen aus dem Betrieb des Kernkraftwerks wird im Wesentlichen durch hinreichende Wandstärken der Gebäude zur Abschirmung der Direktstrahlung aus der Anlage und durch hinreichend bemessene Rückhaltesysteme zur Begrenzung der Abgaben flüssiger, gas- und aerosolförmiger radioaktiver Stoffe erzielt. Dadurch wird für die Umgebungsbevölkerung die Strahlenexposition durch die Direktstrahlung und die Abgaben radioaktiver Stoffe unter den entsprechenden Grenzwerten (Art. 37 und Art. 7 StSV) gehalten.

Mit den aus dem quellenbezogenen Dosisrichtwert später abzuleitenden Abgabelimiten für die Anlage sowie deren Überwachung an den Emissionsstellen sind mit der nachfolgenden Verdünnung im Vorfluter bzw. in der Luft auch die Immissionsgrenzwerte entsprechend Art. 102 StSV hinsichtlich der Abgaben radioaktiver Stoffe eingehalten.

Das KKN wird eine der Erfahrung und dem Stand von Wissenschaft und Technik entsprechende Anlage sein. Mit den oben erwähnten Massnahmen wird weiter angestrebt, dass sowohl die Direktstrahlung als auch die Abgaben radioaktiver Stoffe aus der Anlage und die daraus resultierende Strahlenexposition der Umgebungsbevölkerung im selben Bereich wie bei den bestehenden neueren schweizerischen Kernkraftwerken Gösgen und Leibstadt oder darunter liegen. Auch im internationalen Vergleich werden die Abgaben radioaktiver Stoffe und die Direktstrahlung des KKN im unteren Bereich liegen. Die aus den Abgaben radioaktiver Stoffe resultierende

maximale effektive Dosis der Umgebungsbevölkerung wird in der Regel im Normalbetrieb unterhalb der Schwelle von 0,01 mSv pro Jahr liegen, die nach Art. 5 und 6 StSV in jedem Fall als gerechtfertigt und optimiert gilt.

### **Beurteilungsgrundlagen**

Gemäss Art. 23 KEV hat der Gesuchsteller für eine Rahmenbewilligung Unterlagen einzureichen, aus denen unter anderem die voraussichtliche Strahlenexposition in der Umgebung der Anlage hervorgeht.

Die Angabe der voraussichtlichen Strahlenexposition muss dabei im Rahmenbewilligungsgesuch mindestens in einem Detaillierungsgrad erfolgen, welcher die Beurteilung der Erfüllung von Art. 4 Abs. 3 Bst. a KEG erlaubt, welcher fordert, dass bei der Nutzung der Kernenergie im Sinne der Vorsorge alle Vorkehrungen zu treffen sind, die nach der Erfahrung und dem Stand von Wissenschaft und Technik notwendig sind. Weiterhin sind gemäss Art. 4 Abs. 3 Bst. b KEG alle Vorkehrungen zu treffen, die zu einer weiteren Verminderung der Gefährdung beitragen, soweit sie angemessen sind.

Auch gemäss Art. 9 StSG müssen zur Begrenzung der Strahlenexposition jeder einzelnen Person sowie der Gesamtheit der Betroffenen alle Massnahmen ergriffen werden, die nach der Erfahrung und dem Stand von Wissenschaft und Technik geboten sind. Dabei soll der Aufwand für eine Begrenzung der Strahlenexposition in einem vertretbaren Verhältnis zur erreichbaren Reduktion der Strahlenbelastung stehen.

### **Beurteilung des ENSI**

Die gemäss Art. 23 KEV vorgelegten Angaben des Gesuchstellers zur voraussichtlichen Strahlenexposition in der Umgebung der Anlage im Normalbetrieb und bei Betriebsstörungen entsprechen dem im Rahmenbewilligungsverfahren zu erwartenden Detaillierungsgrad. Das ENSI ist mit den Aussagen des Gesuchstellers einverstanden und wird sich in den folgenden Bewilligungsschritten davon überzeugen, dass die gebotenen Massnahmen von der KKN AG ergriffen werden, um gemäss der Erfahrung und dem Stand von Wissenschaft und Technik die Strahlenexposition jeder einzelnen Person sowie der Gesamtheit der Betroffenen zu begrenzen.

## **5.4 Notfallschutz**

### **Angaben des Gesuchstellers**

Notfallschutzrelevante Standorteigenschaften, die den anlageexternen Notfallschutz betreffen, werden vom Gesuchsteller in Kapitel 3.2.7 des Sicherheitsberichts bewertet. Der Standort KKN kann bezüglich der Machbarkeit von Notfallschutzmassnahmen aufgrund folgender Punkte als geeignet bezeichnet werden:

- die Zone 1 des KKG umschliesst die Zone 1 des KKN mit genügender Marge;
- die Notfallplanung des KKG erfüllt alle derzeit festgelegten Anforderungen;
- im Vergleich zum Standort KKG gibt es für KKN keine wesentlichen Änderungen der Standorteigenschaften (Bevölkerung, Infrastruktur);
- die Verkehrsanbindungen erweisen sich als günstig.

Gegen Störfälle, bei denen radioaktive Stoffe in gefährlichem Umfang freigesetzt werden können, wird das KKN vorbeugende und lindernde Vorkehrungen im technischen, organisatorischen und administrativen Bereich treffen und Notfallschutzmassnahmen zur Begrenzung des Schadensausmasses vorbereiten.

Aus dem KEG lässt sich ableiten, dass Notfallschutzaspekte im Rahmenbewilligungsgesuch nur soweit zu behandeln sind, wie sie Standorteigenschaften betreffen, die für den Notfallschutz ausserhalb der Anlage von Belang sind.

### **Beurteilungsgrundlagen**

Massgebend für die Beurteilung des Kapitels sind die allgemeinen Grundlagen in Art. 4 KEG (Grundsätze für die Nutzung der Kernenergie) und Art. 13 KEG (Voraussetzungen für die Erteilung der Rahmenbewilligung), in Art. 7 KEV (Anforderungen an die nukleare Sicherheit) sowie in Art. 23 KEV (Inhalt der Gesuchsunterlagen).

Die Bewertung der Angaben zum anlageninternen Notfallschutz erfolgt anhand Art. 5 KEG sowie Anhang 4 KEV.

### **Beurteilung des ENSI**

Die gemäss Art. 5 KEG vorzubereitenden Notfallschutzmassnahmen sind nach Anhang 4 KEV mit den Gesuchen zur Bau- bzw. Betriebsbewilligung im Rahmen des Notfallschutzkonzepts bzw. des Notfallreglements darzulegen. Das betrifft insbesondere zukünftige Vorkehrungen der betrieblichen Organisation zur Sicherstellung des anlageinternen Notfallschutzes. Die diesbezüglichen Angaben des Gesuchstellers sind für das Rahmenbewilligungsverfahren ausreichend. Notfallschutzrelevante Standorteigenschaften, die den anlageexternen Notfallschutz betreffen, wurden in Kapitel 4.1.1 des vorliegenden Gutachtens bewertet.

# 6 Menschliche und organisatorische Aspekte

Die folgenden Abschnitte gründen auf den Angaben des Gesuchstellers in Kapitel 5 «Wichtige personelle und organisatorische Angaben» des KKN-Sicherheitsberichts [2].

## 6.1 Entwicklung der Organisation für den Betrieb des Kernkraftwerks

### Angaben des Gesuchstellers

Der Gesuchsteller legt dar, dass mit einer angemessenen personellen Begleitung in allen Phasen des Projekts sichergestellt wird, dass zum Zeitpunkt der Erteilung der Betriebsbewilligung der vollständige Personalbestand mit der erforderlichen Fach- und Sachkunde zur Verfügung steht. Der Aufbau der Betriebsorganisation wird auf der Grundlage des schweizerischen Regelwerks, der Erfahrungen in den bestehenden inländischen und europäischen Kernkraftwerken sowie unter Berücksichtigung der Grundsätze anerkannter Management-Modelle erfolgen. Es soll geprüft werden, inwieweit gezielte Personalaufstockungen in bestehenden Anlagen zur Vorbereitung und Ausbildung des Personals für das neue Kernkraftwerk sowie zur Gewährleistung der Kontinuität in der Sicherheitskultur dienen können.

Der Gesuchsteller beabsichtigt, rechtzeitig ein Ausbildungsmanagementsystem aufzubauen, welches die Ausbildungsbedürfnisse fristgerecht erfasst und in Ausbildungsmaßnahmen umsetzt. Er macht Angaben darüber, wie und auf welcher Grundlage in den einzelnen Projektphasen (Bau, während und nach der Inbetriebsetzung) die Ausbildung bzw. das Training des Personals sichergestellt werden sollen.

### Beurteilungsgrundlagen

Art. 23 KEV verlangt unter Bst. a Ziffer 4, dass der Gesuchsteller für eine Rahmenbewilligung den Sicherheitsbericht einzureichen hat, aus dem die wichtigen personellen und organisatorischen Angaben hervorgehen. Diese Anforderung wurde vom ENSI dahingehend präzisiert, dass unter anderem Angaben zum Vorgehen zur Entwicklung der Organisation für den Betrieb der Anlage gemacht werden müssen (siehe auch Kapitel 3 sowie Kapitel 6.2 des Gutachtens).

Weitere Beurteilungsgrundlagen sind dem KEG (Art. 5 Abs. 1, Art. 22 Abs. 1 sowie Abs. 2 Bst. a, b und j), der KEV (Art. 7 Bst. a, Art. 30), der Verordnung über die Anforderungen an das Personal von Kernanlagen (VAPK, [16]) sowie der Richtlinie G07 [26] zu entnehmen.

### Beurteilung des ENSI

Auf Stufe Rahmenbewilligungsgesuch ist eine vollständige Festlegung der zukünftigen Betriebsorganisation weder sinnvoll noch möglich, da zu diesem Zeitpunkt noch nicht feststeht,

welcher konkrete KKW-Typ gebaut wird und welche Anforderungen an die Organisation daraus entstehen. Es sollen jedoch bereits gewisse technologieunabhängige Rahmenbedingungen festgehalten und allgemeine Überlegungen bezüglich der Vorgehensweise der Entwicklung der Organisation präsentiert werden. Dies hat der Gesuchsteller im Sicherheitsbericht zum Rahmenbewilligungsgesuch berücksichtigt. Einerseits macht er erste allgemeine Angaben zu den Grundlagen, die er berücksichtigen wird: Er verpflichtet sich dazu, beim Aufbau der Betriebsorganisation neben dem schweizerischen Regelwerk auch die bestehende in- und ausländische Betriebserfahrung sowie anerkannte Managementmodelle zu berücksichtigen. Andererseits skizziert er ein erstes Konzept für die Ausbildung und das Training des Personals der zukünftigen Betriebsorganisation. Das ENSI begrüsst ausdrücklich die Tatsache, dass der Gesuchsteller die Entwicklung eines Ausbildungsmanagementsystems plant, welches eine systematische Erfassung des Ausbildungsbedarfs und Abwicklung der Ausbildungsmaßnahmen für alle Projektphasen und die Betriebsphase ermöglichen soll. Dabei werden neben den technischen Ausbildungsgegenständen auch jene in den Bereichen Führung und menschliche und organisatorische Faktoren genannt. Das ENSI geht davon aus bzw. erwartet, dass hiermit auch sicherheitskulturbezogene Elemente gemeint sind.

Interessant erscheint dem ENSI der Ansatz des Gesuchstellers, eine Personalaufstockung in den bestehenden Anlagen zum Zwecke der Ausbildung von Personal für das neue Kernkraftwerk zu prüfen. Eine solche Massnahme erfordert eine sehr sorgfältige Abwägung der damit einhergehenden Vor- und Nachteile, insbesondere auch aus der Perspektive der Organisation der betroffenen Werke. Als ein Ziel dieser Ausbildungsform wird die Gewährleistung der Kontinuität der Sicherheitskultur genannt. Das ENSI erwartet auch hierzu eine differenzierte Prüfung der Implikationen. Einerseits erscheint der Ansatz beispielsweise im Hinblick auf eine Integration einer neuen Anlage am Standort einer bereits bestehenden Anlage bzw. Organisation als prüfenswert. Andererseits gilt es aber zu bedenken, dass eine (Sicherheits-) Kultur nicht einfach von einer anderen Organisation «kopiert» und übertragen werden kann, sondern dass im Wesentlichen die Funktionsweise der neuen Organisation deren eigene Kultur prägt. Die Gestaltung der Sicherheitskultur muss deshalb in der entstehenden Organisation von Beginn an (also bereits in den ersten Projektphasen) bewusst und aktiv angegangen werden.

Der Sicherheitsbericht enthält noch keine näheren Angaben zur Vorgehensweise bei der Entwicklung der Organisationsstrukturen und -abläufe. Die Organisation für den Betrieb eines neuen Kernkraftwerks muss systematisch und fundiert erfolgen und stellt einen wichtigen Projektgegenstand dar. Das ENSI formuliert deshalb den folgenden Hinweis:

Hinweis 6:

*Das ENSI verlangt von der KKN AG, dass sie bereits im Zusammenhang mit der Vorbereitung des Baubewilligungsgesuchs ein Konzept zur Entwicklung der zukünftigen Betriebsorganisation erstellt und den Stand dieser Arbeiten im Baubewilligungsgesuch darlegt. Umfassende Angaben zur Entwicklung der zukünftigen Betriebsorganisation sind im Zusammenhang mit dem Betriebsbewilligungsgesuch erforderlich.*

## 6.2 Berücksichtigung der menschlichen und organisatorischen Faktoren bei der Entwicklung der Anlage

### Angaben des Gesuchstellers

Der Gesuchsteller hält fest, dass der Mensch, die Organisation und die Technik gemeinsam eine Einheit bilden müssen, um die Aufgaben und Funktionen erfüllen zu können. Er verpflichtet sich dazu, den menschlichen und organisatorischen Faktoren in allen Bereichen und Phasen des Projekts den erforderlichen Stellenwert beizumessen (beispielsweise «Human and Organisational Factors Engineering» in der Designphase, Ergonomie bei der Gestaltung der Verfahren, menschliche Faktoren aus der Betriebserfahrung). Dabei sollen die Erfahrungen aus den bestehenden Kernanlagen berücksichtigt werden. Zudem sollen die Rollen des Menschen, der Technik und der Organisation und deren gegenseitige Abhängigkeiten auf der Grundlage einer ganzheitlichen Betriebsanalyse bewertet werden.

Es soll innerhalb der Organisation eine für den Bereich des «Human Factors Engineerings» zuständige und verantwortliche Stelle geschaffen werden.

### Beurteilungsgrundlagen

Art. 23 KEV verlangt unter Bst. a Ziffer 4, dass der Gesuchsteller für eine Rahmenbewilligung den Sicherheitsbericht einzureichen hat, aus dem die wichtigen personellen und organisatorischen Angaben hervorgehen. Diese Anforderung wurde vom ENSI dahingehend präzisiert, dass unter anderem Angaben zur Berücksichtigung der menschlichen und organisatorischen Faktoren bei der Projektierung und Auslegung der Anlage gemacht werden müssen (siehe auch Kapitel 3 und 6.1).

Weitere Beurteilungsgrundlagen sind der KEV (Art. 7 Bst. a, Art. 10 Abs. 1 Bst. j), der Convention on Nuclear Safety (Art. 12, Art. 18 clause iii, [50] ) sowie den Safety Standards der IAEA (insbesondere Safety Fundamentals SF-1, Fundamental Safety Principles Nr. 3 «Leadership and Management for Safety» § 3.14 [46] und Safety Requirements NS-R-1, § 5.50 [49]) zu entnehmen.

### Beurteilung des ENSI

Der Gesuchsteller betrachtet Mensch, Technik und Organisation als eine Einheit und vermittelt somit eine ganzheitliche, soziotechnische Sichtweise des Projekts für den Bau des neuen Kernkraftwerks. Er bekennt sich zur Notwendigkeit einer frühzeitigen Berücksichtigung der menschlichen und organisatorischen Faktoren in allen Teilprojekten. Das ENSI begrüsst diese grundsätzliche Absichtserklärung.

Der Sicherheitsbericht zum Rahmenbewilligungsgesuch enthält noch keine Angaben zur Umsetzung dieser Absicht bzw. zur Vorgehensweise bei der Berücksichtigung der menschlichen und organisatorischen Faktoren bei der Projektierung und Auslegung der Anlage. Die Entwicklung und Implementierung eines entsprechenden Vorhabens durch den Gesuchsteller hat aus Sicht des ENSI frühzeitig zu erfolgen, damit die menschlichen und organisatorischen Faktoren entsprechend ihrer Bedeutung für die Sicherheit einer Kernanlage in die Projektierung, Ausle-

gung und den Bau des Kernkraftwerks integriert werden. Insbesondere gilt dies auch für das Verfahren der Anlageausschreibung. Das ENSI fordert vom Gesuchsteller, dass er im Zusammenhang mit der Vorbereitung des Baubewilligungsgesuchs ein Programm zur Berücksichtigung der menschlichen und organisatorischen Faktoren bei der Projektierung und Auslegung und beim Bau der Anlage erstellt und einreicht.

### **Zusammenfassende ENSI-Beurteilung der Angaben zu den menschlichen und organisatorischen Aspekten**

Die Notwendigkeit einer systematischen, umfassenden und frühzeitigen Berücksichtigung der menschlichen und organisatorischen Faktoren in einem Projekt zum Bau eines neuen Kernkraftwerks ist heute unbestritten und wird auch vom Gesuchsteller im Sicherheitsbericht zum Rahmenbewilligungsgesuch anerkannt. Aufgrund der Bedeutung dieser Aspekte formuliert das ENSI den folgenden Auflagenvorschlag:

#### Auflage 5:

*Die KKN AG hat für die Projektierung und Auslegung der Anlage ein Programm zur Berücksichtigung der menschlichen und organisatorischen Faktoren zu implementieren. Das ENSI überprüft das Programm und dessen Umsetzung ab Beginn der Projektierungsphase.*

# 7 Sicherung

Mit dem Gesuch um Erteilung der Rahmenbewilligung für das KKN wurde auch der Sicherheitsbericht [3] eingereicht.

Der Schutz von Kernanlagen und Kernmaterialien vor Sabotage, gewaltsamen Einwirkungen oder Entwendung muss auf einer in die Tiefe gestaffelten Abwehr beruhen, welche bauliche, technische, organisatorische, personelle und administrative Massnahmen beinhaltet (Art. 9 und Anhang 2 KEV).

Im Rahmenbewilligungsgesuch müssen diese Massnahmen in groben Zügen beschrieben werden. Eine detaillierte Beschreibung der Sicherungsmassnahmen ist erst in späteren Gesuchen (Bau- und Betriebsbewilligungsgesuch) vorgesehen; diese ist dann in geeigneter Weise zu klassifizieren, wobei die Informationsschutzverordnung [20] sinngemäss angewendet werden kann.

## 7.1 Standorteigenschaften für die Sicherung

### Angaben des Gesuchstellers

Der Gesuchsteller beurteilt die Standorteigenschaften in Bezug auf die Sicherung des KKN in Kapitel 1.2.1 «Standort und Umgebung», in Kapitel 3 «Standort und geografische Lage» sowie in Kapitel 5 «Grundsätzliche Erfüllbarkeit der Anforderungen an die Anlagesicherung hinsichtlich der Gebäudeanordnung». Im Rahmenbewilligungsgesuch wird nicht direkt auf die bestehende Kernanlage KKG eingegangen, da sich erst in späteren Bewilligungsschritten Fragen von möglichen Synergien stellen.

Der Standort zeichnet sich durch die besondere Lage in einem breiten, ebenen Talboden am Aareufer aus und verfügt nur über eingeschränkte Zugänge. Es sind keine industriellen Anlagen in der unmittelbaren Umgebung, deren Sabotage eine direkte Gefährdung der Sicherung des KKN darstellen. In beiden Varianten der Anordnungsplanung befinden sich alle für die Sicherheit und den Betrieb der Anlage relevanten Gebäude und Einrichtungen innerhalb des Sicherungsareals.

Die KKN AG kommt zum Schluss, dass am Standort Niederamt die gesetzlichen Vorgaben zu den für eine Kernanlage erforderlichen Sicherungsmassnahmen vollumfänglich umgesetzt werden können.

### Beurteilungsgrundlagen

Es existieren keine gesetzlichen Anforderungen an den Standort einer Kernanlage, die den Bereich Sicherung betreffen. Die Beurteilung des ENSI orientiert sich an den topografischen Verhältnissen und den Erfahrungen aus dem Betrieb bestehender Kernanlagen.

### Beurteilung des ENSI

Der Standort zeichnet sich durch eine Reihe natürlicher Hindernisse wie den Aareverlauf aus. Aufgrund des Abstands zu industriellen Anlagen ergeben sich für die Sicherung keine direkten Gefahren.

Die Exposition des Standorts im Hinblick auf einen gezielten Flugzeugabsturz (d.h. Terrorismus) ist nach Auffassung des ENSI nicht zu bewerten, da die Neuanlage gegen ein derartiges Ereignis entsprechend den Anforderungen der Verordnung V01 [15] einen genügenden Schutz aufweisen wird.

Aus Sicht des ENSI ist der Standort für das KKN grundsätzlich sicherungstechnisch geeignet.

## 7.2 Gefährdungsannahmen

### Angaben des Gesuchstellers

Der Gesuchsteller verweist im Sicherheitsbericht unter Punkt 2.4 «Gefährdungsannahmen» auf die Verordnung des UVEK vom 16. April 2008 «Gefährdungsannahmen und Sicherungsmassnahmen für Kernanlagen und Kernmaterialien» [14]. Sie orientiert sich an der weltweiten Situation von Terrorismus und gewalttätigem Extremismus, an der spezifischen Bedrohungssituation in der Schweiz sowie am Gefährdungspotenzial der zu schützenden Objekte. Sie berücksichtigt den Stand der Angriffstechnik sowie das mögliche Täterverhalten.

In der Verordnung [14] werden die einzelnen Schutzziele wie folgt definiert:

- a. Schutz der Kernanlagen vor unbefugter Einwirkung;
- b. Schutz der Kernmaterialien vor Entwendung und unbefugter Einwirkung;
- c. Schutz von Mensch und Umwelt vor radiologischer Schädigung, verursacht durch unbefugte Einwirkung.

Anhand dieser Schutzziele und der Gefährdungsannahmen gemäss Verordnung [14] sollen nach den Angaben der KKN AG die konkreten Sicherungsmassnahmen abgeleitet werden.

### Beurteilungsgrundlagen

Zur Beurteilung der Angaben des Gesuchstellers zu den Gefährdungsannahmen hat das ENSI folgende Grundlagen herangezogen:

- Verordnung des UVEK vom 16. April 2008 über die Gefährdungsannahmen und Sicherungsmassnahmen für Kernanlagen und Kernmaterialien [14].
- Änderung des Übereinkommens über den physischen Schutz von Kernmaterial (Art. 2A Abs. 3, BBI 2008 1237). Der dort aufgeführte Grundsatz G «Bedrohung» führt aus: «Der physische Schutz in einem Staat soll auf der Grundlage der gegenwärtigen Bedrohungsbeurteilung des Staates durchgeführt werden.»

Die massgebende Gefährdung oder Bedrohung (engl. Design Basis Threat, DBT) wird von der Aufsichtsbehörde definiert und dient als Grundlage und Massstab für die Sicherung von Kernanlagen und Kernmaterialien. Die Einzelheiten der massgebenden Bedrohung mit konkreten Angaben zu Täterschaft und Angriffsmitteln werden in einer klassifizierten Richtlinie definiert. Der Schutz dieser Informationen richtet sich nach der Informationsschutzverordnung [20].

## Beurteilung des ENSI

Der Gesuchsteller verweist auf die UVEK-Verordnung betreffend Gefährdungsannahmen und Sicherungsmassnahmen [14] und legt seine Absicht dar, die Anforderungen, welche sich aus den Gefährdungsannahmen ergeben, in Bezug auf die Sicherung umzusetzen.

Die Sicherung von Kernanlagen und Kernmaterialien muss die Beeinträchtigung der nuklearen Sicherheit durch unbefugte Einwirkungen, die gezielte Freisetzung von gefährlichen Mengen radioaktiver Stoffe in die Umwelt und den Diebstahl von Kernmaterialien mit geeigneten Massnahmen verhindern. Zu diesem Zweck hat der Gesuchsteller die Grundlagen dargelegt, die als Basis für die zu ergreifenden Sicherungsmassnahmen dienen.

Umfang und Detaillierungsgrad der Angaben des Gesuchstellers entsprechen den zum Zeitpunkt des Rahmenbewilligungsgesuchs massgeblichen Vorgaben des ENSI. Für das ENSI ergeben sich keine Einwände gegen die Gefährdungsannahmen, welche die KKN AG bei der Erarbeitung der Sicherungsmassnahmen zu berücksichtigen gedenkt.

## 7.3 Bauliche, technische, organisatorische und administrative Massnahmen

### Angaben des Gesuchstellers

In Kapitel 2 «Anforderungen an die Anlagensicherung» des Sicherheitsberichts beschreibt der Gesuchsteller Ziel und Zweck der Anlagensicherung. In Kapitel 4 «Betriebliche Anlagensicherung» werden die Einzelsysteme und deren Zusammenwirken im Bereich Sicherung beschrieben. Im Hinblick auf die Sicherung des KKN sind bei der Auslegung, beim Bau und im Betrieb Sicherungsmassnahmen vorgesehen, welche verhindern, dass die nukleare Sicherheit des KKN und der darin befindlichen Kernmaterialien durch unbefugtes Einwirken beeinträchtigt oder Kernmaterialien entwendet werden können.

Die Sicherung von Kernanlagen und -materialien dient dazu, die Folgen von unbefugten Einwirkungen auf eine Kernanlage so zu beschränken, dass die gesetzlich verankerten Zielsetzungen eingehalten werden können.

Bei den **baulichen Sicherungsmassnahmen** beschreibt die KKN AG die Zuordnung der sicherheitstechnisch wichtigen Gebäude, Systeme und Ausrüstungen zu den Sicherheitszonen B, C und D, wobei die Benennungen den definierten und klassifizierten Widerstandswerten entsprechen. Der Widerstandswert einer Sicherungsschranke bleibt grundsätzlich, d.h. auch bei Durchgangsvorgängen, aufrechterhalten. Durchgänge werden daher als Schleusen ausgestaltet.

Die **technischen Sicherungsmassnahmen** umfassen insbesondere Detektions-, Kommunikations-, Zutrittskontroll-, Alarmmanagement- und Visualisierungssysteme (z. B. Überwachungskameras, Alarmanlagen und biometrische Identifikationssysteme).

Die **organisatorischen, personellen und administrativen Sicherungsmassnahmen** umfassen insbesondere die Sicherungsorganisation, Regelungen betreffend Wirkungsfelder und Aufga-

ben der Betriebswache gemäss VBWK [17] bzw. das Wachreglement sowie einschlägige Arbeitsdokumente der Sicherungsorganisation und Vereinbarungen mit der Polizei.

### **Beurteilungsgrundlagen**

In Art. 9 und Anhang 2 KEV sind die allgemeinen Anforderungen an die Sicherung festgelegt. Die detaillierten Anforderungen sind in klassifizierten Richtlinien der Aufsichtsbehörde beschrieben.

In der Verordnung über die Betriebswachen von Kernanlagen (VBWK, [17]) sind Anforderungen an Aufgaben und Befugnisse, Ausrüstung, Bewaffnung und Organisation sowie Anforderungen an die Qualifikation und Eignung der Betriebswachen enthalten.

### **Beurteilung des ENSI**

Die Sicherung des KKN soll auf der Abwehr in der Tiefe beruhen, d.h. auf einer räumlichen Staffelung der baulichen und technischen Massnahmen. Einer Täterschaft werden mehrere Sicherungsschranken mit von aussen nach innen zunehmendem Widerstand entgegengesetzt. Die im Rahmenbewilligungsgesuch beschriebene Auslegung entspricht erprobten Grundsätzen. Die Abwehr in die Tiefe basiert auf den Empfehlungen der IAEA und wird weltweit mehrheitlich so angewendet.

Die Sicherungsmassnahmen müssen unter Berücksichtigung des Standes von Wissenschaft und Technik anlagespezifisch und in Abstimmung mit den Sicherheitsmassnahmen festgelegt und gegebenenfalls angepasst werden. Der Gesuchsteller weist auf diese Absicht hin.

Die Anforderungen an die einzelnen Sicherungsschranken sind in klassifizierten Richtlinien der Aufsichtsbehörde festgehalten. Die KKN AG wird der Aufsichtsbehörde die Qualität der Sicherungsmassnahmen in den späteren Bewilligungsphasen nachweisen.

Der gesamte Sicherheitsbericht ist in den späteren Gesuchen zu klassifizieren.

### **Zusammenfassende ENSI-Beurteilung des Sicherheitsberichts KKN**

Das ENSI beurteilt die Angaben des Gesuchstellers zur Sicherung des KKN als für das Rahmenbewilligungsgesuch ausreichend. In beiden aufgeführten Projektvarianten bezüglich Anordnungsplanung entsprechen die vorgesehenen Massnahmen dem Konzept der Sicherung gemäss Art. 9 und Anhang 2 KEV.

Weitergehende Angaben zu konkreten Massnahmen baulicher, technischer, organisatorischer und administrativer Natur sind im Rahmenbewilligungsverfahren nicht möglich und daher in den Gesuchsunterlagen für die nachfolgenden Bewilligungsschritte aufzuführen.

Die Angaben des Gesuchstellers entsprechen hinsichtlich Umfang und Detaillierungsgrad dem Stand, wie er für ein Rahmenbewilligungsgesuch gefordert wird.

Im Zusammenhang mit der Notwendigkeit der Klassifizierung von Dokumenten im Bereich der nuklearen Sicherheit und der Sicherung, wie dies in Art. 5 Abs. 3 KEG gefordert wird, formuliert das ENSI den folgenden Auflagenvorschlag:

Auflage 6:

*Die KKN AG hat Informationen, deren Kenntnisnahme durch Unberechtigte die Wirksamkeit der Sicherungsmassnahmen gefährden kann, zu klassifizieren und zu schützen. Das ENSI überprüft den Informationsschutz ab Beginn der Projektierungsphase.*

# 8 Stilllegungskonzept

## Angaben des Gesuchstellers

Im Zusammenhang mit dem Gesuch um Erteilung der Rahmenbewilligung für das KKN hat der Gesuchsteller den Bericht «Konzept für die Stilllegung» [4] eingereicht.

Die KKN AG interpretiert in der Einleitung zum Stilllegungskonzept die diesbezüglichen gesetzlichen Vorgaben in Übereinstimmung mit den Ausführungen im folgenden Abschnitt «Beurteilungsgrundlagen». Nach Zitierung der gesetzlichen Grundlagen in Kapitel 1 erfolgt in Kapitel 2.1 zunächst eine Bewertung des nationalen und internationalen Erfahrungshorizonts. Es wird darauf verwiesen, dass sich weltweit mehr als 50 Kernkraftwerke in verschiedenen Stadien des Rückbaus befinden, von denen bereits neun bis zur «grünen Wiese» abgebaut sind. Es wird festgestellt, dass die Stilllegung von Anlagen, die mit dem geplanten neuen Werk vergleichbar sind, bereits heute technisch und ökonomisch als machbar nachgewiesen ist.

In Kapitel 2.2 geht der Gesuchsteller konkret auf die Berücksichtigung der späteren Stilllegung bei Planung, Bau und Betrieb des KKN ein. Folgende Massnahmen werden genannt:

- Wahl von Werkstoffen und Materialien mit möglichst niedrigem Aktivierungspotenzial und möglichst geringem Potenzial zur Verbreitung von Kontaminationen;
- Einbau von Abschirmungen und Barrieren, welche Aktivierung und Kontamination im Normalbetrieb und bei Störfällen minimieren;
- Optimierung der Wartungs- und Instandhaltungsprozeduren im Hinblick auf den einfachen Austausch stark aktivierter Komponenten;
- Erstellung von kontrollierten Zutrittsstellen zu kontrollierten Zonen und Sperrbereichen, Handhabungseinrichtungen und Zugangsrouten mit dem Ziel einer Minimierung der Expositionszeiten des Personals;
- Verwendung von einfach demontierbaren Einrichtungen und einfach zu reinigenden Schutzvorrichtungen zur Minimierung der Expositionszeiten des Personals;
- Dokumentation aller Informationen über Inventar und Lokalisierung radioaktiver Materialien während der gesamten Betriebszeit.

In Kapitel 3 werden die heute allgemein anerkannten Stilllegungsvarianten einschliesslich wesentlicher Parameter für die Variantenauswahl genannt. Als Strategien werden angegeben:

- Der sofortige Rückbau, dessen besonderer Vorteil in der optimalen Nutzung der Fachkenntnisse des noch am Standort vorhandenen Betriebspersonals ist und bei dem der Standort innerhalb kürzest möglicher Zeit aus der atomrechtlichen Aufsicht entlassen werden kann. Nachteilig wirkt sich hier aus, dass der radioaktive Zerfall von massgeblich zur Dosisleistung beitragenden kurzlebigen Radionukliden nicht genutzt werden kann, was sich durch erhöhten Aufwand beim Strahlenschutz des Personals und auch im Bereich der Abfallbewirtschaftung auswirkt.

- Der sichere Einschluss mit späterem Rückbau, bei dem die Verminderung der Aktivität durch den Zerfall kurz- und mittellebiger Radionuklide optimal genutzt wird. Allerdings ist für einen mehrere Jahrzehnte andauernden Zustand ein gewisser Instandhaltungs- und Überwachungsaufwand notwendig, und bei der dann anschliessenden eigentlichen Stilllegung kann nicht mehr auf die Expertise des ehemaligen Betriebspersonals zurückgegriffen werden.
- Die «In-situ-Entsorgung», die letztlich einer oberflächennahen Endlagerung am Standort gleichkommt, welcher damit alle Anforderungen an ein solches Endlager erfüllen muss.

Das Konzept der «In-situ-Entsorgung» wird von der KKN AG absolut ausgeschlossen. Von den verbleibenden Strategien wird nach deren Bewertung hinsichtlich technischer, organisatorischer und kommerzieller Kriterien und einer Darstellung von bereits jetzt geplanten Massnahmen zur Risikoverminderung der sofortige Rückbau mit anschliessender geologischer Tiefenlagerung der Stilllegungsabfälle als beabsichtigte Rückbaustrategie benannt.

In Kapitel 4 werden die einzelnen Ablaufphasen eines typischen Stilllegungsprojekts gemäss den aktuellen Publikationen der IAEA vorgestellt, welche in Kapitel 5 (Etappen der Stilllegung) für den konkreten Anwendungsfall des KKN-Rückbaus umgesetzt werden. Zunächst geht der Betrieb in eine Nachbetriebsphase über, die noch unter dem eigentlichen Betriebsregime stattfindet, in der aber aller Kernbrennstoff aus dem Reaktor sowie nicht mehr benötigte Betriebsmittel und die noch vorhandenen Betriebsabfälle aus der Anlage entfernt werden. Diese Phase endet mit der Verfügung der Stilllegung auf Basis der im Rahmen des Stilllegungsprojekts erarbeiteten und der zuständigen Behörde eingereichten Unterlagen. Das Stilllegungsprojekt weist für den eigentlichen Rückbau folgende Schritte (Teilprojekte) aus:

- Demontage kontaminierter Systeme und Komponenten;
- Demontage aktivierter Einbauten des Reaktordruckbehälters;
- Demontage des Reaktordruckbehälters;
- Demontage des aktivierten Teils des biologischen Schildes;
- Ausbau der restlichen Stahleinbauten;
- Dekontamination und Freigabe der Gebäude und des Geländes;
- Schadlose Verwertung der Reststoffe bzw. Konditionierung der anfallenden radioaktiven Abfälle.

Von den möglichen Endzuständen nach Abschluss des Stilllegungsprojekts beabsichtigt die KKN AG in Kapitel 6 die vollständige Entlassung aus dem Kernenergierecht ohne Nutzungseinschränkungen, die so genannte «grüne Wiese», d.h. den Rückbau der freigemessenen Gebäude und damit die Herstellung eines radioaktiv unbelasteten Zustands.

In den Kapiteln 7 und 8 äussert sich der Gesuchsteller zu den Themen «Stilllegungsabfälle» und «Rückstellungen für die Stilllegung», in denen im Wesentlichen auf den Nachweis der Entsorgung der im KKN anfallenden radioaktiven Abfälle bzw. auf die gesetzlichen Vorgaben zum Stilllegungsfonds verwiesen wird.

In Kapitel 9 werden die Aussagen der KKN AG zum Stilllegungskonzept zusammenfassend bewertet. Dabei wird der Schluss gezogen, dass das vorliegende Konzept die Machbarkeit der späteren Stilllegung des KKN aufzeigt, wobei der Endzustand «grüne Wiese» unter Anwendung des sofortigen Rückbaus erreicht werden soll. Mit diesem Stilllegungskonzept stehe der Standort dann allen weiteren Verwendungszwecken ohne Einschränkung zur Verfügung.

### **Beurteilungsgrundlagen**

Art. 13 KEG und Art. 23 KEV regeln die für ein Rahmenbewilligungsgesuch erforderlichen Unterlagen. Dort ist unter Bst. c (KEG) respektive Bst. d (KEV) ein Konzept für die Stilllegung gefordert. Im Gegensatz zum Stilllegungsprojekt, wo die erforderlichen Projektunterlagen in Art. 45 KEV ausführlich beschrieben sind, sind Inhalt und Umfang eines Stilllegungskonzepts weder in der KEV noch im KEG definiert. Gleiches gilt auch für den Stilllegungsplan, der erstmalig in den Unterlagen zum Baubewilligungsgesuch gefordert ist und der dann während der Bau- und Betriebsphase der Kernanlage fortzuführen ist. Aus Sicht des ENSI ergibt sich eine logische Abgrenzung indirekt wie folgt:

Wesentlicher Gegenstand des Rahmenbewilligungsgesuchs ist es, die Auswirkungen einer Kernanlage auf die Umgebung des Standorts darzulegen. Bezogen auf die Stilllegung ergeben sich daraus zwei zentrale Fragen:

1. Wie ist der Endzustand nach erfolgtem Rückbau?
2. Wie ist der zeitliche Ablauf, d.h. wann wird dieser Endzustand erreicht sein?

Von einem Stilllegungskonzept ist also mindestens zu erwarten, dass diese beiden Fragen beantwortet und dass allenfalls Kriterien aufgezeigt werden, nach denen diese Variantenauswahl erfolgte und welche für die weitere Konkretisierung des Stilllegungskonzepts hin zum Stilllegungsplan massgeblich sind.

Der mit den Baugesuchsunterlagen vorzulegende Stilllegungsplan muss mindestens bereits so detailliert sein, dass er eine Bewertung der vorgesehenen Rückstellungsbildung für den Stilllegungs- und den Entsorgungsfonds zulässt. Er muss also alle wesentlichen Kostenfaktoren konkret berücksichtigen und den zeitlichen Mittelbedarf abschätzen. Die sich daraus ergebende technische und organisatorische Planung hat sich im Rahmen der konzeptionellen Festlegungen aus der Rahmenbewilligung zu bewegen.

Die hier beschriebene Abgrenzung wurde letztlich indirekt aus dem Kernenergierecht abgeleitet. Sie erscheint grundsätzlich zwingend, da nur so die direkten Anforderungen aus KEG, KEV und SEFV [21] erfüllt werden können.

### **Beurteilung des ENSI**

Die Erwägungen der KKN AG zum Stilllegungskonzept für das KKN sind anhand der eingereichten Gesuchsunterlagen nachvollziehbar. Sowohl die Darstellung der technischen und zeitlichen Varianten als auch die Darlegung der Entscheidungskriterien sind vom Umfang und Inhalt her angemessen und entsprechen dem international üblichen Stand der Technik. Die als Bewertungs-

grundlage abgeleiteten zentralen Fragen an jedes Stilllegungsprojekt werden für das KKN wie folgt beantwortet:

1. Endzustand ist die Entlassung der Anlage aus dem Kernenergiegesetz ohne Nutzungseinschränkungen («grüne Wiese»).
2. Dieses Ziel soll nach Ende der Nutzungsdauer des KKN unmittelbar durch einen sofortigen Rückbau erreicht werden.

Diese klaren Aussagen des Gesuchstellers sind prinzipiell ausreichend für eine positive Bewertung des Stilllegungskonzepts durch das ENSI. Den Gesuchsunterlagen ist zu entnehmen, dass die KKN AG eine ausführliche Analyse des internationalen Erfahrungsstands im Bereich der Stilllegung von Kernkraftwerken vorgenommen hat. So führt die KKN AG beispielsweise in Kapitel 2.2 bereits detailliert aus, wie sie bei den weiteren Projektarbeiten die Belange einer möglichst optimierten Stilllegung berücksichtigen will. Das Erfordernis hierzu wird vom schweizerischen Regelwerk nicht verlangt. Allerdings sind entsprechende Anforderungen bereits in verschiedenen internationalen Veröffentlichungen (u. a. der IAEA und der WENRA) enthalten. Zu gegebener Zeit werden diese Anforderungen auch in Richtlinien des ENSI und/oder in entsprechenden Verordnungen berücksichtigt. Das ENSI begrüsst daher ausdrücklich, dass diese Aspekte bereits jetzt als Kriterien für das Kernkraftwerksprojekt KKN berücksichtigt werden.

Das ENSI beurteilt die Entlassung der Anlage aus der Kernenergiegesetzgebung als sinnvollen und angemessenen Endzustand aller Stilllegungsaktivitäten. Ebenso ist das Bekenntnis zum direkten Rückbau nicht nur international, sondern auch unter Berücksichtigung der speziellen schweizerischen Randbedingungen eine sinnvolle und gesetzeskonforme Stilllegungsvariante. Der weitere Prozess der Konkretisierung des Stilllegungskonzepts in einem Stilllegungsplan sowie die Berücksichtigung stilllegungsrelevanter Aspekte in allen Projektteilbereichen des KKN wurden vom Gesuchsteller ausführlich beschrieben.

Aus Sicht des ENSI sind die Anforderungen an die Angaben in einem Stilllegungskonzept auf Stufe Rahmenbewilligungsgesuch mit den durch die KKN AG vorgelegten Unterlagen vollständig erfüllt.

# 9 Entsorgung

Im Zusammenhang mit dem Gesuch um Erteilung der Rahmenbewilligung hat die KKN AG den Bericht «Nachweis für die Entsorgung der anfallenden radioaktiven Abfälle» [5] eingereicht.

## Angaben des Gesuchstellers

### Abfälle

Der Gesuchsteller beschreibt den vorgesehenen Kraftwerkstyp als einen Leichtwasserreaktor der 3. Generation, d.h. als einen Reaktor, dessen Abfallspektrum identisch ist mit demjenigen der bestehenden Schweizer KKW. Die KKN AG rechnet entsprechend den Auslegungsgrundsätzen für neue Leichtwasserreaktoren, gemäss den Forderungen von internationalen Kraftwerksbetreibern, mit einer jährlichen Betriebsabfallmenge von  $50 \text{ m}^3/\text{GW}_{\text{el}}$ , was bei der genannten maximalen Leistung von  $1,6 \text{ GW}_{\text{el}} + 20 \%$  und einer Betriebsdauer von 60 Jahren ein Gesamtvolumen von ca.  $6\,000 \text{ m}^3$  schwach- und mittelaktive Betriebsabfälle (SMA) ergibt. Quantitative Angaben zu den hochaktiven Abfällen (HAA) werden vom Gesuchsteller zum gegenwärtigen Zeitpunkt nicht gemacht.

### Konditionierung und Verpackung

Die heute in der Schweiz angewandten Konditionierungsverfahren werden auch bei der Behandlung radioaktiver Abfälle im KKN zur Anwendung kommen. In Tabelle 6-1 des Berichts zur Entsorgung sind Standard-Konditionierverfahren für die üblicherweise in einem Leichtwasserreaktor anfallenden Betriebsabfälle aufgelistet. Die KKN AG will für die Konditionierung ausschliesslich Verfahren anwenden, die auf der Basis von Art. 54 Abs. 4 KEV und der Richtlinie HSK-B05 [25] genehmigt sind. Für die Entsorgung sollen auch die ausserhalb der Anlage befindlichen Entsorgungseinrichtungen der Schweizer Abfallverursacher genutzt werden.

### Zwischenlagerung

Die konditionierten Abfälle sollen am Standort KKN zwischengelagert werden, bis sie an ein entsprechendes geologisches Tiefenlager abgegeben werden können. Falls erforderlich, will der Gesuchsteller Zwischenlagerkapazität für die gesamten Betriebsabfälle der vorgesehenen Betriebszeit bereitstellen. In diesem Zwischenlager sollen eventuell ebenfalls SMA (z.B. Stilllegungsabfälle) des benachbarten KKG zwischengelagert werden. Die Möglichkeit der Zwischenlagerung in einem zentralen Zwischenlager wird von KKN als weitere Option betrachtet.

### Tiefenlagerung

Bezüglich der abschliessenden Tiefenlagerung aller Abfälle aus dem KKN einschliesslich der abgebrannten Brennelemente bezieht sich die KKN AG auf die beiden Bundesratsbeschlüsse zu den Entsorgungsnachweisen SMA (Beschluss vom 3. Juni 1988) und HAA (Beschluss vom 28. Juni 2006). Durch diese beiden Beschlüsse sieht die KKN AG den Nachweis der grundsätzlichen Machbarkeit der geologischen Tiefenlagerung auch für die Abfälle des KKN als erbracht, da dort die Nachweise bezüglich

- Machbarkeit der Konditionierung betrieblicher Abfälle einschliesslich deren Verpackung gemäss den Anforderungen an eine geologische Tiefenlagerung,

- Langzeitsicherheit der geologischen Tiefenlagerung unter Einhaltung der behördlichen Vorgaben,
- Realisierbarkeit von Bau und Betrieb der geologischen Tiefenlager, sowie
- Existenz geeigneter und ausreichend ausgedehnter Gesteinskörper in der Schweiz zur Aufnahme eines geologischen Tiefenlagers

erbracht worden sind. Die zu erwartenden Abfälle des KKN werden vollständig durch die aktuell bereits etablierten schweizerischen Entsorgungspfade abgedeckt. Hinsichtlich der Volumina führt der Gesuchsteller in Kapitel 9.2 des Entsorgungsberichts aus, dass die bereits genannten Entsorgungsnachweise auf einer hinreichenden Flexibilität basieren und dass im Rahmen des laufenden Verfahrens des Sachplans geologische Tiefenlager (SGT) solche Lagerstandorte ausgewählt werden, die alle Abfälle aus den bestehenden und allfälligen neuen Kernanlagen sowie aus deren Stilllegung aufnehmen können. Die maximale Lagerkapazität dieser Tiefenlager wird nach Abschluss des SGT-Verfahrens im anschliessenden Rahmenbewilligungsgesuch nach Art. 14 KEG festgelegt, und zwar unter Berücksichtigung neuer Kernanlagen, allfälliger Laufzeitverlängerung und sämtlicher Stilllegungsabfälle.

#### Sonstige Angaben:

Im weiteren Verlauf der Bewilligungsverfahren beabsichtigt der Gesuchsteller folgende Massnahmen:

- Aufstellung eines Entsorgungsprogramms mit den erforderlichen Konkretisierungen;
- Bildung der gesetzlich geforderten finanziellen Rückstellungen für die Entsorgung;
- Beitritt zu der für die Entsorgung der schweizerischen Kernkraftwerke zuständigen Organisation, der Nagra.

Abschliessend hält die KKN AG in Kapitel 12 des Entsorgungsberichts fest, dass mit den vorliegenden Angaben zur Entsorgung der anfallenden radioaktiven Abfälle aus dem KKN der Nachweis im Sinne von Art. 13 Bst. d KEG erbracht ist.

#### **Beurteilungsgrundlagen**

Der Begriff «Entsorgung» ist definiert als «Konditionierung, Zwischenlagerung und Lagerung der radioaktiven Abfälle in einem geologischen Tiefenlager» (Art 3. Bst. b KEG). Die Konditionierung ist definiert als «Gesamtheit der Operationen, mit welchen radioaktive Abfälle für die Zwischenlagerung oder für die Lagerung in einem geologischen Tiefenlager vorbereitet werden; ...» (Art. 3 Bst. g KEG).

Entsorgung schliesst somit ein:

- I. die Sammlung, Charakterisierung und Aufbewahrung von Rohabfällen;
- II. die Gesamtheit aller Verarbeitungs- und Verpackungsschritte (Konditionierung);
- III. die allfällige Zwischenlagerung der behandelten Abfälle;
- IV. die Einlagerung in ein geologisches Tiefenlager; sowie indirekt
- V. die zwischen diesen einzelnen Schritten erforderlichen Transporte;
- VI. die Bildung finanzieller Rückstellungen zur Erfüllung aller genannten Arbeiten.

Art. 13 Abs. 1 Bst. d KEG nennt als Voraussetzung für die Erteilung einer Rahmenbewilligung, dass «der Nachweis für die Entsorgung der radioaktiven Abfälle erbracht ist.»

Weder KEG noch KEV spezifizieren Art und Umfang der Nachweisführung näher. Allerdings geben die Anforderungen an die Gesuchsunterlagen für das spätere Gesuch um Erteilung der Baubewilligung Hinweise für eine Abgrenzung: Einzelne, detaillierte und quantitative Nachweise sind gemäss Art. 24 Abs. 2 Bst. a KEV in Verbindung mit den Unterlagen U1 aus Anhang 4 KEV für die Betriebsabfälle sowie in Art. 24 Abs. 2 Bst. f KEV in Form des Stilllegungsplans für die Stilllegungsabfälle gefordert. Während des späteren Betriebs werden diese Angaben im Entsorgungsprogramm nach Art. 32 KEG für die Betriebsabfälle alle fünf Jahre sowie für die Stilllegungsabfälle beim Nachführen des Stilllegungsplans alle zehn Jahre gemäss Art. 42 KEV aktualisiert.

In den Unterlagen für das Rahmenbewilligungsgesuch ist somit zu den genannten Themen I. bis V. die grundsätzliche Realisierbarkeit im Rahmen des bestehenden nationalen Entsorgungskonzepts der Schweiz nachzuweisen. Im zukünftigen Gesuch um Erteilung der Baubewilligung hat die KKN AG dann diese im Rahmenbewilligungsgesuch qualitativ festgeschriebenen Grundlagen der Entsorgung einschliesslich der eventuellen Auflagen in quantitativer Form gemäss den Anforderungen von Art. 24 KEV zu konkretisieren.

## **Beurteilung des ENSI**

### Abfälle

Die Angaben des Gesuchstellers zu den SMA sind für das ENSI nachvollziehbar. Insbesondere moderne Druckwasserreaktoren erreichen bzw. unterschreiten das genannte Abfallaufkommen im störungsfreien Normalbetrieb bereits heute. Daher ist es zu begrüssen, dass die KKN AG gemäss Kapitel 7 des eingereichten Entsorgungsberichts im Rahmen der Ausschreibung von potenziellen Lieferanten eine Minimierung der betrieblichen Abfälle fordern wird. Wesentliche zusätzliche Abfallquellen resultieren aus dem mit zunehmendem Alter der Anlagen immer wahrscheinlicher werdenden Austausch von grösseren Komponenten wie Wärmetauschern, Dampferzeugern etc. Im Zusammenhang mit der Prüfung der Baugesuchsunterlagen wird im Baubewilligungsverfahren nachzuweisen sein, dass gemachte Erfahrungen aus derartigen Nach- und Umrüstmassnahmen in existierenden Anlagen bei der Detailplanung eingeflossen sind. Im Übrigen erleichtert der Einbezug dieser Erfahrungen nicht nur die Wartung und Instandhaltung während der Betriebsphase, sondern insbesondere auch den Rückbau im Rahmen der Stilllegung.

Die Angaben des Gesuchstellers zu den HAA sind rein qualitativ. Dies ist für das ENSI nachvollziehbar, weil derzeit nicht absehbar ist, ob und wann für schweizerische Kernkraftwerke wieder die Möglichkeit einer Wiederaufarbeitung bestrahlter Brennelemente gegeben sein wird und in welchem Umfang diese dann genutzt werden wird. Zudem hängen die Mengenangaben über die zu erwartenden abgebrannten Brennelemente erheblich vom im späteren Baubewilligungsverfahren zu spezifizierenden Reaktortyp und der Reaktorleistung ab. Daher können diese Angaben auch erst zu einem späteren Zeitpunkt erwartet werden. Dies entspricht auch den Detailregelungen in den Bewertungsgrundlagen.

Das ENSI beurteilt die zu den Abfällen gemachten Angaben der KKN AG als schlüssig und für die Beurteilung im Rahmenbewilligungsverfahren als ausreichend detailliert.

#### Konditionierung und Verpackung

Gemäss den Angaben des Gesuchstellers werden alle entstehenden radioaktiven Abfälle des KKN nach genehmigten Verfahren, die Stand der Technik sind, konditioniert. Insbesondere plant der Gesuchsteller gemäss Kapitel 6.4 des Entsorgungsberichts eine periodische Überprüfung und eventuelle Anpassung an den Stand der Entsorgungstechnik. Die Umsetzung dieser Aussagen wird in den weiteren Bewilligungsschritten und im dannzumal laufenden Betrieb des KKN durch das ENSI überprüft. Das ENSI beurteilt die zur Abfallkonditionierung gemachten Angaben des Gesuchstellers als schlüssig und für die Beurteilung im Rahmenbewilligungsverfahren als ausreichend detailliert. Sie sind im Einklang mit den gesetzlichen Vorgaben und den diesbezüglichen Richtlinien.

#### Zwischenlagerung

Mindestens für den ersten Teil der Betriebszeit des KKN wird weder für SMA noch für abgebrannte Brennelemente ein entsprechendes Tiefenlager in Betrieb sein. Für die Brennelemente ist darüber hinaus eine gewisse Zeitperiode der Zwischenlagerung erforderlich, um die Wärmeproduktion dieser Abfälle abklingen zu lassen. Der Gesuchsteller sieht vor, die benötigten Zwischenlagerkapazitäten für alle Arten von Abfällen primär am Standort KKN bereitzustellen. Damit würden Transporte, z.B. zum ZWILAG, entfallen. Dies gilt sowohl für die SMA als auch für die HAA. Hinsichtlich der Lagertechnik für abgebrannte Brennelemente behält sich die KKN AG die Entscheidung zwischen einer Behälterlagerung (Trockenlagerung) und einer Nasslagerung bis zum Gesuch für die Baubewilligung vor. Zwar erfordern Nasslager gewisse aktive Komponenten zur Kühlung der Brennelemente, bieten aber andererseits für die langfristige Überwachung des Zustands des Lagerguts deutliche Vorteile. International sind beide Arten der Lagerung gleichermaßen als Stand der Technik anerkannt. Auch die Richtlinie ENSI-G04 als Nachfolgedokument der Richtlinie HSK-R-29 [30] wird Nasslager berücksichtigt.

Das ENSI bewertet die Angaben des Gesuchstellers zum Nachweis einer ausreichenden Vorsorge für die Zwischenlagerung aller anfallenden Betriebsabfälle des KKN als zweckmässig. Das ENSI begrüsst, dass durch eine Zwischenlagerung am Standort die Transporte radioaktiver Abfälle minimiert werden sollen. Bei Wahrnehmung der Option einer zentralen Zwischenlagerung sind die erforderlichen Abfalltransporte im Rahmen der Optimierung des gesamten Entsorgungskonzepts zu betrachten.

#### Tiefenlagerung

Aus den bisherigen Angaben des Gesuchstellers ergibt sich, dass die Eigenschaften der zu entsorgenden Abfälle nicht von denjenigen der bereits existierenden Kernkraftwerke abweichen werden. Damit sind die qualitativen Aussagen der zitierten Entsorgungsnachweise zu SMA und HAA auch gültig für die Abfälle des KKN.

Der Sachplan geologische Tiefenlager (BFE 2008, [72]) schliesst die beim Betrieb und der Stilllegung von neuen Kernkraftwerken anfallenden Volumina an Abfällen ein. Die aktuellen Vor-

schläge der Nagra für Standortgebiete berücksichtigen die dazu notwendigen Platzreserven im geologischen Untergrund (Nagra NTB 08-05, S. A1-28, [53]). Die durch das KKN entstehenden Abfälle würden rund ein Drittel davon beanspruchen.

Aus Sicht des ENSI sind die zum Zeitpunkt eines Rahmenbewilligungsgesuchs zu stellenden Anforderungen an den Nachweis für die Entsorgung der anfallenden radioaktiven Abfälle des KKN mit den eingereichten Unterlagen und den darin enthaltenen Angaben erfüllt. Dies gilt für alle Abfallarten qualitativ und – unter Berücksichtigung der im Rahmenbewilligungsverfahren möglichen Genauigkeit der Angaben – auch quantitativ. Im Zusammenhang mit den im Gesuch zur Baubewilligung erforderlichen Unterlagen sind konkretisierte Mengenangaben zu machen und es ist nachzuweisen, dass diese Angaben auch in die aktualisierten Entsorgungsplanungen der Nagra eingeflossen sind. Der vorgesehene Beitritt des Gesuchstellers zur Nagra gewährleistet die Einbindung in diese Planungen.

#### Zusammenfassende Bewertung des ENSI

Die Angaben der KKN AG zu den Abfällen, zur Konditionierung und Verpackung, zur Zwischenlagerung und Tiefenlagerung sowie insgesamt zur Entsorgung der anfallenden radioaktiven Abfälle des KKN sind auf Stufe Rahmenbewilligungsgesuch angemessen und ausreichend detailliert. Sie decken alle zu behandelnden Aspekte ab. Aus Sicht des ENSI ist mit diesen Angaben der erforderliche Nachweis für die Entsorgung der anfallenden radioaktiven Abfälle des KKN erbracht.

# 10 Gesamtbewertung

Mit dem Gesuch um Erteilung der Rahmenbewilligung für den Bau eines Kernkraftwerks am Standort Niederamt hat der Gesuchsteller, die Kernkraftwerk Niederamt AG (KKN AG), dem Bundesamt für Energie BFE die folgenden Berichte eingereicht:

- Sicherheitsbericht [2]
- Sicherungsbericht [3]
- Konzept für die Stilllegung [4]
- Nachweis für die Entsorgung der anfallenden radioaktiven Abfälle [5]
- Umweltverträglichkeitsbericht [6]
- Bericht über die Abstimmung mit der Raumplanung [7]

Von diesen Berichten hat die zuständige nukleare Aufsichtsbehörde, das Eidgenössische Nuklearsicherheitsinspektorat ENSI, den Sicherheitsbericht, den Sicherungsbericht, das Konzept für die Stilllegung und den Nachweis für die Entsorgung im Auftrag des BFE überprüft.

Im Sicherheitsbericht hat der Gesuchsteller den Zweck und die Grundzüge des Projekts KKN dargelegt, die spezifischen Standorteigenschaften des KKN mit dem damit verbundenen Gefährdungspotenzial detailliert untersucht und bewertet und die maximal zulässige Strahlendosis für Personen in der Umgebung des KKN vorgeschlagen. Zudem hat er sich zu personellen und organisatorischen Aspekten im Hinblick auf den Bau und den Betrieb des KKN geäußert.

Im Sicherungsbericht hat die KKN AG aufgezeigt, dass der Schutz des KKN inklusive Kernmaterialien vor Sabotage, gewaltsamen Einwirkungen oder Entwendung durch Massnahmen der Sicherung prinzipiell gewährleistet werden kann.

Im Konzept für die Stilllegung hat der Gesuchsteller die grundsätzlich möglichen Varianten der Stilllegung wie sofortiger Rückbau, späterer Rückbau nach sicherem Einschluss und In-Situ-Entsorgung dargelegt. Dabei bevorzugt er aus heutiger Sicht den sofortigen Rückbau.

Im Nachweis für die Entsorgung der anfallenden radioaktiven Abfälle hat die KKN AG die Volumina der zu entsorgenden radioaktiven Betriebsabfälle des KKN ermittelt. Dabei wurde aufgezeigt, dass diese Volumina unter Berücksichtigung der Stilllegungsabfälle die Grundlagen der bestehenden Bundesratsbeschlüsse zum Entsorgungsnachweis SMA nicht in Frage stellen und dass der Entsorgungsnachweis HAA auch unter Berücksichtigung der hochaktiven Abfälle des KKN Gültigkeit hat.

Das ENSI hat die oben erwähnten Berichte unter Einbezug externer Experten eingehend geprüft und die Ergebnisse der Überprüfung im vorliegenden Gutachten dargelegt. Das ENSI hat sich dabei vergewissert, dass alle für das Rahmenbewilligungsverfahren relevanten Bestimmungen des Kernenergiegesetzes, des Strahlenschutzgesetzes, der Kernenergieverordnung

sowie anderer Verordnungen berücksichtigt wurden, dass die zutreffenden Richtlinien der nuklearen Aufsichtsbehörde beachtet wurden und dass die Vorgehensweise des Gesuchstellers bei der Standortbeurteilung den internationalen Anforderungen der IAEA unter Berücksichtigung des Standes von Wissenschaft und Technik entspricht.

Schwerpunkt der Überprüfung bildete die Beurteilung der Standorteigenschaften und des damit verbundenen standortspezifischen Gefährdungspotenzials. Zu diesem Zweck wurde der Standort hinsichtlich Geografie und Bevölkerungsverteilung, Verkehrswege und Industrie, Logistik und Baustelleneinrichtung, Meteorologie, Hydrologie, Hydrogeologie, Geologie, Seismik, Baugrund, Netzanbindung und Brandschutzinfrastruktur untersucht. Die in Kapitel 4.1 und zusammenfassend in Kapitel 4.3 des vorliegenden Gutachtens dargelegten Ergebnisse der Überprüfung zeigen, dass keine Standorteigenschaften vorliegen, die den Bau eines Kernkraftwerks grundsätzlich in Frage stellen würden.

Das mit dem Standort verbundene Gefährdungspotenzial für die Anlage KKN wurde durch den Gesuchsteller umfassend betrachtet. In diesem Zusammenhang wurde die potenzielle Gefährdung des KKN durch Erdbeben, externe Überflutung, Flugzeugabsturz, extreme Winde und Tornados, Explosionen, Brand, Blitzschlag sowie Vereisung und Verstopfung von Flusswasserfassungen untersucht. Der Umfang der dabei betrachteten Gefährdungen entspricht den Vorgaben der IAEA [36]. Die Ergebnisse der Analysen und deren Beurteilung durch das ENSI sind in Kapitel 4.2 und zusammenfassend in Kapitel 4.3 aufgeführt. Die Überprüfung und Bewertung der diesbezüglichen Angaben der KKN AG hat ergeben, dass die zum Zeitpunkt eines Rahmenbewilligungsgesuchs erforderlichen Angaben weitgehend vollständig, in angemessenem Detaillierungsgrad und sachlich korrekt vorhanden sind. Summarisch ist festzuhalten, dass das Gefährdungspotenzial am Standort des KKN den Neubau eines entsprechend ausgelegten Kernkraftwerks nicht in Frage stellt.

Das ENSI hat bei der Überprüfung der Gesuchsunterlagen wenige Sachverhalte festgestellt, die einer weiteren Klärung bedürfen; dazu wurden vom ENSI Hinweise oder Vorschläge für Auflagen abgeleitet:

Aus der Überprüfung der Angaben der KKN AG zur Seismik sowie zur Gefährdung des Standorts durch Erdbeben hat sich aus Sicht des ENSI ergeben, dass der Gesuchsteller noch weitergehende Untersuchungen durchzuführen hat. Das ENSI hat deshalb entsprechende Auflagenvorschläge formuliert (siehe Auflagen 2 und 3 in Kapitel 11).

Im Hinblick auf die gemäss Art. 14 Abs. 1 Bst. e KEG in der Rahmenbewilligung festzulegende maximal zulässige Strahlenexposition in der Umgebung der Anlage beantragt das ENSI die Auflage 4, die die Festlegung des quellenbezogenen Dosisrichtwerts für den Standort Niederamt betrifft.

Im Zusammenhang mit der Überprüfung des Sicherheitsberichts für das KKN beantragt das ENSI die Auflage 6. Mit dieser Auflage will das ENSI sicherstellen, dass den Aspekten des Informationsschutzes im Bereich der nuklearen Sicherheit und der Sicherung frühzeitig die erforderliche Bedeutung zugemessen wird.

Aus der Beurteilung der Angaben der KKN AG zum Projektmanagement und zu den menschlichen und organisatorischen Aspekten beim Bau eines Kernkraftwerks leitet das ENSI die Anträge zur Berücksichtigung der Auflagen 1 und 5 ab. Aus Sicht des ENSI kommt einem angemessenen Managementsystem und einem effektiven Projektmanagement in einem Projekt des Umfangs und der Komplexität, wie es der Bau eines Kernkraftwerks darstellt, eine zentrale Bedeutung zu. Dies gilt auch im Hinblick auf die Berücksichtigung einer systematischen, umfassenden und frühzeitigen Integration der menschlichen und organisatorischen Faktoren.

Aus der Überprüfung des Konzepts für die Stilllegung und des Nachweises für die Entsorgung der anfallenden radioaktiven Abfälle ergeben sich aus Sicht des ENSI keine Vorschläge für Auflagen oder Hinweise. Die diesbezüglichen konzeptuellen Darlegungen der KKN AG sind auf Stufe Rahmenbewilligungsverfahren ausreichend.

Das ENSI hat bei der Überprüfung der Gesuchsunterlagen der KKN AG festgestellt, dass zum Teil noch weitergehende Abklärungen durch den Gesuchsteller vorzunehmen sind. Das ENSI hat diese erforderlichen Abklärungen im Gutachten als «Hinweise» bezeichnet. Dabei handelt es sich um weitergehende Untersuchungen, die nicht den Stellenwert von Auflagen aufweisen. Die Hinweise betreffen somit keine Sachverhalte, die für das Rahmenbewilligungsverfahren relevant oder deren Erfüllung von Bedeutung für die Erteilung einer Rahmenbewilligung sind. Es handelt sich vielmehr um Hinweise, die vom Gesuchsteller im Laufe der nachfolgenden Bewilligungsverfahren beachtet werden müssen und deren Erfüllung durch das ENSI überprüft wird. Die Hinweise des ENSI sind in Kapitel 12 des vorliegenden Gutachtens zusammengestellt.

Zusammenfassend stellt das ENSI fest, dass die KKN AG in den Gesuchsunterlagen zur Rahmenbewilligung für das KKN nachvollziehbar dargelegt hat, dass der Schutz von Mensch und Umwelt vor radioaktiver Strahlung während der Betriebs- und Nachbetriebsphase des KKN sichergestellt werden kann, dass ein machbares Konzept für die Stilllegung des KKN vorliegt und dass der Nachweis für die Entsorgung der im KKN anfallenden radioaktiven Abfälle erbracht ist. Aus Sicht des ENSI sind damit die gemäss den Bestimmungen von Art. 13 KEG erforderlichen Voraussetzungen für die Erteilung der Rahmenbewilligung, soweit sie vom Eidgenössischen Nuklearsicherheitsinspektorat ENSI zu beurteilen waren, unter Berücksichtigung der Auflagenvorschläge erfüllt.

# 11 Anträge für Auflagen

Im vorliegenden Kapitel werden die Anträge des ENSI für Auflagen zuhanden der Bewilligungsbehörde aufgelistet. Die Begründungen für die einzelnen Auflagenvorschläge sind in den zutreffenden Kapiteln des vorliegenden Gutachtens enthalten. Der Hinweis auf das jeweils zutreffende Kapitel befindet sich in der Klammer nach der Auflagennummer.

## Auflage 1 (3.1 / 3.2):

*Die KKN AG hat für die Projektierungs- und Auslegungsphase sowie für die Bauphase ein Managementsystem gemäss den Vorgaben von Art. 25 KEV sowie IAEA GS-R-3 zu implementieren. Insbesondere hat sie darzulegen, dass ihre Organisation den Anforderungen des Projekts in der Projektierungs- und in der Bauphase gerecht wird. Das ENSI überprüft das Managementsystem und dessen Umsetzung ab Beginn der Projektierungsphase.*

## Auflage 2 (4.1.6.3):

*Die von der KKN AG vorgeschlagene Verdichtung des Mikrobenetztes des SED ist unverzüglich zu implementieren, damit für die folgenden Bewilligungsschritte Messreihen über eine längere Zeitperiode zur Verfügung stehen.*

## Auflage 3 (4.2.2):

*Als Grundlage für die Auslegung der Gebäude und Anlageteile im Bauprojekt hat die KKN AG Erdbebengefährdungsergebnisse zu verwenden, die standortspezifisch für das KKN mit einem Verfahren bestimmt werden, welches konform mit der SSHAC-Level-4-Methode ist und von Beginn an die Überprüfung durch das ENSI mit einbezieht.*

## Auflage 4 (5.2):

*Für die am Standort KKN betriebenen Kernanlagen wird ein gemeinsamer quellenbezogener Dosisrichtwert von 0,3 mSv pro Jahr zum Schutz von Einzelpersonen aus der Bevölkerung festgelegt. Befinden sich mehrere Kernanlagen am Standort, sind die Limiten für die Abgaben der einzelnen Anlagen so festzulegen, dass die gesamthaft resultierende Dosis für Einzelpersonen der Bevölkerung weniger als 0,3 mSv/Jahr beträgt. Der Beitrag der Direktstrahlung des Standorts zum quellenbezogenen Dosisrichtwert für Einzelpersonen der Bevölkerung ist auf 0,1 mSv/Jahr zu beschränken.*

## Auflage 5 (6.2):

*Die KKN AG hat für die Projektierung und Auslegung der Anlage ein Programm zur Berücksichtigung der menschlichen und organisatorischen Faktoren zu implementieren. Das ENSI überprüft das Programm und dessen Umsetzung ab Beginn der Projektierungsphase.*

## Auflage 6 (7.3):

*Die KKN AG hat Informationen, deren Kenntnisnahme durch Unberechtigte die Wirksamkeit der Sicherungsmassnahmen gefährden kann, zu klassifizieren und zu schützen. Das ENSI überprüft den Informationsschutz ab Beginn der Projektierungsphase.*

# 12 Hinweise des ENSI

Aus der Begutachtung der Angaben der KKN AG im Sicherheitsbericht [2], im Sicherheitsbericht [3], im Konzept für die Stilllegung [4] und im Nachweis für die Entsorgung [5] leitet die nukleare Aufsichtsbehörde ENSI die nachfolgend aufgelisteten Hinweise ab. Die Hinweise enthalten Merkpunkte zu verschiedenen Fragen oder offenen Punkten, deren Beantwortung im Rahmenbewilligungsverfahren noch nicht erforderlich ist, deren Beantwortung das ENSI vom Gesuchsteller jedoch im Bau- oder ggf. im Betriebsbewilligungsverfahren erwartet. Die Begründungen für die einzelnen Hinweise sind in den zutreffenden Kapiteln des vorliegenden Gutachtens enthalten. Der Hinweis auf das jeweils zutreffende Kapitel befindet sich in der Klammer nach der Hinweisnummer.

## Hinweis 1 (4.1.2):

*Im Rahmen des Baubewilligungsverfahrens ist von der KKN AG abzuklären, ob vom genannten Betrieb Nr. 49 (Nummerierung gemäss Fachbericht «Einwirkungen auf KKN bei Störfällen in der Nachbarschaft» [59]) eine Gefährdung für das KKN ausgeht.*

## Hinweis 2 (4.1.4):

*Im Rahmen des Baubewilligungsverfahrens verlangt das ENSI von der KKN AG die direkte Integration der 4-parametrischen Ausbreitungsstatistik in den Sicherheitsbericht.*

## Hinweis 3 (4.1.6.1):

*Mit Einreichen des Gesuchs zur Baubewilligung ist von der KKN AG das Vorgehen zu erläutern, wie die Baugrube bezüglich Hinweise auf neotektonische Bewegungen untersucht werden wird.*

## Hinweis 4 (4.1.6.2):

*Die festgestellten sehr hohen Lagerungsdichten in der künstlichen Auffüllung stammen allenfalls von Bereichen stark verdichteter Hinterfüllungen bestehender Bauwerke des KKG. Dies ist bei der Verwendung dieser Werte für das KKN zu beachten.*

*Es ist von der KKN AG zu bestätigen, dass bei der Modellierung der Tiefgründung der Reaktoranlage alle unter den Grundwasserspiegel reichenden Bauteile des KKN berücksichtigt wurden.*

*Bei der Ermittlung der Lagerungsdichte wurden die Erkenntnisse vor allem auf Standard Penetration Tests (SPT) abgestützt. SPT-Versuche im Kies sind umstritten und aus der Sicht des ENSI wenig geeignet. Bei einem Versuchsabstand von nur 2 m ist eine gegenseitige Beeinflussung der Versuchsergebnisse nicht auszuschliessen. Zudem kann das Auftreten von Steinen zu höheren Schlagzahlen führen. Die erhaltenen Werte sollten deshalb im Rahmen des Baugesuchs mit anderen Verfahren verifiziert werden.*

*Bei der Auswertung der Versuchsergebnisse sind von der KKN AG die Anzahl der einzelnen Versuche und die Streubreite der erhaltenen Resultate anzugeben. Ferner gilt es zu präzisieren,*

ob es sich jeweils um charakteristische resp. vorsichtig gewählte Erwartungswerte oder andere Werte handelt.

Bei den dargelegten Eigenschaften des Niederterrassenschotters bestehen bezüglich der USCS-Klassifikation, dem Reibungswinkel und der Kohäsion erhebliche Abweichungen zur VSS-Norm [105]. Dazu ist eine Erklärung der KKN AG erforderlich.

Hinweis 5 (4.1.6.3):

Die KKN AG hat im Hinblick auf das Baubewilligungsgesuch zu prüfen, ob die Verbindung verschiedener Störungssegmente im Tafeljura (z.B. entlang des Wehratal-Zeiningger-Störungssystems) allenfalls zu Erdbebenmagnituden führen könnte, die von den Ausführungen im Sicherheitsbericht bisher nicht abgedeckt sind.

Hinweis 6 (6.1):

Das ENSI verlangt von der KKN AG, dass sie bereits im Zusammenhang mit der Vorbereitung des Baubewilligungsgesuchs ein Konzept zur Entwicklung der zukünftigen Betriebsorganisation erstellt und den Stand dieser Arbeiten im Baubewilligungsgesuch darlegt. Umfassende Angaben zur Entwicklung der zukünftigen Betriebsorganisation sind im Zusammenhang mit dem Betriebsbewilligungsgesuch erforderlich.

Brugg, 30. September 2010

Eidgenössisches Nuklearsicherheitsinspektorat ENSI  
Der Direktor



Dr. Hans Wanner

# 13 Referenzen

- [1] Kernkraftwerk Niederamt AG (KKN AG), «Rahmenbewilligungsgesuch für das Kernkraftwerk Niederamt», KKN-Brief MST vom 9. Juni 2008.
- [2] Kernkraftwerk Niederamt AG (KKN AG), «Rahmenbewilligungsgesuch für ein neues Kernkraftwerk im Niederamt (Kanton Solothurn): Sicherheitsbericht», Bericht Nr. Ber-08-002, Version V002, 01.10.2009.
- [3] Kernkraftwerk Niederamt AG (KKN AG), «Rahmenbewilligungsgesuch für ein neues Kernkraftwerk im Niederamt: Sicherheitsbericht», Bericht Nr. Ber-08-003, Version V002, 01.10.2009.
- [4] Kernkraftwerk Niederamt AG (KKN AG), «Rahmenbewilligungsgesuch für ein neues Kernkraftwerk im Niederamt: Konzept für die Stilllegung», Bericht Nr. Ber-08-004, Version V002, 01.10.2009.
- [5] Kernkraftwerk Niederamt AG (KKN AG), «Rahmenbewilligungsgesuch für ein neues Kernkraftwerk im Niederamt: Nachweis für die Entsorgung der anfallenden radioaktiven Abfälle», Bericht Nr. Ber-08-005, Version V002, 01.10.2009.
- [6] Kernkraftwerk Niederamt AG (KKN AG), «Rahmenbewilligungsgesuch für ein neues Kernkraftwerk im Niederamt: Umweltverträglichkeitsbericht 1. Stufe», Bericht Nr. Ber-08-006, Version V001, 09.06.2008.
- [7] Kernkraftwerk Niederamt AG (KKN AG), «Rahmenbewilligungsgesuch für ein neues Kernkraftwerk im Niederamt: Bericht über die Abstimmung mit der Raumplanung», Bericht Nr. Ber-08-007, Version V001, 09.06.2008.
- [8] KEG 2003, Kernenergiegesetz vom 21. März 2003 (KEG), Gesetz, vom 21. März 2003 (Stand am 1. Januar 2009).
- [9] KEV 2004, Kernenergieverordnung vom 10. Dezember 2004 (KEV), Verordnung, vom 10. Dezember 2004 (Stand am 1. Januar 2009).
- [10] NFSVO 1983, Verordnung vom 28. November 1983 über den Notfallschutz in der Umgebung von Kernanlagen (Notfallschutzverordnung), Verordnung, vom 28. November 1983 (Stand am 1. Januar 2009).
- [11] StSG 1991, Strahlenschutzgesetz vom 22. März 1991 (StSG), Gesetz, vom 22. März 1991 (Stand am 1. Januar 2007).
- [12] StSV 1994, Strahlenschutzverordnung vom 22. Juni 1994 (StSV), Verordnung, vom 22. Juni 1994 (Stand am 1. Januar 2009).
- [13] USG 1983, Bundesgesetz über den Umweltschutz, Gesetz, vom 7. Oktober 1983 (Stand am 1. Oktober 2009).
- [14] UVEK V00 2008, Verordnung des UVEK vom 16. April 2008 über die Gefährdungsannahmen und Sicherungsmassnahmen für Kernanlagen und Kernmaterialien, Verordnung, vom 16. April 2008 (Stand am 1. Mai 2008).
- [15] UVEK V01 2009, Verordnung des UVEK vom 17. Juni 2009 über die Gefährdungsannahmen und die Bewertung des Schutzes gegen Störfälle in Kernanlagen, Verordnung, vom 17. Juni 2009 (Stand am 1. August 2009).
- [16] VAPK 2006, Verordnung vom 9. Juni 2006 über die Anforderungen an das Personal von Kernanlagen (VAPK), Verordnung, vom 9. Juni 2006 (Stand am 1. Januar 2009).

- [17] VBWK 2006, Verordnung vom 9. Juni 2006 über die Betriebswachen von Kernanlagen (VBWK), Verordnung, vom 9. Juni 2006 (Stand am 1. Januar 2009).
- [18] VEOR 2007, Verordnung vom 17. Oktober 2007 über die Einsatzorganisation bei erhöhter Radioaktivität (VEOR), Verordnung, vom 17. Oktober 2007 (Stand am 1. Januar 2009).
- [19] Botschaft des Bundesrats vom 28. Februar 2001 zum Kernenergiegesetz, BBl 2001 III 2665 ff.
- [20] ISchV 2007, Verordnung vom 4. Juli 2007 über den Schutz von Informationen des Bundes, Verordnung, vom 4. Juli 2007.
- [21] SEFV 2007, Verordnung vom 7. Dezember 2007 über den Stilllegungsfonds und den Entsorgungsfonds für Kernanlagen (Stilllegungs- und Entsorgungsfondsverordnung, SEFV) (Stand am 1. Februar 2008).
- [22] StfV, Schweizerische Eidgenossenschaft, Verordnung über den Schutz vor Störfällen, 814.012, 1991.
- [23] ENSI-A05/d 2009, Probabilistische Sicherheitsanalyse (PSA): Qualität und Umfang, Richtlinie für die schweizerischen Kernanlagen, Januar 2009.
- [24] ENSI-A06/d 2008, Probabilistische Sicherheitsanalyse (PSA): Anwendungen, Richtlinie für die schweizerischen Kernanlagen, Mai 2008.
- [25] HSK-B05/d 2007, Anforderungen an die Konditionierung radioaktiver Abfälle, Richtlinie für die schweizerischen Kernanlagen, Februar 2007.
- [26] HSK-G07/d 2008, Organisation von Kernanlagen, Richtlinie für die schweizerischen Kernanlagen, April 2008.
- [27] HSK-G14/d 2008, Berechnung der Strahlenexposition in der Umgebung aufgrund von Emissionen radioaktiver Stoffe aus Kernanlagen, Richtlinie für die schweizerischen Kernanlagen, Februar 2008.
- [28] HSK-R-06/d 1985, Sicherheitstechnische Klassierung, Klassengrenzen und Bauvorschriften für Ausrüstungen in Kernkraftwerken mit Leichtwasserreaktoren, Richtlinie für schweizerische Kernanlagen, Mai 1985, Neudruck: Januar 1993.
- [29] HSK-R-11/d 2003, Strahlenschutzziele im Normalbetrieb von Kernanlagen, Richtlinie für schweizerische Kernanlagen, Mai 2003.
- [30] HSK-R-29/d 2004, Anforderungen an die Zwischenlagerung radioaktiver Abfälle, Richtlinie für schweizerische Kernanlagen, März 2004.
- [31] HSK-R-30/d 1992, Aufsichtsverfahren beim Bau und Betrieb von Kernanlagen, Richtlinie für schweizerische Kernanlagen.
- [32] HSK-R-50/d 2003, Sicherheitstechnische Anforderungen an den Brandschutz in Kernanlagen, Richtlinie für schweizerische Kernanlagen.
- [33] HSK-R-101/d 1987, Auslegungskriterien für Sicherheitssysteme von Kernkraftwerken mit Leichtwasser-Reaktoren, Richtlinie für schweizerische Kernanlagen, Mai 1987, Neudruck: Januar 1993.
- [34] HSK-R-102/d 1996, Auslegungskriterien für den Schutz von sicherheitsrelevanten Ausrüstungen in Kernkraftwerken gegen die Folgen von Flugzeugabsturz, Richtlinie für schweizerische Kernanlagen.
- [35] HSK-R-103/d 1989, Anlageninterne Massnahmen gegen die Folgen schwerer Unfälle, Richtlinie für schweizerische Kernanlagen, November 1989, Neudruck: Januar 1993.
- [36] International Atomic Energy Agency (IAEA), «IAEA Safety Standards Series, Site Evaluation for Nuclear Installations», Safety Requirements No. NS-R-3, 2003.

- [37] International Atomic Energy Agency (IAEA), «External Human Induced Events in Site Evaluation for Nuclear Power Plant Design», Safety Guide NS-G-3.1, May 2002.
- [38] International Atomic Energy Agency (IAEA), «Dispersion of Radioactive Material in Air and Water and Consideration of Population Distribution in Site Evaluation for Nuclear Power Plants», Safety Guide NS-G-3.2, April 2002.
- [39] International Atomic Energy Agency (IAEA), «Evaluation of Seismic Hazards for Nuclear Power Plants», IAEA Safety Standards Series, Safety Guide No. NS-G-3.3, 2002.
- [40] International Atomic Energy Agency (IAEA), «Meteorological Events in Site Evaluation for Nuclear Power Plants», Safety Guide NS-G-3.4, July 2003.
- [41] International Atomic Energy Agency (IAEA), «Flood Hazard for Nuclear Power Plants on Coastal and River Sites», Safety Guide NS-G-3.5, March 2004.
- [42] International Atomic Energy Agency (IAEA), «Geotechnical Aspects of Site Evaluation and Foundations for Nuclear Power Plants», Safety Guide NS-G-3.6, April 2005.
- [43] International Atomic Energy Agency (IAEA), «Safety Standards for protecting people and the environment, Seismic Hazards in Site Evaluation for Nuclear Installations», Draft Safety Guide No. NS-G-3.7, 2009-10-15 (Revision of Safety Guide No. NS-G-3.3).
- [44] International Atomic Energy Agency (IAEA), «Evaluation of Seismic Hazards for Nuclear Installations», IAEA Safety Standards Series, Draft Safety Guide DS422 Draft 07.01, 15 October 2009.
- [45] International Atomic Energy Agency (IAEA), «The Management System for Facilities and Activities», Safety Requirements GS-R-3, July 2006.
- [46] International Atomic Energy Agency (IAEA), «Fundamental Safety Principles», IAEA Safety Standards Series, Safety Fundamentals No. SF-1, 2006.
- [47] International Atomic Energy Agency (IAEA), «Application of the Management System for Facilities and Activities», Safety Guide GS-G-3.1, 2006.
- [48] International Atomic Energy Agency (IAEA), «The Management System for Nuclear Installations», Safety Guide GS-G-3.5, 2009.
- [49] International Atomic Energy Agency (IAEA), «IAEA Safety Standards Series, Safety of Nuclear Power Plants: Design», Safety Requirements No. NS-R-1, 2000.
- [50] International Atomic Energy Agency (IAEA), Convention on Nuclear Safety, July 1994.
- [51] NAGRA, «Probabilistic Seismic Hazard Analysis for Swiss Nuclear Power Plant Sites (PEGASOS Project)», Final Report, Volume 1-X, prepared for the Unterausschuss Kernenergie (UAK) der Ueberlandwerke (UeW), Wettingen, 31 July 2004.
- [52] NAGRA, NTB 08-04, «Vorschlag geologischer Standortgebiete für das SMA- und HAA-Lager. Geologische Grundlagen», Nagra Technischer Bericht, Oktober 2008.
- [53] NAGRA, NTB 08-05, «Vorschlag geologischer Standortgebiete für das SMA- und HAA-Lager. Begründung der Abfallzuteilung, der Barrierensysteme und der Anforderungen an die Geologie: Bericht zur Sicherheit und Machbarkeit», Nagra Technischer Bericht, Oktober 2008.
- [54] US Nuclear Regulatory Commission, «Regulatory Guide 4.7 – General Site Suitability Criteria for Nuclear Power Stations», Revision 2, Kapitel 8, April 1998.
- [55] Kerntechnischer Ausschuss, KTA 1508 «Instrumentierung zur Ermittlung der Ausbreitung radioaktiver Stoffe in der Atmosphäre», Fassung 11/06.
- [56] Health and Safety Executive (HSE), Licensee use of contractors and intelligent customer capability, T/AST/049, Issue 3/2009.

- [57] AfU Solothurn, GASO Datenbank, Amt für Umwelt (AfU), Kanton Solothurn.
- [58] Aare-Tessin AG für Elektrizität, «Kernkraftwerkstudie Gösgen, Bericht Geologie», Motor Columbus, April 1969.
- [59] AF-Colenco AG, «Einwirkungen auf KKN bei Störfällen in der Nachbarschaft, Fachbericht zum Rahmenbewilligungsgesuch», Baden, Schweiz, Oktober 2009.
- [60] AF-Colenco AG, «Fachbericht Grundwassermodellierung», Fachbericht Nr. 1700.0508.10.016, Baden, Schweiz, Oktober 2009.
- [61] AF-Colenco AG, «Hydrologische Verhältnisse am Standort des Kernkraftwerks im Niederamt, Fachbericht Nr. 1700.0508.10.013, AF-Colenco AG, Baden, Schweiz, 2009.
- [62] AF-Colenco AG, «Vierparametrische Ausbreitungsstatistik am Standort KKN Untersuchung der Hochwassersicherheit des Kernkraftwerks Niederamt (KKN)», Baden, Schweiz, 2009.
- [63] AF-Colenco, «Geologie, Seismik und Baugrund», Fachbericht Nr. 1700.0508.10.012 zum Rahmenbewilligungsgesuch. AF-Colenco AG, Baden, Schweiz, 2009.
- [64] AF-Colenco, Berechnung der Tornadohäufigkeit unter Berücksichtigung des Schadenszuges nach Richtlinie ENSI-A05, Fachbericht Nr. 1700.10.008, Baden, Schweiz, 2009.
- [65] AF-Colenco AG, «Aircraft Crash Frequency Estimation for the Site of Nuclear Power Plant Niederamt, Technical Report on the General License Application», 1700.0508.10.010, Baden, Schweiz, October 2009.
- [66] Atel, «Fachbericht Wald, Waldstandort-Kartierung und Waldbrand-Beurteilung», erstellt durch Kaufmann + Bader GmbH, Version 5, 19.10.2009.
- [67] Becker, A., Ferry, M., Monecke, K., Schnellmann, M. + Giardini, D., «Multiarchive paleoseismic record of late Pleistocene and Holocene strong earthquakes in Switzerland», Tectonophysics 400, 153-177, 2005.
- [68] Bitterli-Brunner, P., «Standortgebiet Born, Strukturanalyse der Born-Antiklinale», Unpubl. Nagra Interner Bericht, 1979.
- [69] Bonjer, K.-P., «Seismicity pattern and style of seismic faulting at the eastern border fault of the southern Rhine Graben», Tectonophysics, v. 275, p. 41–69, 1997.
- [70] Bundesministerium des Inneren BMI, «Richtlinie für den Schutz von Kernkraftwerken gegen Druckwellen aus chemischen Reaktionen durch Auslegung der Kernkraftwerke hinsichtlich ihrer Festigkeit und induzierter Schwingungen sowie durch Sicherheitsabstände», 1976.
- [71] Bundesamt für Verkehr (BAV), «Quantitative Risikoanalyse für Gefahrguttransporte auf der Bahn, Methodik und Bewertung in der Schweiz.», erstellt durch Ernst Basler + Partner AG, April 2004.
- [72] Bundesamt für Energie BFE, «Sachplan geologische Tiefenlager – Konzeptteil» vom 2. April 2008.
- [73] BUWAL, ASTRA, «Pilotrisikoanalyse für den Transport gefährlicher Güter, Fallbeispiel Autobahn», erstellt durch Ernst Basler + Partner AG, August 1999.
- [74] BUWAL/SBB, «Pilotrisikoanalyse für den Transport gefährlicher Güter, Fallbeispiel Bahn», erstellt durch Ernst Basler + Partner AG, Mai 1998.
- [75] BUWAL, Arbeitsgruppe Flüssiggas-Tankanlagen, «Rahmenbericht Flüssiggas-Tankanlagen zum Kurzbericht und zur Risikoermittlung im Hinblick auf die Störfallvorsorge», erstellt durch Basler & Hofmann AG, Dezember 1992.
- [76] BUWAL, «Beurteilungskriterien I zur Störfallverordnung StFV», 1996.
- [77] BAFU, «Klimaveränderung in der Schweiz – Indikatoren zu Ursachen, Auswirkung, Massnahmen», Bundesamt für Umwelt (BAFU), Bern, Schweiz, 2007.

- [78] CARBURA, BUWAL, «Rahmenbericht über die Sicherheit von Stehtankanlagen für flüssige Treib- und Brennstoffe», erstellt durch SKS Ingenieure AG, 2005.
- [79] Diebold, P., Naef, H., Ammann, M., «Zur Tektonik der zentralen Nordschweiz», Nagra Technischer Bericht NTB 90-04 (2 Bände) oder Landeshydrologie und -geologie, Geologische Berichte Nr. 14, Bern, 1992.
- [80] Deichmann, N., + Giardini, D., «Earthquakes induced by the stimulation of an enhanced geothermal system below Basel (Switzerland): Seismological Research Letters», v. 80, no. 5, p. 784-798, 2009.
- [81] Fraefel, M., «Geomorphic response to neotectonic activity in the Jura Mountains and the southern Upper Rhine Graben». Unpubl. Dissertation, Universität Basel, 2008.
- [82] Grundwassersituation KKG: Messdaten vom 01.09.1979 bis 30.06.2009; Technisches Protokoll TNP-D-29917, Rev. v5, Kernkraftwerk Gösgen, Däniken, Schweiz.
- [83] Hauptabteilung die Sicherheit der Kernanlagen, «HSK-RT Final Report: Review Approach and Comment on «Probabilistic Seismic Hazard Analysis for Swiss Nuclear Power Plant Sites (PEGASOS Project) – Final Report», HSK-AN-5364, December 3, 2004.
- [84] Interoil E&P Switzerland AG, PEGASOS Refinement Project, Site Investigations for KKG & ATEL, Report IO09-TA0618, Zürich, 2009.
- [85] Kernkraftwerk Niederamt AG (KKN), «Hydrologische Verhältnisse am Standort des Kernkraftwerks im Niederamt; Fachbericht zum Rahmenbewilligungsgesuch», Oktober 2009.
- [86] Kock, S., Huggenberger, P., Preusser, F., Rentzel, P., und Wetzel, «Formation and evolution of the lower terrace of the Rhine River in the area of Basel: Swiss Journal of Geosciences», v. 102, p. 307-321, 2009.
- [87] KomABC, «Konzept für den Notfallschutz in der Umgebung von Kernanlagen», Januar 2006.
- [88] Laubscher, H., «Hundert Jahre Abschermodell für den Faltenjura – seine Beziehung zum Tafeljura aus heutiger Sicht», Jb. Mitt. Oberrhein. Ver., N.F. 90, 19-43, Stuttgart, 2008.
- [89] Laubscher, H., «The Miocene dislocations in the northern foreland of the Alps: Oblique subduction and its consequences (Basel area, Switzerland, Germany)», Jber. Mitt. Oberrhein. Geol. Ver. N.F. 85, 423-439, 2003.
- [90] Lakes Environmental Software, SLAB View – A Dispersion Model for Denser-than-Air Release, Version 2.0, Kanada, 1996 – 2002.
- [91] Madritsch, H., Preusser, F., Fabbri, O., Bichet, V., Schlunegger, F., & Schmid, S. O; «Late Quaternary folding in the Jura Mountains: evidence from syn-erosional deformation of fluvial meanders», Terra Nova, v. 22, p. 147–154, 2010.
- [92] MeteoSchweiz, 2009, Basisanalysen ausgewählter klimatologischer Parameter am Standort KKW-Gösgen, Arbeitsberichte der MeteoSchweiz, 225, 136 pp.
- [93] MeteoSchweiz (P. Ceppi, P.M. Della Marta, C. Appenzeller), «Extreme Value Analysis of Wind Speed Observations over Switzerland», Arbeitsberichte der MeteoSchweiz, 219, 2008.
- [94] Müller W. H., Naef H. + Graf H. R., Geologische Entwicklung der Nordschweiz, Neotektonik und Langzeitszenarien Zürcher Weinland. Nagra Technischer Bericht 99-08, 2002.
- [95] Naef, H., Reflexionsseismik Gösgen 2007/2008, Kurzbericht Nr. CH 09-04, 2009.

- [96] Nivière, B., Giamboni, M., Innocent, C., + Winter, T., «Kinematic evolution of a tectonic wedge above a flat-lying décollement: The Alpine foreland at the interface between the Jura Mountains (Northern Alps) and the Upper Rhine graben», *Geology*, v. 34, p. 469–472, 2006.
- [97] OcCC, «Klimaänderung und die Schweiz 2050, Erwartete Auswirkungen auf Umwelt, Gesellschaft und Wirtschaft, Beratendes Organ für Fragen der Klimaänderung (OcOCC)», Departement des Inneren (EDI) und Departement für Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation (UVEK), Bern, Schweiz, 2007.
- [98] OcCC, «Das Klima ändert – was nun?», Der neue Klimabericht (IPCC 2007) und die wichtigsten Ergebnisse aus Sicht der Schweiz, Beratendes Organ für Fragen der Klimaveränderung (OcCC), Departement des Inneren (EDI) und Departement für Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation (U-VEK), Bern, Schweiz, 2008.
- [99] OcCC, «Extremereignisse und Klimaänderung», Beratendes Organ für Fragen der Klimaveränderung (OcCC), Departement des Inneren (EDI) und Departement für Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation (UVEK), Bern, Schweiz, 2003.
- [100] Regierungsratsbeschluss des Kantons Solothurn vom 15.06.1993, 931.72, «Verordnung über Waldfeststellung und Waldabstand», 1993.
- [101] Schlatter, A., «Neotektonische Untersuchungen in der Nordschweiz; Kinematische Ausgleichung der Landesnivellementlinien und Übersicht über die Ergebnisse der geodätischen Messungen», Nagra Arbeitsbericht NAB 07-13, 2008.
- [102] Schweizerische Bundesbahnen, BLS AG, Bundesamt für Verkehr, Bundesamt für Umwelt; «Personenrisiken beim Transport gefährlicher Güter auf der Bahn, aktualisierte netzweite Abschätzung der Personenrisiken (Screening 2006)», erstellt durch Ernst Basler + Partner AG, Februar 2007.
- [103] Schweizerische Erdgaswirtschaft, «Rahmenbericht Sicherheit von Erdgas-Hochdruckanlagen», erstellt durch SKS Ingenieure AG, revidierte Ausgabe 1997.
- [104] Schweizerischer Erdbebendienst, ETH Zürich, «Earthquake Catalogue of Switzerland (ECOS)», Stand Anfang 2008.
- [105] Schweizer Norm SN 670 010b, Bodenkennziffern, VSS 1999.
- [106] Schweizerischer Ingenieur- und Architektenverein (SIA), Norm SIA 267, «Geotechnik», 2003.
- [107] Schweizerischer Ingenieur- und Architektenverein (SIA), Norm SIA 261; «Einwirkungen auf Tragwerke», 2003.
- [108] SSHAC (Senior Seismic Hazard Analysis Committee), «Recommendations for Probabilistic Seismic Hazard Analysis: Guidance on Uncertainty and Use of Experts», U.S. Nuclear Regulatory Commission, NUREG/CR-6372, April 1997.
- [109] Swiss Journal of Geosciences 102, «Methodology and main results of seismic source characterization for the PEGASOS Project, Switzerland», 5 Papers mit den Resultaten der PEGASOS-Workshops. S. 91–209 (2009).
- [110] Umweltdaten 2006, «Zusammenstellung und Darstellung von umweltrelevanten Daten», FB 07-13, 11/2007, Amt Für Umwelt (AfU), Kanton Solothurn, 2006.
- [111] Wells D.L., Coppersmith K.J., «New Empirical Relationships among Magnitude, Rupture Length, Rupture Width, Rupture Area, and Surface Displacement», *Bulletin of the Seismological Society of America*, Vol. 84, No 4, pp. 974–1002, August 1994.

- [112] Ziegler, P. A., + Fraefel, M., «Response of drainage systems to Neogene evolution of the Jura fold-thrust belt and Upper Rhine Graben», *Swiss Journal of Geosciences*, v. 102, p. 57–75, 2009.
- [113] Zippelt, K. + Dierks, O., «Auswertung von wiederholten Präzisionsnivellements im südlichen Schwarzwald, Bodenseeraum sowie in angrenzenden schweizerischen Landesteilen», *Nagra Arbeitsbericht 07-27*, 2007.
- [114] Carlé, W., «Bau und Entwicklung der Südwestdeutschen Grossscholle», *Beihefte zum Geologischen Jahrbuch* 16 (1955).
- [115] Geyer, O.F., + Gwinner, M.P., *Geologie von Baden-Württemberg*. E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung (Nägele u. Obermiller), Stuttgart (1991).
- [116] Sawatzki, G., + Hann, H. P., *Geologische Karte von Baden-Württemberg 1:50 000, Badenweiler-Lenzkirch-Zone, Erläuterungen mit Hinweisen für Exkursionen*, (2003).

# 14 Anhang: Abkürzungen

ARE	Bundesamt für Raumentwicklung
ASME	American Society of Mechanical Engineers
ASTRA	Bundesamt für Strassen

---

BaBG	Baubewilligungsgesuch
BAFU	Bundesamt für Umwelt
BAV	Bundesamt für Verkehr
BBI	Bundesblatt
BFE	Bundesamt für Energie
BLEVE	Boiling Liquid Expanding Vapour Explosion
BUWAL	Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft

---

CNS	Convention on Nuclear Safety
-----	------------------------------

---

DMK	Dosismassnahmenkonzept
-----	------------------------

---

EN	Europäische Norm
ENSI	Eidgenössisches Nuklearsicherheitsinspektorat

---

GEV	Generalized Extreme Value Distribution
GSchV	Gewässerschutzverordnung

---

HAA	Hochaktive Abfälle
HOF	Human and Organizational Factors
HSK	Hauptabteilung für die Sicherheit der Kernanlagen

---

IAEA	International Atomic Energy Agency
ICRP	International Commission on Radiological Protection
IEC	International Electrotechnical Commission
IEEE	Institute of Electrical and Electronic Engineers
ISchV	Informationsschutzverordnung

---

JGK	Juragewässerkorrektur
-----	-----------------------

---

KEG	Kernenergiegesetz
KEV	Kernenergieverordnung
KKL	Kernkraftwerk Leibstadt
KKN	Kernkraftwerk Niederamt
KKN AG	Kernkraftwerk Niederamt AG (Gesuchsteller)
KKW	Kernkraftwerk

KTA	Kerntechnischer Ausschuss
MW	Megawatt
Nagra	Nationale Genossenschaft für die Lagerung radioaktiver Abfälle
NFSVO	Notfallschutzverordnung
NTB	Nagra Technischer Bericht
OcCC	Organe consultatif sur les changements climatiques
OSPAR	Oslo Paris Convention
PGA	Peak Ground Acceleration
PMF	Probable Maximum Flood
PMP	Probable Maximum Precipitation
PRP	PEGASOS Refinement Project
PSA	Probabilistische Sicherheitsanalyse
PSI	Paul Scherrer Institut
QBDR	Quellenbezogener Dosisrichtwert
RBG	Rahmenbewilligungsgesuch
SED	Schweizerischer Erdbebendienst
SGT	Sachplan Geologische Tiefenlager
SIA	Schweizerischer Ingenieur- und Architektenverein
SIB	Sicherheitsbericht
SMA	Schwach und mittelaktive Abfälle
SPT	Standard Penetration Test
SSE	Safe Shutdown Earthquake
SSHAC	Senior Seismic Hazard Analysis Committee
StFV	Störfallverordnung
StSG	Strahlenschutzgesetz
StSV	Strahlenschutzverordnung
U.S. NRC	United States Nuclear Regulatory Commission
UVEK	Eidg. Departement für Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation
VAPK	Verordnung über die Anforderungen an das Personal von Kernanlagen
VEOR	Verordnung über die Einsatzorganisation bei erhöhter Radioaktivität
WENRA	Western European Nuclear Regulators Association
WKW	Wasserkraftwerk

ENSI 18/12

ENSI, CH-5200 Brugg, Industriestrasse 19, Telefon +41 (0)56 460 84 00, Fax +41 (0)56 460 84 99, [www.ensi.ch](http://www.ensi.ch)